



A Armstrong World Industries, Inc. está registrada no Sistema de educação contínua do AIA [AIA/CES] e está comprometida a desenvolver atividades de aprendizagem de qualidade em conformidade com os critérios do AIA/CES.

De acordo com a avaliação, este curso consiste em uma hora de trabalho de curso e equivale a uma unidade de aprendizado. Ele também aborda uma unidade sobre saúde, segurança e bem-estar [HSW].

Se você for membro do AIA, os créditos referentes a este curso serão repassados diretamente ao AIA, basta fornecer o número de sua assinatura no formulário de registro.

Se você não for membro do AIA, envie um certificado de conclusão às organizações profissionais de sua escolha após concluir o curso. A Armstrong enviará este certificado por e-mail para você dentro de 5 dias úteis.

Ao final desta sessão, você terá uma compreensão básica de como reduzir a propagação de ruído no plano aberto.

Este é um dos quatro seminários de educação contínua da Armstrong sobre acústica. Este seminário específico lhe dará uma compreensão mais clara sobre como o som afeta o desempenho dos funcionários, e como a escolha do forro acústico e do sistema de mascaramento de som adequados pode reduzir a transmissão de som em escritórios abertos.

Seminário Sobre a Privacidade das Conversas nos Escritórios



- ⇒ Analisar as tendências principais do design de escritórios e os conceitos acústicos fundamentais.
- ⇒ Discutir estudos atualizados sobre o ruído nos escritórios.
- ⇒ Explicar o básico das soluções de design para aumentar a privacidade das conversas (das falas).
 - Absorver ruídos com forros de alto desempenho.
 - Bloquear ruídos com sistemas de mobiliário de escritório.s.
 - Cobrir conversas de fundo com um sistema de mascaramento de som efetivo.
- ⇒ Identificar resultados financeiros associados a um design de escritório acústico integrado.

2

Esta sessão de educação contínua é fornecida como uma diretriz. É sempre recomendável familiarizar-se com códigos, leis e regulamentos de construção aplicáveis ao local e circunstâncias específicas de cada instalação.

Esta sessão abordará:

- ⇒ Os estudos que destacam a magnitude dos níveis de ruído atuais elevados em plano aberto.
- ⇒ Por que os prédios comerciais de hoje são muito mais barulhentos do que há apenas cinco anos.
- ⇒ As soluções de design de alto desempenho para corrigir ruídos do plano aberto e as funções desempenhadas pelo forro, pelo mobiliário do escritório e pelo mascaramento de som.
- ⇒ A contribuição de desempenho específica de cada um dos componentes acima para a privacidade da conversas.

Tendências Atuais no Local de Trabalho



- ⇒ 70% do espaço do escritório é plano aberto.
- ⇒ Funcionários são dispendiosos.
 - Os custos salariais típicos nos EUA estão entre 200 a 400 dólares por pé quadrado ao ano.
- ⇒ O ruído no plano aberto reduz o desempenho e a satisfação dos funcionários.
- ⇒ O ruído de conversas é frequentemente demonstrado através de pesquisas com funcionários como sendo a maior causa de distração, estresse e perda de produtividade.



3

Ambientes de escritório em plano aberto proporcionam muitos benefícios para os clientes, como custos iniciais de construção mais baixos e maior capacidade de funcionários por andar. Além disso, a reconfiguração do escritório é mais fácil e menos dispendiosa. Esses benefícios, no entanto, têm o seu custo para os ocupantes de escritório. Os trabalhadores continuam a citar o ruído de conversa como a principal causa de insatisfação no trabalho.

Ruído: Causas de Insatisfação



Ruído

Causa ... **viva-voz** no plano aberto e em áreas de agrupamentos.
O resultado ... as pessoas falam mais alto no viva-voz.

Causa ... **densidade de pessoas** dobrada devido às estações de trabalho pequenas.

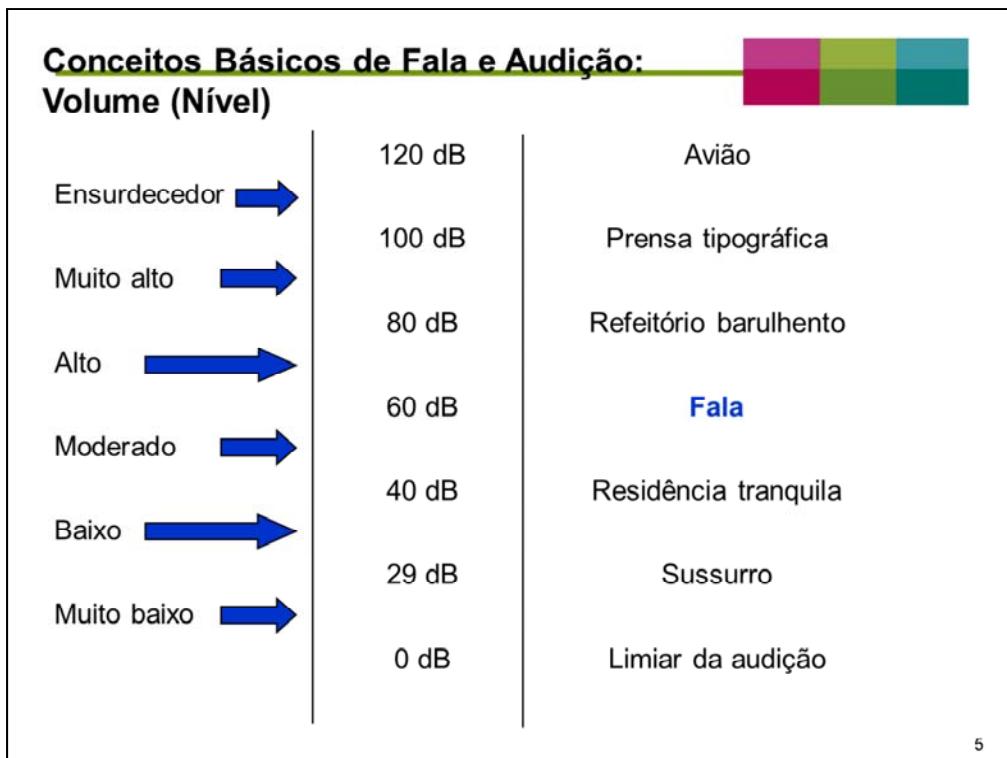
O resultado ... conversas e ruídos de equipamentos do escritório em dobro.

Causa ... novos **padrões de trabalho** – agrupamentos.

O resultado ... ruídos de conversas concentrados em maiores densidades.

4

Padrões emergentes da equipe do escritório dos funcionários e uma maior utilização de novas tecnologias no local de trabalho são fontes comuns de distração.



Antes de discutirmos medidas acústicas específicas para forros e paredes, vamos revisar alguns princípios acústicos principais que você vai ouvir falar durante a apresentação. É importante que você entenda estes termos básicos. Talvez você já esteja familiarizado com muitos destes conceitos.

O som é energia sob a forma de vibrações. A vibração de um objeto, seja ele um tambor, um telefone, ou cordas vocais humanas, causa pequenas mudanças na pressão do ar. Quando ouvimos o som, os nossos ouvidos estão, na realidade, "sentindo" as pequenas diferenças de pressão no ar causadas pelo objeto vibrando. Quando as pessoas caracterizam o som, elas geralmente se referem ao volume e à frequência.

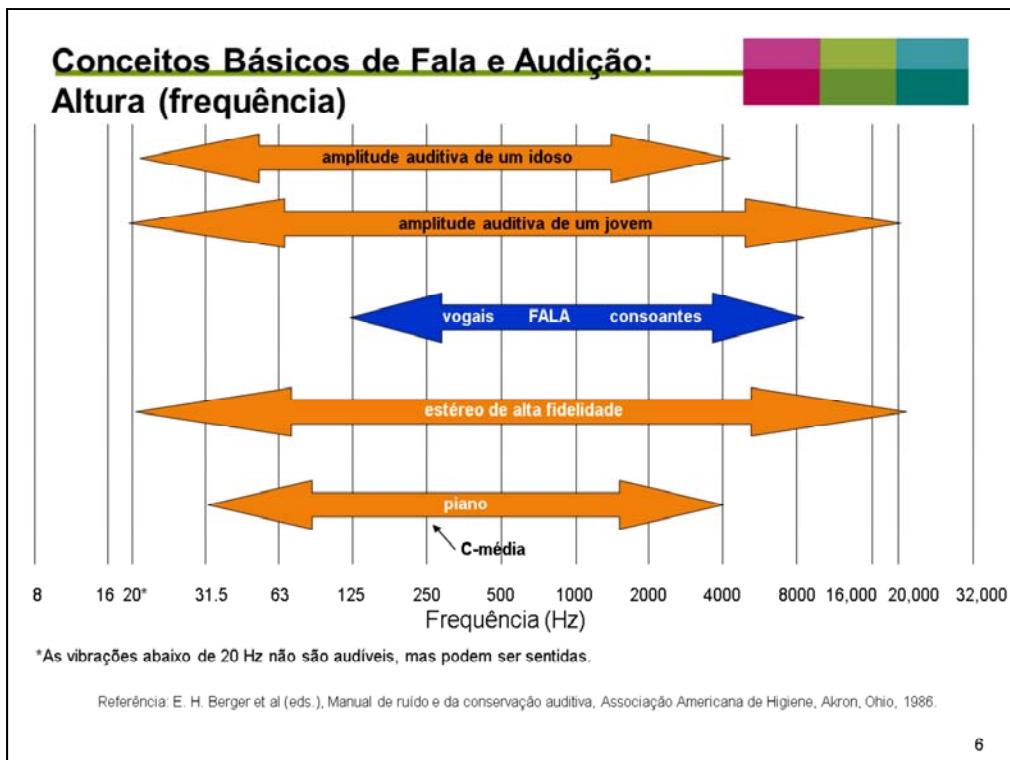
O volume é determinado pelo tamanho das vibrações (diferenças de pressão). É medido em decibéis (dB).

Quão alto você acha que seria o grito de uma pessoa? (Resposta: em torno de 80 dB). Neste seminário, vamos nos concentrar na fala humana e nas conversas típicas em escritórios, que estão em torno de 60 dB.

Como referência, definiremos som e ruído como:

Som: energia vibracional que irradia a partir da fonte e emana através do ar, de sólidos e de líquidos.

Ruído: som indesejado.



A altura é outro importante conceito acústico. A altura é determinada pela rapidez com que o objeto gerando som está vibrando. Quanto mais rápidas as vibrações, maior a altura. Um termo técnico para altura é frequência. É medida por ciclos por segundo, ou Hertz (Hz).

A amplitude auditiva de um jovem pode variar de 20 Hz a 20.000 Hz, e para jovens adultos, de 20 Hz a 14.000 Hz. À medida que envelhecemos, nossa capacidade auditiva diminui. Isso ocorre devido à longa exposição ao ruído, que torna menor o alcance efetivo da audição, especialmente em alta frequência.

A voz humana tem uma gama de frequência de costuma variar entre 125 Hz e 8.000 Hz. Como referência, a tecla C-média em um piano está em torno de 250 Hz. Sons crescentes, como um tambor ou as vogais em nosso discurso, são sons de baixos (baixa frequência). Sons sibilantes, bem como as consoantes em nosso discurso, são sons altos (alta frequência). Ao discutir faixas de absorção de som comuns, os níveis principais estarão entre 500 Hz e 4.000 Hz, em se tratando da fala.

Conceitos ACÚSTICOS: ABSORÇÃO DE SOM

Coeficiente de Redução de Ruído (NRC)

- ⇒ Medida da absorção de sons de **incidência aleatória** utilizada em espaços fechados.
- ⇒ Indica a capacidade de uma superfície em absorver o som de todos os ângulos.
- ⇒ Expressa por um número entre 0,00 e 1,00.
- ⇒ Quanto maior for o número, melhor a superfície atua como um absorvente.



7

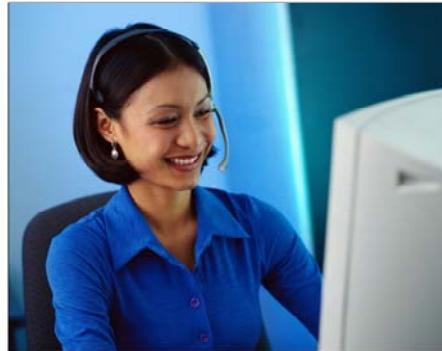
Em termos de desempenho acústico do forro, dois conceitos de absorção sonora são importantes no plano aberto.

Coeficiente de redução de ruído (NRC): indica a capacidade de uma superfície, tal como um forro para absorver o som de todos os ângulos. É expressa por um número entre 0,00 e 1,00, e indica a porcentagem média de som que um forro absorve. Por exemplo, um NRC de 0,60 significa que o forro absorve 60% do som que o atinge. Quanto maior for o número, melhor a superfície atua como um absorvente de som. Um material de superfície com NRC menor que 0,50 é considerado um absorvente ruim. Um material de superfície com NRC maior que 0,80 é considerado um absorvente muito bom (ASTM C 423).



Classe de Articulação (AC)

- ⇒ Medida do ruído da **fala refletida** que passa sobre a parte superior dos sistemas de mobiliário em estações de trabalho adjacentes.
- ⇒ Quanto maior for o número, melhor.
- ⇒ Objetivo: AC igual ou maior que 200.



8

Classe de articulação (AC): indica a capacidade de um forro para absorver o som que é refletido para fora do forro entre dois espaços abertos adjacentes divididos por painéis de mobiliário de altura parcial, tais como compartimentos do escritório. Quanto maior for o número, melhor é o desempenho do forro em termos de privacidade da conversa entre espaços adjacentes de plano aberto. Um forro com uma AC inferior a 150 é considerado de baixo desempenho, enquanto um forro com AC igual a ou maior do que 200 é considerado de alto desempenho (ASTM E 1110).



Classe de Atenuação do Forro (CAC)

- ⇒ Mede a capacidade do forro em bloquear o som de uma sala para a outra. O CAC é um teste de dupla passagem.
- ⇒ Quanto maior for o número, melhor.
- ⇒ Objetivo: Um forro com CAC de 35 ou maior para escritórios fechados.



9

Enquanto os dois termos anteriores trataram da capacidade de um material para absorver som, a CAC e a STC tratam da capacidade de um material para bloquear o som, e são mais importantes em espaços fechados.

A (CAC) indica a capacidade de um forro para bloquear o som em um espaço fechado, impedindo que ele passe para dentro do forro e transmita de volta para um espaço adjacente fechado que compartilhe o mesmo forro. Quanto maior for o número, melhor o forro atua como uma barreira contra a intrusão de somente espaços fechados. Um forro com uma CAC inferior a 25 é considerado de baixo desempenho, enquanto um forro com CAC igual a ou maior do que 35 é considerado de alto desempenho (ASTM E 1414).



Classe de Transmissão de Som (STC)

- ⇒ Mede a capacidade de uma parede ou de um painel de mobiliário de bloquear o som de um lado de um ambiente para o outro. O STC é um teste de passagem única.
- ⇒ Quanto maior for o número, melhor.
- ⇒ Uma parede com um STC igual a/ou maior que 55 é considerada de alto desempenho.
- ⇒ Um painel de mobiliário com um STC igual a ou maior que 24 é considerado de alto desempenho.



10

A classe de transmissão de som (STC) indica a capacidade de uma parede ou painel de mobiliário para bloquear a transmissão de som através dela e para um espaço adjacente. Quanto maior for o número, melhor a construção atua como uma barreira contra a transmissão de som. Um sistema de paredes com uma STC inferior a 35 é considerado de baixo desempenho, enquanto um forro com STC igual a ou maior do que 55 é considerado de alto desempenho (ASTM E 90). Um painel de mobiliário com uma STC igual a ou maior que 24 é considerado de alto desempenho.

Índice de Privacidade (PI)



- ⇒ ÍNDICE de Privacidade (PI), é uma classificação de um único número que avalia a privacidade da conversa e inclui os desempenhos acústicos COMBINADOS de forros mascaramento de som e sistemas de mobiliário de escritório.
- ⇒ Os valores do PI vão de 100% a 0%.
 - A privacidade da conversa não intrusiva é definida com o PI entre 95% e 80%, e costuma ser especificada para escritórios em plano aberto.
 - Um PI menor que 80% significa maior intrusão de conversas, distrações, e perda de concentração e produtividade.
- ⇒ Referenciado em ASTM E 1130: o método de teste padrão de medida objetiva da privacidade da conversa em escritórios abertos usando o índice de articulação.

11

Para atingir o nível desejado de privacidade na conversa em uma determinada área, é importante primeiro estar familiarizado com os principais parâmetros de desempenho acústico que a influenciam. Os níveis reconhecidos de privacidade na conversa incluem: confidencial, não intrusivo ou normal, marginal/ruim, e sem privacidade.

O índice de privacidade (PI) indica o grau de privacidade da conversa obtido em espaços fechados ou abertos. É expresso em percentagem, e leva em consideração o desempenho acústico combinado de tudo no espaço, incluindo forro, paredes, revestimento do piso e mobiliário.

Os valores do PI vão de 100% de PI a 0% de PI. A ASTM define a privacidade aceitável da conversa em plano aberto como 95% a 80% de PI. Um PI de 85% ou superior é preferível em plano aberto.

Um PI menor que 80% significa maior ruído de conversas, distrações, e perda de concentração e produtividade. O PI é referenciado em ASTM E 1130: o método de teste padrão de medida objetiva da privacidade da conversa em escritórios abertos.

Níveis de Privacidade Acústica



Privacidade Confidencial

- ⇒ Escuta-se apenas sons abafados.
- ⇒ Adequado para salas de reunião e escritórios privados.
- ⇒ 100% a 95% de índice de privacidade.



12

A satisfação dos funcionários com a privacidade da conversa pode ser previsível e assegurada ao atingir níveis de privacidade apropriados para o espaço.

A privacidade confidencial representa uma classificação de índice de privacidade de 95% a 100%. Isso significa que conversas próximas podem ser parcialmente ouvidas, mas definitivamente não serão compreendidas. Colegas de trabalho poderão ouvir palavras abafadas, mas o significado da mensagem falada não será inteligível, e eles não se desviarião do seu trabalho.



Não intrusivo (privacidade normal)

- ⇒ Inteligibilidade de alguma frase.
- ⇒ Não distrativo.
- ⇒ Costuma ser o objetivo de privacidade para edifícios em plano aberto.
- ⇒ 95% a 80% de índice de privacidade.



13

Privacidade normal: representa uma classificação de PI entre 80% e 95%. Isso significa que conversas próximas podem ser parcialmente ouvidas, mas serão apenas parcialmente compreendidas. Algumas palavras e frases são comprehensíveis para os colegas de trabalho, mas o nível de volume da fala não representa uma distração para eles, e eles geralmente podem continuar a trabalhar em suas tarefas.

A privacidade da conversa normal ou não intrusiva é o objetivo mais comum para ambientes de escritórios comerciais, especialmente onde a produtividade é a questão principal. No entanto, nem sempre é um objetivo de design adequado em ambientes como instalações médicas, escritórios de advocacia, organizações de serviços financeiros, ou departamentos de recursos humanos, onde níveis de privacidade mais confidenciais podem ser necessárias.

Níveis de Privacidade Acústica



Privacidade Marginal (privacidade ruim)

- ⇒ Acústica ruim.
- ⇒ Os funcionários ouvem claramente a maioria das frases, e o estresse é comum.
- ⇒ A distração é comum devido ao ruído da conversa.
- ⇒ Falta de concentração.
- ⇒ O desempenho no trabalho diminui.
- ⇒ 80% a 60% de índice de privacidade.



14

Privacidade marginal ou ruim: representa uma classificação de PI entre 60% e 80%. Isso significa que conversas próximas serão ouvidas, e poderão ser totalmente compreendidas. Os funcionários poderão ouvir a maioria das palavras, e a maioria das frases será comprehensível e irá distraí-los. Estudos mostram que este nível existe em 85% de todo o espaço de escritórios corporativos em plano aberto dos EUA.

Níveis de Privacidade Acústica



Sem Privacidade

- ⇒ Comum à maioria dos escritórios.
- ⇒ Compreensão clara das frases, distração constante.
- ⇒ 60% a 0% do índice de privacidade.



15

Por fim, sem privacidade: representa uma classificação de PI de 60% ou menos. Isso significa que todas as conversas podem ser inteiramente ouvidas e claramente entendidas, e serão uma distração para os funcionários.

Novos Estudos Sobre o Ruído no Escritório

Centro Para o Ambiente Urbano, Universidade da Califórnia - Berkeley

(Resultado de pesquisas realizadas em sete grandes prédios comerciais)

- ⇒ 72% dos funcionários de escritório estão insatisfeitos com a privacidade da conversa em seu local de trabalho.
- ⇒ Acústica ruim é normalmente a principal fonte de insatisfação no trabalho.
- ⇒ Nenhuma pesquisa encontrou a maioria dos ocupantes satisfeitos com a sua privacidade de conversa.

16

Vamos revisar as principais descobertas sobre o ruído em escritórios.

As principais conclusões relatadas no Centro para o ambiente construído, UC-Berkeley, que revelam descobertas consistentes com outros estudos que iremos discutir:

- 72% dos funcionários de escritório estão insatisfeitos com a privacidade da conversa em seu local de trabalho.
- Acústica ruim é normalmente a principal fonte de insatisfação no trabalho.
- Nenhuma pesquisa encontrou a maioria dos ocupantes satisfeitos com a privacidade da conversa em seus espaços.

Essas informações foram retiradas de pesquisas realizadas em sete grandes prédios comerciais durante os anos de 2000 e 2001.

Novos Estudos Sobre o Ruído no Escritório

BOSTI Associates

- ⇒ A pesquisa mostra que 65% das pessoas em escritórios em plano aberto estão "frequentemente distraídas".
- ⇒ Descreve o dilema de design entre fornecer áreas com privacidade acústica para um trabalho silencioso, e abertura para a interação da equipe.
- ⇒ Recomenda plano fechado ou escritórios privados para a maioria dos funcionários, porque é muito difícil trabalhar sem distrações em ambientes de plano aberto.

Fonte: "Disproving Widespread Myths about Workplace Design,".

17

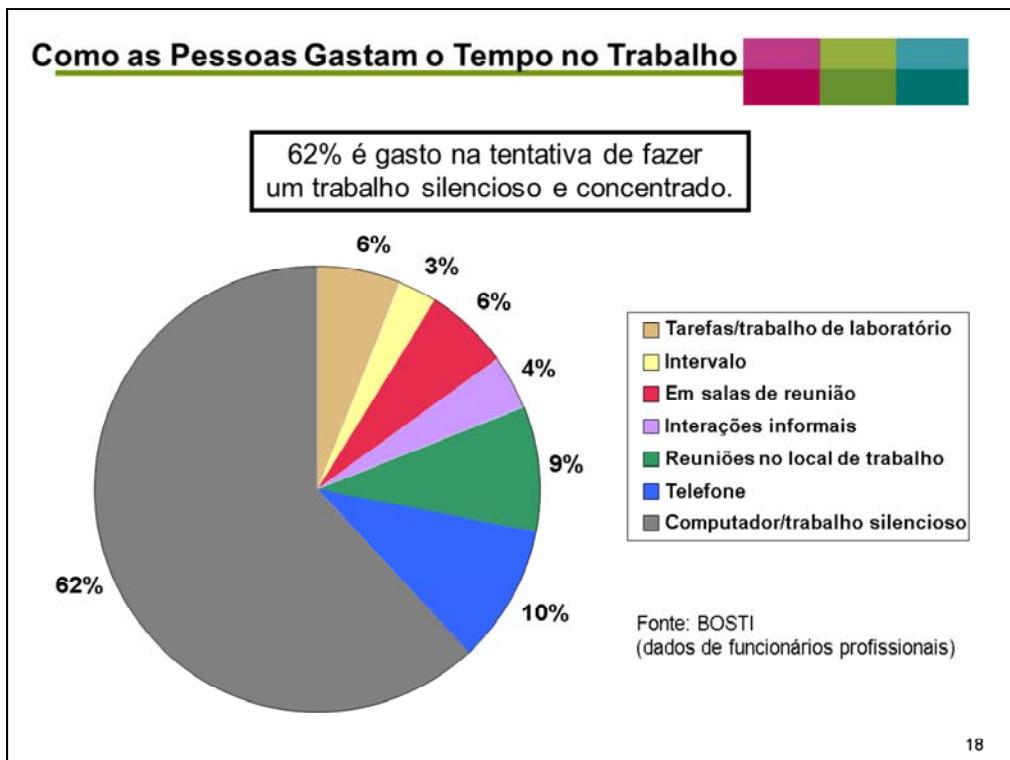
A BOSTI Associates em Buffalo é dedicada à pesquisa sobre escritórios. Os projetos de consultoria da BOSTI utilizam coleta de dados sofisticada e métodos analíticos para medir os efeitos do local de trabalho, identificando e priorizando as características do local de trabalho que têm o maior potencial para produzir benefícios tangíveis para o negócio. Um resultado importante e consistente das pesquisas da BOSTI (e de outras) ao longo dos anos é que o design do local de trabalho é uma questão de negócios, e não apenas uma questão de instalações.

A BOSTI Associates concluiu em sua descoberta mais recente que:

- 65% das pessoas em escritórios em plano aberto estão "frequentemente distraídas".
- Existe um dilema de design entre fornecer áreas com privacidade acústica para o trabalho silencioso, e abertura para a interação da equipe.
- Plano fechado ou escritórios privados são recomendados para a maioria dos funcionários, porque é muito difícil trabalhar sem distrações em ambientes de plano aberto.

Sabendo que os escritórios abertos são economicamente benéficos para

construir e reconfigurar, não é provável que os proprietários decidam colocar todos de volta em escritórios particulares.



A BOSTI continua a fazer suas descobertas, afirmando que, devido aos padrões de trabalho e atividades típicas, a privacidade na conversa é uma necessidade. Aqui está uma explicação de como as pessoas gastam seu tempo no trabalho:

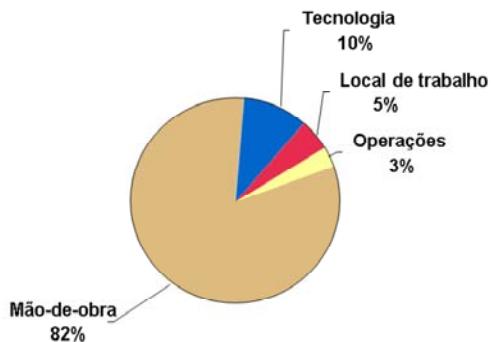
- Apenas 6% do tempo é gasto em salas de reunião.
- 9% é gasto reunindo-se no local de trabalho.
- 10% é gasto no telefone.
- Menos de 13% é gasto em intervalos, longe da escrivaninha fazendo tarefas ou trabalhos de laboratório, ou em atividades informais (combinadas).
- A maior parte do tempo (62%) é gasta na tentativa de fazer um trabalho silencioso e concentrado.

Por Que Isso é Importante?



As Pessoas São o Investimento Mais Significativo da Instalação

(com base no custo de fazer negócios durante uma média de 10 anos)



E ruído distrativo é o principal problema!

19

A BOSTI conclui suas descobertas afirmando que as análises econômicas revelam que o custo em dez anos de construção de uma nova instalação - juntamente com os móveis, a tecnologia, a infraestrutura, a manutenção, e os custos das operações - é apenas uma pequena parte dos custos totais da realização da missão. Ainda assim, como o design do local de trabalho afeta o desempenho do maior componente de custo (as pessoas), é o local de trabalho que pode proporcionar o maior benefício econômico. John Olson, vice-presidente da BOSTI, diz que, "o papel do local de trabalho no desempenho organizacional reposiciona o papel do design e da gestão das instalações na empresa."

Funcionários são caros! Eles constantemente identificam o ruído como o principal motivo de sua menor eficácia e produtividade. O que fazer? É possível criar um plano aberto colaborativo sem comprometer a compreensão da fala. Falaremos desse assunto com mais detalhes posteriormente neste seminário.

Design de Plano Aberto Mais Comum



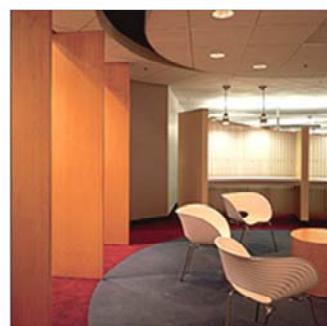
Materiais:

- ⇒ Tetos acústicos (NRC 0.55-0.65, AC 140-150).
- ⇒ Painel de mobiliário padrão de 120cm a 140 cm
- ⇒ Sem mascaramento de som.



O resultado:

- ⇒ Testes acústicos mostram a classificação de desempenho como apenas 50% a 57% do índice de privacidade.
- ⇒ ASTM classifica isso como desempenho sem privacidade de conversa, por ASTM E 1130.
- ⇒ Estudos mostram que este nível existe em 85% de todo o espaço de escritórios corporativos dos EUA.

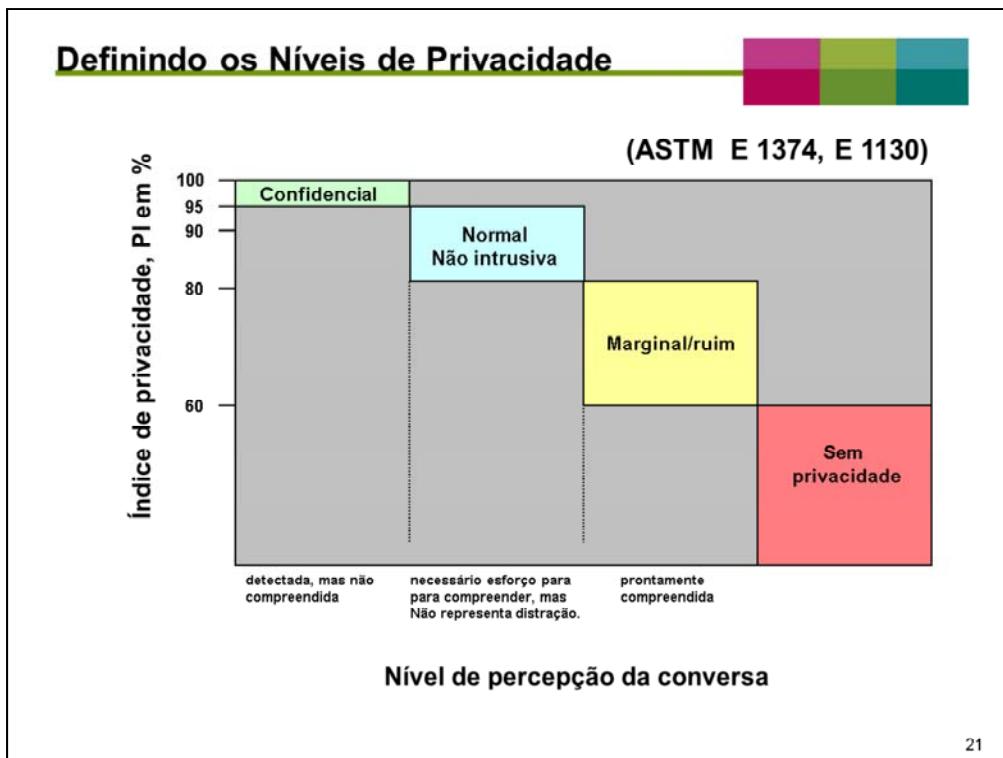


20

Então por que há tanto ruído? Como esses espaços costumam ser projetados?

O design de plano aberto mais comum encontrado nos edifícios comerciais tem:

- Tetos acústicos (NRC 0.55-0.65, AC 140-150).
- Divisor de mobiliário padrão de 60" a 66".
- Nenhum mascaramento de som.



21

Vamos revisar brevemente cada nível de privacidade da conversa.

Privacidade confidencial: representa uma classificação de índice de privacidade de 95% a 100%. Significa que conversas próximas podem ser parcialmente ouvidas, mas definitivamente não serão compreendidas. Colegas de trabalho poderão ouvir palavras abafadas, mas o significado da mensagem falada não será inteligível, e eles não se desviaram do seu trabalho.

Privacidade não intrusiva ou normal: representa uma classificação de PI entre 80% e 95%. Significa que conversas próximas podem ser parcialmente ouvidas, mas serão apenas parcialmente compreendidas. Algumas palavras e frases são compreensíveis para os colegas de trabalho, mas o nível da fala não representa uma distração para eles, e eles geralmente podem continuar a trabalhar em suas tarefas. A privacidade da conversa normal ou não intrusiva é o objetivo mais comum para ambientes de escritórios comerciais, especialmente onde a produtividade é a questão principal. No entanto, nem sempre é um objetivo de design adequado em ambientes como instalações médicas, escritórios de advocacia, organizações de serviços financeiros, ou departamentos de recursos humanos, onde níveis de privacidade mais confidenciais costumam ser

necessárias.

Por fim, privacidade marginal ou ausência de privacidade é, infelizmente, a regra na maioria dos escritórios atuais. A compreensão clara das frases é comum. O PI nesses ambientes de escritório está bem abaixo de 80%.

Chaves Para A Privacidade Da Conversa: ABC™



Todos os três componentes devem estar no lugar.

- ⇒ A = sistemas de forro
de alto desempenho.
- ⇒ B = bom design/layout
do mobiliário.
- ⇒ C = sistemas efetivos de
mascaramento de som.



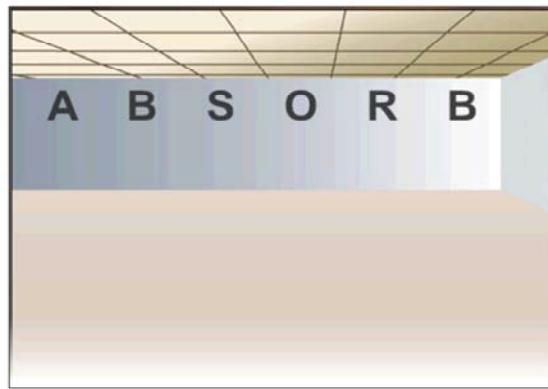
Se um dos três estiver ausente,
a boa acústica estará comprometida.

22

Um dos métodos mais eficazes para alcançar a privacidade da conversa em ambientes de escritório é a utilização de uma técnica chamada de design acústico equilibrado. Ela consiste em três elementos fundamentais, que também são chamados de ABC do design acústico equilibrado.



Absorver ruído
com sistemas de **forro de alto desempenho**.



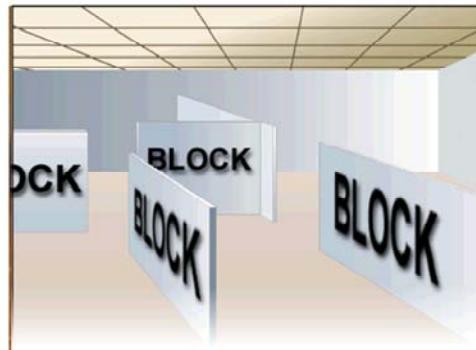
23

Absorver o som de um espaço utilizando forros acústicos de alto desempenho que impedem o som indesejado acumule devido às reflexões.



Bloquear ruído

através de **mobiliário** com design e layout efetivos.



24

Bloquear a transmissão de som entre os espaços com uma combinação de forros de alto desempenho e mobiliário com design e layout efetivos.



Cobrir ruído

com um sistema de **mascaramento de som** de qualidade que cobre o espaço de uniformemente.



25

Cobrir o restante do som intruso dentro de um espaço usando um sistema de mascaramento de som confortável e uniformemente distribuído que pode ser ajustado para se obterem os níveis de privacidade desejados.

Objetivo da Estratégia de Design Integrado: Privacidade Normal

A integração de sistemas de **forros**, de **mobiliário** e de **mascaramento de som** cria uma oportunidade para atingir um determinado nível de privacidade da conversa.(fala)

	<u>OP típico</u>	<u>OP melhorado</u>	<u>O Melhor OP</u>
Absorb [ceiling]	140 AC 0,55 NRC	170 AC 0,70 NRC	200 AC 0,90 NRC
Bloqueio (mobiliário)	painel de 48" STC = 14	painel de 60" STC = 24	painel de 66" STC = 24
Cobrir (mascaramento)	sem mascaramento	com mascaramento	com mascaramento
Resultado	40% do PI	76% do PI	88% do PI

26

Observe os níveis de desempenho do PI dados os materiais escolhidos em cada um desses cenários. Apenas um dos três alcança privacidade não intrusiva ou normal. Os melhores designs de plano aberto incorporam diretrizes mínimas de desempenho para forros e mobiliário, e incluem um sistema de mascaramento de som de qualidade. Essa é a base do ABC do design acústico equilibrado. Vamos discutir cada elemento do ABC mais detalhadamente.

Papel Fundamental do Sistema de Forro



- ⇒ Controlar o som refletido de fontes próximas e distantes.
- ⇒ Necessita de alta absorção de som na gama de frequências crítica da conversa, com base na compreensão da fala.
 - 500 Hz
 - 1000 Hz
 - 2000 Hz
 - 4000 Hz



27

A obtenção de privacidade na conversa depende de um bom design acústico e da seleção adequada de materiais e sistemas de interiores. Nesse sentido, a escolha adequada de um forro pode servir tanto para limitar a intrusão de som entre espaços, quanto para afetar a qualidade do som em um espaço. O forro é, portanto, um elemento chave na criação de um ambiente acústico que pode manter a privacidade da conversa.

Ao selecionar forros, a utilização do mesmo forro acústico em todo o espaço não é sempre a melhor escolha. Isso porque, em termos de privacidade discurso, há uma diferença significativa entre os requisitos acústicos dos forros utilizados em espaços fechados, e dos forros utilizados em espaços abertos. Como resultado, áreas diferentes exigem forros diferentes e aplicações diferentes do ABC do design acústico equilibrado.

Papel Fundamental do Sistema de Forro



- ⇒ A classificação do NRC convencional não é apropriada para o plano aberto.
 - O NRC é a média de absorção de banda de 250, 500, 1000 e 2000 Hz.
 - Uma banda de 250 Hz é insignificante para a fala, no entanto, uma banda de 4000 Hz é muito importante.
 - O NRC só é aplicável a fontes de ruído distantes em plano aberto, como para atenuar o desconforto em call centers por meio de painéis mobiliários baixos, ou entre grupos de áreas abertas da equipe.
- ⇒ Os valores de AC são mais importantes para a privacidade da conversa no plano aberto.

28

Em espaços abertos, a principal função do forro é absorver o som que normalmente seria refletido pelo forro em um espaço ou cabine próxima. Para a privacidade da conversa, a melhor escolha é um forro acústico de fibra de vidro com uma classificação de AC de 180 ou superior, e um NRC de 0,80 ou superior.

Sempre baseie a sua seleção de produtos em forros com desempenho acústico classificado pela UL. Isso garantirá que o forro cumpra ou exceda os valores publicados. Além disso, o forro deve ter ao menos 9' de altura para atender à classificação de AC publicada.

Papel Fundamental do Sistema de Forro



- ⇒ **Classe de Articulação:** Uma medida para classificar o desempenho de um forro quanto a privacidade da conversa (fala) em um ambiente de plano aberto onde o forro reflete o som entre dois espaços adjacentes divididos por painéis e mobiliários de altura média. (meia altura)
- ⇒ Um sistema de forro com $AC \leq 150$ tem baixo desempenho, enquanto um com $AC \geq 200$ tem alto desempenho.



29

Ruído intrusivo e falta de privacidade para conversar pode ser um problema relevante em escritório em plano aberto. O ruído intrusivo pode reduzir significativamente a concentração de funcionários e o resultado do trabalho, e pode levar à diminuição da satisfação com o trabalho. Além disso, as conversas ouvidas por acaso podem levar a violações de confidencialidade não intencionais nas áreas de trabalho sensíveis.

Por sorte, existe um teste de ASTM para avaliar as opções de forro para o plano aberto. ASTM E 1130 define como o som viaja entre as estações de trabalho, e os resultados: quanto maior a classificação de AC, melhor. forros com AC alto ajudam-lhe a entregar um design melhor em combinação com design e layout de mobiliário adequado, e com mascaramento de som que cobre outros ruídos não absorvidos pelos divisores do mobiliário ou pelos forros.

Papel Fundamental do Sistema de Forro



Índice de AC do Sistema de Forro

Céu aberto	AC 240
Fibra de vidro de alto desempenho	AC 210 a 190
Fibra mineral de alto desempenho	AC 180 a 170
Fibra mineral padrão	AC 160 a 150
Gesso/vidro	AC 120

30

Como regra geral, quanto mais poroso for o produto, melhor ele absorverá o som. Forros de fibra de vidro de alto desempenho são ideais para plano aberto, no entanto, esses forros não são apropriados para escritórios particulares, onde o bloqueio de som também é fundamental. Em áreas planas fechadas, um forro de fibra mineral de alto desempenho seria uma melhor escolha para bloquear o som que viaja entre os escritórios que compartilham um mesmo forro.

Papel Fundamental do Sistema de Forro



Função do AC do Forro na Obtenção de Privacidade

[Design da estação de trabalho 180cm x 245cm)

⇒ **1^a condição**

- AC do forro 140/NRC 0,55.
- Som de mascaramento 48 decibéis = resultado = 73% de índice de privacidade.
- Painel de 60" de altura.

⇒ **2^a condição**

- AC do forro 200/NRC 0,90.
- Som de mascaramento 48 decibéis = resultado = 82% de índice de privacidade.
- Painel de 150cm de altura.

31

Sistemas de forro têm uma função fundamental no plano aberto. Cabines de tamanhos diferentes também são importantes. Duas regras para lembrar: quanto mais alto for o forro (maior que 10'), melhor será a dissipação do som; e quanto maior for a cabine (em torno de 10' x 10'), mais aceitável um forro de AC 170 será para o espaço. Se essas condições não existem, um forro alto desempenho é fundamental para o design do plano aberto. Como diretriz, os padrões recomendados de AC são:

• O máximo desempenho é garantido por um painel de fibra de vidro, que varia de 190 AC a 210 AC, dependendo da espessura do painel e do revestimento protetor.

• AC mínimo necessário para a privacidade aceitável da conversa:

Estações de trabalho de 10' x 10' com altura do forro de pelo menos 10', e divisores altos de AC 170 (NRC 75), que é um design raro no plano aberto atual.

Estações de trabalho de menores de 6' x 8' tem AC 200 (NRC 90+), que é o design mais comum no plano aberto atual.

• O desempenho do forro inferior a AC 200 resultará em privacidade para conversar menor que a aceitável para a maioria dos trabalhadores conseguirem pensar e se concentrar em pequenas estações de trabalho de 6' x 8'.

Função dos Sistemas de Mascaramento de Som



Por que São Necessários?

- ⇒ Criam um “som brando” como ruído de fundo (similar ao som do sistema de climatização) para cobrir a conversa intrusa.
- ⇒ Os sistemas de climatização modernos, incluindo os sistemas de volume de ar variável e os sistemas de ar por piso radiante, tornam os prédios **demasiadamente** silenciosos.
- ⇒ Um nível moderado de ruído de fundo agora é necessário para bloquear conversas e impedir que elas sejam ouvidas.

32

O mascaramento de som é uma aplicação precisa do som eletrônico de fundo que se mistura ao ambiente para encobrir ou "mascarar" ruídos indesejados. É importante porque a privacidade da conversa depende da relação entre a fala intrusa de uma conversa próxima e o nível de ruído de fundo, que em muitos casos é proveniente do sistema de climatização (AVAC). Para obter a privacidade da conversa, o nível de ruído de fundo deve ser maior do que o nível de fala intrusa.

A escolha adequada de um forro acústico ajudará a diminuir o nível de som intruso. No passado, o ruído de fundo proporcionado pelo equipamento de AVAC costumava ser suficiente para assegurar a privacidade da conversa. Com o advento dos equipamentos de AVAC mais silenciosos, principalmente dos sistemas de volume de ar variável (VAV) e dos sistemas de ar por piso radiante, isso não acontece mais.

O Que é Mascaramento de Som?



Principais Recursos dos Sistemas de Mascaramento de Som

- ⇒ Som de fundo preciso, gerado eletronicamente com o objetivo de mascarar o ruído distrativo.
- ⇒ Os espectros de mascaramento de som são projetados para as frequências de fala de 200 Hz a 5000 Hz.
- ⇒ O som de mascaramento deve ser uniforme ao cobrir uma área.

33

Para ser mais eficaz, o som de mascaramento deve cobrir o espaço de maneira uniforme, tornando conversas próximas menos compreensíveis em todo o espaço. Ao assegurar que menos conversas sejam ouvidas e compreendidas, os ocupantes poderão se concentrar melhor e aumentar a eficiência no trabalho.

Função Dos Sistemas De Mascaramento De Som



Função do Mascaramento na Obtenção ne Privacidade [Design da estação de trabalho 180cm x 245cm)

⇒ 1^a condição

- AC do forro 200/NRC 0,90.
- Painel alto do mobiliário de 170cm" = 88% de índice de privacidade.
- 48 decibéis de mascaramento de som.

⇒ 2^a condição

- AC do forro200/NRC 0,90.
- painel do mobiliário de 170cm de altura= 70% do índice de privacidade.
- Sem mascaramento.

Custo: aproximadamente US\$1,25/SF instalado.

34

O mascaramento de som deve ser considerado um componente vital no design inicial da construção de todos os espaços em plano aberto, pois ele tem o potencial para encobrir conversas residuais não controladas por outros elementos da arquitetura para o controle de som.

O mascaramento de som na era atual de estações de trabalho menores (cabines de 6' x 8') ajuda a oferecer "privacidade normal" em áreas de escritório abertas, enquanto a falta dele oferece "privacidade marginal ou ruim". A satisfação dos funcionários e o aumento da produtividade podem ser obtidos com um pequeno investimento de cerca de um dólar por metro quadrado orçado para mascaramento de som.

Função do Sistema de Mobiliário



Pequenas Estações de Trabalho Atuais Recursos Necessários de Design do Produto

- ⇒ Altura do painel de pelo menos 150cm preferencialmente de 170cm
- ⇒ STC do painel = mínimo de 24.
- ⇒ A absorção de som em painéis do mobiliário é eficaz apenas nos painéis altos, ou para fontes sonoras distantes.



35

Nos escritórios em plano aberto com cabines, os painéis do mobiliários devem ter 60" ou mais de altura, com uma classificação da STC de 24 ou superior. Utilize cabines de quatro lados (menos lados comprometem a privacidade em alguma direção) para impedir percursos de som diretos escalonando a localização das entradas das cabines.

Função do Sistema de Mobiliário



Função da Altura do Painel do Mobiliário na Obtenção de

Privacidade

[Designs da estação de trabalho de 180x245cm a 245x245cm)

⇒ **1^a condição**

- AC do forro 200/NRC 0,90.
- Som de mascaramento 48 decibéis = resultado = 84% de índice de privacidade.
- Painel de 160cm de altura.

⇒ **2^a condição**

- AC do forro 200/NRC 0,90.
- Som de mascaramento 48 decibéis = resultado = 68% de índice de privacidade.
- Painel de 120cm de altura.

36

Esses dois exemplos ilustram a importância relativa da altura do painel, e como ela afeta o nível de privacidade da conversa. Os painéis menores de 60" muitas vezes significam "privacidade ruim". Se os clientes preferirem ver os seus funcionários, ou acreditarem que divisórios menores significam maior colaboração no ambiente, considere divisórias com vidro na partição, ou áreas separadas projetadas especificamente para agrupamentos.

Problemas no Design e Layout do Mobiliário

- ⇒ A STC dos painéis do mobiliário é fundamental para os painéis altos, um STC de 24 é preferencial como parte da solução para obter a privacidade normal da conversa.
- ⇒ Cabines de quatro lados são necessárias (menos lados comprometem a privacidade).
- ⇒ Evite o layout da linha de visão entre os trabalhadores de cabine para cabine.
- ⇒ Utilize paredes desmontáveis de altura máxima ou painéis do mobiliário altos para áreas de agrupamento do escritório.
- ⇒ Seções de vidro na parte superior dos painéis do mobiliário (acima de 120cm) são efetivas.
 - Benefício da luz do dia.
 - Benefício da conectividade visual.
 - O vidro DS padrão é aceitável para a STC 24.

37

Pesquisas sugerem que até mesmo os te forros de fibra de vidro de alto desempenho com o melhor sistema de mascaramento fornecerão apenas um índice de privacidade de 45% com sistemas de painéis de 48". O problema é que o ruído da fala passará por cima do mobiliário dos sistemas de 48". Os painéis devem ter pelo menos 60" de altura para conterem a maior parte do ruído da fala.

A única opção viável para proporcionar privacidade de conversa aceitável com sistemas de painéis de 48" é de adicionar seções de vidro à parte superior dos painéis de mobiliário para estendê-los até 60" de altura. Isso resultará na contenção da maior parte do ruído da fala na estação de trabalho, ao mesmo tempo em que permitirá a entrada da luz do dia. As seções de vidro também permitirão a visibilidade da cabine, permitindo que outros funcionários vejam se o ocupante está disponível.

O vidro, ou as seções de acrílico, costuma ser disponibilizado pelos fabricantes de mobiliário, e impedirá que a maior parte do ruído do discurso direto saia da cabine por meio da reflexão do som de volta às estações de trabalho, que o 'despistará' (ou será absorvido pelas pessoas, carpetes, painéis das estações de trabalho, etc.)



Aplicações em Forros de Laje Exposta

- ⇒ Nenhum forro/nenhum forro
 - Pode causar problemas com a reflexão de som muito acima da laje, causando reverberação excessiva.
 - As reflexões especulares entre cabines adjacentes em plano aberto com altura do forro menor que 4.5m' causa distrações para os ocupantes próximos.
- ⇒ Teto com nuvem acústica/forro interrompido
 - Pode ajudar a controlar reflexos especulares entre as cabines.
 - Pode ser usado para reduzir a reverberação distante no espaço.



38

Uma tendência arquitetônica, uma laje exposta, ou a falta de forro muitas vezes resultam em problemas relativos à acústica da sala e a como utilizar os sistemas eletrônicos de mascaramento de som. Esse design causa problemas com a reflexão de som a partir laje sólida acima. Os problemas são de duas ordens:

- Reflexões especulares entre cabines adjacentes em plano aberto com a altura do forro menor que 15', que causa distrações para os ocupantes próximos e afeta o desempenho do trabalho.
- Reverberação nas áreas elevadas do forro como resultado de todas as fontes distantes, incluindo pessoas e equipamentos, o que provoca incômodo a todos os ocupantes.

Como não há forro no forro, o mascaramento de som uniforme só pode ser introduzido por meio de um alto-falante de irradiação direta, que tem um vasto padrão de dispersão de som através de uma ampla gama de frequência. Os habituais sistemas de mascaramento de som que ficam dentro do forro não funcionam adequadamente nesta situação. Muitos problemas de ruído relacionados a este design podem ser tratados usando nuvens acústicas para o forro. Os forros de alto desempenho (AC 200 ou NRC 0,65 a 0,95) em seções parciais acima de áreas de trabalho sensíveis podem ajudar a reduzir as distrações dos ocupantes no plano aberto,

controlando os reflexos especulares e as fontes distantes de ruído de reverberação.

Considerações Acústicas Adicionais



A Altura do forro Tem Influência Sobre a Absorção de Som

⇒ Forros Altos

- Um percurso maior para o som percorrer.
- Mais fácil obter boa privacidade de conversa e pouco incômodo.
- Maior gama de opções de forro.
- Melhor instalação de mascaramento.



⇒ Forros Baixos

- Um percurso menor para o som percorrer.
- O desempenho do forro é fundamental.
- Forros congestionados típicos.
- Espaçamento afetado do sistema de mascaramento.

39

A altura do t forro é um dos principais fatores que afetam o desempenho do sistema de mascaramento e arquitetônico. É muito mais fácil obter boa privacidade de conversa e pouco incômodo com forros mais elevados, e a gama de opções de forro também é ampliada.

Os forros altos permitem o melhor desempenho devido ao longo percurso que o som precisa percorrer, seja ele vozes adentrando os escritórios adjacentes, ou som de mascaramento irradiando do forro. Uma gama mais ampla de escolhas de painéis ou placas de forro, até menores de 200 AC, pode ser utilizada no plano aberto. E os alto-falantes de mascaramento podem ter um maior espaçamento central (menor custo potencial instalado) com uniformidade superior, mas podem exigir uma configuração de energia maior.

Por outro lado, os forros baixos podem fornecer desafios de design únicos. A seleção do forro é mais importante devido ao percurso menor que o som deve percorrer, e isto costuma sugerir uma escolha de AC 200 para o plano aberto. Os sistemas de mascaramento localizados no forro precisam de menor espaçamento entre os alto-falantes para preservar a uniformidade espacial, e para evitar o desenvolvimento de "pontos quentes" na área ocupada abaixo. Os alto-falantes de irradiação direta não são

recomendados para o mascaramento de som quando a altura do forro é menor do que 8'6". Isto é porque a altura da orelha de uma pessoa de pé pode estar a apenas 2' do alto-falante para muitas das pessoas altas, e elas podem detectar a presença de um alto-falante de mascaramento. Finalmente, muitas vezes o forro é baixo como resultado de restrições de altura da construção. Isso também congestiona os forros.



Luminárias e Outros Dispositivos no Plano do Forro

- ⇒ Qualquer elemento instalado no plano do forro pode afetar negativamente o desempenho da absorção de som (AC e NRC) e da barreira do som (CAC) do forro.
- ⇒ O tipo certo de luminária para uso no escritório em plano aberto é fundamental para minimizar a reflexão de som da luminária:
 - O pior tipo é a luminária de lente plana.
 - As luminárias pendentes são a melhor opção.



40

Para a maioria dos arquitetos e designers de interiores, o forro é um elemento visual do projeto arquitetônico, mas para o engenheiro mecânico, é um elemento para esconder o equipamento mecânico no forro, e uma oportunidade para suspender luzes e outras tecnologias de uma grade. Conforme os sistemas de construção se desenvolverem de forma mais tecnológica, o plano de forro e o forro se tornarão mais congestionados com todos os tipos de sensores e atuadores. Qualquer elemento instalado no plano do forro pode afetar negativamente o desempenho da absorção de som (AC) e da barreira do som(CAC) do painel do forro, e isso poderá se tornar um problema.

Por exemplo, a escolha do tipo certo de luminária para uso no escritório em plano aberto é fundamental para minimizar a reflexão de som da luminária: O pior tipo é a luminária de lente plana. Uma escolha muito melhor seria uma luminária pendente.



Sistemas de Ar por Piso Radiante

- ⇒ Costuma resultar em ruído de fundo do AVAC que normalmente é 10 dB menor do que seria esperado (o espaço é muito silencioso, o ruído de fundo afeta os ocupantes de forma negativa).
- ⇒ O mascaramento se torna mais importante, pois o grau de privacidade de conversa alcançado depende da relação entre discurso intruso e ruído de fundo, que muitas vezes é metade do que o esperado.



41

Mais prédios já estão sendo projetados com sistemas de "piso elevado" para rotear utilitários e cabeamento, etc. Alguns também estão aproveitando o sistema de piso elevado para possibilitar a entrega de ar partindo do chão, em vez de partir do forro. O ruído de fundo do AVAC resultante dos sistemas de distribuição de ar por piso radiante é normalmente 10 dB menor do que seria esperado (exceto próximo ao duto de entrada). Isso significa que a aplicação de um sistema de mascaramento de som se torna ainda mais importante, pois o grau de privacidade de conversa alcançado depende da relação entre discurso intruso e ruído de fundo, que nesse caso costuma ser metade do que o esperado.



Diferentes Espaços, Diferentes Necessidades

- ⇒ Para espaços de uso misto e diferentes funcionários/funções.
- ⇒ Exemplos em plano aberto:
 - Os funcionários precisam de privacidade normal de conversa para trabalhar sem distração.
 - Funcionários da administração que dependem da colaboração e da formação de equipes.
 - A preferência é pelos divisores menores de 150cm
 - O objetivo é reduzir o raio do incômodo.
- ⇒ Solução comum:
 - Forros de alto desempenho.
 - Mascaramento de som efetivo.
- ⇒ Trata-se de equilíbrio: o design certo para o seu espaço.

 **Absorva e cubra**
sons distrativos.

42

Diferentes espaços têm diferentes necessidades.

Para espaços de uso misto e diferentes funcionários/funções onde:

1. Os trabalhadores de conhecimento precisam de privacidade normal de conversa para trabalhar sem distração.
2. Funcionários da administração que dependem da colaboração e da formação de equipes: divisores menores de 60" são preferenciais.

As soluções comuns incluem:

- Teto de alto desempenho.
- Mascaramento de som efetivo.

Trata-se de equilíbrio: o design certo para o seu espaço.

Resumo da Acústica em Plano Aberto.



Absorção Forros Acústicos (AC 210 a 200).

Bloqueio Divisória de mobiliário padrão de 150 a 170cm com STC do painel = mínimo de 24.

Cobertura Sistema de mascaramento de som uniforme.

O objetivo do design do escritório em plano aberto é um PI de 80% a 95%, para obter privacidade de conversa "não Intrusiva, normal".

43

Um design acústico equilibrado composto de forros acústicos de alto desempenho para a absorção de som; paredes eficazes, forro, e mobiliário para bloquear o som; e um sistema de mascaramento de som para cobrir o som de maneira fácil e econômica, que ajuda a atender às necessidades de privacidade de conversa.

Resultados Finais



Percebendo os Benefícios De um Design Acústico Equilibrado Para o Plano Aberto

- ⇒ **Os funcionários** são beneficiados por:
 - Um ambiente de trabalho melhor e mais silencioso.
 - Habilidade de se concentrar e ainda colaborar com os colegas.
- ⇒ **Os funcionários** são beneficiados por:
 - Ambiente melhorado que aborda as tecnologias atuais e futuras.
 - Funcionários mais satisfeitos: atração/retenção melhorada.
 - Funcionários mais produtivos.

**CLIENTES
SATISFEITOS**

**Menos agitação + Mais produtividade =
Custos menores + Receita adicional**

44

O uso-bem sucedido do ABC do design acústico equilibrado pode aumentar a satisfação dos funcionários e aumentar sua eficiência no trabalho. O uso bem sucedido desta solução de design ajuda a fornecer aos funcionários do escritório o nível de privacidade da conversa necessário para que eles se sintam mais confortáveis em seu ambiente de trabalho. Por fim, os clientes podem promover seus prédios para atraírem e reterem funcionários de alto desempenho.