



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



PRO

PRO 3433 – Ergonomia, Saúde e Segurança no Trabalho

Ambiências físicas

Prof. Dr. Fausto L Mascia

1



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



PRO

Ambiências físicas

Objetivo: apresentar as principais ambiências físicas presentes nas situações de trabalho

Com esta aula você será capaz de identificar as ambiências físicas relevantes para análise da situação de trabalho

2



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Ambiências físicas

Sumário

- Ambiências físicas: aspectos gerais
- Ambiência sonora
- Vibrações
- Ambiência térmica
- Ambiência luminosa

3



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Toda tarefa se desenvolve em ambiente físico: exposição à ruídos e vibrações; microclima e iluminação do posto/situação de trabalho.

Análise da atividade – análise das ambiências físicas – pode revelar incômodos queixas ou dificuldades para o trabalhador neste ambiente.

Ambiências físicas: Risco e interesse

Aspectos negativos – intensidades em excesso ou qualidade prejudicada: entaves/bloqueios para comunicação ou processos de comunicação
Efeitos sobre a saúde do trabalhador.

Interesse para o trabalhador:

- fornecer informações sobre o estado do dispositivo utilizado ou sobre o estágio de realização do produto no processo.
- possibilidade de monitoramento de máquina pelo ruído e informações visuais; situações com mais de uma máquina a monitorar simultaneamente.

4



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Essa dualidade (fonte de informação/fonte de incômodo) permite explicar certos comportamentos e estratégias para execução de certas operações ou interrupção repentina de ações em curso para execução de outras.

Informação para uns, incômodo para outros (que estão próximos)

Levar em conta estes fatores em todo projeto de situação de trabalho (ou modificações dela) e na proteção individual.

Suprimir ou reduzir o incômodo e os riscos resultantes da ambiência e também tentar preservar o aspecto informativo.

5



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Medida e análise das ambiências físicas

A análise da atividade sempre precede a análise das ambiências físicas, incluindo suas medidas.

Entender a pertinência de uma ambiência física, entender as dificuldades que estas colocam para o operador ao realizar a atividade e as estratégias adotadas para remediá-las.

Saber quando, onde e em quais condições esses fatores se manifestam para se efetuar medidas - cuidados

Natureza **espacial**: no posto, onde fica o trabalhador; deslocamentos? possibilidade de realização de um mapeamento.

Natureza **temporal**: medir durante vários ciclos de trabalho (entender a variabilidade de um ciclo a outro); pode ser sazonal – horários.

6



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Aparente “facilidade” de realizar medidas – cuidados:

- Acesso ao local para realizar medições (razões de segurança);
- Valores medidos próximos ao limite de intensidade admitido com duração flutuante – a análise é mais difícil.
- Somente a duração da exposição não permite uma avaliação clara dos riscos; exposição contínua x exposição fracionada ao longo do tempo.
- Limites de intensidade para exposição às vibrações ou ao ruído de impacto são incertos.

7



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Da análise à ação nas ambiências físicas

Normas

Ponto favorável – referência para justificar a mudança.
Ponto desfavorável – pode representar uma restrição para “ir mais longe”.

Os limites de exposição – resultado de um consenso (momentâneo); não expressam uma situação de conforto. Não levam em conta a variabilidade existente entre os trabalhadores.
Necessidade de evolução e atualização das normas.

Alternativa – concepção criteriosa da situação de trabalho ou sua transformação. Política de aquisição e manutenção de equipamentos

Modificações na fonte são difíceis e custosas;
EPI – eficácia muito limitada, embora de menor custo.
Modificações organizacionais – redução do tempo de exposição

8

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433

PRO

Ambiência sonora

Exposição a ruídos no ambiente de trabalho – consequência de utilização de máquinas e ferramentas;

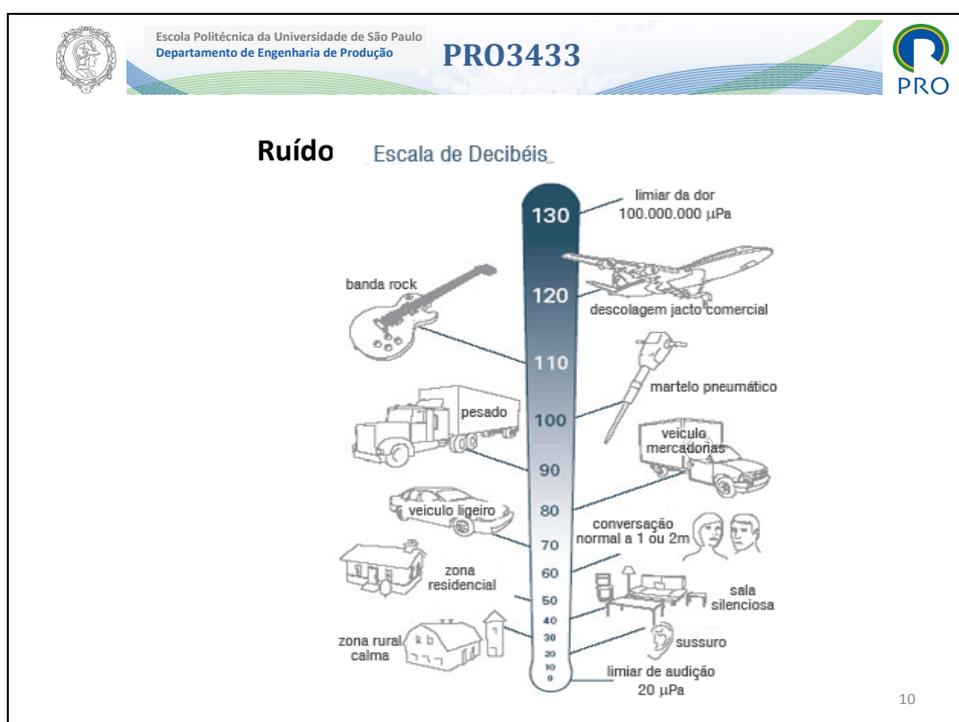
Nocividade associada a três parâmetros: nível sonoro, frequência e duração da exposição.

Acima de 80 dB (exposição diária) – risco da audição se degradar
Acima de 120 dB – desconforto; Acima de 140 dB – dor

Ruído: mistura de sons de frequência diferentes.

Difícil estabelecer o limiar do incômodo – varia com o tipo de situação, de tarefa e do domínio sobre ela.
O Incômodo provém do antagonismo entre a concentração necessária para a tarefa e a perturbação causada pelo ruído.

9





Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Ambiência sonora – ruído

Pode provocar maior risco de erro; necessário maior concentração – significa mais fadiga.

Pode provocar efeito de máscara (dificuldades de compreensão ou de captura de informação. Aumento do risco de incidente ou acidente.

Efeitos no sistema auditivo da exposição intensa ao ruído:

Alta temporária do limiar auditivo (nível sonoro mínimo para se ouvir); maior o nível sonoro e tempo de exposição, maior a fadiga. Consequências para o trabalhador – maior exigência para o trabalho e menor segurança.

Pode ser recuperado com interrupção da exposição (descanso entre jornadas); necessário acompanhar os efeitos do longo prazo.

11



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Efeitos no sistema auditivo da exposição intensa ao ruído:

Alta irreversível do limiar auditivo.

Exposição, mesmo breve, a nível sonoro muito elevado com destruição imediata (ou no curto prazo) de diferentes partes do ouvido e receptores auditivos.

Exposição repetida e prolongada a ruído de nível superior a 80 dB(A). Essa repetição de micro traumatismos acarreta surdez em longo prazo.

Perturbações da audição (zumbidos, chiados, estalidos, etc.)

12



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Ruído – Possibilidades de ação

Conhecer bem o ruído – condição para ação
Mais fácil agir contra os sons de alta frequência (menor propagação).

Modificação do processo para métodos menos ruidosos
Conservação e manutenção preventiva dos equipamentos

Redução de ruído na fonte – recobrimento de máquinas apenas em situações com poucas intervenções sobre elas.

Utilização de materiais absorventes nas paredes e teto reduz a propagação do ruído; só eficaz para aqueles que estão longe da fonte.

Uso e EPIs – tem eficácia limitada para níveis sonoros elevados; proteção incompleta (colocação, movimentos da cabeça, mandíbula e da fala.

13



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Vibrações

Capazes de produzir incômodo ou risco. O conhecimento sobre os efeitos no ser humano ainda são precários.

Acarreta aumento de dificuldade na realização das tarefas (diminuição na coordenação dos gestos, precisão e rapidez).

Caracterizadas por duas variáveis: frequência e intensidade.

Efeitos das vibrações: o corpo humano se comporta como um conjunto de massas suspensas umas às outras.

Distinções – vibrações transmitidas por ferramentas aos membros superiores; transmitidas ao conjunto do corpo por uma máquina fixa ou por veículo.

14



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Vibrações transmitidas por ferramentas seguradas pela mão provocam distúrbios:

Ósteomusculares (mão, punho, cotovelo, ombro). Incômodo e dores ao fazer movimentos e ao usar estes equipamentos.

Angio-neurológicos (mão). Distúrbios de circulação. Provoca edema e perda passageira de sensibilidade; distúrbios musculares.

Vibrações transmitidas ao conjunto do corpo (altas intensidades)

Dores torácicas, abdominais, musculares, dorsais e vertebrais

15



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Efeitos das vibrações nas capacidades de trabalho:

- Redução do desempenho visual; agravado por movimentos complexos da cabeça – erros, incidentes ou acidentes;
- Menor controle motor (movimentos, reflexos, equilíbrio, postura) e redução das possibilidades de ação;
- Aumento do tempo de reação (diminuição da atenção, percepção e desempenho mental e fadiga) consequente redução da qualidade das ações realizadas.

16



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Vibrações possibilidades de ação: Reduzir a transmissão das vibrações ao solo (máquinas fixas) ou ao trabalhador;

- Suprimir ou diminuir as vibrações da ferramenta pelo cabo da ferramenta (desacoplamento do corpo e cabo; diminuir o recuo); instalação de isoladores em máquinas fixas (atenuação);
- Em caso de veículos, atenuar as vibrações ao banco; suspensão de cabine em relação ao restante do veículo reduz a amplitude das vibrações;
- Atenção para luvas – podem representar dificuldade para segurar a ferramenta; leva ao uso de força maior – anulação do efeito de atenuação;
- Algumas posturas agravam o efeito das vibrações (flexões ou torções na coluna) – localização de comandos e fontes de informação.

17



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Ambiência térmica

Ser humano – animal homeotérmico (temperatura corporal mantida próxima de 37°C) por meio de mecanismos termo regulatórios.

O organismo gera calor (queima de açúcares, gorduras e proteínas) liberando gás carbônico e água.

Parte do calor - conservado internamente; parte é eliminado pelos mecanismos de sudorese e também por trocas contínuas com o ambiente por processos de condução, convecção e irradiação.

O exercício físico produz calor suplementar.

Em ambiência fria é mais fácil fazer essa troca.

18



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Ambiência térmica

Relativo ao micro clima da situação/posto de trabalho.

Variações de um local a outro, conforme o processo utilizado.

Parâmetro significativo no trabalho – forte interação com as possibilidades de trabalho físico.

Pode sofrer influências do clima externo e suas variações sazonais.

Componentes: temperatura, velocidade de deslocamento do ar, umidade e radiação infravermelha.

19



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Ambiência térmica – efeitos no corpo humano

Sensação de conforto – variáveis características da situação próximas de: 20 a 21°C; 50 a 60% u.r.; 0,1 a 0,25 m/s velocidade do ar.

Diferenças interindividuais – difícil consenso sobre conforto

Trabalho sob calor

Impõe redistribuição do sangue e aceleração de sua circulação (resposta às exigências do trabalho e termo regulação).

Em temperaturas elevadas – conflito entre duas exigências: irrigação mínima dos tecidos – o volume sanguíneo é fixo.

Efeitos patológicos imediatos: ativação excessiva da termo regulação – produz síncope de calor, desidratação, afecções cutâneas.

20



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Trabalho sob calor

Efeitos de longo prazo no sistema cardiovascular

Efeitos no trabalho: diminuição da vigilância, degradação das coordenações sensório motoras.

Trabalho no frio

Redistribuição do fluxo sanguíneo para manutenção da temperatura central – queda da temperatura na periferia do corpo.

Persistindo o frio – aumento do metabolismo, tensão muscular, aparecimento do arrepio térmico (produção de calor para impedir o resfriamento central) duração limitada.

Trabalho físico (pesado) é favorecido pelo frio – perdas térmicas favorecidas por conta do aumento metabólico; extremidades ameaçadas por congelamento? Baixo rendimento em trabalhos que exigem propriocepção e agilidade com os dedos.

21



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Medida da ambiência e análise

Dificuldades por conta das variações rápidas dos fatores ambientais e das características humanas.

Importante conhecer as características dos fatores ambientais no posto de trabalho, gasto energético durante a atividade e do isolamento da indumentária.

Índice IBUTG – índice de bulbo úmido de termômetro de globo

Medidas devem ser comparadas com valores de referência.

Redução do constrangimento térmico, do trabalho físico ou do tempo de presença no local.

22



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Temperatura – ações sobre a situação

Concepção arquitetônica (limitação da penetração / propagação da radiação infravermelha no local e modificação térmica do ambiente)

Redução da intensidade do trabalho físico; permitir descansos em salas climatizadas e favorecer a termo regulação corporal

Trajes protetores contra irradiação infravermelha (EPI) causam diminuição das trocas efetuadas por evaporação e elevação da temperatura central.

Ambientes frios: aquecimento ou isolamento indumentário.

Isolamento das mãos restringe a habilidade manual.

23



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Ambiência luminosa

Quantidade de luz natural ou artificial na situação de trabalho.

Iluminação inadequada induz: desconforto, fadiga – sem provocar doença profissional.

Avaliação da qualidade da ambiência luminosa:

Iluminação (lux) – quantidade de luz que chega ao posto de trabalho;

Luminância (cd/m²) – quantidade de luz que penetra no olho e estimula a retina

Contraste – relação de luminância entre o objeto observado e os objetos que o cercam.

24



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Efeitos visuais do trabalho

Luminância muito alta – risco de ofuscamento; visão difícil ou impossível; possível lesão na retina em casos extremos.

Luminância muito fraca – percepção ruim ou impossível.

O Conforto da situação depende também do contraste.

Em situações com iluminação ruim ou de tarefa visual desgastante (leitura com iluminação fraca, letras pequenas, trabalho com monitor) pode surgir fadiga visual – proporcional à dificuldade e o tempo de exposição.

Sintomas: oculares (irritação) visuais (visão degradada por dificuldades de acomodação e convergência ocular, variação da sensibilidade) gerais (fadiga, dores de cabeça) – Descanso.

25



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO3433



Agir sobre a situação

Prover boa iluminação requer conhecer as exigências do trabalho, as condições do trabalhador e sua atividade (sua maneira de trabalhar – posição em relação às fontes luminosas).

Respeitar os valores mínimos de iluminação compatíveis com o tipo de trabalho realizado.

Iluminação natural - considerar as flutuações ao longo da jornada, do ano (maior ou menor incidência de luz solar).

Posição dos monitores de computador: disposição das luminárias, posição das janelas;

Instalação de cortinas, persianas, etc.

26