

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Faculdade de Arquitetura
PGDesign – Mestrado em Design e Tecnologia

PROPOSTA PARA DIRETRIZES PARA O PROJETO DE
UMA SALA DE AULA ADEQUADA AO
ENSINO DE DESENHO TÉCNICO INFORMATIZADO

Aluno: ROBERTO WANNER PIRES

Porto Alegre, agosto de 2011.

CIP - Catalogação na Publicação

Wanner Pires, Roberto

Proposta para diretrizes para o projeto de uma sala de aula adequada ao ensino de desenho técnico informatizado / Roberto Wanner Pires. -- 2011.
88 f.

Orientador: Mauricio Moreira e Silva Bernardes.
Coorientador: Fabio Gonçalves Teixeira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

1. Ergonomia. 2. Desenho Técnico. 3. laboratório.
4. Ensino. 5. Sala de aula. I. Moreira e Silva Bernardes, Mauricio, orient. II. Gonçalves Teixeira, Fabio, coorient. III. Título.

**PROPOSTA PARA DIRETRIZES PARA O PROJETO DE
UMA SALA DE AULA ADEQUADA AO
ENSINO DE DESENHO TÉCNICO INFORMATIZADO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes

Coorientador: Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Porto Alegre, agosto de 2011.

Roberto Wanner Pires

**PROPOSTA PARA DIRETRIZES PARA O PROJETO DE
UMA SALA DE AULA ADEQUADA AO
ENSINO DE DESENHO TÉCNICO INFORMATIZADO**

Este projeto foi julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Design e aprovado pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Design desta Universidade.

Prof. Orientador Dr. Maurício Moreira e Silva Bernardes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Orientador Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Coordenador do PGDESIGN/UFRGS

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Branca Freitas de Oliveira

Prof. Dr. Daniel Sergio Presta Garcia

Prof. Dr. Paulo Edi Rivero Martins

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Maurício Moreira e Silva Bernardes, por aceitar a orientação desta dissertação, interferindo no trabalho com sabedoria, conhecimento e compreensão.

Ao professor Daniel Sergio Presta Garcia, que, além de aceitar participar da banca examinadora, ofereceu permanente apoio e valiosas contribuições durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Aos demais membros da banca examinadora, Professora Branca Freitas de Oliveira e Professor Paulo Edí Rivero Martins, especialmente, pela paciência concedida a este mestrando.

Ao professor Fabio Gonçalves Teixeira, por apoiar meu ingresso no curso de mestrado do Programa de Pós-graduação em Design e Tecnologia - PGDesign, além de aceitar a co-orientação da dissertação em seus momentos finais.

Ao PGDesign, representado pelo Professor Wilson Kindlein Júnior, coordenador do programa à época de meu ingresso, pela oportunidade concedida.

À colega professora Eluza Pinheiro, pelo apoio, incentivo e contribuições à realização da dissertação.

Aos meus colegas, professores e estudantes do Departamento de Design e Expressão Gráfica desta Universidade, que, gentilmente, participaram desta pesquisa, em especial, na etapa de entrevistas e aplicação de questionários.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente na construção desta dissertação.

E, finalmente, de modo muito especial à minha esposa Cármen Lila que, com muito carinho, compreendeu, incentivou e apoiou o esforço para a realização desta etapa de minha carreira.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	08
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	09
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....	12
1.2. PROBLEMATIZAÇÃO DO TEMA.....	14
1.3. PROBLEMA.....	17
1.4. HIPÓTESE.....	18
1.5. OBJETIVOS.....	18
1.4.1 <i>Objetivo Geral</i>	18
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
1.6. JUSTIFICATIVA.....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1 ERGONOMIA.....	21
2.2 ANTROPOMETRIA.....	25
2.2.1 <i>Campo de visão do estudante</i>	29
2.3 AMBIENTE.....	30
2.3.1 <i>Design do Mobiliário</i>	30
2.3.2 <i>Iluminação</i>	33
2.3.3 <i>Ruídos</i>	38
2.3.4 <i>Ventilação</i>	39
3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.....	40
Preferência Declarada.....	41
3.1 Desenho da Pesquisa.....	43
4 ELABORAÇÃO DAS ENTREVISTAS E QUESTIONÁRIOS.....	44
Entrevista com os professores.....	47
Entrevista com os alunos.....	57
5 ENTREVISTAS E A PRFERÊNCIA DECLARADA.....	62
6 DETERMINAÇÃO DAS DIRETRIZES.....	67
7 CONCLUSÃO.....	71
7.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	75
8 BIBLIOGRAFIA.....	76
9 APÊNDICES.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Salas de aula equipadas com computadores, projetores e quadros brancos	13
Figura 02: Foto do LECOG em junho de 2008	15
Figura 03: Principais medidas antropométricas a serem consideradas no projeto de um posto de trabalho para a pessoa sentada	26
Figura 04: Campo de Visão	30
Figura 05: Áreas de alcances ótimo e máximo na mesa, para o trabalhador sentado	32
Figura 06: Iluminação ideal para o estudante	35
Figura 07: Limite da tela	36
Figura 8: As luminárias devem ser posicionadas de modo a evitar os ofuscamentos provocados pelos brilhos diretos e reflexos no campo visual	37
Figura 9: Visão sobre a escolha do usuário	42
Figura 10: Desenho da pesquisa	45
Figura 11: Média de alunos por professores nas turmas de Desenho Técnico	48
Figura 12: Mais de um aluno por computador durante a aula	48
Figura 13: Gráfico de itens importantes em uma sala de aula informatizada	49
Figura 14: Avaliação dentro de cada item de importância em uma sala de aula	52
Figura 15: Número de alunos por computador durante a aula	57
Figura 16: Sobre os alunos trabalharem aos pares (mas cada um com seu equipamento)	58
Figura 17: Se fosse possível você usaria um equipamento (computador) de sua propriedade em aula?	61
Figura 18: Qual conceito você atribuiria para a sala LECOG?	61
Figura 19: Layout de sala 1	62
Figura 20: Layout de sala 2	63
Figura 21: Layout de sala 3	63
Figura 22: Layout de sala 4	63
Figura 23: Preferência declarada dos alunos em relação ao layout da sala de aula	65
Figura 24: Relação professor-aluno-monitor na estação de trabalho	67
Figura 25: Visão do professor na sala de aula feita com as diretrizes apontadas na pesquisa	72
Figura 26: Visão de um aluno na sala de aula feita com as diretrizes apontadas na pesquisa	72

Figura 27: Vista inferior da estação de trabalho dos alunos	73
Figura 28: Visão superior da sala de aula feita com as diretrizes apontadas na pesquisa	74

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 01: Requisitos para o estudo de diretrizes	19
Quadro 02: Lista de requisitos possíveis para uma sala de aula informatizada	51
Quadro 03: Indicações de aspectos de maior preocupação na projeção de uma sala de aula	54
Quadro 04: Pontos positivos de uma sala de aula informatizada	55
Quadro 05: Indicações espontâneas para melhorar salas de aula informatizadas a partir da entrevista	56
Quadro 06: Diagrama de Mudge com as respostas dos alunos	59
Quadro 07: Ordem de importância dada pelos alunos	60
Quadro 08: Números da preferência declarada dos alunos	65
Quadro 09: Diretrizes para a projeção de uma sala de aula para o ensino de desenho técnico	70
Tabela 01: Valores obtidos com as avaliações	29
Tabela 02: Diagrama de Mudge	53
Tabela 03: Preferência declarada dos professores e profissionais entrevistados	64

RESUMO

PIRES, Roberto Wanner. **Diretrizes para o projeto de uma sala de aula adequada ao ensino de Desenho Técnico.** Porto Alegre, 2011. 91 p. Dissertação (Mestrado em Design) Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS, 2011.

A incorporação da informática nas atividades corriqueiras da execução de desenhos técnicos provocou uma verdadeira revolução nas práticas de ensino destes conteúdos. As pranchetas foram substituídas por computadores, alterando a prática do ensino e o modo de aprender, criando a necessidade de projetar um novo tipo de sala de aula, voltada a atender às novas exigências. Esta pesquisa diagnostica os problemas e identifica as diretrizes que devem nortear este projeto. Para tanto, foram entrevistados professores da área de Desenho Técnico, fabricante de móveis, técnicos em condicionamento ambiental e aplicados questionários aos estudantes deste conteúdo na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O resultado desta pesquisa é um conjunto de diretrizes que se apresenta para auxiliar aos projetistas, fornecendo uma orientação sobre as principais variáveis envolvidas.

Palavras-chave: Ergonomia, diretrizes, desenho técnico, sala de desenho.

ABSTRACT

PIRES, Roberto Wanner. **Diretrizes para o projeto de uma sala de aula adequada ao ensino de Desenho Técnico.** Porto Alegre, 2011. 91 p. Dissertação (Mestrado em Design) Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS, 2011.

The integration of informatics in simple activities of technical drawing performance has led to a real revolution in the teaching practices of these contents. The drawing boards have been substituted by computers, making a change in teaching practice and in the way of learning, giving rise to the necessity of projecting a new kind of classroom aiming to fulfill the new demands. This research recognizes the problems and identifies the guidelines that lead the way to this project. In order to do that interviews with Technical Drawing professors, furniture manufacturers and environmental conditioning technicians were conducted, as well as the use of questionnaires with students of this subject at Federal University of Rio Grande do Sul. The result of this research is a set of guidelines that is presented to help designers, indicating to them trends concerning the main variables involved.

Key-words: Human factors, guidelines, technical drawing, drawing room.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Desenho Técnico evoluiu do trabalho em pranchetas para a utilização de computadores. As atuais salas de ensino deste conteúdo foram adaptadas, sendo equipadas com *softwares* e *hardwares*, porém não são adequadas para o uso ao qual estão destinadas, pois não preveem uma série de importantes especificidades em relação ao ensino da disciplina.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A incorporação da informática nas atividades corriqueiras da execução de desenhos técnicos provocou uma verdadeira revolução nas práticas de ensino destes conteúdos. A prancheta, bem como os instrumentos de desenho tradicionais (compassos, esquadros, régua paralelas, etc.) foram substituídos, com vantagem, por computadores e programas especializados, onde executar o desenho técnico tornou-se mais rápido, fácil e preciso. Este acontecimento alterou totalmente a prática do ensino e o modo de aprender, criando a necessidade de um novo tipo de salas de aula (figura 01) totalmente voltadas para atender às novas exigências. Pretende-se, com a iniciativa desta pesquisa, levantar as condições, ou melhor, as diretrizes que o projeto de uma sala de aula adequada para este fim tenha, de modo a atender as necessidades específicas deste tipo de ensino, fazendo com que tanto os alunos quanto os professores responsáveis sintam-se melhor atendidos durante as aulas.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), durante muitas décadas, lecionou-se as aulas de Desenho Técnico sob condições que não eram perfeitas, mas adequadas ao trabalho. O espaço físico e os equipamentos das respectivas salas atendiam às especificidades desta atividade nos trabalhos de desenhos técnicos em prancheta. Ocupava-se uma sala especialmente preparada para atender as necessidades do ensino deste conteúdo. Assim sendo, pode-se afirmar que as atividades de ensino de Desenho Técnico na Universidade eram, até pouco tempo atrás, desenvolvidas em satisfatórios níveis de conforto e desempenho.

Mas, com a mudança na estrutura de ensino que, agora, inclui um tipo diferente de instrumento, o caso do computador e seus *softwares*, trouxe uma nova problemática. Pode-se, por exemplo, observar no trabalho de Moraes e Cheng:

É importante ressaltar que o computador como instrumento de desenho já está incorporado na metodologia de ensino e que as disciplinas de Desenho Técnico e Computação Gráfica e/ou CAD, integram os currículos dos cursos de engenharia e áreas afins, de forma conjunta, seja como disciplinas separadas ou por Reformulação das disciplinas de Desenho, adaptadas à nova realidade do ensino (MORAES; CHENG, 2000).



Figura 01: Salas de aula equipadas com computadores, projetores e quadros brancos.
Fonte: O Autor (2011).

Pretende-se, com a iniciativa desta pesquisa, contribuir para o conhecimento de diretrizes apresentadas pelas novas condições de trabalho, inseridas neste contexto tecnológico.

A nova sala de aula de Desenho Técnico da UFRGS, preparada para oferecer um ambiente equipado com computadores, foi denominada de Laboratório de Ensino de Computação Gráfica (LECOG) e implantada com a finalidade inicial de funcionar como um laboratório de estudos e ensaios para a introdução destes novos conceitos de ensino e tecnologia nas disciplinas de Desenho Técnico. Atualmente, o LECOG acolhe as 12 turmas responsáveis pelo ensino deste conteúdo para estudantes de graduação em todos os cursos de Engenharia que a Universidade oferece, quais sejam: Engenharias Ambiental, Civil, da Computação, de

Controle e Automação, de Energia, de Materiais, de Minas, de Produção, Elétrica, Física, Mecânica, Metalúrgica e Química. As atividades desenvolvidas, no LECOG, envolvem sete professores e mais de 300 estudantes da graduação.

1.2. PROBLEMATIZAÇÃO DO TEMA

Roberto Santos conceitua em *Ergonomização da interação homem-computador*:

Temos que o termo ergodesign conceitua a união da Ergonomia com o Design. Se uma aplicação dos princípios da Ergonomia ao processo de Design é implementada, o resultado deve ser um produto atrativo e também amigável. Desta forma, máquinas, equipamentos, estações de trabalho e ambientes de trabalho que integram a Ergonomia ao Design contribuem para a qualidade de vida, aumentam o bem-estar e o desempenho dos produtos. (Santos, 2000)

O precursor desta abordagem que une Ergonomia e Design foi o projetista norte-americano Henry Dreyfuss. Para alguns autores, a referência mais antiga ao termo *human factors* está presente nos trabalhos de Dreyfuss, que datam da década de 1930. Dreyfuss foi o primeiro designer que implementou ativamente a aplicação da antropometria no projeto de produtos (Moraes, 2004).

Como exemplo de sala de aula do ensino técnico, o LECOG foi projetado para atender turmas com, no máximo, 40 estudantes, sendo equipado com vinte computadores para os alunos e mais um para o professor, instalados em rede e com acesso à Internet. Os alunos são distribuídos na sala na razão de dois estudantes para cada um dos computadores, no máximo. Acrescente-se que as turmas que possuem mais de 20 alunos contam com dois professores.

Os computadores estão dispostos lado a lado, permitindo facilmente a consulta à tela do monitor dos colegas ao lado. Este dado é interessante, pois permite uma fácil troca de experiências entre as duplas de alunos, porém totalmente desaconselhável quando das avaliações de aproveitamento, por motivos óbvios. Na ocasião destas avaliações, as duplas que dividem o mesmo computador fazem provas em dias alternados, viabilizando estabelecer uma avaliação individual. Nota-se, portanto, a existência de aspectos positivos e negativos na atual situação em que se encontra conformado o LECOG.

Quando da criação do LECOG, houve uma preocupação em se estabelecer uma sala de ensino onde fossem contempladas as condições de conforto e eficiência no desenvolvimento das aulas. Para tanto, procurou-se atender as necessidades de iluminação, ventilação e de *layout* tanto da sala quanto do mobiliário que lhe fosse adequado. Desse modo, foi instalado aparelho de ar condicionado, luminárias com lâmpadas fluorescentes e cortinas para controlar o nível de iluminação durante as aulas diurnas e, além disso, permitir o uso do projetor multimídia.

Para compor o mobiliário, foi adquirido um conjunto de peças, havendo o cuidado com a escolha dos modelos de mesa para que elas fossem especialmente fabricadas para o uso de computadores. Também foram compradas cadeiras com encosto e descanso para os braços, um quadro branco para dispensar o giz como instrumento de traçado pelo professor, pois este recurso não é recomendável para uso próximo a equipamentos de informática. Para esta aquisição foi observada a melhor razão custo-benefício, sendo que este mobiliário apresentou problemas de adequação às necessidades dos professores e dos alunos que utilizam a sala, sendo este um dos maiores motivos para o presente estudo. Quanto à distribuição dos estudantes e do mobiliário, no LECOG (Figura 02), foi priorizada, na criação do laboratório, a utilização da sala em situação de execução de trabalhos práticos, com a necessidade do professor aproximar-se dos estudantes para dirimir as suas dúvidas e, rapidamente, mudar de posição, podendo atender aos chamados de outros alunos, em diferentes pontos da sala.



Figura 02: Foto do LECOG em junho de 2008.
Fonte: O Autor (2008).

A falta de experiência, de recursos e, principalmente, de um estudo aprofundado levou à aquisição de mesas com espaço suficiente apenas para alojar os computadores com gabinete, monitor e *mouse*. Dessa forma, os alunos não conseguem fazer anotações, acondicionar os seus pertences ou usar o tampo como apoio para a leitura de desenhos e textos em papel, prejudicando, pois, a aprendizagem.

Considerando-se que as disciplinas são teórico-práticas, as aulas desenvolvem-se em dois momentos distintos. No primeiro momento, geralmente, no início das aulas, o professor apresenta os novos conteúdos, realizando uma breve preleção introdutória. Para isso, os estudantes posicionam as suas cadeiras viradas para o professor, ficando afastados dos computadores. Durante o restante do período da aula, os estudantes realizam atividades práticas, executando trabalhos gráficos nos computadores. Assim, eles reposicionam as suas cadeiras para que possam ficar de frente para os equipamentos.

É importante reforçar que, quando do desenvolvimento das práticas em aula, o professor deve, sistematicamente, aproximar-se dos estudantes, apontando erros, respondendo perguntas e interferindo nos trabalhos, procedimento que é de grande relevância para a eficiência do ensino do conteúdo. Quando da aproximação do professor à mesa de trabalho dos estudantes, no LECOG, para proceder a um atendimento, percebe-se uma verdadeira barreira entre as telas dos monitores e o professor. Os estudantes estão colocados aos pares em frente às máquinas, impedindo o acesso do professor aos equipamentos, atrapalhando, as aproximações que são tão necessárias ao ensino. Esta dificuldade de aproximação tem consequências diretas no processo ensino-aprendizagem, pois o professor não consegue estabelecer, de forma eficaz, uma fácil comunicação com os alunos, falando às costas deles. As tomadas elétricas e de lógica dos computadores estão localizadas no chão, à frente das mesas, sem proteção para os pés dos alunos. Este fato, eventualmente, pode provocar o desligamento das máquinas em plena execução de tarefas, acarretando a perda de trabalhos.

Devido a realidade econômica da UFRGS, no momento da aquisição de equipamentos e computadores para os laboratórios, o fator fundamental é a economia na aquisição deles, às vezes, desconsiderando importantes conceitos de ergonomia e também de equipamentos com tecnologia de ponta disponíveis, hoje, no mercado. Outra consequência desta necessidade de

economia, é que as salas de aula acabam por dispor apenas um equipamento para cada dupla de alunos.

A altura das mesas convencionais para computadores pessoais é de 76 cm, determinando que o professor tenha que se abaixar e reclinar-se (ou ajoelhar) até alcançar o *mouse* e o teclado ou para poder apontar algo no monitor durante as explicações, além de estar posicionado atrás dos alunos, o que atrapalha a conversação, causando, além de uma invasão do espaço do aluno, um desconforto ergonômico para ambos. Outro ponto importante para se observar é que as mesas convencionais não apresentam condições para dois usuários simultâneos, uma necessidade já verificada na formação das turmas de Desenho Técnico na Universidade.

1.3. PROBLEMA

O problema da pesquisa deste trabalho pode ser assim descrito: Que diretrizes devem nortear o projeto de uma sala de aula de Desenho Técnico?

A proposta deste trabalho leva em consideração que a sala de aula de Desenho Técnico deve contemplar, principalmente, os aspectos ergonômicos envolvidos tanto dos alunos quanto do professor que estão utilizando a sala de aula. Serão analisadas: as condições de visualização do quadro e do professor durante as apresentações teóricas; a melhor ventilação e iluminação naturais e artificiais; estudo cromático aplicado para o ambiente; circulação de todos os envolvidos na atividade de ensino - sejam estudantes ou professores. Uma atenção especial será dada ao momento em que o professor faz a aproximação à estação de trabalho dos estudantes, de forma a estabelecer boas condições para que os envolvidos fiquem frente a frente durante o encontro e ambos tenham ótima visão da tela do computador. Ainda deve ser considerado que tanto professor como estudantes devem ter fácil e confortável acesso ao tampo da mesa da estação, pois, assim, podem operar o *mouse*, o teclado, consultar livros e figuras, bem como executar pequenos esboços. Desse modo, far-se-á possível avaliar as características, pesquisar e estabelecer quantas e quais as diretrizes que determinam as condições de trabalho em sala de aula de Desenho Técnico informatizado.

1.4. HIPÓTESE

A partir das necessidades descritas por alunos, professores e profissionais especialistas nas áreas de *layout*, conforto térmico e acústico, iluminação, entre outras atividades, é possível elencar uma série de diretrizes importantes para a projeção de uma sala de aula voltada para o ensino de desenho técnico instrumentado, fazendo com que os envolvidos (alunos e professores) tenham melhores condições de trabalho e aprendizagem, sem que a aula transforme-se em um fator de estresse ou dificulte o ensino dos conteúdos da disciplina.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GERAL

Propor diretrizes para o projeto de uma sala de ensino de Desenho Técnico de forma a proporcionar condições adequadas de conforto e eficácia para estudantes e professores em sala de aula.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar, de acordo com os parâmetros ergonômicos, as salas de aula de Desenho Técnico na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Estabelecer as reais necessidades dos alunos e dos professores que utilizam as salas de aula e aumentar o seu aproveitamento de estudo e trabalho.
- Propor indicadores para qualificar um projeto de sala de aula de Desenho Técnico, através da identificação das diretrizes norteadoras destes projetos.

1.6. JUSTIFICATIVA

A partir da leitura das publicações pesquisadas até o momento, observa-se que existem poucas pesquisas que busquem elencar as diretrizes para uma sala de desenho técnico que contemplem as necessidades específicas desta universidade. Poucos trabalhos abordaram o desenvolvimento de uma sala de aula que satisfaça a necessidade de isolamento dos

estudantes durante as avaliações de aproveitamento e, simultaneamente, permita uma fácil circulação do professor e dos próprios estudantes pela sala. Do mesmo modo, não se desenvolveu um mobiliário adequado às especificidades e às necessidades para um melhor desenvolvimento de aulas teórico-práticas que a disciplina de Desenho Técnico exige. Considerando a bibliografia pesquisada, verificou-se a necessidade de um maior aprofundamento no assunto, exigindo uma pesquisa bibliográfica e um embasamento teórico mais consistente a fim de buscar uma sala de aula que, efetivamente, atenda as necessidades de mediação pelo professor, bem como as necessidades de aprendizagem dos alunos.

A pesquisa proposta pretende analisar os problemas envolvidos no projeto da sala de aula em questão, estabelecendo os principais parâmetros ideais para o mobiliário, as relações entre o aluno e o professor, bem como o número ideal de alunos por sala de aula, além de ventilação, iluminação, temperatura e o tudo o mais que possa interferir no processo ensino-aprendizagem neste contexto. Devem-se considerar os fatores ambientais e os fatores sociais destacados pelo desempenho dos estudantes quando o estudo dá-se aos pares, a sós ou, ainda, em grupos, e também os fatores sociológicos gerados pela percepção das apresentações teóricas, prazos e mobilidade de todos os envolvidos nas atividades e, além disso, segundo KOMENDAT (2010) quando se cria um ambiente que seja centrado no aluno e visando a uma melhor aprendizagem, é imperativo que sejam levadas em consideração as ideias dos alunos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O novo ensino das disciplinas de Desenho Técnico, que envolvem uma nova ordem de tecnologias importantes para o desenvolvimento de uma melhor aprendizagem do aluno, exige um novo tipo de sala de aula, que esteja preparado para ser uma interface entre o professor, o aluno e o conteúdo, constituindo uma parte significativa nesta construção, mas não sendo um personagem principal.

Entretanto, a utilização de novos instrumentos, principalmente tecnológicos, para o ensino de desenho requer ambiente apropriado para o desenvolvimento da atividade. Ao levar a tecnologia computacional para a sala de aula não se pode, simplesmente, colocar os novos equipamentos sobre as 'velhas pranchetas', pois não sendo o ambiente adequadamente remodelado para o novo paradigma de ensino, a eficiência dessas atividades fica comprometida. GIUNTA (2004)

Para estabelecer os parâmetros de uma sala de aula ideal para o ensino de Desenho Técnico é preciso um estudo apurado sobre os aspectos que tenham relevância neste projeto. Segundo Giunta (2004) - (Quadro 01) -, para que se possa avaliar a adequação desses laboratórios e a proposição de uma sala de aula ideal, é necessário estudar a dinâmica entre a metodologia de ensino, ou seja, como a pessoa do professor ajudaria na busca deste conhecimento, sem que ele seja sobrecarregado com isto, as tecnologias utilizadas, o arranjo do espaço físico ou ambiente de ensino (pensando, aqui, em aspectos como iluminação, acústica, entre outros), os aspectos de antropometria, tendo em vista que a sala de aula refere-se a um tipo majoritário de alunos e, principalmente, a ergonomia.

RECURSOS E EQUIPAMENTOS	POSTOS DE TRABALHO	AMBIENTE	ORGANIZAÇÃO
Monitor; Teclado; Periféricos; Documentos.	Mesa; Assento; Apoio de pés; Porta documentos; Disposição dos recursos.	Iluminação; Temperatura; Ruído; <i>Layout</i> geral.	Conteúdo do trabalho; Fluxo de trabalho; Estrutura; Turnos; Ergonomia de <i>software</i> .

Quadro 01: Requisitos para o estudo de diretrizes.
Fonte: Bullinger & Gunzenhäusen, 1988.

2.1 ERGONOMIA

O termo ergonomia é derivado das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras), ou seja, a ergonomia significa “as regras para se organizar um trabalho” (COUTO, 1995). O estudo da ergonomia tem a finalidade de que os envolvidos, melhor inseridos no ambiente ergonômico, possam realizar o seu trabalho com mais qualidade de produto e de serviço, bem como com mais qualidade de vida (Hahn, 1999). Em conformidade com Vidal (2002 *apud* Carvalho, 2005), a ergonomia tem como foco a atividade de trabalho das pessoas, a situação em que ela ocorre e, como finalidade, a transformação para a melhoria do sistema.

A ergonomia também pode ser considerada, conforme Iida (2005), como o estudo da adaptação do homem ao trabalho. Mas o conceito de trabalho, aqui, faz-se bastante ampliado, somando não somente os que são realizados por máquinas e equipamentos, que transformam materiais, mas sempre que acontece o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva. E ainda não somente o ambiente físico, mas o organizacional.

A ergonomia inicia-se com o estudo das características do trabalhador para, depois, projetar o trabalho que ele consegue executar, preservando a sua saúde. Assim, ergonomia parte do conhecimento do homem para fazer o projeto do trabalho, ajustando-os às suas capacidades e limitações. Observa-se que a adaptação sempre ocorre no sentido do trabalho para o homem. A recíproca nem sempre é verdadeira. Ou seja, é muito mais difícil adaptar o homem ao trabalho. Esse tipo de orientação poderia resultar em máquinas difíceis de operar ou condições adversas de trabalho, com sacrifício do trabalhador. Isso seria inaceitável para a ergonomia (IIDA, 2005, p. 2).

A ergonomia, ademais, tem alguns domínios especializados, que constituem partes específicas do sistema, sendo elas, segundo IIDA (2005)

- Ergonomia Física: preocupa-se com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, relacionadas à parte física da interação. Desde como o ser humano porta-se no trabalho, no seu manuseio de materiais, no estudo dos movimentos que se repetem, em suma, a segurança e a saúde do trabalhador. Por ergonomia física, entende-se o estudo da postura no trabalho, o manuseio de materiais, os movimentos repetitivos, os distúrbios músculo-esqueléticos que são relacionados ao trabalho, o projeto de posto de trabalho, a segurança e a saúde.

- Ergonomia Cognitiva: estuda os processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e também a resposta motora, relacionados com as interações entre as pessoas e outros elementos de um sistema. Para Abergó (2007); Cañas *et al* (2001), ergonomia cognitiva refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio, interpretação, soluções de problemas e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.
- Ergonomia Organizacional: trata da otimização dos sistemas sócio técnicos que se referem às estruturas organizacionais, às políticas e aos processos. À ergonomia organizacional concerne a otimização dos sistemas sócio técnicos, incluindo as suas estruturas organizacionais, políticas e de processos (ABERGO, 2007).

Neste estudo, o tópico de ergonomia, que será detalhado, é o de ergonomia física, pois um de seus temas é justamente a questão do trabalho realizado pelos alunos e pelos professores que utilizam o LECOG como sala de aula para o ensino de Desenho Técnico e como as características físicas deste ambiente influenciam na melhor aprendizagem dos conteúdos que são disponibilizados.

Para que a escola possa realizar suas funções, ela precisa estar equipada com mobiliário adequado que propicie o bem estar do educando, permitindo que este tenha condições de receber e assimilar os conhecimentos que lhe são passados em sala de aula. O mobiliário 'classe', que é o conjunto compreendido por mesa e cadeira, é o que fornece suporte para o aluno realizar suas atividades, sendo considerado um posto de trabalho por Villa e Silva (2000). Segundo Bermiller (1978) 'o educando estabelece, sem dúvida, uma relação física por assim dizer direta', com a mesa e a cadeira escolares, 'pois que interessando particularmente as condições de acomodação do seu corpo'. PINHO (2004, p. 13)

Conforme Wisner (1994 *apud* Tavares, 2000), a ergonomia constitui uma parte valiosa na melhoria das condições de trabalho, embora não seja exclusiva. A ergonomia pesquisa a compatibilidade do processo educacional com os procedimentos, os materiais e os métodos; as situações de ensino que buscam o dinamismo em sala de aula; os métodos de avaliação; os equipamentos e o material didático; a infraestrutura e o ambiente e os aspectos organizacionais. Em consonância com Lima (2003), o objetivo da ergonomia é analisar as classes dos alunos, assim como o trabalho que eles executam enquanto estão em sala de aula, é só uma parte do sistema em que este aluno atua e que será foco deste estudo. Neste nível, a

análise ergonômica é relativa à tarefa, levando em conta a postura e os movimentos que o aluno ou o professor vão executar, assim como as suas exigências físicas e cognitivas. Quando um posto de trabalho é feito pensando apenas na questão do trabalho que será desenvolvido nele, e somente depois é avaliado como será utilizado pelo aluno, tal procedimento gera uma adaptação que pode ser precária, causando, assim, um trabalho desnecessário de quem está usando este posto. Um levantamento do “estado da arte”, tanto em termos ergonômicos como os de caráter de antropometria, arquitetura, entre outros, que serve para verificar aquilo que se conhece sobre o assunto e, sobretudo, para descobrir se o objeto de estudo já não foi realizado e para servir de suporte para a atual pesquisa (IIDA, 2005, p. 33).

Observa-se que, para Grandjean (1998), a melhoria da saúde do indivíduo tem sido uma preocupação constante, principalmente, no ambiente de trabalho em que este indivíduo passa a maior parte do seu tempo. Esta ponderação do autor pode ser constatada através de vasta bibliografia escrita sobre os problemas causados por esforços repetitivos ou posições desfavoráveis, devido ao longo período do indivíduo exposto a um mesmo tipo de trabalho.

Temos que a ergonomia é um conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem, necessários para a criação de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser empregados com o máximo conforto, segurança e eficácia (Wisner, 1987). Logo, para a criação de mobiliário específico para uma sala de aula específica, faz-se necessário um estudo particular antropométrico dos seus ocupantes e de suas necessidades.

A ergonomia tem se interessado, cada vez mais, pelas atividades de ensino, procurando torná-las mais eficientes, visto que a concentração dos alunos durante as atividades em sala de aula pode ser facilitada por um ambiente adequado ao ensino. A concentração dos alunos também é influenciada por estímulos do ambiente como dimensões da sala de aula, iluminação, temperatura e outros recursos de ensino (GIL 1997).

O ambiente adequado implica muitos aspectos que ajudam a se pensar em diretrizes para a concretização de uma sala de aula com pouco ruído externo; com iluminação adequada, bem arejada, com dimensões adequadas ao número de alunos e um mobiliário ajustado às características fisiológicas destes alunos.

Em uma sala de aula, os cuidados com a ergonomia devem estar presentes tanto para o aluno quanto para o professor, uma vez que ambos estão sujeitos aos mesmos agentes tais como a ventilação; a iluminação para evitar fadiga visual; a acústica e também o mobiliário, que deve ser o mais confortável possível, entre outros aspectos (PRADO, 2000). Considerando-se que, conforme Lembow (1990), a Organização Mundial de Saúde – OMS - conceitua a saúde como “um perfeito estado de bem estar físico e social”, da qual emerge uma visão estática da saúde e seguindo a norma brasileira NR 17 – Ergonomia - 17.1. “que visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.” (BRASIL, 2000).

É importante considerar que todos os autores pesquisados, nesta investigação, têm grande preocupação em amenizar a Lesão por Esforço Repetitivo, conhecida como LER, ou o Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho, o DORT. Contudo, também é significativo salientar que, nesta atividade escolhida para a pesquisa, não se tem uso prolongado por parte dos usuários, tendo em vista que os alunos e os professores utilizam a sala de aula em ocasiões muito específicas (os alunos frequentam a sala de aula, em estudo, uma vez por semana durante no máximo quatro ou seis horas). Mesmo os professores têm jornadas de trabalho relativamente curtas, não ultrapassando 16 horas semanais, exclusivamente em sala de aula (usos diferenciados, tais como verificação de e-mails, elaboração de textos, planilhas, entre outros, em locais diversos do ambiente de trabalho).

Couto (1995) define *layout* como o planejamento e a integração dos caminhos dos componentes de um produto ou serviço a fim de obter o relacionamento mais eficiente e econômico entre o pessoal, os equipamentos e os materiais que se movimentam. Segundo LOFFE (2003, p.8),

É importante ter em conta que o desconforto provocado pelo ambiente inapropriado (condições de iluminação, acústica, temperatura, espaço, cor envolvente, etc.), ou por equipamento desajustado que pode levar à desatenção e ao cansaço, refletindo-se negativamente na capacidade de concentração e de aprendizagem.

Iida (2000) menciona critérios para o bom dimensionamento do espaço de trabalho, no caso desta pesquisa, a sala de aula, os quais são, a seguir, apresentados:

- **Importância:** colocar o componente mais importante em posição de destaque no posto de trabalho, no caso, um tablado para o professor em frente à lousa ou ao telão de apresentações;
- **Frequência de uso:** os componentes usados com maior frequência são colocados em posição de destaque;
- **Agrupamento funcional:** os elementos de funções semelhantes entre si formam subgrupos que são mantidos em blocos;
- **Intensidade de fluxo:** os elementos, entre os quais ocorre maior intensidade de fluxo, são dispostos próximos entre si.

Para este estudo, um importante meio a ser considerado será a mesa em que o estudante permanece durante toda a aula. Duas variáveis serão relevantes para o dimensionamento desta mesa (Iida, 2005, p. 145): a altura e a superfície de trabalho do aluno. Esta altura será regulada pela posição do cotovelo e só deverá ser determinada após o ajuste da altura da cadeira.

O aluno permanece, durante todo período da aula, sentado. Esta posição exige atividade muscular do dorso do ventre para mantê-la. Além de sobrecarregar as nádegas, existe um aumento de consumo de energia corporal, muito maior que na posição horizontal, por exemplo (Iida, 2005, p. 167). O assento do aluno deve permitir que ele possa fazer mudanças na sua postura, para que a fadiga corporal leve mais tempo para aparecer.

2.2 ANTROPOMETRIA

Iida (2005) registra que, no processo ensino aprendizagem, os alunos, geralmente, permanecem sentados durante longos períodos. Para garantir-se o conforto, nessa situação, é necessário

fazer estudo da postura e das dimensões antropométricas, para projetar-se adequadamente o posto de trabalho escolar. A antropometria, por sua vez, trata das medidas do corpo humano.

Uma das muitas aplicações da antropometria, em estudos ergonômicos, dá-se no dimensionamento do espaço de trabalho e no desenvolvimento de produtos industrializados como mobília de um posto de trabalho, em automóveis ou ferramentas, entre outros. Com o crescimento da tecnologia, haverá um aumento na precisão destas medidas, além da automatização destas técnicas de medida, para uma melhor definição do tamanho humano e da mecânica do espaço de trabalho e equipamentos.

Sempre que for possível e economicamente justificável, as medições antropométricas devem ser realizadas diretamente, tomando-se uma amostra significativa de sujeitos que serão usuários ou consumidores do objeto a ser projetado. Por exemplo, para se dimensionar cabinas de ônibus, deve-se medir os motoristas de ônibus que serão os usuários (IIDA, 2005, p. 109).

Para cada tipo de estudo, é preciso definir onde e para quem estas medidas, que estão sendo feitas, serão utilizadas. No caso desta pesquisa, o posto de trabalho é a classe em que o aluno permanece sentado durante toda a aula. Iida (2005) sugere alguns itens relevantes para serem levados em consideração durante as medições (figura 03).

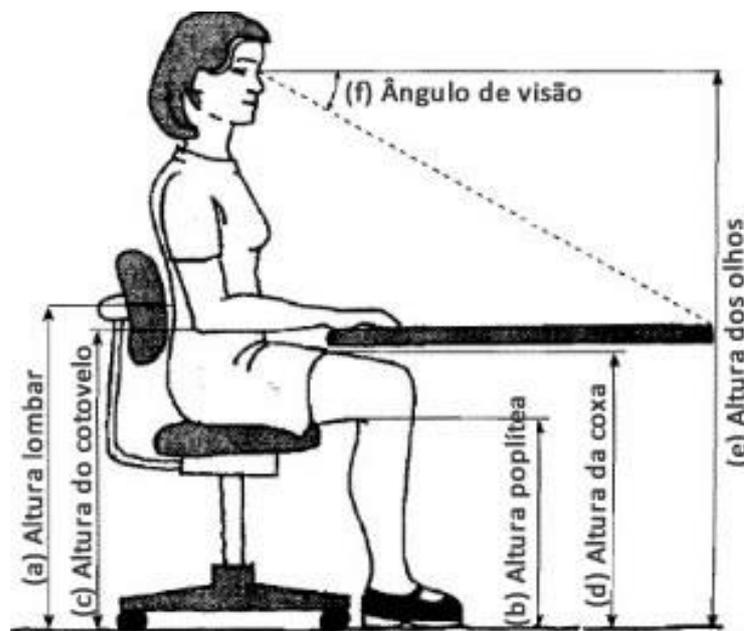


Figura 03: Principais medidas antropométricas a serem consideradas no projeto de um posto de trabalho para a pessoa sentada.
Fonte: Iida (2005).

Ainda que não sejam as medidas ideais para o presente estudo, é ver como se dá a questão de medição, em um caso parecido. O fato de se usar móveis que são produzidos em série, por uma questão de custo, também dificulta o trabalho do aluno durante a aula. Mesmo que tenha havido um estudo antropométrico, há uma especificidade em cada trabalho que será executado, ou seja, os alunos poderão ter outro tipo de comportamento que a mesa atual não prevê e também não está apta para uso. Por isso, também é importante que estas mesas tenham a algum tipo de possibilidade de se adequarem ao uso de diversos tipos de pessoas, assim como seus diversificados usos possíveis.

Além disso, estas flexibilizações não podem ser difíceis e nem dependerem de complicados mecanismos, visto que aluno está em uma sala de aula e em um processo de aprendizagem. Uma demora significativa poderia implicar uma diminuição importante na apreensão de conteúdos por parte do estudante. Ainda é preciso lembrar que o aluno da disciplina faz um uso considerável do *mouse* e do teclado para suas atividades o que aumenta também a importância de uma mesa específica para isto, em que exista um cuidado especial para que não aconteça uma sobrecarga de trabalho para os alunos.

Outro fator fundamental a ser levado em conta, neste estudo, é que o trabalho realizado pelo professor que, durante o período da aula, permanece em pé ou circulando entre os alunos. A atividade deste profissional requer um grande número de deslocamentos em um espaço relativamente pequeno, além de exigir que o professor sente e levante diversas vezes, realizando movimentos com os membros enquanto o corpo permanece praticamente estático.

Para o presente trabalho, as medidas antropométricas a serem utilizadas levarão em conta os estudos das medidas de jovens estudantes do curso de Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a partir do trabalho do professor Paulo César Paulino, intitulado “Proposta de tabela antropométrica de percentil para alunos do sexo masculino matriculados nos cursos de Engenharia da UTFPR Campus Cornélio Procópio” que fez um trabalho acerca destas medidas antropométricas de alunos do curso de Engenharia de uma universidade federal da região sul do Brasil. A escolha desse conteúdo e dos estudos deve-se ao fato de que a constituição étnica, assim como a região estudada, é semelhante ao

aluno da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde o presente estudo está se desenvolvendo.

Para a determinação destes dados coletados, o autor levou em consideração os seguintes testes:

- Estatura: é a distância vertical do chão até a cabeça, medida com o indivíduo em pé, ereto e olhando bem à frente (PANERO; ZELNIK,2002 *apud* Paulino). No caso em estudo, foi obtida por meio de estadiômetro de madeira com escala de 0,01 m (1 milímetro);
- Peso: auferido por meio de balança digital da marca Tanita mod. UM 080;
- Índice de Massa Corpórea (IMC): avaliado pela equação $IMC=P/E^2$;
- Porcentagem de gordura (% gordura): avaliada pelo método de bioimpedância com a balança digital da marca Tanita mod. UM 080;
- Circunferência de Cintura (C. Cintura): aferida por trena antropométrica da marca Wiso modelo T-87, com escala de 0,001m (1 milímetro).

As avaliações foram tabuladas na planilha Excel do Microsoft Office 2007, onde foram obtidas as médias, os desvios padrões, os valores mínimos e máximos e a tabela de percentil, acrescentando-se que os alunos avaliados tinham as seguintes médias: idade de 19,7 anos; 1,75 metros de estatura e 70,4 quilogramas de peso. Esta média de idade caracteriza a amostra como adultos jovens.

Na tabela 01, os dados recolhidos e analisados:

	IDADE	ESTATURA	PESO	IMC	%GORD	CIRC.CINT.
MÉDIA	19,7	175,3	70,4	22,7	12,6	82,8
DESVIO PADRÃO	1,3	8,5	11,6	1,6	4,1	8,4
VALOR MÍNIMO	18,6	159	54	21,4	5,1	73
VALOR MÁXIMO	24,3	191	96,1	26,3	22,6	106

Tabela 01: Valores obtidos com as avaliações.
Fonte: Paulino, 2009, p.3.

Quando esses dados são confrontados com a realidade vigente na UFRGS, existem mais requisitos que devem ser levados em consideração na hora em que se pensa como projetar um mobiliário mais adequado a uma coletividade tão diversa, como a que engloba os alunos das diversas engenharias da UFRGS. É necessário pensar em todos os estudantes que vão utilizar esta sala de aula e, inclusive, considerar as questões de inclusão social que esta diversidade suscita.

O estudo ainda levou em consideração os usuários com dimensões extraordinárias tais como: alta estatura, baixa estatura, sobrepeso e também algum tipo de deficiência ou necessidade especial, como de baixa visão, cadeirantes ou ainda com deficiência auditiva.

2.2.1 Campo de visão do estudante

Neste particular, também cabe o estudo mais específico da ergoofthalmologia, que se ocupa do estudo associativo da oftalmologia e da ergonomia (figura 4), com seus fenômenos de acomodação, ponto próximo e ponto distante, foco e fadiga visual. (RIO e PIRES, 1999). Esses aspectos são relevantes na tarefa, aqui, analisada, pois, além de simplesmente ler e escrever existe o fato de ler no quadro e escrever no caderno. Quanto ao quadro, é reconhecido que o melhor de todos é o quadro branco, escrito com tinta azul ou preta. Para isso é importante entender como funciona o campo de visão de um estudante. (PEREIRA, 2001).

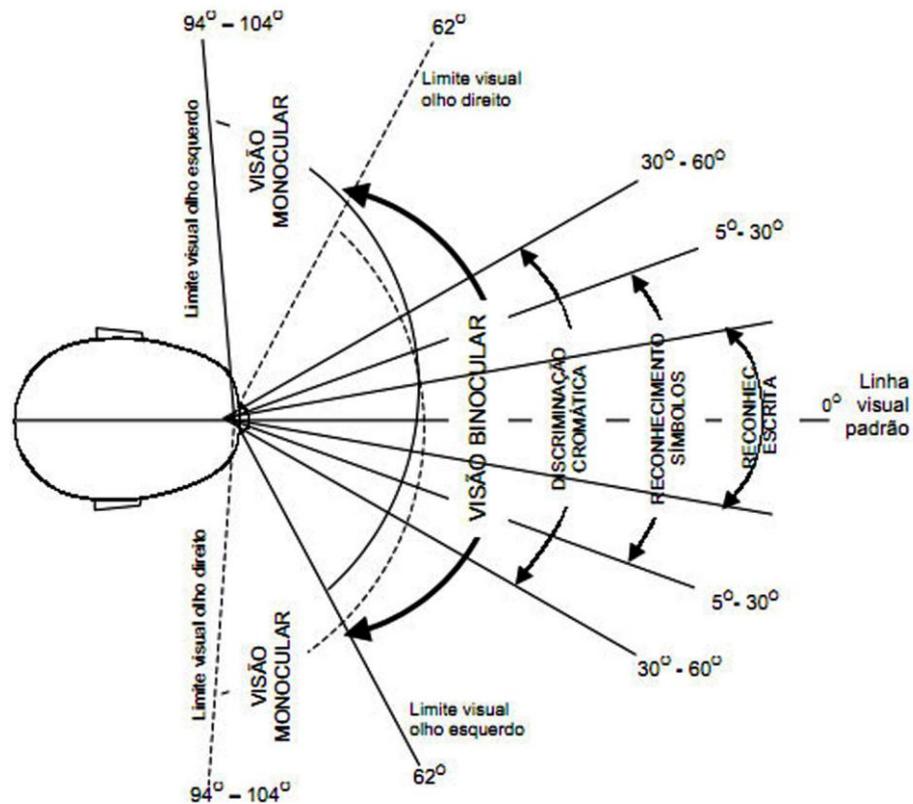


Figura 04: Campo de Visão.
Fonte: Panero e Zelnik, 1989.

2.3 AMBIENTE

2.3.1 Design do Mobiliário

Para a seleção do mobiliário escolar, consideram-se parâmetros de qualidade referentes ao uso quanto à pedagogia e necessidade da unidade escolar; referentes a aspectos construtivos, como tecnologia empregada; referentes a aspectos econômicos, como garantia da qualidade e racionalização; parâmetros referentes ao aspecto ecológico, como impacto ambiental e parâmetros referentes ao usuário: ergonomia. Na questão específica da ergonomia, observa-se que na bibliografia consultada os autores remetem-se aos critérios antropométricos, hábitos dos usuários e influências sociais, culturais e psicológicas como parâmetros que devem ser considerados na escolha do mobiliário escolar. (PINHO, 2004, p. 26)

O mobiliário é um fator relevante no projeto de uma sala de aula ideal, porém, como destaca Pereira (2000, *apud* Pereira e Fornazari, 2005), na grande maioria das vezes, o mobiliário não é adequado ergonomicamente; as boas carteiras são inviáveis do ponto de vista econômico,

sendo assim, cadeiras impróprias, posturas inadequadas, mochilas pesadas tornam-se prejudiciais à fisiologia humana. Em conformidade com Couto (1995 *apud* Tavares, 2000), o mobiliário é determinante para o bom desenvolvimento do trabalho realizado na posição sentada, e menciona Soares (1992 *apud* Giunta, 2004) que um mobiliário inadequado pode provocar um comportamento agressivo, a desconcentração, além da dificuldade do arranjo físico da sala de aula, impedindo a dinâmica do processo de aprendizagem. O desenho das superfícies de trabalho informatizado, sem dúvida, influencia no conforto, na produtividade e na qualidade na realização das tarefas.

As cadeiras devem ter regulagem de altura do assento e encosto para melhor adaptar-se ao indivíduo que, por sua vez, deve colaborar com uma postura adequada. (Prado, 2000). De acordo com Piccoli (*et al*, 2000, p.2), deve-se considerar, além disso, que as salas de aula têm grande variedade de usuários por período semanal, exigindo mudanças frequentes nas regulagens. Este dado leva a existência de peças móveis que terão, sem dúvida, um alto custo de manutenção, muitas vezes insuportável: “o estudo do arranjo físico de móveis e equipamentos em qualquer local de trabalho é de importância indiscutível, pois disso depende o bem estar e, conseqüentemente, o melhor rendimento das pessoas”. O correto dimensionamento de um posto de trabalho considera a postura adequada do corpo, os movimentos corporais necessários à execução das tarefas, o alcance dos movimentos, (figura 5), a antropometria dos ocupantes do cargo, as necessidades de iluminação, a ventilação, as dimensões das máquinas, os equipamentos e as ferramentas, assim como a interação com os outros postos de trabalho e o ambiente externo (IIDA, 1990).

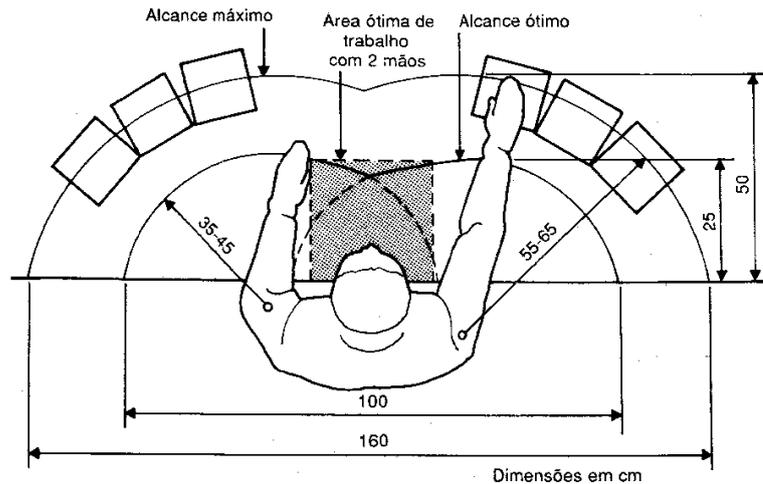


Figura 05: Áreas de alcances ótimo e máximo na mesa, para o trabalhador sentado.
Fonte: Grandjean, 1983.

Se o posto do estudante é dividido com outros alunos nos diferentes turnos, o mobiliário precisará ser regulado constantemente, assim sendo, é condição primordial que o ele seja de fácil regulagem. Se a escola, por outro lado, for do tipo em que o aluno muda de sala dependendo da aula, a dificuldade aumenta um pouco mais. O ideal é que a sala tenha um tamanho variado de carteiras contemplando, principalmente, a média para mais, o que se apresenta melhor como uma solução paliativa sendo providenciado um apoio para os pés, para quem deles necessite. Especificamente para a altura de assentos para trabalhos na posição sentada, deve ser feita a medida assento-pé, ou seja, a distância vertical da sola do sapato até a superfície do assento (Petroski, 1999). Para obtê-la, é necessário que a pessoa sente na cadeira de medições, com as coxas e as pernas dobradas em ângulo reto e os pés apoiados paralelamente (PETROSKI, 1999).

No caso de não ter a cadeira de medições, pode-se obter esse valor através da altura correspondente à dobra interna do joelho ao solo. (Grandjean, 1999). É estabelecido que, para a altura ideal de cadeiras, devem ser usadas, como referência, as maiores medidas, ou seja, as cadeiras mais altas, para as quais a situação fica mais fácil de ser remediada, pois, se for utilizado um apoio para os pés, o problema se resolve, enquanto que, quando é usada como referência a altura menor, não existe essa possibilidade (Grandjean, 1998; Deliberato, 2002). Já a A NBR 13962: 2002 explicita que os valores mínimos para as dimensões de uma cadeira são, em milímetros, 500 (valor mínimo) a 720 (valor máximo). A altura do assento ao apoia-

pés deveria ser de 380 a 500 e por último, uma medida estimada de raio do aro do apoia-pés é de 230.

Do ponto de vista biomecânico e fisiológico, quando sentamos em um assento muito alto, ficando sem apoio dos pés no solo, ocorre uma compressão da parte posterior da coxa e da região poplíteia, ocasionando distúrbios de circulação e inervação para os membros inferiores com conseqüente amortecimento e dores nesta região, principalmente nos joelhos e nos pés. O oposto, sentar em um assento muito baixo, flete muito o quadril, também comprometendo a circulação e a inervação para as pernas. O espaço para as pernas, também, é um aspecto a ser considerado. Segundo Grandjean (1998), ele é suficiente quando existe o mínimo de 200 mm.

Entre o assento da cadeira e a parte embaixo da mesa (Nascimento e Moraes, 2000), Grandjean (1998) cita essa altura como sendo confortável entre 27 e 30 cm. O que deve ser analisado, para definir adequadamente essa distância, é o fato de que, se a altura entre a cadeira e a mesa for muito grande, a pessoa será forçada a erguer os ombros ou levantar lateralmente os braços para poder escrever, levando a uma tensão em toda a musculatura da região, muitas vezes, ocasionando dores nos membros superiores, pescoço e cabeça. (GRANDJEAN, 1998).

Se a altura entre a cadeira e a mesa é menor, a cadeira não se aproxima adequadamente da mesa e, assim, ou a pessoa senta muito atrás e tem que dobrar o tronco excessivamente para frente, ou estica as pernas por debaixo da mesa sentando sobre o osso sacro. Nas duas posições, o apoio da coluna no encosto da cadeira não é adequado, o que traz problemas para toda a musculatura paravertebral.

2.3.2 Iluminação

Quanto à sala de aula, o ambiente de trabalho do estudante, itens como a iluminação, os níveis de ruído e a temperatura ambiente são do interesse da ergonomia que estabelece condições adequadas para o trabalho mental, como os seus limites, a fadiga e o estresse. (RIO e PIRES, 1999). Segundo Vianna e Gonçalves (2001), luminância é uma medida da densidade da intensidade de uma luz refletida numa dada direção e descreve a quantidade de luz que

atravessa ou é emitida de uma superfície em questão, e decai segundo um ângulo sólido. A recomendação de luminância para uma sala de aula é de 500 a 700 lux, com lâmpadas fluorescentes entre as fileiras das carteiras (IIDA, 2005, p. 217).

Quando a iluminação é inadequada, ela pode causar desconforto e também cansaço visual, além de dores de cabeça, ofuscamento pelo excesso de luz, redução da eficiência visual, desconforto e até mesmo acidentes. O sistema de iluminação artificial é também um dos que mais consome energia no ambiente. Por outro lado, a boa iluminação aumenta a produtividade e gera um ambiente mais prazeroso, sendo, por isso, importante que uma sala de aula conte com uma iluminação planejada e correta.

Cabe salientar, conforme Vianna e Gonçalves (2001) e Hopkinson *et al* (1975), que a iluminação dos ambientes considerados (assim como os de trabalho) devem proporcionar condições de boa visibilidade para as tarefas próprias. As salas de aula são locais nos quais deve haver conforto, não a ponto de gerar monotonia, mas ambiente de caráter produtivo, com conforto térmico, acústico e visual, sendo este último obtido através da iluminação, de preferência a mais natural possível. (VIANNA E GONÇALVES, 2001)

O nível de iluminamento (figura 06) interfere diretamente no mecanismo fisiológico da visão e também na musculatura que comanda os movimentos dos olhos (Iida, 1990); a intensidade da iluminação e a luminância, pois a inadequação desses provoca queda no rendimento do trabalho e fadiga visual (COUTO, 1995). Para entender os termos anteriormente utilizados, a luminosidade refletida é denominada luminância e a luminosidade incidente, não visível, designada iluminância (BORMANN, 2003).

Estes aspectos podem ser comprovados por um estudo mais específico da ergoofthalmologia que se ocupa do estudo associativo da oftalmologia e da ergonomia, com o ponto próximo e o ponto distante, o foco e a fadiga visual (RIO e PIRES, 1999).



Figura 06: Iluminação ideal para o estudante.
Fonte: IIDA, Itiro – 1990.

Também Hopkison *et al.*(1975) apontam como variáveis importantes para melhor aproveitamento da iluminação natural as cores claras do teto, do piso, das paredes, dos móveis, sua capacidade de refletir luz recebida sem provocar ofuscamento e ainda, a cor das roupas dos ocupantes, num ambiente de estudo e/ou trabalho. (BORMANN, 2003)

Deve-se considerar a necessidade dos alunos terem plena visão do quadro (figura 07), mesmo enquanto estão executando desenhos durante as atividades práticas da disciplina.

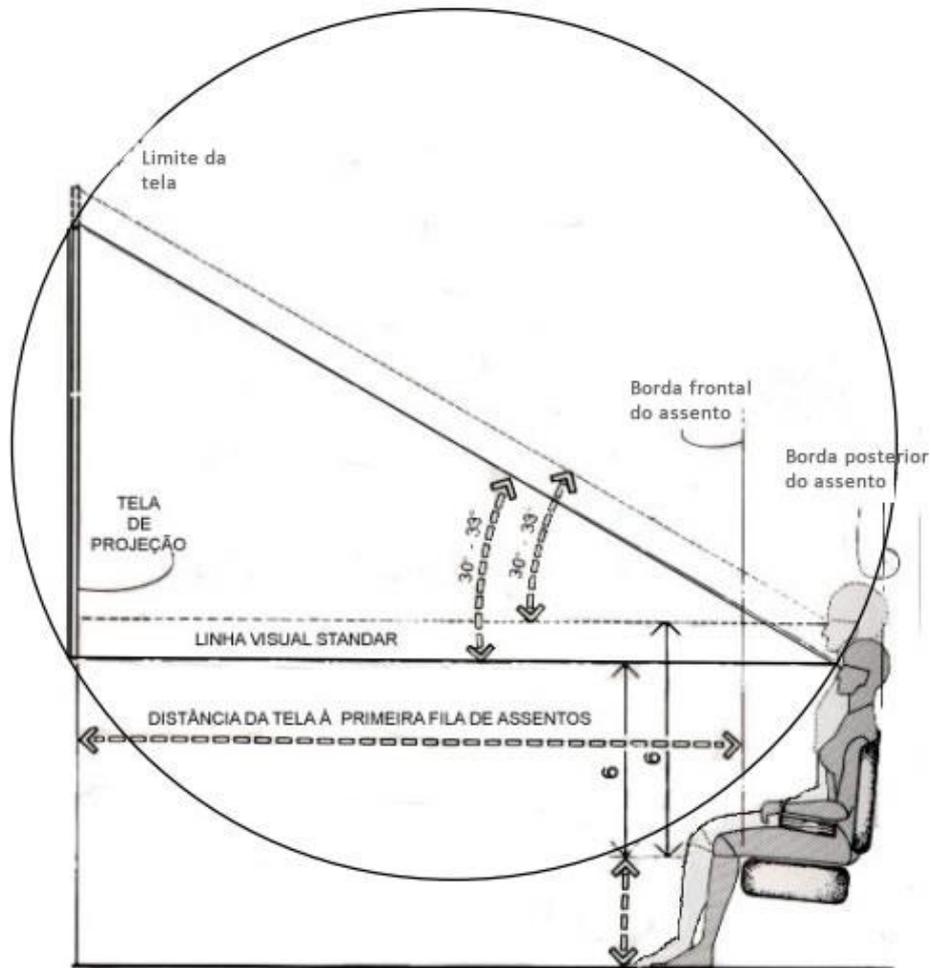


Figura 07: Limite da tela.
Fonte: Panero e Zelnik, 1989.

Um problema que já foi constatado em outras pesquisas é a questão do ofuscamento (figura 8) causado pela presença da fonte com muito brilho, no campo visual, ou reflexos na superfície do vidro do monitor (Iida, 2005, p. 217). Este problema pode ser reduzido se forem utilizadas fontes indiretas ou reduzidas de luz, e também se abstendo de superfícies refletoras e colocando-se a luz de um modo que ela incida na mesa deste aluno em um ângulo que não o atrapalhe.

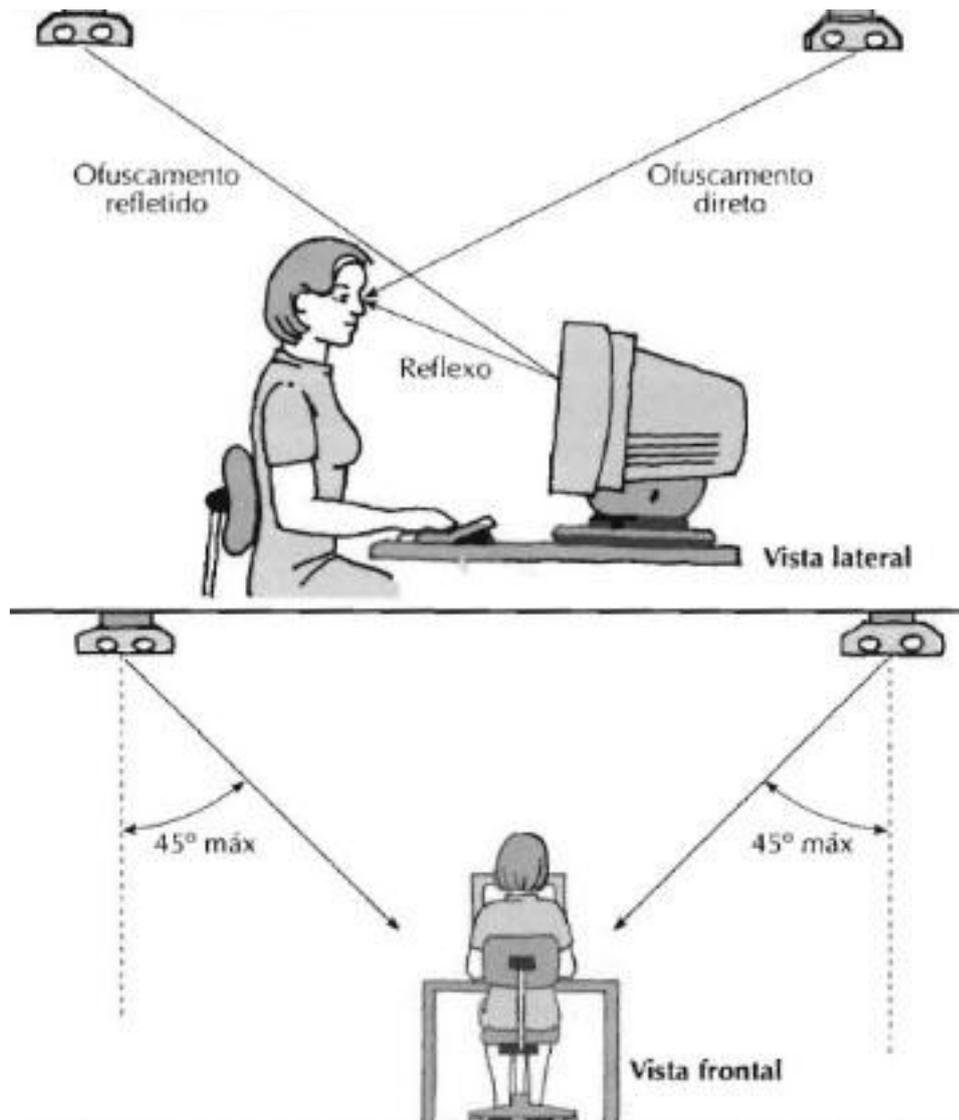


Figura 8: As luminárias devem ser posicionadas de modo a evitar os ofuscamentos provocados pelos brilhos diretos e reflexos no campo visual.
 Fonte: Iida, 2005, p. 217.

Além de todos estes requisitos, o aluno deve ainda poder olhar e interferir nos desenhos feitos a mão livre em papéis dispostos sobre o tampo da mesa que deverá ter superfície suficientemente dimensionada para prever este uso. Deve-se, igualmente, considerar que a sala de aula de Desenho Técnico deve reproduzir os recursos de informática que os estudantes dispõem em seus locais de estudo, não propondo equipamentos acima da sua capacidade financeira ou com desigualdade tecnológica.

2.3.3 Ruídos

O termo ruído é definido como sendo um som qualquer que não apresenta característica musical ou harmônica, sendo constituído por uma infinidade de frequências discretas que não guardam nenhuma relação entre si e que variam de forma aleatória no tempo (Fumero, 2000). Ruído é uma sensação auditiva desagradável ou um som não desejado pelo ouvinte, presumidamente porque, sendo desagradável ou inoportuno, interfere na percepção do som desejado ou é fisiologicamente nocivo (Ibañes & Seligman, 1993). (HERZER e et al, 2009)

O barulho é um agente físico que está presente em boa parte das atividades diárias em uma instituição de ensino, sendo gerados por quaisquer instrumentos de trabalho, pelos computadores, pelas impressoras e outros eletroeletrônicos disponíveis na sala de aula e, sobretudo, pelo trânsito e condições climáticas como o vento. Assim sendo, a origem pode ser bem variada, sendo, muitas vezes, de difícil percepção.

A poluição sonora é o resultado da propagação de ruídos produzidos por frequências sonoras incômodas ao ouvido humano. A sensação de desconforto causada por este ruído pode ser percebida no exato momento em que ele acontece, como nos casos de barulhos fortes e de impacto pelo tráfego de automóveis ou máquinas usadas na construção civil, ou ainda pode demorar a ser detectado até que exista um comprometimento significativo da capacidade auditiva do aluno.

Em relação aos níveis de ruído, consoante Herzer e *et al*, 2009, o máximo que deve chegar ao ouvido está estabelecido em 65 decibéis, valor que não deverá ser considerado como médio, mas como máximo aceitável, principalmente em uma sala de aula. Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas estabelece que o valor máximo, em sala de aula, deve ser de 50 dB (Gonçalves e *et al*, 2005). Para diminuir o problema do ruído dentro do ambiente da sala de aula, é importante que esta sala receba um tratamento acústico para que os ruídos externos sejam atenuados, quando possível, e, ademais, um tratamento extra sala de aula para que esse barulho possa ser reduzido.

Atualmente, é importante um estudo apurado dos problemas acústicos encontrados nas edificações, pois existe o objetivo de se conseguir condições mínimas para a qualidade acústica delas, de acordo com o uso destas salas e das atividades de quem as ocupa.

Entretanto, no Brasil, ainda não existem diretrizes a respeito de como uma sala de aula deva ser projetada, levando-se em conta os parâmetros acústicos para conforto, como o tempo de reverberação e também o isolamento acústico.

Existe há décadas a necessidade de boa acústica para salas de aula e sabe-se que o assunto é de interesse de engenheiros, arquitetos, fonoaudiólogos e pedagogos, por envolver aspectos do projeto das edificações escolares e de seus usuários: alunos e professores. Porém, a maior parte dos projetos arquitetônicos elaborados para escolas, se preocupa com os aspectos funcionais (manutenção, iluminação, ventilação...), estéticos (espaços, áreas verdes, cores...) e de custos, sendo que o projeto acústico, muitas vezes, não é abordado ou é mal abordado (FERREIRA, 2006, p. 24).

Sendo assim, a sensação de conforto no ambiente na sala de aula é atingida quando este ambiente encontra-se em uma faixa de valores para o ruído em que os alunos possam sentir-se confortáveis. O conforto acústico depende de parâmetros, como frequência, nível do som, distância das fontes causadoras deste barulho (sendo elas, externas ou internas) e ainda a forma de transmissão do ruído (ondas aéreas, vibrações da própria construção). Dependendo da análise destes dados, a solução para o conforto pode ser o isolamento do ambiente em relação ao seu entorno ou ainda um tratamento das suas superfícies internas para que exista a absorção do som, ali mesmo, produzido.

2.3.4 Ventilação

Aparelhos de ar condicionado podem ser instalados com o objetivo de um melhor isolamento do ambiente em relação ao barulho em escolas próximas a muito movimento. A temperatura deve ser mantida o mais ideal possível para permitir níveis de concentração adequados. (PEREIRA, 2001). Não se pode deixar de lado a questão de manutenção e limpeza do aparelho de ar condicionado que, se não for realizada adequadamente, pode levar a alterações do sistema respiratório.

A ventilação natural pode ser dada pelas janelas que o ambiente possui. Um cuidado a ser tomado é que uma sala de aula, composta por materiais elétricos que dispersam calor vai precisar de uma ventilação específica para evitar casos de superaquecimento ou desconforto físico dos alunos e professores.

3. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Esta dissertação está estruturada levando em consideração os seguintes passos: uma contextualização sobre o tema da pesquisa, que é a determinação de diretrizes para a construção de uma sala de aula para o ensino de Desenho Técnico, a sua problematização e também uma revisão bibliográfica dos temas que a envolvem.

A partir disso, identificar as variáveis que influenciam nesta construção como estudos ergonômicos, antropométricos e também nas variáveis ambientais (iluminação e ventilação), sociais (estudo individual ou em grupo) e fisiológicos (prazos, mobilidade, percepção, etc.) que interferem no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de Desenho Técnico pelo aluno, assim como o trabalho que o professor realiza para ajudar nesta tarefa.

Com isso, foi feita uma revisão bibliográfica que serviu de base para que a pesquisa estabeleça três caminhos para que possibilitem a determinação dos parâmetros. Sobre estes caminhos, segue uma lista com as características dos passos a serem seguidos:

1) **Levantamento da sala de aula para o estudo de caso:** em primeiro lugar, um estudo acerca das salas de aula existentes na UFRGS – espaço delimitado para a pesquisa – que são utilizadas pelos alunos e professores para as disciplinas de Desenho Técnico, que apresentou as condições das salas de aulas existentes na Universidade, cujo fim são as aulas de Desenho Técnico, assim como a situação de uso das salas de aula atualmente.

2) **Fase de entrevistas e questionários:** Em um segundo momento, houve uma série de entrevistas com profissionais especializados nas áreas importantes de projeção de espaço físico e do ambiente, assim como questionários respondidos pelos alunos que trabalham na sala de aula, que determinarão um estudo quali-quantitativo dos aspectos apresentados com os resultados destas entrevistas. Para isso, foram feitas entrevistas com especialistas em atividades que tenham relação com os dados pesquisados como de relevância para a construção da sala de aula, cujo parecer técnico e sugestões ajudaram na construção das diretrizes. E também um questionário, com um grupo de alunos das disciplinas de Desenho Técnico, que constituiu um grupo de consulta composto por professores da disciplina de

Desenho Técnico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pedagogos, fabricantes de móveis, arquitetos de interiores, além de designers, desenhistas profissionais, outros profissionais e alunos, cujas respostas serviram de base para a indicação de diretrizes.

Os professores, que já utilizam estas salas, podem apontar algumas importantes variáveis que foram percebidas pelos profissionais especialistas, ajudando a indicar quais são as de maior relevância para o seu trabalho no dia a dia da sala de aula.

Com os dados das entrevistas em mãos, uma segunda análise será feita e seus dados serão avaliados juntamente com os dados dos questionários, com os prepostos analisados pelo grupo de profissionais e professores, só que, neste caso, analisando o contexto dos alunos, que têm uma visão diferenciada e também específica do uso destas salas de aula. A extensão da consulta exploratória será tabulada e, depois, haverá uma análise, através de preferência declarada e dos gráficos de Mudge, e incluindo o desvio padrão dos dados que foram submetidos a esta pesquisa.

PREFERÊNCIA DECLARADA

Alguns dos dados coletados durante as entrevistas e os questionários feitos com os alunos dos cursos de engenharia da UFRGS serão, posteriormente, analisados e tratados conforme o método de pesquisa chamado Preferência Declarada. Para compreender como se dá a questão de escolha do usuário, observa-se o esquema apresentado na figura 9, apresentada a seguir:

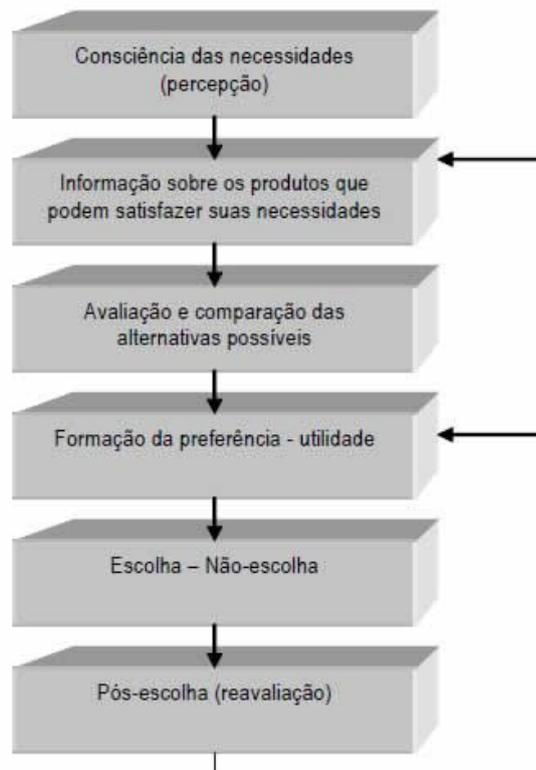


Figura 9: Visão sobre a escolha do usuário.

Fonte: Brandli e Heineck 2002.

Segundo BRANDLI E HEINECK (2002),

Os elementos externos são amplamente observáveis por pesquisadores, já os internos são mais difíceis de identificar. Sua existência e sua influência podem ser inferidas mediante a aplicação de técnicas de pesquisa quantitativa, tais como técnicas de preferência declarada, as quais obtêm dados de preferência (ligados a cada opção) e intenções comportamentais (o que o indivíduo intentaria fazer).

Em consonância com Adamowicz; Louviere; Williams, (1994 *apud* Brandli e Heineck, 2002), “seu princípio básico é apresentar ao entrevistado um conjunto de opções hipotéticas das quais ele escolhe uma. Esta escolha feita pelo indivíduo representa a sua preferência pelos atributos de uma alternativa sobre as outras”.

Para a aplicação do método, seguir-se-ão as seguintes etapas (conforme FREITAS, 1995):

- Definição do problema de escolha a ser analisado: no caso desta pesquisa, o problema é o mesmo definido nas descrições da pesquisa a ser realizada.

- Seleção da amostra: alunos e professores dos cursos de engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Definição dos atributos a serem estudados: conforme pesquisa a ser realizada com os especialistas na área.
- Realização das entrevistas;
- Análise dos dados recolhidos.

A partir desta análise de dados, foi indicado um coeficiente que determinará a ordem de importância dos requisitos para a construção de uma sala de aula específica para o melhor ensino do conteúdo das aulas de Desenho Técnico na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Este coeficiente será indicado (equação 1), segundo Brandli e Heineck (2005), conforme a seguinte equação:

$$U = \beta \cdot x + \alpha \cdot y + \gamma$$

Equação 1: Coeficiente para a determinar a ordem de importância de requisitos

Fonte: Brandli e Heineck (2005)

em que:

- U = valor de utilidade (onde a utilidade de uma das escolhas é maior do que a outra. Este fator vai ser determinado através de um diagrama de Mudge);
- β e α = coeficientes das variáveis;
- x e y = variáveis de escolha e;
- γ = componentes de erro.

3) **Análise Antropométrica:** finalmente, em terceiro lugar, um estudo antropométrico deste grupo de alunos, através da verificação de dados existentes (pesquisa citada no referencial teórico desta pesquisa), com alunos dos cursos de engenharia do estado do Paraná, onde estão

parametrizadas as dimensões médias de um aluno de Desenho Técnico – todas as suas medidas, em seus contextos máximo, médio e mínimo.

Depois destas três fases, será elaborado um estudo com todos os dados recolhidos, quando será feita uma análise cujos resultados determinarão desenvolver uma proposta detalhada das diretrizes para a construção de uma sala de aula de Desenho Técnico.

Feito isso, é possível determinar com propriedade as diretrizes que poderão fundamentar futuras construções de salas de aula para Desenho desta instituição graças às entrevistas e às análises estatísticas dos dados que foram coletados com os instrumentos citados.

3.1 Desenho da Pesquisa

A partir deste levantamento da metodologia de desenvolvimento do presente trabalho, foi possível montar o seguinte infográfico (figura 10) que ajuda a representar todas as fases pelas quais a pesquisa passa em sua ordem cronológica. Além disso, pode-se visualizar o produto das pesquisas bibliográficas e das entrevistas que serão feitas durante a estruturação desta dissertação.

Na primeira fase da pesquisa, toda a contextualização teórica com os capítulos de Introdução, Contextualização, Problematização, Revisão Bibliográfica e escolha da Metodologia que condiga com o estudo. Em uma segunda fase, a pesquisa fica dividida em três fases:

- A primeira fase caracteriza-se pelo levantamento e pela verificação das salas existentes que servirão de base para a pesquisa, dentro da UFRGS, com especial atenção para a sala do LECOG. Este levantamento é fotográfico.
- Durante a segunda fase, são recolhidos os dados através de especialistas na área para que possam ser montados os questionários para a análise da preferência declarada, juntamente aos especialistas e professores que lecionam as disciplinas na sala de aula e também aos alunos, que têm uma visão mais apropriada do que acontece no ambiente, pois são os usuários dele.

- Na última fase, um estudo antropométrico dos alunos do curso de engenharia para determinar os aspectos antropomórficos da pesquisa, levando em consideração a pesquisa envolvendo os alunos do curso de engenharia do Paraná, estado também da região sul do país com as mesmas características étnicas e climáticas do Rio Grande do Sul.

Estas fases são reunidas durante a análise dos dados, que foram tratados via preferência declarada, para a posterior elaboração das diretrizes que fundamentam este trabalho. Nesse ínterim, além destas diretrizes, será apresentado um exemplo de *layout* para esta sala de aula, específica para as disciplinas anteriormente citadas.

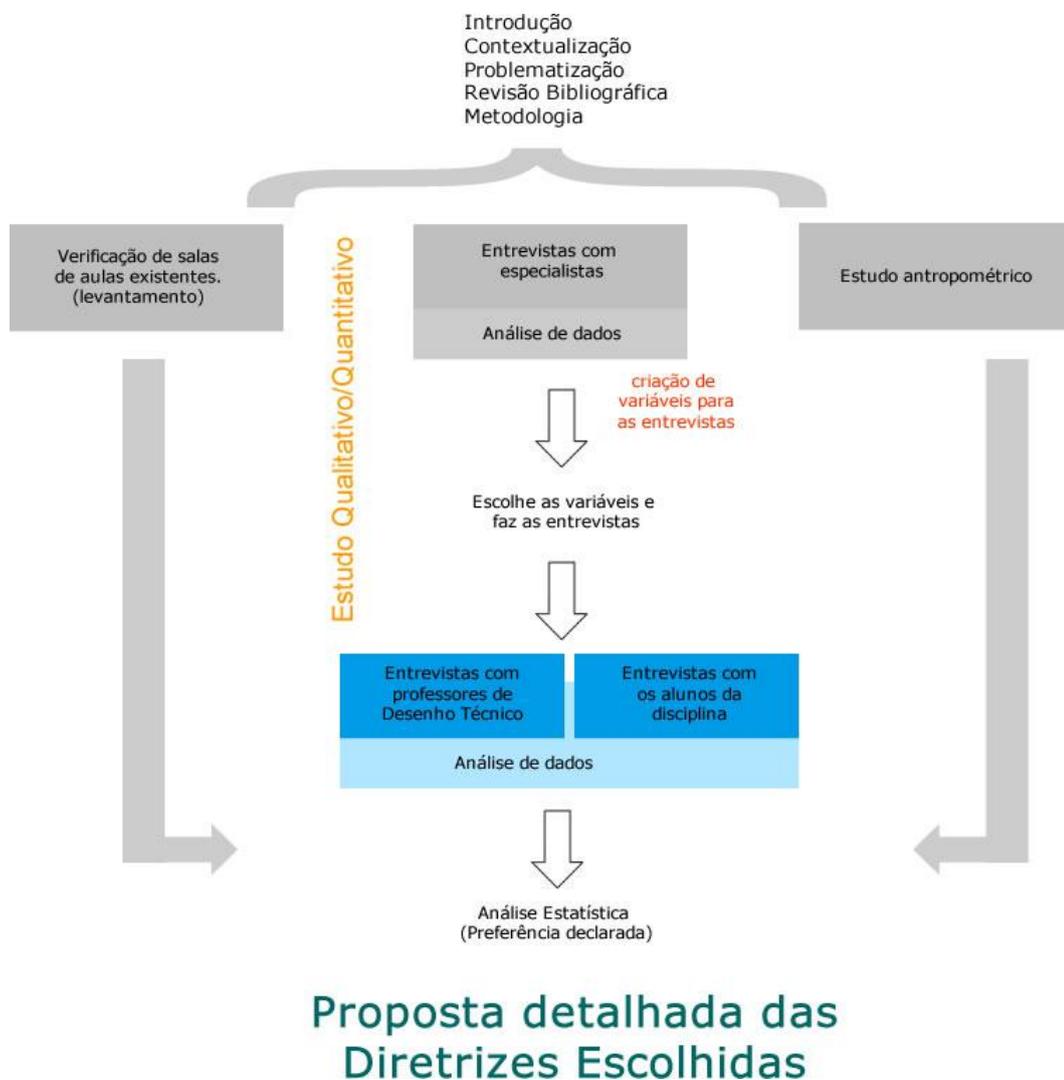


Figura 10: Desenho da pesquisa
Fonte: O Autor (2011)

4. ELABORAÇÃO DAS ENTREVISTAS E QUESTIONÁRIOS

Para a elaboração de uma lista de diretrizes para a construção de uma sala de aula adequada ao ensino de Desenho Técnico, foi necessário consultar, além de profissionais da área envolvidos nos projetos de *layout* de salas, os usuários das salas de ensino de Desenho Técnico. A partir dos dados obtidos, foi criado um instrumento para a busca de informações na forma de entrevistas, cujo público-alvo foram estes profissionais, e também questionários, voltados aos alunos que ocupam esta sala de aula.

Com os professores que têm atividades de aula no LECOG, foram realizadas entrevistas estruturadas em um roteiro baseado na busca da opinião dos entrevistados sobre as possíveis variáveis que compõem o projeto da sala de aula, objeto deste estudo. Para a elaboração das questões, tanto da entrevista quanto do questionário, foi considerada a experiência do autor da pesquisa como professor, há 30 anos no ensino da disciplina, assim como pesquisa bibliográfica relativa ao assunto.

A entrevista estruturada, preparada para os profissionais das áreas envolvidas em projeção (Apêndice 1), teve o intuito de encontrar alguns números importantes para ajudar na construção das diretrizes. Cada uma das perguntas será analisada a partir de gráficos de Mudge ou também das relações de médias aritméticas, bem como os seus desvios-padrão. Junto das respostas dos professores e profissionais, será colocada a conclusão do autor em relação à pergunta, para posterior verificação das diretrizes. Para esta entrevista, foram selecionados 18 profissionais da área e também professores da disciplina com o objetivo de ajudar a estabelecer os critérios para apontar as diretrizes.

No quesito 1 do guia da entrevista (Apêndice 1), buscou-se estabelecer qual deve ser o número de alunos por professor. Depois, nos itens 2 e 3, procurou-se conhecer a opinião dos professores sobre o agrupamento dos estudantes aos pares ou se eles devem trabalhar individualmente, bem como se os docentes concordam com o compartilhamento dos equipamentos. Nos itens 4 e 7, identificou-se qual o nível de importância que os professores atribuem a algumas variáveis que interferem no desenho da estação de trabalho ocupada pelos estudantes em aula.

Nos quesitos 5, 6, 8, 9 e 10, o entrevistado foi provocado a opinar citando, em diferentes perguntas, quais as principais variáveis que devem ser consideradas quanto ao projeto da sala de aula informatizada. Finalmente, a entrevista cria condições para a construção de uma análise, por preferência declarada, através da escolha, por ordem de preferência dos entrevistados, entre quatro fotografias de diferentes salas de aula com configurações e características particularmente interessantes.

Aos estudantes foi aplicado um questionário misto (Apêndice 2) onde, através dos quesitos 1 e 2, se encontrou qual o grau de preferência em estudar em dupla com outro colega e em compartilhar um mesmo equipamento. No quesito 3, cria-se a condição para construir uma análise por preferência declarada através da escolha, por ordem de preferência dos estudantes, entre as mesmas quatro fotografias apresentadas aos professores. No quesito 5, identificou-se qual o nível de importância que os estudantes dão sobre as mesmas variáveis consultadas aos professores no item 7 da entrevista e que interferem no desenho da estação de trabalho ocupada por eles em aula.

A consulta aos usuários foi realizada no fim do semestre de estudos no LECOG, permitindo que os estudantes respondessem ao questionário já com a experiência vivida no laboratório.

ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES

1. Você tem ideia da relação entre o número de estudantes por professor em sala de aula?

De acordo com as respostas dos professores, a média de alunos ficou em 16,5 alunos em cada turma, para que se tenha um melhor aproveitamento dos estudantes em relação ao conteúdo da disciplina. O desvio-padrão para esta questão foi de 7,32 alunos. O seguinte gráfico (figura 11) foi elaborado: número de professores que responderam o número de alunos que consideravam adequados na sala de aula, além da sua média, usada no cálculo do desvio padrão. Neste caso, a média de alunos ideal seria 16,5 alunos, com um total máximo de 23,8 alunos por sala de aula. A figura representa o número de respostas dos professores x o número máximo de alunos.

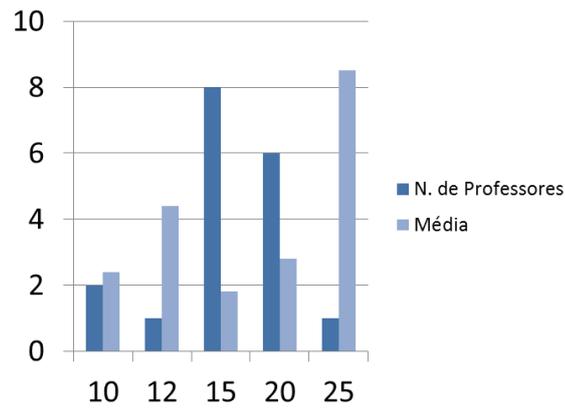


Figura 11: Média de alunos por professores nas turmas de Desenho Técnico.
Fonte: O Autor (2011).

2. O que você acha dos estudantes trabalharem aos pares com o mesmo equipamento (figura 12)?

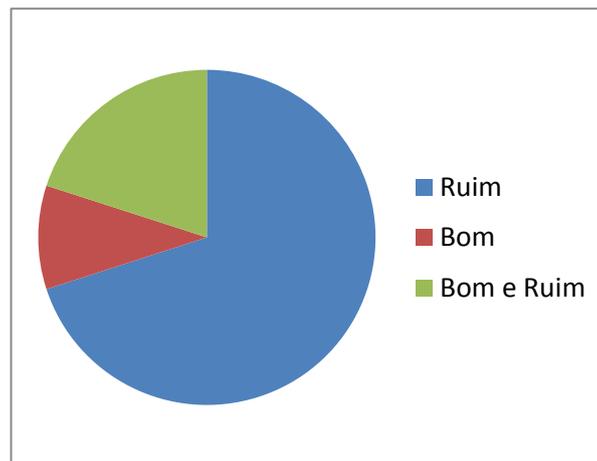


Figura 12: Mais de um aluno por computador durante a aula.
Fonte: O Autor (2011).

Ao se analisarem estes números, observa-se que o professor prefere que os alunos trabalhem individualmente em seus computadores, afinal a dupla de estudantes pode ter um melhor nível de aprendizagem se cada um puder ocupar um computador, a fim de executar todas as tarefas que o professor propõe durante a aula.

3. O que você acha importante no projeto do mobiliário que corresponde aos alunos?

Os entrevistados (14 no total) responderam que é a aplicação do estudo da ergonomia, comprovando, assim, uma das hipóteses desta pesquisa, que estudos ergonômicos são fundamentais na hora de se projetar uma estação de trabalho. Não houve repetição de outras considerações.

4. O que você considera sobre os itens abaixo em relação à sala de aula informatizada:

Os números no gráfico abaixo (figura 13) representam:

- 1- Boa visibilidade de um relógio pelos alunos.
- 2- Fácil circulação do professor entre as estações de trabalho.
- 3- Facilidade de o professor interferir nos trabalhos dos estudantes.
- 4- Boa visibilidade do professor pelos estudantes.
- 5- Existência de estrado, elevando o professor junto ao quadro branco.
- 6- Facilitar a aproximação do professor aos estudantes.
- 7- Visibilidade do professor/quadro/telão.
- 8- Configuração do *layout* admitindo trabalho em grupos.
- 9- Destinar local para guardar casaco, guarda chuva, mochila.
- 10- Tampo da mesa com dimensões permitindo a realização de desenhos.

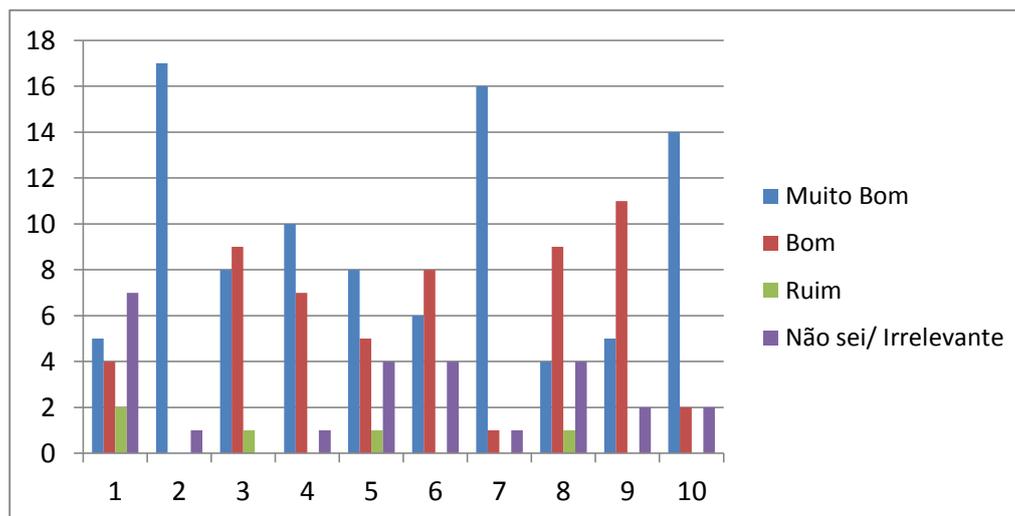


Figura 13: Gráfico de itens importantes em uma sala de aula informatizada.
Fonte: O Autor (2011).

Os outros números da tabela representam o número de professores que votaram e qual a relevância demonstrada.

Através da análise destes dados, é possível ver algumas áreas de interesse dos professores que podem ser levadas em consideração para as diretrizes. Entre elas, estão, sem dúvida, a fácil circulação do professor pela sala, a visibilidade pelos estudantes do professor/quadro/telão e a necessidade de um tempo das estações de trabalhos dos estudantes com grandes dimensões.

O quadro 02 trata da lista apontada por estes professores daquelas características que a sala de aula deve dispor impreterivelmente para que as aulas possam transcorrer com maior tranquilidade e a aprendizagem da disciplina não seja afetada por fatores externos. Em continuidade, segue a lista:

Sobre os problemas que os professores veem na sala de aula, enquanto ministram as suas aulas para os alunos, uma tabela foi montada e encontra-se nos apêndices (Apêndice 05). A conclusão desta tabela é que entre os principais problemas que os professores observam encontra-se, primeiramente, a dispersão dos alunos com as facilidades da internet. A disposição das mesas, por sua vez, atrapalha tanto o aluno na hora de prestar a atenção no professor, quanto o professor na hora de assessorar o aluno. E, além disso, a estação de trabalho dos alunos, pois ela é desconfortável ou não prevê que o aluno possa fazer outros usos da mesa, além do uso do computador. Consideraram, ainda, que até mesmo alguma anotação pode ficar comprometida, em função de o tempo ser pequeno ou o estudante ter que dividir o espaço com algum colega.

O quadro 2, com a lista de características fundamentais para uma sala de aula, segundo os professores:

Características fundamentais para uma sala de aula, segundo os professores:	
Projektor no quadro branco	2
Cenários de luz	3
Equipamentos/ <i>Softwares</i> atuais	6
Projektor de qualidade	6
<i>No-Break</i>	1
Quadro interativo	5
Mobiliário adequado	7
Ventilação com renovação	3
Um aluno por micro	2
Limpeza (teclado e <i>mouse</i>)	1
<i>Software</i> bloqueador / gerenciamento	4
<i>Software</i> mais específico	1
Visualização do quadro professor	2
Esconder os cabos	1
Conforto térmico	6
Local para guardar pertences	1
Mobiliário permitindo a aproximação do professor	1
Manutenção das Máquinas	1
Regulagem do mobiliário	1
Mesas fixas no chão	1
Acústica adequada	1
<i>Layout</i> adequado	4
Dispositivo que impeça a visualização do micro próximo	1
Quadro branco	1
<i>Scanner</i> e Impressora juntos	1
Terceiro monitor ministrando o <i>software</i> gerenciador	1

Quadro 02: Lista de requisitos possíveis para uma sala de aula informatizada.
Fonte: O Autor (2011).

A análise da próxima questão da entrevista pode ser analisada de duas formas. Os professores e os profissionais deviam apontar, em uma lista, quais os quesitos que consideravam mais importantes e, para esta ordem de importância, analisando cada quesito como se fosse o único. Depois, deveriam numerar esta lista com a ordem que consideravam relevante dos itens existentes na mesma lista, em ordem crescente. Seguem os gráficos (figuras 14 e tabela 02) com os resultados desta questão.

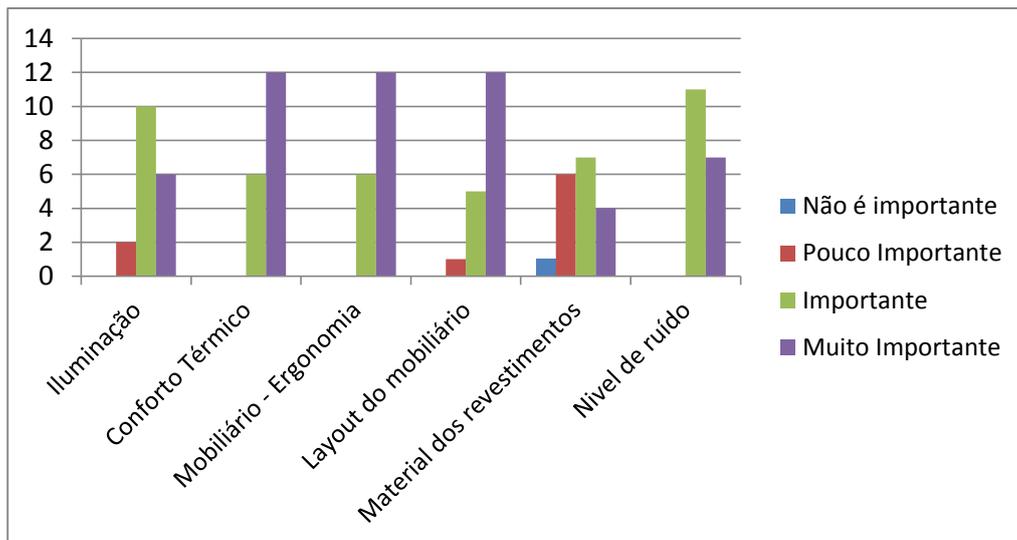


Figura 14: Avaliação dentro de cada item de sua importância em uma sala de aula.
Fonte: O Autor (2011)

	Iluminação	Conforto Térmico	Boa visualização do professor	Mobiliário (estudo ergonômico)	Layout do mobiliário	Material dos revestimentos	Nível de ruído	TOTAL
Iluminação	x	7	5	7	7	17	12	55
Conforto térmico	11	x	3	5	6	15	13	53
Boa visualização do prof.	11	11	x	10	11	14	13	68
Mobiliário (estudo ergonômico)	12	12	6	x	11	14	14	70
Lay-out do mobiliário	10	11	8	6	x	15	12	58
Material dos revestimentos	2	1	1	2	1	x	2	9
Nível de ruído	7	3	2	3	5	15	x	35

Tabela 02: Diagrama de Mudge com os itens elencados em ordem de importância.

Fonte: O Autor (2011).

Aos professores e aos especialistas foi pedida também uma listagem das coisas que eles consideravam importantes de se preocupar na hora de projetar uma sala de aula (quadro 03). Na entrevista, não foram determinadas nenhum tipo de preocupação, pediu-se que cada entrevistado dissesse por sua própria conta, quais itens consideravam relevantes de se ter uma preocupação pertinente sobre o projeto.

Além disso, na entrevista, foram levantados quais os pontos negativos das atuais salas de aula informatizadas. A tabela com todos os pontos citados pelos professores encontra-se no apêndice (Apêndice 04). Para efeito desta pesquisa, os comentários dos professores e profissionais nesse sentido a serem levados em consideração são as observações em relação aos problemas com a estação de trabalho dos alunos, que dificulta a sua aproximação do estudante em caso de dúvida e, principalmente, na disposição que estas classes ficam na sala de aula.

Número de alunos	1
Disposição dos alunos quadro	1
Condição de trabalho	1
Hardware, Software	4
Layout	12
Tratamento térmico	6
Tratamento acústico	3
Estudo ergonômico	5
Projeto elétrica e lógica	2
Iluminação	4
Escolha de materiais de acabamento	1
Visualização do projetor	2
Distância do estudante até o projetor	1
Software bloqueador	1
Recanto para lanche	1
Dimensões da sala	5
Densidade de alunos	3
Iguais condições de trabalho para todos os estudantes	1
Equipamento reserva	1
Insolação da sala	2
Conformação da sala	2
Posição do projetor/ telão	1
Sombra do professor no telão	1

Quadro 03: Indicações de aspectos de maior preocupação na projeção de uma sala de aula.
Fonte: O Autor (2011).

Os pontos positivos indicados pelos professores são fundamentais, pois também ajudarão na montagem das listagens de diretrizes. Para isso, a partir das perguntas, foi elaborada uma tabela com as respostas dos professores e, a partir dela, as conclusões são que os pontos positivos para uma sala de aula informatizada são, sobretudo, um *software* de gerenciamento,

para que se possa dar um acesso controlado aos alunos a internet, além de um bom projetor e um *layout* que facilite a interação professor-aluno.

Segue o quadro 04 com as especificações detalhadas:

Lista com os pontos positivos para uma sala de aula informatizada	
Um aluno por estação	1
Internet	1
Conforto térmico	2
<i>Layout</i>	5
Poucos estudantes	1
Quadro interativo	2
Sala de bom tamanho	2
Bom projetor	5
Terceiro monitor para o professor	1
Limpeza dos teclados	1
Alunos de frente para o quadro/ telão/ professor	1
Iluminação com cenários	3
Quadro branco é o telão	2
<i>Software</i> de gerenciamento	6
Projetor no teto sem sombra do professor	2
Estudantes próximos trocam experiências	1
Porta com visor	1
Mesas altas	1
Computadores atuais	1

Quadro 04: Pontos positivos de uma sala de aula informatizada.
Fonte: O Autor (2011).

Por último, foram elencados os itens que apareceram espontaneamente nas pesquisas nos quesitos 5, 6, 8, 9 e 10 (quadro 05). A partir de declarações livres dos entrevistados, o quadro a seguir, foi elaborada. O número de professores que os citaram variam, assim o número de respostas pode ser maior que 18 professores/profissionais entrevistados.

Indicações espontâneas pelos professores entrevistados	
Quadro branco	4
Projektor bom	15
Projektor no quadro branco	2
Cenários de luz	3
Equipamentos atuais	10
<i>Softwares</i> atuais	14
Quadro interativo	7
Mobiliário adequado	32
<i>Software</i> gerenciador	19
Conforto térmico	25
Manutenção de equipamentos	5
<i>Layout</i> da sala	39
Dimensionamento da sala	9
Iluminação adequada	10
Visualização do quadro	2
Visualização do professor	4
Tratamento acústico	3
Dispersão dos alunos com a internet	1
Sombra no telão	4
Acesso à internet	10

Quadro 05: Indicações espontâneas para melhorar salas de aula informatizadas a partir da entrevista.

Fonte: O Autor (2011).

Outro item que se faz pertinente a ser analisado nas pesquisas é uma pergunta relativa aos tipos de sala de aula preferidos pelos professores, em que, através de fotos, os *layouts* foram apresentados por indicação de melhor ao pior. Mas este tópico será tratado em outro capítulo.

ENTREVISTA COM OS ALUNOS

Segundo Komendat (2010), quando se cria um ambiente onde se pensa, sobremaneira, nas questões ergonômicas relativas aos estudantes, é imperativo que as suas necessidades, assim como a sua opinião, sejam levadas em consideração. Por isso, nesta pesquisa, um questionário foi elaborado e os alunos da disciplina de Desenho Técnico foram entrevistados. O questionário encontra-se anexado no final desta pesquisa (Apêndice 02). As respostas dos alunos também ajudaram a indicar os princípios para a construção das diretrizes desta pesquisa, sendo que foram entrevistados 134 alunos, todos matriculados na disciplina de Desenho Técnico da UFRGS.

1) Você acha satisfatório que os estudantes trabalhem aos pares (com um único micro) em aula (figura 15)?

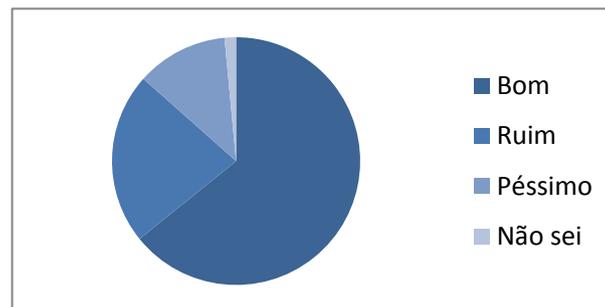


Figura 15: Número de alunos por computador durante a aula.
Fonte: O Autor (2011).

2) Você acha que dois estudantes (cada um com um computador) têm melhor aproveitamento aos pares na sala (figura 16)?

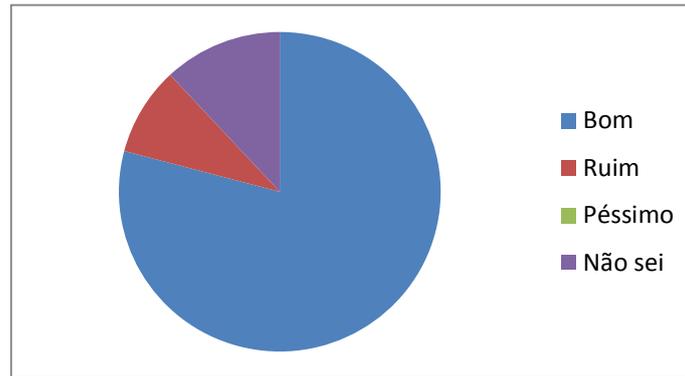


Figura 16: Sobre os alunos trabalharem aos pares (mas cada um com seu equipamento).
Fonte: O Autor (2011).

Nesta sequência de perguntas, ainda havia uma que questionava sobre, a partir de fotos de salas de aula, qual o aluno achava mais eficiente para o uso na disciplina de Desenho Técnico. A resposta desta pergunta, por uma questão metodológica e de organização das análises, está presente no próximo capítulo.

A seguir, os alunos – usuários da sala durante as aulas de Desenho Técnico, foram questionados em relação à ordem de prioridade de alguns itens em uma sala de aula, atribuindo valores de importância (1 para o menos importante e 7 para o mais importante) das características arroladas. A partir de um diagrama de Mudge, as respostas dos alunos foram tabeladas e fez-se a totalização do indicativo das opiniões dos alunos. Os pontos que cada item recebeu foram classificados independentemente do número de alunos, por isso, algumas respostas podem ultrapassar o número de alunos entrevistados.

	Iluminação	Conforto Térmico	Boa visualização do professor	Mobiliário (estudo ergonômico)	Layout do mobiliário	Material dos revestimentos	Nível de ruído	Local para guardar pertences	Dimensão do tempo da estação	TOTAL
Iluminação	x	66	28	84	100	120	90	120	88	696
Conforto térmico	60	X	18	69	102	120	87	118	91	665
Visualização do prof.	100	100	X	107	120	122	108	126	124	907
Mobiliário	48	56	22	X	100	118	78	116	100	638
Lay-out do mobiliário	28	25	6	30	X	121	51	96	60	417
Revestimentos	6	3	6	7	8	X	20	41	20	111
Nível de ruído	44	42	22	52	80	107	X	97	82	526
Local para pertences	16	10	2	14	40	80	30	X	28	220
Dimensão do tempo da estação	36	32	3	28	70	98	46	91	x	201

Quadro 06: Diagrama de Mudge com as respostas dos alunos.

Fonte: O Autor (2011).

Ainda na mesma questão, os alunos tiveram que indicar, dentro de cada um dos itens, o seu nível de relevância para uma sala de aula informatizada para o ensino de Desenho Técnico. Segue, em continuidade, o gráfico com as respostas dos alunos (quadro 07). O parâmetro para a pontuação é o mesmo do outro gráfico, porém, cada um dos itens, foi avaliado separadamente.

Uma legenda foi estabelecida para cada uma das alternativas, sendo que o significado de cada uma delas é: **A**- Não é importante; **B**- Pouco importante; **C**- Importante; **D**- Muito Importante; **E**- Não sei.

Considerando:	A	B	C	D	E
Iluminação	2	10	74	48	0
Conforto Térmico	4	6	66	56	2
Boa visualização do professor	2	0	24	106	2
Mobiliário (estudo ergonômico)	4	14	52	60	4
<i>Layout</i> do mobiliário	8	39	76	10	2
Material dos revestimentos	24	80	26	2	2
Nível de ruído	0	46	54	34	0
Local para guardar pertences	16	70	44	4	0
Espaço na mesa para escrever ou colocar objetos	2	20	84	28	0

Quadro 07: Ordem de importância dada pelos alunos.
Fonte: O Autor (2011).

Segundo as respostas avaliadas nestas questões que resultaram na tabulação dos dados anteriores, os alunos apontaram que, para a projeção de uma sala de aula informatizada adequada ao ensino de Desenho Técnico, as principais características a serem levadas em consideração são a boa visualização do quadro/professor pelos alunos, o conforto térmico, principalmente por estarmos em uma cidade de extremos térmicos – verões muito quentes e invernos muito frios-, e, por último, um mobiliário adequado as suas necessidades durante as aulas.

Outras perguntas feitas aos alunos levam em conta o fato do aluno ter, às vezes, o seu próprio equipamento e preferir levá-lo para as aulas. E também foi pedido que os alunos dessem uma nota para a sala de aula atual de Desenho Técnico, o LECOG (figuras 17 e 18).

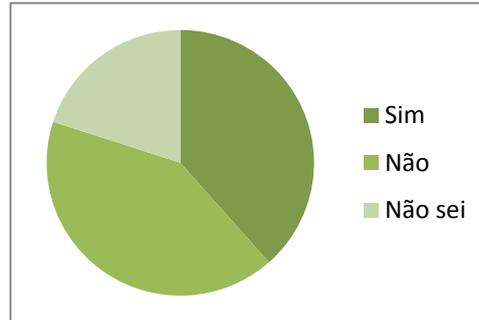


Figura 17: Se fosse possível você usaria um equipamento (computador) de sua propriedade em aula?
Fonte: O Autor (2011).

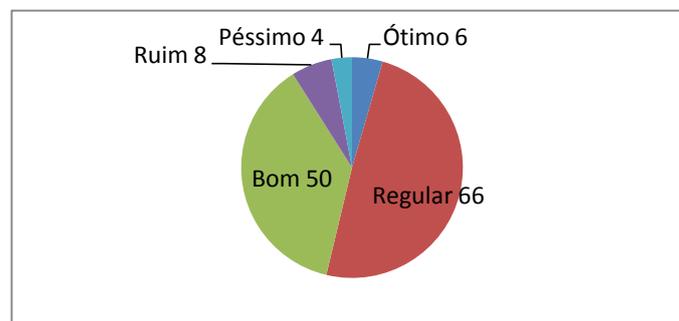


Figura 18: Qual conceito você atribuiria para a sala LECOG?
Fonte: O Autor (2011).

5- AS ENTREVISTAS E A PREFERÊNCIA DECLARADA

Para a determinação das diretrizes, além dos estudos bibliográficos envolvendo, principalmente, estudos de ergonomia, antropometria e outros aspectos para a construção de uma sala de aula, é preciso um estudo apurado das opiniões tanto de quem tem um preparo profissional neste tipo de *layout* de mobiliário e sala, como de quem faz uso deste ambiente, no caso, professores e alunos da disciplina de Desenho Técnico.

Por isso, durante a execução desta pesquisa, foram feitas entrevistas com os professores e outros profissionais que fazem uso destas salas, além de questionários com os alunos que estavam cursando a disciplina e ocupavam o LECOG para as aulas (Apêndices 01 e 02). Estas pesquisas mostraram, conforme o capítulo anterior, as opiniões de caráter indutivo e espontâneo que os entrevistados têm em relação às salas de aula informatizadas para uso no ensino superior.

Para entender mais sobre as respostas destes entrevistados e questionados, algumas perguntas foram feitas a respeito de *layouts* de sala de aula, com classes e disposição de lugares, que os professores e alunos consideravam melhores, conforme fotos. Abaixo as quatro opções mostradas ao grupo de pesquisa (figuras 19, 20, 21 e 22):



Figura 19: Layout de sala 1
Fonte: O Autor (2011)



Figura 20: Layout de sala 2
Fonte: O Autor (2011)



Figura 21: Layout de sala 3
Fonte: O Autor (2011)



Figura 22: Layout de sala 4
Fonte: O Autor (2011)

Estas quatro fotos foram apresentadas a todos os interessados e foi solicitado que eles colocassem-nas na ordem de preferência, começando pela que mais gostassem ou que preferiam ter aulas até a última, que eles não gostavam ou preferiam não ter aulas. Segue a tabela 03 e o quadro 09 com estas respostas.

Professores	Sala 1	Sala 2	Sala 3	Sala 4
1	1	2	3	4
2	3	4	2	1
3	2	3	1	4
4	4	3	2	1
5				
6	3	2	1	4
7				
8	3	2	1	4
9	3	2	1	4
10				
11				
12	3	2	1	4
13	3	2	1	4
14	1	2	3	4
15	3	2	4	1
16	3	2	1	4
17	3	2	1	4
18	3	1	2	4

Tabela 03: Preferência declarada dos professores e profissionais entrevistados.
Fonte: O Autor (2011).

Para os alunos, foi perguntado qual das salas de aulas, nas fotografias, escolheriam como mais eficiente. A partir destes dados, os alunos foram agrupados pelos números de respostas em cada uma das salas dada, conforme demonstra o quadro a seguir. Logo após, um gráfico (figura 23) explicita como ficou, em termos percentuais, o índice das respostas.

Salas	Total
1	4
2	9
3	99
4	16

Quadro 08: Números da preferência declarada dos alunos.
Fonte: O Autor (2011).

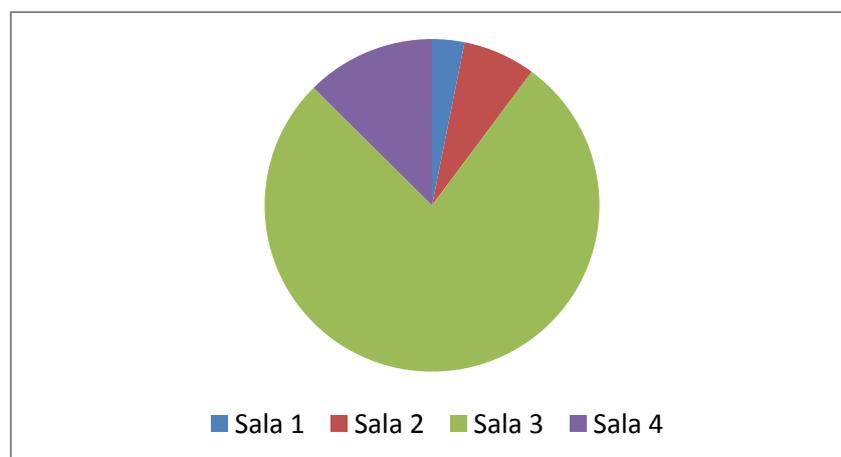


Figura 23: Preferência declarada dos alunos em relação ao layout da sala de aula.
Fonte: O Autor (2011).

Conforme os dados indicados, pode-se fazer uso do método de preferência declarada para ajudar na determinação das diretrizes para a projeção de uma sala de aula informatizada para a disciplina de Desenho Técnico. Apesar dos dados serem obtidos empiricamente, segundo Ortúzar e Wilumsen (2001, *apud* Brito, 2007), se as técnicas de preferência declarada (PR) forem aplicadas corretamente, podem ter resultados confiáveis. Ainda conforme os autores, existem algumas vantagens no tratamento dos dados através de preferência declarada, que são uma maior confiabilidade e também a questão da validação.

Nesta pesquisa, o formato de resposta a ser utilizado, de acordo com Louviere; Hensher; Swait (2000, *apud* Brito, 2007), é a ordenação ou o ranqueamento das alternativas. Neste caso, as alternativas são colocadas em ordem de preferência do entrevistado. Existe uma diminuição

na confiabilidade dos dados, mas eles ainda podem ser facilmente validados. Com este tipo de resposta, tem-se um ordenamento no grau de preferência de uma alternativa em relação à outra, sendo, por isso, utilizados os diagramas de Mudge para que estas informações sejam ordenadas por preferência final.

O problema que o método de Preferência Declarada vai resolver é sobre o *layout* das salas de aula. Mas por que este problema em relação aos outros? Porque em ambas, entrevista e pesquisa, foi apontado tanto por professores quanto alunos, como um fator de importante atenção. Para os professores, como meio de agilizar o seu trabalho, sem interferir no estudo dos alunos, e, para os alunos, justamente como uma ajuda na hora de resolver dúvidas e também no seu conforto individual em sala de aula.

Depois da coleta de dados feita com as entrevistas e com os questionários, e a partir das análises realizadas nos dados coletados, pode-se determinar uma lista de diretrizes, bem como a sua construção e ainda a ordenação de todas elas, com critérios mais específicos. No próximo capítulo, começa-se a discutir a determinação das diretrizes.

6. DETERMINAÇÃO DAS DIRETRIZES

A definição das diretrizes para a construção de uma sala de aula informatizada para o ensino de Desenho Técnico é resultante da análise dos objetivos das entrevistas e também dos questionários, além das pesquisas bibliográficas.

Estas diretrizes vão constituir um conjunto sintético e suficiente que ajudará outros professores e profissionais, de outras instituições de ensino, a planejarem as suas próprias salas de aulas, levando em consideração estudos elaborados que se preocupam exatamente com esta necessidade específica de vários departamentos e faculdades.

Durante a pesquisa e as entrevistas, observou-se a importância dos usuários na hora de determinar estas diretrizes. Outro fator significativo foi a relação destes usuários com as questões estudadas na bibliografia consultada. Como podem se relacionar professor-aluno-monitor/ estação de trabalho, sendo que este trio é a base para a determinação das diretrizes (figura 24)?



Figura 24: Relação professor-aluno-monitor na estação de trabalho.
Fonte: O Autor (2011).

A partir do estabelecimento da configuração triangular da estação de trabalho composta por monitor do computador, aluno(s) e professor, visa-se a priorizar os elementos que serão

determinantes na construção das diretrizes e as análises feitas durante as entrevistas e os questionários com os professores/profissionais e também com os alunos, que são os usuários desta sala de aula, pode-se, agora, chegar à conclusão das diretrizes.

Antes, porém, é preciso salientar que nem todas as diretrizes são essenciais. Alguns resultados gerados pela convergência de dados não são necessariamente obrigatórios. Eles podem ser elencados conforme um critério de importância estabelecido. No caso desta pesquisa, o seguinte critério foi adotado: as diretrizes **necessárias**, as **interessantes**, as que **devem ser evitadas** e, finalmente, as **proibidas**.

Entende-se por diretrizes **necessárias** aquelas que são indispensáveis na constituição de uma sala de aula informatizada. As diretrizes elencadas, neste parâmetro, são prioritárias, pois a ausência do atendimento de qualquer um destes itens acarreta grande prejuízo no aprendizado do aluno da disciplina.

As diretrizes **interessantes** são importantes, visto que são aquelas que, apesar de resultarem em um impacto favorável na aprendizagem, a sua ausência não resulta em um prejuízo significativo no ensino da disciplina. A falta de algumas delas é percebida pelos usuários, mas ainda elas podem ser pensadas, a longo prazo, no planejamento da sala de aula.

Sobre as diretrizes que **devem ser evitadas**, elas causam perdas de qualidade importantes na aprendizagem do aluno, perturbando o bom andamento das atividades em aula e prejudicando tanto aluno quanto professores.

E, por fim, as **proibidas**, são aquelas diretrizes que devem ser evitadas, uma vez que impedem o desenvolvimento das atividades propostas pelos professores aos alunos, assim como prejudicam a aprendizagem dos principais interessados, os alunos usuários da sala de aula.

As diretrizes, ainda, foram divididas em quatro grandes grupos quais sejam: grupo 1, que diz respeito ao conforto ambiental; o grupo 2 refere-se às questões envolvendo o mobiliário da

sala de aula informatizada; o grupo 3 trata das diretrizes em relação aos equipamentos instalados e, por último, o grupo 4 agrupa diretrizes referentes à sala propriamente dita.

Segue, em continuidade, o quadro 09 com as 61 diretrizes elencadas para a projeção de uma sala de aula informatizada para o ensino de desenho técnico, agrupadas conforme as especificações já apresentadas.

<i>Diretrizes</i>	<i>Necessárias</i>	<i>Interessantes</i>	<i>Devem ser evitadas</i>	<i>Proibidas</i>
Conforto Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Projeto de luminotécnica com aproximadamente 300 lúmens (1); - Projeto para ar-condicionado quente/frio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Luz difusa para distribuição homogênea; - Comandos das luminárias permitem 3 cenários: 1) Iluminação plena durante os trabalhos práticos. 2) Escurecimento da frente durante as projeções. 3) Escurecimento da sala menos a frente durante as preleções destacando o professor/quadro/telão. - Possibilidade de iluminação natural; - Possibilidade de ventilação natural; - Ventilação cruzada; - Ambiente sem poluição visual; - Paredes laterais em cor azul (2); - Parede frontal em cor neutra não reflexiva; 	<ul style="list-style-type: none"> - Sombra do usuário no tampo da mesa; - Má distribuição do ar condicionado; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aparelho de ar-condicionado barulhento; - Ruídos externos; - Visão do exterior externo à sala.
Mobiliário	<ul style="list-style-type: none"> - Mesas devem acomodar no máximo 2 alunos cada uma (3 em casos extraordinários); - Apoio para pés dos estudantes contemplando diferentes estaturas; - Bancos confortáveis com encosto; - Mesas altas para conforto dos professores quando da aproximação aos alunos; - Tampo das mesas em material não-reflexivo, levemente inclinadas; - Tampo espaçoso para permitir leitura e desenhos de croquis; - As mesas devem contemplar a evolução dos equipamentos permitindo o uso de novas tecnologias (<i>tablet, lap top</i>, outros); - Contemplar o exposto na página 63 da dissertação sobre o triângulo de utilização do tampo da mesa; 	<ul style="list-style-type: none"> - Algumas mesas dos alunos devem permitir trabalhos em grupo com 5 ou 6 alunos; - Tampo das mesas em material resistente ao risco por instrumento pontiagudo. - Tampo com superfície em cor leve (não branca); - Algumas mesas com tampo maior; - Toda a mobília deve ter cantos arredondados; - As mesas devem ser fixas no piso; - As mesas devem prever a colocação de pertences (mochila, guarda chuva, entre outros); 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 microcomputador para cada 2 alunos; - mobiliário com peças móveis - regulagens. (este item é devido ao custo da manutenção); - Tampo escuro nas mesas dificultam o uso de folhas para desenhos manuais; - Reflexo das luminárias nos tampos das mesas (ou no quadro branco); 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesas baixas; - Impossibilidade do professor se aproximar dos alunos.
Equipamentos instalados	<ul style="list-style-type: none"> - 1 microcomputador para cada aluno (uso individual); - Projetor de boa qualidade (boa resolução); - Manutenção dos equipamentos (computadores); - Quadro branco serve de telão permitindo riscar com caneta sobre a projeção; - Software gerenciador de rede (bloqueador + prof. interfere nos micros dos alunos + todas as telas na tela do professor); 	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro interativo (lousa interativa); - Possibilidade de 2 estudantes por micro; - Projetor fixado no teto evitando sombra do professor; - Impressora disponibilizada aos alunos pela rede intranet; - Internet e Intranet desconectável; - Adoção de Nobreak; - Uso pelo prof. de uma tela exclusiva para software gerenciador; 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipamentos utilizados em aula com características muito diferentes dos que os alunos tem em casa; - Quadro branco refletindo as luminárias; - Monitores dos alunos colocados dificultando a visualização do prof./quadro/telão; - Computadores sobre a mesa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro negro (uso de giz);
Sala de aula	<ul style="list-style-type: none"> - Sala com dimensões adequadas ao número de alunos; - Todos os alunos tem de ter boa visualização do quadro/telão; - Fácil aproximação do professor a qualquer aluno na sala; - O professor deve se deslocar facilmente de um aluno a outro; - Até 20 alunos por professor na sala de aula; 	<ul style="list-style-type: none"> - Relógio com boa visualização pelos alunos; - Fiação elétrica/ lógica tubulada (protegida); - Conexões elétricas protegidas (evitar desconexão involuntária); - Usar câmeras para gravação do ambiente (proteção); 	<ul style="list-style-type: none"> - Sala grande dificultando a audição dos alunos nas últimas classes nos fundos da sala; - O layout/mobiliário permitindo aos alunos fácil visualização do monitor do colega ao lado; - Utilização de derivadores elétricos extras (gambiarra); 	

Quadro 09: Diretrizes para a projeção de uma sala de aula para o ensino de Desenho Técnico. Fonte: O Autor (2011).

(1) De acordo com a Norma brasileira de Luminotécnica (NBR 5413).

(2) Segundo Kulpa (2009), a cor azul é cor primária tanto em luz quanto em pigmento (também chamado de cian). É a cor principal entre as cores frias e em termos de psicodinâmica, esta cor tem ondas curtas que relaxam a musculatura, acalmam a mente e diminuem a ansiedade.

7. CONCLUSÃO

Considera-se que a presente pesquisa confirmou a hipótese inicial de identificação das Diretrizes para o projeto de uma sala de aula informatizada voltada para o fim específico do ensino de Desenho Técnico. Buscou-se detalhar e classificar estas diretrizes, fornecendo ao projetista uma orientação sobre as principais variáveis que compõem este espaço de aulas. Procurou-se produzir, nesta dissertação, um aliado para a busca do estado da arte ao abordar os conteúdos de Desenho Técnico em aula, especialmente pelos professores do Departamento de Design e Expressão Gráfica da Universidade em estudo.

Foi possível avaliar a eficiência da contribuição do elenco de diretrizes identificadas na pesquisa durante a adequação de uma das salas de aula da UFRGS voltada ao ensino de Desenho Técnico para os estudantes de graduação em Engenharia.

A nova sala de aula, em implantação, substituirá o antigo LECOG apresentado como exemplo de aplicação no presente trabalho acadêmico, pois se pretende deixar de lecionar em laboratório de pesquisas e experimentos para voltar a trabalhar as disciplinas de Desenho Técnico em sala de aula, ocupando espaço destinado a este específico fim. O projeto desta sala informatizada leva em consideração as diretrizes definidas nesta pesquisa e se faz presente nesta dissertação como exemplo de implantação das diretrizes definidas.

A nova sala de aula chama-se Sala Informatizada de Ensino, o SIE. Tem-se como principal restrição ao desenvolvimento deste projeto a utilização de uma sala de aula existente, assim estando definidas a geometria, dimensões, ventilação e iluminação naturais. Todos estes aspectos, apesar de já presentes no espaço destinado à implantação da sala de aula, estão de acordo com as diretrizes desta dissertação. A sala possui geometria retangular e dimensões suficientes para atender turmas com 40 estudantes. A iluminação natural proporcionada pelas amplas aberturas é satisfatória e a existência de janelas dos dois lados do ambiente permite ventilação cruzada.

Tem-se que o projeto para adequação desta sala para ensino de Desenho Técnico Informatizado através da especificação de luminárias, escolha de cores e todos os demais itens

descritos no presente texto, especialmente o *layout* e desenho da estação de trabalho dos estudantes permitiu projetar uma sala muito próxima do estado da arte. Não foi possível, com o projeto desenvolvido, evitar totalmente a visualização dos monitores dos colegas próximos. Porém adotando a técnica de dividir as turmas para realizar provas de avaliação de aproveitamento temos uma considerável redução do problema da visualização dos monitores vizinhos. Nas figuras a seguir (figura 25, 26 e 27) uma visão de como ficará a sala Sie, sala projetada seguindo as diretrizes propostas neste trabalho.

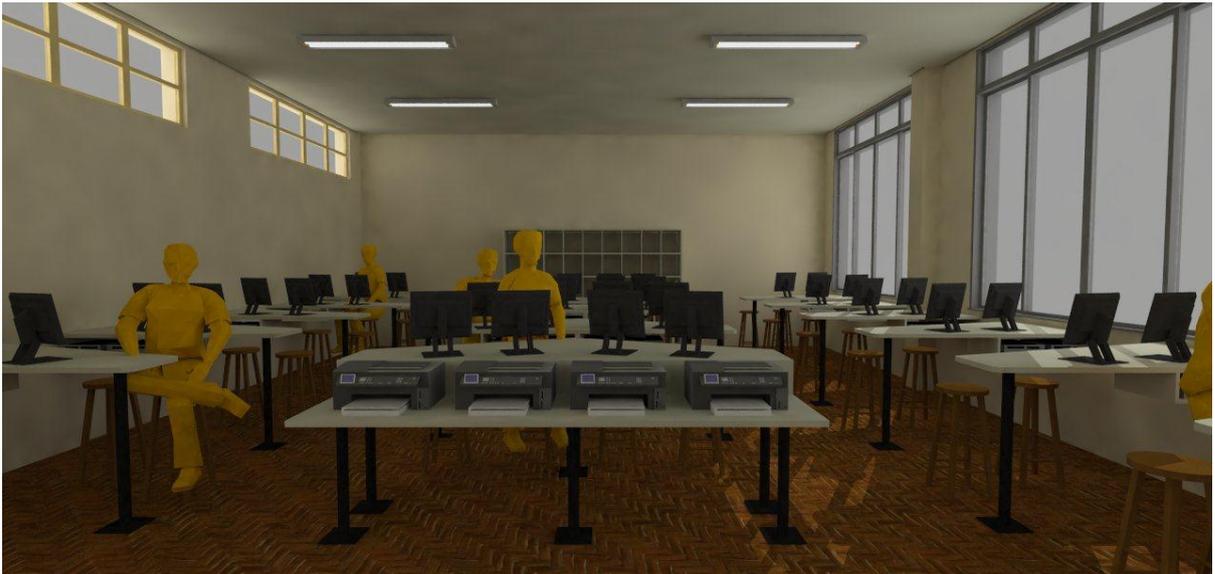


Figura 25: Visão do professor na sala de aula feita com as diretrizes apontadas na pesquisa.
Fonte: O Autor (2011).

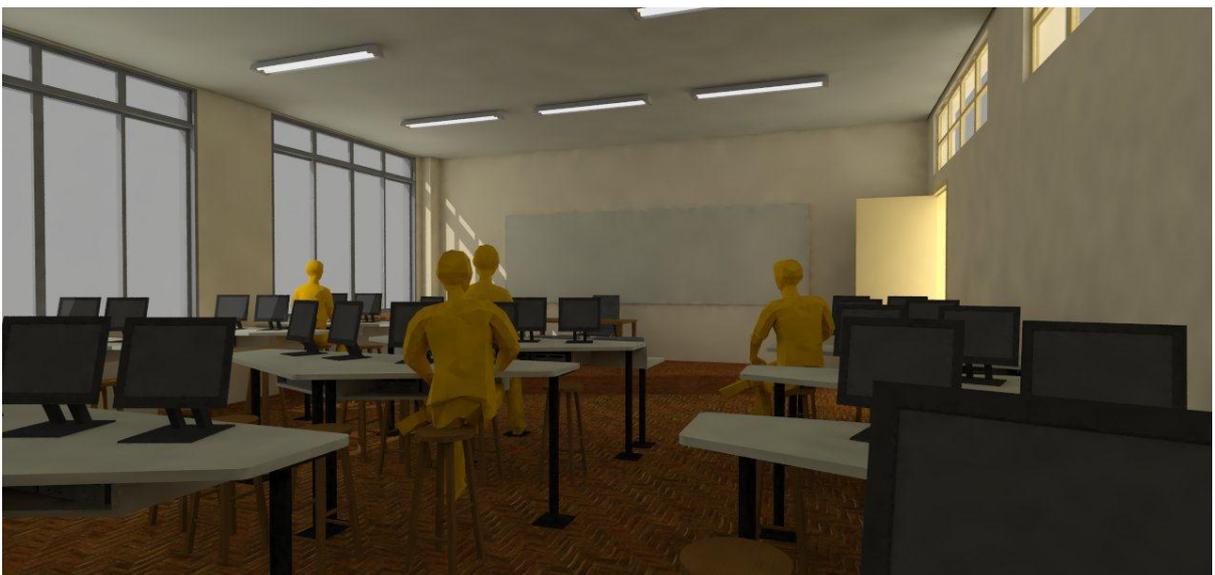


Figura 26: Visão de um aluno na sala de aula feita com as diretrizes apontadas na pesquisa.
Fonte: O Autor (2011).

Para a projeção da SIE, também foram consideradas as diretrizes para o conforto ergonômico dos alunos da sala de aula. Sendo assim, seguem os layouts mais detalhados das mesas dos alunos conforme o projeto desenvolvido. A gaveta embaixo serve para que os alunos possam guardar seus materiais deixando livre o tampo da mesa para as atividades da disciplina (figura 27).

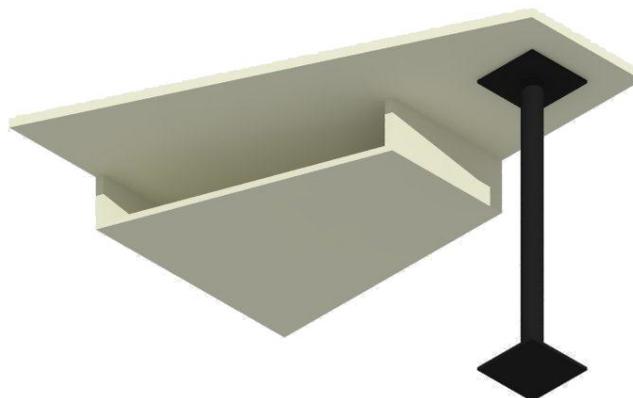


Figura 27: Vista inferior da estação de trabalho dos alunos.
Fonte: O Autor (2011).

Durante este trabalho, foi observada a interferência de restrições de toda ordem ao projeto. Porém percebeu-se a facilidade que a tabela proporcionou ao autor do projeto para a priorização das variáveis envolvidas, o que permitiu oferecer alternativas para o desenvolvimento das melhores condições de trabalho diante das condições apresentadas.

Ficou clara, na conclusão desta dissertação, que, a partir dos resultados encontrados pela pesquisa, se faz presente uma mudança importante quando do projeto de salas de aula informatizadas.

Dentre as diretrizes desenvolvidas, com certeza, as principais dizem respeito ao layout e ao mobiliário da estação de trabalho dos estudantes. Observa-se na figura 27 a distribuição das mesas dos estudantes de modo a permitir a circulação de 2 professores simultaneamente, um em cada corredor. A divisão da sala em 2 zonas de atendimento otimiza o trabalho da dupla de professores, impedindo a duplicidade de trajetos enquanto os professores circulam

fiscalizando e interferindo nas atividades dos estudantes. A presença de passagens de ligação permite que os professores troquem de corredor e assim atender turmas menores com a presença de apenas um professor em sala de aula.



Figura 28: Visão superior da sala de aula feita com as diretrizes apontadas na pesquisa.
Fonte: O Autor (2011).

Especial atenção foi dada ao projeto do mobiliário das estações de trabalho dos estudantes. A maior altura dos tampos das estações proporciona facilidade quando da aproximação do professor aos estudantes impedindo que o professor se incline para digitar, manobrar com o mouse ou apontar na tela do monitor. Sendo os tampos mais altos se faz necessário implantar um estrado em frente a sala de aula para elevar a posição do professor junto ao quadro com, no mínimo, a mesma diferença de altura entre as classes normais e novas projetadas. Melhor ainda se esta diferença for superior facilitando ainda mais a visualização do quadro e do professor em preleção.

A forma trapezoidal dos tampos das estações faz com que os estudantes fiquem numa posição intermediária entre virados para a parede e de costas ao corredor ou de frente para o quadro e para o professor quando das apresentações teóricas, deste modo impedindo as desvantagens que cada posição proporciona. Esta geometria dos tampos cria um espaço atrás dos estudantes que permite ao professor fazer uma rápida aproximação até o estudante posicionado na fila

mais distante do corredor. Finalmente, a forma trapezoidal cria uma zona sob o tampo que não interfere na posição das pernas dos estudantes sentados. Este espaço tem por finalidade posicionar cada um dos computadores desktop livrando os tampos de sua presença. Sobre os tampos temos apenas a presença dos monitores, teclados e mouses criando espaço extra para folhas, livros e outros objetos em uso durante as aulas. Este espaço poderá ser destinado para a utilização de *tablets*, laptops ou outros equipamentos pessoais pelos estudantes. Nota-se, observando a figura 27, que para o máximo aproveitamento da geometria da sala, projetou-se para as estações posicionadas junto às paredes uma dimensão maior. Estas estações poderão receber até 3 estudantes em trabalho de grupo numa situação excepcional, e até mais se considerarmos o aproveitamento das duas bordas maiores do tampo.

A enorme capacidade de superar dificuldades do ser humano faz com que estudantes e professores se adaptem a ambientes inadequados com muita criatividade. Com este trabalho pretendemos diminuir estas improvisações facilitando projetos para o fim específico de aulas de Desenho Técnico Informatizado ou de qualquer outra atividade similar.

7.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante o desenvolvimento deste trabalho pode-se verificar a possibilidade de aprofundamento do conhecimento sobre cada uma das diretrizes encontradas. Assim, propõe-se pesquisas a este respeito e, em especial, relacionadas ao número de estudantes por professor em sala de aula de Desenho Técnico; geometria e dimensões máxima e mínima das salas; comparativo entre as diversas distribuições do mobiliário. Com certeza trabalhos futuros neste sentido produzirão melhores efeitos nos resultados dos projetos de Design e Arquitetura de Interiores das Salas de aula objeto desta pesquisa.

8. BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, L.G. **Fisioterapia preventiva nos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho** - DORTs. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

BRANDLI, L. L., HEINECK, L. F. M. **As abordagens dos modelos de preferência declarada e revelada no processo de escolha habitacional**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 61-75, abr./jun. 2005.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **NRs – Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho**. URL.: <http://www.mtb.gov.br/sit/nrs/nrs_idx.htm>. Acessado em janeiro de 2011.

BRITO, A. N. **Aplicação de um procedimento usando preferência declarada para a estimativa do valor do tempo de viagem de motoristas em uma escolha entre rotas viárias pedagiadas e não pedagiadas**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, 2007.

BORMANN, O. R. **Iluminação natural em salas de aula e escritórios com uso de prateleiras de luz**. Dissertação defendida no Centro Federal de Educação Tecnologia do Paraná, 2003.

BULLINGER, H. J., Gunzenhäusen, R. *Software ergonomics : advances and applications*. Inglaterra : Ellis Horwood Limited, 1988.

CARVALHO, V.G. de. **Estudo ergonômico do posto de atividade discente em instituição de ensino superior**. Natal, 2005.

COUTO, H.de Araujo. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: ERGO Editora, 1995. Vol. 1 e 2.

DELIBERATO, P. C. P. **Fisioterapia preventiva: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Manole, 2002.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. *Ergonomia prática*. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

FERREIRA, A. M. C. **Avaliação do conforto acústico em salas de aula: estudo de caso na Universidade Federal do Paraná**. Dissertação defendida na Universidade Federal do Paraná em 2006.

FORNAZZARI, L. P.; PEREIRA, V. C. G.. **Aspectos ergonômicos e antropométricos na escola**. Guarapuava: UNICENTRO, 2005.

FREITAS, A. A. F. de. **Modelagem Comportamental dos Decisores Através de Técnicas de Preferência Declarada: uma aplicação no setor imobiliário de Florianópolis – SC**. Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, em julho de 1995.

GIUNTA, Maria. **Ambiente para o ensino do desenho adequado às inovações tecnológicas e às propostas metodológicas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HAHN, Tânia Maria. **Por uma pedagogia ergonômica: mais cidadania no mundo do trabalho**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação – 1999.

HERZER, F. E. A.; BROETO, A. D. B.; CONTO, J. de. **Controle de ruídos: um estudo em posto de gasolina**. Artigo apresentado na VIII Semana da Engenharia Ambiental, Unicentro, 2009.

IIDA, I. **Ergonomia, projeto e produção**. 2 Ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005.

KOMENDAT. S. *Creative Classroom Designs: a project in creative studies*. New York: Fulfillment presented in State University of New York, in December 2010.

KRUPNICK, A. *Behavioral Economics and Stated Preference Methods*. Conference presented in Resources for the future. SRA CBA Conference, June, 2009.

KULPA. C. **A contribuição de um modelo de cores na usabilidade das interfaces computacionais para usuários de baixa visão**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Design. Porto Alegre, BR-RS, 2009.

LEMKOW, A.F. **O principio da totalidade**. São Paulo: Aquariana, 1990.

LIMA, V.de. **Ginástica laboral: atividade física no ambiente de trabalho**. São Paulo: Phorte, 2003.

LOFF, P. **A importância de estar bem sentado**. Disponível em: <<http://www.educare.pt/>> Acessado em: 11/11/2010.

LOUVIERE, J.; HENSHER, D.A.; SWAIT, J.D.. *State Choice Methods: analysis and applications*. 2 Ed. New York: University of Cambridge, 2003.

MASTELLA, A. S. **Atributos importantes para a escolha de uma agência de turismo: um estudo de caso utilizando a preferência declarada**. Dissertação apresentada em outubro de 1997, na Universidade Federal de Santa Catarina.

MEDEIROS, L. P. de; et al. **Análise ergonômica de uma sala de aula**. 2006.

MORAES, Anamaria de. **Ergonomia, ergodesign e usabilidade: algumas histórias, precursores, divergências e convergências**. Rio de Janeiro: EDITORA, 2004.

MORAES, A.B.; CHENG, L.Y. **Modelos de Ensino de Desenho para Cursos de Engenharia**. In: Congresso internacional de engenharia gráfica nas artes e no desenho, 3.,

simpósio nacional de geometria descritiva e desenho técnico, 14., Ouro Preto, 2000. Artigo 289. 1 CD-ROM

NASCIMENTO, N.; MORAES, R. **Fisioterapia nas empresas**. Rio de Janeiro: Taba Cultural, 2000.

PANERO, J.; ZELNIK, M. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores: Estándares antropométricos*. México: Ediciones G. Gili, S.A, 1989.

PATUSSI, A. P. **Definição de critérios para avaliação ergonômica para mesas de trabalho informatizado**. Dissertação defendida Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 2005.

PAULINO, P. C.; *et al.* **Proposta de tabela antropométrica de percentil para alunos do sexo masculino matriculados nos cursos de engenharia da UTFPR Campus Cornélio Procopio**. Artigo apresentado no I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia – 2009.

PEREIRA, E. R. **Fundamentos de ergonomia e fisioterapia do trabalho**. Rio de Janeiro: Taba Cultural, 2001.

PETROSKI, É. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Palotti, 1999.

PRADO, L.M.W. **A segurança do trabalho nas instituições de ensino**. URL: <<http://cipanet.com.br/revista/cipa249/capa249.htm>>. Acessado em 07/12/2000.

PICCOLI, G. S. *et al.* **A importância do Layout ao Espaço**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, ENEGEP, 2000.

PINHO, A. O. **Avaliação de conforto em cadeiras escolares para usuários adultos trabalhadores**. Dissertação defendida na Universidade Federal do Rio Grande do sul em dezembro de 2004.

RIO, R. P.; PIRES, L. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica**. Belo Horizonte: Health, 1999.

SANTOS, Roberto. **Ergonomização da interação homem-computador**. Dissertação de Mestrado para o Programa de Mestrado em Design, 2000. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio.

SANTOS, N.; FIALHO, F. **Manual de análise ergonômica do trabalho**. 2.ed. Curitiba: Gênese, 1997.

SOARES, M. M. **Crítérios e recomendações ergonômicas para o projeto de cadeiras na sala de aula**. Congresso Brasileiro de Ergonomia, Rio de Janeiro: Anais – 1992.

SOARES, F. C. **Otimização do ensino de informática através da aplicação dos conceitos de ergonomia no ambiente físico**. Um estudo de caso: curso técnico de informática do

CEFET-SC. Santa Catarina, 1999. 169p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

TAVARES, C. R. G. **A ergonomia e suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem: uma análise das salas de aula do CEFET/RN** - Florianópolis, 2000
Dissertação de Mestrado.

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e arquitetura**. Universidade do Grande ABC. São Paulo: Virtus, 2001

WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho: ergonomia: método e técnica**. São Paulo: FTD: Oboré, 1987.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Entrevista com especialista

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 ESCOLA DE ENGENHARIA – FACULDADE DE ARQUITETURA
 PGDesign – Mestrado em Design e Tecnologia

Diretrizes para o projeto de uma sala de aula adequada ao ensino de Desenho Técnico Instrumentado

ENTREVISTA COM ESPECIALISTA

Nome do especialista:

Especialidade:

Formação:

PERGUNTAS

Tem experiência em sala de aula como professor? SIM NÃO

Tem experiência em ensino de Desenho Técnico SIM NÃO

Tem alguma experiência em sala de aula informatizada (aluno ou professor) SIM NÃO

1-Você tem idéia da relação entre o número de estudantes por professor em sala de aula?

SIM NÃO Qual?

TEMAS A SEREM TRATADOS NA ENTREVISTA

2-O que acha dos estudantes trabalharem aos pares com o mesmo equipamento?

3-O que você acha importante no projeto do mobiliário que corresponde aos alunos na sala em questão?

4-O que você considera sobre os itens abaixo em relação à sala de aula informatizada.

Considerando RUIM - 1 BOM - 2 MUITO BOM - 3 NÃO SEI OU IRRELEVANTE - 4

- Relógio? (visível pelos estudantes?) _____ - Estrado? _____
- Fácil circulação _____ - O prof aproximar-se do est. pela frente _____
- Facilidade para interferir no trabalho do est. _____ - Visibilidade do Quadro/Telão pelos est. _____.
- Visibilidade do prof pelos est. _____ - Facilidade para trabalhos em grupo pelos est. _____
- Lugar para a colocação de casaco/guarda chuva/mochila/cadernos e outros pertences _____
- Tampo das mesas das est. com dimensões para realizar desenhos/escritos/leitura) _____

5-O que você acha que a sala de aula informatizada deve dispor para que o aluno tenha uma melhor aproveitamento?

6-Quais os problemas que você observa numa sala de aula informatizada?

7-Selecionar uma das alternativas abaixo para cada um dos itens a seguir, para logo após colocar em ordem de importância (prioridade) atribuindo valores de 1 a 7 (sendo 1 o item mais importante e 7 o menos) Significado de cada uma das alternativas:

A–Não é importante B-Pouco importante C-Importante D-Muito importante
 E-Não sei

Prioridade

	A	B	C	D	E
___iluminação (Considerando que o equipamento tem luz própria)					
___ Conforto térmico...(condicionamento do ar)					
___boa visualização do professor/quadro/telão					
___ mobiliário (estudo ergonômico)					
___ layout do mobiliário (facilidade de deslocamento na sala de aula)					
___ material dos revestimentos (piso/parede + cores aplicadas)					
___ nível de ruído (tratamento acústico)					

8- Se você fosse criar (projetar) uma sala de aula informatizada, com o que se preocuparia?

Considerando que você tem experiência em sala de aula informatizada...

9-Quais pontos negativos percebeu na(s) sala(s) de aula que frequentou

Apêndice 2 – Questionário com estudantes

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 ESCOLA DE ENGENHARIA – FACULDADE DE ARQUITETURA
 PGDesign – Mestrado em Design e Tecnologia

Diretrizes para o projeto de uma sala de aula adequada ao ensino de Desenho Técnico Instrumentado

QUESTIONÁRIO COM ESTUDANTES

1-Você acha satisfatório que os estudantes trabalhem aos pares (com um único micro) em aula?

SIM NÃO PÉSSIMO NÃO SEI

2-Você acha que 2 estudantes (cada um com um micro) tem melhor aproveitamento aos pares na sala?

SIM NÃO PÉSSIMO NÃO SEI

3-Qual sala de aula você escolheria como a mais eficiente?

1 2 3 4 nenhuma delas

4-Qual conceito você atribuiria para a sala LECOG?

ÓTIMO SATISFATÓRIO BOM RUIM PÉSSIMO

5-Selecionar uma das alternativas abaixo para cada um dos itens a seguir, para logo após colocar em ordem de importância (prioridade) atribuindo valores de 1 a 7 (sendo 1 o item mais importante e 7 o menos) Significado de cada uma das alternativas:

A-Não é importante
 E-Não sei

B-Pouco importante

C-Importante

D-Muito importante

Prioridade

	A	B	C	D	E
___iluminação (Considerando que o equipamento tem luz própria)	<input type="checkbox"/>				
___Conforto térmico...(condicionamento do ar)	<input type="checkbox"/>				
___boa visualização do professor/quadro/telão	<input type="checkbox"/>				
___mobiliário (estudo ergonômico)	<input type="checkbox"/>				
___layout do mobiliário (facilidade de deslocamento na sala de aula)	<input type="checkbox"/>				
___material dos revestimentos (piso/parede + cores aplicadas)	<input type="checkbox"/>				
___nível de ruído (tratamento acústico)	<input type="checkbox"/>				
___lugar para guardar materiais pessoais (mochila, guarda chuva...)	<input type="checkbox"/>				
___espaço na mesa para escrever e/ou colocar objetos	<input type="checkbox"/>				

6- Se fosse possível, você usaria um equipamento (computador) de sua propriedade em aula?

SIM NÃO NÃO SEI

Apêndice 3: Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma entrevista/questionários que faz parte da pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, intitulada " Diretrizes para o projeto de uma sala de aula adequada ao ensino de Desenho Técnico".

O objetivo deste estudo é gerar informações que possibilitem a criação de diretrizes para a projeção de uma sala de aula específica para o ensino de Desenho Técnico nesta instituição. Sua participação, nesta pesquisa, consistirá em responder algumas perguntas a respeito da sua experiência no uso, tanto como aluno quanto professor, ou ainda experiência em projeção de sala de aulas, que ajudará na determinação destas diretrizes.

Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar o seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador responsável ou com a Instituição desta.

Não será cobrado nada; não haverá gastos, nem riscos na sua participação neste teste e não estão previstos ressarcimentos ou indenizações. E também não haverá benefício imediato na sua participação, além do benefício de contribuir com a construção de uma sala de aula específica para a disciplina.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e o pesquisador responsável assegura o sigilo sobre sua participação. Os dados divulgados não possibilitarão identificá-lo. Ao invés do seu nome, será utilizado o codinome "Usuário" e um número.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o nome completo e telefone do pesquisador responsável, podendo esclarecer as suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Roberto Wanner Pires
Fones: (51) 99013126
Pesquisador Responsável

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - CONTINUAÇÃO

Eu, _____, de
CPF _____ abaixo assinado(a), concordo em participar da
entrevista/questionário, parte da pesquisa "Diretrizes para o projeto de uma sala
de aula adequada ao ensino de Desenho Técnico" acima mencionada, como
voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador
Roberto Wanner Pires sobre a entrevista/questionário, os procedimentos nele
envolvidos, assim como os benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me
garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento.

Porto Alegre, junho de 2011.

Voluntário(a) Participante

Testemunha 1

Testemunha 2

Apêndice 4: Tabelas de problemas encontrados nas salas de aulas atuais de desenho técnico.

Dispersão dos alunos pela internet	6
Manutenção dos equipamentos	3
Gerenciador do software	2
Dimensionamento do espaço disponível	2
Luminosidade	3
Ventilação adequada	1
Layout inadequado	6
Presença de pilares e outras estruturas	1
Ar condicionado com problemas, má dispersão	4
Falta de tratamento acústicos	1
Equipamento “antigo”	3
Acesso à CPUS (devem ser terminais)	1
O monitor é um obstáculo	1
Projeto de estação dos estudantes (móvel)	6
Regulagem do mobiliário	1
Mesa não fixa no chão	1
Alunos levam comida (bolacha) para a aula	1
Distancia do aluno ao quadro	1
Reflexo da lâmpada no quadro	1
Dificuldade de visualizar o quadro professor	1
Projektor inadequado	1
Acesso insuficiente do professor à estação	3
Falta de ventilação natural	1

Apêndice 5: Pontos negativos da sala de aula informatizada.

Acústica	2
Muitos alunos por micro	1
Janela provoca ofuscamento	2
Internet	1
Odores externos	1
Ruídos externos	3
Má estação de trabalho	6
Manutenção	1
Projeção não é no quadro branco	1
Pouco espaço	1
Poluição visual	1
Cabos e tomadas expostos	1
Telão ruim	2
Sombra no projetor do telão	1
Layout	9
Pilar obstáculo	1
Estudantes não estão de frente	3
Professor chaga até o estudante com dificuldade	5
Equipamento obsoleto	4
Ruído do ar condicionado	1
Má distribuição do ar condicionado	2
Professor tem problemas de aproximação a estação de trabalho	4
Assentos desconfortáveis para o aluno	1
Quadro de giz	2
Visualização de projetor telão	1
Conforto térmico	1
Insolação	1
Mesa soltas não fixas	1
Não tem lugar para pertences	1
Sala grande de mais	2
Sala pequena de mais	2