



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO TOCANTINS

Manual de Ambientes Didáticos

Diretrizes para Layout, Equipamentos e Conforto Ambiental

PREFEITURA
UNIVERSITÁRIA

Documentos Institucionais da
Prefeitura Universitária - UFT
(DOI - PU/UFT, n.4, jun. 2016)



Manual de Ambientes Didáticos

Diretrizes para Layout, Equipamentos e Conforto Ambiental



Universidade Federal do Tocantins



Manual de Ambientes Didáticos

Diretrizes para Layout, Equipamentos e Conforto Ambiental





EXPEDIENTE

Prof. Luís Eduardo Bovolato
Reitor

Profa. Ana Lúcia de Medeiros
Vice-Reitora

João Batista Martins Teixeira
Prefeito Universitário

Lucas Rodrigues Dantas
*Diretor de Engenharia, Arquitetura,
Serviços Continuados, Manutenção
Predial e Equipamentos - DESMAN*

Leandro Ramos Martins
*Coordenador de Engenharia e
Arquitetura - CEA*

Ana Maria Alencar Aguiar Godoy
*Coordenadora de Manutenção
Predial e Equipamentos - CMPE*

Romildo Belém da Silva
*Coordenador de Serviços
Continuados - CSC*

Elaboração e Revisão Geral

Cláudia Maria M. Alencar Rocha
Hamistenie Rossana Pinto de
Sousa Soares Borges
Monnalisa Valadares M. de Cesaro

Diretoria de Arquitetura e
Urbanismo - DIURB

Este Manual é uma adaptação do
***Manual de Ambientes Didáticos
para Graduação***, elaborado pela
USP, de autoria de Manoel
Rodrigues Alves e colaboração de
Karin Maria S. Chvtal e Paulo César
Castral, sendo publicado
pela Editora Suprema em 2011.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins Sistema de Bibliotecas (SISBIB/UFT)

F981m Fundação Universidade Federal do Tocantins.
Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto
ambiental / Adaptação Diretoria de Arquitetura e Urbanismo da Prefeitura Universitária
- UFT – Palmas, TO, 2016.
71 f. il.

Este Manual é uma adaptação do “Manual de Ambientes Didáticos para a
Graduação”, elaborado pela USP, Publicado pela Editoria Suprema, 2011. Autoria de
Manoel Rodrigues Alves e colaboração de Karin Maria S. Chvtal e Paulo César Castral.
Documentos Institucionais da Prefeitura Universitária – UFT (DOI-PU/UFT, n.1, jun.
2016)

1. Arquitetura de interiores. 2. Ambiência. 3. Espaços didáticos. I. Título

CDD 727.3

**Todos os Direitos Reservados – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por
qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos
direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.**



SUMÁRIO

O Manual	2
Ambientes Didáticos.....	3
Auditórios	15
Conforto Ambiental	21
Iluminação.....	23
Ventilação	28
Ventilação Natural	28
Acústica	31
Tempo de reverberação	32
Mobiliário	36
Mobiliário Móvel	38
Mobiliário Fixo	43
Especificações	45
Equipamentos	47
Instalações Elétrico-Eletrônicas.....	52
Dutos e Canaletas	53
Pintura.....	54
Considerações Finais.....	68
Bibliografia.....	69



O Manual

O ensino da graduação se desenvolve em espaços onde sua arquitetura é de suma importância para o bom desenvolvimento das atividades didático-pedagógicas, devendo, portanto proporcionar qualidade, conforto e eficiência, para seus usuários. Desenvolver ações para valorização do ensino de graduação significa oferecer recursos técnicos que viabilizem a implantação e/ou a recuperação da infraestrutura de espaços como salas de aula, salas de vídeo, laboratórios, auditórios, ambientes para estudo, etc.

Este manual introduz conceitos que deverão ser adotados como ponto de partida, na definição dos ambientes didáticos, auxiliando na concepção e execução dos projetos de engenharia e arquitetura, e tornando-se fonte de consulta para a universidade como um todo repensar e até mesmo reavaliar seus ambientes didáticos de modo a torna-los adequados às diferentes demandas pedagógicas, e por consequência gerando ambientes mais eficientes, confortáveis e bem adaptados.

O documento se apresenta, portanto como uma ferramenta que deve ser usada em conjunto com os parâmetros já definidos pelos órgãos regulamentadores, compilando recomendações próprias, procedimentos e normas existentes, de forma a se constituir como um guia referencial para a readequação dos espaços de ensino.

Salas de aula, laboratórios, auditórios e outros ambientes de ensino são aqui abordados observando aspectos da configuração espacial, em relação a adequação ao tipo de uso e atividades didáticas propostas e do conforto ambiental dos usuários. Nesse contexto, introduz diretrizes para a requalificação dos ambientes de ensino, apresentando também especificações que garantam plena acessibilidade ao espaço, além de recomendações quanto ao uso de equipamentos no processo de ensino e aprendizagem.

Na busca pela melhoria do ensino através da readequação dos ambientes, este manual apresenta de maneira direta e sucinta, recomendações e diretrizes que devem estar presentes na qualificação dos espaços didáticos, além de exemplificar formas de aplicá-las. Sendo assim possível a transformação dos espaços até mesmo por pequenas ações voltadas à requalificação dos espaços didáticos da universidade.



Ambientes Didáticos

3





Ambientes Didáticos

Existe uma grande diversidade de espaços didáticos em nosso meio universitário, de salas de aula a, ambientes de estudo, de laboratórios de ensino a auditórios. Esses espaços diferenciam-se não apenas nas suas dimensões, orientações geográficas ou condições de conforto, mas principalmente em função de suas propostas pedagógicas e atividades didáticas. Portanto, os ambientes didáticos não apresentam uma fórmula específica para a sua constituição.

A proposta ou reformulação de um ambiente didático deve atentar-se principalmente para as questões relativas à inclusão educacional, preparando o espaço de tal maneira a deixa-lo acessível ao aluno com mobilidade reduzida ou, por exemplo, tornar viável a instalação de materiais e equipamentos específicos para o deficiente visual (impressora Braille e/ou máquina de escrever em Braille).

Uma sala de aula, um 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, a mobilidade interna, sua luminosidade e a 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 auxiliar na orientação para o projeto desses espaços.

Neste manual, exemplos de laboratório de informática, uma vez que 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, uma vez que referencia para diversos tipos de uso.

Um terceiro ambiente didático abordado neste manual são os auditórios, para os quais é conveniente que se observem algumas diretrizes de caráter espacial, ambiental e ergonômico. Geralmente destinados a distintas atividades didáticas, atendem a diferentes públicos e usos e dependem também de suas áreas de apoio. Ao fim da unidade são apresentadas algumas possibilidades capazes de responder a distintas situações didáticas e de eventos.

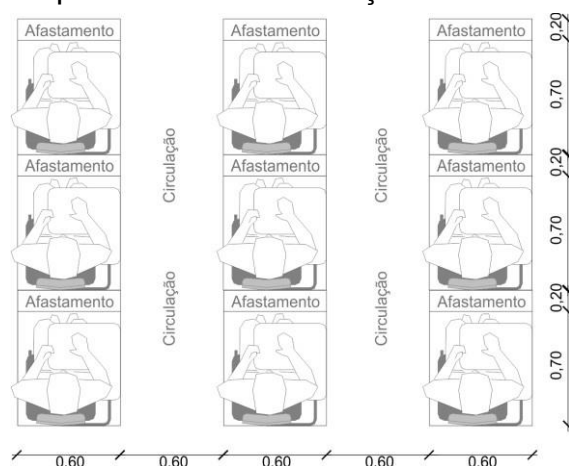


Áreas mínimas e circulação

Um ambiente didático, qualificado, precisa garantir a perfeita acomodação dos alunos durante as atividades de aprendizado. Para atingir esse objetivo esses ambientes devem apresentar características mínimas de área e de circulação, que são propiciadas pela correta disposição do mobiliário.

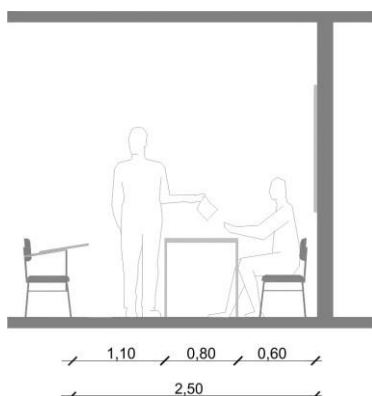
Esse Layout deve estar disposto de forma a maximizar o potencial de cada peça do mobiliário levando em consideração o uso final do ambiente. É recomendável que os componentes estejam uniformemente posicionados no espaço da sala de aula, garantindo assim circulações confortáveis. Para minimizar o nível de ruído 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, garantindo assim o melhor andamento das atividades didáticas. Nesta condição de lousa oposta à entrada recomenda-se no mínimo uma circulação entre cadeiras de 1,50m de largura, que tornará o ambiente acessível para deficientes físicos.

Mesmo que em muitos casos as características arquitetônicas não possibilitem a adequação da lousa, deve-se atentar para o mobiliário, que é móvel, e pode facilmente se adequar a diferentes situações.



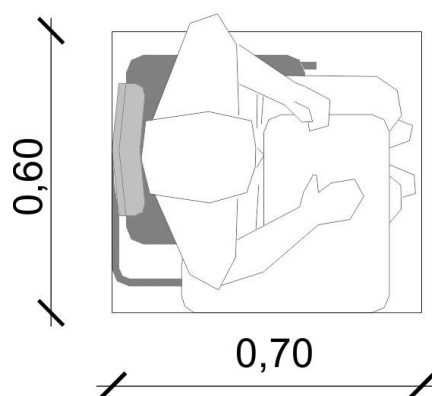
Mobiliário – Afastamentos mínimos

Para garantir um bom desempenho das aulas e demais atividades didáticas é recomendável que a distância mínima entre a lousa e a primeira carteira seja de 2,50m, evitando assim problemas ergonômicos aos alunos facilitando o ângulo de visão e permanência.





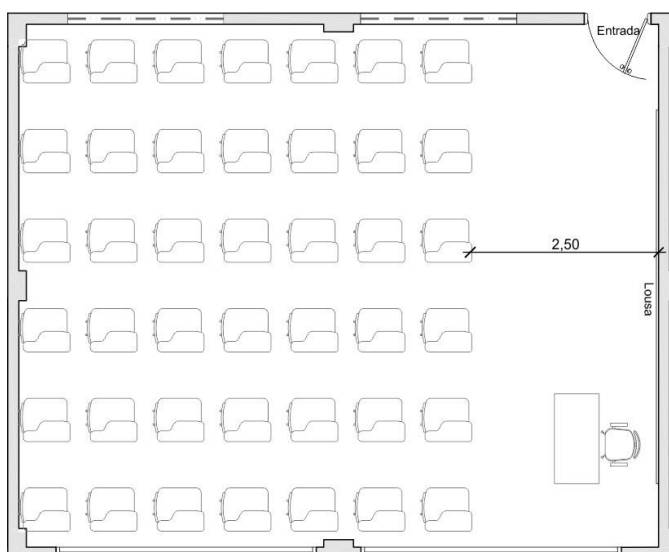
Apesar de não existir de fato uma única medida que possa determinar o espaço ocupado por um aluno em sala de aula, existem algumas recomendações importantes para um ambiente didático mais adequado e agradável, com um espaço mínimo de circulação entre as carteiras. Esta universidade apresenta mobiliário com peças bem definidas e que devem ser levadas em consideração durante a montagem do layout das salas.



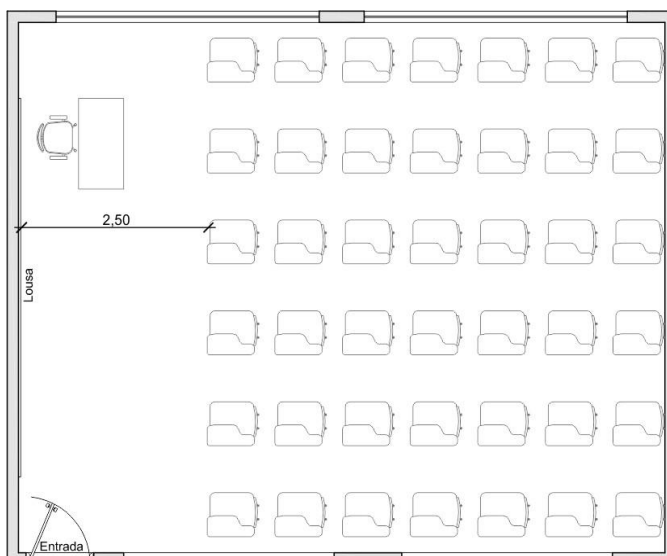
Salas de Aula

Levando em consideração as informações anteriormente demonstradas referentes aos afastamentos mínimos, pode-se prever, de acordo com os tipos de sala de aula recorrentes na universidade, um número ideal de cadeiras para cada espaço, melhorando assim a qualidade dos ambientes didáticos. Essas sugestões visam a melhoria do espaço e devem ser analisadas caso a caso de acordo com as necessidades de cada curso, turma e/ou disciplina.

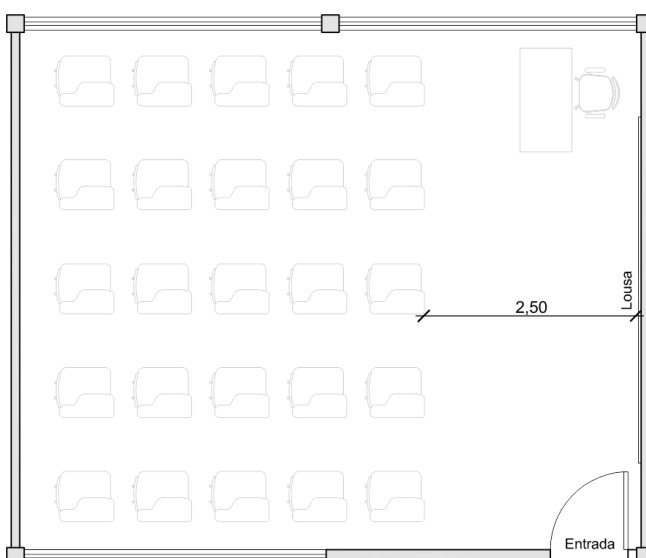
6



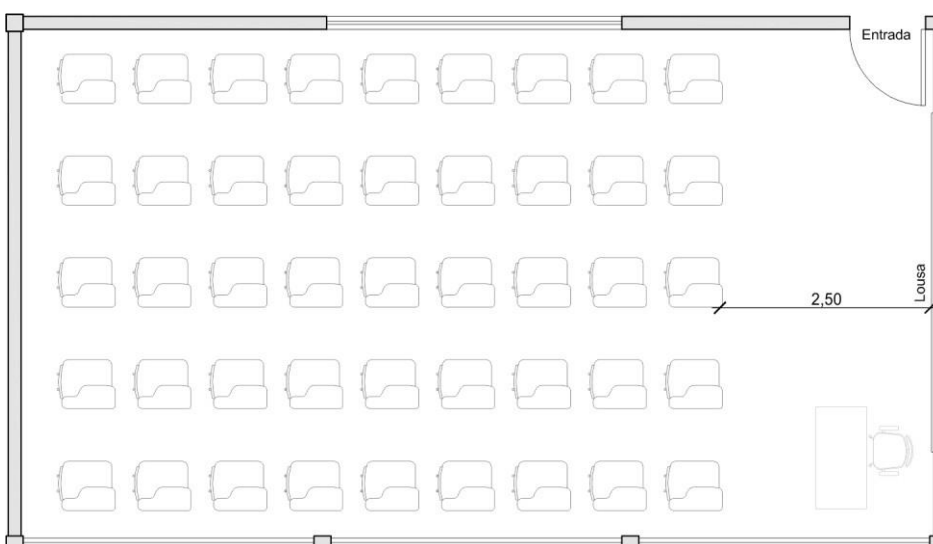
Sala de aula TIPO 1 – Blocos Padrão
60 m²
42 Alunos



Sala de aula TIPO 2 – Blocos 3P
60 m²
42 Alunos



Sala de aula TIPO 3 – Blocos A B C - Palmas
43 m²
25 Alunos



Sala de aula TIPO 4 – Blocos
A B C - Palmas
64 m²
45 Alunos



Laboratórios

Laboratórios 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 por disciplinas da graduação. O computador tornou-se ferramenta essencial durante o processo de graduação, visto o crescente uso de softwares e outras tecnologias computacionais na realização das atividades de diferentes profissões, somado a implementação de novas técnicas e processos de ensino e aprendizagem.

Os laboratórios de informática, ou salas informatizadas, são ambientes que por seus próprios elementos e distintas propostas pedagógicas que acomodam, podem apresentar uma maior liberdade na disposição de mobiliário e equipamentos, um layout de características menos formais e hierárquicas.

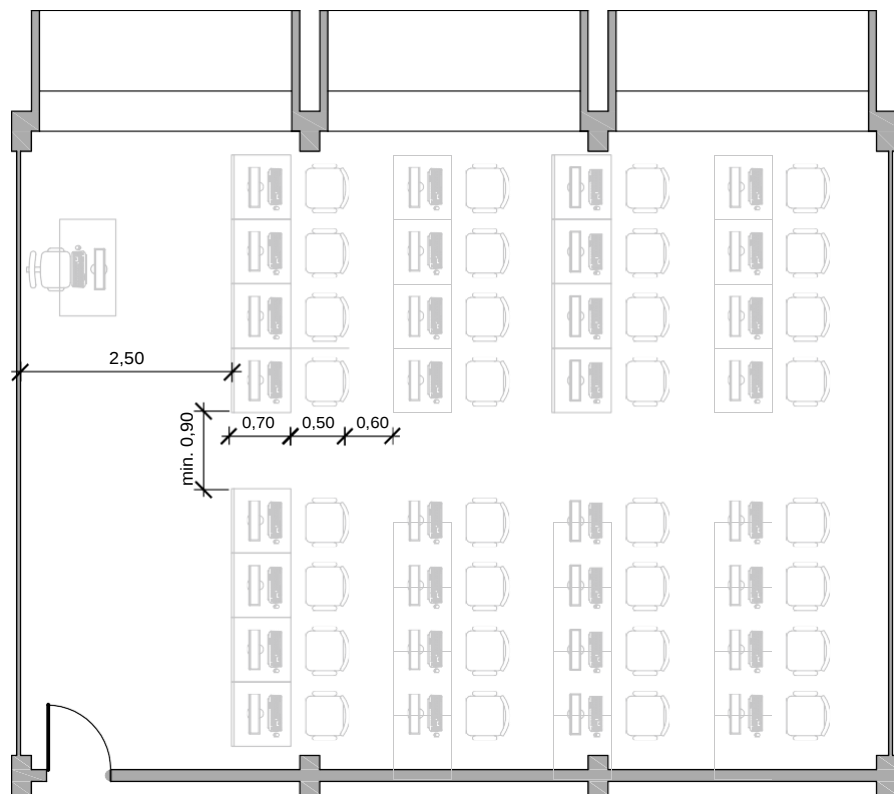
Em relação a distintas configurações espaciais e flexibilidade na distribuição dos equipamentos, um dos principais aspectos a ser observado refere-se à disposição e execução das redes lógica e eletroeletrônica. A adequada instalação dessas redes demanda localização específica, de modo a evitar problemas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

8

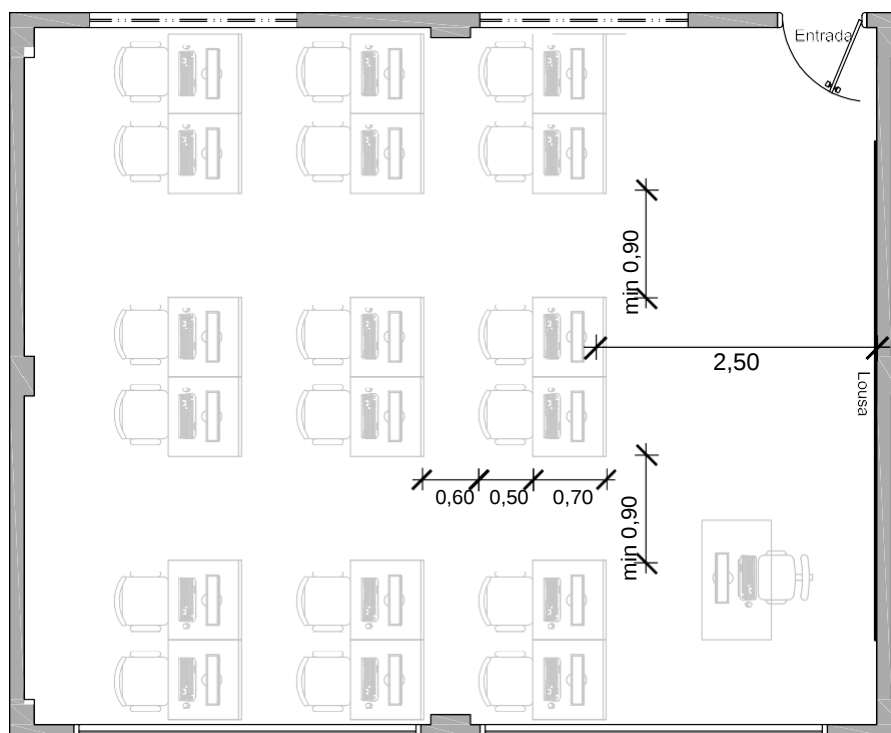
Áreas mínimas e circulação

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 1,80m² 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 que se observe algumas indicações: devem estar espaçadas no mínimo a 1,10 m uma das outras, visando criar um corredor que auxilie na circulação para orientação do professor diretamente em cada máquina. O pé-direito do laboratório não deve ser inferior a 2,80 m, em função de melhores condições de conforto ambiental.



Laboratórios de Informática Bloco III - Palmas



Laboratório modelo Bloco 3P



Enquanto espaço didático, via de regra um laboratório de informática utiliza-se de computador e sistema de projeção para uso do professor, mas não apenas. Em qualquer situação não é aconselhável a utilização de qualquer tipo de lousa para giz, uma vez que o acúmulo de pó poderá prejudicar o funcionamento dos equipamentos instalados no laboratório.

Se houver necessidade de lousa 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.

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 sim estarem localizadas em áreas diferenciadas, preferencialmente em ambiente contíguo com acesso controlado.

Recomendações Específicas

O Piso deverá ser nivelado, sem ressalto 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.

Par garantir o Conforto Térmico a temperatura ambiente não deve ser superior a 28°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.

Laboratórios 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 se tenha uma melhor condição de trabalho e aprendizado.

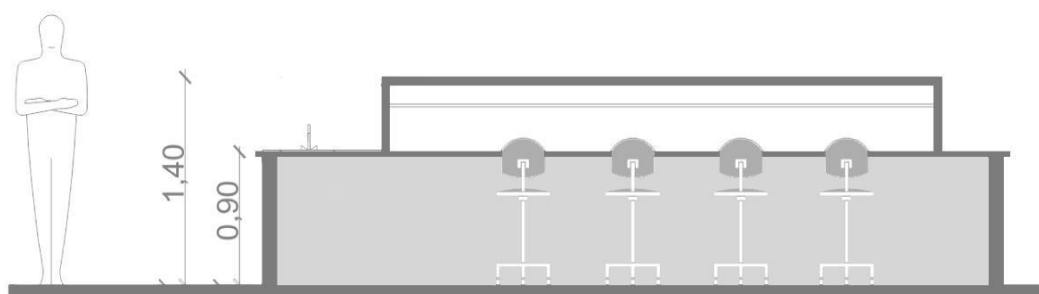
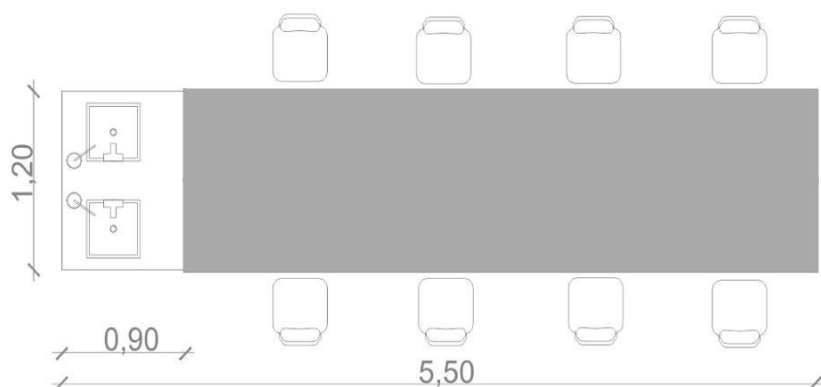
Neste sentido é extremamente necessário atrelar à definição do espaço físico, a caracterização dos equipamentos e mobiliários mínimos para o bom funcionamento do laboratório. O professor responsável deve listar equipamento e mobiliários específicos, para que a equipe de engenharia e arquitetura possa elaborar os projetos técnicos básicos. As dimensões, localização e até mesmo a relação entre os equipamentos são informações primordiais para definição de fluxos, espaços mínimos e infraestrutura elétrica, mecânica ou hidráulica necessária a cada aparelho. Dados importantes:



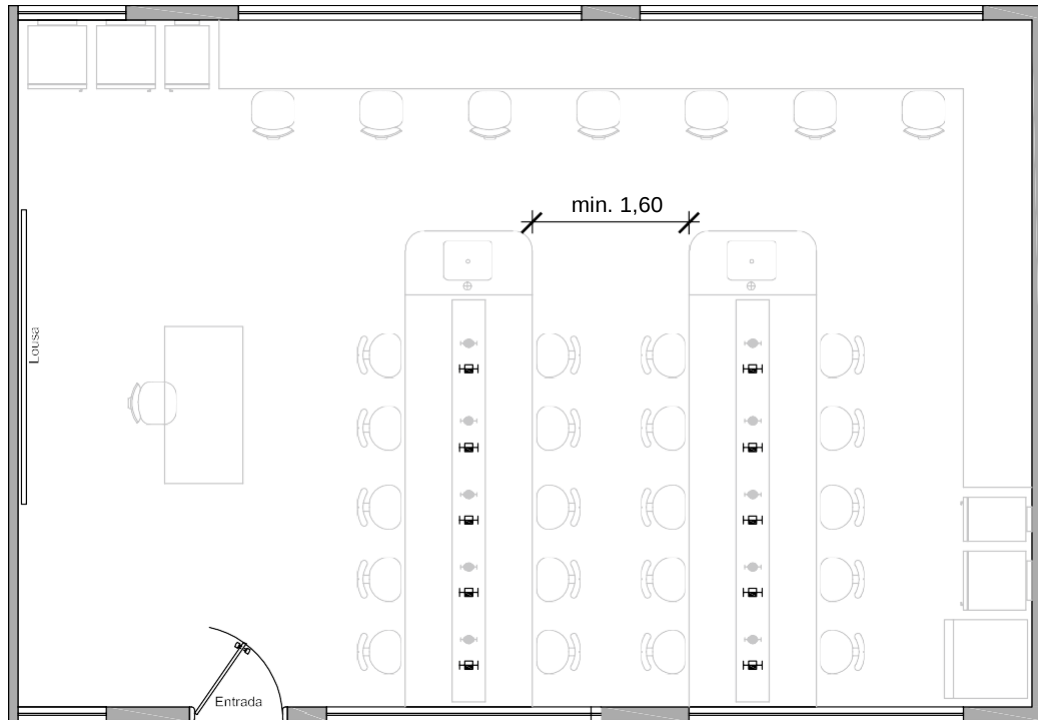
1. Lista de equipamentos, dimensões, localização, quantidade de usuário;
2. Potência elétrica dos equipamentos;
3. Tipo de exaustão (mecânica ou natural);
4. Tipo de cuba para lavagem (profunda, rasa, dimensões);
5. Tipo de esgotamento (se químico requer tratamento prévio);
6. Climatização adequada;
7. Infraestrutura de lógica.

Áreas mínimas e circulação

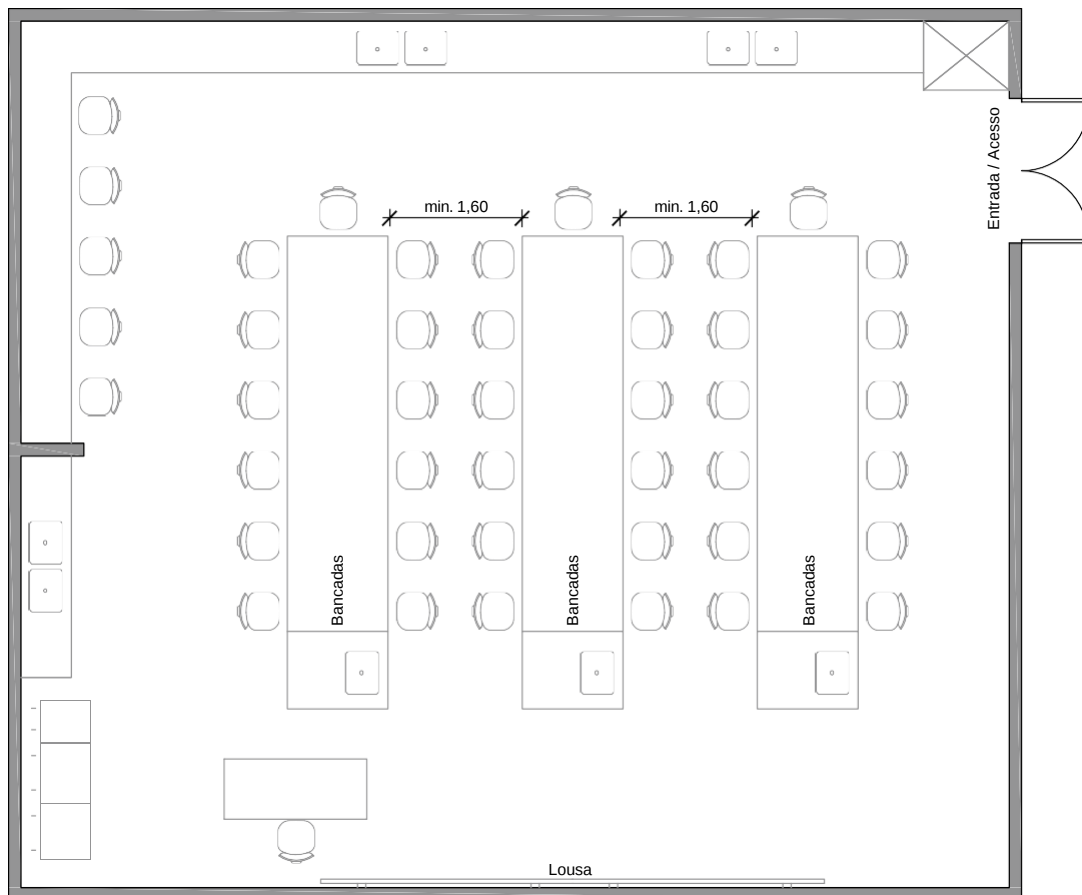
Para o cálculo da área mínima e capacidade, para a maioria dos laboratórios, recomenda-se usar como referência uma área entre 2,50m - 3,00m² por aluno, observando-se uma circulação de largura mínima entre 1,20 - 1,50m.



Modelo de bancada de laboratórios



Exemplo: Laboratórios modelo Bloco Padrão



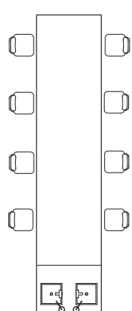
Exemplo: Laboratório com fileiras organizadas para aulas expositivas com projeção e uso de quadro branco



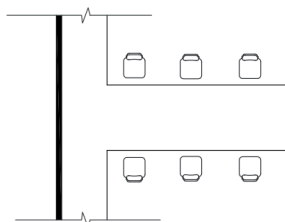
Bancadas de Trabalho

Os laboratórios para as aulas práticas são caracterizados por uma grande diversidade de bancadas de trabalho, as quais geralmente possuem instalações de água e de gás e nas quais podem estar dispostos 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.



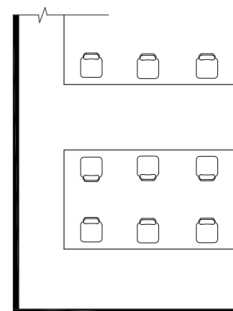
ILHA



PENÍNSULA



PAREDE



“ U “

13

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 cores claras, 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 estético.



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 químicas 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.



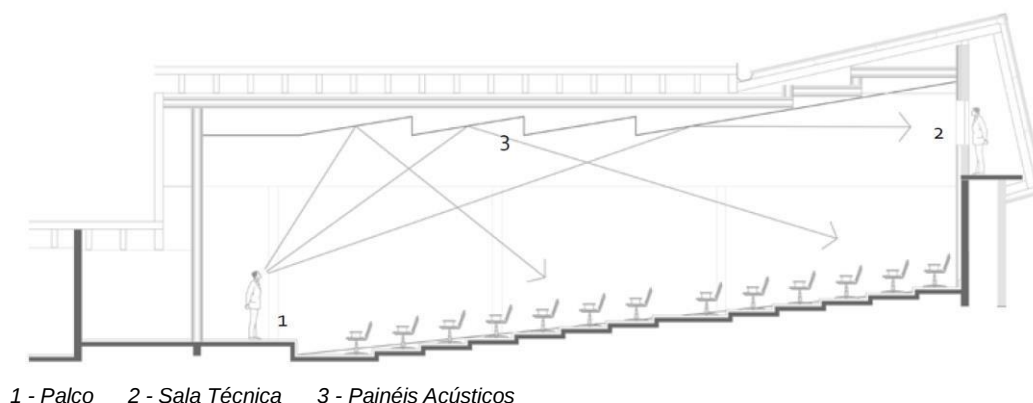


Auditórios

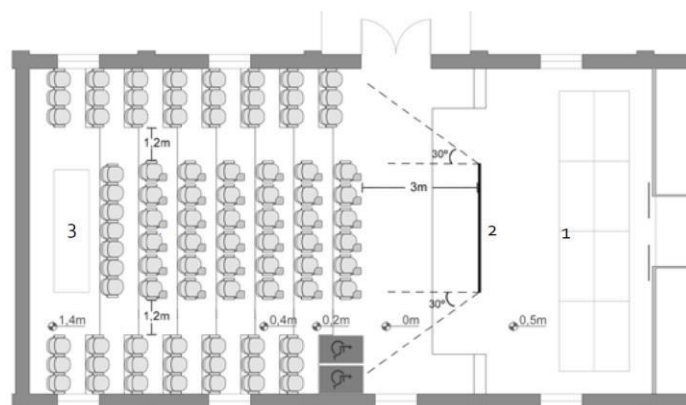
Além de possibilitarem aulas para um maior número de alunos, os auditórios oferecem distintas possibilidades para atividades didáticas e podem apresentar diversas configurações. Para tanto, devem ser observadas diretrizes de circulação, áreas e distâncias mínimas, de modo que não comprometa o uso de 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.

Neste tópico, serão exemplificados auditórios de diferentes formatos e dimensões, ilustrando soluções diversas de layout e aspectos relativos a pessoas com necessidades especiais.



Exemplo 1: Corte Esquemático do Auditório

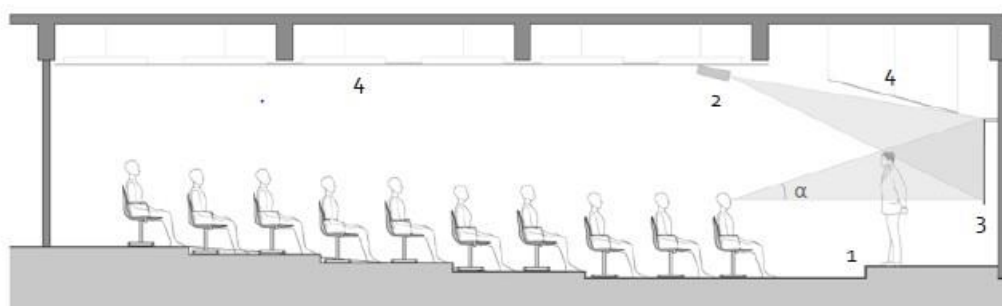
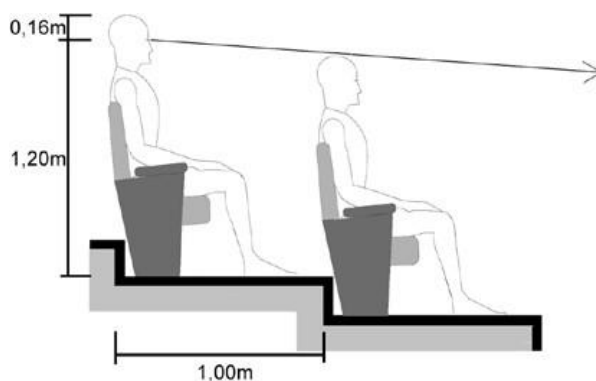


Exemplo 2: Possibilidade de Layout do Auditório com angulações e níveis



Distâncias, áreas mínimas e de circulação

Para auditórios patamarizados um dos aspectos a ser observado refere-se à inclinação do piso da plateia, de modo a possibilitar, em todas as fileiras, uma condição ideal de visibilidade tanto do palco quanto da tela de projeção. Para tal, recomenda-se um escalonamento, ou um plano inclinado de piso, em que a diferença entre o ponto de observação dos usuários seja de pelo menos 0,16 m. A distância entre a face posterior do encosto de uma poltrona e a face posterior do encosto da poltrona imediatamente à frente (ou atrás) desta, deve ser igual ou superior a 1,00 m, para facilitar o acesso às poltronas.



1 - Palco 2 - Projetor 3 – Tela de Projeção 4 – Painel Acústico

Possibilidade de Auditório com palco elevado e estudo de viabilidade ($\alpha < 33^\circ$)

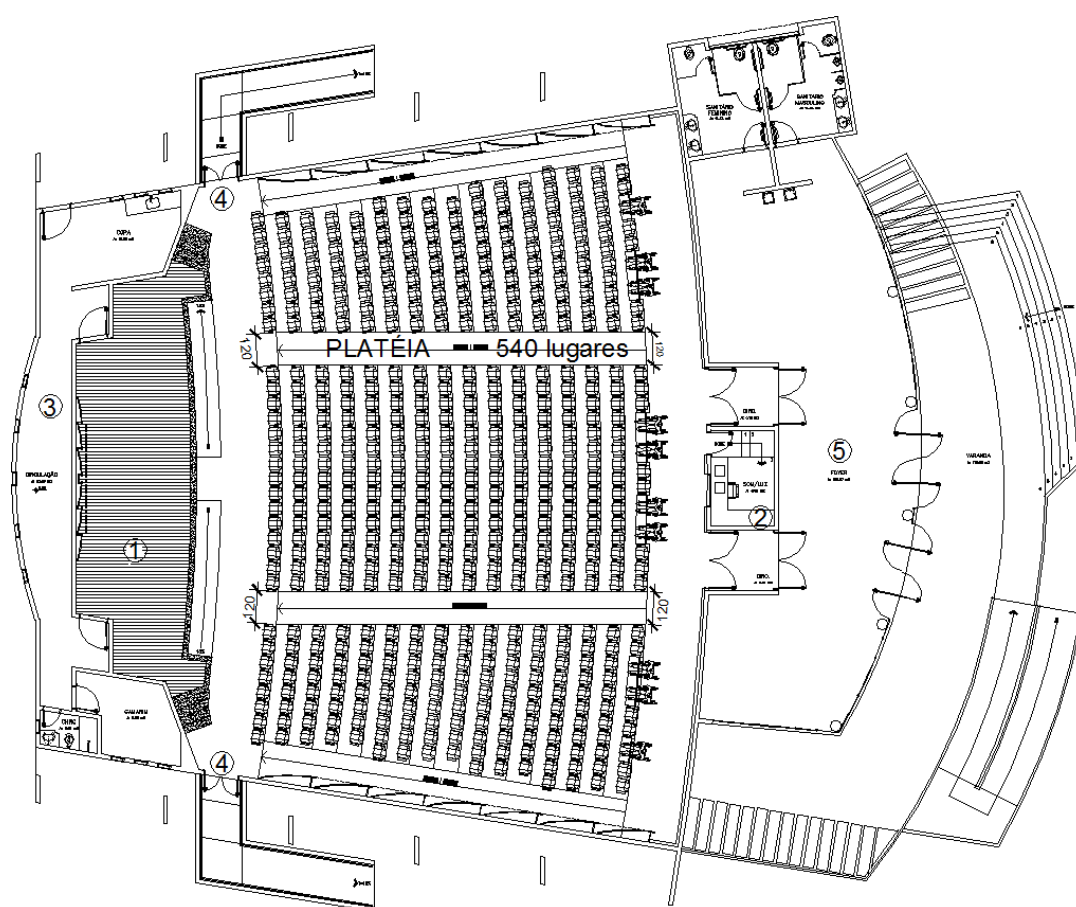
Em auditórios que contenham múltiplas séries de fileiras de poltronas, a dimensão mínima de corredores de acesso e circulação deve ser de 1,20m, atendendo assim as normas de segurança. Similarmente, as portas de entrada e saída devem ter abertura igual ou superior a 2,00m, de modo que não haja conflito de fluxos e ainda possam atender as recomendações dos bombeiros numa situação de emergência (por exemplo, em caso de incêndio).

Para um maior conforto visual é recomendado que as poltronas não sejam dispostas muito próximas à tela de projeção, devendo a distância mínima entre a primeira fileira e a tela ser de 2,50m 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 0,48 e 0,72 m 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 m.

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”.



1 - Palco

2 - Sala Técnica

3 - Apoio ao palco

4 - Saída de Emergência

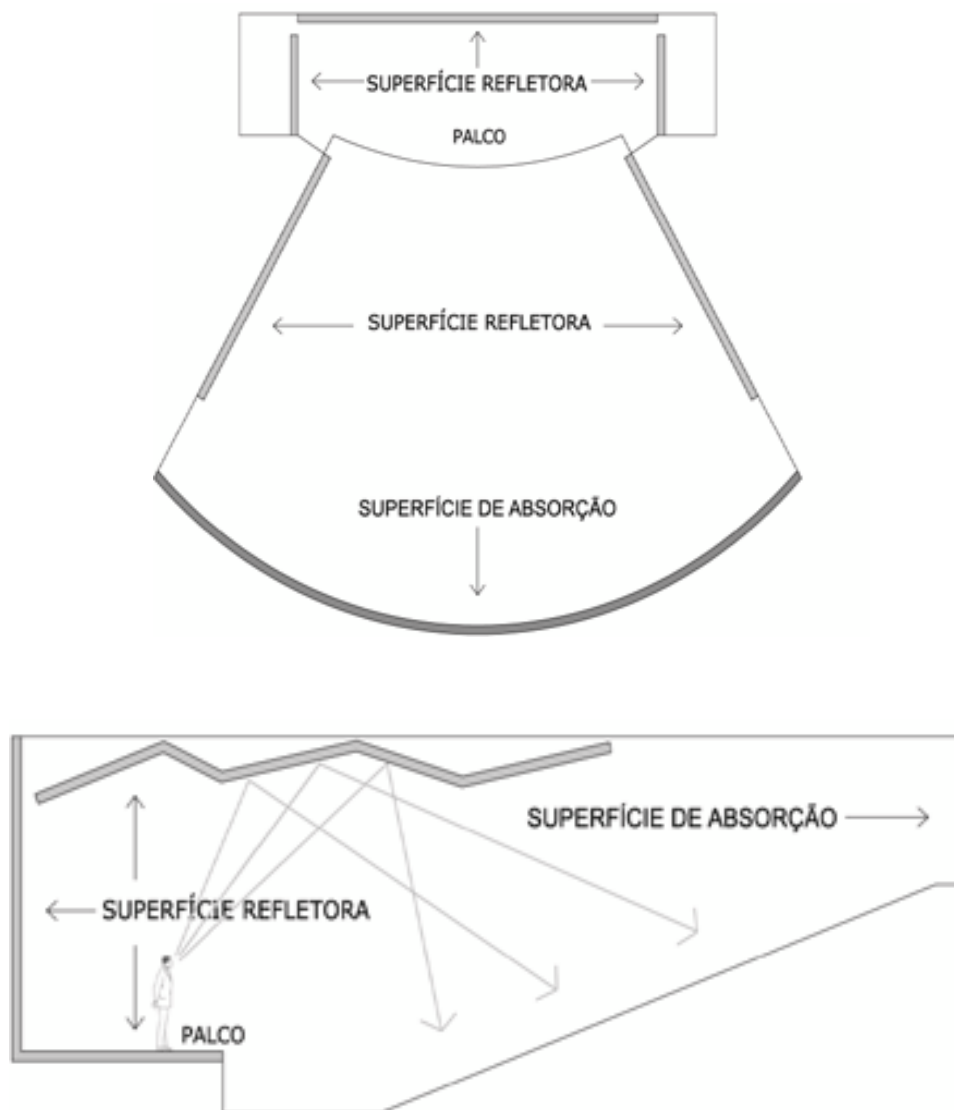
5 - Foyer

Planta de Auditório – Afastamentos, Circulações, Ambientes mínimos



Especificidade da Acústica

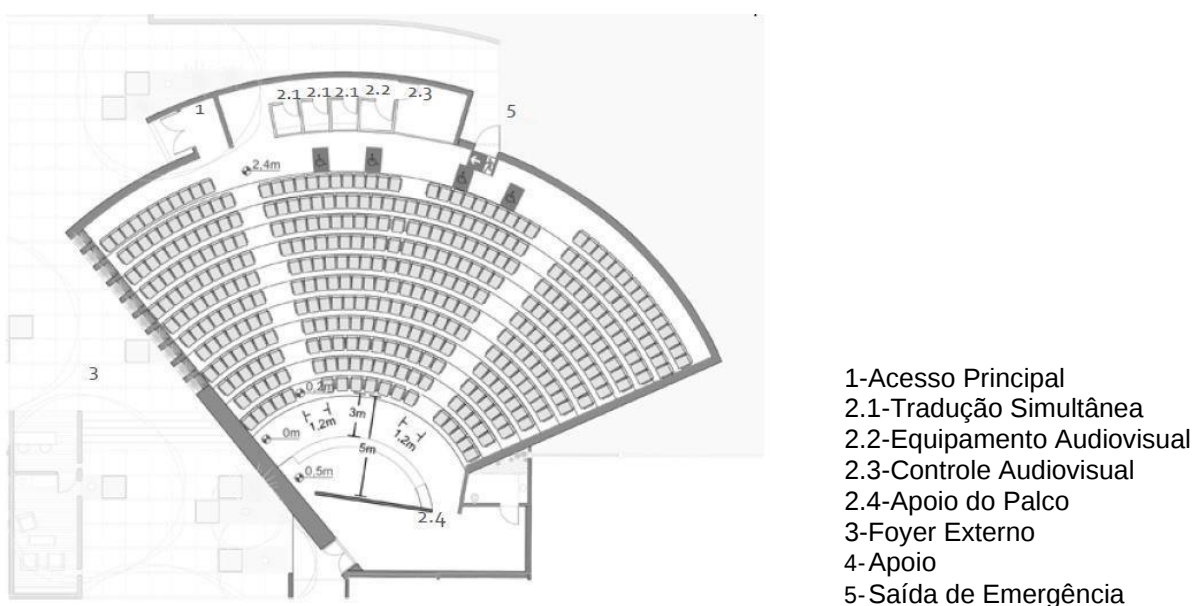
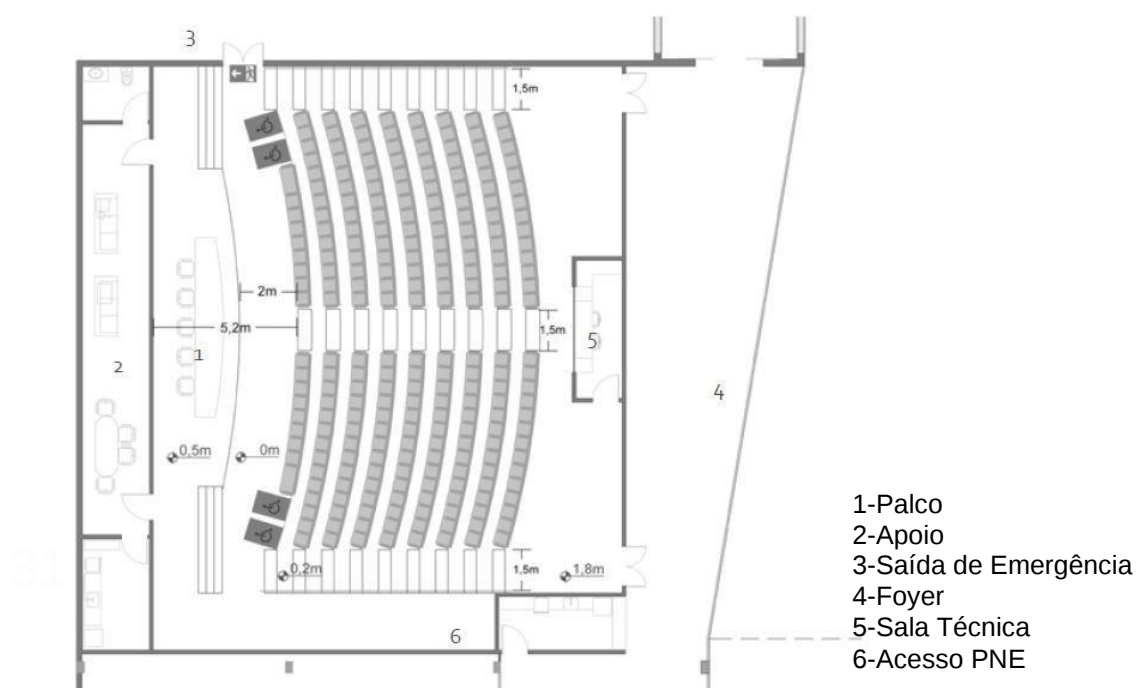
Para um bom desempenho acústico e para garantir que o som seja audível nas últimas fileiras do auditório é recomendado o uso de materiais refletores e absorventes. Materiais refletores são adequados para as superfícies laterais e de fundo da “área do palco”, assim como nas paredes laterais da região 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.



Planta e corte esquemáticos indicando o caráter dos materiais de revestimento e forro acústico em um auditório

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, camarim, 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 luminotécnica 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.





Conforto Ambiental

21





Conforto Ambiental

Nesta unidade serão brevemente apresentados os conceitos básicos de conforto ambiental. Os principais aspectos usualmente abordados, e também considerados neste Manual, sejam eles conforto térmico, visual e acústico.

O conforto térmico no interior de uma 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. Nesse sentido a possibilidade de minimizar os efeitos térmicos se inicia na locação adequada das construções, onde ao considerar o comportamento solar e a direção dos ventos predominantes, bem como a distância mínima entre os edifícios, o arquiteto garante um nível de salubridade ideal, respeitando os princípios da economicidade.

O conforto visual é proporcionado pela iluminação natural e/ou artificial, adequadas ao objetivo do ambiente didático. Novamente o consumo de energia poderá ser minimizado através da integração desses dois aspectos no projeto. A incidência de raios solares diretos, em geral amplia o nível de iluminância de tal maneira a comprometer a qualidade visual do ambiente. Para evitar o projetista deve incorporar elementos de sombreamento nas fachadas do edifício (brises, persianas, bandejas refletivas, etc). Adoção de janelas altas, iluminação zenital (em pequena proporção), iluminação direta na lousa, serão alternativas recomendáveis, para alcançar o conforto visual adequado. A integração do sistema de iluminação artificial ao de iluminação natural, com acionamento independente dos circuitos de luminárias próximos às janelas pode tornar-se uma solução econômica e viável para este tipo de edifício.

Já o conforto acústico envolve tanto a qualidade do som dentro ambiente, quanto o seu isolamento, evitando a transmissão de ruídos indesejáveis às áreas externas ou vizinhas. Semelhante ao quesito conforto térmico prédios com diferentes atividades e/ou níveis de ruídos elevados, devem estar dispostos obedecendo às distâncias mínimas, eliminando a possibilidade de interferência direta.



Iluminação

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 a oeste, o sol da tarde.

Sendo assim, do ponto de vista do conforto térmico e em ambientes internos de permanência prolongada, deve-se optar por colocar as janelas nas paredes voltadas a sul. Janelas a leste também podem ser uma boa alternativa, desde que a ausência de insolação direta em grande parte do ano (inclusive no inverno), não seja um problema. Mesmo nessas fachadas mais favoráveis, quanto maior for a área envidraçada maior deve ser o cuidado de se proteger da insolação excessiva no verão, fazendo-se uso de dispositivos de sombreamento (ver o item Proteções Solares). 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), visto os grandes níveis de radiação solar no estado do Tocantins. Havendo necessidade desta alternativa, as aberturas devem ser pequenas.

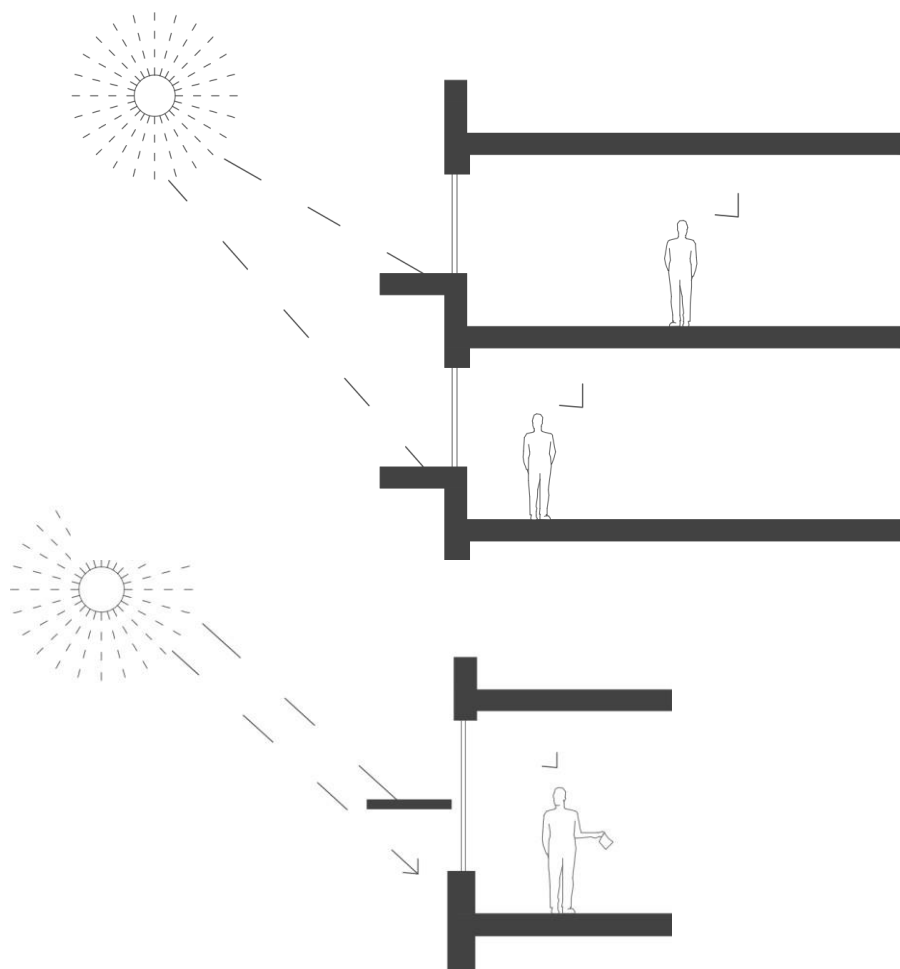
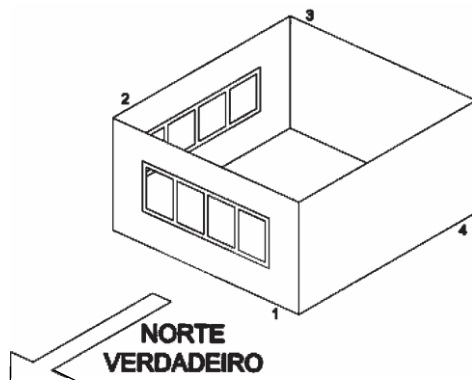
23

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 ofuscação 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.



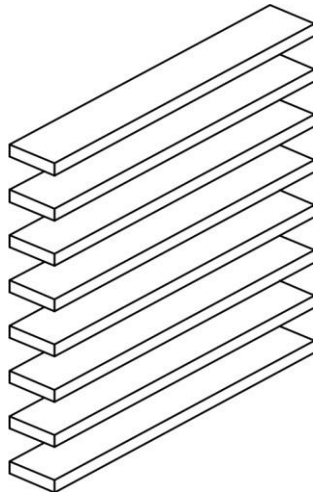
As aberturas devem preferencialmente estar na fachada Norte (1) com o uso de uma proteção horizontal, ou Leste (2) que recebe o sol da manhã. A fachada Oeste (4) deve ser evitada, pois recebe sol muito intenso à tarde. A fachada Sul (3) não recebe insolação direta, característica que deve ser utilizada para ambientes específicos.



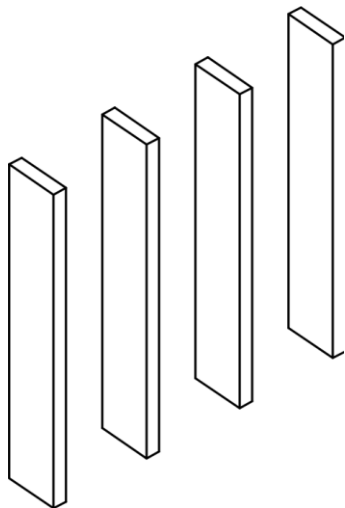
Exemplos de “prateleiras” (bandejas) de luz que podem auxiliar a iluminação da sala mediante a reflexão de luz solar.



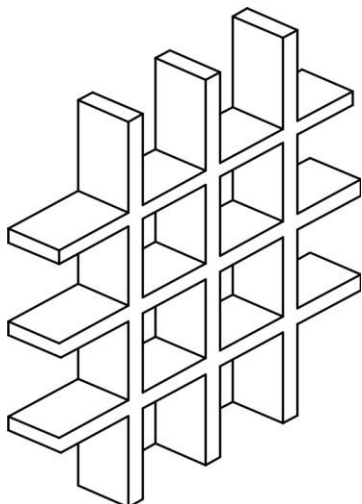
O dimensionamento dos sistemas de proteção solar, os chamados Brise-soleil, é feito em função de sua geometria e do clima local levando em consideração as cartas solares de cada região.



Brises horizontais



Brises verticais



Brises mistos



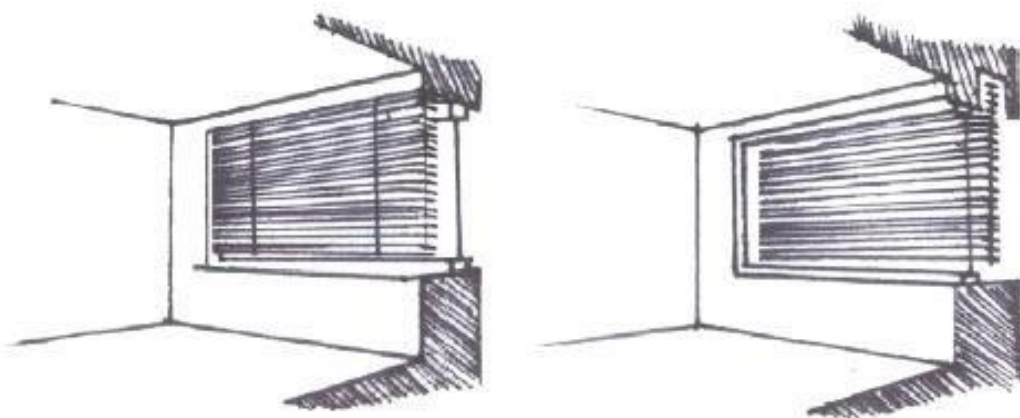
Proteções Solares - 'Brise-soleil'

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. 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 azimuth solar através de seu movimento ao longo do horizonte; e mistas, que associam os elementos de ambos os tipos.

Orientação da fachada	Brise predominante
Norte	Horizontal
Noroeste	Misto
Oeste	Vertical
Sudoeste	Misto
Sul	Horizontal
Sudeste	Misto
Leste	Vertical
Nordeste	Misto

Indicação de brise - soleil segundo a orientação da insolação na fachada do edifício



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



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 o seu tamanho e o grau de reflexão dos elementos que o compõem – parede, teto, piso etc.

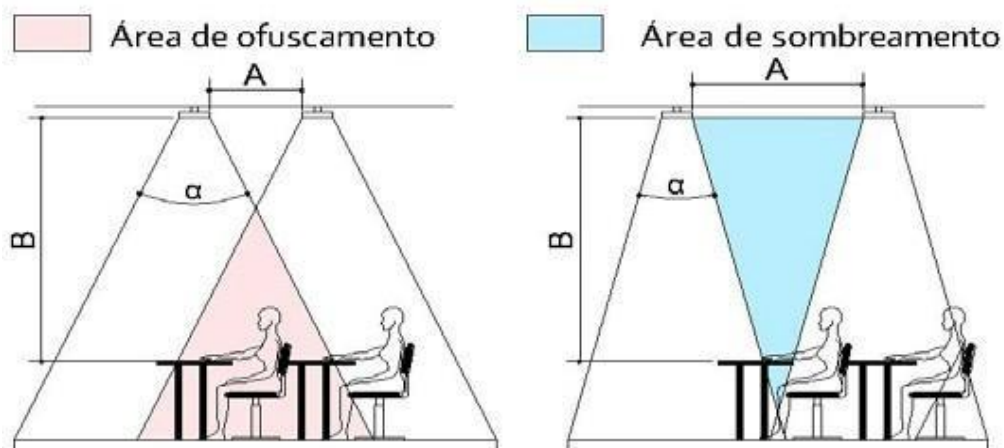
Uma boa solução de iluminação precisa atender às exigências econômicas, funcionais e ergonômicas, obedecendo tanto a critérios quantitativos quanto qualitativos.

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.

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 = Distância entre lâmpadas

B = Distância entre a fonte de luz e o plano de trabalho

α = Ângulo de incidência dos feixes de luz



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.

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. Isso é benéfico especialmente quando o clima é úmido e quente.

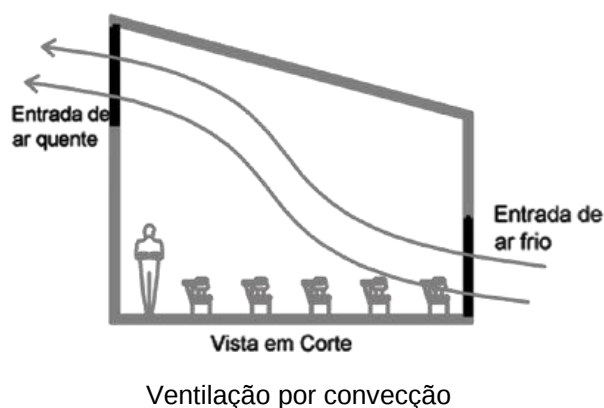
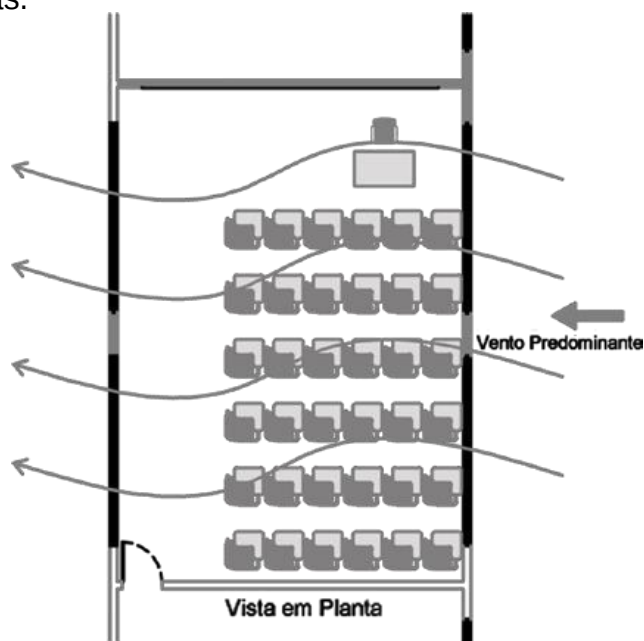
28

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 (subpressões). 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.

Para o clima do Tocantins, as aberturas devem ser reguláveis, permitindo a variação gradativa de abertura conforme as necessidades e o seu fechamento em dias chuvosos. Além disso, a possibilidade de se poder dosar a passagem de ar evita que papéis voem ou atrapalhem a concentração dos alunos. As esquadrias usualmente adotadas no Brasil, mesmo que completamente fechadas, sempre permitem alguma entrada de ar.



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 3,00 m, a tabela a seguir pode ser usada como referência:

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 20m ²	de 7.500 à 12.000 BTU's	de 7.500 à 12.000 BTU's
de 20 M ² à 30m ²	de 12.000 à 15.000 BTU's	de 12.000 à 18.000 BTU's
de 30 M ² à 50m ²	de 15.000 à 21.000 BTU's	de 18.000 à 30.000 BTU's
de 50 m ² à 70m ²	de 21.000 à 30.000 BTU's	30.000 BTU's

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



para ambientes de alta exposição solar, somando-se a esse resultado o valor de 600 BTUs para cada.

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 mínimos 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 atravessasse 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.

Acústica

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.



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 60 dB 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 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 correspondente 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.

Isolamento acústico

Deve-se evitar tanto a interferência de sons externos indesejáveis quanto a transmissão do som produzido no interior de uma sala para outros ambientes. Para se garantir um adequado isolamento é necessário 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.



Forros acústicos e suas propriedades

Anteriormente utilizados para facilitar a distribuição das instalações de segurança, ar-condicionado e iluminação, os forros são cada vez mais indicados por seu desempenho termoacústico. Podem ser encontrados em diferentes tipos de materiais e acabamentos como: porosos ou fibrosos; perfurados ou ranhurados; rígidos; semirrígidos; planos ou nervurados; de estrutura micro celular.



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.

33



Fibras Minerais - forro de placas com excelente desempenho acústico e alta performance térmica, adequado a várias necessidades.

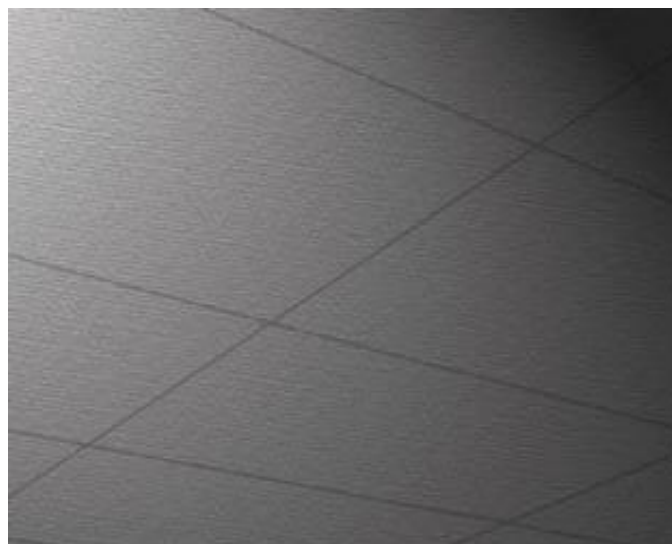


Fibra de Vidro - forro de fácil instalação, disponível em placas de diversos tamanhos e cores, que melhora a acústica (absorção pontual) e reduz o tempo de reverberação.



34

Colmeia - forro de instalação simples e módulos de fácil remoção, possibilita o rebaixamento de tetos em locais que precisam ser ventilado.





Forros acústicos são usualmente de instalação fácil e simples, contribuindo de forma eficaz na melhoria da qualidade dos ambientes didáticos, assim como os projetos de iluminação. Juntos eles podem contribuir de forma significativa na melhoria dos ambientes de aprendizado e sem grandes custos. Abaixo seguem imagens em que foram utilizados esses recursos técnicos para melhoria de uma sala.



Exemplo ambiente melhorado



Mobiliário

36





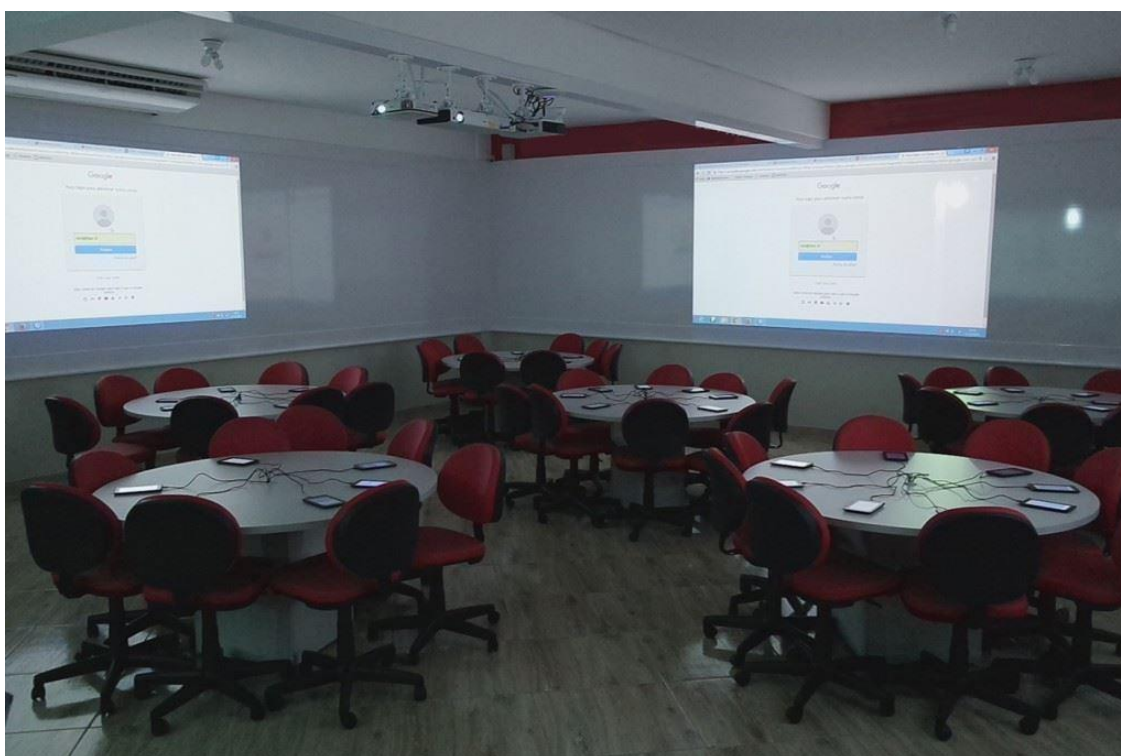
Mobiliário

Na escolha do mobiliário de salas de aula e outros ambiente de ensino deve-se atentar para o uso do ambiente, sua capacidade e as atividades didáticas propostas. Outro fator a se observar, que influencia consideravelmente no aproveitamento dos processos didáticos, é o confortodos alunos.

Em certos espaços, a depender da proposta pedagógica e das atividades didáticas, a possibilidade de reconfiguração do espaço por meio do rearranjo do mobiliário pode ser fundamental para o ensino e aprendizagem. Nesses ambientes, via de regra, alunos e professores definem os arranjos espaciais necessários para a atividade. Nesse tipo de proposta o mobiliário presente em nossa universidade se adequa facilmente, por ser móvel e permitir os mais diversos tipos de arranjos possíveis possibilitando uma liberdade de mudança e/ou adequação.

Salas-ambiente, salas de apresentação e auditórios podem demandar tanto mobiliário específico quanto a instalação de móveis fixos. Mas em qualquer ambiente de ensino, a utilização de mobiliário fixo requer o pleno conhecimento das atividades didáticas propostas. Além do que, independentemente do mobiliário, fixo ou móvel, sempre dever ser prevista a organização do material necessário para o desenvolvimento das atividades didáticas propostas.

37

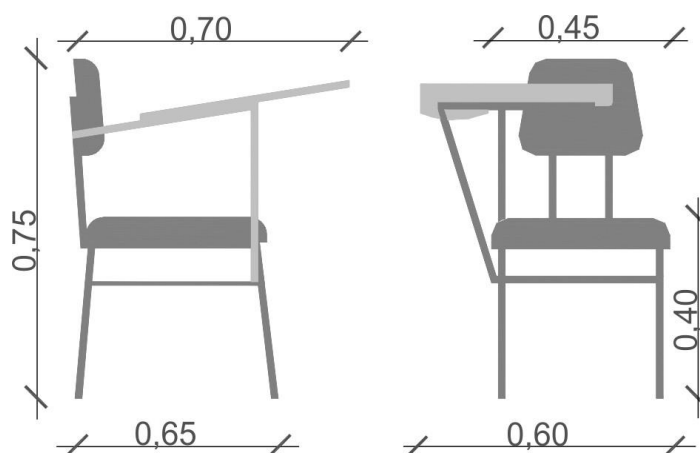
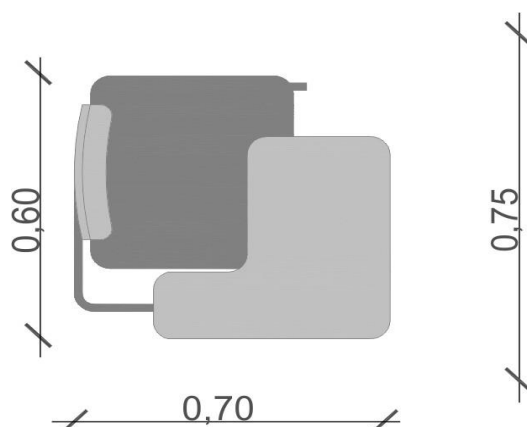




Mobiliário Móvel

Para as salas de aulas expositivas existem distintas possibilidades de carteiras. Essas carteiras são usualmente compostas por estruturas tubulares de aço complementadas por assentos e encostos de material plástico, ou madeira laminada revestida por material melamínico, com a possibilidade de assentos acolchoados. As pranchetas podem ou não ser dobráveis, possibilidade essa que facilita não apenas o acesso e a circulação, mas também distintos usos.

Essas carteiras demandam, em média, área de uso entre 1,50m² - 2,00m², em função da área necessária para circulação e conforto dos alunos. A variação das dimensões dessas carteiras não é, via de regra, significativa, possibilitando adotar como referência as dimensões ilustradas a seguir:





A carteira ilustrada abaixo, embora ainda presente em diversos ambientes didáticos, não é a melhor solução para salas de aula expositivas em função de sua área útil, da sua difícil mobilidade e de dificultar a ordenação da sala para atividades didáticas distintas. Portanto, seu uso deve ser considerado apenas para salas de aula que demandam uma articulação desmembrada de mesas e cadeiras.

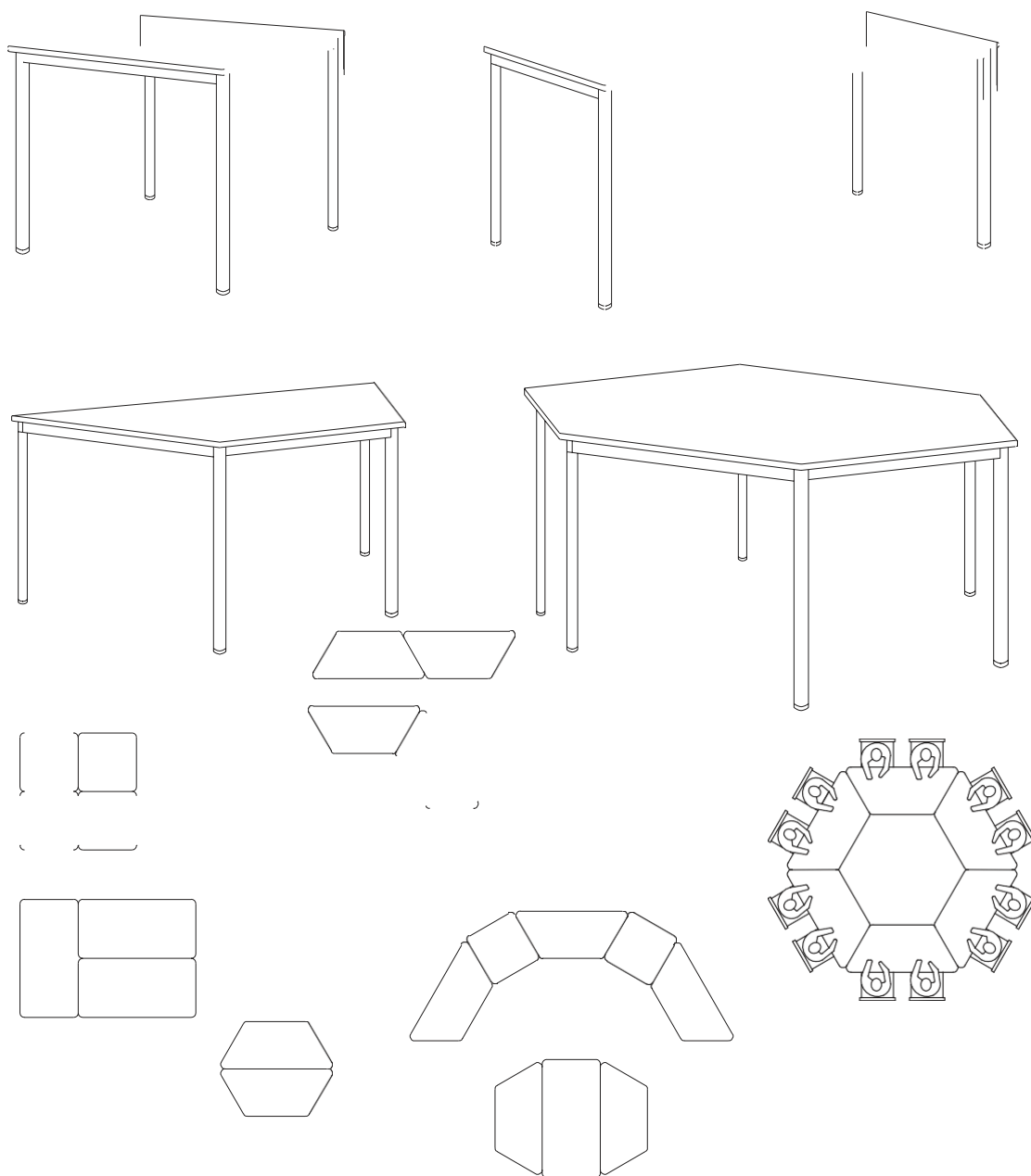
As mesas, ou bancadas de apoio, de professores devem possuir uma área capaz de acomodar os materiais didáticos necessários ao ensino, além de possibilitar a instalação de computadores - de mesa ou portáteis. Dessa forma, suas dimensões devem ser generosas e seus nichos devem facilitar o suporte de materiais de auxílio didático. As cadeiras devem ser confortáveis e permitir mobilidade ao docente.





Em função de sua versatilidade, mesas de múltiplo uso permitem seu emprego para distintas circunstâncias de ensino presentes no ambiente acadêmico. Esse tipo de mobiliário permite diversas configurações de sala a partir de sua organização, possibilitando assim distintas situações de aprendizagem.

As ilustrações demonstram possibilidades de articulação para diferentes formatos de mesas: quadradas, retangulares, trapezoidais e hexagonais.

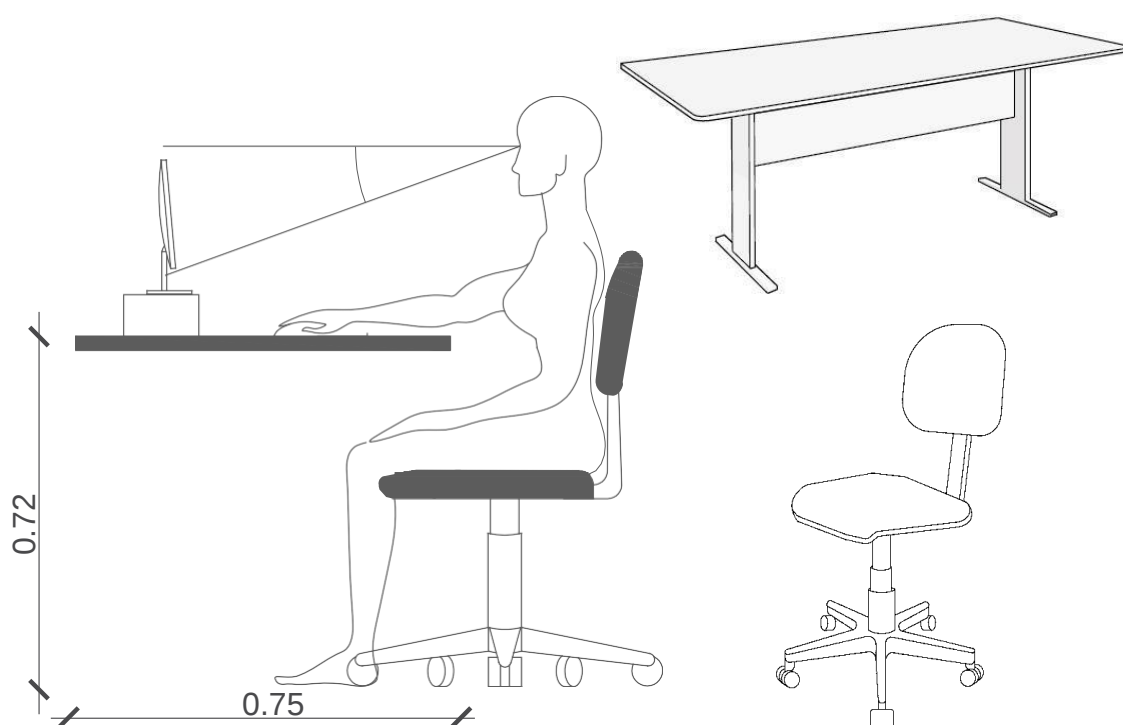




Como vimos, as salas de informática podem apresentar soluções espaciais bastante distintas. Portanto, é bastante comum o emprego de bancadas feitas sob medida que se adaptam às diferentes necessidades de cada lugar específico, podendo também possibilitar distintos arranjos, por exemplo, em fileira, em ilha ou em disposição perimetral. Caso a opção seja pela construção de bancadas sob medida as seguintes recomendações devem ser observadas:

- O tampo de madeira deve ser revestido com material fosco e de cor clara;
- A profundidade da mesa deve ser de no mínimo 0,75 m e a altura da bancada de 0,72 m em relação ao nível do piso;
- Os cantos da mesa devem ser arredondados ou revestidos;
- Deve-se sempre ter em mente que bancadas destinadas a computadores e equipamentos devem ter suas dimensões definidas pela área útil necessária a sua operação e manutenção.

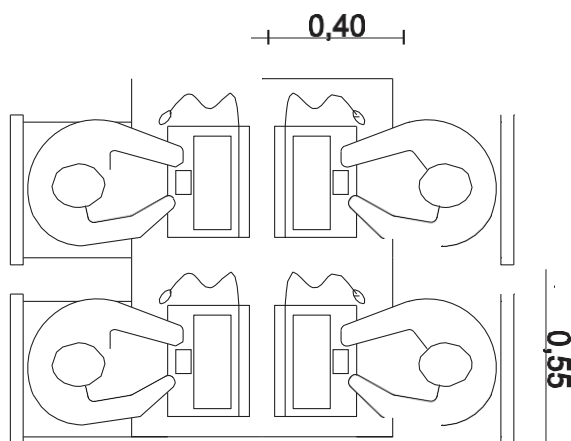
5



41

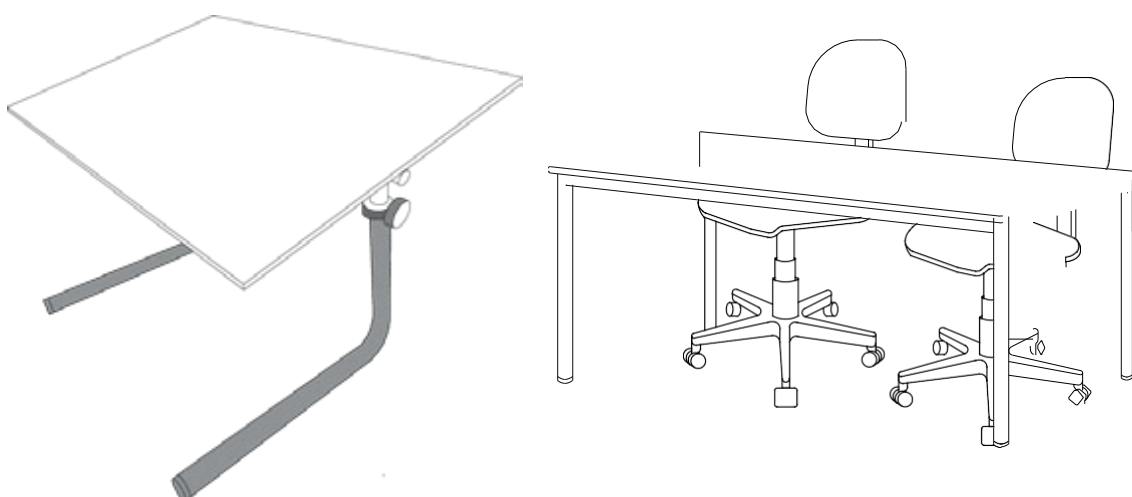


Embora o uso de computadores e novas mídias venham alterando significativamente o ensino de desenho, há ainda um conjunto de atividades didáticas para os quais o uso de pranchetas é recomendado. Pranchetas possuem dimensões variadas e podem ser utilizadas por mais de uma pessoa, dependendo da demanda de cada atividade, conforme os exemplos ilustrados a seguir.



As pranchetas ocupam mais espaço que mesas convencionais, mas podem ter como recurso a possibilidade de inclinar o tampo de modo a facilitar a realização de distintas atividades – de desenho ou não.

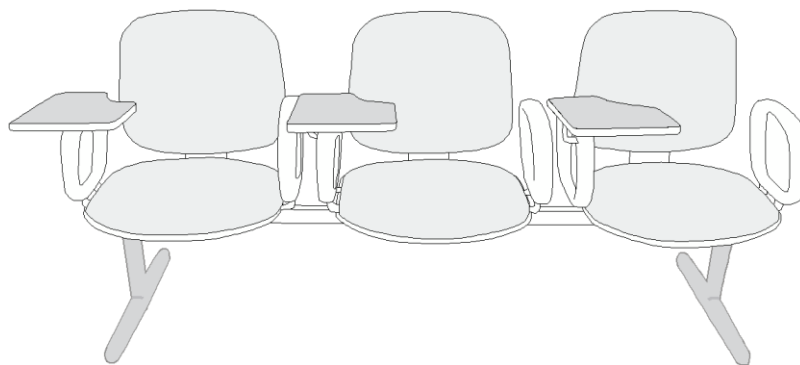
42



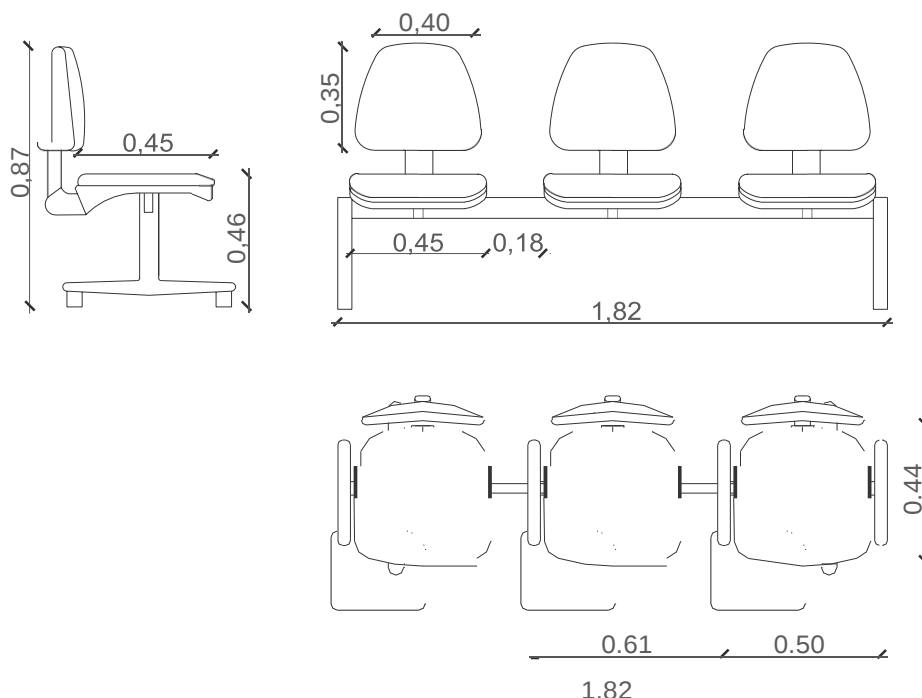


Mobiliário Fixo

Nos casos de readequação de salas de aula em pequenos auditórios, uma possibilidade é a utilização de longarinas. Cadeiras fixas em fileiras, normalmente acolchoadas e com braço de prancheta móvel, possibilitam o aumento da capacidade do ambiente didático.



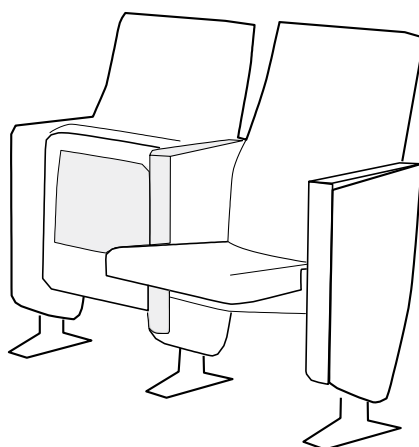
A variação das dimensões de uma longarina, em função do modelo e do fabricante, não é significativa, de modo que podem ser consideradas as seguintes dimensões:



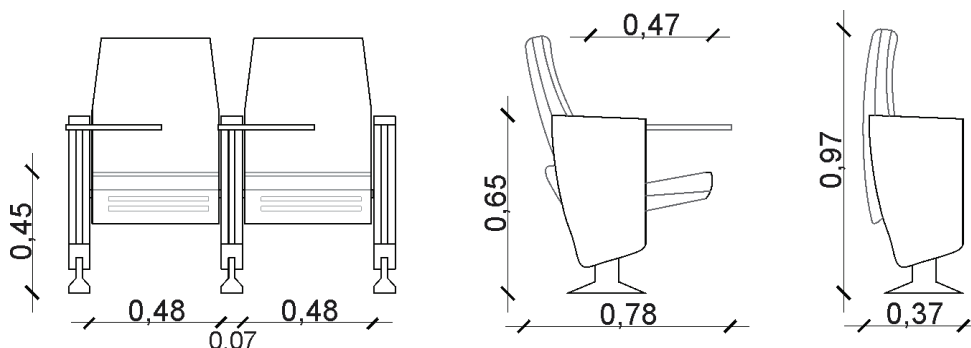


A adoção de pranchetas móveis para esse tipo de mobiliário é recomendável devido à proximidade das cadeiras e a necessidade de otimização do acesso. O uso de longarinas deve ser considerado apenas para atividades didáticas específicas que não demandem uma longa permanência.

As cadeiras para auditórios devem ser do tipo poltrona, estofado com assento liso (preferencialmente que possa ser levemente inclinado para trás), encosto côncavo até a altura dorsal e apoios planos e longos para os braços de altura regulável.



44



Exemplo modelo cadeira auditórios

Em razão da diversidade das atividades e dos espaços didáticos existentes na Universidade, em decorrência das especificidades de cada graduação, por vezes será recomendável a execução de mobiliário específico, de modo a contemplar as necessidades próprias do ambiente e do curso como um todo, bem como as possibilidades de reorganização e readequação do espaço durante o dia-a-dia da universidade.



Especificações

45





Especificações Gerais

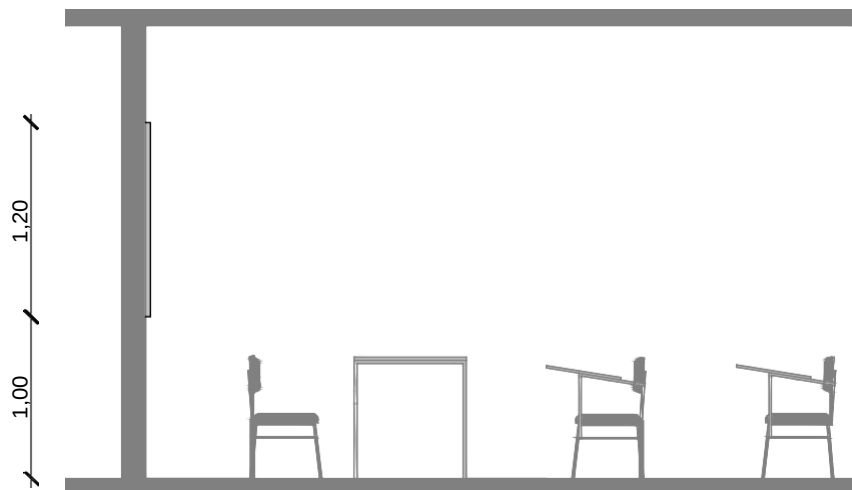
Nesta unidade serão abordadas observações de âmbito geral relativas a equipamentos de apoio didático, instalações eletro-elétricas e pinturas. Serão também destacadas algumas recomendações e especificações quanto à acessibilidade, tendo como referência a Norma Técnica (NBR 9050:2015, ABNT).



Equipamentos

Lousa Branca

Assim como o tradicional “quadro negro”, a lousa branca pode ser utilizada em várias dimensões, de modo fixo ou móvel. A versão móvel, recomendável para ambientes de múltiplo uso onde se desenvolvam atividades dinâmicas e variadas, pode também ser fixada em suporte deslizante ao longo da parede. Não produz pó, uma vez que demanda pincel atômico para escrever e desenhar. Apresenta maior reflexão de luminosidade do que as lousas feitas com tinta, ou as paredes-lousa, o que pode ser inconveniente.



Corte demonstrativo – altura da lousa

47

Um tipo especial de lousa branca são as feitas com placas de vidro, temperado ou laminado. Esse tipo de lousa é recomendado para laboratórios ou ambientes de múltiplo uso, em que o uso de giz não é desejável, sendo que sua utilização em todas as paredes da sala possibilita dinâmicas variadas de aula.

Lousas digitais

As lousas digitais são telas interativas sensíveis ao contato, por canetas ou pelo toque do dedo, para realização de comandos na tela multimídia e trabalham em conjunto com um projetor e um computador. A tecnologia de interação pode ser ultrassom (infravermelho), resistiva ou eletromagnética, com diferenças quanto à forma de contato, os materiais e as especificidades de manutenção e instalação.



Tela / Plano de projeção

Recomenda-se que o plano de projeção seja centralizado, na frente da sala de aula e no centro da parede, de forma que todos tenham o melhor ângulo de visão. Os três tipos de tela mais comuns são:

- Tela retrátil: Tela de enrolamento automático por meio de molas, cujo mecanismo permite o ajuste de altura em múltiplas opções de parada e o retorno automático da tela. Indicadas para salas de aula expositivas e espaços afins, estão disponíveis em diversas medidas e podem ser instaladas sobre quadros brancos, painéis ou paredes, com suporte para fixação permanente na parede (padrão) ou teto.
- Tela retrátil com tripé: As telas móveis possibilitam uma maior flexibilidade, com qualidade e a segurança equivalente ao das telas fixas. Permitem também o acerto da inclinação vertical da tela para se ajustar à imagem gerada pelo (retro) projetor e, por serem portáteis, podem ser utilizadas em diversas salas e ambientes.
- Tela motorizada: Com acionamento através de motor elétrico, proporciona uma maior comodidade e é usualmente empregada em auditórios ou salas de vídeo. Possui como acessórios: controle remoto por rádio frequência e sensor decorrente.

48



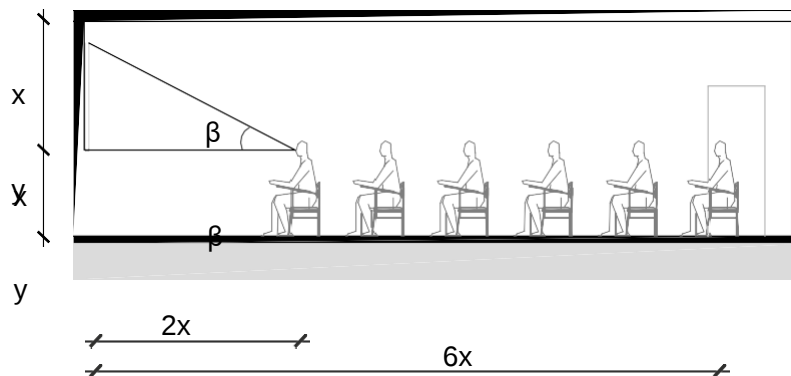
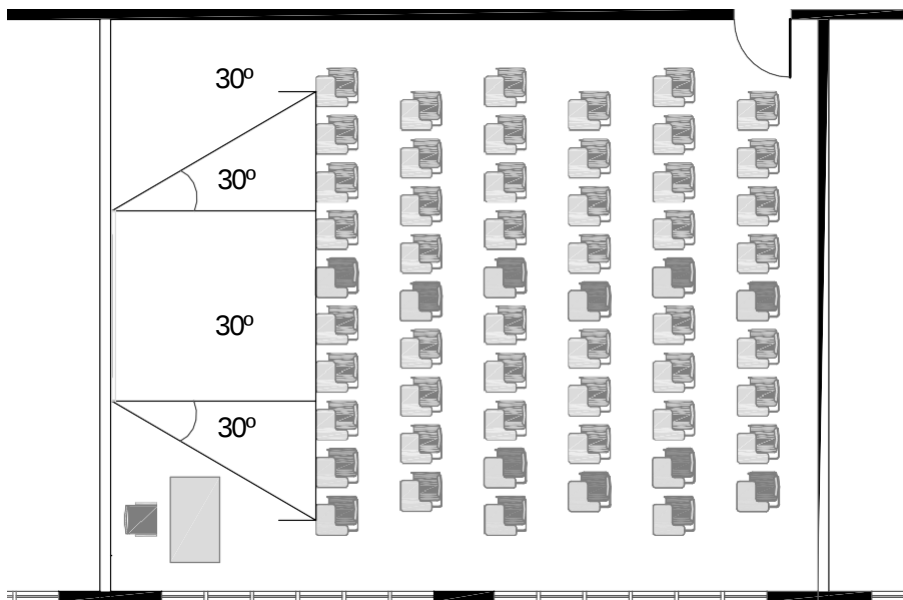
Modelo de tela retrátil



Tela para projeto - cálculo das medidas

O tamanho ideal da tela de projeção deve ser baseado nas dimensões da sala, disposição e distância dos assentos até a tela – e não na distância do projetor até a tela. Para a escolha do tamanho ideal da tela sugerimos que se observem as recomendações a seguir, válidas para a grande maioria dos casos.

- 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 0,90 m e 1,20 m do nível do piso, de modo que os espectadores da última fileira possam ter visão plena da projeção



Onde:
 x = altura da tela
 y = distância entre o chão e a linha de visão onde
 $0,90 \text{ m} < y < 1,20 \text{ m}$
 $B < 33^\circ$



A tabela a seguir apresenta distâncias e dimensionamentos para telas de projeção, calculados sempre em função da distância entre os espectadores e a tela, de modo a possibilitar a adequada leitura de um texto e a exibição de detalhes com clareza e nitidez.

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

Obs.: Normalmente considera-se a proporção de 4:3 (largura:altura)

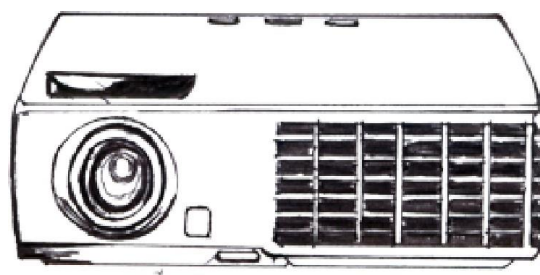
Projetores

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

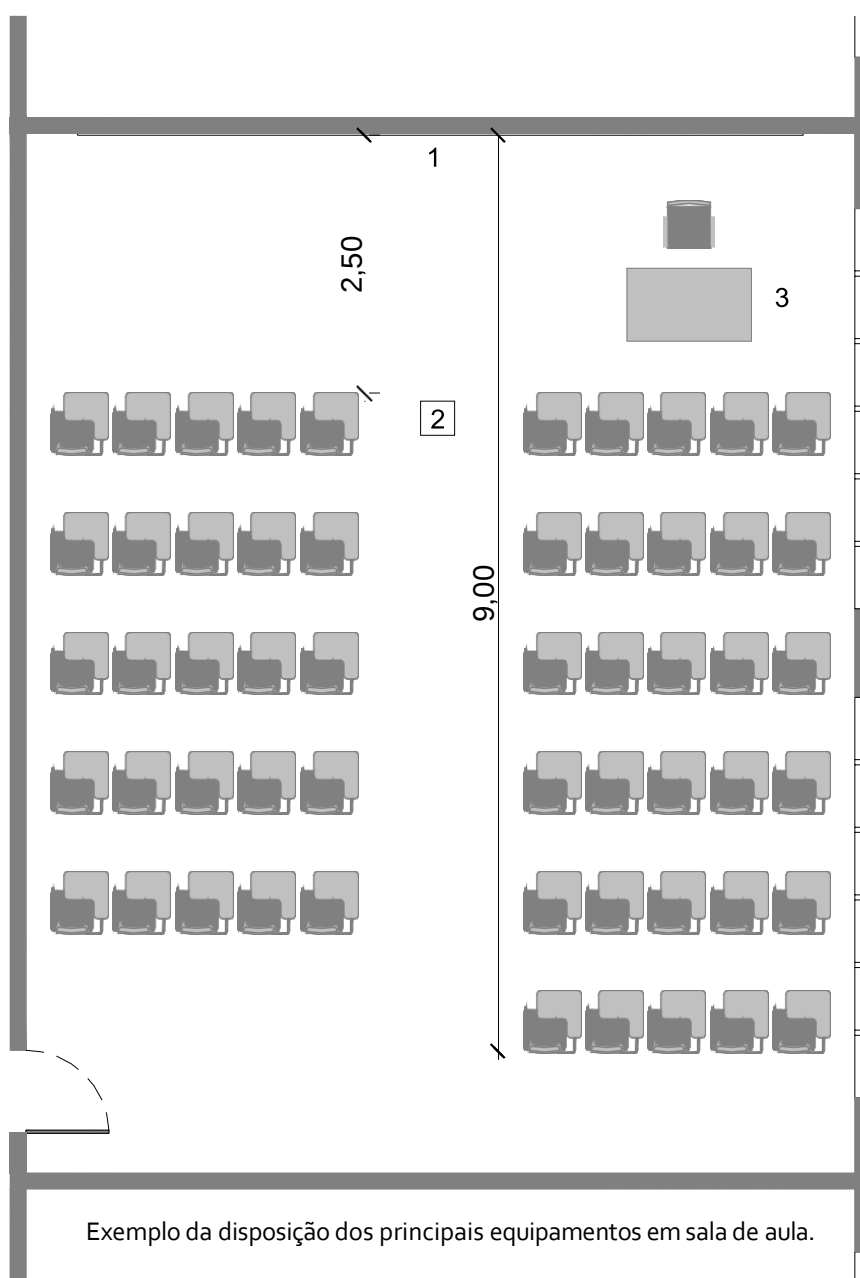
Em relação ao Projetor recomenda-se atenção aos seguintes pontos:

- Ao seu posicionamento, já que o projetor pode estar situado defronte (projeção frontal) ou atrás da tela (projeção reversa, na qual a imagem do projetor é alterada através de comandos para ser projetada invertida). Na projeção reversa devem ser observados cuidados especiais com a tela translúcida, uma vez que materiais adequados direcionam a luz projetada para o auditório com altoganho;
- A sua resolução, na medida em que é essencial que a resolução nativa do projetor seja compatível com a resolução do computador;
- A sua luminosidade e temperatura, visto que quanto mais lúmens o projetor tiver melhor será a qualidade da projeção - equipamentos mais recentes podem até ser usados em ambientes sem bloqueio de luz;
- A que se evite a obstrução das suas saídas de ar.

Projetores portáteis são recomendados para uso em laboratórios, ou em salas que possibilitem diversas configurações espaciais, de modo a potencializar o uso desses espaços através da realização de atividades didáticas distintas. Projetores portáteis geralmente possuem boa luminosidade, pois nem sempre são utilizados em ambientes com condições adequadas de projeção. Projeções devem sempre ser realizadas em salas bem ventiladas ou refrigeradas.



Retroprojektor



Exemplo da disposição dos principais equipamentos em sala de aula.

1 - Tela 2- Projetor com suporte de teto 3- Computador



Sistemas de projeção - equipamentos de apoio

Computadores

Em geral, o computador (de mesa ou notebook) e os demais equipamentos de áudio e vídeo acoplados ao sistema de projeção localizam-se na parte frontal do ambiente didático. Esses equipamentos devem sempre estar dispostos de modo que possibilitem uma fácil operação e manutenção, bem como não prejudiquem a visibilidade da projeção. Em relação ao computador, considerando as demandas didáticas atuais, é importante que, pelo menos, seja verificada a compatibilidade de sua resolução com a do projetor e que o mesmo disponha de acesso a internet, por rede local ou wireless.

Suportes

Os suportes para projetores multimídia são de dois tipos: - móveis usualmente empregados para armazenar projetores e aparelhos de DVD, sendo que alguns modelos possuem ajuste de altura da bandeja, giro de 360 graus e prolongadores; - de teto, com hastes móveis, ajuste direcional e de inclinação e extensor para regulação da altura.

Outros Equipamentos

A utilização de aparelhos de DVD, ou inclusive Blu-ray, associada a sistemas de projeção é bastante comum. Outros equipamentos bastante utilizados em sistemas de exibição são monitores ou televisores, os quais não devem ser menores a 29" polegadas e possuem resolução inferior a 640 x 480.

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

Instalações Elétrico-Eletrônicas

Embora apresentem características que podem ser identificadas como padrão, as instalações eletroeletrônicas de um ambiente didático devem ser resultado de um estudo específico que contemple as particularidades das atividades didáticas a serem desenvolvidas no 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 ser disposta em canaletas externas nas quais todos os fios estejam ocultos e presos. É imprescindível tomar precaução para que toda a fiação elétrica esteja devidamente protegida, sendo recomendável que todas as tomadas e disjuntores possuam identificação dos circuitos. É aconselhável a elaboração de um diagrama da rede elétrica, com a identificação dos circuitos, disjuntores, interruptores e tomadas, facilitando a manutenção, bem como futuras alterações que venham a se mostrar necessárias. O quadro de força deve situar-se em local visível e de fácil acesso.

Deve-se também considerar a instalação de sistema de proteção elétrica para proteção contra descargas atmosféricas, garantindo assim a segurança da rede eletroeletrônica contra eventuais danos proveniente de raios.

Nos laboratórios de informática, e em outras salas de demanda similar, é aconselhável a instalação de rede eletroeletrônica estabilizada e de um quadro de distribuição de energia elétrica exclusivo para os equipamentos eletroeletrônicos, por conta das interferências e oscilações geradas por outros aparelhos.

Em outros laboratórios, em particular àqueles 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.

53

Dutos e Canaletas

O sistema de canaletas é uma alternativa adequada para reformas, uma vez que permite a instalação do cabeamento de energia, dados e áudio separadamente. Usualmente de alumínio ou PVC e fixadas por parafusos, recomenda-se sua instalação a 300 mm do piso ou a 150 mm da face superior de bancadas.

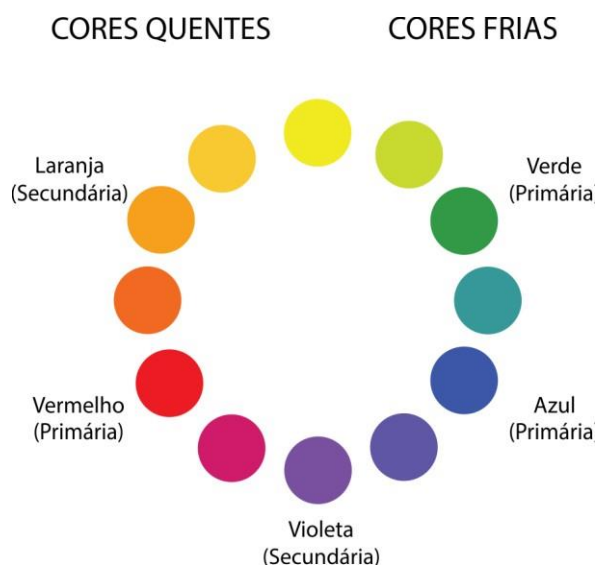
Outra alternativa são os dutos, sistema desenvolvido em substituição aos rodapés convencionais, que possibilita a instalação de cabos de dados, áudio e energia associada a caixas de tomadas e acessórios. Em função de suas dimensões reduzidas deve-se atentar para a capacidade de condução de energia dos 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.



Pintura

Numa sala de aula e outros ambientes didáticos é necessário levar em conta que as cores não estão presentes apenas nas paredes, comparecendo também no piso e em outros elementos como o mobiliário, cortinas, painéis de escurecimento, dentre outros. Desse modo, devem ser tomados alguns cuidados com relação à escolha de cores e definição e composição de tonalidades.



54

No caráter da disposição das cores no espaço, várias são as possibilidades, 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.





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

1. as paredes devem ser preferencialmente revestidas com cores claras de acabamento fosco, pois o acabamento brilhante pode criar reflexos de luminosidade indesejados que atrapalham a visibilidade e prejudicam o foco de atenção dos alunos;
2. o acabamento fosco se justifica também porque os espaços didáticos são, usualmente, ambientes de longa permanência nos quais deve ser evitado o cansaço visual;
3. as cores claras se justificam pois propiciam uma maior luminosidade: quanto mais clara for a cor maior será quantidade de luz que a superfície irá refletir no ambiente de estudo;
4. no caso de cores mais fortes e quentes, embora não exista nenhuma restrição ao seu uso, devem ser empregadas pontualmente no ambiente, ou de forma mais diluída em tons mais sóbrios, evitando-se uma presença exagerada em função da saturação e vibração de seus tons;
5. sempre se deve levar em consideração a cor do plano da lousa, seja ela uma lousa tradicional de cor verde, uma lousa branca ou uma parede-lousa revestida de fórmica azul cobalto;
6. a tinta deve, preferencialmente, ser impermeável com propriedades anti-fungos, higiênica e de fácil limpeza, uma vez que as tintas impermeáveis apresentam uma maior durabilidade e resistência, e suas qualidades de higiene e fácil limpeza são adequadas a ambientes sujeitos a um intenso desgaste.

55

Os padrões cromáticos estabelecidos como padrão UFT são os seguintes:

- a) Branco: tinta acrílica na cor branco-gelo para os espaços interiores e em alguns casos, em paredes exteriores.
- b) Verde: tinta acrílica verde preferencialmente para os espaços exteriores.
- c) Palha: tinta acrílica na cor palha também utilizada preferencialmente nas faces externas.
- d) Bege: texturatto clássico, com pintura em tinta.
- e) Cinza: tinta esmalte sintético, que será aplicada nos gradis metálicos, corrimãos, guarda-corpo e estrutura metálica.

Caso algum edifício a ser repintado apresente alguma particularidade com relação a cores, consultar a equipe técnica da Prefeitura Universitária para verificação da especificação da cor diferenciada no Memorial Descritivo específico do edifício em questão.



Acessibilidade

Para a adequação dos ambientes didáticos deve-se sempre considerar as normas de acessibilidade (ABNT - NBR 9050:2015). Para uma correta interpretação das diretrizes da norma é necessário compreendermos os conceitos de “acessibilidade” e “acessível”.

Entende-se por acessibilidade a possibilidade e condições, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos. E para que o conceito de acessibilidade seja garantido, é necessário que o lugar seja acessível, ou seja, possa ser alcançado acionado, utilizado por qualquer pessoa, inclusive por aquelas com mobilidade reduzida (ABNT - NBR 9050, 2015).

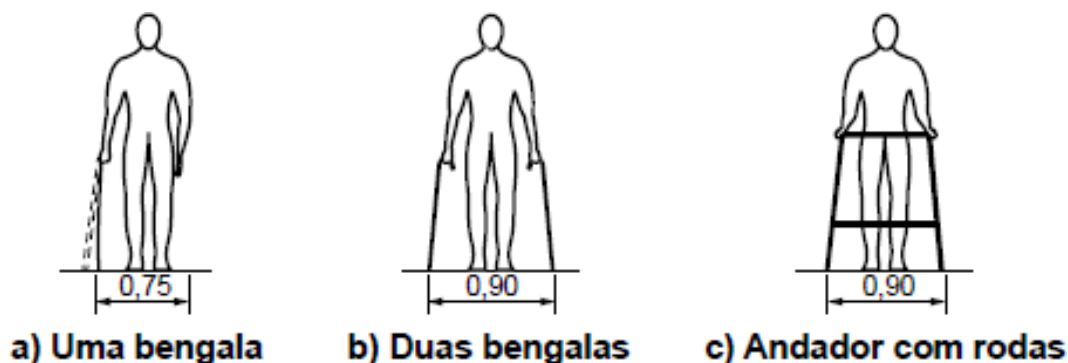
Frente às definições, torna-se necessário conhecer as dimensões e alcances espaciais de uma pessoa com mobilidade reduzida, de caráter físico, visual ou auditivo para estes sejam aplicadas aos ambientes projetados. Neste manual um enfoque maior é dado aos itens relacionados aos portadores de deficiência que utilizam cadeira de rodas como meio de locomoção. Para os demais casos a norma NBR 9050 deverá ser consultada.

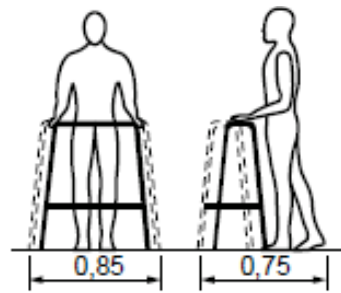
56

Dimensões Referenciais

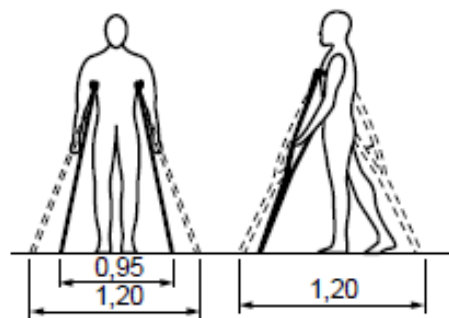
Na determinação das dimensões espaciais referenciais a pessoas com mobilidade reduzida, deve-se considerar a área necessária a possíveis órteses - aparatos de auxílio, conforme mostra as figuras a seguir.

Dimensões referenciais para deslocamento de pessoa em pé





d) Andador rígido – Vistas frontal e lateral



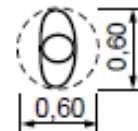
e) Muletas – Vistas frontal e lateral



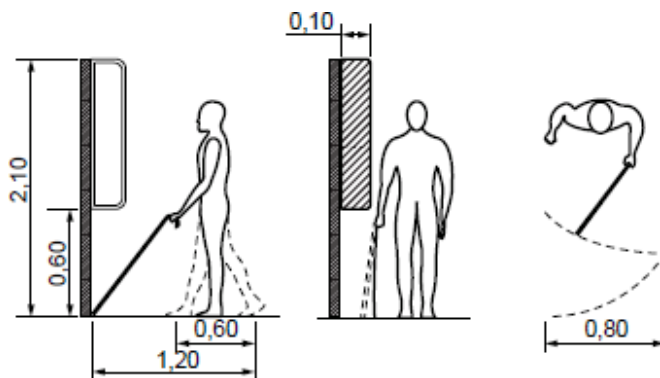
f) Muletas tipo canadense



g) Apoio de tripé



h) Sem órtese



i) Bengala longa - Vistas lateral, frontal e superior



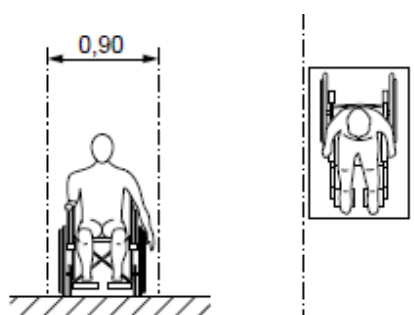
j) Cão-guia



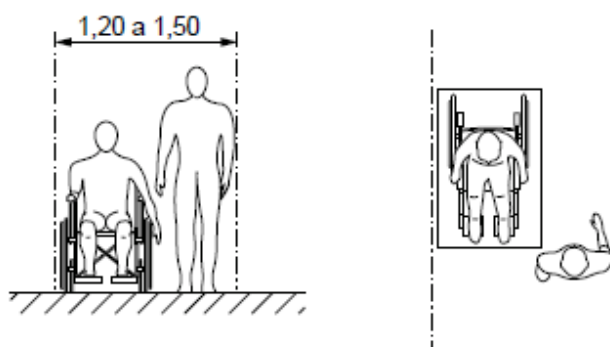
Dimensionamento para pessoas em cadeira de rodas

a) Largura mínima para deslocamento em linha reta

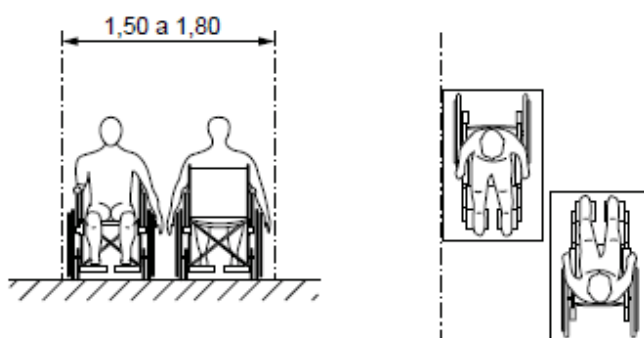
Para deslocamento em linha reta considera-se a área da projeção de 0,80m por 1,20m no piso.



a) Uma pessoa em cadeira de rodas – Vistas frontal e superior



b) Um pedestre e uma pessoa em cadeira de rodas – Vistas frontal e superior

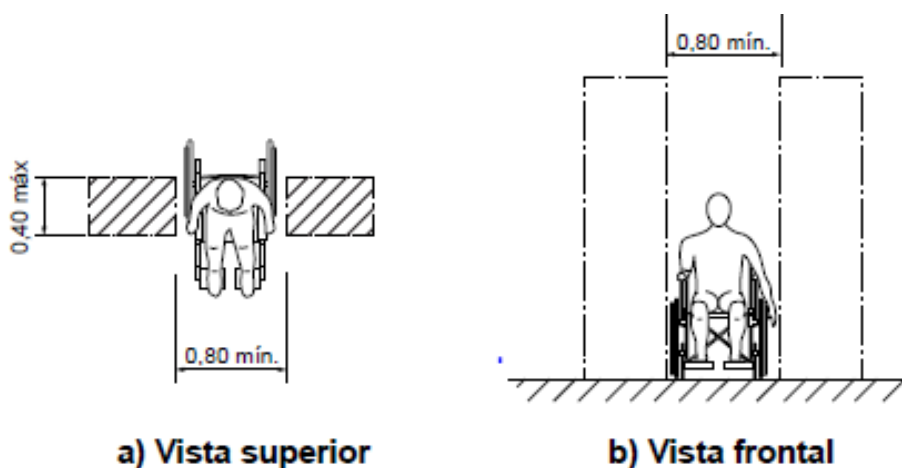


c) Duas pessoas em cadeira de rodas – Vistas frontal e superior



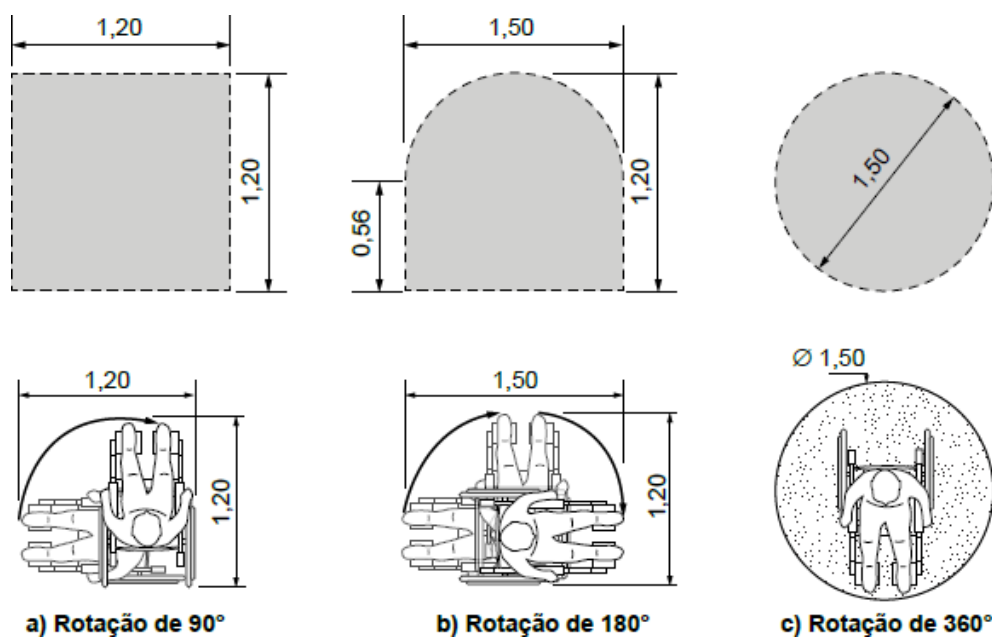
b) Largura mínima para transposição de obstáculos

Para um obstáculo de extensão máxima de 0,40m considera-se uma passagem mínima de 0,80m. Para obstáculos maiores que 0,40m a passagem mínima é de 0,90m.

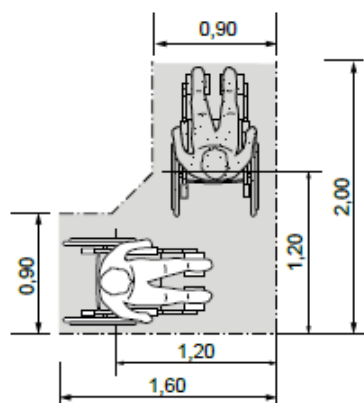


c) Área de manobra

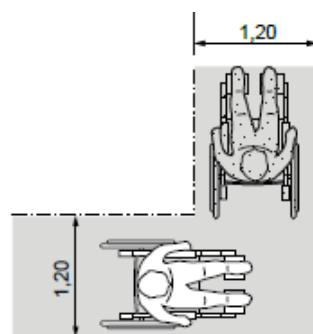
Para as áreas de manobra devem ser observadas de acordo com o deslocamento, as seguintes dimensões mínimas em metros:



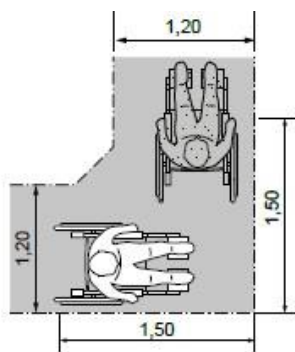
Área para manobra de cadeira de rodas sem deslocamento



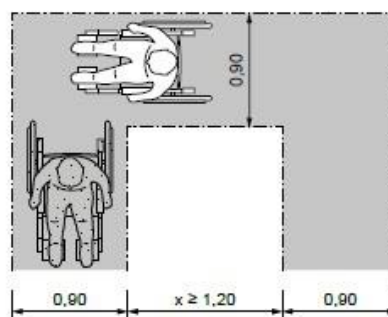
a) Deslocamento de 90° – Mínimo para edificações existentes



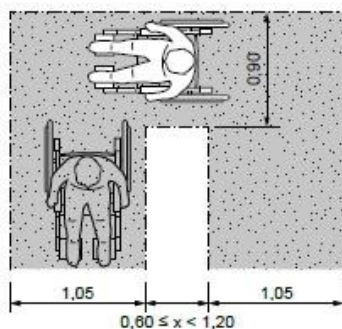
b) Deslocamento mínimo para 90°



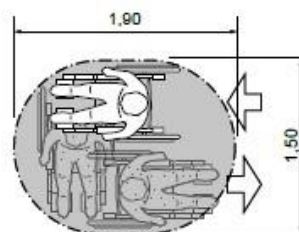
c) Deslocamento recomendável para 90°



d) Deslocamento consecutivo de 90° com percurso intermediário – Caso 1



e) Deslocamento consecutivo de 90° com percurso intermediário – Caso 2



f) Deslocamento de 180°

Área para manobra de cadeira de rodas com deslocamento



d) Corredores

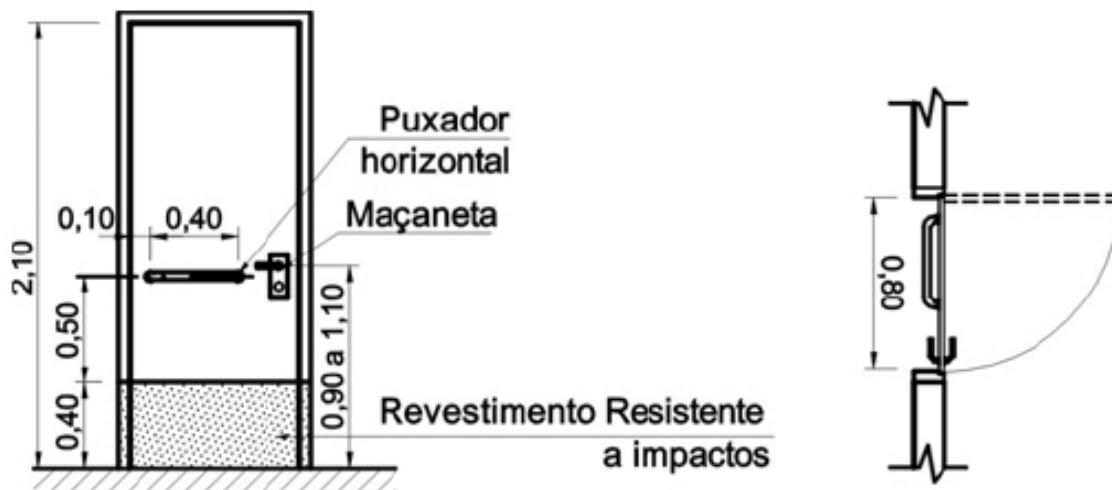
Deve-se considerar a largura mínima de passagem de acordo com a extensão de corredor. Alguns valores sugeridos são:

1. 0,90m para corredores de até 4,00m de extensão;
2. 1,20m para corredores de 4,00m até 10,00m de extensão;
3. 1,50m para corredores com mais de 10,00m de extensão.

e) Portas

As portas devem possuir um vão livre mínimo de 0,80m (no caso de portas com 2 folhas, ao menos uma deve possuir esse vão livre mínimo) e devem ter condições de serem abertas com um único movimento. Suas maçanetas devem ser do tipo alavanca instaladas a uma altura entre 0,90 m e 1,10 m. Quando em rotas de acessibilidade, recomenda-se a adoção de um revestimento resistente a impactos até a altura de 0,40 m do chão.

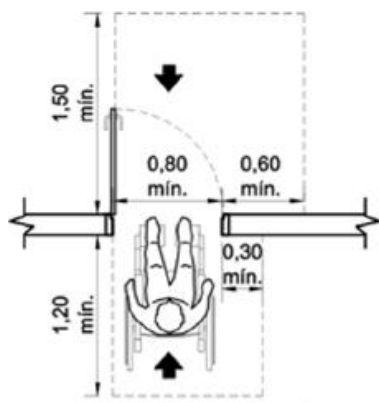
As portas de sanitários, vestiários e quartos acessíveis em locais de hospedagem e de saúde devem ter um puxador horizontal associado à maçaneta. Deve estar localizado a uma distância de 0,10 m da face onde se encontra a dobradiça e com comprimento igual à metade da largura da porta.



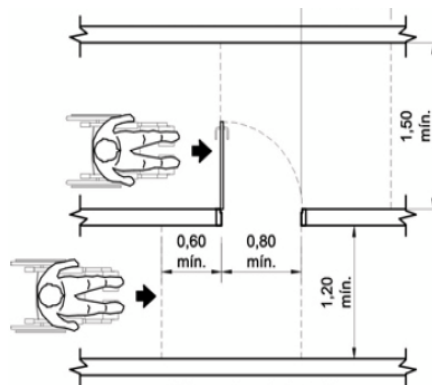
Vista frontal e superior de porta recomendada



f) Área de aproximação da porta

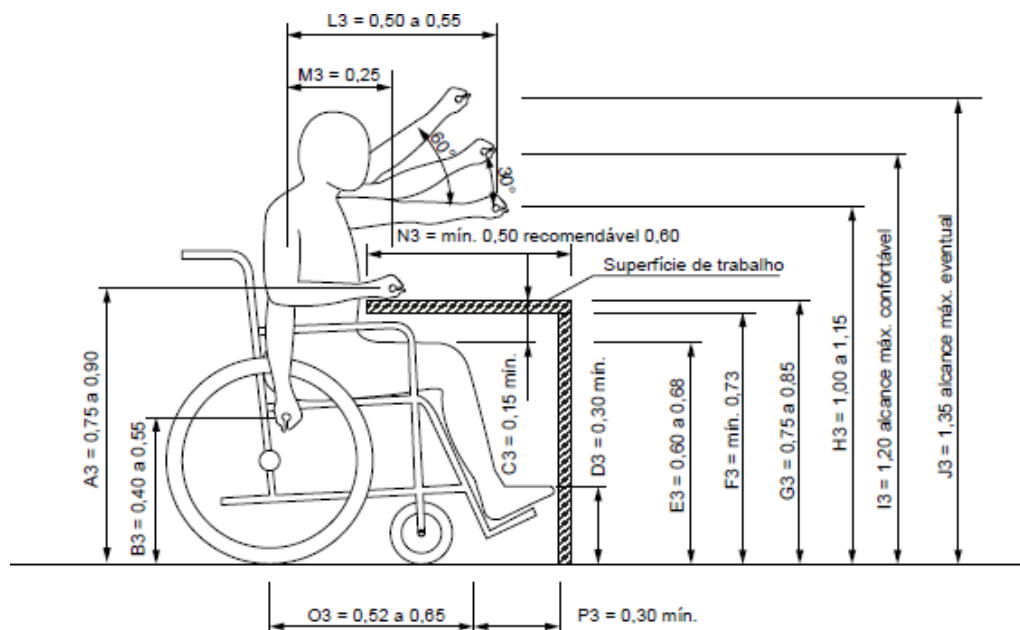


Aproximação frontal à porta



Aproximação lateral à porta

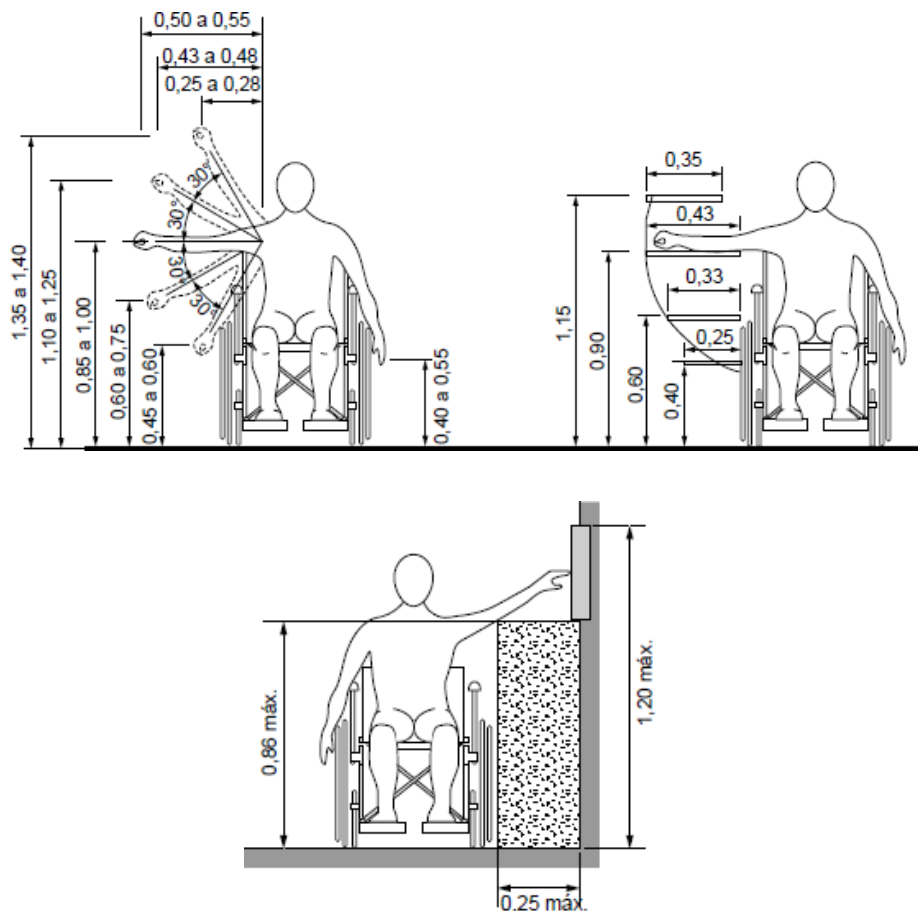
g) Alcance (dimensões em metros)



Legenda

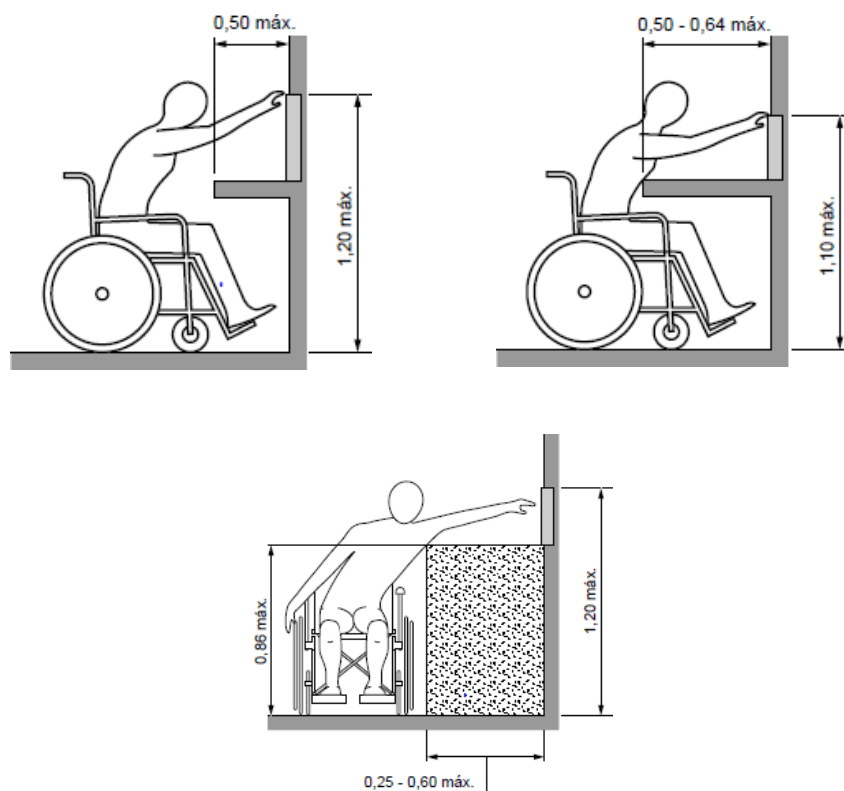
- A3 altura do centro da mão, com o antebraço formando 90° com o tronco;
- B3 altura do centro da mão estendida ao longo do eixo longitudinal do corpo;
- C3 altura mínima livre entre a coxa e a parte inferior de objetos e equipamentos;
- D3 altura mínima livre para encaixe dos pés;
- E3 altura do piso até a parte superior da coxa;
- F3 altura mínima livre para encaixe da cadeira de rodas sob o objeto;
- G3 altura das superfícies de trabalho ou mesas;
- H3 altura do centro da mão, com o braço estendido paralelo ao piso;
- I3 altura do centro da mão, c/o braço estendido formando 30° c/o piso = alcance máximo confortável;
- J3 altura do centro da mão, com o braço estendido formando 60° com o piso = alcance máximo eventual;
- L3 comprimento do braço na horizontal, do ombro ao centro da mão;
- M3 comprimento do antebraço (do centro do cotovelo ao centro da mão);
- N3 profundidade da superfície de trabalho necessária para aproximação total;
- O3 profundidade da nádega à parte superior do joelho;
- P3 profundidade mínima necessária para encaixe dos pés.

Alcance manual frontal com superfície de trabalho – Pessoa em cadeira de rodas



63

Alcance manual lateral sem deslocamento de tronco – Pessoa em cadeira de rodas



Alcance manual lateral e frontal com deslocamento de tronco



Sinalizações

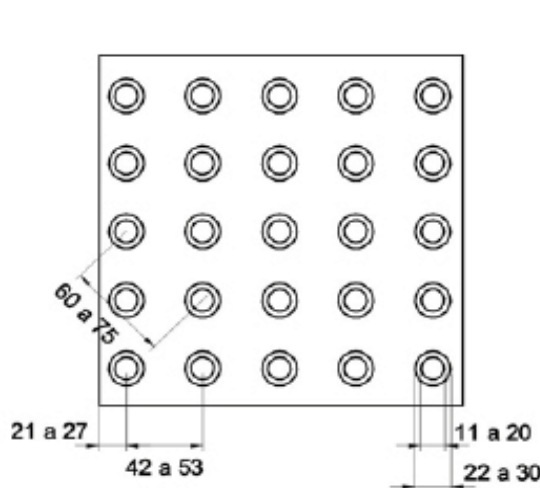
A sinalização em um ambiente é um mecanismo importante na garantia de sua acessibilidade. As formas de sinalização mais adotadas são as de caráter visual, tátil e sonoro. Neste manual, aborda-se a sinalização tátil, e instrui-se a consulta da norma NBR 9050 para obtenção de dados relativos aos outros tipos de sinalização.

a) Sinalização tátil no piso

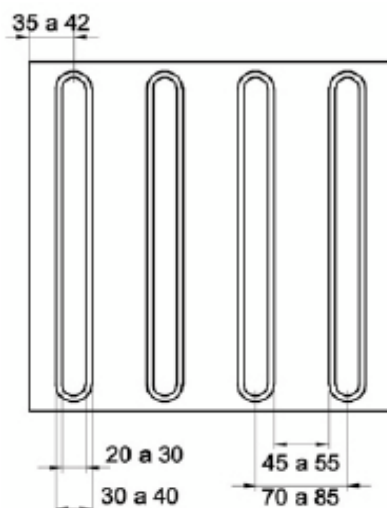
A sinalização tátil no piso pode ser do tipo de alerta ou direcional. Ambas devem ter cor contrastante com a do piso adjacente e podem ser sobrepostas ou integradas ao piso existente. Quando sobrepostas não devem exceder um desnível de 2mm com o piso existente e quando integradas não devem possuir desnível.

Quando de alerta, a textura do piso é um conjunto de relevos tronco cônicos e deve ser instalado perpendicularmente ao sentido de deslocamento. Para cada tipo de obstáculo a ser alertado existem distâncias de instalação a serem seguidas, conforme especificado na norma.

Quando direcional, deve ser instalada em áreas de circulação na ausência ou interrupção da guia de balizamento, indicando o caminho a ser percorrido, no sentido do deslocamento. A textura deve ter seção trapezoidal e ter largura entre 0,20 m e 0,60 m. Quando o piso adjacente tiver textura, recomenda-se que o piso direcional seja liso, porém atendendo a exigência de cor e desnível.



Piso tátil de alerta



Piso tátil de alerta



Diretrizes para ambientes didáticos

Para edifícios de ensino, deve existir pelo menos uma rota acessível interligando o acesso de todos os seus diferentes ambientes: salas de aula, laboratórios, administração, centros acadêmicos, dentre outros.

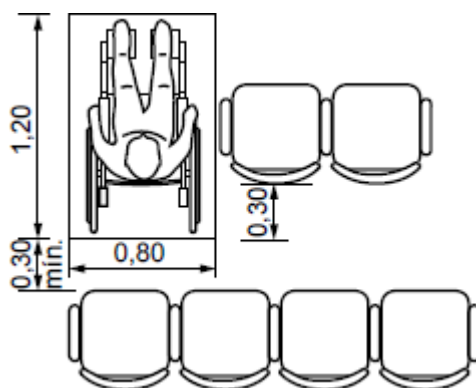
Em relação as salas de aula, pelo menos uma do total de mesas, com no mínimo uma para cada duas salas, deve ser acessível a cadeirantes, mesmo quando as carteiras adotadas forem do tipo universitário (com prancheta acoplada). As lousas devem ser acessíveis e instaladas a uma altura inferior mínima de 0,90m do piso. Para todo mobiliário acessível e lousa deve-se garantir a área de aproximação e de manobra.

Para banheiros, deve-se garantir que ao menos 5% do total dos banheiros sejam acessíveis, ou que haja no mínimo um banheiro acessível para cada sexo, por pavimento.

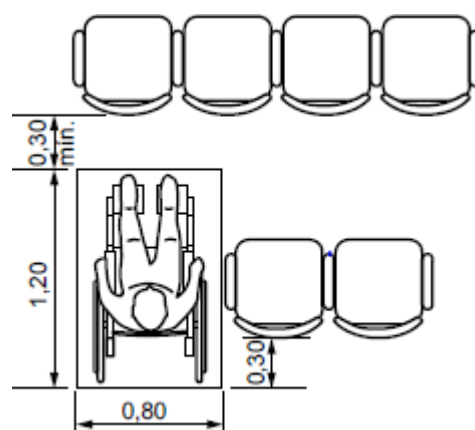
Diretrizes para auditórios e similares

Em atendimento ao Decreto Federal nº 5.296/2004, áreas destinadas ao público (auditórios, ginásios de esporte, salas de conferência, etc) deverá ser previsto 2% (dois por cento) dos assentos para acomodação de pessoas em cadeira de roda (P.C.R.), e mais 2% (dois por cento) para pessoas portadoras de deficiência visual e de pessoas com mobilidade reduzida (P.M.R.), incluindo obesos (P.O.). Tais lugares e assentos devem ser vinculados a uma rota de fuga, serem distribuídos pelo recinto em locais diversos e de boa visibilidade, devidamente sinalizados e instalados em locais de piso plano horizontal. Ainda segundo a mesma legislação deve ser garantido assento para no mínimo um acompanhante da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida.

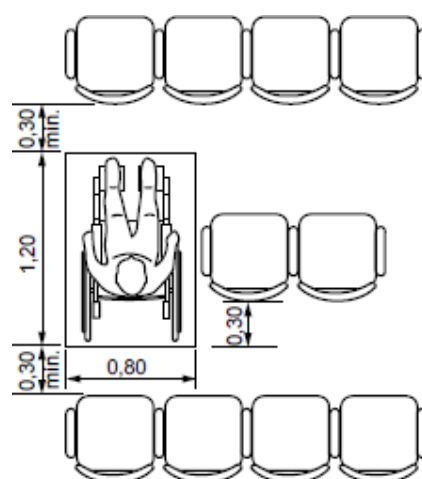
65



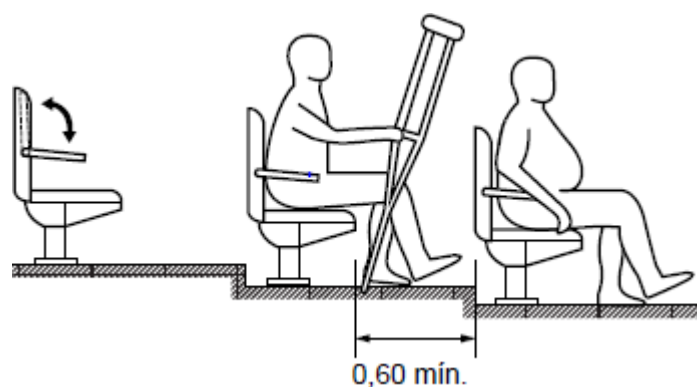
Espaços para P.C.R. na primeira fileira – Vista Superior



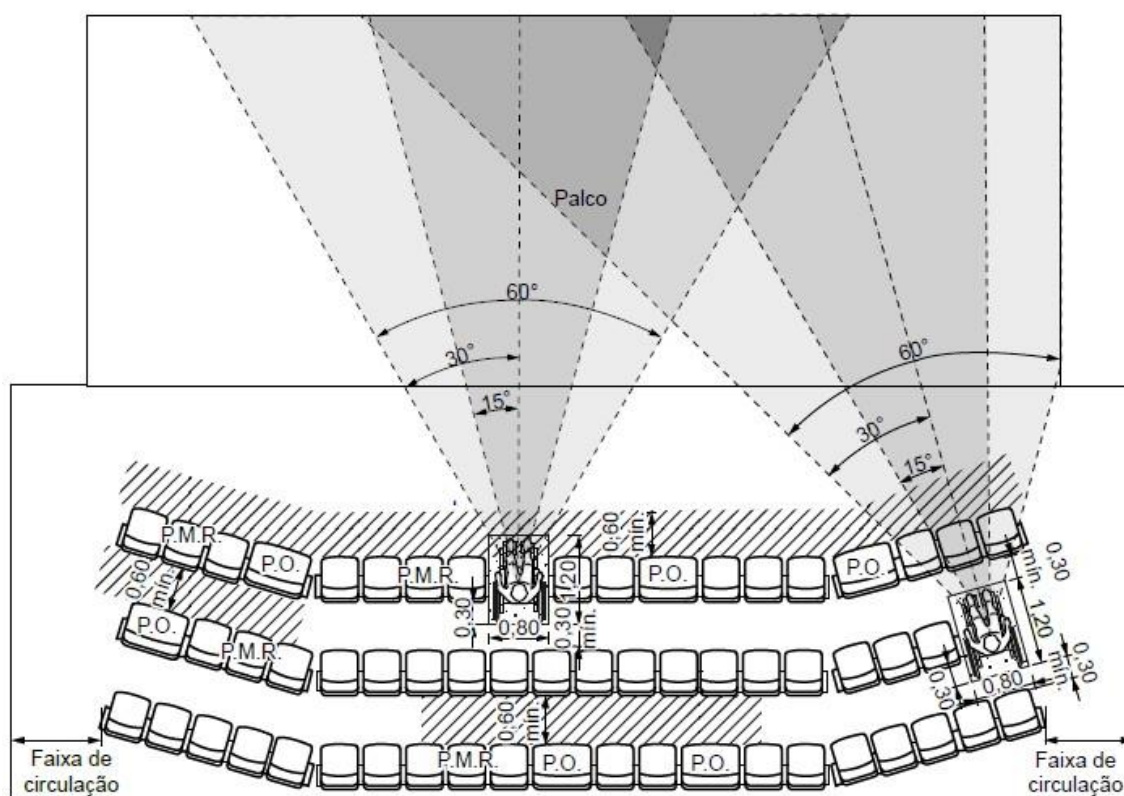
Espaços para P.C.R. na última fileira – Vista Superior



Espaços para P.C.R. em fileira intermediária – Vista Superior

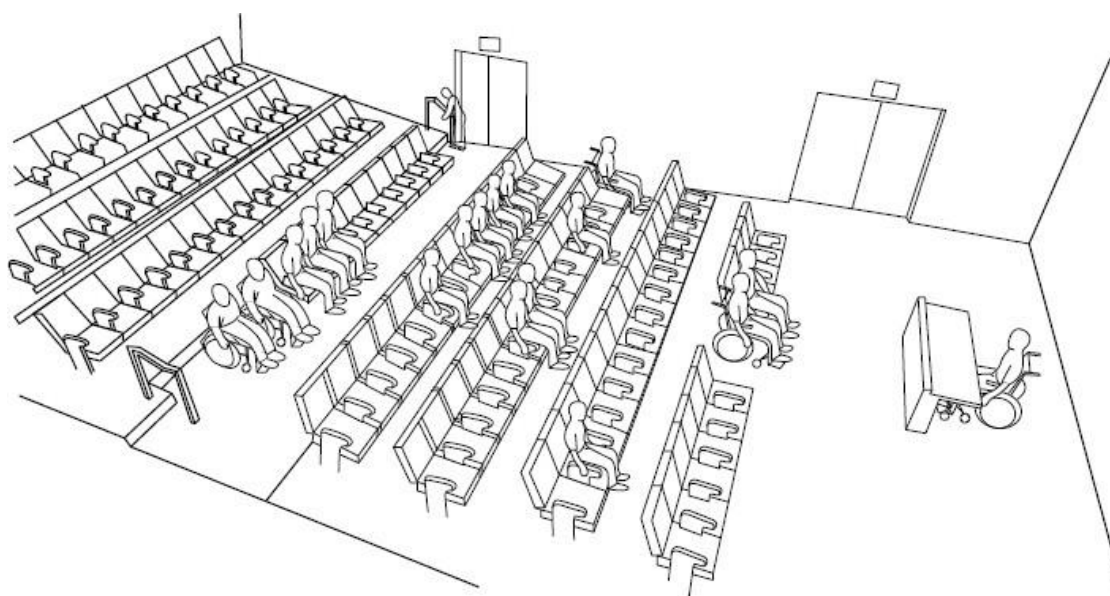


Assentos para P.M.R. e P.O. – Vista Lateral



67

Posicionamento, dimensão e cone visual para espaços reservados para P.C.R. e assentos para P.M.R. e P.O. - Planta - Exemplo



Auditório - Perspectiva



Considerações Finais

Pensar e definir um ambiente didático exige conhecimentos específicos de arquitetura, de engenharia e principalmente das características da atividade que será exercida naquele espaço. Portanto elaborar um programa funcional adequado é de suma importância para garantir o desempenho correto das atividades. As demandas devem ser bem definidas, para evitar futuras reformas e/ou adequação do ambiente construído.

Para administração pública o resultado de um bom projeto é premissa básica para o planejamento correto de um determinado empreendimento. Da concepção dos projetos à fase final da construção de um edifício, da sua utilização à sua manutenção é essencial a padronização dos processos e o atendimento às normas.



Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11957**: reverberação - análise do tempo de reverberação em auditórios - método de ensaio. São Paulo: ABNT, 1988.

_____. **NBR 15220-3**: desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro, e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares e de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____. **NBR 13961**: móveis para escritório – armários. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. **NBR 13967**: móveis para escritório - sistemas de estação de trabalho - classificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR 13966**: móveis para escritório - mesas - classificação e características físicas dimensionais e requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2008

_____. **NBR 14006**: móveis escolares - cadeiras e mesas para conjunto, aluno individual. Rio de Janeiro: ABNT, 2008

_____. **NBR 13962**: móveis para escritório - cadeiras - requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

_____. **NBR 13963**: móveis para escritório - móveis para desenho - classificação e características físicas e dimensionais. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. **NBR 13919**: móveis - cadeiras altas - requisitos de segurança e métodos de ensaio . Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. **NBR 157582**: sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem Parte 2: Requisitos para sistemas usados como forros. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

_____. **NBR 14285**: perfil de PVC rígido para forros – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

_____. **NBR 15141**: móveis para escritório - divisória modular tipo piso-teto. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.



_____. **NBR 60065**: aparelhos de áudio, vídeo e aparelhos eletrônicos similares - requisitos de segurança. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL. 2008. 173p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 18 jan. 2016.

_____. Decreto-Lei nº. 5.296, de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/decreto%205296-2004.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria nº53, de 27 de fevereiro de 2009. Regulamento Técnico da Qualidade para a Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ – C). Brasília. 2009. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC001424.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2016.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan. 2003. 240p.

EGAN, D. **Architectural acoustics**. New York: McGraw – Hill, 1988. 448p

FARINA, M. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. São Paulo: Edgard Blucher. 1982. 273p.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**: arquitetura, urbanismo. São Paulo: Studio Nobel. 2003. 244p.



**PREFEITURA
UNIVERSITÁRIA**

Desenvolvimento e Sustentabilidade



Universidade Federal do Tocantins – UFT
Câmpus Universitário de Palmas, Reitoria
109 N Av. NS 15, ALCNO 14 S/N
CEP: 77.001-090 Palmas – TO
(63) 3232-8013
pu_gabinete@uft.edu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
109 Norte, Av. NS-15, ALCNO 14, s/n.
CEP: 77001-090, Palmas - TO
www.uft.edu.br