

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de
Produção
Curso de Engenharia de Produção

**Análise da Influência das Condições Ambientais nos
Laboratórios de Ensino dos Cursos do Centro de Tecnologia
da Universidade Estadual de Maringá**

Josiane Carla Pedrão Gouveia

TCC-EP-38-2009

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção
Curso de Engenharia de Produção

**Análise da Influência das Condições Ambientais nos
Laboratórios de Ensino dos Cursos do Centro de Tecnologia
da Universidade Estadual de Maringá**

Josiane Carla Pedrão Gouveia

TCC-EP-38-2009

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.^(a): Dra Márcia Samed

**Maringá - Paraná
2009**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, especialmente meus pais, Luiz e Cida, pelo apoio e incentivo durante todo o curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, pela cooperação e confiança, pois sem eles, seria impossível estar aqui. Aos meus avós, Nino e Laura, pela preocupação, carinho e almoços deliciosos nos feriados. Ao meu irmão, Vítor, pela companhia, noites de filmes e seriados. Aos meus tios e primos por torcerem por mim.

Aos professores que contribuíram de uma forma ou outra, para minha formação acadêmica e profissional. Em especial, a professora Márcia, por me orientar neste trabalho e a professora Maria de Lourdes por me dar a oportunidade de monitoria.

Agradeço aos meus colegas de curso por toda a troca de informações e reclamações em conjunto. Aos meus amigos por sempre oferecerem um ombro, um lenço e uma cerveja. Ao meu amigo e supervisor Rafael por todo o apoio na faculdade e no estágio.

Agradeço ao pessoal da minha banda, Battle Lord, por todos os ensaios, risadas e apresentações, principalmente ao Luiz, por todas as conversas, sermões, piadas e abraços.

Agradeço aos técnicos, auxiliares e professores do Centro de Tecnologia que me ajudaram e na elaboração deste trabalho.

EPÍGRAFE

“A coisa mais autêntica sobre nós é nossa capacidade de criar, de superar, de suportar, de transformar, de amar e de sermos gratos até mesmo no nosso sofrimento.”

Ben Okri

RESUMO

Esta pesquisa realizou um monitoramento das condições ambientais, especificamente, das condições de temperatura, iluminação e ruído de alguns laboratórios de ensino do Centro de Tecnologia (CTC) da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foram analisados os efeitos destas variáveis nos usuários, a conformidade ou não-conformidade com os níveis exigidos pelas normas brasileiras de acordo com as atividades realizadas em cada laboratório.

Para a aferição das condições ambientais foi reservado dois dias de medição, sendo um dia para o laboratório vazio e outro para o laboratório em uso, dependendo da disponibilidade do mesmo, iniciando em setembro, utilizando um Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro, THDL-400 da marca Instrutherm. As medições seguiram as normas brasileiras: para a iluminação foi utilizada a NBR 5382, para temperatura foi utilizada a NR 15 e NR 17, para ruído foi utilizada a NBR 10151. Também foi aplicado um questionário para os usuários dos laboratórios com o propósito de verificar a influência destas condições no processo de ensino e aprendizagem. Após as aferições, observações e aplicação dos questionários, realizou-se uma análise para cada laboratório e, nos casos de não conformidade, apresentou-se uma proposta de melhoria.

Palavras-chave: iluminação, ruído, temperatura, ensino.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	JUSTIFICATIVA	2
1.2	DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3	OBJETIVOS	2
4.1.1	<i>Objetivo geral.....</i>	2
4.1.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	3
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1	CONCEITO	4
2.2	HISTÓRIA DA ERGONOMIA.....	4
2.3	APLICAÇÕES DA ERGONOMIA	5
2.4	ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO	5
4.1.3	<i>Análise da Tarefa</i>	5
2.5	ILUMINAÇÃO	6
2.6	TEMPERATURA	9
2.7	RUÍDO	12
2.8	TRABALHOS RELACIONADOS AO SETOR DE EDUCAÇÃO.....	14
3	DESENVOLVIMENTO	15
3.1	TIPO DE PESQUISA	15
3.2	MÉTODO DE PESQUISA.....	15
3.3	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	15
3.4	PROCEDIMENTO PARA AFERIÇÃO DA ILUMINAÇÃO (NBR 5382)	16
3.5	PROCEDIMENTO PARA AFERIÇÃO DA TEMPERATURA (NR 15).....	17
3.6	PROCEDIMENTO PARA AFERIÇÃO DO RUÍDO (NR 15).....	18
3.7	QUESTIONÁRIO E OBSERVAÇÃO.....	18
4	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	19
4.1	LABORATÓRIO COMPUTACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (LCEP)	19
4.1.1	<i>Iluminação</i>	20
4.1.2	<i>Ruído.....</i>	20
4.1.3	<i>Temperatura</i>	20
4.1.4	<i>Questionário.....</i>	20
4.1.5	<i>Resumo.....</i>	21
4.1.6	<i>Análise e Diagnóstico</i>	21
4.1.7	<i>Proposta.....</i>	23
4.2	LABORATÓRIO DE MODELAGEM – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	23
4.2.1	<i>Iluminação</i>	24
4.2.2	<i>Ruído.....</i>	25
4.2.3	<i>Temperatura</i>	25
4.2.4	<i>Questionário.....</i>	25
4.2.5	<i>Resumo.....</i>	25
4.2.6	<i>Análise e Diagnóstico</i>	26
4.2.7	<i>Proposta.....</i>	27
4.3	LABORATÓRIO DE COSTURA – ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	28
4.3.1	<i>Iluminação</i>	29
4.3.2	<i>Ruído.....</i>	29
4.3.3	<i>Temperatura</i>	29
4.3.4	<i>Questionário.....</i>	29
4.3.5	<i>Resumo.....</i>	30
4.3.6	<i>Análise e Diagnóstico</i>	30
4.3.7	<i>Proposta.....</i>	32
4.4	LABORATÓRIO DE MECÂNICA PESADA – ENGENHARIA MECÂNICA	32

4.4.1	<i>Iluminação</i>	33
4.4.2	<i>Ruído</i>	33
4.4.3	<i>Temperatura</i>	33
4.4.4	<i>Questionário</i>	34
4.4.5	<i>Resumo</i>	34
4.4.6	<i>Análise e Diagnóstico</i>	34
4.4.7	<i>Proposta</i>	35
4.5	LABORATÓRIO 002 – ENGENHARIA DE ALIMENTOS	36
4.5.1	<i>Iluminação</i>	36
4.5.2	<i>Ruído</i>	37
4.5.3	<i>Temperatura</i>	37
4.5.4	<i>Questionário</i>	37
4.5.5	<i>Resumo</i>	37
4.5.6	<i>Análise e Diagnóstico</i>	38
4.5.7	<i>Proposta</i>	39
4.6	LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA 2 (LIN 2)	39
4.6.1	<i>Iluminação</i>	40
4.6.2	<i>Ruído</i>	40
4.6.3	<i>Temperatura</i>	41
4.6.4	<i>Questionário</i>	41
4.6.5	<i>Resumo</i>	41
4.6.6	<i>Análise e Diagnóstico</i>	41
4.6.7	<i>Proposta</i>	43
5	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	52
	ANEXO A – NBR 5382 – PROCEDIMENTOS PARA VERIFICAÇÃO DA ILUMINAÇÃO	55

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO. FONTE: VIEIRA (1997)	8
FIGURA 2 - LCEP	19
FIGURA 3 – LABORATÓRIO DE MODELAGEM DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	24
FIGURA 4 – REFLEXO NO LABORATÓRIO DE MODELAGEM.....	27
FIGURA 5 – LABORATÓRIO DE COSTURA.....	28
FIGURA 6 – LÂMPADA QUEIMADA NO LABORATÓRIO DE COSTURA	31
FIGURA 7 – LABORATÓRIO DE MECÂNICA PESADA.....	33
FIGURA 8 - LABORATÓRIO 002.....	36
FIGURA 9 – LIN 2	40
QUADRO 1 – RELAÇÃO ENTRE BULBO SECO E UMIDADE DO AR	10
QUADRO 2 - TIPO DE ATIVIDADE E METABOLISMO CORRESPONDENTE.	11
QUADRO 3 – REGIME DE TRABALHO EM FUNÇÃO DO IBUTG.	12
QUADRO 4 – TEMPO DE EXPOSIÇÃO A RUÍDOS.....	13
QUADRO 5 - VALORES DAS CONDIÇÕES PARA O LCEP	21
QUADRO 6 – FATORES DE INFLUÊNCIA NA ESCOLHA DA ILUMINAÇÃO PARA O LCEP	21
QUADRO 7 – VALORES DAS CONDIÇÕES DO LABORATÓRIO DE MODELAGEM	26
QUADRO 8 – FATORES DE INFLUÊNCIA NA ESCOLHA DA ILUMINAÇÃO PARA O LABORATÓRIO DE MODELAGEM.....	26
QUADRO 9 – VALORES DAS CONDIÇÕES DO LABORATÓRIO DE COSTURA	30
QUADRO 10 – FATORES DE INFLUÊNCIA NA ESCOLHA DA ILUMINAÇÃO PARA O LABORATÓRIO DE COSTURA	30
QUADRO 11 – VALORES DAS CONDIÇÕES DO LABORATÓRIO DE MECÂNICA PESADA	34
QUADRO 12 – FATORES DE INFLUÊNCIA NA ESCOLHA DA ILUMINAÇÃO PARA O LABORATÓRIO DE MECÂNICA PESADA	35
QUADRO 13 - VALORES DAS CONDIÇÕES PARA O LABORATÓRIO 002	37
QUADRO 14 – FATORES DE INFLUÊNCIA NA ESCOLHA DA ILUMINAÇÃO PARA O LABORATÓRIO 002.....	38
QUADRO 15 - VALORES DAS CONDIÇÕES PARA O LIN 2	41
QUADRO 16 – FATORES DE INFLUÊNCIA NA ESCOLHA DA ILUMINAÇÃO PARA O LIN 2.....	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ILUMINÂNCIAS POR CLASSE DE TAREFAS VISUAIS.	7
TABELA 2 - FATORES DETERMINANTES DA ILUMINÂNCIA ADEQUADA.	7
TABELA 3 – FAIXA DE ILUMINÂNCIA PARA SETORES ESPECÍFICOS.	8
TABELA 4: VALORES DB(A) PARA CONFORTO ACÚSTICO.	13

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia
AET – Análise Ergonômica da Tarefa
CRT – Tubo de Raio Catódico
CTC – Centro de Tecnologia
dB – Decibéis
DEM – Departamento de Engenharia Mecânica
DEP – Departamento de Engenharia de Produção
IBUTG – Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo
LCD – *Liquid Crystal Display* (monitor de cristal líquido)
LCEP – Laboratório Computacional da Engenharia de Produção
LIN – Laboratório de Informática
NBR – Norma Brasileira Registrada
NC – Curva de Avaliação de Ruído
NPS – Nível de Pressão Sonora
NR – Norma Regulamentadora
UEM – Universidade Estadual de Maringá

1 INTRODUÇÃO

A organização do trabalho atual gerou uma sociedade com grandes contingentes de trabalhadores. A participação dos indivíduos no mercado de trabalho passou a representar direta ou indiretamente o principal meio de vida do todos (BLATTMANN; BORGES, 1998).

A evolução tecnológica e as novas técnicas de gestão dos negócios têm modificado os métodos e processos de produção. Com essas mudanças é necessário proporcionar aos operadores, condições adequadas para que possam trabalhar com conforto e segurança, portanto é importante e necessário projetar o posto de trabalho e, organizar o sistema de produção com concepção ergonômica (SANTOS, 2009).

De acordo com Iida (2003), ergonomia é o estudo que visa adaptar o trabalho ao homem analisando vários aspectos como: psicológicos, organizacionais, antropométricos, tecnológicos e ambientais. Dentre os aspectos ambientais, quatro características se destacam por influenciar o comportamento, conseqüentemente, o rendimento: temperatura, ruído, vibração e iluminação.

As condições ambientais desfavoráveis, tais como excesso de ruído, altas temperaturas, são uma grande fonte de tensão no trabalho, pois causam desconforto, aumentam o risco de acidentes, além de possíveis danos, alguns irreversíveis à saúde do operador (IIDA, 2005).

Devido aos problemas que as condições ambientais desfavoráveis podem causar, há várias normas regulamentadoras dos níveis aceitáveis. As condições ambientais de trabalho devem ser condizentes às características psicológicas e fisiológicas dos trabalhadores e também ao trabalho a ser realizado para que o trabalhador tenha o máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psico-fisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho (NR 17, 1990).

Com base nessas normas e tendo em vista as atividades em cada laboratório, foi desenvolvido um estudo visando o conforto, segurança e uma melhor qualidade de aprendizado.

1.1 Justificativa

Um local de trabalho com as condições ambientais adequadas, além de evitar acidentes e problemas de saúde, garante um lugar confortável que incentiva a produtividade, diminuindo gastos com retrabalho, desperdício de tempo e de energia, por isso a análise ergonômica das condições ambientais é necessária.

Nos laboratórios de ensino, as condições de temperatura, iluminação e ruído podem interferir no aprendizado do aluno, na observação de experimentos, leitura, comunicação, saúde, entre outros problemas, não só para o aluno, mas para todos que utilizam estes laboratórios.

Deste modo, neste trabalho, avaliou-se as condições ambientais, por meio de medições, realizou-se um diagnóstico de acordo com as normas brasileiras e desenvolveu-se uma proposta de melhoria, quando necessário, para cada laboratório.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

Esta pesquisa buscou monitorar as condições ambientais, especificamente, condições de temperatura, iluminação e ruído de alguns laboratórios de ensino do Centro de Tecnologia (CTC) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), cujos cursos são: Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica, Engenharia de Alimentos e Informática, analisando os efeitos destas variáveis nos usuários, a conformidade ou não-conformidade com os níveis exigidos pelas normas brasileiras de acordo com as atividades realizadas em cada laboratório.

1.3 Objetivos

4.1.1 Objetivo geral

Avaliar as condições ambientais dos laboratórios de ensino do Centro de Tecnologia (CTC) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) de acordo com as especificações exigidas pelas normas brasileiras de acordo com as operações realizadas no ambiente a ser avaliado.

4.1.2 Objetivos específicos

- Efetuar um estudo teórico sobre as condições ambientais e os requisitos necessários para a realização das atividades nos laboratórios de ensino, visando atender suas especificidades.
- Aferir os níveis de iluminação, ruído e temperatura nos laboratórios em tela.
- Realizar um diagnóstico acerca dos efeitos fisiológicos das condições sobre os usuários dos laboratórios.
- Analisar as necessidades de adequar os laboratórios em conformidade com as normas.
- Elaborar uma proposta para cada laboratório, abrangendo as condições ambientais que apresentam não-conformidades.

1.4 Estrutura do Trabalho

Neste Capítulo apresentou-se a introdução, justificativa, objetivos geral e específicos, delimitação do problema e estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura sobre o assunto em questão.

O Capítulo 3 apresenta o desenvolvimento do trabalho que se subdivide em: elaboração de um questionário, descrição dos ambientes de trabalho, metodologia utilizada na coleta de dados sobre as condições de iluminação, ruído e temperatura, nos laboratórios.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e discute os valores e informações obtidos pela aferição das condições e questionário. Neste mesmo capítulo é apresentada também as propostas de melhoria.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões sobre o efeito das condições ambientais dos laboratórios no ensino e aprendizagem dos usuários.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Conceito

Segundo a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) ergonomia é uma disciplina “relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema”.

A ergonomia é uma tecnologia, ou seja, um conjunto de conhecimentos sobre o homem que é aplicado aos problemas relacionados ao sistema homem-máquina, que surgiu da necessidade prática de adaptar o trabalho ao homem (LAVILLE, 1977).

2.2 História da Ergonomia

Durante a 1ª Guerra Mundial, no ano de 1915, foi fundada a Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições, onde fisiologistas e psicólogos foram chamados para ajudar no esforço de aumentar a produção de armamentos. Em 1929, esta comissão foi transformou-se no Instituto de Pesquisa sobre Saúde no Trabalho, ampliando assim seu campo de trabalho, realizando pesquisas sobre posturas no trabalho, carga manual, seleção, treinamento, preocupações com as condições ambientais (IIDA, 2003).

Durante a 2ª Guerra Mundial a evolução da tecnologia permitiu a construção de máquinas bélicas mais complexas em condições extremas. Erros, acidentes e fatalidades aconteciam, mesmo com a seleção, treinamento e motivação dos trabalhadores. Novos estudos foram necessários para superar estes obstáculos, aprofundando o conhecimento sobre comportamento e relação homem-máquina (MONDELO *et al.*, 1999).

Após a 2ª Guerra Mundial a ergonomia se expandiu e novas associações são criadas, tais como *Ergonomic Research Society* (Inglaterra), *Human Factors Society* (EUA). Em 1963, foi criada a SELF na Europa, uma organização focada na adaptação das condições de trabalho às características do trabalhador (COTRIM, 2004).

2.3 Aplicações da Ergonomia

No começo, as aplicações da ergonomia eram restritas à indústria e ao setor militar. Atualmente, expandiu-se para a agricultura, ao setor de serviços e à vida cotidiana do cidadão comum (IIDA, 2005).

As condições de trabalho que são estudadas pela ergonomia incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho e à própria organização do trabalho (NR 17).

Portanto, o campo de estudo e aplicações da ergonomia é muito amplo e sempre em evolução, como no caso do setor de serviços, pois sempre novas necessidades são criadas, novas tecnologias e novos conhecimentos, tornando os setores de serviços complexos e oferecendo uma boa oportunidade para estudos e aplicações da ergonomia (IIDA, 2005).

2.4 Análise ergonômica do trabalho

Análise Ergonômica do Trabalho (AET) “permite identificar e avaliar a ação das principais condicionantes que podem afetar o trabalho e contexto organizacional” (FEITOSA; MOREIRA, 2009, p.1). A AET é “constituída de três fases: análise da demanda, análise da tarefa e análise das atividades” (FIALHO; SANTOS, 1995, p.39). Após as análises é possível chegar a um diagnóstico e recomendações ergonômicas.

A AET é um modelo metodológico que possibilita através do ponto de vista da atividade, entender e relacionar os determinantes das situações de trabalho com as suas conseqüências para os trabalhadores e para o sistema de produção, por meio de entrevistas com os trabalhadores, gerencia e observações das atividades em situação real de trabalho (GUÉRIN *apud* TOTI; LAAT, 2008).

4.1.3 Análise da Tarefa

A análise da tarefa coincide com a análise das condições de trabalho que podem ser tecnológicas, ambientais e organizacionais (FIALHO; SANTOS, 1995).

Meio ambiente de trabalho é tudo que está relacionado às condições físicas, químicas, biológicas e ambientais, que podem influenciar o trabalho do operador (FIALHO; SANTOS, 1995).

No estudo apresentado por Feitosa e Moreira (2009), utiliza-se a análise da tarefa para encontrar as situações problemáticas sobre as condições ambientais em uma pequena empresa de perfumaria e cosméticos e “foram analisadas diversas variáveis ambientais que podem representar focos de risco, causando danos ao desempenho e à saúde dos empregados”. Dentre estas variáveis, destacaram-se as condições de temperatura, iluminação e ruído.

2.5 Iluminação

O correto planejamento da iluminação ajuda a aumentar a satisfação no trabalho e produtividade, redução da fadiga e acidentes (IIDA, 2005).

A intensidade de iluminação requerida para desempenhar qualquer trabalho depende de sua natureza. Os trabalhos que envolvem movimentos delicados e precisos necessitam de níveis altos de iluminação, já trabalhos menos delicados requerem níveis mais baixos de iluminação (SLACK *et al.*, 2002).

Para melhor entendimento da iluminação, é necessário definir o que é iluminância e luminância. “Iluminância é a quantidade de luz que incide sobre uma superfície e luminância é a quantidade de luz refletida ou emitida de uma superfície” (VIEIRA, 2005).

As condições de iluminação para que se tenha conforto visual e bom desempenho são: nível de luminância adequado; equilíbrio espacial das luminâncias das superfícies, uniformidade temporal da iluminação; eliminação de ofuscamento com luzes apropriadas. Se o nível de iluminação é muito alto, causa ofuscamento; se o nível é muito baixo, o esforço visual é maior (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

A NR 17 determina que haja iluminação adequada, natural ou artificial, em todos os locais de trabalho, projetada de forma que não haja ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

Por meio da NBR 5413, é possível determinar qual o nível de iluminância necessário a cada ambiente relativo à atividade realizada, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais.

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de Atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20 – 30 – 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 – 75 – 100	Orientação simples para permanência curta
	100 – 150 – 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 – 300 – 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 – 750 – 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 – 1500 – 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 – 3000 – 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 – 7500 – 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 – 15000 – 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Fonte: NBR 5413.

Para seleção da iluminância necessária é preciso analisar os seguintes fatores: idade, velocidade, precisão e refletância do fundo da tarefa. Estes fatores e seus pesos estão indicados na Tabela 2.

Tabela 2 - Fatores determinantes da iluminância adequada.

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e Precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: NBR 5413.

É necessário analisar cada característica e atribuir o seu peso, somar os pesos, respeitando os sinais. Se o total for -2 ou -3, utilizar a iluminância inferior; se o total for +2 ou +3, utilizar a iluminância superior; para os outros resultados, deve-se utilizar a iluminância média.

A NBR 5413 também estabelece de forma mais específica a iluminância necessária para diversos setores de uma escola como indica a tabela abaixo.

Tabela 3 – Faixa de iluminância para setores específicos.

Setor	Iluminância (lux)
Salas de aula	200 - 300 - 500
Quadros negros	300 - 500 - 750
Salas de trabalhos manuais	200 - 300 - 500
Laboratórios (geral)	150 - 200 - 300
Laboratórios (local)	300 - 500 - 750

Adaptado da NBR 5413.

O sistema de iluminação depende da escolha do tipo de lâmpada, seja incandescente, fluorescente, mercúrio; luminárias, pois têm função de proteger as lâmpadas, orientar ou concentrar o fecho luminoso, difundir a luz, reduzir o ofuscamento e proporcionar um bom efeito decorativo e a distribuição destas (IIDA, 2005). Há 3 tipos de sistemas de iluminação (Figura 1):

- Iluminação geral: colocação regular de luminárias em toda a área.
- Iluminação localizada: concentra maior intensidade de iluminamento sobre a tarefa.
- Iluminação combinada: a iluminação geral pode ser complementada com focos de luz localizados sobre a tarefa.

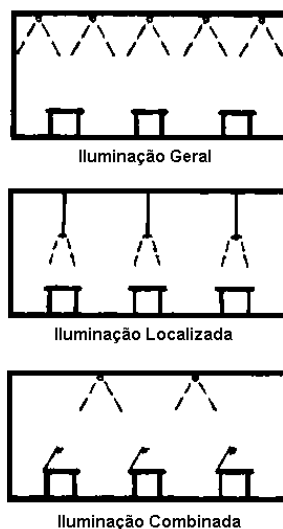


Figura 1 – Sistemas de Iluminação. Fonte: VIEIRA (1997)

O trabalho apresentado por Malavazi (2006) avalia a iluminação de uma empresa de fios e constata que somente 10,13% das áreas avaliadas, estavam com iluminação adequada. Por meio do estudo de luminotécnica e de dimensionamento da iluminação, é proposto um projeto de adequação com potencial de economia de energia, favorecimento da qualidade de produção e valor agregado ao produto.

Uma indústria americana de fiação de algodão mostrou um aumento de produção de 5% quando o nível de iluminamento aumentou de 170 para 340 lux. Além de diminuir a quantidade de refugo, o custo total caiu em 24,5% (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

2.6 Temperatura

A temperatura do ambiente depende dos seguintes componentes: temperatura do ar, temperatura das superfícies no entorno, umidade, movimento e qualidade do ar.

A temperatura efetiva é a média entre a temperatura do ar (temperatura do bulbo úmido e do bulbo seco) e a temperatura das superfícies no entorno. Recomenda-se que esta temperatura fique entre 20 a 23°C (NR 17), e a diferença entre a temperatura do ar e das adjacências seja pequena.

Para se encontrar a temperatura de bulbo úmido, quando não houver equipamento adequado, a Quadro X é utilizada, partindo dos valores obtidos pelo termômetro de bulbo seco (t_s) e a umidade relativa do ar, desta forma, é possível achar o Δt , que é a diferença (também chamado de depressão) entre o valor do bulbo seco e do bulbo úmido. Por exemplo: se a temperatura aferida pelo termômetro (bulbo seco) for 20°C e a umidade do ar ser 96%, então o Δt é de 0,5, indicando a temperatura do bulbo úmido de 19,5 °C, totalizando uma temperatura efetiva de 19,75°C. A NR 17 recomenda que a umidade relativa seja superior a 40%, pois abaixo desse limite o ar se torna muito seco, causando problemas de saúde e que a velocidade do ar não ultrapasse 0,75 m/s.

Δt t	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10
3	92	84	76	69	62	54	47	40	32	25	12	*	*	*	*
4	93	85	77	70	63	56	49	43	35	29	16	*	*	*	*
5	93	86	78	72	65	58	51	45	38	32	30	*	*	*	*
6	94	87	80	73	66	60	54	47	41	35	23	11	*	*	*
7	94	87	81	74	67	62	54	49	43	38	26	15	*	*	*
8	94	88	82	75	69	64	56	51	46	40	29	19	*	*	*
9	94	88	82	76	70	65	59	53	48	42	32	22	12	*	*
10	94	89	83	77	71	66	61	56	51	45	35	26	17	*	*
11	94	89	83	78	72	67	66	57	52	47	37	28	19	*	*
12	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	38	30	21	*	*
13	95	89	84	79	74	69	64	60	56	50	40	32	24	15	*
14	95	90	85	79	75	70	65	61	57	52	48	34	26	18	*
15	95	90	85	80	76	71	66	62	58	53	44	36	28	20	13
16	95	90	85	80	77	72	67	63	59	55	46	38	31	23	16
17	95	90	86	81	77	72	68	64	60	56	46	40	36	25	18
18	96	90	86	82	78	73	69	65	61	57	48	42	35	27	20
19	96	91	87	82	78	74	70	66	62	58	51	54	37	29	22
20	96	91	87	83	79	74	71	66	63	59	58	45	38	31	24
21	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	53	45	39	32	26
22	96	91	88	84	80	76	72	68	64	61	54	47	41	34	28
23	96	92	88	84	80	77	73	69	65	62	54	48	42	36	30
24	96	92	88	85	81	77	74	70	66	63	56	49	43	37	31
25	96	92	88	85	81	78	75	71	67	64	56	51	45	39	36
26	96	92	89	85	81	78	75	71	67	64	58	52	46	40	35
27	96	93	90	86	82	79	76	72	69	65	59	53	47	41	36
28	96	93	90	86	82	79	76	72	69	66	60	54	48	42	37
29	96	93	90	86	82	79	76	73	70	66	61	55	49	43	38
30	96	93	90	86	82	79	76	73	70	66	61	55	50	44	39
31	96	93	90	86	82	80	77	73	70	67	61	56	51	45	40
32	96	93	90	86	83	80	77	73	71	68	62	57	52	46	41
33	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	62	57	58	47	42
34	96	93	90	87	83	80	77	74	71	69	63	58	52	48	43
35	97	93	90	87	84	81	78	74	72	69	64	59	53	49	44
36	97	93	90	87	84	81	78	75	72	70	64	59	54	50	45
37	97	93	90	87	84	81	78	75	73	70	65	60	54	51	46
38	97	93	91	88	85	82	79	75	73	70	66	61	55	51	46
39	97	94	91	88	85	82	79	75	74	71	66	61	56	52	46
40	97	94	91	88	86	82	79	76	74	71	66	61	56	52	47
41	97	94	91	88	86	83	80	76	75	71	67	62	57	53	47
42	97	94	91	88	86	83	80	77	75	72	67	62	57	53	48
43	97	94	91	89	87	83	80	77	76	72	67	62	58	54	48
44	97	94	91	89	87	84	81	77	76	72	68	63	58	54	48
45	97	94	91	89	87	84	81	78	76	73	68	63	59	55	49

Quadro 1 – Relação entre bulbo seco e umidade do ar

Fonte: Netto (2009).

A sensação de desconforto pode aumentar de um simples desconforto até a dor e gera alterações funcionais que podem afetar o corpo todo. O excesso de calor pode causar sonolência, cansaço, redução do desempenho e aumento de erros, pois como mecanismo de equilíbrio térmico, a redução da atividade faz o corpo produzir menos calor interno. O super-resfriamento gera superatividade, falta de concentração. Portanto, a manutenção de um ambiente onde a temperatura é confortável é necessária para a segurança, saúde e eficiência do operador (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Reis (2001) apresenta um estudo de caso em um abatedouro de frangos e identifica que a grande diferença de temperaturas (12 à 40°C) e a umidade constante em contato direto contribuem para ocorrência de lesões músculo-esqueléticas, fadiga, *stress* e diminuição da capacidade produtiva.

A NR 15 determina o tipo de trabalho, a taxa de metabolismo e os limites tolerados de exposição ao calor, por meio do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), que será explicado na metodologia. O Quadro 1 apresenta os tipos de atividades e as taxas de metabolismo.

Tipo de Atividade	Kcal/h
SENTADO EM REPOUSO	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

Quadro 2 - Tipo de atividade e metabolismo correspondente.

Fonte: NR 15.

Após calcular o IBUTG e determinar qual o tipo de atividade, é possível saber, por meio do Quadro 2, se há conformidade ou não. Caso não haja conformidade, é possível fazer o diagnóstico e propor medidas corretivas, posto que, cada tipo de atividade tem sua temperatura pré-estabelecida na norma.

Regime de Trabalho Intermitente com Descanso no Próprio Local de Trabalho (por hora)	Tipo de Atividade		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Quadro 3 – Regime de trabalho em função do IBUTG.

Fonte: NR 15.

2.7 Ruído

Ruído é qualquer som indesejado, que não oferece informação alguma. A exposição excessiva a ruídos pode causar perda da audição, perturbação do sono, alteração do estado de alerta e dificuldade de comunicação (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Laville (1977) diz que há dois tipos de ruídos: os significativos e os não-significativos. Os ruídos significativos (por exemplo, a palavra) interferem nas tarefas mentais complexas, porém abrandam os efeitos da monotonia em tarefas simples. Os ruídos não-significativos, que não têm conteúdo informativo causam perturbações que estão relacionadas à intensidade do ruído. Essas perturbações causam problemas de saúde, falta de comunicação e acidentes no trabalho.

Nos locais de trabalho em que são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: sala de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros, recomenda-se que os níveis de ruído estejam de acordo com a NBR 10152. Caso, a atividade tenha as características acima, porém não apresenta nenhuma correlação com o que é apresentado na NBR 10152, deve-se adotar um nível de ruído máximo de 65 decibéis (dB) (NR 17).

A NBR 10152 estabelece os níveis de ruído para conforto acústico por local. A Tabela 4 apresenta a relação entre os locais, o valor de decibéis e a curva de avaliação de ruído (NC). O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior

significa o nível sonoro aceitável para a finalidade. Níveis superiores aos estabelecidos nesta Tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde.

Tabela 4 - Valores dB(A) para conforto acústico.

Locais	dB(A)	NC
Escolas		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 – 45	30 – 40
Salas de aula, Laboratórios	40 – 50	35 – 45
Circulação	45 – 55	40 – 50

Fonte: Adaptado da NBR 10152.

A NR 15 estabelece os níveis de ruído e tempo máximo de exposição, classificando os ruídos em: contínuos, intermitentes e de impacto. O ruído de impacto apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo e os ruídos contínuos ou intermitentes são aqueles que não sejam ruído de impacto. Do ponto de vista técnico, ruído contínuo é aquele cujo NPS varia 3 dB durante um longo período de observação, enquanto o ruído intermitente varia até 3 dB em períodos curtos, entretanto nas normas não há separação com relação à análise de exposição (Vieira, 2005). O Quadro 3 apresenta os níveis de ruído e a máxima exposição permitida pela NR 15.

Nível de Ruído dB(A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
97	1 hora e 15 minutos
98	1 hora
99	45 minutos
100	35 minutos
102	30 minutos
104	25 minutos
105	20 minutos
106	15 minutos
108	10 minutos
110	08 minutos
112	07 minutos

Quadro 4 – Tempo de exposição a ruídos.

Fonte: NR 15.

Lopes *et al.* (2004) apresentam uma análise das condições do ambiente de trabalho em indústrias de processamento de madeira e comprovam a maioria das atividades são feitas em ambientes com níveis de ruídos inadequados. É necessária, além da conscientização do uso dos protetores e manutenção das máquinas, uma iniciativa dos fabricantes de maquinário atentar aos aspectos ergonômicos, tornando-os mais seguros.

Souza (2007) fez uma análise ergonômica do trabalho de operários de caixa de um supermercado, onde 75% dos entrevistados reclamaram do ruído excessivo e o aponta como causa de cansaço e distração.

2.8 Trabalhos Relacionados ao Setor de Educação

Máximo *et al.* (2008) avaliaram o laboratório de eletrônica da Universidade Federal do Amazonas com o propósito de proporcionar segurança e conforto aos usuários, levantando as necessidade e dificuldades dos usuários e o registro das atividades desenvolvidas no ambiente, porém mantém o foco no ergodesign dos móveis.

No trabalho de Coutinho *et al.* (2003) foram levantados os possíveis efeitos de condições ambientais desfavoráveis no ensino-aprendizagem, tais como: professores em salas ruidosas reclamavam da dispersão dos alunos, inteligibilidade, incômodo e problemas de voz; e a aferição das condições ambientais, constatando-se que realmente que o nível de ruído de uma sala estava fora do permitido.

Couto (2006) faz um estudo sobre os laboratórios de informática em instituições de ensino superior de Lavras, concluindo que o mau posicionamento das lâmpadas dificultava a leitura nos monitores devido ao reflexo.

3 DESENVOLVIMENTO

Com objetivo de validar o que foi exposto até agora, o estudo contou com uma metodologia de pesquisa adequada, em que foi abordada a estratégia de pesquisa, o método de pesquisa, o tipo de pesquisa, a unidade de pesquisa e os instrumentos usados para coleta de dados.

Segundo Gil (2002, p.17) a pesquisa pode ser definida como “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

O problema proposto neste trabalho foi análise ergonômica das condições ambientais de 6 laboratórios de ensino da UEM, buscando melhorias na qualidade do aprendizado e utilização dos mesmos.

3.1 Tipo de pesquisa

O tipo de pesquisa utilizado foi a pesquisa descritiva, que tem como objetivo principal a descrição das características de uma população ou fenômeno especificamente, ou estabelecer uma relação entre as variáveis (GIL, 2002).

A pesquisa também apresenta caráter exploratório para proporcionar maior familiaridade com o problema, aprimorar idéias. Em geral, as pesquisas exploratórias envolvem: levantamento bibliográfico, entrevistas e estudo de caso.

3.2 Método de pesquisa

Foi utilizado o estudo de caso que consiste no estudo profundo de poucos objetos para que seja possível um conhecimento detalhado (GIL, 2002).

3.3 Instrumento de Coleta de Dados

Os instrumentos para a coleta de dados foram baseados em pesquisa bibliográfica, observação, questionário e aferição das condições ambientais.

A pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre um assunto específico (Gil, 1999). Portanto, foram utilizados livros para estabelecer os conceitos e fundamentações sobre o tema abordado e, visando complementar a revisão bibliográfica deste trabalho, foram incluídos estudos de casos para estabelecimento de parâmetros e metodologias.

O questionário é a técnica coleta de dados, onde o pesquisado responde por escrito um conjunto de questões (Gil, 1999). Neste trabalho, um questionário foi aplicado aos usuários dos laboratórios com o ocasionam. A observação participante ou ativa foi necessária para conhecimento da situação e atividades desenvolvidas nos laboratórios.

Para a aferição das condições ambientais foram reservados dois dias de medição, sendo um dia para o laboratório vazio e outro para o laboratório em uso, dependendo da disponibilidade do mesmo, iniciando em setembro. As medições seguiram as normas brasileiras: para a iluminação foi utilizada a NBR 5382, para temperatura foi utilizada a NR 15 e NR 17, para ruído foi utilizada a NBR 10151.

Os instrumentos utilizados foram: Termo-higro-decibelímetro-luxímetro THDL-400 da marca Instrutherm para aferição das condições, câmera digital Pentax para o registro dos laboratórios.

3.4 Procedimento para aferição da iluminação (NBR 5382)

- a) Foi utilizado o THDL-400 na função de luxímetro com fotocélula em temperatura ambiental entre 15°C e 50°C.
- b) Antes da medição, o instrumento foi exposto à uma iluminância da instalação a ser medida, por um período de 5 minutos, para que as fotocélulas se adaptassem.
- c) A medição da iluminância foi feita a um plano horizontal a 0,75m do piso ou no posto de trabalho.
- d) Determinou-se o tipo de iluminação e distribuição: campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras; área regular com luminária central; área regular com linha única de luminárias individuais; área regular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias;

área regular com uma linha contínua de luminárias; área regular com teto luminoso para cada laboratório.

- e) Seguiu-se as recomendações da NBR 5382 sobre os pontos a serem medidos e as fórmulas a aplicar de acordo com a área determinada (ANEXO A).
- f) Analisou-se o resultado obtido com as Tabelas 1, 2 e 3, para verificar a conformidade ou não.

3.5 Procedimento para aferição da temperatura (NR 15)

- a) Foi utilizado o THDL na função de termômetro e higrômetro.
- b) As medições foram efetuadas no local onde permanece o usuário do laboratório, à altura da região do corpo mais atingida.
- c) Foi utilizado o "Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo" – IBUTG, para avaliação das exposições, definido pelas equações que se seguem:

Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$IBUTG = 0,7 \, tbn + 0,3 \, tg$$

Ambientes externos com carga solar:

$$IBUTG = 0,7 \, tbn + 0,1 \, tbs + 0,2 \, tg$$

Em que:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural;

tg = temperatura de globo;

tbs = temperatura de bulbo seco.

- d) Determinou-se o valor da temperatura de bulbo úmido de acordo com o Quadro 1.
- e) Determinou-se o tipo de atividade, de acordo com o Quadro 2.

3.6 Procedimento para aferição do ruído (NR 15)

- a) Os níveis de ruído contínuo ou intermitente foram medidos em decibéis (dB) com instrumento THDL na função de decibelímetro operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras foram feitas próximas ao ouvido do trabalhador.
- b) Em caso de ruídos de impacto, foram avaliados em decibéis (dB), com medidor de nível de pressão sonora operando no circuito linear e circuito de resposta para impacto. As leituras foram feitas próximas ao ouvido do trabalhador. O limite de tolerância para ruído de impacto é de 130 dB (linear). Nos intervalos entre os picos, o ruído existente foi avaliado como ruído contínuo. Como não se dispunha de medidor do nível de pressão sonora com circuito de resposta para impacto, foi válida a leitura feita no circuito de resposta rápida (FAST) e circuito de compensação "C". Neste caso, o limite de tolerância é de 120 dB(C).

3.7 Questionário e Observação

Elaborou-se um questionário de forma a manter o anonimato dos respondentes, porém informações como idade e sexo foram necessárias. O questionário abordou as condições ambientais: iluminação, temperatura e ruído e os possíveis efeitos destas nos usuários, para estabelecer uma relação entre os níveis das condições e o comportamento dos usuários (ver APÊNDICE A). Foi baseado no modelo desenvolvido por Carvalho (2005) e adequado à realidade deste trabalho.

O questionário foi aplicado aos acadêmicos, técnicos e professores que utilizam os laboratórios estudados.

A observação participante analisou o comportamento dos usuários nas atuais condições ambientais, procurando se há, ou não, sinais de desconforto, tais como: aproximação à tela do computador por falta de iluminação; tampar os ouvidos por ruído excessivo.

Desta forma, a observação foi uma fonte de informação externa para comparar com os resultados do questionário e das aferições.

4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Laboratório Computacional de Engenharia de Produção (LCEP)

Este laboratório é utilizado para monitoria, pesquisa e aulas por alunos e professores do Departamento de Engenharia de Produção (DEP) e está localizado no Bloco 19-20. O laboratório tem forma retangular, possui 30 computadores do tipo *desktop*, sendo 25 deles com monitor de cristal líquido (LCD) e os outros 5 de tubo de raio catódico (CRT). Possui também 2 condicionadores de ar, 4 janelas com película escurecedora, 6 luminárias do tipo calha chanfrada com 2 lâmpadas fluorescentes cada (GE Duramax Universal Luz do Dia de 40W e fluxo luminoso nominal de 2550 lumens) em sistema de iluminação geral e um quadro branco, como poderá ser visto na Figura 2.



Figura 2 - LCEP

As aferições das condições de iluminação, ruído e temperatura para o laboratório vazio foram realizadas no dia 16 de setembro de 2009 no período de 10h00min às 11h00min. As condições externas para esta aferição foram: dia nublado, temperatura externa de 26 a 28 °C e movimentação na área externa do laboratório. No dia 24 de setembro foi realizada a aferição das condições em questão com o laboratório em uso no período de 21h00min às 22h00min, no período de aula da disciplina de Simulação de Sistemas de Produção. As condições externas

para esta aferição foram: noite úmida com temperatura amena (em relação à outra aferição) e pouca movimentação externa.

4.1.1 Iluminação

A aferição da iluminação seguiu a metodologia proposta, classificando a área para cálculo como campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras, obtendo a iluminância média para a sala vazia, com os computadores e monitores ligados, de 135 lux, variando de 80 a 200 lux em todo o recinto e para o laboratório em aula, obteve-se iluminância média de 140 lux, com os computadores e monitores ligados.

4.1.2 Ruído

A aferição do ruído seguiu a metodologia para ruídos contínuos, chegando ao valor médio de ruído para a sala vazia de 62 dB, com a variação de 60 a 65 dB, sendo a proximidade com o condicionador de ar responsável pelo maior valor. Para o laboratório em aula, o valor médio foi 65 dB, variando de 60 a 70 dB. Não foram encontrados ruídos de impacto.

4.1.3 Temperatura

A aferição da temperatura seguiu a metodologia proposta obtendo uma temperatura (bulbo seco) média para o laboratório vazio de 25°C e umidade relativa de 45%, para o laboratório em aula foi obtido uma temperatura de 23°C e umidade relativa de 51%, totalizando uma temperatura efetiva de 21°C e 19,5 °C, respectivamente.

Não foi necessário o cálculo do IBUTG, pois as atividades desenvolvidas neste laboratório não se utilizam ou se encontram com grandes fontes de calor, ou uma exposição prolongada.

4.1.4 Questionário

O questionário foi aplicado no dia 24 de setembro para 10 alunos e 1 professor, concluindo que: a maioria dos usuários tem idade inferior a 30 anos, exceto professor, e permanecem no laboratório cerca de 1 a 2 horas por semana, não encontrando dificuldades relacionadas às condições ambientais. Porém, os alunos que utilizam o laboratório por mais de 6 horas semanais (20% do que responderam o questionário) encontram dificuldades como queda de rendimento e satisfação e apontam o ruído como responsável.

4.1.5 Resumo

No Quadro 5 é possível observar os valores obtidos pela aferição de laboratório vazio e em uso e os valores determinados pelas normas.

Condição	Laboratório	Normas
Iluminação	Vazio: 135 lux Em uso: 140 lux	NBR 5413 estabelece para atividades de requisitos visuais normais e laboratórios a faixa de 300 – 750 lux
Ruído	Vazio: 62 dB Em uso: 65 dB	NBR 10152 estabelece para laboratórios a faixa de 40 – 50 dB, ocorrendo conforto entre 35 – 45 dB.
Temperatura Efetiva	Vazio: 21° C Em uso: 19,5° C	NR 17 estabelece a faixa de 20 à 23° C para área de trabalho e umidade relativa superior a 40%.
Umidade Relativa	Vazio: 45% Em uso: 51%	

Quadro 5 - Valores das condições para o LCEP

4.1.6 Análise e Diagnóstico

4.1.6.1 Iluminação

De acordo com a Tabela 1 e a Tabela 3, a faixa recomendada de iluminância para este laboratório é de 300 – 500 – 750 lux. De acordo com a Tabela 2, é possível determinar os fatores para a escolha da iluminância adequada, apresentados no Quadro 6.

Idade	Foi verificado por meio do questionário e observação que os usuários, em sua maioria, são acadêmicos, com idade inferior a 40 anos.
Velocidade e Precisão	A velocidade e precisão para as atividades deste laboratório são importantes, principalmente quando utilizado software para desenho.
Refletância	Tanto as paredes, quanto o teto são de cores claras e assim, a refletância pode ser considerada superior a 70%.
Peso total dos fatores	-2

Quadro 6 – Fatores de Influência na Escolha da Iluminação para o LCEP

A soma total dos pesos dos fatores foi -2 significando, conforme a na NBR 5413, que se deve utilizar a iluminância inferior, ou seja, 300 lux. Portanto, conclui-se que o laboratório está em

desacordo com as normas referentes à iluminação, possuindo um nível de iluminação aproximadamente 47% da recomendada.

Verificou-se a existência de locais pouco iluminados (sombras), que dificulta as anotações que os usuários têm que fazer no caderno. As lâmpadas possuem intensidades diferentes e os computadores mais próximos à parede tendem a um menor nível de iluminação por causa da distância da fonte de luz e a sombra que o outro computador mais próximo faz.

4.1.6.2 Ruído

O nível de ruído está acima do que a norma estabelece, caracterizando-se em um ambiente ruidoso e de comunicação mais difícil, podendo causar problemas vocais aos professores, pois o ruído da sala se aproxima ao valor da voz humana (65 dB) e para que o professor seja ouvido de forma clara seria necessário que o mesmo force sua voz em no mínimo 10 dB acima do ruído.

No laboratório, quando utilizado para aula, obteve-se o valor médio de 65 dB, este valor é baixo, considerando que o laboratório vazio se aproximou do mesmo valor. Esta aproximação se deve à movimentação externa mais intensa no horário em que foi aferido o laboratório vazio, ao número reduzido de alunos presentes e a proximidade entre os alunos e professor.

4.1.6.3 Temperatura

A umidade relativa e a temperatura efetiva estão em acordo com a norma, porém dependendo das condições climáticas do dia, a temperatura efetiva poderia aumentar com o uso contínuo dos computadores (aquecimento) e a presença dos alunos.

O uso dos condicionadores de ar é requisito para que não ocorra o superaquecimento dos computadores. Segundo Lopes (2009) os computadores têm grande necessidade de energia na mesma proporção de memória e processamento, o que leva ao aquecimento. O *cooler* do próprio computador pode não funcionar corretamente, sendo assim o condicionador de ar o meio mais prático para manter a ventilação e temperatura para que os computadores funcionem de forma satisfatória. Ainda segundo Lopes (2009), a temperatura ideal para ambientes com vários computadores ligados é entre 22 e 24 °C. O uso dos condicionadores de ar poderia ser mais eficiente se a porta fosse mantida fechada.

4.1.7 Proposta

A iluminação atual é aproximadamente 47% da iluminação recomendada, portanto há necessidade de troca de lâmpadas e/ou luminárias de forma a padronizar o fluxo luminoso para evitar locais muito iluminados e outros pouco iluminados, sendo esta variação responsável por sombras, ofuscamentos. Também é necessário aumentar o número de luminárias para que se chegue o mais próximo da iluminação ideal, apesar do fundo da tarefa, ou seja, telas dos computadores (as telas de LCD diminuem os reflexos) e mesas claras favorecerem o uso de um nível de iluminação mais baixo, porém a iluminação externa tem pouca interferência na iluminação do laboratório, pois as janelas têm películas escurecedoras.

É preciso um plano de manutenção e limpeza periódica das luminárias e do próprio ambiente para otimizar o fator de utilização e de depreciação que influenciam na eficiência da iluminação.

Apesar da sala não ser insalubre em termos de ruído, seria necessário buscar formas de amenizar o ruído, como novos condicionadores de ar, com o propósito de proporcionar conforto aos usuários que despendem mais tempo no laboratório.

Para que o uso dos condicionadores de ar seja mais eficiente e que a temperatura seja mantida na faixa de 22 a 24°C, é necessário que a porta fique fechada.

4.2 Laboratório de Modelagem – Engenharia de Produção

Este laboratório é utilizado para modelagem plana manual e corte, tanto por acadêmicos e professores, quanto por membros da comunidade externa (cursos de extensão oferecidos pela universidade). O laboratório está localizado no bloco O 27 e possui forma retangular contendo 6 mesas para modelagem, um ventilador de parede, quadro branco, armário e 2 janelas. Possui 12 luminárias do tipo calha chanfrada com 2 lâmpadas fluorescentes (GE Duramax Universal Super Luz do Dia de 40W e fluxo luminoso nominal de 2700 lumens), conforme mostra a Figura 3.



Figura 3 – Laboratório de Modelagem da Engenharia de Produção

As aferições das condições de iluminação, ruído e temperatura para o laboratório vazio foram realizadas no dia 25 de setembro de 2009 no período de 16h00 as 17h00. As condições externas para esta aferição foram: dia parcialmente nublado e temperatura externa de 26 a 28 °C e movimentação na área externa do laboratório. No dia 03 de outubro foi realizada a aferição das condições em questão com o laboratório em uso no período de 15h00min as 15h30min, durante curso oferecido à comunidade externa. As condições externas para esta aferição foram: dia ensolarado e quente.

4.2.1 Iluminação

A aferição da iluminação seguiu a metodologia proposta, classificando a área para cálculo como área regular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias, obtendo a iluminância média para a sala vazia de 500 lux, variando de 255 a 680 lux em todo o recinto, a iluminância média para as bancadas foi de 600 lux. Na aferição para o laboratório em uso, foi obtida uma iluminância média de 550 lux, variando de 240 a 937 lux em todo o recinto e para as bancadas uma iluminância média de 600 lux. Os maiores valores pertencem à área e bancadas mais próximas às janelas.

A diferença de níveis de iluminação se deve às condições exteriores, ou seja, a quantidade de luz natural que penetra no laboratório pelas janelas, posto que essas não possuem películas escurecedoras, nem cortinas.

4.2.2 Ruído

A aferição do ruído seguiu-se a metodologia para ruídos contínuos, chegando ao valor médio de ruído de 52 dB, com a variação de 48,5 a 57 dB para o laboratório vazio. Para o laboratório em uso, utilizando o ventilador, chegou-se a um valor médio de 62,5 dB.

4.2.3 Temperatura

A aferição da temperatura seguiu a metodologia proposta obtendo uma temperatura média de 25,6°C e umidade relativa de 31,6% para o laboratório vazio e temperatura média de 29,3°C e umidade relativa de 38,4% para o laboratório em uso, totalizando uma temperatura efetiva de 21,5°C e 24°C.

4.2.4 Questionário

O questionário foi aplicado no dia 03 de outubro, concluindo que: a idade média é de 46 anos, a maioria utiliza o laboratório cerca de 4 a 6 horas por semana. Dos usuários que responderam o questionário, 80% acham a temperatura do laboratório alta, 10% acham que as condições do laboratório causam a queda do rendimento. As demais condições foram consideradas adequadas.

4.2.5 Resumo

No Quadro 7 é possível comparar os valores obtidos com os valores estabelecidos pelas normas.

Condição	Laboratório	Normas
Iluminação	Vazio: 450 lux Em uso: 550 lux	NBR 5413 estabelece para atividades de requisitos visuais normais e laboratórios a faixa de 300 – 750 lux
Ruído	Vazio: 52 dB Em uso: 62,5 dB	NBR 10152 estabelece para laboratórios a faixa de 40 – 50 dB, ocorrendo conforto entre 35 – 45 dB.
Temperatura Efetiva	Vazio: 21,5° C Em uso: 24° C	NR 17 estabelece a faixa de 20 à 23°C para área de trabalho e umidade relativa superior a 40%.
Umidade Relativa	Vazio: 31,6% Em uso: 38,4%	

Quadro 7 – Valores das condições do Laboratório de Modelagem

4.2.6 Análise e Diagnóstico

4.2.6.1 Iluminação

De acordo com a Tabela 1 e a Tabela 3, a faixa recomendada de iluminância para este laboratório é de 300 – 500 – 750 lux. E de acordo com a Tabela 2, é possível determinar os fatores para a escolha da iluminância adequada, apresentados no Quadro 8.

Idade	Como parte dos usuários do laboratório faz parte da universidade ou comunidade externa, e assim aumentando a idade média, esta seria classificada entre 40 a 55 anos.
Velocidade e Precisão	A velocidade e precisão para as atividades deste laboratório são importantes, pois é necessário cortar, passar e costurar manualmente.
Refletância	As paredes são de cores claras e as bancadas também e assim, a refletância é média.
Peso total dos fatores	0

Quadro 8 – Fatores de Influência na Escolha da Iluminação para o Laboratório de Modelagem

A soma total dos pesos dos fatores foi 0 significando, conforme a na NBR 5413, que se deve utilizar a iluminância média, ou seja, 500 lux. Portanto, conclui-se que o laboratório está em acordo com as normas referentes à iluminação.

Durante a verificação das condições, foram observados pontos de reflexos, como mostra a Figura 4, no quadro branco e bancadas, causados pela entrada de luz por um exaustor.

Observação: o bloco em que está localizado este laboratório é um galpão, onde as paredes não se encontram com o teto.

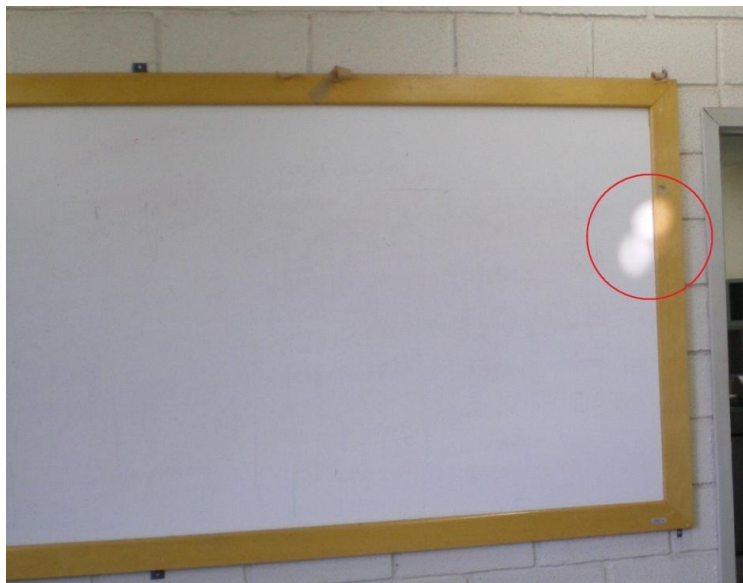


Figura 4 – Reflexo no Laboratório de Modelagem

4.2.6.2 Ruído

O nível de ruído está acima do recomendado, porém não o coloca em uma situação insalubre e não há reclamações pelos usuários.

4.2.6.3 Temperatura

A temperatura efetiva está acima do recomendado e poderá ser mais alta dependendo das condições climáticas do dia, assim como a umidade está abaixo do valor recomendado, podendo variar com as condições climáticas do dia em que a medição seja feita.

Não foi necessário o cálculo do IBUTG, pois as atividades desenvolvidas neste laboratório não se utilizam ou se encontram com grandes fontes de calor, ou uma exposição prolongada.

4.2.7 Proposta

Para melhorar as condições deste laboratório, em princípio, seria necessário outros ventiladores ou a instalação de um condicionador de ar.

Tanto para a instalação de um condicionador de ar, quanto para evitar reflexos, ruídos de outros laboratórios, otimizar a iluminação e amenizar a temperatura poderia ser construído um forro de gesso que se encontre com as paredes, pois o bloco onde se encontra o laboratório é um galpão com cobertura metálica, o que favorece problemas com reflexos e aumento da temperatura. Com a construção deste forro a sala ficaria mais isolada, evitando também a interferência de ruídos de outros laboratórios, neste caso, do curso de Engenharia Mecânica.

Há também a necessidade de ter planos de manutenção e limpeza para um melhor aproveitamento da iluminação e ventilação.

4.3 Laboratório de Costura – Engenharia de Produção

Este laboratório é utilizado para prática em costura mecanizada, de forma a conhecer e manipular as máquinas, tanto por acadêmicos quanto membros da comunidade externa que participam de cursos oferecidos pela UEM. Está localizado no bloco O 27, possui aproximadamente forma retangular, contendo 13 mesas com máquinas para costura (4 máquinas retas, 4 overlocks, 1 interlock, 1 galoneira e 3 máquinas sem instalar). Possui 8 luminárias do tipo calha chanfrada com 2 lâmpadas fluorescentes (GE Duramax Universal Super Luz do Dia de 40W e fluxo luminoso nominal de 2700 lúmens).



Figura 5 – Laboratório de Costura

As aferições das condições de iluminação, ruído e temperatura para o laboratório vazio foram realizadas no dia 25 de setembro de 2009 no período das 17h00min às 18h00min. As condições externas para esta aferição foram: dia parcialmente nublado e temperatura externa de 26 a 28 °C e movimentação na área externa do laboratório. No dia 03 de outubro foi realizada a aferição das condições em questão com o laboratório em uso no período das 15h30min às 16h00min, durante curso oferecido à comunidade externa. As condições externas para esta aferição foram: dia ensolarado e quente.

4.3.1 Iluminação

A aferição da iluminação seguiu a metodologia proposta, classificando a área para cálculo como área regular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias, obtendo a iluminância média para a sala vazia de 400 lux, variando de 220 a 450 lux. Na aferição para o laboratório em uso, foi obtida uma iluminância média de 430 lux, variando de 270 a 930 lux em todo o recinto. Os maiores valores pertencem à área e mesas mais próximas às janelas. A diferença de níveis de iluminação se deve às condições exteriores, ou seja, a quantidade de luz natural que penetra no laboratório pelas janelas, posto que essas não possuam películas escurecedoras.

4.3.2 Ruído

A aferição do ruído seguiu-se a metodologia para ruídos contínuos, chegando ao valor médio de ruído de 54,2 dB, com a variação de 48,4 a 60 dB para o laboratório vazio. Para o laboratório em uso, com todas as máquinas ligadas, chegou-se a um valor médio de 69,8 dB. O motor das máquinas varia entre 70 a 77 dB.

4.3.3 Temperatura

A aferição da temperatura seguiu a metodologia proposta obtendo uma temperatura média de 25,6°C e umidade relativa de 31,6% para o laboratório vazio e temperatura média de 31,2°C e umidade relativa de 38,4% para o laboratório em uso, totalizando uma temperatura efetiva de 21,5°C e 26°C.

4.3.4 Questionário

O questionário foi aplicado no dia 30 de outubro de 2009, concluindo que: a idade média é de 46 anos, a maioria utiliza o laboratório cerca de 4 a 6 horas por semana. Dos usuários que

responderam o questionário, 50% acham a temperatura do laboratório alta, o ruído forte e as condições do laboratório causam a queda do rendimento e *stress*. As demais condições foram consideradas adequadas.

4.3.5 Resumo

No Quadro 9 é possível comparar os valores obtidos com os valores estabelecidos pelas normas.

Condição	Laboratório	Normas
Iluminação	Vazio: 400 lux Em uso: 430 lux	NBR 5413 estabelece para atividades de requisitos visuais normais e laboratórios a faixa de 300 – 750 lux
Ruído	Vazio: 54,2 dB Em uso: 69,8 dB	NBR 10152 estabelece para laboratórios a faixa de 40 – 50 dB, ocorrendo conforto entre 35 – 45 dB.
Temperatura Efetiva	Vazio: 21,5° C Em uso: 26°C	NR 17 estabelece a faixa de 20 à 23°C para área de trabalho e umidade relativa superior a 40%.
Umidade Relativa	Vazio: 31,6% Em uso: 38,4%	

Quadro 9 – Valores das condições do Laboratório de Costura

4.3.6 Análise e Diagnóstico

4.3.6.1 Iluminação

De acordo com a Tabela 1 e a Tabela 3, a faixa recomendada de iluminância para este laboratório é de 300 – 500 – 750 lux. De acordo com a Tabela 2, é possível determinar os fatores para a escolha da iluminância adequada, apresentados no Quadro 10.

Idade	Como parte dos usuários do laboratório faz parte da universidade ou comunidade externa, e assim aumentando a idade média, esta seria classificada entre 40 a 55 anos.
Velocidade e Precisão	A velocidade e precisão para as atividades deste laboratório são muito importantes.
Refletância	As paredes são de cores claras e as bancadas também e assim, a refletância é média.
Peso total dos fatores	1

Quadro 10 – Fatores de Influência na Escolha da Iluminação para o Laboratório de Costura

A soma total dos pesos dos fatores foi 1 significando, conforme a na NBR 5413, que se deve utilizar a iluminância média, ou seja, 500 lux. Portanto, conclui-se que o laboratório não está em acordo com as normas referentes à iluminação. Durante a aferição verificou-se lâmpadas queimadas, como mostra a Figura 6.



Figura 6 – Lâmpada Queimada no Laboratório de Costura

4.3.6.2 Ruído

O nível de ruído está acima do recomendado e há reclamações do ruído deste laboratório, da interferência de ruído de outros laboratórios e da movimentação externa de carros, que dificultam a comunicação, porém não o coloca em uma situação insalubre.

4.3.6.3 Temperatura

A temperatura está acima do recomendado e poderá ser mais alta dependendo das condições climáticas do dia, assim como a umidade está abaixo do valor recomendado, podendo variar com as condições climáticas do dia em que a medição seja feita.

Não foi necessário o cálculo do IBUTG, pois as atividades desenvolvidas neste laboratório não se utilizam ou se encontram com grandes fontes de calor, ou uma exposição prolongada.

4.3.7 Proposta

Para melhorar as condições deste laboratório, em princípio, seriam necessários outros ventiladores ou a instalação de um condicionador de ar.

Tanto para a instalação de um condicionador de ar, quanto para evitar reflexos, ruídos de outros laboratórios, otimizar a iluminação e amenizar a temperatura poderia ser construído um forro de gesso que se encontre com as paredes, pois o bloco em que se encontra o laboratório é um galpão com cobertura metálica, o que favorece problemas com reflexos e aumento da temperatura. Com a construção deste forro a sala ficaria mais isolada, evitando também a interferência de ruídos de outras salas.

Há também a necessidade de ter planos de manutenção e limpeza para um melhor aproveitamento da iluminação e ventilação e evitar ministrar aula com lâmpadas queimadas, como ocorreu.

4.4 Laboratório de Mecânica Pesada – Engenharia Mecânica

Este laboratório é utilizado para aula práticas, trabalhos acadêmicos por alunos e professores do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) e está localizado no Bloco O 27. O laboratório tem forma retangular (10,1 m x 5,0 m), possui vários aparelhos, como solda, motores, sensores. Possui 8 luminárias do tipo calha chanfrada com 2 lâmpadas fluorescentes (GE Duramax Universal Super Luz do Dia de 40W e fluxo luminoso nominal de 2700 lumens) cada em sistema de iluminação geral, como mostra a Figura 7.

As aferições das condições de iluminação, ruído e temperatura para o laboratório vazio e em uso foram realizadas no dia 17 de setembro de 2009 no período das 09hs as 10hs. As condições externas para esta aferição foram: dia ensolarado com temperatura amena.



Figura 7 – Laboratório de Mecânica Pesada

4.4.1 Iluminação

A aferição da iluminação seguiu a metodologia proposta, classificando a área para cálculo como área regular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias, obtendo a iluminância média para a sala vazia e ocupada de 236,3 lux, variando de 138 a 310 lux. Os maiores valores pertencem à área e mesas mais próximas às janelas.

4.4.2 Ruído

A aferição do ruído seguiu-se a metodologia para ruídos contínuos, chegando ao valor médio de ruído de 65 dB, com a variação de 60 a 70 dB para o laboratório vazio. Para o laboratório em uso, com um acadêmico utilizando solda e lixadeira, chegou-se a um valor médio de 83 dB.

4.4.3 Temperatura

A aferição da temperatura seguiu a metodologia proposta obtendo uma temperatura média de 20,8°C e umidade relativa de 58,1% para o laboratório vazio e temperatura média de 21,2°C e umidade relativa de 58,1% para o laboratório em uso, totalizando uma temperatura efetiva de 18,5°C e 18,7°C, respectivamente.

4.4.4 Questionário

O questionário foi aplicado entre 21 e 28 de setembro, obtendo as seguintes informações: a idade média é de 26 anos, o tempo de utilização é de 2 a 6 horas por dia, 3 vezes na semana. A maioria considerou a iluminação adequada, o ruído forte e a temperatura alta e 20% acha que essas condições podem diminuir o rendimento.

4.4.5 Resumo

No Quadro 11 é possível comparar os valores obtidos com os valores estabelecidos pelas normas.

Condição	Laboratório	Normas
Iluminação	Vazio: 236,3 lux Em uso: 236,3 lux	NBR 5413 estabelece para atividades de requisitos visuais normais e laboratórios a faixa de 300 – 750 lux
Ruído	Vazio: 65 dB Em uso: 83 dB	NBR 10152 estabelece para laboratórios a faixa de 40 – 50 dB, ocorrendo conforto entre 35 – 45 dB.
Temperatura efetiva	Vazio: 18,5° C Em uso: 18,7° C	NR 17 estabelece a faixa de 20 à 23°C para área de trabalho e umidade relativa superior a 40%.
Umidade Relativa	Vazio: 58,1% Em uso: 58,1%	

Quadro 11 – Valores das condições do Laboratório de Mecânica Pesada

4.4.6 Análise e Diagnóstico

4.4.6.1 Iluminação

De acordo com a Tabela 1 e a Tabela 3, a faixa recomendada de iluminância para este laboratório é de 300 – 500 – 750 lux. De acordo com a Tabela 2, é possível determinar os fatores para a escolha da iluminância adequada, apresentados no Quadro 12.

Idade	A idade média verificada pelo questionário foi de aproximadamente 26 anos.
Velocidade e Precisão	A velocidade e precisão para as atividades deste laboratório são importantes.
Refletância	As paredes são de cores claras e assim, a refletância é média.
Peso total dos fatores	-1

Quadro 12 – Fatores de Influência na Escolha da Iluminação para o Laboratório de Mecânica Pesada

A soma total dos pesos dos fatores foi -1 significando, conforme a na NBR 5413, que se deve utilizar a iluminância média, ou seja, 500 lux. Portanto, conclui-se que o laboratório não está em acordo com as normas referentes à iluminação.

4.4.6.2 Ruído

O nível de ruído está acima do recomendado e há reclamações tanto dos usuários deste laboratório quanto dos usuários de laboratórios próximos.

4.4.6.3 Temperatura

A umidade está dentro do recomendado e a temperatura efetiva está abaixo, porém pode ser mais alta dependendo das condições climáticas do dia. Para dias quentes há reclamações da alta temperatura e pouca ventilação.

Não foi necessário o cálculo do IBUTG, pois as atividades desenvolvidas neste laboratório não se utilizam ou se encontram com grandes fontes de calor, ou uma exposição prolongada.

4.4.7 Proposta

Há necessidade de um projeto de isolamento acústico e uso de protetores auriculares, pois o nível de ruído aferido poderá ser maior dependendo da atividade desenvolvida.

Para a temperatura e ventilação, poderia ser construído o forro de gesso e a instalação de ventiladores tanto para evitar reflexos, ruídos de outros laboratórios, otimizar a iluminação.

Apesar de não haver reclamações quanto à iluminação mesmo que esta não atenda às normas, seria interessante a instalação de luminárias em sistema de iluminação direta para as áreas de

trabalho, dando assim maior conforto visual e precisão. Há também a necessidade de ter planos de manutenção e limpeza para um melhor aproveitamento da iluminação e ventilação.

4.5 Laboratório 002 – Engenharia de Alimentos

Este laboratório é utilizado para aulas práticas e trabalhos práticos sobre microbiologia por alunos e professores da Engenharia de Alimentos e está localizado no Bloco O27. O laboratório tem forma retangular (4,1 m x 2,9 m), possui vários equipamentos para a manipulação de materiais químicos e biológicos. Possui também janelas cobertas por papel pardo, 2 luminárias do tipo calha chanfrada com 2 lâmpadas fluorescentes (GE Duramax Universal Luz do Dia de 40W e fluxo luminoso nominal de 2700 lumens) cada em sistema de iluminação geral, como poderá ser visto na Figura 8.



Figura 8 - Laboratório 002

As aferições das condições de iluminação, ruído e temperatura para o laboratório vazio e em uso foram realizadas no dia 17 de setembro de 2009 no período das 09h00min as 10h00min. As condições externas para esta aferição foram: dia ensolarado com temperatura amena.

4.5.1 Iluminação

A aferição da iluminação seguiu a metodologia proposta, classificando a área para cálculo como campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular,

simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras, obtendo a iluminância média para a sala vazia e em uso de 500 lux, variando de 320 a 600 lux em todo o recinto.

4.5.2 Ruído

A aferição do ruído seguiu a metodologia para ruídos contínuos, chegando ao valor médio de ruído para a sala vazia de 50 dB. Para o laboratório em aula, o valor médio foi 70 dB.

4.5.3 Temperatura

A aferição da temperatura seguiu a metodologia proposta obtendo uma temperatura média para o laboratório vazio e em uso de 22,3°C e umidade relativa de 34,6%, totalizando uma temperatura efetiva de 17,8°C.

4.5.4 Questionário

Não há reclamações quanto às condições ambientais do laboratório, porém, foi verificada a influência no nível de ruído do laboratório por outros laboratórios próximos. Quando os usuários foram questionados sobre o ruído, argumentaram que no começo o nível de ruído era irritante, porém agora, já se adaptaram.

4.5.5 Resumo

No Quadro 13 é possível observar os valores obtidos pela aferição de laboratório vazio e em uso e os valores determinados pelas normas.

Condição	Laboratório	Normas
Iluminação	Vazio: 500 lux Em uso: 500 lux	NBR 5413 estabelece para atividades de requisitos visuais normais e laboratórios a faixa de 300 – 750 lux
Ruído	Vazio: 50 dB Em uso: 70 dB	NBR 10152 estabelece para laboratórios a faixa de 40 – 50 dB, ocorrendo conforto entre 35 – 45 dB.
Temperatura	Vazio: 17,8° C Em uso: 17,8°C	NR 17 estabelece a faixa de 20 à 23°C para área de trabalho e umidade relativa de 40%.
Umidade Relativa	Vazio: 34,6% Em uso: 34,6%	

Quadro 13 - Valores das condições para o Laboratório 002

4.5.6 Análise e Diagnóstico

4.5.6.1 Iluminação

De acordo com a Tabela 1 e a Tabela 3, a faixa recomendada de iluminância para este laboratório é de 300 – 500 – 750 lux. E de acordo com a Tabela 2, é possível determinar os fatores para a escolha da iluminância adequada, apresentados no Quadro 14.

Idade	Foi verificado por meio do questionário e observação que os usuários, em sua maioria, são acadêmicos, com idade inferior a 40 anos.
Velocidade e Precisão	A velocidade e precisão para as atividades deste laboratório são muito importantes, por necessitar de precisão visual ao lidar com materiais químicos e biológicos.
Refletância	Tanto as paredes, teto e bancadas são de cores claras e assim, a refletância pode ser considerada superior a 70%.
Peso total dos fatores	-1

Quadro 14 – Fatores de Influência na Escolha da Iluminação para o Laboratório 002

A soma total dos pesos dos fatores foi -1 significando, conforme a na NBR 5413, que se deve utilizar a iluminância média, ou seja, 500 lux. Portanto, conclui-se que o laboratório está em acordo com as normas referentes à iluminação.

4.5.6.2 Ruído

O nível de ruído no laboratório vazio está em acordo com o que a norma estabelece, mas ainda não está na faixa de conforto, pois este valor é influenciado por ruídos de outros laboratórios. Portanto, se não houvesse esta influência o valor para o laboratório em uso estaria praticamente dentro da norma.

4.5.6.3 Temperatura

A umidade relativa está em desacordo com a norma e a temperatura efetiva também, pois esta depende da umidade. Neste caso, a temperatura efetiva está abaixo do recomendado, porém dependendo das condições climáticas do dia como um dia de mais calor, ou chuva, estes valores mudariam.

O uso de papel pardo nas janelas para diminuir a quantidade de luz que entra pela janela prejudica a ventilação do ambiente.

4.5.7 Proposta

Para este laboratório já foi construído um forro de gesso devido especificações para laboratórios que manipulam materiais químicos e biológicos. Este forro de gesso auxilia no controle de temperatura e também nos ruídos. Porém não é o suficiente. O ruído causado pelas atividades de outros laboratórios (em especial o laboratório de mecânica pesada) influencia no ruído deste laboratório e na concentração dos usuários. É necessário rever os outros laboratórios, com o objetivo de diminuir a influência nos laboratórios próximos em termos de ruído.

O uso de papel pardo nas janelas prejudica a ventilação do ambiente, portanto, poderiam ser colocadas nas janelas películas escurecedoras ou cortinas/persianas, levando em consideração as atividades desenvolvidas e normas específicas para este laboratório, a fim de diminuir a quantidade de luz de fonte externa e melhorar a ventilação.

4.6 Laboratório de Informática 2 (LIN 2)

Este laboratório é utilizado para pesquisa e aulas por alunos e professores do Departamento de Engenharia de Informática (DIN) e está localizado no Bloco C56. O laboratório tem forma retangular (12,5 m x 5,8 m), possui 31 computadores do tipo *desktop*, com monitores LCD. Possui também 1 condicionador de ar tipo *split*, janelas com película escurecedora, 10 luminárias do tipo calha chanfrada com 2 lâmpadas fluorescentes tubular (Phillips) cada em sistema de iluminação geral e um quadro branco, como poderá ser visto na Figura 2.



Figura 9 – LIN 2

As aferições das condições de iluminação, ruído e temperatura para o laboratório vazio e foram realizadas no dia 7 de outubro de 2009 no período das 19h às 19h30min. As medições para o laboratório em uso foram realizadas também no dia 7, durante a aula de Algoritmos e Estrutura de Dados, no período de 19h30min às 20h30min.

4.6.1 Iluminação

A aferição da iluminação seguiu a metodologia proposta, classificando a área para cálculo como campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras, obtendo a iluminância média para a sala vazia e em uso foi de 201,5 lux, variando de 115 a 280 lux, com uma média de 180 lux nas mesas e telas dos computadores.

4.6.2 Ruído

A aferição do ruído seguiu a metodologia para ruídos contínuos, chegando ao valor médio de ruído para a sala vazia de 61 dB, com a variação de 58 a 64 dB, sendo a os maiores valores causados pela movimentação no corredor do bloco. Para o laboratório em aula, o valor médio foi 70 dB, variando de 65 a 78 dB. Não foram encontrados ruídos de impacto.

4.6.3 Temperatura

A aferição da temperatura seguiu a metodologia proposta obtendo uma temperatura média para o laboratório vazio de 26°C e umidade relativa de 57,5%, para o laboratório em aula foi obtido uma temperatura de 26,2°C e umidade relativa de 57,5%, totalizando uma temperatura efetiva de 23 e 23,1°C.

4.6.4 Questionário

O questionário foi aplicado no dia 7 de outubro concluindo que: a maioria dos usuários tem idade inferior a 40 anos, exceto professor, e utilizam cerca de 6 a 12 horas por semana. 33% dos respondentes acham a ventilação regular, 5% acham o ruído excessivo e 27% acham que as condições do laboratório já causaram ou causam efeitos psico-fisiológicos como: agravar o estado de irritabilidade, *stress* e fadiga e 10% já verificaram alguma situação atípica no laboratório associada às condições ambientais.

4.6.5 Resumo

No Quadro 15 é possível observar os valores obtidos pela aferição de laboratório vazio e em uso e os valores determinados pelas normas.

Condição	Laboratório	Normas
Iluminação	Vazio: 201,5 lux Em uso: 201,5 lux	NBR 5413 estabelece para atividades de requisitos visuais normais e laboratórios a faixa de 300 – 750 lux
Ruído	Vazio: 61 dB Em uso: 70 dB	NBR 10152 estabelece para laboratórios a faixa de 40 – 50 dB, ocorrendo conforto entre 35 – 45 dB.
Temperatura	Vazio: 23° C Em uso: 23,1°C	NR 17 estabelece a faixa de 20 à 23°C para área de trabalho e umidade relativa superior a 40%.
Umidade Relativa	Vazio: 57,5% Em uso: 57,5%	

Quadro 15 - Valores das condições para o LIN 2

4.6.6 Análise e Diagnóstico

4.6.6.1 Iluminação

De acordo com a Tabela 1 e a Tabela 3, a faixa recomendada de iluminância para este laboratório é de 300 – 500 – 750 lux. De acordo com a Tabela 2, é possível determinar os fatores para a escolha da iluminância adequada, apresentados no Quadro 16.

Idade	Foi verificado por meio do questionário e observação que os usuários, em sua maioria, são acadêmicos, com idade inferior a 40 anos.
Velocidade e Precisão	A velocidade e precisão para as atividades deste laboratório são importantes, principalmente a velocidade para digitação quando se está programando.
Refletância	As paredes, o teto, as mesas são de cores claras e assim, a refletância pode ser considerada superior a 70%.
Peso total dos fatores	-2

Quadro 16 – Fatores de Influência na Escolha da Iluminação para o LIN 2

A soma total dos pesos dos fatores foi -2 significando, conforme a na NBR 5413, que se deve utilizar a iluminância inferior, ou seja, 300 lux. Portanto, conclui-se que o laboratório está em desacordo com as normas referentes à iluminação, possuindo um nível de iluminação aproximadamente 67% da recomendada. Porém, o nível de iluminação poderá ser maior quando todas as luminárias forem utilizadas, pois nesta aferição, o projetor estava sendo utilizado e 4 luminárias estavam apagadas.

Verificou-se que o nível de iluminação é maior nos corredores do que no próprio campo de trabalho, ou seja, a mesa do computador.

Percebeu-se também o desconforto dos alunos em relação ao layout do laboratório, pois a disposição de mesas em relação ao quadro branco é perpendicular em vez de paralela. Este layout leva a várias “viradas de pescoço” para ler e copiar os slides ou matéria que esteja sendo passada.

4.6.6.2 Ruído

O nível de ruído está acima do que a norma estabelece, caracterizando-se em um ambiente ruidoso e de comunicação mais difícil. O valor da voz humana é de 65 dB, e na aferição do laboratório em uso, verificou-se que quando o professor fala, chega-se a 78 dB, ou seja, o professor está forçando sua voz, o que pode causar problemas de saúde.

4.6.6.3 Temperatura

A umidade relativa está de acordo com a norma e a temperatura efetiva está no limite do conforto e dependendo das condições climáticas do dia poderia aumentar com o uso contínuo dos computadores (aquecimento) e a presença dos alunos.

Como dito anteriormente, o uso dos condicionadores de ar é requisito para que não ocorra o superaquecimento dos computadores, sendo que a temperatura ideal para ambientes com vários computadores ligados é entre 22 e 24 °C. O uso dos condicionadores de ar poderia ser mais eficiente se a porta fosse mantida fechada.

4.6.7 Proposta

A iluminação atual é aproximadamente 67% da iluminação recomendada, portanto há uma necessidade de mudar de lugar as luminárias, de forma a focar nas mesas, aumentando assim o nível de iluminação. Também poderia ser necessário aumentar o número de luminárias para que se chegue o mais próximo da iluminação ideal, apesar do fundo da tarefa, ou seja, telas dos computadores (as telas de LCD diminuem os reflexos) e mesas claras favorecerem o uso de um nível de iluminamento mais baixo, porém a iluminação externa tem pouca interferência na iluminação do laboratório, pois as janelas tem películas escurecedoras.

Apesar de ser um bloco novo (aproximadamente seis meses) é preciso um plano de manutenção e limpeza periódica das luminárias e do próprio ambiente para otimizar o fator de utilização e de depreciação que influenciam na eficiência da iluminação.

Apesar da sala não ser insalubre em termos de ruído, seria necessário buscar formas de amenizar o ruído ou o uso de aparelhos de amplificação da voz por professores, como microfone, para evitar o esforço vocal.

Para que o uso do condicionador de ar seja mais eficiente, será necessário que a porta fique fechada e em dias mais quentes, utilizar os condicionadores em maior potência e usar a função de ventilação.

Na questão do layout do laboratório deveria ser analisada. Em um visão geral chega-se a 3 sugestões: (1) Deixar as fileiras de computadores paralelas ao quadro branco, ou seja, de forma que o aluno fique frente ao quadro, (2) uso de cadeiras que possibilitem a

movimentação do aluno com apoio nas costas, (3) uso de material diretamente no computador do aluno, de forma a evitar a movimentação do pescoço em direção ao quadro.

5 CONCLUSÃO

A contribuição deste trabalho está em fornecer um diagnóstico das condições ambientais de iluminação, temperatura e ruído para alguns laboratórios da UEM. Após as aferições das condições, observações e aplicação do questionário aos usuários, conclui-se que nenhum laboratório aferido é insalubre.

No caso do Laboratório Computacional de Engenharia de Produção, alguns alunos apontam como responsável pela diminuição de concentração e desempenho, o ruído. A mesma situação é encontrada no Laboratório de Mecânica Pesada, de Alimentos, Modelagem e Costura. O ruído seja do próprio laboratório ou de laboratórios próximos, incomoda, desconcentra e causa dores de cabeça, prejudicando o desempenho do usuário. Um ambiente ruidoso também dificulta a comunicação e pode causar problemas nas cordas vocais por ter que falar mais alto do que o normal para ser ouvido, principalmente o profissional da carreira docente que utiliza a voz como instrumento de trabalho.

Poucos laboratórios possuem a iluminação adequada, mas, poucos usuários percebem essa situação. Uma das causas prováveis é que há uma adequação do usuário ao ambiente, se conformando com a iluminação existente. A iluminação passa despercebida mas pode ser um fator de irritabilidade e desatenção.

Nos questionários, alguns usuários apontam a alta temperatura como fator de irritabilidade, *stress*, prejudicando o desempenho.

Conclui-se que os usuários tendem a se acostumar com as condições ambientais e não atribuem/associam como sendo estas as causas de diminuição de rendimento no processo de aprendizagem. Porém, os dados mostram que há interferência da iluminação e do ruído em quase todos os laboratórios aferidos.

Devido ao período em que se realizou a pesquisa (julho/outubro) a temperatura não foi uma causa relevante apontada como fator de desatenção ou irritabilidade. No entanto, a somatória de todos os fatores pode causar distúrbios do ritmo cardíaco, *stress*, fadiga, pode diminuir o

rendimento e a satisfação ao executar as tarefas e também ser um fator de desatenção e irritabilidade.

Para melhorar as condições dos laboratórios de ensino é necessário que se faça alterações na estrutura física. Deste modo, além de adequar os laboratórios aos níveis recomendados pelas normas, ainda proporcionará maior conforto ambiental aos usuários e, conseqüentemente, influenciará positivamente nas atividades que serão realizadas.

REFERÊNCIAS

ABERGO. **Associação Brasileira de Ergonomia.** Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/oqueeergonomia.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382:** Verificação da Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1985. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413:** Iluminação de Interiores. Rio de Janeiro, 1992. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151:** Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152:** Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro, 1987. 4 p.

BLATTMANN, Ursula; BORGES, Ilma. Ergonomia em biblioteca: avaliação prática. **Revista da ACB:** Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis, v. 3, n. 3, p.45-62, 1998.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n° 3214 de 8 de junho de 1978: Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho. **NR 15-** Atividades e Operações Insalubres. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.asp> Acesso em: 13 abr. 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n° 3214 de 8 de junho de 1978: Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho. **NR 17-** Ergonomia. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_17.asp> Acesso em: 13 abr. 2009.

CARVALHO, Helena Isabel Lima. **Higiene e Segurança no Trabalho e suas implicações na Gestão dos Recursos Humanos:** o sector da Construção Civil. 2005. 330 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Sociologia – Especialização em Organizações e Desenvolvimento Dos Recursos Humanos, Instituto de Ciências Sociais, Universidade do Minho, Braga, 2005. Disponível em:

<<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6463>>. Acesso em: 21 maio 2009.

COTRIM, Teresa Margarida Patrone. **Manual de Ergonomia.** Lisboa. 2004. 30 p. Apostila de Ergonomia do Curso Técnico Superior de Higiene e Segurança do Trabalho da Universidade Técnica de Lisboa.

COUTINHO, Antonio Souto et al. **Avaliação das condições termofísicas e perceptivas em ambientes climatizados de unidades universitárias.** Artigo apresentado no XXIII ENEGEP Ouro Preto, 2003. Disponível em:

< http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0408_0672.pdf> Acesso em: 16 setembro 2009.

FIALHO, Francisco; SANTOS, Neri Dos. **Manual de Análise Ergonômica do Trabalho.** Curitiba: Genesis, 1995. 290 p.

FEITOSA, Bruno da Costa; MOREIRA, Raimundo Everton de Aquino. **Análise Ergonômica do Trabalho:** Um Estudo de Caso em uma Pequena Empresa de Perfumaria e Cosméticos. Disponível em: <http://artigocientifico.uol.com.br/uploads/artc_1172131371_27.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 175 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia:** Projeto e Produção. 9ª reimpressão São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 465 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia:** projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005. 614 p.

MONDELO, Pedro R.; TORADA, Enrique Gregori; BOMBARDO, Pedro Barrau. **Ergonomía 1. Fundamentos.** 3. ed. Barcelona: Edicions UPC, 1999. 192 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 2631: Guia para avaliação da exposição humana à vibrações de corpo inteiro. 2. ed. 1978. 18p. Disponível em: <www.higieneocupacional.com.br/download/iso2631.doc> Acesso em: 16 abr. 2009.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E.. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 328 p.

LAVILLE, Antonie. **Ergonomia**. São Paulo: EPU, 1977. 101 p.

LOPES, Eduardo da Silva et al. Análise do ambiente de trabalho em indústrias de processamento de madeira na região Centro-Sul do Estado do Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p.183-190, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr66/cap18.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2009.

LOPES, Raisa. Ambiente frio, mas não gelado. **Jornal de Brasília**, Brasília, 20 jul. 2009. p. 46-46.

MALAVAZI, Cristiani Moscato. **Minimização de Custo por Meio do Uso Racional de Energia Elétrica: Estudo de Caso em Uma Indústria de Fios**. 2006. 73f. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

MÁXIMO, Fábio H. Dias; SILVA JUNIOR, Waldir Sabino da; FREITAS, Suellen P.. Ambiente e Mobiliário Ergonômico: Laboratório de Eletrônica. In: 8º CONGRESSO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 2008, São Paulo. **Anais do Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. São Paulo: Associação de Ensino e Pesquisa de Nível Superior de Design do Brasil, 2008. p. 3337 - 3342. Disponível em: <<http://www.modavestuario.com/338ambienteemobiliarioergonomico.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009.

NETTO, Luiz Ferraz. **Umidade Relativa**. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala02/02_053.asp>. Acesso em: 08 dez. 2009.

PEREIRA, Carlos José de Oliveira; ALCOBIA, Jorge. **Ergonomia Ambiental em Veículos**. 2006. 330 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências de Engenharia Mecânica, Departamento de

Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2006.

REIS, Eclimar da Silva. **Análise Ergonômica do Trabalho Associada à Cinesioterapia de Pausa como Medidas Preventivas e Terapêuticas às L.E.R./D.O.R.T. em um Abatedouro de Aves.** 2001. 125 f. Dissertação - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2001.

SANTOS, Carlos Maurício Duque Dos. **Ergonomia, Qualidade e Segurança do Trabalho: Estratégia Competitiva para Produtividade da Empresa.** Disponível em: <<http://www.dcaergonomia.com.br/artigos/erg-qual.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 747 p.

SOUZA, Cíntia Caroline de. **Ergonomia: Análise Ergonômica do Trabalho dos Operadores de Caixa de um Supermercado.** 2007. 70 f. Monografia (Graduação) - Curso de Administração, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

TOTI, Diego Cleto de Mello; LAAT, Erivelton Fontana de. **Análise Ergonômica do Trabalho de Motoristas Entregadores e Auxiliares em uma Distribuidora de Bebidas.** **Ensino e Pesquisa**, União da Vitória, v. 1, n. 5, p.51-59, 2008. Disponível em: <<http://www.ieps.org.br/erivelton.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2009.

VIEIRA, Aline da Silva. **Análise Ergonômica e de Segurança Realizada em uma Lavanderia Industrial: Estudo de Caso.** 2005. 55 f. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/~capizo/Graduacao/TCC/2005/Monografia/TG-EP-04-05.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2009.

XIMENES, Gilmar Machado; MAINIER, Fernando B.. **Programas de proteção de saúde e segurança de exposição às vibrações.** Artigo apresentado no XXV ENEGEP Porto Alegre, 2005. Disponível em:

<http://www.inmetro.gov.br/producao intelectual/obras_intelectuais/229_obraIntelectual.pdf>.

Acesso em: 20 maio 2009.

APÊNDICE A – Questionário

QUESTIONÁRIO

Este questionário tem por objetivo registrar as opiniões dos usuários (acadêmicos, professores e técnicos) do laboratório com a intenção de recolher informações relativas às condições ambientais existentes e seus efeitos. Não há necessidade de identificação.

1. Sexo:

- Feminino Masculino

2. Idade: _____

3. Qual a sua relação com o laboratório?

- Acadêmico
 Professor
 Técnico

4. Quais os dias da semana em que utiliza este laboratório?

- Segunda Quinta
 Terça Sexta
 Quarta Sábado

5. Quantas horas por dia?

- Menos de 1 hora De 4 a 6 horas
 De 1 a 2 horas De 6 a 8 horas
 De 2 a 4 horas Acima de 8 horas

6. Classifique o ambiente do laboratório, de acordo com os seguintes fatores:

Iluminação	Temperatura	Ventilação	Ruído
<input type="radio"/> Muito Boa	<input type="radio"/> Alta	<input type="radio"/> Muito Boa	<input type="radio"/> Excessivo
<input type="radio"/> Boa	<input type="radio"/> Adequada	<input type="radio"/> Boa	<input type="radio"/> Forte
<input type="radio"/> Regular	<input type="radio"/> Baixa	<input type="radio"/> Regular	<input type="radio"/> Fraco
<input type="radio"/> Insuficiente		<input type="radio"/> Insuficiente	<input type="radio"/> Inexistente

7. As condições ambientais do laboratório (iluminação, temperatura, ventilação, ruído) causam, ou já causaram efeitos psico-fisiológicos que afetam o seu desempenho?
- Sim
 - Não
8. Se sim, por quê?
- Agrava o estado de irritabilidade
 - Provoca *stress* e fadiga
 - Causa distúrbios do ritmo cardíaco
 - Diminui o rendimento
 - Diminui a satisfação ao executar as tarefas
 - Outro
- Qual? _____
9. Já verificou alguma situação atípica durante sua estadia no laboratório que poderia estar associada às condições ambientais do mesmo?
- Sim
 - Não

Obrigada pela colaboração.

ANEXO A – NBR 5382 – Procedimentos para verificação da iluminação

A.1 Campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.

Fazer leituras nos lugares r1 , r2, r3 e r4, para uma área típica central. Repetir nos locais r5, r6, r7 e r8. Calcular a média aritmética das oito medições. Este valor é R na equação.

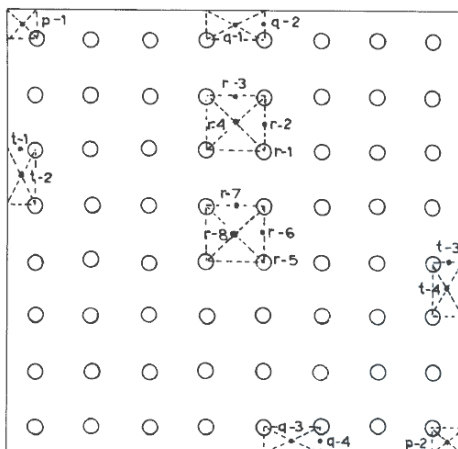


Figura A.1: Campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras

Fazer leituras nos lugares q1, q2, q3 e q4, em duas meias áreas típicas, em cada lado do recinto. Calcular a média aritmética das quatro leituras. Este valor é Q na equação.

Fazer leituras nos quatro locais t1, t2, t3 e t4 e calcular a média aritmética. Este valor é T na equação.

Fazer leituras nos dois lugares p1 e p2 em dois cantos típicos e calcular a média aritmética das duas leituras. Este valor é P na equação.

Determinar a iluminância média na área, com a seguinte equação:

$$\text{Iluminância Média} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM}$$

Onde:

N = número de luminárias por fila

M = número de filas

A.2 Área regular com luminária central

Fazer leituras nos lugares p1, p2, p3 e p4. Calcular a média aritmética dos quatro lugares, que é a iluminância média da área.

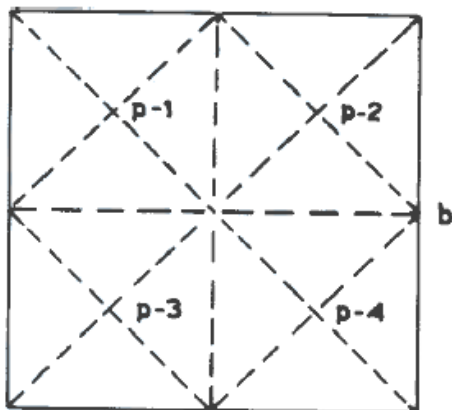


Figura A.2: Área regular com luminária central

A.3 Área regular com linha única de luminárias individuais

Fazer leituras nos oito lugares q1, q2, q3, q4, q5, q6, q7 e q8 e calcular a média aritmética (Q na equação).

Fazer leituras nos dois lugares p1 e p2 e calcular a média aritmética (P na equação).

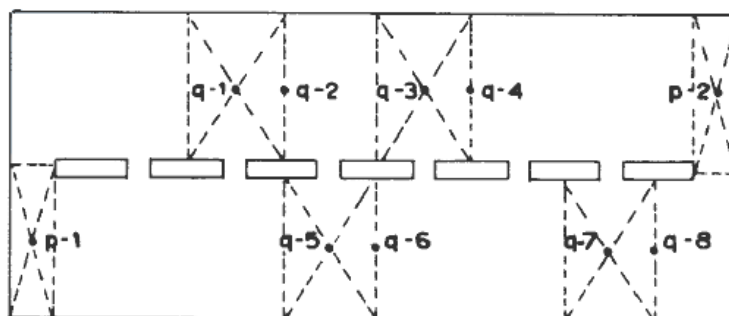


Figura A.3: Área regular com linha única de luminárias individuais

Determinar a média por meio da equação:

$$\text{Iluminância Média} = \frac{Q(N - 1) + P}{N}$$

Onde:

N = número de luminárias

A.4 Área regular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias

Fazer leituras nos quatro lugares r_1 , r_2 , r_3 e r_4 e calcular a média aritmética (R na equação).

Fazer leitura nos dois lugares p_1 e p_2 e calcular a média aritmética (P na equação).

Procedimento análogo para os pontos q e t , obtendo-se a média aritmética Q e T.

Determinar a iluminância média com a seguinte equação:

$$\text{Iluminância Média} = \frac{R * N (M - 1) + Q * N + T (M - 1) + P}{M (N + 1)}$$

Onde:

N = o número de luminárias por fila

M = número de filas

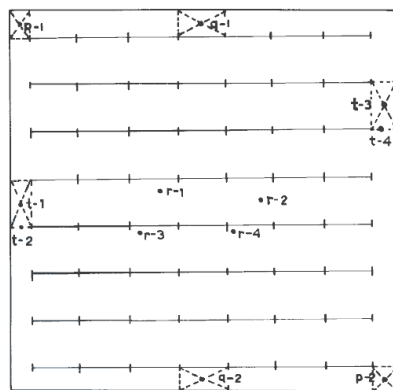


Figura A.4: Área regular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias

A.5 Área regular com uma linha contínua de luminárias

Fazer a leitura nos seis lugares q1, q2, q3, q4, q5 e q6 e calcular a média aritmética (Q na equação). Fazer a leitura nos dois lugares p1 e p2 e calcular a média aritmética (P na equação). Determinar a iluminância média com a seguinte equação:

$$\text{Iluminância Média} = \frac{QN + P}{N + 1}$$

Onde:

N = número de luminárias

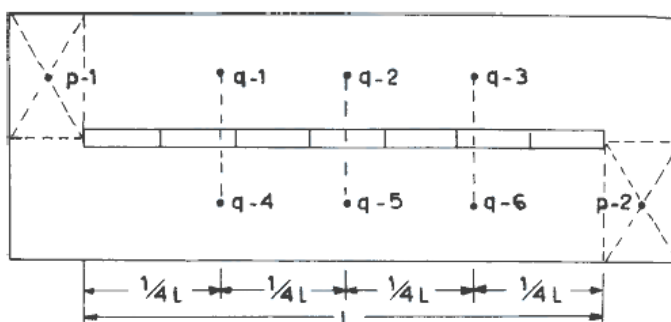


Figura A.5: Área regular com uma linha contínua de luminárias

A.6 Área regular com teto luminoso

Fazer leitura nos quatro lugares r1, r2, r3 e r4 e calcular a média aritmética (R na equação). Fazer leitura nos dois lugares q1 e q2, distanciados 60 cm aproximadamente da parede lateral e em locais arbitrários no sentido longitudinal. Calcular a média aritmética (Q na equação).

Fazer a medição nos dois lugares t1 e t2, a 60 cm aproximadamente da parede e em locais arbitrários no sentido transversal. Calcular a média aritmética (T na equação).

Fazer a leitura nos dois lugares p1 e p2 e calcular a média (P na equação). Determinar a iluminância média com a seguinte equação:

$$\text{Iluminância Média} = \frac{R(L - 8)(W - 8) + 8Q(L - 8) + 8T(W - 8) + 64P}{WL}$$

Onde:

W = largura do recinto, em metros

L = comprimento do recinto, em metros

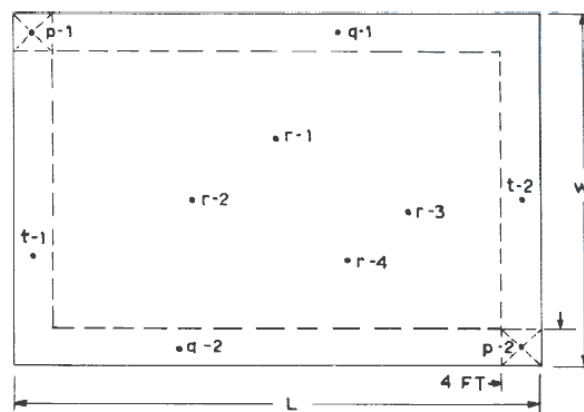


Figura A.6: Área regular com teto luminoso

