



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ERGONOMIA – PPERGO  
NÍVEL MESTRADO PROFISSIONAL

BELIZA SOARES FERRAZ BRÍGIDO

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DO AMBIENTE EM LABORATÓRIOS DE ENFERMAGEM DE  
EDUCAÇÃO SUPERIOR.

RECIFE

2015

BELIZA SOARES FERRAZ BRÍGIDO

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DO AMBIENTE EM LABORATÓRIOS DE ENFERMAGEM DE  
EDUCAÇÃO SUPERIOR.

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ergonomia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ergonomia.

Orientadora: Dra. Vilma Maria Villarouco Santos

RECIFE  
2015

Catálogo na fonte  
Bibliotecário Jonas Lucas Vieira, CRB4-1204

B856a Brígido, Beliza Soares Ferraz  
Avaliação ergonômica do ambiente em laboratórios de enfermagem de  
educação superior / Beliza Soares Ferraz Brígido. – Recife: O Autor, 2015.  
238 f.: il., fig.

Orientador: Vilma Maria Villarouco Santos.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.  
Centro de Artes e Comunicação. Design, 2015.

Inclui referências, anexos e apêndice.

1. Ergonomia. 2. Laboratórios. 3. Ensino superior. 4. Enfermagem. I.  
Santos, Vilma Maria Villarouco (Orientador). II. Título.

745.2 CDD (22.ed.) UFPE (CAC 2015-105)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ERGONOMIA

**BELIZA SOARES FERRAZ BRÍGIDO**

*"AVALIAÇÃO ERGONÓMICA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: RECOMENDAÇÕES E  
DIRECIONAMENTOS PARA AMBIENTES E POSTOS DE TRABALHO EM  
LABORATÓRIOS DE ENSINO SUPERIOR A PARTIR DA ANÁLISE DAS ATIVIDADES  
E USUÁRIOS."*

Area de Concentração: Ergonomia e Usabilidade de Produtos, Sistemas e Produção.

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob presidência primeiro, considera o(a) candidato(a) **BELIZA SOARES FERRAZ BRÍGIDO** **Aprovada com distinção.**

Recife, 10 de fevereiro de 2015

**PROF<sup>3</sup>. DR<sup>a</sup>. VILMA MARIA VILLAROUÇO SANTOS**

**PROF<sup>3</sup>. DR<sup>a</sup>. LAURA BEZERRA MARTNS**

**PROF. DR. LOURIVAL LOPES COSTA FILHO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Lúcio, pelo amor, paciência, companheirismo, cuidado, incentivo e vontade de crescer e vir junto comigo;

Aos amados pais, Sebastião e Ester, pelo exemplo de vida dado, amor e carinho incondicionais e por acreditarem e fazerem tudo dar certo; e Edna e Lúcio pelo carinho, apoio e torcida;

Aos queridos irmãos Karine pelo incentivo e apoio espiritual, Máira e Daniel pelo exemplo de força e dedicação e Lucas pelo carinho;

À professora Vilma Villarouco, por sua contribuição valorosa ao trabalho e por ter aceitado o difícil e trabalhoso desafio de me orientar a distância;

Aos colegas do Mestrado, em especial Jacqueline Oliveira, pelo cuidado, generosidade e amizade valiosa que guardarei sempre comigo;

Aos professores Charles Carvalho Camillo da Silveira, Marcelino Leal Barbosa de Carvalho, Ana Lúcia Ribeiro Camillo da Silveira e Rosa Karina Carvalho Cavalcante pela oportunidade e incentivo ao meu crescimento acadêmico;

Aos alunos e funcionários do curso de enfermagem, que aceitaram participar da pesquisa, em especial Charliene, Adriele e Talvani pela disponibilidade e ajuda na coleta de dados;

À Cláudia e Valéria pela presença constante durante todo o curso;

A Deus por permitir encontros com pessoas tão boas.

## RESUMO

Diante da necessidade de se adequar os espaços aos usuários e suas tarefas a fim de proporcionar uma melhoria no bem estar e no desempenho das atividades, a pesquisa apresenta um estudo de caso que cuidará da avaliação ergonômica de laboratórios de microscopia, parasitologia, semiologia, anatomia, microscopia e ciências biológicas do curso de enfermagem de uma Instituição de Ensino Superior privada, com o objetivo de propor recomendações e direcionamentos para o projeto desses ambientes e seus respectivos postos de trabalho. Para isso, busca referências sob o enfoque da Ergonomia do Ambiente Construído, da Antropometria e da Biomecânica Ocupacional, na identificação das variáveis no ambiente e posto de trabalho, bem como os pontos de desconforto oriundos de posturas adotadas pelos usuários, que facilitam ou inibam a realização de uma tarefa. O estudo será desenvolvido adotando-se a metodologia ergonômica do ambiente construído – MEAC – (VILLAROUCO, 2008), o *Rapid Entire Body Assessment* – REBA (HIGNETT; MCATAMNEY, 2000), bem como a aplicação de dados antropométricos em projetos de design, no levantamento, análise e interpretação dos dados. Assim, o uso em conjunto desses métodos e técnicas tem como objetivo a obtenção de resultados mais completos que permitam a proposição de recomendações satisfatórias para a melhoria e adequação do ambiente e do posto de trabalho que contemplem as exigências das atividades, considerando as restrições fisiológicas e necessidades psíquicas do usuário.

Palavras chave: ergonomia do ambiente construído, laboratórios, educação superior, avaliação ergonômica, biomecânica ocupacional, antropometria.

## ABSTRACT

*Faced with the need to adapt the spaces to the users and their tasks in order to provide an improvement in well-being and performance of activities, the research presents a case study that will take care of the ergonomic evaluation of microscopy laboratories, parasitology, semiotics, anatomy, microscopy and biological sciences of the nursing course of a private higher education institution in order to make recommendations and guidelines for the design of these environments and their respective jobs. To do this, search results with a focus on the Built Environment Ergonomics, the Anthropometry and Occupational Biomechanics, identification of variables in the environment and the workplace, as well as the discomfort of points arising from positions taken by users that facilitate or inhibit the realization of a task. The study will be developed by adopting the ergonomics methodology of the built environment - MEAC - (Villarouco, 2008), Rapid Entire Body Assessment - REBA (Hignett; MCATAMNEY, 2000), and the application of anthropometric data on design projects in survey, analysis and interpretation of data. Thus, use in conjunction with these methods and techniques aims to obtain more complete results enabling the proposition satisfactory recommendations for improvement and adjustment of the environment and the job that address the requirements of the activities, considering the physiological constraints and psychic needs of the user.*

*Keywords: built environmental ergonomics, laboratories, higher education, ergonomic evaluation, occupational biomechanics, anthropometry.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Homem vitruviano de Leonardo da Vinci (esquerda) e o Modulor de Le Corbusier (direita) .....	38
Figura 2 Tipos físicos: ectomorfo, mesomorfo e endomorfo.....	39
Figura 3 Dimensões estáticas e funcionais.....	40
Figura 4 Padrão de distribuição dos dados antropométricos .....	41
Figura 5 Layout padrão para os laboratórios de análises químicas .....	61
Figura 6 Utilização da modulação no projeto de laboratórios.....	62
Figura 7 Modelo de um gráfico da Constelação de Atributos.....	77
Figura 8 Segmentos corporais considerados com respectiva pontuação.....	78
Figura 9 Mapa de localização e identificação das edificações da IES em estudo .....	86
Figura 10 Planta baixa com acessos do Núcleo de Saúde .....	87
Figura 11 Localização e acesso do Núcleo de Saúde .....	88
Figura 12 Ampliação das instalações da IES estudada .....	89
Figura 13 Acesso externo ao laboratório de Ciências Biológicas .....	89
Figura 14 Laboratório de Microbiologia e Parasitologia .....	91
Figura 15 Laboratório de Semiologia.....	91
Figura 16 Laboratório de Anatomia.....	92
Figura 17 Laboratório de Microbiologia .....	92
Figura 18 Laboratório de Ciências Biológicas .....	93
Figura 19 Rampa de acesso para recepção (esquerda) e extintores de incêndio (direita).....	94
Figura 20 Exemplo de rotas de fuga quando há fontes de risco nos laboratórios.....	94
Figura 21 Utilização do módulo básico de laboratórios .....	97
Figura 22 Layout de laboratório de Semiotécnica de enfermagem e Anatomia Básica .....	98
Figura 23 Bancadas em granito no laboratório de Microbiologia e Parasitologia (esquerda) e aço inox no laboratório de Anatomia (direita).....	100
Figura 24 Dimensões recomendadas para as bancadas de laboratórios usadas para ensino superior ou pesquisa no Reino Unido .....	101
Figura 25 Equipamento de segurança – lava olhos – nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia (esquerda) e de Ciências Biológicas (direita).....	104

Figura 26 Caixa para descarte de materiais perfurocortantes (esquerda) e local para armazenagem e posterior coleta (direita).....	105
Figura 27 Saída e local de armazenagem do material perfurocrotante.....	105
Figura 28 Forro de gesso nos laboratórios de Microscopia (esquerda) e forro de gesso com rebaixo no laboratório de Anatomia (direita) .....	107
Figura 29 Portas dos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia (esquerda) e portas dos laboratórios de Anatomia e Microscopia (direita) .....	108
Figura 30 Acesso externo do laboratório de Ciências Biológicas (esquerda) e acesso ao biotério pelo laboratório de Microscopia .....	109
Figura 31 Capela de exaustão em frente à janela do laboratório de Ciências Biológicas.....	110
Figura 32 Cortinas do tipo rolô nos laboratórios de Semiologia (esquerda) e Microscopia (direita) .....	110
Figura 33 Localização da instalação externa de gás .....	111
Figura 34 Instalações de gás: caixa ventilada externa à edificação, registro de controle externo e distribuição nos laboratórios (da esquerda para a direita) .....	112
Figura 35 Lâmpada de emergência na recepção (esquerda) e quadro de distribuição do laboratório de Ciências Biológicas (direita).....	113
Figura 36 Duto da capela de exaustão do laboratório de Ciências Biológicas.....	113
Figura 37 Planta baixa com dimensões, layout (esquerda) e pontos de medição (direita) do laboratório de Microbiologia e Parasitologia .....	115
Figura 38 Planta baixa com dimensões, layout (esquerda) e pontos de medição (direita) do laboratório de Semiologia .....	119
Figura 39 Planta baixa com dimensões e layout do laboratório de Anatomia .....	122
Figura 40 Planta baixa com pontos de medição do laboratório de Anatomia.....	122
Figura 41 Planta baixa com dimensões e layout do laboratório de Microscopia .....	125
Figura 42 Planta baixa com pontos de medição do laboratório de Microscopia.....	126
Figura 43 Planta baixa com dimensões e layout do laboratório de Ciências Biológicas.....	128
Figura 44 Planta baixa com pontos de medição do laboratório de Ciências Biológicas .....	129
Figura 45 Planta baixa com as possibilidades de circulação de pessoas com cadeira de rodas no laboratório de Microbiologia e Parasitologia (esquerda) e Semiologia (direita).....	133
Figura 46 Planta baixa com as possibilidades de circulação de pessoas com cadeira de rodas no laboratório de Anatomia .....	133

Figura 47 Painéis distribuídos nas paredes do laboratório de Anatomia .....	134
Figura 48 Planta baixa com as possibilidades de circulação de pessoas com cadeira de rodas no laboratório de Microscopia .....	134
Figura 49 Planta baixa com as possibilidades de circulação de pessoas com cadeira de rodas no laboratório de Ciências Biológicas.....	136
Figura 50 Acesso externo ao laboratório de Ciências Biológicas .....	136
Figura 51 Mapa de localização com deslocamento entre os prédios .....	137
Figura 52 Espaço livre entre uma bancada e uma parede (esquerda), e entre duas bancadas quando não há a necessidade de que uma terceira pessoa passe entre as bancadas (direita) .....	138
Figura 53 Espaço livre entre duas bancadas quando há a necessidade de que uma terceira pessoa passe entre as bancadas.....	139
Figura 54 Largura para corredor secundário (esquerda) e largura para corredor principal (direita) em um laboratório.....	139
Figura 55 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Microbiologia e Parasitologia .....	141
Figura 56 Distâncias mínimas das capelas de forma a evitar incômodos no seu uso.....	142
Figura 57 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Semiologia .....	143
Figura 58 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Anatomia .....	144
Figura 59 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Microscopia .....	145
Figura 60 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Ciências Biológicas.....	146
Figura 61 Postura adotada nos laboratórios de Microbiologia, Parasitologia e Microscopia	148
Figura 62 Posturas adotadas nos laboratórios de Semiologia (esquerda) e Anatomia (direita) .....	151
Figura 63 Postura adotada no laboratório de Ciências Biológicas .....	154
Figura 64 Mulher – vista frontal .....	158
Figura 65 Mulher – vista lateral.....	158
Figura 66 Mulher – vista superior.....	159
Figura 67 Homem – vista frontal .....	159
Figura 68 Homem – vista lateral.....	160
Figura 69 Homem – vista superior .....	161

Figura 70 Manequins antropométricos percentil 97,5 masculino (esquerda) e percentil 2,5 feminino (direita).....	161
Figura 71 Ângulos de conforto para postura sentada.....	162
Figura 72 Vistas ortográficas do posto de trabalho .....	163
Figura 73 Compatibilização do percentil 2,5 com banco a 0,70m .....	164
Figura 74 Compatibilização do percentil 2,5 com banco a 0,67m .....	165
Figura 75 Compatibilização do percentil 2,5 com banco a 0,57m .....	166
Figura 76 Compatibilização do percentil 97,5 com banco a 0,70m .....	167
Figura 77 Compatibilização do percentil 97,5 com banco a 0,63m .....	169
Figura 78 Compatibilização do percentil 97,5 com banco a 0,57m .....	170
Figura 79 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 com banco a 0,70m.....	171
Figura 80 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 com banco a 0,67m.....	172
Figura 81 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 com a 0,63m.....	173
Figura 82 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 com banco a 0,57m.....	174
Figura 83 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Microbiologia e Parasitologia	177
Figura 84 Constelações de Atributos real do laboratório de Microbiologia e Parasitologia .	179
Figura 85 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Semiologia .....	181
Figura 86 Constelações de Atributos real do laboratório de Semiologia.....	182
Figura 87 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Anatomia .....	184
Figura 88 Constelações de Atributos real do laboratório de Anatomia.....	185
Figura 89 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Microscopia .....	187
Figura 90 Constelações de Atributos real do laboratório de Microscopia.....	188
Figura 91 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Ciências Biológicas.....	190
Figura 92 Constelações de Atributos real do laboratório de Ciências Biológicas .....	191
Figura 93 Porcentagem de atributos dos laboratórios reais.....	192
Figura 94 Porcentagem de atributos positivos e negativos dos laboratórios reais .....	193
Figura 95 Planta baixa de reforma do Núcleo de Saúde .....	200
Figura 96 Novo layout dos laboratórios de Microbiologia, Parasitologia (esquerda) e Semiologia (direita) .....	203
Figura 97 Novo layout dos laboratórios de Anatomia (esquerda) e Microscopia (direita) ...	204
Figura 98 Novo layout do laboratório de Ciências Biológicas .....	205
Figura 99 Vistas ortográficas do novo posto de trabalho .....	206

Figura 100 Compatibilização do percentil 2,5 na situação ideal .....	207
Figura 101 Compatibilização do percentil 97,5 na situação ideal .....	208
Figura 102 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 na situação ideal .....	209

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Aspectos de dimensionamento de espaços e instalações prediais dos ambientes dos EAS .....	56
Tabela 2 Atribuições e atividades dos laboratórios de saúde pública .....	57
Tabela 3 Programação física para a unidade funcional 2 – Produtos e Meio Ambiente, para a atividade de físico-química.....	59
Tabela 4 Especificações para paredes e painéis dos laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança .....	59
Tabela 5 Especificações para piso dos laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança .....	60
Tabela 6 Especificações para tetos e painéis dos laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança.....	60
Tabela 7 Indicadores referentes à infraestrutura física de laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas.....	65
Tabela 8 Critérios de análise dos indicadores dos eixos .....	66
Tabela 9 Itens referentes à estrutura física, administrativa e didática para o funcionamento do curso de graduação em enfermagem .....	66
Tabela 10 Critérios para avaliação dos itens referentes à estrutura física, administrativa e didática para o funcionamento do curso de graduação em enfermagem.....	67
Tabela 11 Conceito final da avaliação para o curso de graduação em enfermagem .....	67
Tabela 12 Critérios de avaliação para definição do conceito final do curso de graduação em enfermagem .....	68
Tabela 13 Pontuação para pescoço, pernas e tronco .....	80
Tabela 14 Pontuação para braço, antebraço e punho .....	80
Tabela 15 Pontuação de ajustes.....	80
Tabela 16 Pontuação de riscos músculo esquelético.....	81
Tabela 17 Pontuação final de riscos músculo esqueléticos e recomendações.....	81
Tabela 18 Utilização dos laboratórios em função das disciplinas e período (bloco) .....	90
Tabela 19 Área bruta por pessoa conforme destinação .....	95
Tabela 20 Dimensões mínimas dos compartimentos e dos vãos de iluminação, ventilação e insolação dos edifícios não residenciais.....	95

Tabela 21 Pé direito e rebaixo dos laboratórios .....	97
Tabela 22 Critérios de segurança para laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança .....	102
Tabela 23 Equipamentos de segurança para laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança .....	103
Tabela 24 Critérios para os tetos dos laboratórios de saúde pública, em função do nível de biossegurança .....	106
Tabela 25 Área de iluminação e ventilação natural nos laboratórios.....	110
Tabela 26 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Microbiologia e Parasitologia .....	116
Tabela 27 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Microbiologia e Parasitologia .....	116
Tabela 28 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Microbiologia e Parasitologia .....	117
Tabela 29 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Microbiologia e Parasitologia .....	118
Tabela 30 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Semiologia .....	119
Tabela 31 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Semiologia .....	120
Tabela 32 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Semiologia .....	120
Tabela 33 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Semiologia .....	121
Tabela 34 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Anatomia .....	123
Tabela 35 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Anatomia .....	123
Tabela 36 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Anatomia .....	124
Tabela 37 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Anatomia .....	124
Tabela 38 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Microscopia.....	126
Tabela 39 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Microscopia .....	127
Tabela 40 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Microscopia .....	127
Tabela 41 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Microscopia .....	128
Tabela 42 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Ciências Biológicas ..	130
Tabela 43 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Ciências Biológicas....	131
Tabela 44 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Ciências Biológicas ...	131
Tabela 45 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Ciências Biológicas ...	132

Tabela 46 Pontuação para pescoço, tronco e pernas nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Microscopia.....	149
Tabela 47 Pontuação para braço, antebraço e punho nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Microscopia.....	149
Tabela 48 Pontuação de riscos músculo esqueléticos nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Microscopia.....	150
Tabela 49 Pontuação de riscos músculo esqueléticos nos laboratórios de Microbiologia, Parasitologia e Microscopia.....	150
Tabela 50 Pontuação para pescoço, tronco e pernas nos laboratórios de Semiologia e Anatomia .....	151
Tabela 51 Pontuação para braço, antebraço e punho nos laboratórios de Semiologia e Anatomia .....	152
Tabela 52 Pontuação de riscos músculo esqueléticos nos laboratórios de Semiologia e Anatomia .....	152
Tabela 53 Pontuação de riscos músculo esqueléticos nos laboratórios de Semiologia e Anatomia .....	153
Tabela 54 Pontuação para pescoço, tronco e pernas no laboratório de Ciências Biológicas	154
Tabela 55 Pontuação para braço, antebraço e punho no laboratório de Ciências Biológicas .....	155
Tabela 56 Pontuação de riscos músculo esqueléticos no laboratório de Ciências Biológicas .....	155
Tabela 57 Pontuação de riscos músculo esqueléticos no laboratório de Ciências Biológicas .....	156
Tabela 58 Acréscimos devido a vestimentas para homens e mulheres .....	162
Tabela 59 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microbiologia e Parasitologia ideal .....	176
Tabela 60 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microbiologia e Parasitologia real .....	177
Tabela 61 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Semiologia ideal .....	179
Tabela 62 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Semiologia real .....	181
Tabela 63 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório Anatomia ideal .....	183

Tabela 64 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microbiologia e Parasitologia ideal .....	184
Tabela 65 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microscopia ideal.....	186
Tabela 66 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microscopia real .....	187
Tabela 67 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Ciências Biológicas ideal .....	189
Tabela 68 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Ciências Biológicas real .....	190

## LISTA DE SIGLAS

ABEn	Associação Brasileira de Enfermagem
ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
AET	Análise Ergonômica do Trabalho
ANVISA	Agencia de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde
ASHRAE	American Society of Heating
CCS	Centro de Ciências de Saúde da
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa do
EAS	Estabelecimentos assistenciais de saúde
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IEA	International Ergonomics Association
IEHF	Institute of Ergonomics & Human Factors
IES	INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
INEP	Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Leis de Diretrizes e Bases da Educação
LER	Lesões por esforços repetitivos
LTC	Lesões por traumas cumulativos
MEAC	Metodologia Ergonômica do Ambiente Construído
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NB	Níveis de biossegurança
NBR	Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas
NIEHS	National Institute of Enviromental Health Sciences
NR	Normas Regulamentadoras
OSHA	Occupational Safety & Health Administration
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNE	Plano Nacional de Educação
RDC	Resoluções da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária
REBA	Rapid Entire Body Assessment
SESu	Secretaria de Educação Superior
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

## SUMÁRIO

1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	18
1.1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	18
1.2	PERGUNTA DA PESQUISA .....	23
1.3	OBJETIVOS.....	23
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	24
2.1	ERGONOMIA .....	24
2.1.1	Ergonomia do Ambiente Construído .....	28
2.1.2	Influência do espaço físico sobre o usuário.....	31
2.1.3	Antropometria .....	37
2.1.4	Biomecânica ocupacional e postura corporal humana .....	42
2.2	ENSINO DE CIÊNCIAS.....	43
2.2.1	A educação e o ensino de ciências .....	44
2.2.2	As atividades experimentais e o papel dos laboratórios.....	45
2.3	INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR (IES).....	48
2.3.1	A universidade e sua origem .....	48
2.3.2	A universidade no Brasil .....	50
2.3.3	Sistema de Educação Superior no Brasil.....	51
2.3.4	Ensino de Enfermagem .....	52
2.4	ASPECTOS ARQUITETÔNICOS .....	53
2.4.1	Laboratórios.....	53
2.4.2	Diretrizes e Legislações.....	54
3	METODOLOGIA .....	70
3.1	POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	71
3.2	ASPECTOS ÉTICOS .....	72
3.3	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	73
3.3.1	Metodologia Ergonômica para o Ambiente Construído – MEAC.....	74
3.3.2	Avaliação do custo postural.....	77
3.3.3	Aplicação de dados antropométricos .....	82
4	ESTUDO DE CASO .....	86
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	86
4.2	APLICAÇÃO DA MEAC .....	87
4.2.1	Análise Global do Ambiente .....	87
4.2.2	Identificação da Configuração Ambiental .....	93
4.2.3	Avaliação do Ambiente em uso no desempenho das atividades.....	137
4.2.3.1	Avaliação do custo postural.....	148
4.2.3.1.1	Aplicação do REBA .....	148
4.2.3.2	Avaliação Antropométrica .....	156
4.2.3.2.1	Aplicação dos manequins antropométricos bidimensionais.....	157
4.2.4	Percepção Ambiental.....	175
4.2.5	Diagnóstico Ergonômico do Ambiente .....	192
4.2.6	Proposições Ergonômicas para o Ambiente.....	199
4.2.7	Recomendações específicas para projetos de laboratórios de instituições de educação superior .....	210
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	219

REFERÊNCIAS .....	222
ANEXOS.....	227
APÊNDICE .....	232

## 1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

### 1.1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Quando se analisa as tarefas humanas, facilmente percebe-se que a maioria delas é desenvolvida no interior de edificações. Esses ambientes, projetados para abrigar tais atividades devem ser adequados ao trabalho e ao trabalhador, possibilitando a realização da tarefa com segurança, conforto e qualidade.

Segundo Ornstein, Bruna e Roméro (1995), qualidade é um aspecto do produto ou serviço que satisfaz às necessidades dos usuários, podendo-se vincular a tal conceito um bom desempenho entre os ambientes e as relações ambiente/comportamento, inferindo-se assim que a construção civil está diretamente incluída nesse processo.

A relação direta entre a qualidade do espaço físico e o bem estar do usuário coloca a presença humana como eixo central no processo projetual. Nesse sentido, Okamoto (1996) afirma que o objetivo da arquitetura não se restringe exclusivamente à construção de abrigo para as necessidades básicas e utilitárias do homem, mas em atender suas aspirações e à permanente interação afetiva com o meio, favorecendo seu crescimento pessoal, a harmonia do relacionamento social e, acima de tudo, aumentando a qualidade de vida.

Para garantir a qualidade de uma edificação, associações regulamentadoras desenvolvem normas oficiais de dimensionamento e execução de projetos em função do uso e desempenho dos mesmos. Tais normas, considerando principalmente aspectos ligados ao conforto ambiental, definem parâmetros exigíveis para que as edificações favoreçam a atividade humana.

O conforto ambiental nos seus aspectos térmico, acústico, visual e funcional, é o elemento da arquitetura que mais influencia no bem estar do homem podendo, de maneira limitada, afetar seu comportamento. Logo, a arquitetura não pode ser vista como um meio modificador do comportamento humano a ponto de transformar a personalidade de indivíduos, mas pode influenciar a percepção e cognição de espaços e, com isto, proporcionar a satisfação do uso. (KOWALTOWSKI, 2011)

Assim, os ambientes não podem ser compreendidos, percebidos e interpretados de modos distintos por quem os concebe e quem os utiliza. A qualidade do ambiente construído ultrapassa questões puramente arquitetônicas, além de atender aos

condicionantes físico-funcionais, deve tomar o usuário como centro do processo projetual buscando satisfazer suas necessidades e atingir seus objetivos e expectativas.

Nesse contexto, os conceitos e fundamentos da Ergonomia apresentam-se como embasamento essencial na concepção de projetos. Segundo Weerdmeester (2004), Ergonomia é uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.

lida (2005) complementa que “ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem [...] e inicia-se com o estudo das características do trabalhador para, depois, projetar o trabalho que ele consiga executar, preservando sua saúde”, e afirma “que a adaptação ocorre no sentido do trabalho para o homem, mas a recíproca nem sempre é verdadeira. Ou seja, é muito mais difícil adaptar o homem ao trabalho”.

Assim, sendo o arquiteto, na maioria das vezes o responsável pelo projeto do ambiente físico, a partir da junção Arquitetura e Ergonomia, esta última geralmente desconhecida e portanto desconsiderada no processo projetual, poder-se-ia criar ambientes atrativos e funcionais, que realmente contribuíssem para o bem estar dos usuários durante o desempenho de suas atividades. A melhor estratégia para esta junção seria durante o exercício projetual, momento em que os princípios da ergonomia seriam incorporados ao projeto de ambientes físicos. (BINS, 2003)

Via de regra, os projetistas não colocam a devida importância nas atividades que seus espaços devem abrigar. Essa carência se traduz em inadequações e desconfortos quando da utilização do ambiente e sua apropriação pelos usuários.

Nesse contexto, Kowaltowski (2011) acrescenta a importância da participação do usuário durante esse processo, pois este pode indicar quais estímulos ambientais devem prevalecer no projeto, aumentando as chances de o ambiente acolher satisfatoriamente seus usuários.

Desta forma, a responsabilidade do arquiteto não se restringe apenas ao desenho de ambientes eficazes quanto às necessidades funcionais dos usuários, tais como conforto e segurança na realização de suas atividades, mas também em compreender as suas necessidades formais e estéticas, a fim de lhes proporcionar um espaço agradável, de prazer e bem estar. (BINS, 2003 e VASCONCELOS; VILLAROUCO; SOARES, 2009)

Quando os espaços não atendem corretamente aos critérios ergonômicos e, aliados aos maus hábitos de postura dos usuários, estes ambientes tornam-se prejudiciais à saúde

dos usuários, como alguns casos especificados por Lida (2005): deformações na coluna, lombalgias, alterações de peso, aumento da suscetibilidade a doenças, diminuição da acuidade, acomodação e convergência dos olhos, diminuição da percepção sonora, mascaramento sonoro, entre outros.

Conseqüentemente, as atividades também sofrem alterações, já que esses prejuízos causam fadiga e estresse nos usuários, provocando erros e acidentes e, assim, comprometendo seu desempenho, segurança e satisfação. Os ambientes, por sua vez, sofrem constantes alterações e adaptações, muitas vezes insatisfatórias, na tentativa de adequar-se às tarefas desenvolvidas.

Em países desenvolvidos, arquitetos de diversas correntes e tendências, há muito tempo assimilaram a necessidade de estudos interdisciplinares em prol da maior compreensão do comportamento, das necessidades e do repertório dos usuários e incorporaram as avaliações do ambiente construído para projetar bem. No Brasil, é na década de 1990 que os resultados de pesquisas desta natureza começam a ser divulgados, mas em sua maioria em trabalhos isolados, sem associação com pesquisas mais amplas (ORNSTEIN; BRUNA; ROMÉRO, 1995).

Ainda segundo a autora, os ambientes analisados, de tipologias variadas, geralmente são hospitais, escritórios, comércios, serviços, conjuntos habitacionais e edificações escolares, onde existe um tráfego e adensamento populacional significativo, abordando simultaneamente variáveis construtivas, funcionais e comportamentais.

Sendo muitas as variáveis envolvidas na identificação da adequabilidade de um ambiente construído, a tarefa de aferir tal adequação torna-se demasiadamente complexa, notadamente quando a encaramos sob o enfoque da ergonomia. (VILLAROUCO, 2007)

Portanto, o que se verifica é que a Ergonomia passa ao largo desses estudos. A Ergonomia aplicada ao ambiente construído, tal como hoje é concebida, é matéria recente, embora até se encontre citada em literaturas da década de 1970, muito superficialmente e sem definição exata do que seria, nem como atuaria.

Além disso, a maioria dos pesquisadores concentra-se em reflexões sobre as salas para aulas teóricas, pois esta tipologia faz parte do cotidiano de todos os alunos e professores, independente da área de atuação, desde o ensino básico ao superior e posteriormente na pós graduação. Portanto, o foco desta pesquisa limita-se em ambientes

de ensino para aulas práticas, mais especificamente em laboratórios, representando uma complementação de dados para os estudos já realizados.

Assim, a realização de uma apreciação ergonômica do trabalho no ambiente construído requer a utilização de uma metodologia específica, de modo a possibilitar a análise das atividades laborais produzidas no ambiente. Neste sentido, a Metodologia Ergonômica do Ambiente Construído (MEAC) possibilita a compreensão dos diversos aspectos dessa interface, bem como a identificação dos possíveis problemas e inadequações, de ordem ergonômica, a partir do confronto entre os resultados encontrados e a legislação vigente.

Nesse contexto, sob a perspectiva da Ergonomia do Ambiente Construído, optou-se por estudar ambientes da educação superior, mais especificamente os laboratórios onde são desenvolvidas as atividades complementares às realizadas em salas de aulas teóricas do curso de enfermagem, para entender a relação “ambiente-usuário-tarefa”, e identificar aspectos construtivos e qualitativos que tornem o projeto desses espaços e do mobiliário mais eficaz ao fim que se destinam: a aprendizagem.

Sob o ponto de vista dos aspectos legislativos, vários códigos, regulamentos e exigências legais nacionais e internacionais de segurança, disponibilizam diretrizes relacionadas à configuração e infraestrutura de diversos ambientes. O Brasil tem como base as Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego, as Resoluções da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDCs) e as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBRs), bem como o Código de Obras e Edificações de cada município.

As NRs, as RDCs e as NBRs definem diretrizes para especificação de materiais para edificações de ambientes de trabalho, proteção contra incêndios, instalações elétricas, atividades e operações perigosas, sinalização de segurança e acessibilidade, por exemplo. Os Códigos de obras dispõem sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização de obras e edificações.

Mas quando se analisa detalhadamente esses instrumentos, verifica-se uma lacuna referente aos requisitos projetuais de natureza ergonômica para a adequação e concepção de laboratórios das instituições de educação superior. Sobre esses ambientes, Hodson (1994) sinaliza ainda, a atenção ao cumprimento dessas normas, em função dos materiais e

equipamentos utilizados, considerando os riscos relacionados à integridade física dos usuários durante a realização da atividade.

O Ministério da Educação e Cultura – MEC desenvolveu em 2007, o programa Brasil Profissionalizado com o objetivo de fortalecer a educação profissional e tecnológica das redes estaduais de educação a partir da modernização e expansão das redes públicas de ensino médio integradas à educação profissional.

Para isso, foram elaborados 31 modelos que estabelecem as condições de infraestrutura e instalações dos equipamentos dos mais variados tipos de laboratórios utilizados nas escolas técnicas do país.

Sob o enfoque da ergonomia, a maioria dos estudos se concentra em laboratórios privados ou governamentais, por possuírem layout mais rígido em função das rotinas estabelecidas antecipadamente.

Assim, em consequência de possíveis inadequações e incompatibilidades físicas existentes entre o posto de trabalho, ambiente, seu layout e usuário, é salutar buscar referências ergonômicas sob o enfoque da Antropometria e da Biomecânica Ocupacional para identificar as variáveis dimensionais significativas entre usuário e posto de trabalho, bem como os pontos de desconforto oriundos de posturas adotadas pelos usuários, durante a realização de uma tarefa.

Diante do exposto, a pesquisa em tela cuidou da avaliação ergonômica, considerando os aspectos do ambiente construído, da antropometria e da biomecânica, de laboratórios onde são desenvolvidas as atividades práticas de disciplinas como Microbiologia, Anatomia, Microscopia e Semiologia de uma faculdade particular no município de Teresina – PI, a fim de averiguar as condições ergonômicas de conforto e qualidade da interface “aluno-mobiliário-ambiente construído” segundo as diretrizes regulamentadoras brasileiras, mas que ainda não foram contempladas por estas, não com o intuito de exaurir o tema, nem mesmo produzir um modelo pronto a ser seguido, mas sim para obter dados relevantes a respeito da relação apresentada e que, posteriormente, possam subsidiar a elaboração, melhoria e atualização de diretrizes para concepção e execução de ambientes de mesma natureza.

Logo, o desenvolvimento de pesquisas como esta certamente permitirá atingir novas fronteiras profissionais, para só então orientar os projetos e obras, uma vez que se procura conhecer a reação dos diversos públicos e usuários, nos respectivos estágios de sua evolução

cultural, delimitados pela intensidade de ação das próprias classes sociais a que pertencem, com seus padrões de julgamento e liberdade de atuação (ORNSTEIN; BRUNA; ROMÉRO, 1995). Assim, a eficiência da edificação virá como consequência, minimizando os riscos de fadiga, aumentando a satisfação e consequentemente o desempenho do aluno.

## 1.2. PERGUNTA DA PESQUISA

A partir de reflexões acerca dos critérios de concepção de laboratórios, nos instrumentos oficiais existentes, formulou-se a pergunta da pesquisa: *as normas e a legislação brasileira, que delimitam critérios de projeto de laboratórios, abrangem aspectos para a concepção de laboratórios das instituições de educação superior?*

## 1.3. OBJETIVOS

**Geral:** avaliar, a partir de estudo ergonômico do ambiente construído, as atividades, os usuários, postos de trabalho e *layout* de laboratórios de Microbiologia e Parasitologia, Semiologia, Anatomia, Microscopia e Ciências Biológicas, utilizados em cursos de enfermagem da educação superior.

### **Específicos:**

- Identificar fatores físicos e cognitivos que interferem na adequada utilização dos laboratórios de instituições de educação superior;
- Conhecer a configuração, postos de trabalho e *layout* nesses ambientes;
- Compreender, o comportamento postural dos alunos, e avaliar os constrangimentos corporais envolvidos na sustentação da postura;
- Avaliar as condições de uso e adequação existentes entre usuário e posto de trabalho, que possam interferir no conforto, usabilidade do produto e segurança do usuário e do sistema;
- Analisar e compatibilizar as relações dimensionais entre usuário e posto de trabalho;
- Contribuir socialmente e ambientalmente para o desenvolvimento das pessoas ligadas ao processo ensino-aprendizagem, com recomendações e propostas projetuais relacionadas aos resultados encontrados.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ERGONOMIA

De acordo com a *International Ergonomics Association* (IEA) muitas pessoas sofrem em função das incompatibilidades entre as condições de trabalho, ou mesmo no ambiente residencial, e suas necessidades, habilidades e limitações, afetando sua segurança e bem-estar.

A busca pela adequação de produtos, estações de trabalho, ferramentas, equipamentos, sistemas e do próprio ambiente ao homem, para que suas necessidades sejam atendidas com conforto, segurança e eficácia, fundamenta a origem da Ergonomia, ou *human factors*, como disciplina.

O termo Ergonomia deriva do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis) e segundo Guimarães (2004), remonta a 1857, quando W. Jastrzebowski intitulou uma obra em *Esboço da Ergonomia ou Ciência do Trabalho baseada sobre as Verdadeiras Avaliações das Ciências da Natureza*. No entanto, só foi adotado oficialmente enquanto disciplina, na Inglaterra em 1949, quando da fundação da *Ergonomic Research Society*, e teve impulso no século XX em função do desenvolvimento tecnológico, principalmente depois da 2ª Guerra Mundial.

Assim, muitas são as definições atribuídas à Ergonomia, ou Fatores Humanos, as quais geram discussões sobre sua abordagem científica ou tecnológica e prática. A IEA e a ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia, consideram a Ergonomia como uma disciplina científica. Entretanto, muitos autores a adotam como uma ciência, como descrito a seguir.

A IEA, define a Ergonomia como a disciplina científica dedicada ao conhecimento das interações entre o ser humano e outros elementos de um sistema e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos para o projeto, de modo a otimizar o bem-estar do ser humano e o desempenho do sistema como um todo.

Hendrick (1996), define Fatores Humanos como o desenvolvimento e aplicação da tecnologia na interface homem/máquina, ou seja, na relação entre o homem e outros componentes de um sistema, quais sejam, hardware, software, ambiente, tarefa, processo e estrutura organizacional, na melhoria da qualidade de vida, incluindo saúde, segurança, conforto, usabilidade e produtividade. Assim, como ciência estuda as capacidades, limitações e outras características humanas para o desenvolvimento da tecnologia de

interface homem/máquina e como prática, aplica essa tecnologia na análise, concepção, avaliação, padronização e controle de sistemas.

No Reino Unido, o *Institute of Ergonomics & Human Factors* (IEHF) explica que a ênfase da Ergonomia é garantir que os projetos complementem a capacidade e os pontos fortes das pessoas, bem como minimize os efeitos de suas limitações, ao invés de forçá-las a se adaptarem. Para isso, torna-se necessário entender e projetar para a variabilidade representada na população, abrangendo atributos como idade, tamanho, força, capacidade cognitiva, a experiência anterior, as expectativas e objetivos culturais.

Bitencourt (2011) complementa que, a Ergonomia, tendo acumulado conhecimentos e metodologias para interferir, tanto durante o projeto como durante a operação de sistemas produtivos, não se aceita a eficiência como sendo um dos seus objetivos, esta deve vir como consequência, já que isoladamente, pode significar ou determinar sacrifício e sofrimento dos trabalhadores.

Guimarães (2004) observa portanto, duas correntes da Ergonomia que se complementam: a mais recente e mais francesa que considera a ergonomia como o estudo específico do trabalho humano com o objetivo de melhorá-lo, sem pretensão em constituir-se em “ciência do trabalho”, e a mais tradicional, mais norte-americana, centrada na utilização da ciência para melhorar as condições do trabalho, ou seja, na adaptação da máquina ao homem.

No Brasil, faz-se a complementaridade das duas correntes e a síntese dos métodos na prática, já que o subdesenvolvimento, que impede a produção de pesquisas mais profundas, gerando a necessidade de se referenciar na literatura estrangeira. Esse cenário permitiu o desenvolvimento da Ergonomia Brasileira que, atualmente conta com várias vertentes e centros de difusão da Ergonomia no país. (GUIMARÃES, 2004)

Assim, dada a crescente necessidade de intercâmbio entre os profissionais e pesquisadores brasileiros, em 1983 foi aprovado o primeiro Estatuto e eleito a primeira diretoria da ABERGO que tem como objetivo o estudo, a prática e a divulgação das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, considerando as suas necessidades, habilidades e limitações.

Segundo a ABERGO, para atingir esses objetivos é necessário uma abordagem holística do campo de ação da Ergonomia, considerando os efeitos biomecânicos, fisiológicos

e cognitivos do trabalho sobre as pessoas a partir do conhecimento e compreensão de como as pessoas interagem com os produtos, processos e ambientes do dia a dia.

Os diversos aspectos da Ergonomia podem ser sintetizados nos seguintes elementos, segundo Bitencourt (2011):

- Homem – características físicas, fisiológicas, biomecânicas, antropométricas, psicológicas e sociais, influência do sexo e idade;
- Equipamento – todo auxílio material que o homem utiliza no seu trabalho, englobando além dos equipamentos, ferramentas, mobiliário e instalações;
- Ambiente – características do ambiente físico que envolve o homem durante a realização do trabalho, como as condições higrotérmicas (temperatura e umidade), ruídos, vibrações, luz, cores, substâncias químicas, música e outras;
- Informação – comunicação existente entre os componentes de um sistema entre a transmissão e o processamento de informações e a tomada de decisão;
- Organização – conjugação dos elementos da informação no sistema produtivo, considerando aspectos como horários, compatibilidade fisiológica, turnos e períodos de trabalho e formação de equipes;
- Conseqüências do trabalho – questões de controles como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos aspectos inerentes aos gastos energéticos, fadiga e stress.

A partir da interação entre o homem e esses elementos, o IEA, bem como a ABERGO, classificam a Ergonomia em três domínios:

- Ergonomia Física: relacionada à anatomia humana, às características antropométricas, fisiológicas e biomecânicas, e como estas se relacionam com a atividade física, no estudo da postura, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, layout do local de trabalho, segurança e saúde, por exemplo;
- Ergonomia Cognitiva: que abrange os processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, e como estes afetam as interações entre o homem e os componentes de um sistema, como por exemplo a carga mental no trabalho, tomada de decisão e stress;

- Ergonomia Organizacional: referente à otimização dos sistemas sociotécnicos, considerando a estrutura organizacional, política e de processos, como as comunicações, organização temporal de trabalho, trabalho em grupo ou cooperativo, cultura organizacional e gestão da qualidade.

Wilson e Corlett (2005) acrescentam que, em função da abordagem sistêmica da Ergonomia, esta alcança todos os aspectos relativos à interação do homem com o ambiente. Nessa direção, além das vertentes apresentadas pelo IEA e pela ABERGO, tem-se a abordagem do ambiente físico, através da Ergonomia do Ambiente Construído, que estuda e identifica, a partir dos fatores físicos, cognitivos e sociais, os elementos contrários ao desenvolvimento das atividades no interior das edificações.

Sendo o espaço físico suporte para o desenvolvimento das atividades humanas, o conhecimento a partir dos domínios da Ergonomia contribui, no âmbito do ambiente construído, para a concepção de ambientes com condições físicas e ambientais, como temperatura, ruído, vibração e iluminação, adequadas às atividades e ao usuário.

A parceria entre Arquitetura e Ergonomia não se restringe em fornecer melhorias ambientais, mas contempla a humanização do ambiente, alcançando as subjetividades dos sujeitos, contribuindo para o equilíbrio entre saúde e ambiente. (BITENCOURT, 2011)

Assim, a Ergonomia do Ambiente Construído, também conhecida como Ergonomia Ambiental, trata de estudar a relação homem-ambiente-tarefa, a partir dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e organizacionais para entender e atender todos os requisitos funcionais e psicológicos do usuário quanto ao ambiente.

Bitencourt (2011), acrescenta que as contribuições dos estudos da Ergonomia podem ainda variar de acordo com a situação de demanda e aplicação, podendo ser classificada em três tipos:

- Concepção – quando a contribuição é implementada ainda na fase de projeto, seja do ambiente, mobiliário, equipamento ou produto;
- Correção – quando a contribuição é aplicada em situações existentes, reais, objetivando resolver as causas que produzem danos, deficiências, fadigas, estresse ou desconforto ao usuário;
- Conscientização – quando da reciclagem do conhecimento, do frequente treinamento e do aprendizado de forma segura e preventiva no uso de produtos, ambientes e equipamentos.

Quando da concepção, a Ergonomia do Ambiente Construído pode conferir, ainda na fase de projeto, características desejáveis ao ambiente ergonomicamente adequado. Para tanto, fundamenta-se na experiência e conhecimento do projetista. Quando da correção, seus estudos apontam alternativas a partir da identificação de falhas e características negativas.

Nesse contexto, Okamoto (1996) afirma que, arquitetos, urbanistas e designers precisam conhecer e entender, além dos princípios da Ergonomia e Arquitetura, sobre psicologia e percepção ambiental, sobre a psicologia cognitiva, do comportamento e do processo criativo para conceber ambientes que favoreçam o desenvolvimento das atividades com qualidade, conforto e segurança, proporcionando o bem estar e o desenvolvimento humano.

É necessário portanto, compreender a influência das características do espaço físico sobre o usuário, para projetar ambientes atrativos e funcionais, que realmente contribuam para o bem estar humano no desempenho de suas atividades. Assim, tomar o usuário como centro do processo projetual é essencial para satisfazer suas necessidades e atingir seus objetivos e expectativas.

Percebe-se portanto, que a qualidade do ambiente em instituições de ensino é fator relevante no processo de formação e aprendizado do aluno. A sala de aula, sendo o suporte para seu desenvolvimento – para pensar, planejar e executar projetos – deve oferecer condições de conforto físico, psicológico e atender às suas necessidades e anseios, facilitando a execução das atividades pedagógicas propostas e favorecer o processo ensino/aprendizagem. Para tanto é de fundamental importância a interferência positiva das características espaciais no comportamento e aproveitamento intelectual dos alunos. (RÊGO, 2006)

### **2.1.1 Ergonomia do Ambiente Construído**

Considerando que o ser humano não responde passivamente aos estímulos ambientais, é fácil perceber que a somente a aplicação de requisitos mínimos exigidos por normas regulamentadoras em projetos, não é suficiente para garantir uma boa configuração e desempenho ambiental.

As características humanas, na medida em que determinam diferentes respostas e sensações, tornam-se essenciais na compreensão e atendimento, além das necessidades

físicas, em todos os aspectos envolvidos na relação entre o homem, sua atividade, os equipamentos necessários à sua realização e o ambiente onde acontece essa interação, para atender às necessidades e características tanto do usuário, como da atividade desenvolvida.

De acordo com Parsons (2000), os estudos relacionados às respostas humanas ao ambiente físico (em função das condições de temperatura, luz, cor, est.), paradoxalmente, inibem o desenvolvimento da Ergonomia do Ambiente Construído, uma vez que o estabelecimento de limites para tais aspectos isoladamente, não contribui para a abordagem integrada e interdisciplinar da Ergonomia.

Esse cenário muda a partir do desenvolvimento e divulgação de pesquisas focadas na adaptabilidade e conformidade do espaço às tarefas e atividades que nele são desenvolvidas, introduzindo conhecimentos relativos à Antropometria, Psicologia Ambiental e Ergonomia Cognitiva.

Nestas circunstâncias, Vasconcelos, Villarouco e Soares (2009), agrupam, em função das suas características, os elementos a serem considerados no processo de avaliação do ambiente, quais sejam:

- Aspectos técnicos e materiais – relacionados à concepção espacial, layout, conceitos dimensionais, mobiliário, materiais de revestimento e conforto ambiental;
- Aspectos organizacionais – que abrange os recursos humanos, normas e procedimentos que disciplinem a organização do trabalho;
- Aspectos psicológicos – referentes à percepção do usuário, fronteiras dos espaços, comunicação humana e estética.

Assim, a interdisciplinaridade da Ergonomia do Ambiente Construído fica evidente ao identificarmos a abrangência de tais aspectos.

A Arquitetura foca o ambiente físico e seu relacionamento com a vida humana, adaptando o mesmo ao modo de vida dos usuários. A Psicologia Ambiental busca a importância dos valores simbólicos do espaço físico e a Ergonomia coloca o homem como elemento central norteador, estudando a forma como o espaço é utilizado, de maneira a adequá-lo às tarefas e atividades que nele serão desenvolvidas. (VASCONCELOS; VILLAROUCO; SOARES, 2009)

Para Villarouco (2007), nenhum projeto estará perfeitamente adequado sem o conhecimento prévio, por parte do projetista, da real situação de trabalho que nele será desenvolvida – o que se faz, como se faz, quem faz e com quais equipamentos, sendo,

portanto, necessária uma abordagem sistêmica para conceber e avaliar o ambiente, seus usuários e tarefas sob a perspectiva da psicologia ambiental, ergonomia cognitiva e física e da antropometria.

Nesse contexto, Okamoto (1996) afirma que, arquitetos, urbanistas e designers conhecem muito pouco sobre o comportamento humano, sendo necessário, ainda nas Faculdades de Arquitetura, o ensino além da ergonomia, de uma matéria sobre psicologia e percepção ambiental, sobre a psicologia cognitiva, do comportamento e do processo criativo, para que o estudante compreenda a origem das próprias atitudes e, posteriormente como profissionais modeladores do comportamento do usuário, lançar mão desse conhecimento durante o processo projetual.

Ornstein, Bruna e Roméro (1995) corroboram com tal pensamento, quando afirma que o comportamento, considerado como uma forma de ação observável, pode ser utilizado para conceber novos padrões ambientais e, assim, introduzir novos critérios e diretrizes de projeto.

Portanto, cabe ao arquiteto, responsável pela concepção dos espaços, distinguir e direcionar o comportamento dos usuários de modo que suas formas negativas sejam minimizadas e as positivas otimizadas, associando a isso os aspectos formais e estéticos da arquitetura para a produção de ambientes que favoreçam o desenvolvimento das atividades com qualidade, conforto e segurança, proporcionando o bem estar e o desenvolvimento humano.

A necessidade de um olhar mais atento na concepção desses ambientes, tem resultado em várias pesquisas e publicações que procuram sistematizar conceitos e estratégias de projeto, alicerçados nos princípios da ergonomia e da psicologia ambiental, que garantam a satisfação de todos os agentes envolvidos no processo educativo.

Apesar da divulgação de diversas pesquisas realizadas sobre o tema, os aspectos físicos e psicológicos que interferem na relação ensino/aprendizagem, ainda não são contemplados com profundidade no processo de planejamento dos espaços, já que em sua maioria, são adaptações em edificações existentes ou seguem a tendência nacional de padronização, que impõem limitações para a aplicação de soluções arquitetônicas adequadas. (AZEVEDO, 2002)

### 2.1.2 Influência do espaço físico sobre o usuário

A definição de conforto está associada ao equilíbrio dos aspectos fisiológicos, psicológicos e físicos. Muitos autores relacionam o desconforto com questões biomecânicas e fisiológicas e o consideram como medida de referência para o conforto.

A interação contínua e dinâmica entre o ser humano e o ambiente, gera esforços fisiológicos e psicológicos ao homem, que podem gerar desconforto ou irritabilidade, afetando diretamente seu desempenho, produtividade, saúde e segurança.

A partir do desenvolvimento da Ergonomia como disciplina, os estudos das respostas humanas ao meio ambiente (luz, ruído, temperatura, cor, etc.), embora já conhecidos, começam a emergir. (PARSONS, 2000)

Segundo Grandjean e Kroemer (2005), o desconforto gera alterações funcionais que podem afetar todo o corpo e, como este responde de forma diferente aos estímulos físicos de determinado ambiente, fatores como temperatura, cor, ruído, vibração e luz, afetam diretamente o desempenho, produtividade, saúde e a segurança humana.

Assim, é necessário entender tais fatores e suas variáveis para a adoção de medidas que mantenham o trabalhador fora da zona de desconforto e assim evitar danos à saúde e ao desempenho do trabalho humano.

- Temperatura

As condições térmicas regulam além da temperatura, a umidade e a distribuição de ar, e interferem diretamente no comportamento humano e na realização das atividades em um ambiente.

Segundo Lida (2005), o homem possui a capacidade de tolerar grandes diferenças de temperatura. Entretanto, algumas condições climáticas não são confortáveis ou adequadas ao desenvolvimento eficiente de uma atividade.

Estudos comprovam a influência da temperatura e umidade relativa do ar no desempenho do trabalho humano. De acordo com Grandjean e Kroemer (2005), o superaquecimento gera sonolência, redução do desempenho físico e aumento de erros, enquanto que o superresfriamento gera superatividade, que reduz o estado de alerta e concentração, particularmente nas atividades mentais.

Segundo Frota e Schiffer (2003), o organismo humano experimenta sensação de conforto térmico quando perde para o ambiente o calor produzido pelo metabolismo compatível com a atividade desenvolvida, sem recorrer a mecanismos de termorregulação,

uma vez que este representa um esforço extra e, conseqüentemente uma queda de potencialidade de trabalho.

Ambientes desfavoráveis em função da temperatura e umidade do ar exige trabalho excessivo do aparelho termorregulador, resultando em fadiga.

A vestimenta mantém uma camada de ar parado junto ao corpo e dificulta as trocas de calor por convecção e radiação, reduzindo o ganho de calor relativo à radiação solar direta, as perdas de calor em condições de baixo teor de umidade e o efeito refrigerador do suor, além da sensibilidade do corpo às variações de temperatura e umidade do ar.

As condições de conforto térmico variam em função de diversos parâmetros / aspectos, como vestimenta, aclimatação e saúde dos indivíduos, mas apesar disso, é comprovado que mesmo variando diferentemente entre si, as condições finais podem proporcionar sensações ou respostas semelhantes.

A partir daí, surgem os índices de conforto térmico. A *American Society of Heating – ASHRAE*, citado por Frota e Schiffer (2003), considera 25°C como temperatura ótima para os climas mais quentes da América do Norte, podendo variar entre 23 e 27°C. Tais valores devem ser aplicados, dentre outros aspectos, para a velocidade do ar igual 0,5m/s e umidade relativa do ar entre 30 e 70%.

De acordo com Iida (2005), o desempenho em uma tarefa simples de aprendizagem, sofre pouca influência entre 18 e 28°C e acima de 33°C, a uma umidade relativa do ar de 40%, observando-se melhor desempenho a 23°C.

A ventilação também interfere na sensação de conforto térmico, uma vez que é responsável pela renovação do ar dos ambientes proporcionando higiene, a dissipação do calor e diluição de elementos poluentes, e pode representar ganho ou perda de calor.

Algumas soluções arquitetônicas de cobertura e as especificações de materiais de revestimento são determinantes na intensidade de penetração da energia solar e na influência do calor radiante na edificação. O correto posicionamento da edificação com relação à orientação solar e a distribuição das janelas de forma a garantir a ventilação cruzada são decisões arquitetônicas relevantes para melhorar as condições térmicas, e conseqüentemente a eficiência energética de um edifício.

- Ruído

Segundo Carvalho (2010), som é toda vibração ou onda mecânica gerada por um corpo vibrante, passível de ser detectada pelo ouvido humano, enquanto que o ruído é todo

som que em determinadas situações, pode ser indesejável ou causar desconforto. Sua intensidade é medida em uma escala logarítmica, tendo como unidade o decibel (dB), e a quantidade de vibrações que ocorrem no período de 1 segundo é a frequência, expressa em Hertz (Hz).

O ouvido humano é capaz de perceber intensidades sonoras próximas a zero, e pode suportar até 130 dB. A reação e tolerância das pessoas ao som variam individualmente, mas é consenso que ruídos entre 70 e 90 dB dificultam a conversação e a concentração em ambientes de trabalho podendo gerar estresse, aumentando o risco de doenças, e acima de 130dB pode gerar sérios danos ao aparelho auditivo. (IIDA, 2005)

Entretanto, a intensidade do som não é o único fator que define os limites toleráveis. lida (2005) define os tipos de ruído em função da duração em contínuos e de impacto. Quanto maior o tempo de exposição, menor o nível de ruído recomendado, uma vez que podem surgir riscos de danos à saúde.

O tempo de exposição associado à frequência do som altera o nível de ruído recomendado. Ainda segundo o mesmo autor, as frequências entre 2.000 e 6.000 Hz representam riscos maiores de desconforto, principalmente os próximos a 4.000 Hz. Assim, quanto maior a frequência, menor o tempo de exposição recomendada.

Os danos à saúde causados pela exposição ao ruído vão desde uma perturbação até a perda auditiva. A surdez pode ser temporária, ocasionada após a exposição a um som intenso, ou permanente quando lesiona definitivamente o sistema auditivo.

Segundo Grandjean e Kroemer (2005), o limiar permanente de audição aumenta progressivamente com o tempo, ocasionando a perda auditiva em função da idade. Essa perda de audição é maior para as frequências mais altas e mais sentidas por homens.

O desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da concentração torna-se mais difícil em ambientes ruidosos. Essa situação interfere diretamente no desempenho e na produtividade do trabalho humano.

Assim, o desempenho acústico do ambiente é fator decisivo na concepção arquitetônica de um projeto, e sua proteção acústica busca garantir a saúde nos espaços a partir do controle do nível de ruído no espaço.

Para isso, é necessário considerar a reverberação do som nas diversas superfícies do ambiente. Entende-se por reverberação o crescimento de um ruído proveniente da reflexão

contínua do som pelas paredes, piso, teto e outros objetos existentes em um ambiente fechado.

A escolha dos materiais de revestimento é, portanto, essencial para o controle da reverberação, uma vez que pode enriquecer ou prejudicar a qualidade acústica de um ambiente. Os materiais absorventes, como carpetes e cortinas, diminuem a reverberação, enquanto que superfícies lisas ou reflexivas, como vidro, aumentam a reverberação.

- Vibração

Entende-se por vibração o movimento oscilatório de um corpo em torno de um ponto. Grandjean e Kroemer (2005) explicam que, no corpo humano, a vibração pode ser produzida por um equipamento, veículo ou qualquer mecanismo que esteja em contato com o corpo, produzindo movimentos periódicos ou regulares, que o desloca da posição de repouso. Essas vibrações entram no corpo, geralmente no sentido vertical, através das mãos, das nádegas e dos pés.

Assim como o ruído, nem toda vibração é prejudicial, e pode ser mensurada pela frequência (Hz), intensidade, direção do movimento. A postura do indivíduo e o tempo de exposição podem colaborar com os efeitos maléficos da vibração, devendo-se evitar flexões da coluna vertebral ou torção entre bacia e tórax, bem como jornadas de trabalho prolongadas em postos ou uso de equipamentos que produzam vibrações.

A exposição contínua do organismo humano a vibrações pode produzir lesões graves, uma vez que seus segmentos oscilam de maneira diferente, amortecendo ou amplificando as vibrações, e assim danificando permanentemente alguns órgãos ou afetando a percepção visual, desempenho psicomotor, musculatura e os sistemas circulatório, respiratório e nervoso.

Para Lida (2005), as vibrações mais baixas, de 1 a 80 Hz, são as mais prejudiciais ao organismo, provocando lesões nos ossos, juntas e tendões, enquanto que as frequências intermediárias de 30 a 200 Hz provocam doenças cardiovasculares, e as acima de 300 Hz causam dores agudas e distúrbios neurovasculares.

Grandjean e Kroemer (2005) acrescentam que as vibrações podem gerar reflexos musculares que protegem o organismo, uma vez que proporciona a contração do músculo distendido. Tais reflexos aumentam o consumo de energia e a frequência cardíaca e respiratória.

Algumas medidas arquitetônicas podem ser tomadas para reduzir as consequências das vibrações, como isolar espacialmente a fonte, especificação de materiais absorventes ou compensação de vibração a partir da produção de vibrações exatamente opostas.

- Luz

A luz é uma onda eletromagnética gerada a partir de uma fonte, seja natural ou artificial. O sol, sendo a fonte primária de luz, possui um espectro de cores e comprimentos de onda adequados à vida. A luz artificial, gerada a partir de fontes alternativas, não naturais, criadas pelo homem (lâmpada), possui espectro de cores e comprimentos de onda limitados.

As lâmpadas, criadas para permitir a continuidade das atividades humanas no período noturno, podem ser controladas de acordo com suas necessidades, e segundo Lamberts et al. (1997), são classificadas em dois grupos: de irradiação por efeito térmico (incandescentes) e de descarga em gases e vapores (fluorescentes).

Os olhos têm a capacidade de se adaptar a uma iluminação precária, mas a permanência prolongada nessa condição pode provocar fadiga e causar acidentes.

Assim, para o desenvolvimento de qualquer atividade é necessário um ambiente bem iluminado, que atenda às necessidades visuais do ser humano em seus aspectos técnicos, fisiológicos, estéticos e psicológicos, com o objetivo de maximizar a produção, minimizar os riscos e acidentes, além de proporcionar segurança e bem estar, uma vez que a luz está relacionada com relações subjetivas, como a satisfação, por exemplo.

Sendo um dispositivo elétrico, a lâmpada transforma energia elétrica em energia luminosa e/ou energia térmica, que somada ao calor produzido por pessoas e equipamentos, pode causar desconforto térmico, elevando o gasto energético para a diminuição da temperatura do ambiente, com o uso de ar condicionado ou ventiladores.

A luz artificial deve então, ser utilizada como uma complementação da luz natural, quando esta não é suficiente para o desenvolvimento das tarefas humanas.

Assim, o projeto de iluminação de interiores deve conciliar precisão da tarefa, conforto visual, eficiência energética, além da satisfação estética.

Para entender os princípios da iluminação, natural ou artificial, é necessário se conhecer as unidades fotométricas, uma vez tais medidas são fundamentais na concepção e avaliação de ambientes e postos de trabalho. Tais variáveis, explicadas por Lida (2005) são:

1. Iluminância é a quantidade de luz que incide em uma superfície e é medida em lux;
2. Luminância é a quantidade de luz refletida ou emitida de uma superfície e a unidade de medida é a candela por metro quadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ );
3. Intensidade luminosa é a concentração de luz numa direção específica, radiada por segundo e a unidade de medida é a candela (cd);
4. Fluxo luminoso é a quantidade total de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa, e é medida em lúmen (lm);
5. Reflectância é a proporção da luz incidente refletida pela superfície.

Segundo Iida (2005), o rendimento visual no ser humano tende a crescer a partir de 10 lux até 1.000 lux, enquanto que a fadiga visual é reduzida nessa faixa. A partir daí o aumento do iluminamento não provoca melhora do rendimento, mas começa a aumentar a fadiga visual.

A fadiga visual diminui a eficiência visual, e em grau mais avançado provoca dores de cabeça, náuseas, depressão e irritabilidade emocional, ocasionando queda no rendimento e na qualidade do trabalho. (Iida, 2005)

Dessa forma, o autor recomenda o uso de 2.000 lux como limite máximo, pois acima desse valor existe o desperdício de energia, sem o aumento correspondente da produtividade, e um valor acima de 1.000 lux favorece o desenvolvimento de fadiga visual.

Para Grandjean e Kroemer (2005), o conforto visual demanda um nível de luminância adequado, o equilíbrio espacial das luminâncias das superfícies, a uniformidade temporal da iluminação e a eliminação de ofuscamento.

Iida (2005) explica que ofuscamento é a redução da eficiência visual provocada por objetos ou superfícies localizadas no campo visual humano, que possuem superfícies de grande luminância, à qual os olhos não estão adaptados, reduzindo a acuidade visual, a sensibilidade ao contraste, ocasionando desconforto ou fadiga visual (irritação dos olhos e lacrimejamento), ou ainda uma cegueira temporária. Assim, para reduzi-lo, é necessário eliminar a fonte de brilho do campo visual.

Relativamente à uniformidade temporal da iluminação, Grandjean e Kroemer (2005) explicam que o olho humano só é capaz de lidar com mudanças de luminância após um determinado tempo. Assim, luminâncias flutuantes provocam subexposição ou superexposição ocular na maior parte do tempo sob essa condição.

Entende-se, portanto, que os aspectos mais relevantes a serem considerados num projeto de iluminação são: a quantidade de luz, o tempo de exposição e o contraste entre figura e fundo. Entretanto, deve-se considerar ainda a finalidade e o efeito da iluminação.

Assim, Gurgel (2002) define quatro funções da iluminação, quais sejam: iluminação geral, que ilumina de modo geral e ajuda na percepção do ambiente como um todo, iluminação de efeito, com foco dirigido, é utilizada para criar pontos de interesse, iluminação de tarefa, que é a luz constante e direta para a execução de uma atividade específica, e iluminação decorativa, que cria destaque sem gerar muita luz.

- Cor

Segundo Lida (2205), cor é uma resposta subjetiva a um estímulo luminoso (ondas eletromagnéticas na faixa de 380 a 770 nm) que penetra nos olhos. Em consequência disso, a cor de um objeto caracteriza-se pela absorção e reflexão seletiva dessas ondas, ou seja, a cor que enxergamos é aquela que foi refletida pelo objeto.

Estudos comprovam que a cor possui diferentes simbologias, dependendo da cultura, religião, gênero ou idade, pode provocar reações diversas no ser humano, como aceitação, negação, indiferença, tristeza, alegria ou depressão, e é capaz de interferir no estado emocional, na produtividade e na qualidade do trabalho desenvolvido.

Dessa maneira, Gurgel (2002) explica que as cores possuem diversas funções que, usadas corretamente influenciam positivamente nosso estado de espírito, criam diferentes atmosferas, alternam visualmente as proporções de um ambiente e corrigem imperfeições arquitetônicas, aquecem ou esfriam um ambiente e valorizam e criam centros de interesse.

### **2.1.3 Antropometria**

A antropometria trata das medidas físicas corporais humanas, ou seja, da mensuração sistemática e análise quantitativa das variações dimensionais do corpo humano. Essas medidas são utilizadas na concepção ergonômicas de instrumentos, equipamentos, máquinas ou postos de trabalho para se adequarem ao ser humano.

Teve origem na antiguidade, uma vez que a arquitetura grega buscava a harmonia e perfeição divina a partir da relação entre cada segmento da edificação com as dimensões do corpo humano.

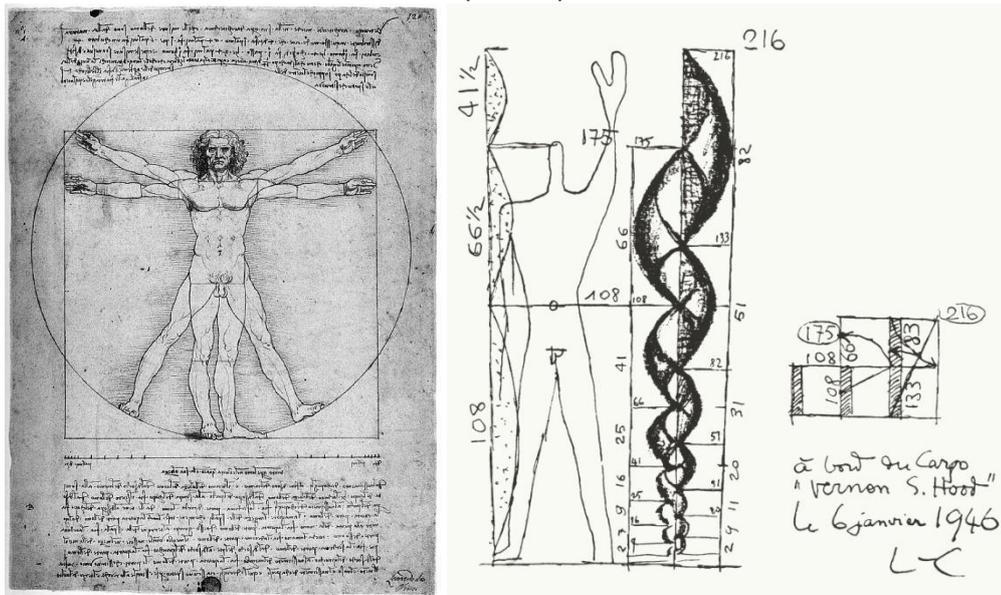
Segundo Panero e Zelnik (2002), essa relação, denominada de Seção Áurea ou número de ouro, é a proporção, definida por Euclides, no ano 300 a.C. na Grécia, derivada

das divisões de uma linha de forma que, a linha completa é, em relação ao maior segmento, o que o maior segmento é para o menor.

Essa relação, encontrada do corpo humano e aplicada conscientemente nas construções com objetivo estético, deu origem a mais completa reflexão sobre arquitetura e estudos da proporção humana, o tratado *De architectura libri decem*, escrito pelo arquiteto teórico Vitruvius, no século I a.C.

No século XVI Leonardo Da Vinci criou a famosa figura humana, do homem em duas posições sobrepostas inscritas em um círculo e em um quadrado (Figura 1 - esquerda), símbolo da simetria básica e do redescobrimto das proporções matemáticas do corpo humano.

Figura 1 Homem vitruviano de Leonardo da Vinci (esquerda) e o Modulor de Le Corbusier (direita)



Fonte: Panero e Zelnik (2002)

Guimarães (2004), Panero e Zelnik (2002) afirmam que a preocupação com a antropometria, como fator decisivo no processo projetual, teve impulso a partir da década de 40, quando das exigências da produção em massa e da necessidade de conciliar as capacidades humanas com a sofisticação tecnológica do equipamento militar, uma vez que a possibilidade de erro humano deveria ser eliminada, os equipamentos operados com a eficiência máxima sob as mais adversas circunstâncias.

Em 1948 o arquiteto franco-suíço Le Corbusier desenvolve um sistema de proporções, também baseado na proporção áurea, o Modulor (Figura1 - direita), com o objetivo de contribuir com a normatização necessária para a produção em série, racional e eficiente de elementos pré-fabricados, e de projetos de habitações econômicas que preservassem conforto, qualidade e funcionalidade.

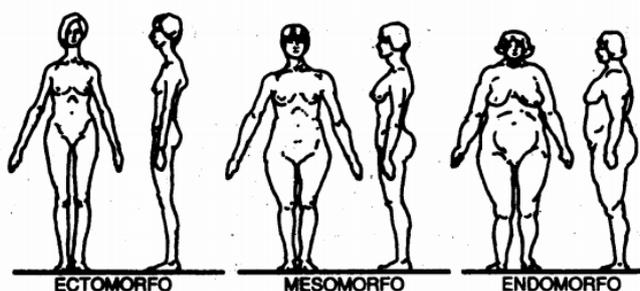
Com a globalização e a necessidade de se atender aos critérios de qualquer mercado, a indústria necessita dos padrões antropométricos de várias populações. Assim, a preocupação, até os anos 50, em estabelecer padrões nacionais antropométricos, transformou-se na necessidade de se estabelecer os padrões mundiais para a produção de produtos universais, adaptados aos usuários de diversas etnias. (IIDA, 2005)

Panero e Zelnik (2002) acrescentam ainda que, apesar das inúmeras variáveis e da terminologia médica intimidarem arquitetos e designers, é necessária a tomada de consciência dos dados antropométricos disponíveis para aplicação em projetos espaços, mobiliários e equipamentos.

Relativamente aos padrões antropométricos, é essencial o entendimento das variáveis que interferem não só no tamanho dos membros dos grupos populacionais, mas na proporção entre as diferentes partes do corpo, como as diferenças em função das variações étnicas, do gênero e da idade e de fatores socioeconômicos, como melhores hábitos alimentares, atenção à saúde e prática de esportes.

Além disso, Guimarães (2004) acrescenta as diferenças entre os tipos físicos ou biótipos, pois as diferenças nas proporções de cada segmento do corpo existem desde o nascimento e tendem a acentuar-se até a vida adulta. São três os tipos básicos do corpo humano: endomorfo, de forma física arredondada e macia, mesomorfo, de forma física vigorosa com ângulos bem marcados e músculos aparentes e ectomorfo, de forma física esguia, com um mínimo de gordura e definição muscular.

Figura 2 Tipos físicos: ectomorfo, mesomorfo e endomorfo



Fonte: Guimarães (2004)

Um levantamento antropométrico é uma atividade dispendiosa economicamente, demorada e complexa, pois exige uma equipe treinada para o desenvolvimento de procedimentos específicos e instrumentos de precisão, além de um plano amostral, onde são considerados o tamanho, a seleção e representatividade dos elementos da amostra.

Segundo Panero e Zelnik (2002), a maior parte das pesquisas é relativa ao setor militar, restringindo a amostra quanto ao gênero e idade, sendo poucos os estudos civis antropométricos realizados. Além disso, a maioria das tabelas disponíveis trata da antropometria estática, poucas trazem dados da antropometria dinâmica. No Brasil ainda não existem medidas normalizadas da população, apenas pesquisas parciais.

As dimensões corporais podem ser medidas com o corpo parado em posições padronizadas, definida como antropometria estática ou estrutural, ou com o corpo em posições de trabalho, durante um movimento associado a determinada tarefa, definida como antropometria dinâmica e funcional, medindo o alcance dos movimentos corporais.

Figura 3 Dimensões estáticas e funcionais



É inviável a adequação de qualquer projeto para 100% dos usuários, uma vez que os poucos indivíduos que estão nas extremidades da curva podem ser tão extremos que a execução torne-se fisicamente grande ou financeiramente inviável. (DREYFUSS, 2005)

Expresso em percentis, que indicam a porcentagem de pessoas dentro da amostra que possui uma determinada dimensão corporal, os dados antropométricos utilizados em projetos de equipamentos e postos de trabalho comumente consideram a adequação para 90% da população, adotando os percentis entre 5 e 95, ou para 95% da população, adotando os percentis entre 2,5 e 97,5.

Panero e Zelnik (2002) recomendam que tais dados, mesmo sendo tão precisos, não devem ser utilizadas como única fonte de informação para o desenvolvimento de projetos de ambientes, mobiliário ou equipamentos, uma vez que novas informações estão sendo constantemente produzidas. Assim, os elementos do processo criativo, como bom senso e sensibilidade sempre devem ser utilizados em conjunto com os dados disponíveis.

#### **2.1.4 Biomecânica ocupacional e postura corporal humana**

Segundo Lida (2005), a biomecânica ocupacional é a área de atuação da biomecânica geral que trata dos movimentos corporais e das forças envolvidas no trabalho humano, analisando basicamente os aspectos posturais e de aplicação de forças.

Assim, tem como objetivo oferecer suporte científico para a adequação dos postos de trabalho aos limites da capacidade do corpo, reduzindo os distúrbios musculoesqueléticos envolvidos na manutenção de posturas e movimentos inadequados e forçados por tempo prolongado.

Guimarães (2004) define postura como a posição assumida pelo corpo a partir da atuação, contra a força da gravidade, dos músculos, ossos e demais estruturas orgânicas envolvidas.

As três posturas básicas são: deitada, onde não há concentração de tensão em nenhuma parte do corpo, sentada, que exige atividade muscular do dorso e do ventre, e em pé, que exige muito da musculatura para manter o equilíbrio e a estabilidade do corpo.

Cada tarefa exige uma postura adequada para seu desenvolvimento. Grandjean e Kroemer (2005), apontam as vantagens do trabalho sentado, quais sejam: tirar o peso das pernas, proporcionar estabilidade da parte superior do corpo, reduzir do consumo de energia e minimizar a demanda sobre o sistema circulatório. Em contrapartida, o trabalho

sentado por longos períodos pode levar à flacidez dos músculos e à curvatura da coluna vertebral, prejudicando órgãos da digestão e da respiração.

Os tipos de trabalho muscular são dois: trabalho estático, que exige contração contínua de alguns músculos para manutenção de determinada postura, e o trabalho dinâmico, quando há contrações e relaxamentos alternados dos músculos na realização de determinada tarefa.

Em ambos os casos, podem ser fatigantes se mantidos ou repetidos por tempo prolongado, gerando distúrbios musculoesqueléticos, ou seja, desgaste e lesões nas articulações, ligamentos e tendões, e podem ser minimizados através da alternância de postura ou enriquecimento da tarefa, por exemplo.

O projeto de máquinas, equipamentos e postos de trabalho, associados às exigências da tarefa, estão diretamente relacionados com a postura assumida pelo trabalhador. Em muitos casos, inadequações em qualquer um desses elementos forçam o usuário a adotar posturas inconvenientes, promovendo fadiga, dores corporais afastamentos do trabalho e doenças ocupacionais, como: distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho – DORT, lesões por traumas cumulativos – LTC ou lesões por esforços repetitivos – LER. (IIDA, 2005)

Assim, correto dimensionamento de máquinas, equipamentos e do posto de trabalho deve considerar a adoção de posturas confortáveis para a maioria dos usuários, uma vez que qualquer desajuste pode gerar sofrimentos ao longo do tempo.

## 2.2 ENSINO DE CIÊNCIAS

Na medida em que ciência e a tecnologia alimentam-se de dúvidas e indagações, o conhecimento e o desenvolvimento econômico, cultural e social só avançam com base em questionamentos. Assim, o ensino das ciências foi objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino. (KRASILCHIK, 2008).

Para Krasilchik (2008), o episódio que deu início às transformações no ensino, e que ainda hoje influencia, em regiões sob influência cultural norte-americana, as tendências curriculares das várias disciplinas, foi nos anos 60 (guerra fria), quando os Estados Unidos investiram na educação para identificar e incentivar jovens a seguir carreiras científicas, e assim garantir sua hegemonia na conquista do espaço.

No Brasil, o objetivo do ensino de ciências e a experimentação didática tem relação direta com as transformações políticas e econômicas ocorridas no país. O desenvolvimento e

estruturação das Leis de Diretrizes e Bases da Educação ao longo das últimas cinco décadas reflete a busca pela qualidade do ensino e conhecimento científico, não só a partir da aquisição de informações atuais, mas da interação dos alunos com o meio social através da investigação e solução de problemas. (AGOSTINI, 2012).

### **2.2.1 A educação e o ensino de ciências**

De acordo com Giani (2010), a concepção de laboratório não nasce associada às universidades, mas ao longo do tempo essas instituições incorporam e legitimam esses ambientes. A maioria dos alunos tem o primeiro contato com os laboratórios ainda no ensino fundamental durante as aulas de Ciências, desenvolvendo desde cedo, uma postura e raciocínio científicos. Esse contato tem continuidade, com maior frequência e profundidade, no ensino superior e na pós graduação, principalmente para os que optarem por cursos nas áreas de ciências naturais e de saúde por exemplo.

Atualmente, as novas tecnologias de informação e comunicação permitem a disponibilidade, acesso e transmissão de informações e conhecimentos precisos e atuais para qualquer pessoa em qualquer parte do mundo, sem limite de distância ou tempo, criando novas formas de socialização e identidades individuais ou coletivas.

Em contrapartida, esse cenário pode representar uma erosão das especificidades culturais, quando o domínio dessas tecnologias e a divulgação da produção por uma minoria (grandes potências), constrói uma falsa cultura mundial, bem como uma mudança das relações sociais, quando o isolamento e passividade do indivíduo frente ao computador compromete sua integração na sociedade. (DELORS, 1996)

Nesse contexto, a educação tem portanto, papel essencial no preparo do ser humano e na formação da sua capacidade crítica de julgar, pois desenvolve aptidões para hierarquizar, interpretar e criticar as informações recebidas, muitas vezes sob uma visão simplista e deformada, permitindo a compreensão verdadeira dos acontecimentos. Seu objetivo principal é capacitar a humanidade para dominar seu próprio desenvolvimento, através do progresso científico e tecnológico, que constituem o fator decisivo para o crescimento econômico.

Apesar de, historicamente, o ensino formal orientar-se essencialmente a partir de uma visão puramente instrumental, onde a aquisição e aplicação do conhecimento representa uma maneira obrigatória de se alcançar determinados resultados, a Comissão

Internacional sobre educação para o século XXI, no Relatório para a UNESCO de 2008, define uma nova concepção de educação que permite a descoberta, reanimação e fortalecimento do potencial criativo de todos, e conseqüentemente, o alcance de toda sua plenitude.

Para tanto, a educação, segundo o relatório, deve ser organizada e fundamentada em função de quatro objetivos da aprendizagem (pilares do conhecimento), a saber: aprender a conhecer (aspecto cognitivo), aprender a fazer (aspecto prático), aprender a viver juntos e aprender a ser. Assim, a apropriação do conhecimento não se restringe à transmissão de informações, mas representa um modo de vida que deve se renovar face às novas necessidades e acompanhar todas essas mudanças, favorecendo a exploração, experimentação e estimulando a criatividade.

A esse novo propósito convém insistir no papel formador do ensino das ciências e, nesta perspectiva, definir uma educação que, desde a mais tenra idade, desperte a curiosidade das crianças e desenvolva seu sentido de observação para iniciá-las numa postura experimental. (DELORS, 1996)

Singer et al. (2006) afirma que estímulo ao ensino das ciências é compartilhado por todo o mundo, seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, por representar componente fundamental para o avanço científico, tecnológico e o conseqüente desenvolvimento social. A partir da compreensão dos conceitos, leis e processos da física e das ciências biológicas e da imersão nos métodos de investigação e raciocínio científicos, o ser humano desenvolve a capacidade de pensar independentemente, adquirir e avaliar informações e aplicar o conhecimento científico para a solução de problemas cotidianos, características fundamentais a um indivíduo crítico e atuante na sociedade.

### **2.2.2 As atividades experimentais e o papel dos laboratórios**

A palavra laboratório vem do latim medieval *laboratorium*, de *labore*, que significa trabalhar. Atualmente, o termo é empregado para definir o local onde se realizam experiências, e normalmente está associado ao ensino superior e à pesquisa.

O primeiro contato de estudantes com os métodos, técnicas e processos científicos, se dá no ensino fundamental durante as aulas de ciências. Além do conteúdo ministrado em sala de aula, professores conduzem os alunos, quando possível, no desenvolvimento de atividades experimentais nos laboratórios de biologia, química ou física, a partir da observação e cumprimento de um roteiro previamente concebido e posterior elaboração de

relatório, com o objetivo de viabilizar o vínculo entre teoria e prática, consolidando e comprovando o conhecimento adquirido, bem como familiarizar com equipamentos, manejo e sua aplicabilidade.

Segundo Giane (2010), não deveria haver distinção entre sala de aula e laboratório, uma vez que diante de um problema, o estudante deve fazer mais do que simples observações e medidas experimentais. Hipóteses devem ser levantadas, discutidas e avaliadas para então se propor o melhor procedimento para a solução de problemas. Sob esse ponto de vista, a teoria e prática representam um processo único de aprendizagem dos conceitos científicos.

Embora a experimentação represente uma entre várias alternativas ao verbalismo das aulas expositivas, a utilização dos laboratórios para realização de aulas práticas deve extrapolar a comprovação de teorias já que estes permitem o desenvolvimento de uma cultura científica através da reflexão e discussão dos resultados obtidos, ou ainda na busca de diferentes maneiras para se resolver o mesmo problema. (AGOSTINI, 2012).

Atualmente, a disponibilidade de novas tecnologias, que contribuem para a transformação do comportamento humano, aliada a atual mudança nos paradigmas da educação, em que o ensino vai além da transmissão do conhecimento, exige a transformação do ambiente de ensino. Este, que representa um modo de vida, deve se renovar face às novas necessidades e acompanhar todas essas mudanças, favorecendo a exploração, experimentação, estimulando a criatividade.

O ambiente de ensino, classificado de acordo com a característica da aula, necessita de salas para o desenvolvimento de didáticas teóricas e didáticas práticas. De acordo com Littlefield (2011), a partir do ensino médio, as disciplinas ministradas exigem uma combinação de ambientes para o desenvolvimento de atividades variadas, e isso requer arranjos, equipamentos e mobiliários específicos. Assim, é possível agrupar as salas para aulas práticas em torno de uma área de recursos e estudo de uso comum, como tecnologia da informação e comunicação, ciências, projetos, artes ou educação física.

Para o ensino de ciências, quais sejam Biologia, Química e Física, os laboratórios são ambientes que permitem a realização e o aprendizado dos métodos científicos através do desenvolvimento de pesquisas, observações, experimentações e medições.

As atividades experimentais realizadas nesses ambientes, auxiliam na estruturação do aprendizado, aumentando sua eficácia a partir do exercício para o desenvolvimento do

raciocínio lógico, através do uso e manejo de materiais e equipamentos específicos, da observação de fenômenos ou organismos, bem como do desenvolvimento de atitudes e habilidades científicas, tais como formulação de hipóteses, realização de experimentos, avaliação e discussão dos resultados, características fundamentais a um indivíduo crítico e atuante na sociedade.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências,

é fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. Como nos demais modos de busca de informações, sua interpretação e proposição são dependentes do referencial teórico previamente conhecido pelo professor e que está em processo de construção pelo aluno. Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações (BRASIL, 1998).

Para Edward (2002), as atividades práticas são classificados em quatro grupos distintos em função de seus objetivos, quais sejam: aprendizagem cognitiva (relacionada a integração da teoria com a prática), metodologia da pesquisa (formulação de hipóteses, definição de experimentos e avaliação e discussão dos resultados), vocacionais (conscientização da prática atual e a inclusão da ética profissional) e desenvolvimento de competências pessoais (comunicação, elaboração de relatórios e habilidades para trabalhos em equipe).

Hodson (1994) afirma que, apesar do potencial pedagógico das aulas experimentais, grande parte das práticas realizadas em laboratórios são mal concebidas, confusas e carecem de um valor educativo real. O planejamento de atividades mais adequadas sob o ponto de vista filosófico (descrevendo fielmente a prática científica) e pedagogicamente mais eficaz (assegurando o aprendizado adequado a todos os alunos) parte da identificação dos objetivos da atividade para, em seguida, a escolha da atividade que melhor se adapte a estes objetivos. Ou seja, aprender ciência, aprender sobre ciência ou fazer ciência requerem atividades distintas.

Como a ciência alimenta-se de dúvidas e indagações, o conhecimento só avança com base em questionamentos. Assim, para o mesmo autor, os experimentos não podem funcionar como meros comprovadores da verdade, mas devem refletir os objetivos das atividades investigativas através do controle e manipulação de variáveis que possam testar e verificar hipóteses, estimulando a confiança e autoestima e desenvolvendo uma postura

investigativa na busca das possíveis soluções de um problema para poder controlar e manipular eventos.

Essas atividades devem capacitar o aluno a reconstruir os conceitos técnicos e científicos para a solução de problemas encontrados no cotidiano sem objetivar necessariamente a formação de cientistas. Logo, os laboratórios de ciências ganham papel central nesse processo, pois enfatizam a postura de investigação, observação direta dos fenômenos e elucidação e solução de problemas, além de auxiliar na interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. – não é apenas a colaboração das disciplinas entre si, mas a existência de um pensamento organizador (pensamento complexo) que ultrapassa as próprias disciplinas; é mais integradora que a interdisciplinaridade.

A natureza dos laboratórios acompanha o desenvolvimento do ensino das Ciências. Segundo Singer et al. (2006) nos anos de 1850, na Yale University – Estados Unidos, esses ambientes eram reservados somente para o desenvolvimento de pesquisas científicas e poucos estudantes tinham acesso a eles. Ocasionalmente alguns equipamentos eram levados para a sala de aula apenas para demonstrações.

Percebe-se portanto, que as características dos laboratórios de aulas práticas, possuem relação direta com o desenvolvimento, ao longo do tempo, da ciência, da tecnologia e do ensino.

## 2.3 INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR (IES)

Para compreender as características atuais dos laboratórios buscou-se o conhecimento sobre a origem e o desenvolvimento desses ambientes, a qual remonta ao ensino de ciências, ainda no ensino médio.

Como a pesquisa trata da avaliação ergonômica de laboratórios onde são desenvolvidas as atividades práticas de disciplinas como Microbiologia, Anatomia, Microscopia e Semiologia do curso de enfermagem, é salutar compreender também a origem, o desenvolvimento e o panorama atual das Instituições de Ensino Superior e do ensino de enfermagem.

### 2.3.1 A universidade e sua origem

Criadas pela civilização ocidental italiana e francesa para reunir e difundir conhecimento, as universidades, mesmo sob influência da Igreja e do Estado, formaram a base da civilização ocidental moderna.

À época, o embrião das universidades resumia-se a pequenas corporações de ofícios, conduzidas por pequenos clãs familiares, constituindo a base das pequenas sociedades urbanas, que segundo Pinto e Buffa (2009), já guardavam semelhança com a corporação de mestres e estudantes, que viria a surgir posteriormente.

Segundo os autores, essas corporações eram locais onde o ofício de artesão era ensinado pelo mestre aos alunos. Nestas corporações, o ensino não era preponderante, mas sim o produto do artesão. Contudo, havia uma trajetória definida que deveria ser seguida pelo pretense artesão.

A universidade moderna teve raízes em dois tipos essenciais de instituições: a *universita* e o *studium*. Este era “um local de estudo, uma cidade onde havia mestres oferecendo instrução” (PINTO; BUFFA, 2009). Naquela, o “ensino era aberto a todos, clérigos e leigos” (PINTO; BUFFA, 2009). Apesar do significado inicial dos termos, foi justamente o termo *universita* que passou a ter o significado moderno de universalidade do saber, denotando, pois, as universidades atuais.

Do ponto de vista da Arquitetura, as *universita* não possuíam instalações físicas e mobiliários adequados, pois estes eram vistos como desnecessários ao aprendizado. Segundo Pinto e Buffa (2009), uma sala de aula típica não possuía decoração e mobiliário, salvo casos em que havia bancos para os alunos e um móvel para o professor.

Aliado à precariedade do mobiliário, havia também, provavelmente por conta das técnicas de engenharia da disponíveis, limitações ao conforto ambiental. Janelas pequenas limitavam a quantidade de luz e ventilação disponíveis. Eram comuns aulas à luz de velas, mesmo no período da manhã.

Com a evolução das cidades e do próprio, houve um aumento no número das salas de aula (*universitas*). Esse aumento quantitativo levou à uma melhoria qualitativa dos ambientes de sala de aula, notadamente pela transformação do espaço antes administrativo em espaço de alojamento de alunos menos favorecidos economicamente, que ali permaneciam durante toda a duração do seu aprendizado.

Aos poucos, tais hospedarias foram reformadas, se transformando em espaços de ensino e moradia para os estudantes e mestres que ali viviam (PINTO; BUFFA, 2009). Esses espaços de ensino superior passaram por um longo período de transformações até tornarem-se uma nova categoria de prédios urbanos: as universidades.

As modificações surgidas, como a aquisição e construção de prédios específicos, foram importantes não somente na transformação arquitetônica das cidades, mas também na forma de ensino.

As aulas, agora ministradas em ambientes majestosos, tornou o ensino uma cerimônia, o que modificou ainda a relação pedagógica professor x aluno. (PINTO; BUFFA, 2009).

Pinto e Buffa (2009) citam as universidades britânicas que construídas a partir dos séculos XII e XIII, principalmente em Oxford e Cambridge, guardam referências com a Universidade de Paris, tanto nos estudos quanto nos métodos de ensino.

Na Inglaterra, a primeira universidade (*college*) foi a de *Merton College* em 1264, destinada a estudantes já graduados, mas somente em 1379 foi criado o *New College*, que atendia estudantes não graduados.

Quanto à arquitetura, os *colleges* ingleses adotaram o quadrângulo medieval como espaço articulador do edifício. Construído próximo às bordas das cidades, estas novas construções somavam-se às de outros cursos existentes e passaram a reuni-los, dando início à universidade como a conhecemos.

### **2.3.2 A universidade no Brasil**

O Brasil colônia não possuía cursos superiores livres, contando apenas com cursos dirigidos e destinados à formação de sacerdotes jesuítas. Aqueles que desejasse e pudessem optar por uma formação liberal, deveriam buscar este conhecimento na Europa, comumente em Portugal e França. (SAVIANI, 2008).

À época não havia interesse de Portugal em conceder o título de “universidade” ao Brasil; situação esta que perdurou até a vinda da Família Real ao país. Inicialmente, os cursos superiores tinham caráter apenas profissionalizante. Foram criados durante o Primeiro e Segundo Impérios, cursos para formação de Medicina, Direito e Economia, sem, contudo, instituir-se uma universidade de fato no país. (WAITZ;ARANTES, 2009).

Já no Brasil República e após a Segunda Guerra Mundial, temos a consolidação das universidades no país através do modelo americano, em contrapartida ao modelo europeu de universidade. O modelo europeu, que privilegiava a clausura do conhecimento sob grandes construções, o modelo americano pregava a instalação da universidade em local

amplo e com prédios dispersos em grandes áreas verdes em uma espacialidade nem sempre urbana.

A estrutura física das universidades, bastante ampla, deve permitir que o ambiente construído seja preparado para dar melhores condições aos diversos usos e práticas que ali serão executadas, pois na lição de Bormio (2007), “todo ambiente exerce influências sobre o indivíduo que o ocupa, condicionando o seu comportamento no desempenho de suas atividades, podendo ou não gerar qualidade de vida, bem estar, satisfação e segurança, e consequentemente aumentar sua produtividade.”

Neste aspecto e considerando a sala de aula na relação ensino-aprendizagem, ela deve favorecer, do ponto de vista ergonômico, a assimilação dos alunos e permitir que possam usufruir de tais conhecimentos posteriormente. (PROCORO; RÊGO; VILLAROUÇO, 2004).

Não existe regramento específico para salas de aula. Contudo, considerando-as como um posto de trabalho e assim, utilizando por analogia a NR-17 do Ministério do Trabalho (2007), podemos analisa-la sob o ponto de vista ergonômico, de forma a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente, conforme consta no item 17.1 da referida norma.

### **2.3.3 Sistema de Educação Superior no Brasil**

No Brasil, o ensino superior é oferecido por universidades, centros universitários, faculdades, institutos superiores e centros de educação tecnológica. Essas instituições de educação superior, classificadas em função da forma de financiamento – públicas (federais, estaduais e municipais) e privadas (comunitárias, confessionárias, filantrópicas e particulares) oferecem três tipos de cursos quais sejam sequenciais, de pós-graduação, de extensão e os de graduação, esses últimos de bacharelado, licenciatura ou formação tecnológica.

Apesar da expansão universitária iniciada em 2003 pelo governo federal, que facilitou o acesso à educação superior através da interiorização de novos campi universitários federais em todo o país, o mapa do ensino superior privado publicado em 2008 pelo Ministério da Educação revela, segundo dados do Censo da Educação superior 2004, a preponderância das instituições privadas dentro do sistema da educação superior no país.

De acordo com o mapa, os cursos de graduação aumentaram 475 vezes em 20 anos. Os cursos do setor privado cresceram quase 600 vezes enquanto que os cursos do setor público cresceram 350 vezes no mesmo período.

Quanto ao número de cursos, os resultados do Censo indicam que as universidades possuem maior porcentagem dos cursos no país (56%), sendo que nesse caso, as públicas superam as privadas com 52% delas. Os centros universitários têm 11% dos cursos do país, as faculdades integradas 5% e as faculdades, escolas e institutos, 23% dos cursos.

### **2.3.4 Ensino de Enfermagem**

A criação dos primeiros cursos de enfermagem no Brasil, que em nenhum aspecto atendiam aos padrões modernos de enfermagem, está associada às necessidades emergenciais de cada momento histórico do país, ou seja, aos problemas de organização e funcionamento da sociedade e do Estado.

Apesar do ensino de enfermagem ter sido institucionalizado em 1923, esse cenário só muda quando, a partir da década de 30, com o processo de reorganização política, a saúde passa a ser uma das atribuições do Estado, e exige trabalhadores qualificados nessa área.

Através da Lei nº 775 de 06/08/1949, o Estado torna obrigatório o curso de enfermagem em todo centro universitário ou sede de faculdades de medicina. Teixeira (2006) interpreta tal ato, associado às transformações políticas e sociais, como sendo determinante na definição do ensino voltado para área hospitalar, centrado no modelo clínico e com aderência ao mercado de trabalho.

Esse cenário muda quando da Reforma Universitária de 1968, há a reestruturação do currículo, direcionando o ensino para uma abordagem tecnicista da saúde, afastando a compreensão dos determinantes sociais do processo saúde-doença.

Na década de 80, a Associação Brasileira de Enfermagem (ABEn), através dos Seminários Nacionais e Regionais, inicia a discussão e construção coletiva de políticas e propostas referentes ao ensino de enfermagem.

Teixeira (2006), analisou a difusão do ensino de enfermagem, a partir de dados disponibilizados pelo Ministério da Educação, em 1991 existiam 106 cursos de graduação em enfermagem no país. Em 2004 esse número passou para 415, o que significa um incremento de 291,5%. Os cursos da rede pública passaram de 61 em 1991, para 93 em 2004, enquanto que os cursos da rede privada passaram de 45 para 322.

## 2.4 ASPECTOS ARQUITETÔNICOS

### 2.4.1 Laboratórios

Os laboratórios são equipamentos onde são realizados ou ensinados métodos científicos, incluindo pesquisa, experimentos e medições.

Góes (2010) classifica os laboratórios em dois grandes grupos: pesquisa e desenvolvimento e controle de qualidade. As características dos laboratórios de pesquisa e desenvolvimento dependem das funções específicas e do produto ou matéria prima com que irão trabalhar. Já os laboratórios de controle de qualidade comportam layout mais rígido, uma vez que possuem rotinas estabelecidas.

Para Littlefield (2011), os laboratórios podem ser divididos em função das disciplinas científicas envolvidas e dos processos de trabalho, quais sejam: laboratórios molhados, laboratórios secos e laboratórios microbiológicos ou clínicos.

Os laboratórios molhados são os ambientes onde produtos químicos, drogas ou outras matérias físicas ou biológicas são utilizados, testados e analisados, necessitando tubulações, instalações de água, utilitários especializados e ventilação.

Os laboratórios secos possuem materiais de armazenamento seco, eletrônicos e/ou grandes instrumentos sem tubulações, mas que exigem controle preciso de temperatura, umidade relativa do ar e controle de pó e limpeza.

Os laboratórios microbiológicos ou clínicos envolvem trabalho com agentes infecciosos, exigindo elevados níveis de contenção, sistemas especializados de ventilação e tratamento de ar, controle de acesso, etc.

Segundo o mesmo autor, existe ainda os laboratórios de ensino, onde são desenvolvidas atividades de ensino, pesquisa e extensão. Encontrados no setor acadêmico, incluem escolas de ensino fundamental e médio e instituições de ensino superior, e podem ser molhados, secos ou microbiológicos ou clínicos. Além das necessidades específicas de cada tipologia, os laboratórios de ensino exigem, em geral, menor número de equipamentos e ainda espaço para os equipamentos de ensino e armários para pertences dos alunos.

Assim como em qualquer projeto arquitetônico, o planejamento de laboratórios exige a averiguação, junto aos usuários e autoridades reguladoras, das condições ambientais e práticas operacionais específicas, uma vez que tais critérios interferem diretamente nas características físicas e de serviço, bem como do custo operacional do equipamento.

O Brasil tem como base as Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego, as Resoluções da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDCs) e as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBRs), bem como o Código de Obras e Edificações de cada município.

#### **2.4.2 Diretrizes e Legislações**

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, os principais aspectos do planejamento de um laboratório são: segurança do pessoal, proteção da amostra, precisão dos resultados, eficiência no fluxo de trabalho, assim como a proteção do meio ambiente e dos riscos provenientes das atividades realizadas em seu interior.

Goés (2010) acrescenta ainda que esses aspectos, traduzidos em preocupações com contaminações, substâncias inflamáveis, cuidados com o meio ambiente e incêndios, demandam por instalações específicas, que devem ser considerados de maneira exigente e cuidadosa, como central de gases, sistemas de exaustão e insuflamento, climatização e fluxo laminar em salas especiais, esgotos especiais, mapa de risco e rotas de fuga.

Segundo Littlefield (2011), alguns laboratórios apresentam condições tão inofensivas como em qualquer outro ambiente. Em outros, porém, há riscos que precisam ser contidos e/ou controlados.

Essas ameaças estão relacionadas a componentes de natureza química, física, biológica ou radioativa que podem comprometer o meio ambiente, a saúde humana bem como a qualidade das atividades realizadas.

Considerando as peculiaridades de cada laboratório, é preciso delinear as atividades que serão desenvolvidas no ambiente para identificar os riscos associados e assim adotar as medidas de biossegurança, ou seja, de segurança, mitigação e controle das atividades de trabalho biotecnológico.

Tais riscos, associados aos procedimentos realizados, equipamentos de segurança e instalações dos laboratórios determinam quatro níveis de biossegurança (NB), a saber:

1. NB-1: adequado ao trabalho que envolva agentes bem caracterizados e conhecidos por não provocarem doenças em seres humanos e que impliquem em mínimo risco ao ser humano e meio ambiente;
2. NB-2: adequado ao trabalho que envolva agentes que possam causar doenças em seres humanos mas que não consistem em grande risco para quem aplica

as recomendações de biossegurança. As exposições laboratoriais podem causar infecção, mas a existência de medidas eficazes de tratamento limita o risco;

3. NB-3: adequado ao trabalho que envolva agentes que possam causar doenças graves em seres humanos e que possam representar grande risco para quem os manipula. Podem representar risco se disseminados na comunidade, mas geralmente existem medidas de tratamento e prevenção;
4. NB-4: adequado ao trabalho que envolva agentes que representem ameaça para o ser humano, representando risco a quem os manipula, tendo grande poder de transmissibilidade. Normalmente não existem medidas preventivas e de tratamento para esses agentes.

Para diminuir a exposição do ser humano e do meio ambiente aos agentes de risco são utilizados dois tipos de contenção: primária e secundária. A contenção primária caracteriza-se pela associação de boas práticas laboratoriais e equipamentos de segurança (individual ou coletiva). A contenção secundária, utiliza edificações e instalações específicas adequadas.

A implantação dos critérios de biossegurança e contenção recomendados no projeto arquitetônico de laboratórios, exige recomendações e diretrizes específicas, que só poderão ser utilizadas quando a equipe de planejamento do laboratório determinar o nível de biossegurança e o tipo de contenção recomendado.

Assim, Littlefield (2011) sinaliza que a forma final de um laboratório será determinada por condicionantes e oportunidades específicas do sítio para cada projeto, além das necessidades detalhadas pelos usuários e determinadas por diretrizes e normas específicas.

A Agência de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde – ANVISA, possui o Regulamento Técnico destinado ao planejamento, programação, elaboração, avaliação e aprovação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde – EAS – (RDC nº 50 de 21/02/2002).

Na resolução, são definidas oito unidades funcionais considerando as atribuições e atividades desenvolvidas nos estabelecimentos assistenciais de saúde. Através de tabelas, são estabelecidos os ambientes necessários, o dimensionamento mínimo e as instalações específicas para cada unidade.

Como exemplo, a Tabela 1 a seguir, mostra as definições para a unidade funcional 4 – Apoio ao Diagnóstico e Terapia, onde são necessários alguns laboratórios, como de hematologia, parasitologia, urinálise, imunologia, microbiologia, micologia, virologia, bioquímica e biologia. A área mínima para tais laboratórios é de 14,0 m<sup>2</sup> para um laboratório geral e 6,0 m<sup>2</sup> para laboratórios específicos, e são necessárias instalações de água fria, coleta e afastamento de efluentes diferenciados, elétrica diferenciados, gás combustível, elétrica de emergência, exaustão e, se necessário, apresentação do layout da sala com equipamento.

Tabela 1 Aspectos de dimensionamento de espaços e instalações prediais dos ambientes dos EAS

UNIDADE FUNCIONAL: 4 - APOIO AO DIAGNOSTICO E TERAPIA				
Nº ATIV.	UNIDADE / AMBIENTE	DIMENSIONAMENTO		INSTALAÇÕES
		QUANTIFICAÇÃO (min.)	DIMENSÃO(min.)	
4.1	Patologia Clínica			
4.1.1; 4.1.2	Box de coleta de material	1 para cada 15 coletas / hora.	1,5 m <sup>2</sup> por box. Um dos boxes deve ser destinado a maca e com dimensão para tal	
4.1.1; 4.1.2	Sala para coleta de material	Caso haja só um ambiente de coleta, este tem de ser do tipo sala	3,6 m <sup>2</sup>	HF
4.1.2	Área para classificação e distribuição de		3,0 m <sup>2</sup>	HF
4.1.4	Sala de preparo de reagentes		3,0 m <sup>2</sup>	HF;CD;E
4.1.3 a 4.1.7 4.9.8; 4.9.9	Laboratório de hematologia	1. A depender do tipo de atividades exercidas pelo EAS, o laboratório	14,00 m <sup>2</sup> para um laboratório "geral". 6,00 m <sup>2</sup> para um laboratório específico (ex.: hematologia)	HF;CD;ED;FG; EE;E;ADE
4.1.3 a 4.1.7	Laboratório de parasitologia Área de preparo Área de microscopia	pode subdividir-se em vários outros. Quando existir UTI, UTQ ou emergência no estabelecimento		
4.1.3 a 4.1.7	Laboratório de urinálise	tem de haver um laboratório dando		
4.1.3 a 4.1.7 4.9.8; 4.9.9	Laboratório de imunologia -Câmara de imunofluorescência	suporte a estas unidades por 24 horas. A câmara de imunofluores		

4.1.3 a 4.1.7	Laboratório de bacteriologia ou microbiologia	ciência é optativa ADE.		
	Laboratório de			
	Laboratório de virologia - Antecâmara de paramentação - Sala de manuseio de células			
	Laboratório de bioquímica			

Fonte: ANVISA, 2002

Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>

A resolução apresenta ainda, variáveis que orientam e regulam as decisões a serem tomadas nas diversas etapas de desenvolvimento do projeto, como: circulações, condições ambientais de conforto e de controle de infecção hospitalar, instalações prediais e condições de segurança e incêndio.

A FUNASA desenvolveu diretrizes para projetos físicos específicos para laboratórios de saúde pública da rede nacional, considerando o conceito de biossegurança.

Esses laboratórios têm como finalidade o desenvolvimento de ações de vigilância em saúde e sua programação funcional é definida, assim como na RDC nº 50 da ANVISA, em unidades funcionais a partir das atribuições, de suas conseqüentes atividades (Tabela 2) e dos desdobramentos em subatividades.

Tabela 2 Atribuições e atividades dos laboratórios de saúde pública

Atribuição	Atividade
1. Biologia médica Material biológico	Realização de análises de: - Bacteriologia - Virologia - Parasitologia - Micologia - Patologia
2. Produtos e ambiente - Alimentos - Bebidas e águas - Medicamentos - Saneantes domissanitários - Cosméticos - Materiais ambientais	Realização de análises de: - Físico-química - Microbiologia - Microscopia de alimentos e medicamentos - Contaminantes químicos
3. Formação e desenvolvimento de RH e pesquisa	- Cursos e treinamento - Atualização técnico-científica - Pesquisas
4. Apoio técnico	Coleta, recepção e triagem de amostras biológicas Recepção e triagem de amostras de produtos Preparo de meios de cultura Lavagem e esterilização de materiais Armazenamento de produtos de contraprova Biotério de experimentação
5. Apoio administrativo	Estatística e informação Gestão documental Administração do patrimônio Administração de pessoal Compras, orçamento, finanças, Faturamento, convênios Chefia e planejamento Coordenação da rede de laboratórios
6. Apoio logístico	Comunicação, segurança e vigilância Biossegurança, Qualidade e BPL Conforto e higiene pessoal Limpeza e zeladoria Manutenção Transporte Infra-estrutura predial Almoxarifado de materiais, equipamentos e reagentes Higienização da roupa

Fonte: FUNASA (2004)

Considerando as atividades e subatividades e o nível de biossegurança recomendado, essas diretrizes permitem estabelecer os ambientes necessários, bem como mobiliário, equipamentos e instalações necessárias para a realização das atividades propostas para o laboratório.

A Tabela 3 mostra a programação física para a unidade funcional 2 – Produtos e Meio Ambiente, para a atividade de físico-química, em realizar ensaios físico-químicos em

amostras de alimentos, bebidas, águas, medicamentos, saneamentos, cosméticos e materiais ambientais.

Tabela 3 Programação física para a unidade funcional 2 – Produtos e Meio Ambiente, para a atividade de físico-química

Subatividade	Ambiente	Mobiliário	Equipamento	Instalações	Observações
2.2.1.1. 2.2.1.11.	Área para recepção de amostras e administração.	Mesa e/ou balcão e armário e mesas.	Microcomputador, geladeira e freezer.	IT	Pode ser o mesmo ambiente.
2.2.1.2.	Área de determinações diversas.*	Bancadas com pia, bancadas com e sem castelo.	Estufa, estufa a vácuo, chapa elétrica, banho-maria, capela química para substâncias corrosivas, multiprocessador, liquidificador, moinho, vortex, ultrassom, centrífugas, autoclave, agitador magnético com e sem aquecimento, desintegrador, dissolutor, friabilômetro, durômetro, geladeira, freezer, câmara de luz UV.	FG, FV, FN, HF, HE, ED, EX	
2.2.1.3.	Sala de pesagem.	Mesa antivibratória para balança, bancada, armário.	Balança analítica, balança semi-analítica, Karl Fischer** (sob sistema de exaustão).	AC, EX	
2.2.1.4.	Área de extração com solvente.	Bancada com pia e sistema de exaustão, armários.	Chapa elétrica, extrator soxlet, capela química para solventes, geladeira para solventes à prova de explosão, rotavapor.	HE, HF, ED, EX	
2.2.1.5.	Área de análise de proteínas.	Bancada com pia, armários.	Sistema para determinação de proteínas (digestor, destilador e neutralizador de gases).	HF, HE	
2.2.1.6.	Área análise de cinzas.	Bancadas com sistema de exaustão.	Estufa, mufla.	EX, ED	

Fonte: FUNASA, 2004

As diretrizes da Funasa definem ainda critérios gerais de projeto, como localização, ocupação e zoneamento, circulações e fluxos, modulação, especificações de piso, parede e teto, esquadrias, bancadas e mobiliário, instalações, tratamento do ar, segurança e comunicações, equipamentos de segurança e descontaminação e descarte de resíduos.

Alguns desses aspectos são específicos ao nível de biossegurança, sendo indicados em tabelas como recomendados ou obrigatórios (Tabela 4). Tais diretrizes não abrangem as instalações com biossegurança quatro (NB-4).

Tabela 4 Especificações para paredes e painéis dos laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança

Níveis de Biossegurança		
1	2	3
		x
paredes em alvenaria devidamente vedadas, revestidas de materiais laváveis, resistentes a produtos químicos, em cores claras e foscas sem reentrâncias e com cantos arredondados.		

X – Obrigatório  
O – Recomendado

Fonte: FUNASA, 2004

Tabela 5 Especificações para piso dos laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança

Níveis de Biossegurança		
1	2	3
		x
<p>piso contínuo, monolítico, impermeável, antiderrapante, selado, sem reentrâncias e resistente a gases e produtos químicos.</p>		

X – Obrigatório  
O – Recomendado

Fonte: FUNASA, 2004

Tabela 6 Especificações para tetos e painéis dos laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança

Níveis de Biossegurança		
1	2	3
o	x	x
<p>tetos contínuos, devidamente vedados e impermeáveis, rebaixados ou não, revestidos de materiais laváveis, não porosos, resistentes a gases e produtos químicos, com vedação contínua e sem reentrâncias.</p>		
o		
<p>rebaixos em placas removíveis, nas circulações e nas áreas técnicas, administrativas e de apoio, podendo ser utilizados materiais acústicos.</p>		

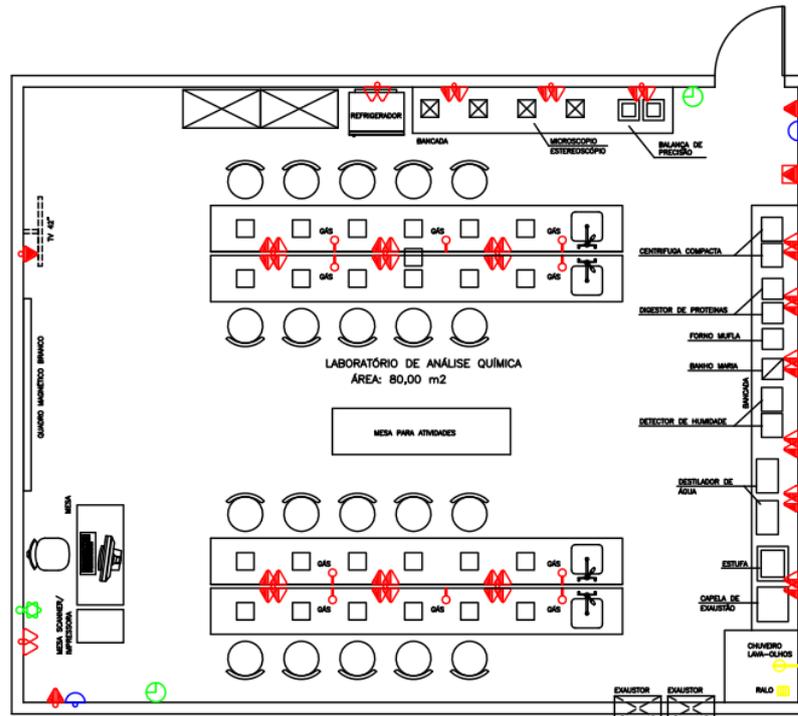
X – Obrigatório  
O – Recomendado

Fonte: FUNASA, 2004

O Ministério da Educação e Cultura – MEC desenvolveu em 2007, o programa Brasil Profissionalizado com o objetivo de fortalecer a educação profissional e tecnológica das redes estaduais de educação a partir da modernização e expansão das redes públicas de ensino médio integradas à educação profissional.

Para isso, foram elaborados 31 modelos que estabelecem as condições de infraestrutura e instalações dos equipamentos dos mais variados tipos de laboratórios utilizados nas escolas técnicas do país. A Figura 5 a seguir apresenta o layout padrão para o laboratório de análises químicas.

Figura 5 Layout padrão para os laboratórios de análises químicas



Fonte: Programa Brasil Profissionalizado – MEC, 2007

Disponível em:

[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13790&Itemid=993](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13790&Itemid=993)

Além das recomendações para o projeto arquitetônico e o projeto de instalações, foram elaboradas recomendações específicas, bem como os quantitativos dos equipamentos necessários para o funcionamento de cada laboratório.

Nos Estados Unidos, o *National Institute of Environmental Health Sciences* – NIEHS, desenvolveu o *Health and Safety Guide to Laboratory Ergonomics*, um guia de saúde e segurança do trabalho em laboratórios que, considerando princípios ergonômicos, procura ajudar na redução de esforços repetitivos e posturas inadequadas adotadas pelas equipes de pesquisas nos laboratórios. Neste guia, o NIEHS identifica os distúrbios ergonômicos mais comuns entre os funcionários de laboratórios, tais como: tenossinovite de Quervain, síndrome do Túnel Carpal, tendinite do Manguito Rotador, síndrome do Desfiladeiro Torácico, gânglios nos pulsos e lesões nas costas.

No mesmo país, a *National Science Foundation* (EUA), patrocinou um estudo (LabPlan) para o desenvolvimento e estruturação de critérios e padrões de planejamento. Esse estudo permite planejar e projetar laboratórios e ambientes de apoio para o ensino de

ciências através da aplicação de ferramentas, orientações e fornecimento dos dados necessários.

Um guia similar desenvolvido pelo *United States Department of Labor*, através da OSHA – *Occupational Safety & Health Administration*, define algumas recomendações para minimizar riscos ergonômicos no trabalho com pipetas, microscópios, exaustores e câmaras de segurança biológica nesses ambientes.

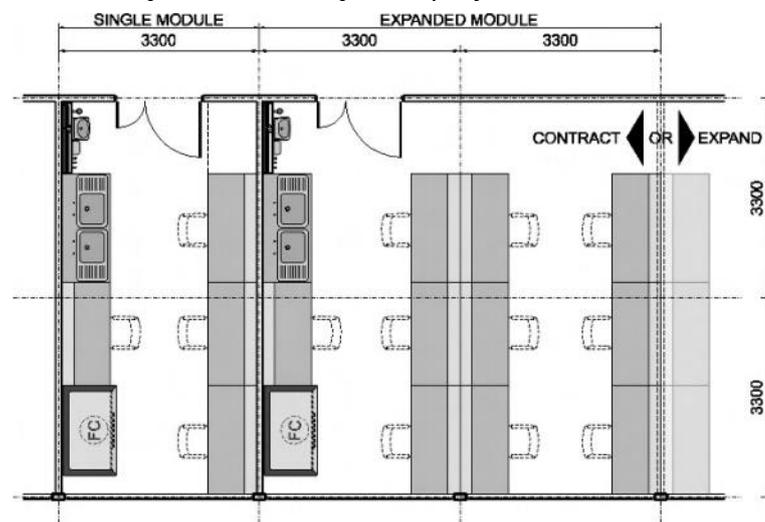
Littlefield (2011) utiliza como referência as normas do *British Standards Institution* (BSI) que fornecem orientações sobre segurança, instalações elétricas, hidráulicas e de gás, layout, bancadas e equipamentos, por exemplo.

O referido autor aponta alguns pontos chave para o planejamento e projeto de laboratórios, como flexibilidade, para comportar futuras mudanças sem a necessidade de alterações em grande escala e com o mínimo de incômodos às operações, interatividade, disponibilizando espaços que incentivem a interação entre cientistas e sustentabilidade, servindo como uma ferramenta de ensino e pesquisa para mudança de políticas.

Considerando tais pontos chave, Littlefield (2011) define um módulo básico de planejamento (Figura 6), que além de acomodar as exigências espaciais básicas e funcionais, maximiza a eficiência e o potencial de flexibilidade ou adaptação.

O módulo deve prever espaços adequados para paredes internas, bancadas, equipamentos fixos no chão, sistemas de exaustão e corredores que minimizem os conflitos de circulação ou riscos à segurança pessoal.

Figura 6 Utilização da modulação no projeto de laboratórios



Fonte: Littlefield (2011)

Baseado na legislação britânica, o autor apresenta tabelas, com padrões espaciais para laboratórios de ensino fundamental, médio e para laboratórios de pesquisa acadêmica e governamental. Essa distinção é feita em função do uso e das necessidades específicas em cada situação.

Nas escolas de ensino fundamental os laboratórios ocupam salas multifuncionais. Assim, as necessidades são mínimas e restringem-se a uma pia, piso lavável e mobiliário adequado para atividades práticas molhadas.

As escolas de ensino médio, os laboratórios são formados por conjuntos de salas, uma vez que são necessários ambientes de apoio, restrito aos funcionários, sala para projetos de ciências, sala de microbiologia ou uma estufa, por exemplo.

Nos laboratórios de pesquisa acadêmica, o espaço é dimensionado por pesquisador ou pelas exigências impostas por equipamentos específicos, o que gera grandes diferenças entre as instalações.

O autor ressalta ainda, que os setores privado e corporativo possuem parâmetros próprios para o dimensionamento de laboratórios. Para ele, tais parâmetros são pouco confiáveis, havendo uma ampla variedade entre os dados comerciais mínimos e máximos.

No Brasil, a educação é regida pelo Plano Nacional de Educação (Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014) que determina os objetivos da educação no país e pela Lei de diretrizes e bases da educação (Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996) que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

O Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação – MEC, é responsável pelo desenvolvimento de estudos, pesquisas e avaliações sobre o sistema educacional brasileiro, contribuindo para a formulação e implementação de políticas públicas em todos os níveis da área educacional.

Relativamente ao ensino superior, em 2007 o MEC instituiu o Plano Nacional de Educação – PNE, um instrumento de gestão administrativa e acadêmica elaborado pelas instituições de educação superior que identifica a missão, filosofia de trabalho, diretrizes pedagógicas, estrutura organizacional e atividades acadêmicas propostas. Tal documento, necessário para a validação do funcionamento da instituição, gera um compromisso da instituição com seu corpo social, com a comunidade científica-tecnológica, com o Ministério da Educação e com a sociedade em geral.

Com relação à infraestrutura física e instalações acadêmicas das instituições de educação superior, o artigo 16 do decreto nº 5.573 de 9 de maio de 2006, que dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino, especifica os elementos abordados no PNE:

1. Com relação à biblioteca: acervo de livros, periódicos acadêmicos e científicos e assinaturas de revistas e jornais, obras clássicas, dicionários e enciclopédias, formas de atualização e expansão, identificado sua correlação pedagógica com os cursos e programas previstos; vídeos, DVD, CD, CD-ROMS e assinaturas eletrônicas; espaço físico para estudos e horário de funcionamento, pessoal técnico administrativo e serviços oferecidos;
2. Com relação aos laboratórios: instalações e equipamentos existentes e a serem adquiridos, identificando sua correlação pedagógica com os cursos e programas previstos, os recursos de informática disponíveis, informações concernentes à relação equipamento/aluno; e descrição de inovações tecnológicas consideradas significativas;
3. Plano de promoção de acessibilidade e de atendimento prioritário, imediato e diferenciado às pessoas portadoras de necessidades educacionais especiais ou com mobilidade reduzida, para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte; dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, serviços de tradutor e intérprete da Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS. (BRASIL, 2006)

O inciso III do artigo 14 do mesmo decreto determina a avaliação in loco pelo INEP como fase obrigatória do processo de credenciamento das instituições de educação superior.

Para isso, o INEP elaborou um instrumento, aprovado pela portaria nº 92 de 31 de janeiro de 2014 do MEC, em que considerada cinco eixos de avaliação com pesos específicos, quais sejam: planejamento e avaliação institucional, com peso igual a 10, desenvolvimento institucional, com peso igual a 20, políticas acadêmicas, com peso igual a 20, políticas de gestão, com peso igual a 20 e infraestrutura física, com peso igual a 30.

Com relação ao eixo de infraestrutura física, o instrumento define as condições para verificação das condições apresentadas pela IES para o desenvolvimento de suas atividades de pesquisa, extensão e gestão. Os itens 5.14 e 5.15 do instrumento (Tabela 7), apresentam os indicadores a serem considerados na avaliação, relacionados à infraestrutura física aos serviços, respectivamente, dos laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas.

Tabela 7 Indicadores referentes à infraestrutura física de laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas

5.14. Laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas: infraestrutura física.	1	Quando <b>não existe</b> infraestrutura física para laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas.
	2	Quando a infraestrutura física dos laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas atendem de maneira <b>insuficiente</b> às necessidades institucionais, considerando, em uma análise sistêmica e global, os aspectos: espaço físico (dimensão, limpeza, iluminação, ventilação, segurança e conservação), plano de atualização e acessibilidade.
	3	Quando a infraestrutura física dos laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas atendem de maneira <b>suficiente</b> às necessidades institucionais, considerando, em uma análise sistêmica e global, os aspectos: espaço físico (dimensão, limpeza, iluminação, ventilação, segurança e conservação), plano de atualização e acessibilidade.
	4	Quando a infraestrutura física dos laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas atendem <b>muito bem</b> às necessidades institucionais, considerando, em uma análise sistêmica e global, os aspectos: espaço físico (dimensão, limpeza, iluminação, ventilação, segurança e conservação), plano de atualização e acessibilidade.
	5	Quando a infraestrutura física dos laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas atendem de maneira <b>excelente</b> às necessidades institucionais, considerando, em uma análise sistêmica e global, os aspectos: espaço físico (dimensão, limpeza, iluminação, ventilação, segurança e conservação), plano de atualização e acessibilidade.
5.15. Laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas: serviços.	1	Quando <b>não existem</b> serviços institucionalizados referentes aos laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas.
	2	Quando os laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas atendem de maneira <b>insuficiente</b> às necessidades institucionais, considerando, em uma análise sistêmica e global, os aspectos: serviços e normas de segurança.
	3	Quando os laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas atendem de maneira <b>suficiente</b> às necessidades institucionais, considerando, em uma análise sistêmica e global, os aspectos: serviços e normas de segurança.
	4	Quando os laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas atendem <b>muito bem</b> às necessidades institucionais, considerando, em uma análise sistêmica e global, os aspectos: serviços e normas de segurança.
	5	Quando os laboratórios, ambientes e cenários para práticas didáticas atendem de maneira <b>excelente</b> às necessidades institucionais, considerando, em uma análise sistêmica e global, os aspectos: serviços e normas de segurança.

Para a análise, o avaliador atribui conceitos de 1 a 5 para cada um dos indicadores de cada um dos cinco eixos, de acordo com a Tabela 8, a seguir:

Tabela 8 Critérios de análise dos indicadores dos eixos

CONCEITO	DESCRIÇÃO
1	Quando o indicador avaliado configura um conceito <b>NÃO EXISTE(M)/ NÃO HÁ, NÃO ESTÃO RELACIONADAS.</b>
2	Quando o indicador avaliado configura um conceito <b>INSUFICIENTE.</b>
3	Quando o indicador avaliado configura um conceito <b>SUFICIENTE.</b>
4	Quando o indicador avaliado configura um conceito <b>MUITO BOM/MUITO BEM.</b>
5	Quando o indicador avaliado configura um conceito <b>EXCELENTE.</b>

Fonte: MEC, 2014

A portaria SESu/MEC nº 1.518 de 14 de junho de 2000 disponibiliza o roteiro para verificação e autorização de cursos de graduação em enfermagem elaborado pela Comissão de especialistas de ensino de enfermagem da Secretaria de Educação Superior – SESu.

Cinco aspectos são considerados nesse roteiro, quais sejam: curso proposto, administração pedagógica do curso, infraestrutura e serviços de apoio ao funcionamento do curso e instituições e serviços de saúde para o desenvolvimento das atividades práticas (ensino clínico e estágio curricular). Cada aspecto é dividido em seções que possuem que relacionam os itens a serem verificados.

O aspecto relacionado à infraestrutura e serviços de apoio ao funcionamento do curso é dividido em três seções: acervo da biblioteca, instalações, serviços e funcionamento da biblioteca e estrutura física, administrativa e didática para o funcionamento do curso de graduação em enfermagem.

A Tabela 9 relaciona os itens a serem avaliados referentes à estrutura física, administrativa e didática para o funcionamento do curso de graduação em enfermagem.

Tabela 9 Itens referentes à estrutura física, administrativa e didática para o funcionamento do curso de graduação em enfermagem

ITENS AVALIADOS	CONCEITOS A B C D
Atendimento à Portaria Ministerial nº 1.679 de 2/11/99 - infraestrutura necessária aos portadores de necessidades especiais	
Salas de aulas: • capacidade para atender ao nº de alunos, turmas e natureza do curso ventilação e luminosidade mobiliário	
Salas destinadas a professores, direção, coordenação e serviços administrativos do curso	

Laboratórios da área básica e específicos de enfermagem, que estejam de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): <ul style="list-style-type: none"> <li>• equipamentos de biossegurança</li> </ul> área física equipamentos atualizados e em quantidade necessária ao nº de alunos e de turmas mobiliário pessoal técnico específico em quantidade e qualificação	
Laboratórios de informática com capacidade para o número de alunos e turmas, que estejam de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	
Instalações e área física especiais (sanitários, cantinas, salas de reuniões e outros) destinadas ao corpo docente, discente e técnico-administrativo	
Plano de expansão de infra-estrutura física, administrativa e didática relativas ao curso proposto	

Fonte: MEC, 2000

Para a análise, a Comissão de Verificação atribui conceitos A, B, C ou D para cada item. O conceito da seção é definido de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10 Critérios para avaliação dos itens referentes à estrutura física, administrativa e didática para o funcionamento do curso de graduação em enfermagem

Critérios para avaliação:	
Conceito A	13 conceitos A
Conceito B	13 conceitos A e B
Conceito C	13 conceitos A, B e C
Conceito D	menos de 13 conceitos A, B e C

Fonte: MEC, 2000

O conceito final é definido a partir da média final, considerando pesos específicos para cada seção, conforme a Tabela 11 a seguir:

Tabela 11 Conceito final da avaliação para o curso de graduação em enfermagem

ASPECTOS CONSIDERADOS	CONCEITO	VALOR ATRIBUÍDO	PESO	VALOR PONDERADO
B - DO CURSO PROPOSTO				
B.1 - CONCEPÇÃO, FINALIDADES E OBJETIVOS			3	
B. 2 - PERFIL DO PROFISSIONAL A SER FORMADO			3	
B.3 - CURRÍCULO PLENO			3	
C - DO CORPO DOCENTE				

C. 1 - TITULAÇÃO			2	
C. 2 - REGIME DE TRABALHO			2	
C. 3 - QUALIFICAÇÃO (FORMAÇÃO E TITULAÇÃO) E EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL POR DISCIPLINA A SER MINISTRADA			3	
C. 4 - PLANO DE CARREIRA E REMUNERAÇÃO DO CORPO DOCENTE			2	
D - ADMINISTRAÇÃO PEDAGÓGICA DO CURSO				
D. 1 - QUALIFICAÇÃO/ADEQUAÇÃO DO (A) RESPONSÁVEL PELO CURSO			3	
E - INFRA-ESTRUTURA E SERVIÇOS DE APOIO AO FUNCIONAMENTO DO CURSO				
E.1 - BIBLIOTECA/ACERVO			2	
E.2 - BIBLIOTECA/INSTALAÇÕES/SERVIÇOS E FUNCIONAMENTO			2	
E.3 - ESTRUTURA FÍSICA, ADMINISTRATIVA E DIDÁTICA PARA O FUNCIONAMENTO DO CURSO			2	
F - INSTITUIÇÕES E SERVIÇOS DE SAÚDE PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES PRÁTICAS (ENSINO CLÍNICO E ESTÁGIO CURRICULAR)			3	
G- TOTAL			30	

Fonte: MEC, 2000

A Tabela 12 mostra os critérios de avaliação para definição do conceito final do curso de graduação em enfermagem:

Tabela 12 Critérios de avaliação para definição do conceito final do curso de graduação em enfermagem

Critérios para avaliação	Conceito Final
Média Final maior que 4,0	A
Média Final de 3,0 a 4,0	B
Média Final de 1,5 a 2,9	C
Média Final até 1,4	D

Fonte: MEC, 2000

A portaria define ainda exigências para autorização dos cursos:

Com relação aos conceitos, só será recomendada a autorização dos projetos de criação de cursos de graduação em enfermagem – bacharelado – com conceitos globais A e B. Projetos com conceito global C só serão recomendados após atendimento das propostas contidas no parecer da Comissão de Verificação. Os projetos com conceito global D não serão recomendados. (MEC, 2000)

Na esfera municipal, a lei que dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização de obras e edificações é o Código de Obras e Edificações.

O Código de Obras e Edificações de Teresina (Lei Complementar nº 3.608 de 2007) determina que as escolas de educação superior e as escolas complementares devem obedecer às mesmas prescrições relativas aos estabelecimentos comerciais. Ainda de acordo com a lei, a área mínima das edificações é definida em função de sua destinação e sua capacidade (área bruta por pessoa).

Assim, as instituições de educação superior devem ter no mínimo 9,00m<sup>2</sup> por aluno, sendo a área mínima de uma sala de 12,00 m<sup>2</sup>, conter um círculo inscrito de no mínimo 2,50m de diâmetro e ter o pé direito mínimo de 2,60m. Para os vãos de iluminação, ventilação e insolação natural de edifícios não residenciais, estes devem ser, no mínimo, de 1/6 da área útil do ambiente.

A partir da análise dos instrumentos de avaliação e da legislação pertinente no que tange aos requisitos da estrutura física das instituições de educação superior, é possível identificar a relação entre a qualidade ambiente construído destas e as diretrizes do PNE para a melhoria da qualidade do ensino.

Entretanto, tais instrumentos mostram-se pouco expressivos para favorecer o bom desenvolvimento das atividades acadêmicas. Além disso, quando associados à análise da legislação, recomendações e estudos existentes referentes aos laboratórios em geral, representam uma lacuna na legislação brasileira para o desenvolvimento de projetos específicos de laboratórios de instituições de educação superior.

Soma-se a isso, a fase crítica do processo de implantação dos cursos, que é a montagem dos laboratórios, uma vez que a maioria das instituições de ensino ocupam edificações que não foram concebidas para esse fim, como casas, fábricas ou edifícios comerciais.

### 3 METODOLOGIA

“Toda pesquisa é desenvolvida mediante a utilização cuidadosa de métodos e técnicas de investigação científica” (GIL, 2010).

Segundo Marconi e Lakatos (2010), o método, como a teoria da investigação, é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que permite alcançar o objetivo da pesquisa de forma científica, através do cumprimento de etapas pré-definidas.

Portanto, para atingir o objetivo geral da pesquisa em propor recomendações e direcionamentos para ambientes e postos de trabalho de laboratórios de enfermagem da educação superior, que considerem a relação entre usuário, ambiente construído e atividades realizadas, faz-se opção pela aplicação de métodos e técnicas variadas para levantamento, análise e interpretação dos dados necessários ao processo de investigação científica.

Assim, a pesquisa deve ter início com um levantamento da literatura para obtenção de conhecimento sobre os mais variados aspectos relativos ao tema e o contexto atual no qual o objeto de estudo está inserido.

Portanto, para conhecer e entender os ambientes de ensino superior, suas características físico-funcionais e ambientais, e sua interferência no desempenho, desenvolvimento e bem estar dos alunos, a pesquisa busca fundamentação teórica nas bases da Ergonomia do ambiente construído, antropometria, arquitetura e psicologia ambiental a partir de diversas fontes capazes de fornecer respostas adequadas à solução do problema proposto, quais sejam livros, periódicos, teses e dissertações.

Segundo Gil (2010), “quando o pesquisador consegue rotular seu projeto de pesquisa de acordo com um sistema de classificação, torna-se capaz de conferir maior racionalidade às etapas requeridas para sua execução, o que proporciona a obtenção de resultados mais satisfatórios”.

Ainda segundo o autor, os critérios adotados para classificar as pesquisas variam em função da finalidade e dos objetivos da pesquisa, da natureza dos dados e dos métodos empregados no levantamento, análise e interpretação desses dados.

De acordo com a finalidade da pesquisa, este trabalho enquadra-se, segundo Gil (2010), como uma pesquisa aplicada, pois busca, na aplicação do conhecimento, a solução de uma situação específica, ou seja, procura resolver problemas identificados no âmbito da sociedade que se vive.

Segundo seus objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, por proporcionar maior convivência com o problema em seus mais variados aspectos, buscando maiores esclarecimentos.

Quanto aos procedimentos empregados na coleta, análise e interpretação de dados, a pesquisa pode ser delineada através de um estudo de caso, que consiste, segundo Gil (2010), no estudo profundo e exaustivo de um objeto, através da observação, interrogação e coleta de dados, de maneira que se permita seu amplo e detalhado conhecimento.

Assim, esta pesquisa desenvolve-se a partir de um estudo de caso como delineamento para analisar o objeto de pesquisa inserido no contexto atual, utilizando vários métodos e técnicas de levantamento, análise e interpretação dos dados.

Segundo Marconi e Lakatos (2010), a maneira como os fatos são abordados (qualitativa/quantitativa) durante uma pesquisa científica, representa fator relevante no processo de investigação científica.

As autoras definem o método qualitativo como aquele que analisa e interpreta aspectos relacionados ao comportamento humano através do contato direto com o indivíduo, ambiente e a situação investigada.

Nesse contexto, esta pesquisa é classificada como qualitativa, pois utiliza o ambiente natural como fonte de dados, descreve o desenvolvimento interpretativo sobre o objeto e a situação, focando não só nos resultados, mas no processo como um todo.

Por se tratar de um estudo de caso, a amostragem é intencional, quando da escolha de laboratórios do curso de enfermagem de uma instituição de ensino superior, a partir da viabilidade de acesso e anuência da mesma à participação no desenvolvimento da pesquisa.

### 3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Por se tratar de um estudo de caso, a amostragem é intencional, quando da escolha de laboratórios do curso de enfermagem de uma instituição de educação superior privada, a partir da viabilidade de acesso e anuência da mesma à participação no desenvolvimento da pesquisa.

A população foi composta por alunos da referida instituição de ensino, entre os meses de agosto e dezembro de 2014, considerando além do anonimato de todos os participantes, os seguintes critérios:

- Inclusão – professores, funcionários e alunos regularmente matriculados do curso de enfermagem, no período 2014.2 da instituição de educação superior estudada;
- Exclusão – alunos que não estejam matriculados no curso de enfermagem, bem como alunos menores de 18 anos e alunos, professores e funcionários afastados por licença médica.

### 3.2 ASPECTOS ÉTICOS

De acordo com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde que determina o uso do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, esta pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências de Saúde da Universidade Federal de Pernambuco – CEP/CCS/UFPE, para garantir proteção aos participantes. Desta forma, a coleta de dados da pesquisa proposta foi realizada somente após aprovação desta pelo referido comitê.

A participação dos usuários nessa pesquisa permitiu a identificação dos aspectos físicos do ambiente que, na sua percepção, interferem na segurança, conforto e uso adequado dos laboratórios e seus postos de trabalho, bem como a compreensão do comportamento postural dos alunos, e avaliação dos constrangimentos corporais envolvidos na sustentação da postura.

Assim, a pesquisa produzirá benefício indireto aos participantes e à população em geral, a partir da elaboração, melhoria e atualização de diretrizes para concepção e execução de laboratórios que possibilitarão diminuir os riscos de fadiga, aumentar a segurança, satisfação e conseqüentemente o desempenho e qualidade de vida do aluno.

Ainda que toda pesquisa científica envolva riscos, nesta investigação estes foram mínimos e restritos ao constrangimento da presença do pesquisador no ambiente de ensino ou da dificuldade e disponibilidade em responder o questionário. Assim, em função do caráter da pesquisa estes foram minimizados, já que a participação foi voluntária, as entrevistas e a aplicação do questionário (não identificado) foram realizadas em local reservado, garantindo a privacidade e o anonimato do participante, e a observação começou assistemática a fim de interagir com alunos, professores e funcionários e tornar a presença do pesquisador habitual, para em seguida realizar a observação sistemática.

Além disso, por se tratar de pesquisa envolvendo ambientes físicos, solicitou-se à instituição de ensino selecionada, a anuência e autorização para realização da coleta de dados.

Todas as informações adquiridas no levantamento de dados (questionário, entrevista e observação) foram digitalizadas e serão armazenadas, sob responsabilidade da pesquisadora, no endereço informado no TCLE, pelo período de 05 (cinco) anos. Estes poderão ser utilizados em apresentações de eventos científicos, bem como em publicações de periódicos nacionais ou internacionais.

O levantamento de dados do projeto em tela só teve início a partir da aprovação, pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

A aprovação pelo comitê de ética e o TCLE encontram-se nos Anexos A e B, respectivamente.

### 3.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Por se tratar de um estudo de caso, esta pesquisa utiliza múltiplas técnicas de coleta e interpretação de dados. Segundo Gil (2010), “isto é importante para garantir a profundidade necessária ao estudo e a inserção do caso em seu contexto, bem como para conferir maior credibilidade aos resultados.”

Para isso, a escolha dos métodos parte da limitação de ordem prática, que não seja necessária a utilização de equipamentos específicos para levantamento e interpretação dos dados. Portanto, este trabalho adota a metodologia ergonômica para o ambiente construído – MEAC – (VILLAROUCO, 2007), o *Rapid Entire Body Assessment* – REBA (HIGNETT; MCATAMNEY, 2000), e a aplicação de dados antropométricos em projetos de design, no levantamento, análise e interpretação dos dados. Tais métodos caracterizam-se pela facilidade de aplicação e por utilizarem técnicas de observação, *walkthrough*, anotações, entrevistas, questionários, desenhos e levantamento fotográfico.

A MEAC é utilizada para analisar o ambiente construído, a percepção do usuário sobre esse espaço e as influências desse ambiente sobre o usuário; a aplicação de dados antropométricos em projetos de design objetiva registrar graficamente e analisar as incompatibilidades existentes entre o posto de trabalho e os usuários de dimensões

extremas; enquanto que o REBA, determina com clareza os pontos de desconforto dos usuários devido a posturas adotadas.

Tais situações ocorrem muitas vezes em consequência das inadequações de postos de trabalho, ambiente e seu layout, durante a realização da tarefa.

Assim, o uso em conjunto desses métodos e técnicas tem como objetivo a obtenção de resultados mais completos que permitam a proposição de recomendações satisfatórias para a melhoria e adequação do ambiente e do posto de trabalho que contemplem as exigências das atividades, considerando as restrições fisiológicas e necessidades psíquicas do usuário.

### **3.3.1 Metodologia Ergonômica para o Ambiente Construído – MEAC**

A ergonomia do ambiente construído relaciona-se com a forma como as pessoas interagem com o ambiente a partir dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e organizacionais. Uma análise ergonômica completa deve se basear não somente nos aspectos físico-ambientais preliminares mas, sobretudo, incluir uma apreciação antropométrica, com avaliação fisiológica, biológica, psicossocial. Enfim, uma análise global das necessidades laborais do ser humano (VILLAROUCO, 2007).

Portanto, a realização de uma apreciação ergonômica do trabalho no ambiente construído requer a utilização de uma metodologia específica, de modo a possibilitar a análise das atividades laborais produzidas no ambiente. Neste sentido, a Metodologia Ergonômica do Ambiente Construído (MEAC) vislumbra-se como suficiente para produzir a radiografia dinâmica da relação atividade versus ambiente construído ocupado.

A MEAC, desenvolvido por VILLAROUCO (2007) tem como base a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e divide a pesquisa em 05 etapas que consideram, além dos aspectos físicos do ambiente construído, a percepção do usuário em relação ao espaço, quais sejam: Análise Global do Ambiente, Identificação da Configuração Ambiental, Avaliação do Ambiente em Uso no Desempenho das Atividades, Percepção Ambiental pelo Usuário e Diagnóstico Ergonômico do Ambiente e Recomendações.

As três primeiras etapas consistem na análise das características físicas do ambiente, quais sejam:

1. Análise Global do ambiente

Nesta etapa o ambiente é analisado através da observação do local da pesquisa e entrevista informal com funcionários e usuários, objetivando o entendimento, numa abordagem macro, do sistema ambiente/homem/atividade e identificação das prováveis demandas ergonômicas.

## 2. Identificação da Configuração Ambiental

Consiste no levantamento do ambiente em função das características relativas ao dimensionamento, iluminação, ventilação, ruído, temperatura, fluxos, layout, deslocamentos, materiais de revestimento e condições de acessibilidade e segurança.

Para tanto, o pesquisador deve estar familiarizado com a tipologia do ambiente analisado a partir do conhecimento de legislações e/ou normas que estabelecem critérios de uso e funcionamento desse espaço.

Esse levantamento, feito através de entrevistas com usuários e funcionários, elaboração de fluxogramas, observação sistemática (*check-list*) e realização de medições (iluminação, temperatura e distâncias percorridas) tem como objetivo o conhecimento da tarefa realizada e das características desejáveis dos postos de trabalho, equipamentos e tecnologia utilizadas.

## 3. Avaliação do Ambiente em uso no Desempenho das atividades

Aqui a observação do ambiente acontece quando em uso, para se analisar sistematicamente a execução do trabalho, e identificar a interferência dos condicionantes espaciais no desempenho e produtividade do usuário.

Assim, recorre-se à aplicação da Antropometria para verificação da compatibilidade entre o posto de trabalho e necessidades fisiológicas do usuário, que pode facilitar ou não o desenvolvimento das atividades.

Concluída a caracterização física do ambiente, inicia-se a fase que analisa a percepção dos usuários sobre o espaço que utiliza.

## 4. Percepção Ambiental

Segundo VILLAROUCO (2007), o ponto chave da avaliação do ambiente construído é a percepção do usuário, pois este é o elemento que mais sofre com todas as sensações que o ambiente pode gerar.

Portanto, nesta etapa é necessária a utilização de ferramentas da psicologia ambiental (mapa mental, mapa cognitivo, poema dos desejos, constelação de atributos, entre outros) para identificar variáveis cognitivas e perceptivas, ou seja, para entender como

o usuário percebe o ambiente e quais fatores estão relacionados mais fortemente aos aspectos motivacionais.

Assim, pela facilidade apresentada na utilização da ferramenta em trabalhos de grupos de usuários, o método da Constelação de atributos vislumbra-se como mais adequado nesse processo.

Idealizada por MOLES (1968), o método permite a compreensão da consciência psicológica do usuário frente ao espaço que ocupa, ou segundo Schimidt (1974) nas palavras de Villarouco (2007), “uma separação da imagem estereotipada de um espaço, de sua imagem subjetiva, através do método dos atributos induzidos”.

Para a obtenção desses qualificativos, são feitas duas perguntas, propiciando a análise de duas esferas do ambiente construído, quais sejam a conceituação do espaço ideal, com a associação de ideias voltadas para as características espontâneas, e outra, que define o espaço real, com a associação de ideias a partir de características induzidas. Com esses dados, são gerados dois gráficos: um para o ambiente ideal e outro para o ambiente real.

Ainda segundo a autora citando Schmidt (1974), a técnica permite uma representação gráfica de fácil interpretação das respostas, pois permite agrupar sintética e ordenadamente uma grande quantidade de variáveis (atributos) enumeradas pelos participantes.

De acordo com os significados e afinidades das respostas, estas são classificadas por categorias, e as “distâncias psicológicas” calculadas a partir da frequência em que essas variáveis aparecem.

Assim, inicialmente determina-se a probabilidade relativa da associação de um atributo de acordo com a seguinte fórmula:

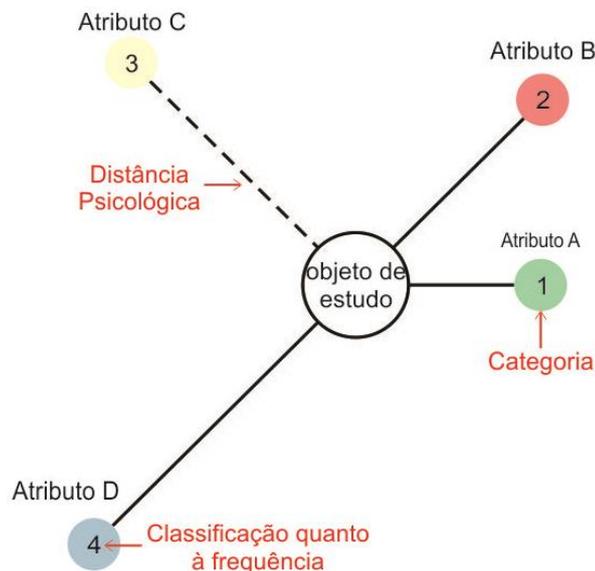
$$P_i = \frac{\text{n}^\circ \text{ de aparições do atributo } i}{N \text{ total de respostas}} \times 100$$

Em seguida, aplica-se esse resultado numa função logarítmica, que resulta na distância psicológica do atributo aplicando o cálculo a seguir:

$$D = \frac{1}{\log P_i}$$

Para construção do gráfico, o objeto de estudo (ambiente) é colocado no centro, de onde partem as conexões com os atributos. A distância do centro para os atributos (distância psicológica) determina a importância, maior (mais próximo) ou menor (mais distante), desse atributo na percepção do objeto, conforme a Figura 7 a seguir:

Figura 7 Modelo de um gráfico da Constelação de Atributos



## 5. Diagnóstico Ergonômico do Ambiente

Nesta última etapa deve-se confrontar os resultados encontrados ao final de cada etapa para gerar um diagnóstico ergonômico da situação estudada. A identificação dos aspectos positivos e negativos da relação ambiente/usuário/tarefa permite ao pesquisador sugerir melhorias ou correções, bem como estabelecer parâmetros para projetos futuros.

### 3.3.2 Avaliação do custo postural

Durante a realização de qualquer tarefa, o ser humano pode assumir diferentes posturas. Através dos conhecimentos adquiridos da biomecânica, sabe-se que para manutenção da postura, é necessária a atuação de grupos musculares, ossos e tendões que

trabalham contra a força da gravidade na permanência da posição relativa de partes do corpo.

Assim, a boa postura é fundamental para o desenvolvimento das atividades com conforto, segurança e bem estar e, para cada tipo de tarefa, existe uma determinada postura que pode ser considerada mais adequada. (IIDA, 2005)

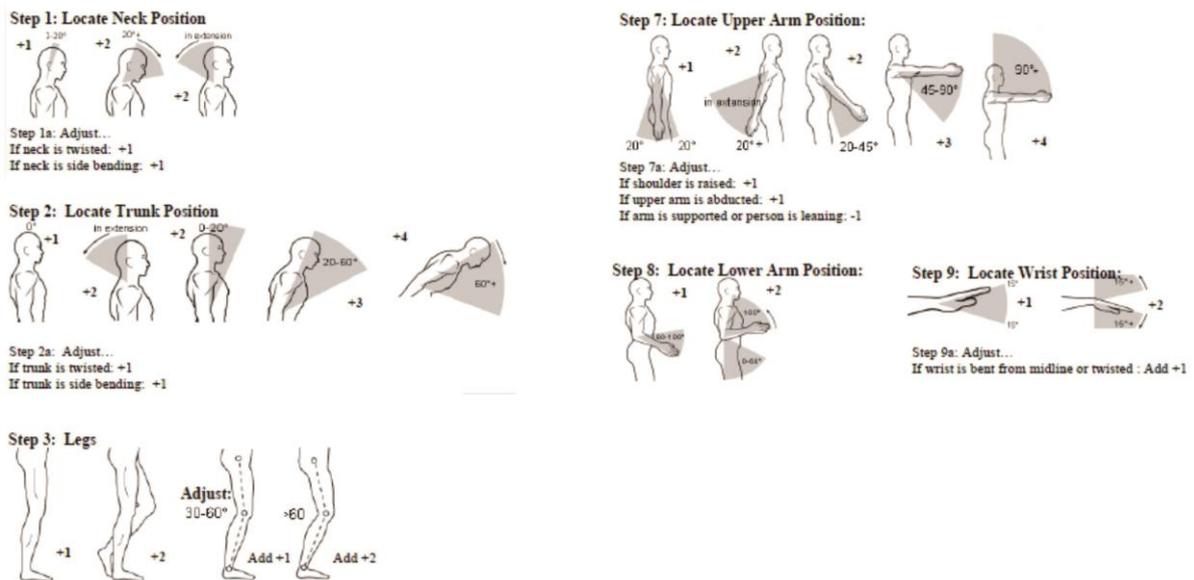
Existem vários métodos (quantitativos, semiquantitativos e subjetivos) e instrumentos de medição, registro (direta e indireta), e de avaliação dos constrangimentos corporais envolvidos na sustentação da postura, já que, segundo Iida (2005), uma simples observação visual não é suficiente para análise detalhada de determinadas posturas.

Como a terceira etapa da MEAC preconiza a avaliação do ambiente em uso no desenvolvimento das atividades, uma avaliação postural favorece e propicia essa análise a partir da identificação de constrangimentos corporais relacionados a posturas inadequadas, muitas vezes adotadas em consequência de postos de trabalho, ambientes ou arranjos inadequados.

Desenvolvido por Hignett e Mcatamney em 2000, o *Rapid Entire Body Assessment – REBA –*, derivado dos métodos RULA e OWAS, é uma ferramenta de análise sistemática de posturas não previstas, bem como de riscos posturais associados à realização de uma tarefa, abordando por completo as questões posturais, uma vez que considera todos os segmentos corporais.

Nesse método, duas tabelas são utilizadas para avaliar ou selecionar posturas corporais, esforços vigorosos, tipos de movimento ou ações, repetições e acoplamentos. Nessa planilha, o avaliador vai atribuir um valor para cada uma das seguintes regiões do corpo: pulsos, antebraços, cotovelos, ombros, pescoço, tronco, costas, pernas e joelhos (Figura 8).

Figura 8 Segmentos corporais considerados com respectiva pontuação



Fonte: Ergonomic Plus Inc., (2014)

Depois que os dados de cada região são coletados e valorados, as tabelas da planilha são utilizadas para compilar as variáveis dos fatores de risco, gerando um único valor que representa o nível de risco dos constrangimentos músculo esqueléticos.

Para essa primeira etapa, são realizadas entrevistas com os trabalhadores que serão avaliados para compreender melhor as tarefas do trabalho e as demandas, bem como a observação e registro dos movimentos e posturas assumidas pelo trabalhador durante alguns ciclos de trabalho.

A escolha das posturas a serem avaliadas deve basear-se em:

1. As posturas e tarefas mais difíceis no trabalho (a partir da entrevista com o trabalhador e da observação inicial);
2. A postura corporal que é mantida por mais tempo, ou
3. A postura onde ocorre a maior carga de força.

No uso do método, apenas um dos lados do corpo, direito ou esquerdo, é avaliado. Depois de entrevistar e observar o trabalhador, o avaliador pode determinar se apenas um braço deve ser avaliado, ou se a medição deve ser feita em ambos os lados.

A planilha é dividida em dois segmentos corporais (Grupo A e Grupo B). No Grupo A, são analisados o pescoço, tronco e perna. No Grupo B, são analisados braço, antebraço e pulso. Esta segmentação na planilha garante que qualquer postura inadequada ou restritiva

do pescoço, tronco ou pernas, que possa influenciar na postura dos braços e pulsos, será incluída na medição.

Tabela 13 Pontuação para pescoço, pernas e tronco

Tabela A	Pescoço												
	1				2				3				
	Pernas												
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fonte: Ergonomics Plus Inc., (2014)

Tabela 14 Pontuação para braço, antebraço e punho

Tabela B	Antebraço						
	1			2			
	Punho						
Braço	1	2	3	1	2	3	
	1	1	2	3	1	2	3
	2	2	3	4	3	4	5
	3	2	4	5	4	5	6
	4	3	5	6	5	6	7
	5	4	6	7	6	7	8

Fonte: Ergonomics Plus Inc., (2014)

Primeiro deverão ser preenchidos os valores do Grupo A (tronco, pescoço e perna), em seguida deverão ser preenchidos os valores do Grupo B (braço, antebraço e pulso), relativos à postura do trabalhador (Tabela 13 e Tabela 14). Para cada região, há uma escala de pontos e ajustes adicionais que devem ser considerados e somados na avaliação (Tabela 15).

Tabela 15 Pontuação de ajustes

Ajustes	Tabela A	
	Força / Carregamento	
	< 5 kg	0
	5 a 10 kg	1
	>10 kg	2
	choque ou acúmulo de força	1
	Tabela B	
Pega		

	bem ajustada	0
	aceitável, mas não ideal	1
	não aceitável, mas possível	2
	inaceitável, inseguro	3
<b>Tabela C</b>		
<b>Atividade</b>		
	mais de 1 minuto	1
	repetições (mais que 4x por minuto)	1
	diferentes alcances	1

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

A partir da verificação desses valores na última planilha, é estabelecido o nível de risco dos constrangimentos músculo esqueléticos, e a partir desse nível, identificar numa última tabela, a necessidade de ações para a melhoria das condições de trabalho do indivíduo envolvido no processo.

Tabela 16 Pontuação de riscos músculo esquelético

Tabela C												
Pontuação A	Pontuação B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.*, (2014)

Tabela 17 Pontuação final de riscos músculo esqueléticos e recomendações

Pontuação	Nível de risco e recomendações
1	risco insignificante, nenhuma ação é necessária
2 a 3	baixo risco, algumas mudanças podem ser necessárias
4 a 7	médio risco, investigação mais aprofundada, breves mudanças
8 a 10	alto risco, investigar e implementar mudanças
11 +	risco muito alto, implementar mudanças

Fonte: Ergonomics Plus Inc., (2014)

### **3.3.3 Aplicação de dados antropométricos**

Ao dimensionar um produto ou posto de trabalho e evitar incompatibilidade física entre este e o usuário, deve-se buscar referências nas dimensões do corpo humano (dados antropométricos) de forma comparada.

Para sugerir recomendações ou correções específicas para o posto de trabalho a fim de minimizar tais incompatibilidades, a aplicação dados antropométricos apresenta-se como uma ferramenta auxiliar do processo.

Para Quaresma (2001) uma das maneiras mais fáceis e práticas de se usar os dados antropométricos é a utilização de manequins antropométricos bidimensionais dos usuários extremos. Esses manequins são desenhos que representam o homem e a mulher dos percentis extremos (maior e menor) da população usuária, construídos a partir das medidas interarticulares do corpo humano em conjunto com os volumes do tronco e dos membros.

Assim, o dimensionamento do produto ou posto de trabalho pode ser conformado e arranjado aos usuários extremos para que nenhum dos dois seja prejudicado, a partir do posicionamento dos manequins na estação de trabalho, permitindo a análise das relações dimensionais entre usuário e posto de trabalho, bem como a identificação das incompatibilidades existentes no conjunto que possam interferir no conforto, usabilidade do produto e segurança do usuário e do sistema, como por exemplo, os requisitos de visibilidade e ângulos biomecânicos de conforto.

Para tanto, Quaresma (2001) sugere um procedimento elaborado em função do confronto entre procedimentos e instrumentos utilizados mundialmente, para conformação e dimensionamento de estações de trabalho e mobiliários, a partir da aplicação dos dados antropométricos, quais sejam:

1. Estabelecer requisitos e necessidades

Nesta etapa, são definidos os requisitos necessários ao funcionamento do produto e ao correto desempenho de uma tarefa, através da observação da interação usuário-produto, a partir da verificação do ambiente (estrutura e restrições onde o produto será utilizado), bem como da análise da tarefa (importância, localização, frequência e sequencia de uso dos componentes).

## 2. Identificar dimensões relevantes

Para a correta aplicação dos dados antropométricos num projeto, é necessário o reconhecimento de qual dado deve ser utilizado para resolver um determinado problema de design. Assim, esta segunda etapa trata da identificação das dimensões corporais que interagem diretamente com o produto, através de checklist, que relaciona o requisito da tarefa com a dimensão relevante para sua realização.

## 3. Definir a população usuária

Antes de se aplicar os dados antropométricos num projeto, é necessário identificar quais pessoas irão utilizar o produto, em função do gênero (masculino e/ou feminino), idade (crianças, adultos ou idosos) e nacionalidade.

## 4. Selecionar a porcentagem da população a ser acomodada

Um projeto que acomode 100% dos usuários torna-se inviável por condicionantes financeiros ou físicos (certos detalhes tornam-se muito grandes ou muito pequenos). Assim, deve-se projetar para que o maior número de usuários possa utilizar o produto de forma segura e confortável.

Com a definição dessa porcentagem, geralmente de 90% a 95%, define-se também os percentis extremos para cada uma das dimensões corporais.

## 5. Escolher o levantamento antropométrico mais adequado

Nesta etapa, é selecionado o levantamento antropométrico que mais se aproxime com as características da população em estudo (se possível, o levantamento antropométrico da própria população), mesmo que seja de outro país.

Alguns fatores devem ser observados para evitar a inadequação do levantamento escolhido com a população usuária, tais como: gênero, idade, etnia e raça, tipo de atividade, nível sócio-econômico, bem como a idade desse levantamento.

## 6. Construir esquemas e/ou manequins antropométricos

De posse das dimensões corporais relevantes ao desempenho da tarefa e do levantamento antropométrico mais adequado, nesta etapa são construídos, em programas de modelagem virtual, como o AutoCAD, os esquemas ou manequins antropométricos dos percentis extremos. Estes podem ser desenhados nas três vistas (lateral/sagital, superior/cranial e frontal/coronal) ou diretamente em três dimensões.

## 7. Determinar tipos de roupas e adicionar valores

Nesta etapa, avalia-se a necessidade de acréscimos nos valores dos dados antropométricos pelo uso de roupas ou equipamentos específicos para realização da tarefa, já que estes podem significar restrição de movimentos do usuário, ou mesmo ocupar parte do espaço utilizado para sua acomodação.

#### 8. Estabelecer parâmetros de projeto

Para a concepção do projeto, são estabelecidos, nesta etapa, critérios fundamentais para adequação do produto aos requisitos visuais (ângulos de visão e movimentação da cabeça e raios de focalização), requisitos acionais (ângulos biomecânicos de conforto entre as articulações do corpo), além da identificação do usuário limitante para aquele requisito (maiores percentis para determinação das dimensões mínimas e menores percentis para determinação das dimensões máximas).

#### 9. Construir os parâmetros de projeto

Neste passo são acrescentados aos esquemas ou manequins dos percentis extremos, os parâmetros de projeto (campo de visão e área acional). Em seguida, faz-se a compatibilização dos dois, alinhando-os em pontos verticais e horizontais (articulações e/ou dimensões corporais) fundamentais para a execução da tarefa.

#### 10. Desenhar e dimensionar o projeto

A partir da compatibilização dos percentis extremos com os parâmetros de projeto (campo de visão e área acional), é que o novo produto começa a ganhar forma.

Aqui, devem aparecer detalhes de projeto que não são compatíveis aos dois percentis extremos, sendo necessária a possibilidade de ajuste. Para tanto, deve-se utilizar os dois percentis em conjunto para determinar a variação desse ajuste, do menor ao maior, privilegiando aquele que poderá sofrer maiores danos

#### 11. Construir modelos

Para avaliar o produto quanto ao atendimento às necessidades do usuário, deve-se construir um ou alguns modelos de teste em escala real.

Nesta etapa, esses modelos de teste ergonômico, feitos em papelão, fita crepe e sarrafos de madeira, são utilizados para verificação da relação entre a forma e as dimensões do produto com a acomodação, visualização e manipulação dos componentes pelo usuário.

#### 12. Preparar requisitos para teste

Neste momento, são definidos os condicionantes de teste do modelo construído na etapa anterior, quais sejam: quantidade e características dos sujeitos utilizados, quais

aspectos de observação, bem como quais instrumentos, equipamentos de apoio e pessoal necessários.

13. Testar e avaliar o modelo

Consiste no teste e avaliação do modelo, com os potenciais usuários do novo produto, e em seu local de trabalho, a partir de registros fotográficos ou em vídeo para verificação do correto funcionamento, do conforto e segurança do produto.

14. Ratificar ou retificar o projeto

Com o resultado da análise do teste, volta-se aos passos anteriores para realizar correções necessárias ao atendimento correto dos requisitos.

A autora ainda alerta que antes de dar início ao processo, deve-se atentar para alguns cuidados:

- As medidas de produtos similares não devem ser utilizadas, já que podem apresentar incompatibilidade quanto às necessidades do novo produto;
- Para dimensionar um produto, não utilizar as medidas do próprio corpo ou o homem médio, nem padrões médios ou medidas preestabelecidas para alguns produtos;
- Sempre utilizar dados antropométricos de percentis extremos.

Com a aplicação dessa metodologia, esperamos congregarmos dados, informações e elementos suficientes para atingir os objetivos propostos, contribuindo para a facilitação dos projetos para ambientes de laboratórios de ensino, com maior adequação e usabilidade.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A Instituição de Ensino Superior estudada, iniciou suas atividades pedagógicas em 05 de agosto de 2000, e atualmente oferece vagas semestralmente, através de processo seletivo (vestibular), para os cursos de bacharelado em Direito, Administração, Serviço Social, Enfermagem, Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.

Localizada no município de Teresina/PI, a Instituição ocupa cinco edificações (Figura 9), sendo quatro delas (Figura 9: Prédios 1, 2, 3 e 4) destinadas ao desenvolvimento das atividades acadêmicas e uma para as atividades administrativas (Figura 9: Prédio 5).

Figura 9 Mapa de localização e identificação das edificações da IES em estudo



Fonte: a autora

A infraestrutura disponibilizada para a realização das atividades acadêmicas constitui-se de salas de aula, bem como de laboratórios e salas específicas de cada curso, como Juizado Especial, ateliês de projeto e desenho, laboratório de conforto ambiental, tecnologia



Fonte: a autora

A partir das características arquitetônicas da fachada, do muro baixo com gradil e da presença e formato do jardim na entrada, é clara a impressão que a edificação tinha, originalmente, uso residencial, e posteriormente foi reformada, ampliada e adaptada para atender às necessidades e características específicas ao novo uso, bem como de acessibilidade (Figura 11).

Figura 11 Localização e acesso do Núcleo de Saúde



Fonte: a autora

Ao chegar à área externa da edificação, pouco se vê movimentação de entrada e saída de alunos, professores ou funcionários, uma vez que somente parte das disciplinas são desenvolvidas nos laboratórios.

No lote contíguo ao fundo do Núcleo de Saúde, encontra-se em construção, à época da pesquisa, uma edificação de três pavimentos para ampliação das instalações da IES com a disponibilização de mais salas de aula (Figura 12).

Figura 12 Ampliação das instalações da IES estudada



Fonte: a autora

Além dos laboratórios, apenas a coordenação do curso funciona no mesmo local. Para tanto possui uma sala de professores, recepção, banheiros e almoxarifado. Da recepção, tem-se acesso aos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia, Semiologia, Anatomia e Microscopia. O laboratório de Ciências Biológicas possui um acesso interno restrito a professores e funcionários, a partir do laboratório de Microscopia, e um acesso externo, para os alunos (Figura 13).

Figura 13 Acesso externo ao laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

Da recepção é fácil identificar as semelhanças com ambientes hospitalares, onde se observa a presença de revestimento cerâmico nas paredes, a predominância da cor branca, caracterizando ambientes limpos e estéreis, bem como professores, alunos e funcionários utilizando jalecos. As portas, em cada laboratório, possuem placas de identificação e visor em vidro transparente.

Ao percorrer os laboratórios, tem-se a nítida imagem da organização, limpeza e segurança, uma vez da presença constante dos responsáveis técnicos (enfermeira ou biólogo) bem como dos equipamentos de segurança.

Tais laboratórios são utilizados pelos alunos do 1º ao 6º período, para a realização das atividades práticas de algumas disciplinas, desenvolvendo assim a aplicação de métodos, técnicas e processos científicos (Tabela 18). Seu uso só é permitido aos alunos quando da presença de um professor ou do responsável técnico (enfermeira para o laboratório de semiologia ou biólogo para os demais laboratórios). Além disso, os alunos devem estar devidamente vestidos (jaleco com o nome do aluno, do curso e da instituição) e quando necessário, com equipamentos de proteção individual.

Tabela 18 Utilização dos laboratórios em função das disciplinas e período (bloco)

Laboratório	Disciplina	Bloco
Microbiologia e Parasitologia	Parasitologia	2
	Microbiologia e Imunologia	
Semiologia	Enfermagem no Contexto Profissional	1
	Educação em Saúde e Saúde Ambiental	2
	Enfermagem e Saúde Coletiva Saúde, Nutrição e Qualidade de Vida Bases Metodológicas de Cuidar em Enfermagem	3
	Enfermagem na Gerência dos Serviços Hospitalares Bases Técnicas e Científicas da Assistência de Enfermagem	4
	Enfermagem no Cuidado à Saúde da Mulher e ao Neonato	5
	Enfermagem no Cuidado à Saúde da Criança e Adolescente	5
	Enfermagem no Cuidado à Maturidade	5
	Enfermagem na Gerência dos Serviços de Saúde Pública	6
	Enfermagem no Cuidado à Família	6
	Enfermagem no Cuidado ao Adulto e ao Trabalhador	6
	Anatomia	Anatomia Humana
Microscopia	Biologia Celular e Genética Humana	1
	Histologia e Embriologia Humana	2
Ciências Biológicas	Bioquímica	1
	Biofísica	2
	Farmacologia	3
	Fisiopatologia	

Fonte: a autora

Na busca pela compreensão dos condicionantes físico-espaciais que podem interferir na usabilidade do espaço e conseqüentemente no aprendizado, esta pesquisa tem como foco principal tais laboratórios.

Laboratório de Microbiologia e Parasitologia (Figura 14): tem capacidade para 24 alunos e é utilizado para a realização de atividades de identificação de microrganismos patogênicos e parasitas que afetam a saúde humana, utilizando equipamentos e instrumentos adequados.

Figura 14 Laboratório de Microbiologia e Parasitologia



Fonte: a autora

Laboratório de Semiologia (Figura 15): comporta 32 alunos e serve para o treinamento das técnicas básicas de enfermagem, desenvolvendo as habilidades necessárias aos procedimentos diários e específicos do cuidar, como verificação de pressão, sinais vitais, punção venosa, técnicas de socorro e outros procedimentos.

Figura 15 Laboratório de Semiologia



Fonte: a autora

Laboratório de Anatomia (Figura 16): comporta 30 estudantes para permitir um melhor entendimento e reconhecimento da estrutura morfofisiológica do corpo humano, ou seja, estudar e identificar, a partir da verificação e comparação entre atlas e peças anatômicas, os órgãos e sistemas, bem como sua disposição geral no corpo humano.

Figura 16 Laboratório de Anatomia



Fonte: a autora

Laboratório de Microscopia (Figura 17): utilizado na identificação e análise de células, tecidos e microrganismos em lâminas com materiais e equipamentos adequados, este laboratório tem capacidade para acomodar 24 alunos.

Figura 17 Laboratório de Microbiologia



Fonte: a autora

Laboratório de Ciências Biológicas (Figura 18): neste laboratório, o aluno pode estudar biologia aplicando métodos e princípios científicos da química e da física, como na verificação dos processos químicos que ocorrem nos organismos vivos para compreensão das transformações de células vivas, enzimas e outros sistemas. Tem capacidade para acomodar 32 alunos.

Figura 18 Laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

#### 4.2.2 Identificação da Configuração Ambiental

Nesta etapa foi realizado o levantamento dos condicionantes físico-ambientais de cada laboratório, tais como: dimensionamento, mobiliário, condições de segurança, equipamentos, layout, materiais de revestimento e acabamento, instalações, temperatura, ruído, iluminação e acessibilidade.

Para isso, foram utilizados trena metálica, trena a laser, termômetro, luxímetro, sonômetro e higrômetro digitais.

As dimensões dos ambientes e aspectos relativos a mobiliário, layout, equipamentos de segurança, materiais de acabamento e revestimento e instalações foram comparadas ao que é estabelecido pelo Código de Obras e Edificações de Teresina (Lei Complementar nº 3.608 de janeiro de 2007), pelo MEC através do Programa Brasil Profissionalizado, e pela FUNASA a partir das Diretrizes para projetos físicos de laboratórios de saúde pública (2004), uma vez que tais instrumentos têm como referência as RDCs da ANVISA, as NRs do Ministério do Trabalho e Emprego e as NBRs da ABNT, bem como a inexistência de legislação específica para o desenvolvimento de projetos de laboratórios de instituições de educação superior. Posteriormente, as características específicas de cada laboratório serão tratadas separadamente.

A entrada do Núcleo de Saúde da IES estudada, acontece pela Rua Napoleão Lima, é utilizada por professores, alunos, funcionários e eventuais visitantes e dá acesso a recepção e ao laboratório de Ciências Biológicas. Ao contrário das demais edificações acadêmicas da

IES, nesta não existe controle de entrada ou saída de pessoas, o que passa uma sensação de insegurança.

O acesso à recepção se dá através de rampa, com inclinação suave e piso antiderrapante (Figura 19 – esquerda), mas tal espaço não possui mobiliário adequado para pessoas com deficiência, seja aluno, professor ou funcionário. Possui uma bancada com formato em “u” com duas alturas (aproximadamente 0,75m internamente e 1,20m externamente), em mdf branco. Observa-se ainda a existência de extintor de incêndio apenas neste local (Figura 19 – direita), mas não há sinalização de segurança contra incêndio e rota de fuga.

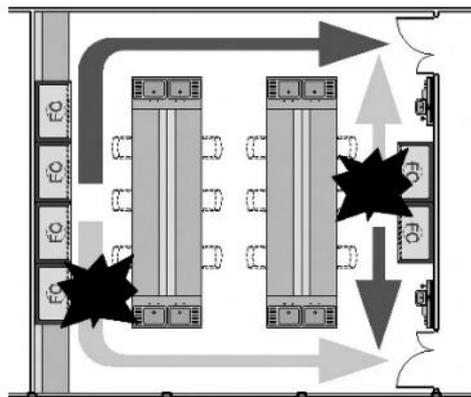
Figura 19 Rampa de acesso para recepção (esquerda) e extintores de incêndio (direita)



Fonte: a autora

Relativamente às rotas de fuga, Littlefield (2011) aconselha o planejamento de uma saída alternativa sempre que um equipamento num laboratório oferecer riscos à saúde, como uma explosão, como mostra a Figura 20 a seguir.

Figura 20 Exemplo de rotas de fuga quando há fontes de risco nos laboratórios



Fonte: Littlefield (2011)

Para a FUNASA, a implantação de laboratórios, com qualquer nível de biossegurança, deve considerar afastamento mínimo de 2,00 m das divisas. Em desacordo com tal recomendação, a edificação IES estudada possui afastamento lateral direito igual a zero, onde o laboratório de Ciências Biológicas faz limite com o lote vizinho (Figura 10).

O artigo 220 do Código de Obras e Edificações de Teresina, determina que as escolas de ensino superior e as escolas complementares devem obedecer às mesmas prescrições relativas aos estabelecimentos comerciais. O anexo 1 (Tabela 19) da referida lei define a área mínima das edificações em função de sua destinação e sua capacidade (área bruta por pessoa).

Tabela 19 Área bruta por pessoa conforme destinação

I	Número de quartos sociais x 2 + Número de quartos de serviço x 1	
II	Escritórios	9,00 m <sup>2</sup>
III	Lojas	3,00 m <sup>2</sup>
IV	Depósitos	10,00 m <sup>2</sup>
V	Pequenas oficinas	9,00 m <sup>2</sup>
VI	Comércio	9,00 m <sup>2</sup>
VII	Serviços	10,00 m <sup>2</sup>
VIII	Hotéis, pensionatos e similares	15,00 m <sup>2</sup>
IX	Hospitais, clínicas e similares	15,00 m <sup>2</sup>
X	Escolas	15,00 m <sup>2</sup>
XI	Locais de reuniões	9,00 m <sup>2</sup>
XII	Terminais rodoviários	3,00 m <sup>2</sup>
XIII	Oficinas e Indústrias	10,00 m <sup>2</sup>
XIV	Entrepósitos	15,00 m <sup>2</sup>
XV	Consultórios, clínicas e hospitais de animais	15,00 m <sup>2</sup>

Fonte: Código de Obras do Município de Teresina – Lei Complementar nº 3.608 de janeiro de 2007

O anexo 4 do Código de Obras e Edificações de Teresina define as dimensões mínimas dos compartimentos e dos vãos de iluminação, ventilação e insolação dos edifícios não residenciais, conforme a Tabela 20 a seguir:

Tabela 20 Dimensões mínimas dos compartimentos e dos vãos de iluminação, ventilação e insolação dos edifícios não residenciais

Compartimento	Círculo inscrito ( m )	Área mínima ( m <sup>2</sup> )	Iluminação e ventilação mínimas	Pé-direito mínimo ( m )
Hall do Prédio	2,00	6,00	1 / 10	2,20
Hall dos Pavimentos	1,50	2,25	-	2,20

Corredores	1,20	-	1 / 10	2,20
Ante-salas	2,00	4,00	1 / 6	2,60
Salas	2,50	12,00	1 / 6	2,60
Sanitários <sup>2</sup>	0,90	1,00	-	2,20
Lojas	2,00	6,00	-	3,00*
Sobrelojas	-	-	-	2,50*

Fonte: Código de Obras do Município de Teresina – Lei Complementar nº 3.608 de janeiro de 2007

Assim, de acordo com tal lei, as salas de instituições de educação superior, independente do uso, devem ter no mínimo 9,00m<sup>2</sup> por aluno, sendo a área mínima de uma sala de 12,00 m<sup>2</sup>, conter um círculo inscrito de no mínimo 2,50m de diâmetro e ter o pé direito mínimo de 2,60m. Para os vãos de iluminação, ventilação e insolação natural de edifícios não residenciais, estes devem ser, no mínimo, de 1/6 da área útil do ambiente.

O MEC, através do Programa Brasil Profissionalizado recomenda que a área útil mínima para laboratórios de análise química e semiotécnica de enfermagem e anatomia básica das redes estaduais de educação deve ser de 80,00m<sup>2</sup> e disponibilizar 20 postos de trabalho.

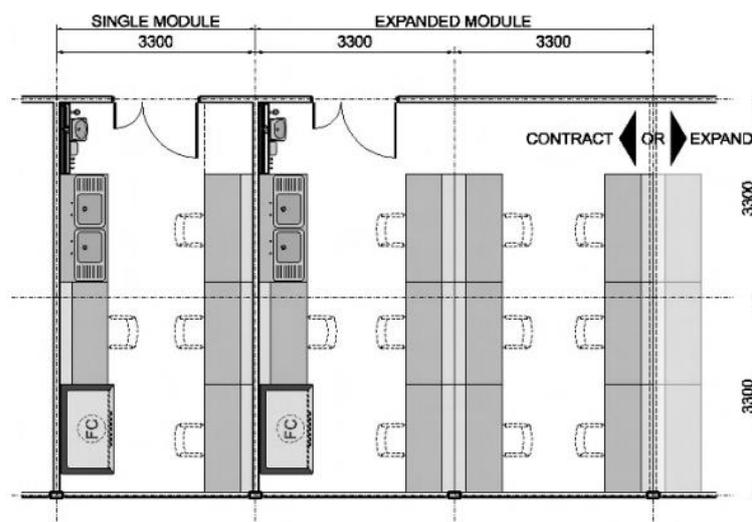
Com relação ao dimensionamento dos ambientes, a FUNASA recomenda a adoção de critérios de modulação, uma vez que “a utilização do sistema de modulação permite a racionalização do projeto, a padronização de elementos construtivos e a redução dos custos e do tempo de execução da obra”. Assim, recomenda um módulo básico para plantas de laboratório com dimensões de 3,00 a 3,60 metros de largura por 6,00 a 9,00 metros de comprimento, totalizando uma área mínima de 18,00m<sup>2</sup>. Vale ressaltar que dependendo do dimensionamento do laboratório, o módulo básico pode ser repetido criando diversas configurações.

Entretanto, não foi adotada tal recomendação, uma vez que esta não considera a capacidade do laboratório, tornando a área mínima muito inferior quando comparada às outras diretrizes.

Littlefield (2011) também indica a utilização de um módulo básico de planejamento, de 3,30 x 3,30m, que deve estar completamente ajustado ao projeto geral da edificação e disponibilizar espaços adequados para bancadas, equipamentos fixos no chão, sistemas de

exaustão e corredores que minimizem os conflitos de circulação ou riscos à segurança pessoal, como mostra a Figura 21 a seguir. Assim, segundo o autor, “é possível criar espaços eficientes, flexíveis, adaptáveis e que possam ser ampliados ou reduzidos para atender a diferentes necessidades”.

Figura 21 Utilização do módulo básico de laboratórios



Fonte: Littlefield (2011)

Apesar da sensação de amplitude, quando analisada de acordo com o Código de Obras e Edificações de Teresina, bem como com as recomendações do Programa Brasil Profissionalizado do MEC, a edificação não atende ao dimensionamento mínimo exigido em nenhum dos casos.

O laboratório que possui a maior área útil é o de Ciências Biológicas, com 65,21m<sup>2</sup> e 32 postos de trabalho. Assim, nenhum dos laboratórios atende às recomendações do MEC, apresentando área inferior aos 80,00m<sup>2</sup> recomendados e capacidade maior que a sugerida.

O pé direito dos laboratórios varia entre 2,80m a 2,50m, e alguns possuem rebaixo no teto. A Tabela 21 a seguir, mostra o pé direito e o rebaixo em cada ambiente:

Tabela 21 Pé direito e rebaixo dos laboratórios

Laboratório	Pé direito	Rebaixo
Microbiologia e Parasitologia	2,80	0,30
Semiologia	2,60	-
Anatomia	2,80	0,30
Microscopia	2,50	-

Ciências Biológicas	2,60	0,10
---------------------	------	------

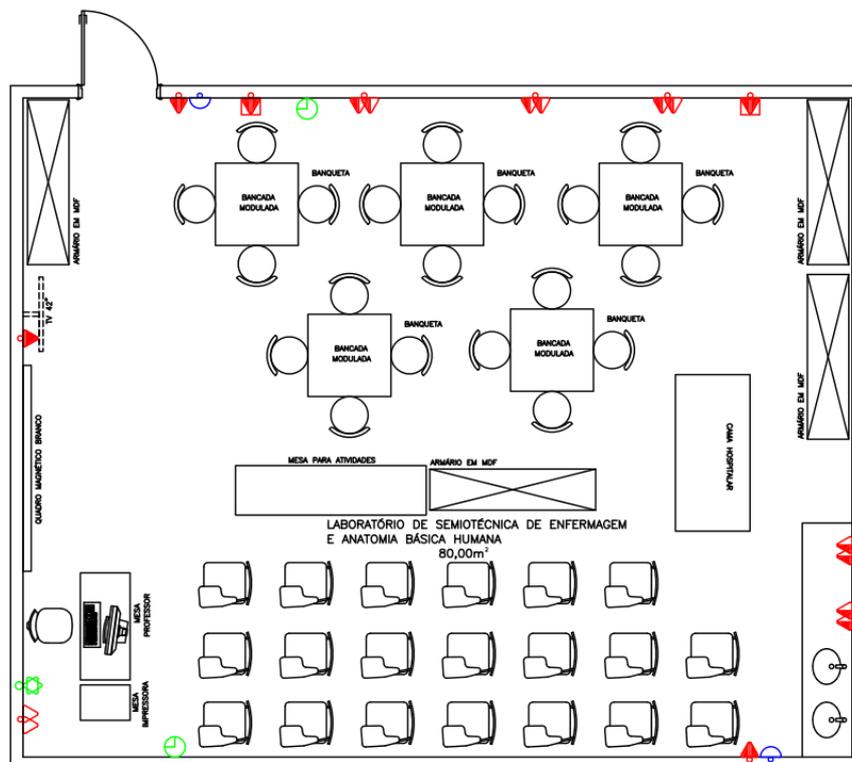
Fonte: a autora

Destaca-se portanto, que somente o laboratório de Semiologia atende à dimensão mínima exigida de 2,60m para o pé direito pelo Código de Obras do Município. Nos demais laboratórios, devido ao rebaixo, cai para 2,50m, ficando abaixo do recomendado.

De acordo com a Coordenação do curso de Enfermagem, a IES em estudo possui atualmente 135 alunos matriculados no referido curso, totalizando portanto, 3,50m<sup>2</sup> de área construída por aluno, o que representa um valor muito abaixo do mínimo estabelecido pelo Código de Obras e Edificações de Teresina. Entretanto, cabe lembrar que apenas as aulas práticas são realizadas em tal edificação. Os demais espaços, como área de convivência, lanchonete, auditório e biblioteca encontram-se distribuídas nos demais prédios (Figura 9).

Considerando o *layout*, o MEC sugere que as bancadas deverão ser distribuídas de acordo com cada tipo de laboratório, classificados em quatro: ilha, península, parede ou “u”. Em alguns casos, é previsto uma área voltada para explanação do professor, com o uso de carteira escolar, como mostra a Figura 22.

Figura 22 Layout de laboratório de Semiotécnica de enfermagem e Anatomia Básica



Fonte: MEC (2007)

Orienta-se, ainda, prever um espaço de aproximadamente 0,40m entre bancadas laterais e a parede e, também, no meio das bancadas centrais, a fim de permitir a instalação e manutenção de utilidades e evitar corredores muito extensos e sem saídas, para não criar áreas de confinamento.

Outros apoios, como prateleiras superiores, castelos, racks e volantes para colocação de materiais de pequeno volume e peso, devem ser utilizados apenas durante a realização dos procedimentos laboratoriais e para disponibilizar soluções de uso contínuo.

À exceção do laboratório de Anatomia, em que as bancadas são dispostas em ilha, com banquetas em toda sua volta, os laboratórios apresentam configuração do layout tipo península, em que as bancadas são encostadas nas paredes, deixando os três lados restantes para uso dos alunos.

Assim, o *layout* caracteriza-se por priorizar a acomodação máxima de alunos, sem considerar espaço contíguo para aula expositiva, bem como os afastamentos previstos para diminuir corredores e facilitar a manutenção de equipamentos.

Com relação ao mobiliário, os laboratórios da IES estudada possuem em comum o mobiliário para alunos e professores, como mesa e cadeira para professor, bancadas para grupos de alunos e banquetas individuais. As banquetas possuem assento com altura ajustável (parafuso), estofado com acabamento em couro preto, e estrutura metálica pintada de branco.

As bancadas para uso dos alunos possuem dimensões moduladas, permitindo a flexibilidade no layout e adequando-se às necessidades de cada laboratório. Nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia, Semiologia, Microbiologia e Ciências biológicas possuem tampo em granito cinza andorinha e estrutura metálica pintada de preto (Figura 23 – esquerda). Já no laboratório de Anatomia, as bancadas são em aço inox (Figura 23 – direita). Todas as bancadas (granito e inox) possuem vão livre abaixo do tampo para armazenar material dos alunos (Figura 23).

Figura 23 Bancadas em granito no laboratório de Microbiologia e Parasitologia (esquerda) e aço inox no laboratório de Anatomia (direita)



Fonte: a autora

Tais características são portanto compatíveis com as seguintes recomendações do MEC e da FUNASA, quais sejam: mobiliário modulado, com uso flexível e com mobilidade, bancadas devem ser constituídas de material rígido para suportar o peso de materiais e equipamentos, tenham a superfícies revestidas com materiais impermeáveis, lisos, sem emendas ou ranhuras e resistentes a substâncias químicas, possuam profundidade aproximada de 0,60 ou 0,70 m e altura aproximada de 0,90m, rodapé recuado no mínimo 0,15 m para posição em pé e bancadas livres para posição sentada, possuam cubas com profundidades adequadas ao uso, com o mínimo de 0,25m com canaletas, bojós e sifões de material quimicamente resistente às substâncias utilizadas.

A NR 17 do MTE (1996), no item 17.3, tem a seguinte redação relacionada ao mobiliário dos postos de trabalho:

17.3.1. Sempre que o trabalho puder ser executado na posição sentada, o posto de trabalho deve ser planejado ou adaptado para esta posição.

17.3.2. Para trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito em pé, as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação e devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

a) ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento;

b) ter área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador;

c) ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.

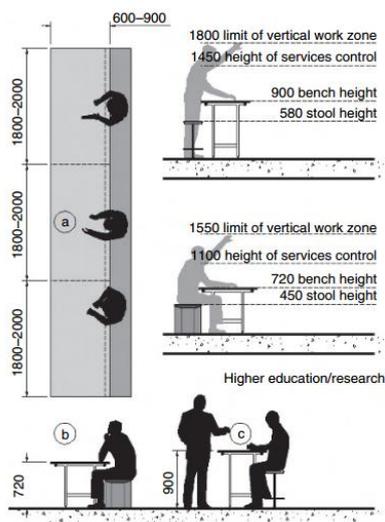
17.3.2.1. Para trabalho que necessite também da utilização dos pés, além dos requisitos estabelecidos no subitem 17.3.2, os pedais e demais comandos para acionamento pelos pés devem ter posicionamento e dimensões que possibilitem fácil alcance, bem como ângulos adequados entre as diversas partes do corpo do trabalhador, em função das características e peculiaridades do trabalho a ser executado.

17.3.3. Os assentos utilizados nos postos de trabalho devem atender aos seguintes requisitos mínimos de conforto:

- a) altura ajustável à estatura do trabalhador e à natureza da função exercida;
- b) características de pouca ou nenhuma conformação na base do assento;
- c) borda frontal arredondada;
- d) encosto com forma levemente adaptada ao corpo para proteção da região lombar. MTE (1996).

Littlefield (2011) define as dimensões para as bancadas usadas para ensino superior ou pesquisa no Reino Unido, considerando um módulo básico (Figura 24), além de recomendar que, sempre que possível, tenham regulagem de altura.

Figura 24 Dimensões recomendadas para as bancadas de laboratórios usadas para ensino superior ou pesquisa no Reino Unido



Fonte: Littlefield (2011)

Quanto aos critérios de segurança a FUNASA define as recomendações de acordo com a Tabela 22:

Tabela 22 Critérios de segurança para laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança

Níveis de Biossegurança			
1	2	3	
o	x	x	rotas de fuga e saídas de emergência identificadas com saída direta para a área externa da edificação, ou escadas de emergência.
	o	x	sistema de monitoramento do laboratório automatizado, em circuito elétrico separado e conectado a um sistema auxiliar de emergência.
	o	x	sistema de controle de acesso às áreas restritas centralizado, com monitoramento local e remoto.
		x	sistema de interfonia, ligando as áreas de contenção às áreas de suporte do laboratório e de apoio técnico da edificação.
x	x		sistema de interfonia ligando as áreas laboratoriais às áreas administrativas e/ou de apoio técnico da edificação.
x	x		portas de acesso aos laboratórios devidamente sinalizadas, com o símbolo internacional de risco biológico, com informação apropriada sobre o(s) microorganismo(s) manipulado(s).
	o	x	símbolo internacional de risco biológico fixado na porta de acesso ao laboratório, com informação apropriada sobre o(s) microorganismo(s) manipulado(s) com a(s) respectiva(s) classe(s) de risco, nome do pesquisador responsável e telefone para contato.

X – Obrigatório  
O – Recomendado

Fonte: FUNASA (2004)

Além disso, nas diretrizes da FUNASA são listados os equipamentos de segurança necessários de acordo com a Tabela 23.

Tabela 23 Equipamentos de segurança para laboratórios de saúde pública em função dos níveis de biossegurança

Níveis de Biossegurança			
1	2	3	
x	x		lava-olhos e chuveiro de emergência próximos às áreas laboratoriais em pontos estratégicos.
x	x		lavatório com acionamento automático, próximo à saída do laboratório.
		x	chuveiro e lava-olhos de emergência e lavatório com dispositivos de acionamento por controles automáticos em local adjacente à área de contenção do laboratório.
x	x		local dentro do laboratório, próximo ao acesso, para guarda de jalecos e outros equipamentos de proteção individual (EPIs).
		x	câmara pressurizada ( <i>air lock</i> ), para entrada e saída de técnicos e colocação e/ou retirada de jalecos e outros equipamentos de proteção individual (EPIs).
		x	saída de resíduos por sistemas de barreira, como, por exemplo, as autoclaves.

X – Obrigatório  
O – Recomendado

Fonte: FUNASA (2004)

De acordo com as atividades desenvolvidas, o nível de biossegurança dos laboratórios foi definido pelo técnico responsável da seguinte forma:

Laboratório de Microbiologia e Parasitologia: NB2, pois trabalham com amostras dos próprios alunos ou externos;

Laboratório de Semiologia: NB1, pois apesar de manipular perfuro-cortantes, estes são controlados e armazenados em caixas apropriadas;

Laboratório de Anatomia: NB1, pois não trabalham com cadáver;

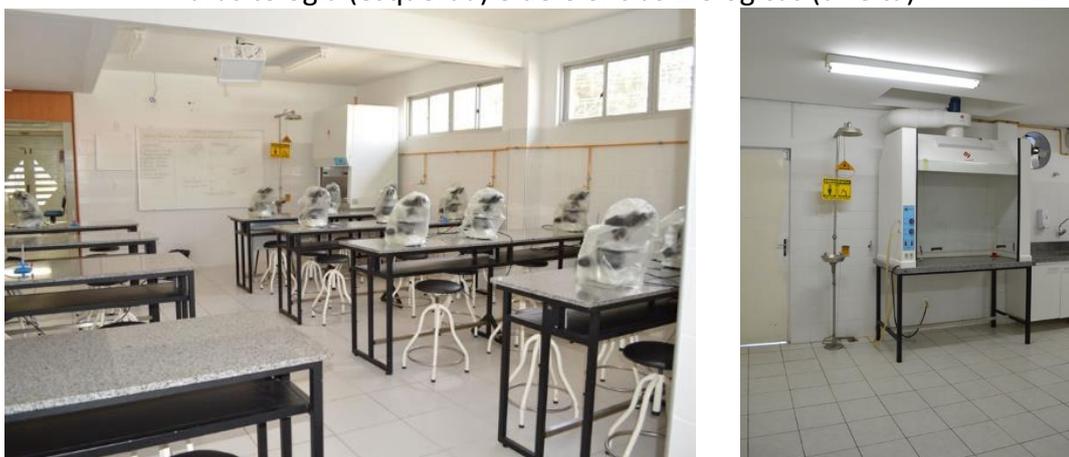
Laboratório de Microscopia: NB2, pois trabalham com lâminas; e

Laboratório de Ciências Biológicas: NB2, pois trabalham com animais.

Assim, contrariando as recomendações da FUNASA, nenhum dos laboratórios possui lavatório com acionamento automático, local para guarda de jalecos ou outros equipamentos de proteção individual (EPI) próximo à saída ou acesso, sistema de interfonia ligando as áreas laboratoriais às áreas administrativas e/ou de apoio técnico da edificação, nem mesmo portas de acesso aos laboratórios devidamente sinalizadas, com o símbolo internacional de risco biológico, com informação apropriada sobre o(s) microorganismo(s) manipulado(s). Todos itens obrigatórios para todos os laboratórios.

Apenas os laboratórios de Microbiologia e Parasitologia possuem lava-olhos e chuveiro de emergência próximo à saída (Figura 25) e somente o laboratório de Ciências Biológicas possui saída direta para a área externa da edificação.

Figura 25 Equipamento de segurança – lava olhos – nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia (esquerda) e de Ciências Biológicas (direita)



Fonte: a autora

Outro aspecto relacionado à segurança considerado pelo MEC, é o gerenciamento de resíduos concentrados de características tóxicas, corrosivas, inflamáveis e reativas. Estes não devem ser descartados diretamente na rede de esgoto, sendo recolhidos em contêineres específicos, identificados com símbolos de risco e, posteriormente, neutralizados ou encaminhados para seu destino final.

Nos laboratórios, todo resíduo produzido é quimicamente tratado pelo técnico responsável e assim podem ser eliminados normalmente na rede de esgoto. A limpeza dos laboratórios é feita diariamente e ao final de cada uso por um funcionário da IES. O técnico responsável faz a limpeza e tratamento específico de resíduos, materiais e equipamentos.

Os materiais perfurocortantes, matéria contaminada, são recolhidos ao final da aula, depositados em caixas específicas de segurança (Figura 26 – esquerda) e armazenados em local externo seguro e discreto, que não chame atenção dos alunos ou eventuais visitantes (Figura 26). A coleta e descarte é feita por empresa terceirizada uma vez por semana, uma vez que o volume de lixo produzido é pequeno.

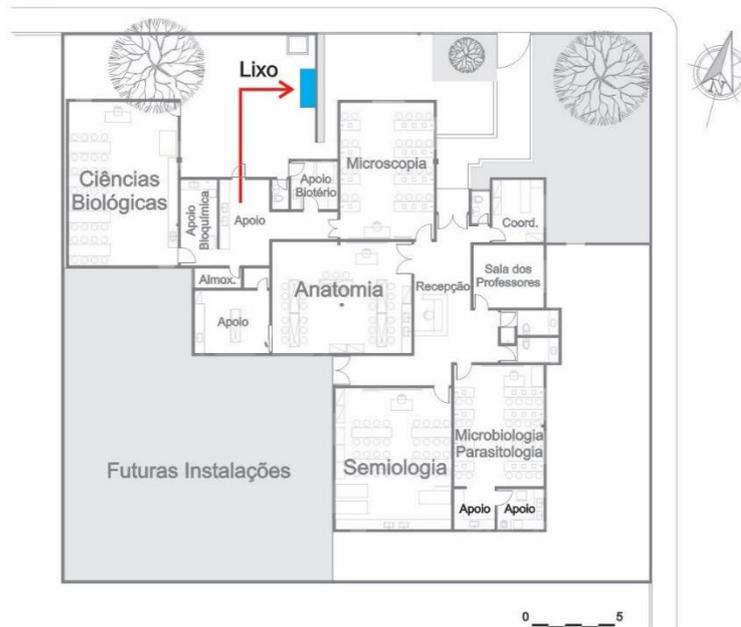
Figura 26 Caixa para descarte de materiais perfurocortantes (esquerda) e local para armazenagem e posterior coleta (direita)



Fonte: a autora

Já os vidros, que são materiais não contaminados, são armazenados em armários próximos à saída do apoio, para posterior coleta por empresa terceirizada. A Figura 27 a seguir, indica esse local na planta geral da edificação.

Figura 27 Saída e local de armazenagem do material perfurocrotante



Fonte: a autora

Relativamente aos materiais de construção e acabamentos, de acordo com o MEC, devem ser utilizados os que retardem o fogo, que proporcionem boa vedação, sejam lisos, não porosos, de fácil limpeza e manutenção, especificando:

Piso: deve ser impermeável, antiderrapante, resistente mecânica e quimicamente, com rodapés meia cana, e não deve apresentar saliência nem depressões que prejudiquem a circulação de pessoas ou a movimentação de materiais;

Paredes: devem ser claras, foscas e impermeáveis, revestidas com material que permita o desenvolvimento das atividades em condições seguras, sendo resistentes ao fogo e a substâncias químicas, além de oferecer facilidade de limpeza;

Teto: deve atender às necessidades do laboratório quanto à passagem de tubulações, luminárias, grelhas, isolamento térmico e acústico, estática. O pé direito, deve atender ao disposto no código de obras e edificações municipais, atendidas as condições de conforto, segurança e salubridade, estabelecidas na Portaria 3.214/78, que aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho.

Para os tetos, a FUNASA acrescenta os critérios mostrados na Tabela 24 a seguir:

Tabela 24 Critérios para os tetos dos laboratórios de saúde pública, em função do nível de biossegurança

Níveis de Biossegurança		
1	2	3
o	x	x
tetos contínuos, devidamente vedados e impermeáveis, rebaixados ou não, revestidos de materiais laváveis, não porosos, resistentes a gases e produtos químicos, com vedação contínua e sem reentrâncias.		
o		
rebaixos em placas removíveis, nas circulações e nas áreas técnicas, administrativas e de apoio, podendo ser utilizados materiais acústicos.		

X – Obrigatório  
O – Recomendado

Fonte: FUNASA (2004)

Com relação aos materiais de revestimento de piso e parede, todos os laboratórios possuem piso cerâmico 45x45 cm na cor branca, sem rodapé, e paredes em alvenaria revestida até 1,80m com cerâmica fosca 25x25 cm na cor branca, e acima disso, pintada com tinta fosca também na cor branca, atendendo parcialmente aos critérios recomendados.

Entretanto, alguns laboratórios possuem forro de gesso do tipo pé solto (reentrância), outros com laje de concreto emassada e pintada na cor branca e outros em

laje com rebaixo em gesso, não apresentando, em nenhum dos casos, as características requeridas de impermeabilidade, porosidade, resistência a gases e produtos químicos (Figura 28).

Figura 28 Forro de gesso nos laboratórios de Microscopia (esquerda) e forro de gesso com rebaixo no laboratório de Anatomia (direita)



Fonte: a autora

De acordo com as recomendações do MEC, as esquadrias devem ser amplas e distribuídas de tal forma que permitam uma boa iluminação e arejamento do laboratório, e específica:

Portas: devem sempre abrir para o lado de fora e não devem ficar situadas frente a escadas. Recomenda-se, também, que o laboratório tenha mais de uma porta. Caso não seja possível, as janelas devem favorecer a saída de emergência. Por isto, não devem ser obstruídas com armários, a fim de proporcionarem uma alternativa para saída de emergência. A largura mínima das aberturas de saídas deverá ser de 1,20m e com sentido de abertura da porta para a parte externa do local de trabalho. Recomenda-se o uso de visores em divisórias, paredes, portas e onde mais for possível. Os acabamentos das portas devem ser em material que retarde o fogo.

Janelas: recomendam-se as do tipo basculante por apresentarem maior segurança e por serem facilmente abertas e fechadas com um só comando de mão. As janelas devem estar afastadas das áreas de trabalho e dos equipamentos, tais como cabines de segurança biológica, balanças, estufas, fornos industriais e capelas de exaustão química, entre outros que possam ser afetados pela circulação de ar. Orienta-se que sejam localizadas acima de bancadas e equipamentos, numa altura aproximada de 1,20m do nível do piso e que a área de ventilação/iluminação seja proporcional à área do recinto, numa relação mínima de 1:5

(um para cinco). Deverá haver sistema de controle de raios solares, como persianas metálicas ou brises (anteparos externos instalados nas janelas que impeçam a entrada de raios solares, mas não impeçam a entrada de claridade). Porém, sob nenhuma hipótese deverão ser instaladas cortinas de material combustível. Para evitar ofuscamentos e cansaço visual, as bancadas devem receber iluminação de forma que os raios de luz incidam lateralmente em relação aos olhos do usuário do laboratório, e não frontalmente, ou em suas costas.

Já FUNASA recomenda que as portas de acesso aos ambientes laboratoriais, lavagem e esterilização e almoxarifado devem ter largura mínima de 1,10m, sentido de abertura observando os fluxos nas áreas laboratoriais e utilizar maçanetas tipo alavanca que permita a abertura sem a utilização das mãos. Para as janelas, os laboratórios com nível de biossegurança NB1 e NB2 devem permitir abertura e serem providas de tela contra insetos.

As portas dos laboratórios da IES estudada são do tipo de giro, em compensado de madeira, material combustível, possuem vão livre de 0,90m, menor que o recomendado pelas duas instituições, maçanetas do tipo alavanca e abertura para o interior do ambiente (Figura 29 – esquerda). No laboratório de Anatomia, o vão livre é de 1,80m, com duas folhas, caso fosse necessário passagem de mesa com cadáver (Figura 29 – direita).

Figura 29 Portas dos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia (esquerda) e portas dos laboratórios de Anatomia e Microscopia (direita)



Fonte: a autora

O laboratório de Ciências Biológicas possui dois acessos, um interno e outro externo. A porta de acesso interno é em compensado de madeira, sem visor de vidro, enquanto que a porta de acesso externo possui 0,90m de vão livre, é em chapa galvanizada com pintura

automotiva branca, com abertura para o interior, sem visor e com abertura para dentro do ambiente (Figura 30 – esquerda).

A circulação que dá acesso ao biotério e à bioquímica é feita pelo laboratório de Microscopia. Assim, esse laboratório também possui duas portas. A porta que dá acesso aos apoios é em madeira pintada de branco, com detalhes em vidro (Figura 30 – direita).

Figura 30 Acesso externo do laboratório de Ciências Biológicas (esquerda) e acesso ao biotério pelo laboratório de Microscopia



Fonte: a autora

Assim, a única característica das portas que satisfaz as condições do MEC ou da FUNASA é a presença de visor.

Com relação às janelas, são do tipo correr de alumínio e vidro transparente com 0,65m de altura e 1,45m de peitoril. No laboratório de Microbiologia e Parasitologia, o peitoril é igual a 1,85m. No laboratório de Ciências Biológicas as janelas do tipo basculante em metalon pintado de branco com vidro transparente também pintado de branco, com 1,50m de altura e 1,00m de peitoril. Em nenhum dos casos as janelas apresentam tela contra insetos.

Nenhum dos laboratórios atendeu à área mínima de iluminação e ventilação natural, de 1/5 da área útil do ambiente nas recomendações do MEC ou 1/6 da área útil do ambiente especificado pelo Código de Obras de Teresina. Os resultados, muito abaixo do exigido é apresentado na Tabela 25 a seguir:

Tabela 25 Área de iluminação e ventilação natural nos laboratórios

Laboratório	Área Útil	Código de Obras - 1/6	MEC - 1/5	Janelas Existentes
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Microbiologia e Parasitologia	39,70	6,61	7,94	3,25
Semiologia	59,85	9,97	11,97	3,90
Anatomia	56,70	9,45	11,34	1,62
Microscopia	46,67	7,77	9,33	2,60
Ciências Biológicas	65,21	10,86	13,04	4,50

Fonte: a autora

No laboratório de Ciências Biológicas, a capela de exaustão é posicionada em frente a uma das janelas, como mostra a Figura 31 a seguir.

Figura 31 Capela de exaustão em frente à janela do laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

Com relação à disposição das janelas nos ambientes e à direção da iluminação natural oferecida, todos os laboratórios possuem janelas laterais e de fundo para as bancadas. No laboratório de Ciências Biológicas, todas são pintadas de branco, impedindo a passagem de luz natural para o ambiente. Entretanto, de acordo com explicação do técnico responsável, tal solução é proposital devido às características das atividades realizadas neste laboratório.

Nos laboratórios de Semiologia e Microscopia, algumas janelas possuem cortinas do tipo painel de PVC (Figura 32), que apesar da facilidade de limpeza, é um material é combustível.

Figura 32 Cortinas do tipo rolô nos laboratórios de Semiologia (esquerda) e Microscopia (direita)



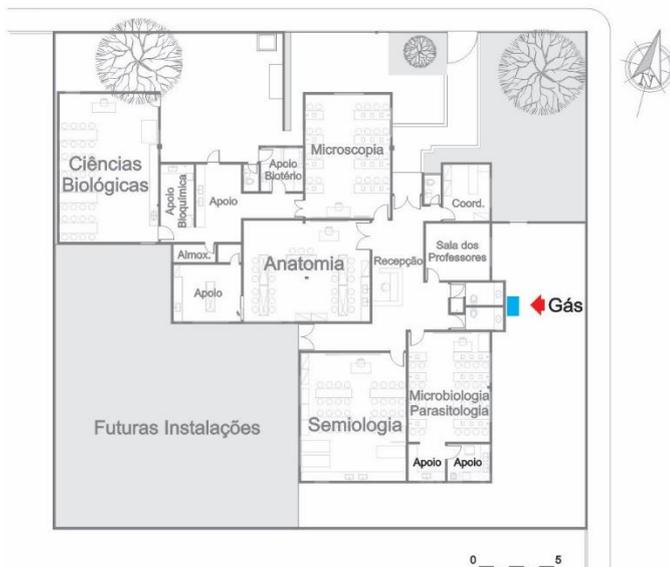
Fonte: a autora

Para as luminárias, o MEC recomenda as do tipo de embutir, e as lâmpadas fluorescentes devem ter proteção para evitar queda sobre a bancada ou o piso do laboratório. Assim, todos os laboratórios possuem luminárias inadequadas, uma vez que são do tipo de sobrepor com lâmpadas fluorescentes e não apresentam proteção.

Relativamente às instalações de gás, o MEC recomenda a de um único botijão, instalado fora do prédio, em uma caixa ventilada, porém fechada com cadeado e de preferência numa área inacessível a alunos, para uma maior segurança. A partir do botijão, a instalação deve ser feita através de tubulação de cobre dirigida para os locais onde se encontram os bicos de gás.

Seguindo a recomendação, a IES dispõe de um único botijão de gás, instalado fora da edificação, em uma caixa ventilada e trancada, numa área inacessível aos alunos (Figura 33). As tubulações em cobre, são externas às paredes, facilitando a manutenção.

Figura 33 Localização da instalação externa de gás



Fonte: a autora

Porém, a unidade externa chama atenção pelo improviso característico de tal instalação, como mostra a Figura 34. De acordo com o técnico, a placa de isopor em cima do gradil serve para disfarçar o arranjo, em caso de assalto, acontecimento comum na região.

Figura 34 Instalações de gás: caixa ventilada externa à edificação, registro de controle externo e distribuição nos laboratórios (da esquerda para a direita)



Fonte: a autora

As instalações elétrica e hidráulica devem ter tubulações externas às paredes a fim de facilitar os serviços de manutenção. Para os laboratórios com nível de biossegurança NB1 e NB2, os quadros de distribuição elétrica devem ficar dentro da área de contenção, com instalação de sistema de emergência constituído de um grupo motor-gerador, para alimentar a iluminação de emergência e os equipamentos que não possam sofrer interrupção de energia.

A edificação não dispõe de grupo gerador, e a iluminação de emergência resume-se a uma lâmpada de emergência na recepção (Figura 35 – esquerda). Com relação às instalações elétricas e hidráulicas, estas são embutidas nas paredes e apenas o laboratório de Ciências Biológicas atende ao estabelecido, com o quadro de distribuição na área de apoio (Figura 35 – direita).

Figura 35 Lâmpada de emergência na recepção (esquerda) e quadro de distribuição do laboratório de Ciências Biológicas (direita)



Fonte: a autora

A FUNASA indica para instalações das capelas de exaustão química, dutos para a área externa da edificação, com sua extremidade acima do ponto mais alto do prédio e das edificações vizinhas, longe de prédios habitados e de tomadas de ar do sistema de climatização.

A Figura 36 a seguir mostra a instalação da capela de exaustão do laboratório de Ciências Biológicas. Apesar do duto para área externa, esse fica abaixo da marquise de proteção, contrariando a especificação dada.

Figura 36 Duto da capela de exaustão do laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

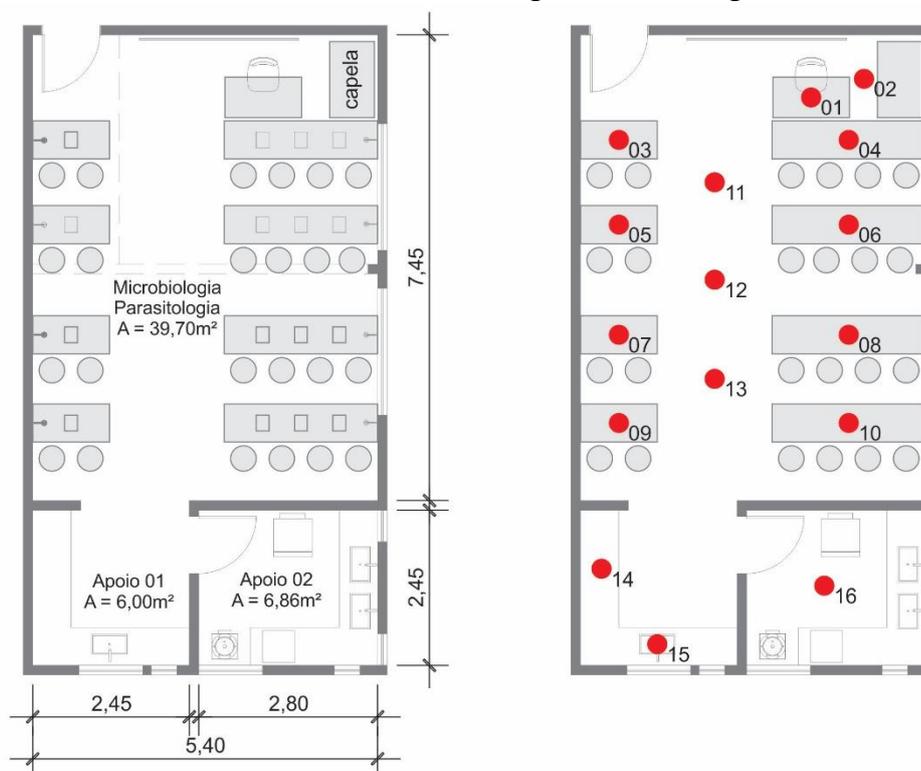
A seguir, serão apresentadas as características específicas de cada laboratório. Os resultados encontrados referentes à iluminância (tabela x) foram comparados à norma NBR 5.413 (ABNT, 1992), que estabelece iluminância adequada dentro dos limites de 150 a 300 lux para iluminação geral de laboratórios em ambientes de ensino, e de 300 a 700 lux para iluminação local.

Já as condições de conforto térmico e de umidade foram analisadas a partir das medições de temperatura e umidade em comparação com a NR 17 (Ministério do Trabalho e Emprego, 1996) que estabelece uma faixa de temperatura entre 20°C e 23°C e umidade não inferior a 40% para locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes.

No que diz respeito ao conforto acústico, os resultados encontrados foram comparados com os índices definidos pela NBR 10.152, que fixa entre 40 dB e 50dB o ruído aceitável para ambientes de ensino, seja em salas de aula ou laboratórios, e quando superiores a este, considerados desconfortáveis, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde.

Laboratório de Microbiologia e Parasitologia (Figura 37): com área de 39,70m<sup>2</sup> (5,40 x 7,35m), este laboratório possui oito bancadas que servem de apoio para dezesseis microscópios binoculares eletrônicos, bem como para o material individual dos alunos, além de um data show, um quadro branco, uma capela de fluxo laminar para o preparo de culturas (uso restrito ao técnico), um chuveiro com lava olhos para uso em casos de emergência que necessitem de água abundante para retirada de substância prejudicial, e instalações de gás (GLP) em cada bancada para uso de bico de Bunsen. Este laboratório possui duas áreas de apoio para Histologia (01 - 6,00m<sup>2</sup>; 02 - 6,86m<sup>2</sup>), contíguas ao laboratório, com bancadas em granito e pias em aço inox, armários em mdf, e equipamentos como banho maria, centrífuga, contador de culturas, agitador de tubos vortex, etc. Essas áreas são de uso restrito ao técnico.

Figura 37 Planta baixa com dimensões, layout (esquerda) e pontos de medição (direita) do laboratório de Microbiologia e Parasitologia



Fonte: a autora

Por se tratar de uma edificação reformada, apenas uma parte desse ambiente possui forro de gesso, diminuindo o pé direito em determinados espaços, mas deixando em outros, algumas vigas aparentes. O teto restante é em laje de concreto emassada e pintada na cor branca.

Para iluminação e ventilação natural, possui duas janelas altas de 45cm em alumínio e vidro transparente com folhas de correr. Possui ainda seis luminárias de sobrepor (2 lâmpadas fluorescentes tubulares cada), climatização com ar condicionado do tipo Split. O apoio para Histologia 01 possui uma janela de correr e um exaustor, e o apoio 02 possui três janelas do tipo basculante, uma luminária, um exaustor e um ar condicionado do tipo Split.

A Figura 37 direita apresenta os dezesseis pontos de medições realizadas no dia sete de outubro de 2014 às 17:30h, para aferição da iluminância, temperatura, ruído e umidade. Tais medições foram feitas fora dos horários de aula, com todas as lâmpadas acesas, janelas e portas fechadas e ar condicionado ligado, a uma altura de 0,88m do chão. As tabelas 26,

27, 28 e 29 mostram os valores encontrados nas medições em comparação com as normas e leis citadas anteriormente.

Tabela 26 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Microbiologia e Parasitologia

Ponto	Iluminância lux	NBR 5.413 – geral lux	NBR 5.413 – local lux
01	433	150 – 300	300 – 750
02	316	150 – 300	300 – 750
03	474	150 – 300	300 – 750
04	553	150 – 300	300 – 750
05	320	150 – 300	300 – 750
06	378	150 – 300	300 – 750
07	414	150 – 300	300 – 750
08	390	150 – 300	300 – 750
09	425	150 – 300	300 – 750
10	390	150 – 300	300 – 750
11	530	150 – 300	300 – 750
12	385	150 – 300	300 – 750
13	509	150 – 300	300 – 750
14	475	150 – 300	300 – 750
15	460	150 – 300	300 – 750
16	682	150 – 300	300 – 750

Fonte: a autora

Todos os pontos medidos, apresentaram valores dentro do limite estabelecido, caracterizando o ambiente como adequado para a realização das atividades.

Tabela 27 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Microbiologia e Parasitologia

Ponto	Temperatura °C	NR 17 °C
01	24,1	20 – 23
02	24,1	20 – 23
03	24,0	20 – 23
04	24,1	20 – 23
05	24,1	20 – 23
06	23,8	20 – 23
07	23,6	20 – 23
08	23,9	20 – 23
09	24,2	20 – 23
10	24,3	20 – 23
11	22,9	20 – 23
12	23,4	20 – 23
13	24,6	20 – 23
14	26,2	20 – 23
15	26,4	20 – 23

16	25,5	20 – 23
----	------	---------

Fonte: a autora

Dos dezesseis pontos medidos, apenas um ponto apresentou valor dentro do normatizado, mas muito próximo da temperatura máxima definida. Os outros quinze, mostram valores acima do recomendado em até 3,4°C, caracterizando desconforto no ambiente.

lida (2005) recomenda que a variação de temperatura no mesmo ambiente não deve ser superior a 4°C. Aqui, esta variação foi de 3,5°C, atendendo ao critério especificado.

Tal cenário pode ser resultado do subdimensionamento e posicionamento do ar condicionado, além da incidência direta dos raios solares na parede lateral do laboratório, uma vez que não existe vegetação ou qualquer outra barreira.

Tabela 28 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Microbiologia e Parasitologia

Ponto	Ruído dB	NBR 10.152 dB
01	64,0	40 – 50
02	61,8	40 – 50
03	63,4	40 – 50
04	63,9	40 – 50
05	63,9	40 – 50
06	65,1	40 – 50
07	63,7	40 – 50
08	63,5	40 – 50
09	64,7	40 – 50
10	64,8	40 – 50
11	64,0	40 – 50
12	64,3	40 – 50
13	64,0	40 – 50
14	62,0	40 – 50
15	61,8	40 – 50
16	59,2	40 – 50

Fonte: a autora

Todos os pontos medidos apresentaram nível de ruído acima do máximo estabelecido. De acordo com o observado, o barulho do ar condicionado foi o fator que mais contribuiu nessa situação.

Tabela 29 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Microbiologia e Parasitologia

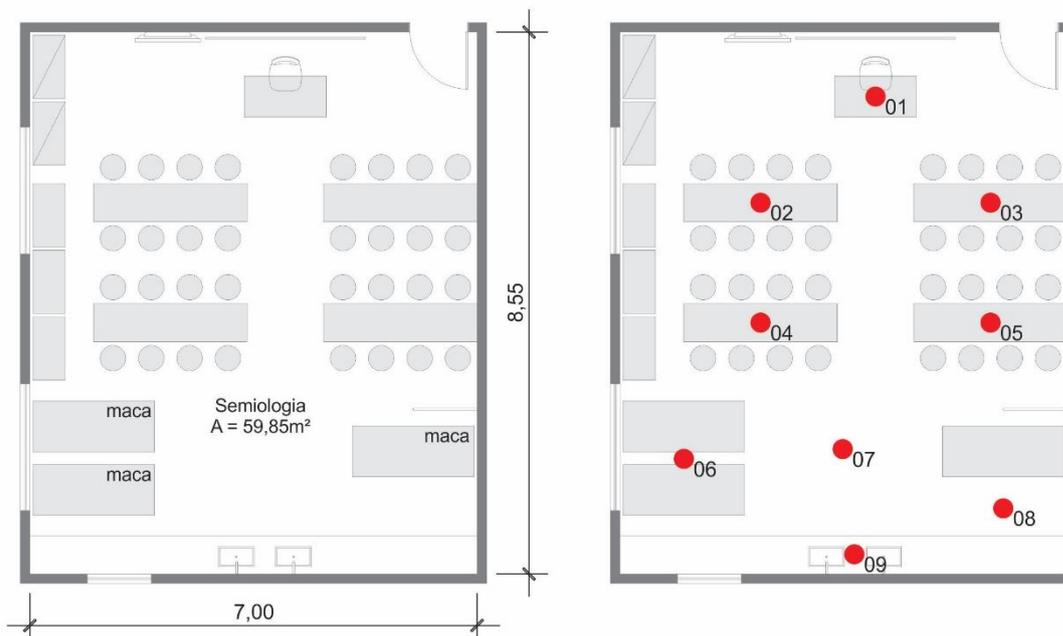
Ponto	Umidade %	NR 17 %
01	32,6	> 40
02	32,6	> 40
03	32,6	> 40
04	32,2	> 40
05	32,1	> 40
06	32,1	> 40
07	32,0	> 40
08	31,3	> 40
09	31,1	> 40
10	30,3	> 40
11	30,3	> 40
12	29,6	> 40
13	27,8	> 40
14	26,1	> 40
15	26,4	> 40
16	34,4	> 40

Fonte: a autora

Em todos os pontos, a umidade relativa do ar está abaixo do recomendado, o que também pode estar associado ao uso do ar condicionado.

Laboratório de Semiologia (Figura 38): com 59,85m<sup>2</sup> (dimensões), possui quatro bancadas para uso dos alunos, comportando 32 alunos, uma bancada em granito com duas pias em aço inox e armários inferiores em mdf, mesa e cadeira para o professor, data show, quadro branco, tela retrátil para projeções e tv. Além disso possui dois armários e quatro carrinhos metálicos para armazenar materiais e aparelhos utilizados nos procedimentos, três macas, sendo uma regulável, dois modelos anatômicos de tamanho natural utilizados para operacionalização de atividades práticas invasivas como punção venosa, técnicas de socorro, ressuscitação, por exemplo, e um biombo.

Figura 38 Planta baixa com dimensões, layout (esquerda) e pontos de medição (direita) do laboratório de Semiologia



Fonte: a autora

Para iluminação e ventilação natural, possui três janelas altas de 45cm em alumínio e vidro transparente com folhas de correr. Duas delas possuem cortina *blackout* tipo painel na cor branca. Possui ainda 6 luminárias de sobrepor (2 lâmpadas fluorescentes tubulares cada), climatização com um ar condicionado do tipo Split e um do tipo janeleiro.

A Figura 38 direita apresenta os nove pontos de medições realizadas no dia seis de outubro de 2014 às 17:10h, para aferição da iluminância, temperatura, ruído e umidade. Tais medições foram feitas fora dos horários de aula, com todas as lâmpadas acesas, portas e janelas com cortinas fechadas e ar condicionado ligado, a uma altura de 0,88m do chão. As tabelas 30, 31, 32 e 33 mostram os valores encontrados nas medições em comparação com as normas e leis citadas anteriormente.

Tabela 30 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Semiologia

Ponto	Iluminância lux	NBR 5.413 – geral lux	NBR 5.413 – local lux
01	375	150 – 300	300 – 750
02	418	150 – 300	300 – 750
03	423	150 – 300	300 – 750
04	402	150 – 300	300 – 750
05	353	150 – 300	300 – 750
06	393	150 – 300	300 – 750

07	280	150 – 300	300 – 750
08	432	150 – 300	300 – 750
09	249	150 – 300	300 – 750

Fonte: a autora

Os nove pontos medidos, apresentaram valores dentro do limite estabelecido, característica do ambiente bem iluminado e, nesse aspecto, adequado para a realização das atividades.

Tabela 31 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Semiologia

Ponto	Temperatura °C	NR 17 °C
01	23	20 – 23
02	21,3	20 – 23
03	19,0	20 – 23
04	19,7	20 – 23
05	20,2	20 – 23
06	20,6	20 – 23
07	20,5	20 – 23
08	20,6	20 – 23
09	20,5	20 – 23

Fonte: a autora

Dos nove pontos medidos, dois apresentaram valores abaixo do mínimo. Nos outros pontos, a temperatura está dentro do limite, sendo a maioria próxima ao limite inferior.

Mesmo com a maior dimensão do laboratório voltada para oeste, onde há maior incidência dos raios solares no período da tarde, esse resultado pode ser justificado pelas cortinas nas janelas dessa parede, pela sombra proporcionada pela edificação vizinha (futuras instalações da IES), bem como pela presença de vegetação na parede voltada para sul.

Apesar disso, a variação de temperatura foi de 4°C, limite definido por Lida (2005), que pode estar relacionada ao dimensionamento e posicionamento do ar condicionado.

Tabela 32 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Semiologia

Ponto	Ruído dB	NBR 10.152 dB
01	63,5	40 – 50
02	65,1	40 – 50
03	67,5	40 – 50

04	65,2	40 – 50
05	66,0	40 – 50
06	63,7	40 – 50
07	64,8	40 – 50
08	63,7	40 – 50
09	65,6	40 – 50

Fonte: a autora

Todos os pontos medidos apresentaram nível de ruído acima do máximo estabelecido, prejudicando as atividades desenvolvidas. O barulho do ar condicionado, assim como no laboratório de Microbiologia e Parasitologia, foi o fator que mais contribuiu para esse resultado.

Tabela 33 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Semiologia

Ponto	Umidade %	NR 17 %
01	34,1	> 40
02	40,6	> 40
03	41,6	> 40
04	43,0	> 40
05	39,0	> 40
06	38,1	> 40
07	38,8	> 40
08	38,0	> 40
09	38,5	> 40

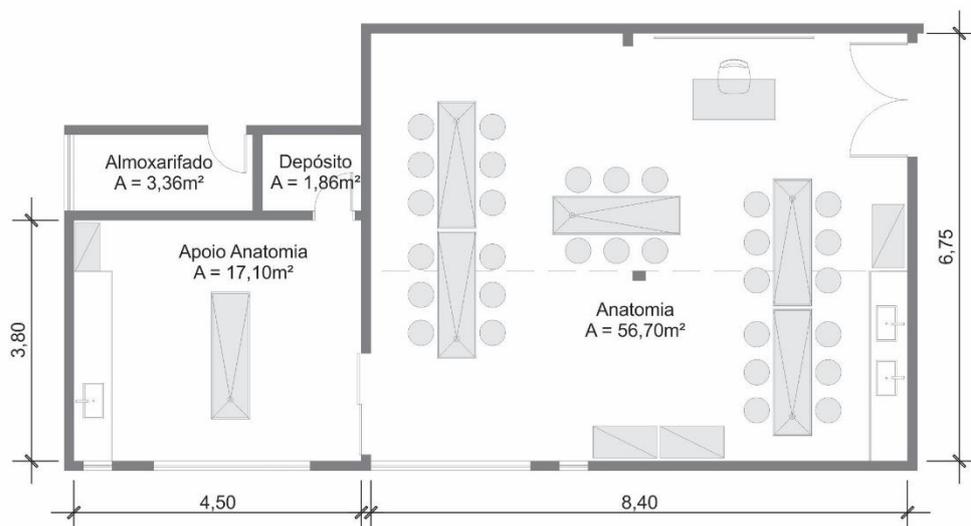
Fonte: a autora

Dos nove pontos avaliados, 65% apresentaram umidade relativa do ar abaixo do estabelecido. Os demais valores se aproximaram do limite, resultado que interfere diretamente no conforto do usuário.

Laboratório de Anatomia (Figura 39): com área de 63,61m<sup>2</sup> (dimensões), possui cinco bancadas para uso dos alunos, uma bancada em granito com duas pias em aço inox e armários inferiores em mdf, mesa e cadeira para o professor, data show e quadro branco.

Além disso possui armários metálicos para armazenar peças anatômicas e atlas, e nas paredes, ficam suspensos painéis em lona, com ilustrações do sistema muscular, cardiovascular, etc.

Figura 39 Planta baixa com dimensões e layout do laboratório de Anatomia

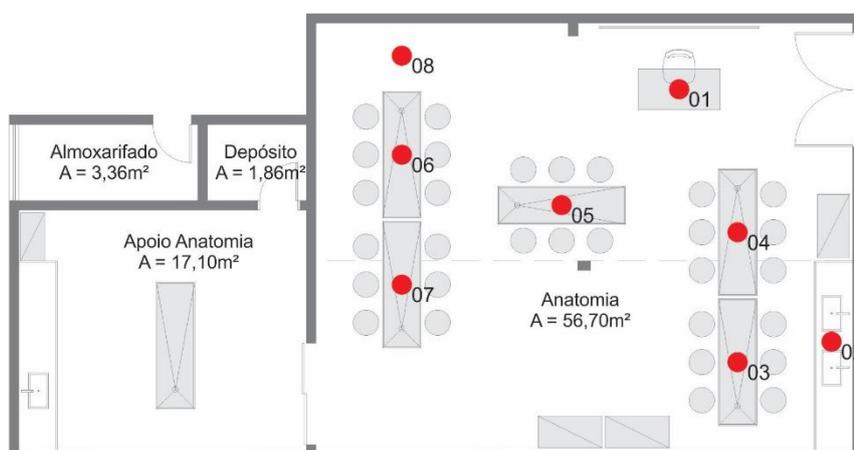


Fonte: a autora

Para iluminação e ventilação natural, possui uma janela alta de 45cm em alumínio e vidro transparente com folhas de correr. Possui ainda 5 luminárias de sobrepor (2 lâmpadas fluorescentes tubulares cada), climatização com um ar condicionado do tipo Split.

A Figura 40 apresenta os oito pontos de medições realizadas no dia seis de outubro de 2014 às 17:55h, para aferição da iluminância, temperatura, ruído e umidade. Tais medições foram feitas fora dos horários de aula, com todas as lâmpadas acesas, janelas e portas fechadas e ar condicionado ligado, a uma altura de 0,83m do chão.

Figura 40 Planta baixa com pontos de medição do laboratório de Anatomia



Fonte: a autora

As tabelas 34, 35, 36 e 37 mostram os valores encontrados nas medições em comparação com as normas e leis citadas anteriormente.

Tabela 34 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Anatomia

Ponto	Iluminância lux	NBR 5.413 – geral lux	NBR 5.413 – local lux
01	289	150 – 300	300 – 750
02	217	150 – 300	300 – 750
03	485	150 – 300	300 – 750
04	295	150 – 300	300 – 750
05	283	150 – 300	300 – 750
06	444	150 – 300	300 – 750
07	306	150 – 300	300 – 750
08	374	150 – 300	300 – 750

Fonte: a autora

Os oito pontos medidos, apresentaram valores dentro do limite estabelecido, característica do ambiente bem iluminado e, nesse aspecto, adequado para o desenvolvimento das atividades.

Tabela 35 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Anatomia

Ponto	Temperatura °C	NR 17 °C
01	25,8	20 – 23
02	25,4	20 – 23
03	25,5	20 – 23
04	25,2	20 – 23
05	21,4	20 – 23
06	23,4	20 – 23
07	23,4	20 – 23
08	23,3	20 – 23

Fonte: a autora

A temperatura do ambiente está acima do máximo recomendado, fator que deve ser associado ao dimensionamento e posicionamento do ar condicionado, uma vez que a única parede do laboratório que poderia receber incidência direta dos raios solares é protegida pela sombra da edificação vizinha.

Tabela 36 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Anatomia

Ponto	Ruído dB	NBR 10.152 dB
01	63,3	40 – 50
02	64,0	40 – 50
03	64,2	40 – 50
04	64,7	40 – 50
05	64,5	40 – 50
06	64,3	40 – 50
07	64,1	40 – 50
08	64,3	40 – 50

Fonte: a autora

Todos os pontos medidos apresentaram nível de ruído acima do máximo estabelecido, prejudicando as atividades desenvolvidas. O barulho do ar condicionado, assim como nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Semiologia, foi o fator que mais contribuiu para esse resultado.

Tabela 37 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Anatomia

Ponto	Umidade %	NR 17 %
01	34,4	> 40
02	35,2	> 40
03	34,9	> 40
04	35,0	> 40
05	41,8	> 40
06	38,0	> 40
07	37,5	> 40
08	37,6	> 40

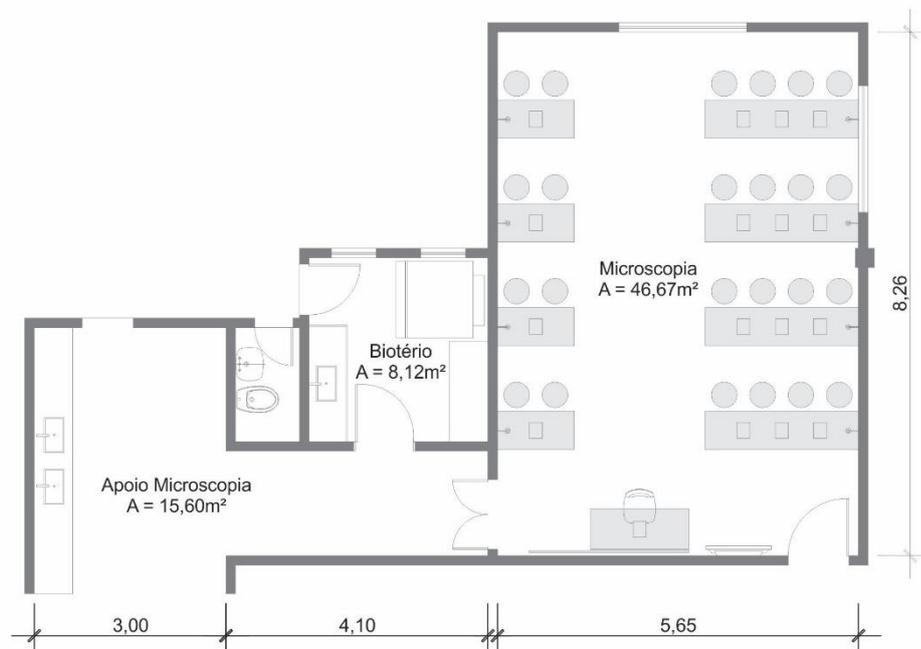
Fonte: a autora

Dos oito pontos avaliados, sete pontos apresentaram umidade relativa do ar abaixo do estabelecido, fator que pode ser associado ao uso do ar condicionado.

Laboratório de Microscopia (Figura 41): com área de 46,67m<sup>2</sup> (5,65 x 8,26m), este laboratório possui oito bancadas que servem de apoio para 16 microscópios binoculares eletrônicos, bem como para o material individual dos alunos, mesa com microscópio e

cadeira para o professor, data show, quadro branco e tv. Além disso, instalações de gás (GLP) em cada bancada para uso de bico de Bunsen.

Figura 41 Planta baixa com dimensões e layout do laboratório de Microscopia

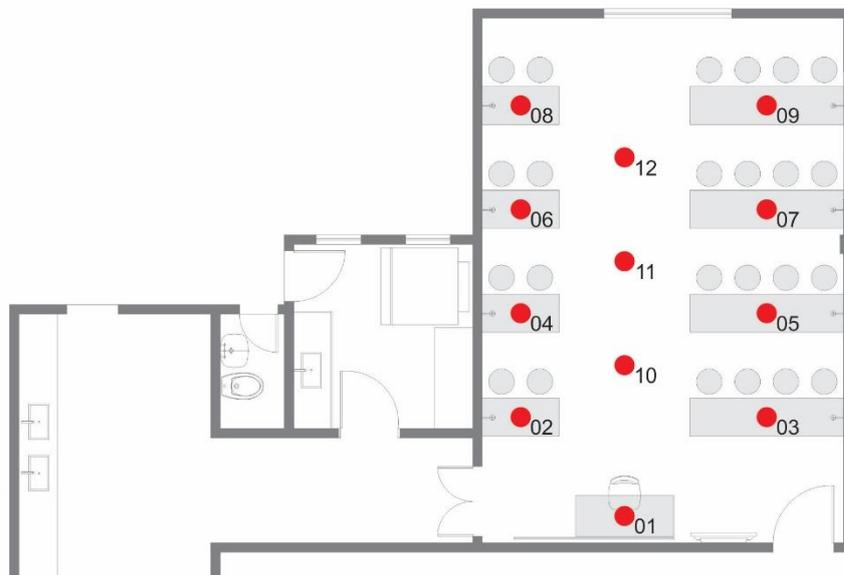


Fonte: a autora

Para iluminação e ventilação natural, possui duas janelas altas de 45cm em alumínio e vidro transparente com folhas de correr. Possui ainda seis luminárias de sobrepor (2 lâmpadas fluorescentes tubulares cada), climatização com ar condicionado do tipo Split.

A Figura 42 apresenta os nove pontos de medições realizadas no dia seis de outubro de 2014 às 16:30h, para aferição da iluminância, temperatura, ruído e umidade. Tais medições foram feitas fora dos horários de aula, com todas as lâmpadas acesas, janelas fechadas e ar condicionado ligado, a uma altura de 0,88m do chão.

Figura 42 Planta baixa com pontos de medição do laboratório de Microscopia



Fonte: a autora

As tabelas 38, 39, 40 e 41 mostram os valores encontrados nas medições em comparação com as normas e leis citadas anteriormente.

Tabela 38 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Microscopia

Ponto	Iluminância lux	NBR 5.413 – geral lux	NBR 5.413 – local lux
01	489	150 – 300	300 – 750
02	511	150 – 300	300 – 750
03	590	150 – 300	300 – 750
04	611	150 – 300	300 – 750
05	697	150 – 300	300 – 750
06	584	150 – 300	300 – 750
07	725	150 – 300	300 – 750
08	394	150 – 300	300 – 750
09	700	150 – 300	300 – 750

Fonte: a autora

Os nove pontos medidos, apresentaram valores dentro do limite estabelecido, característica do ambiente bem iluminado e, nesse aspecto, adequado para o desenvolvimento das atividades.

Os pontos com maiores valores estão associados à proximidade com as janelas, apesar da janela de fundo dispor de cortina.

Tabela 39 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Microscopia

Ponto	Temperatura °C	NR 17 °C
01	26,0	20 – 23
02	26,0	20 – 23
03	25,9	20 – 23
04	26,0	20 – 23
05	26,0	20 – 23
06	26,7	20 – 23
07	26,5	20 – 23
08	26,8	20 – 23
09	26,0	20 – 23

Fonte: a autora

Todos os pontos medidos ultrapassaram, em até 3,8°C, a temperatura máxima recomendada para o ambiente. A variação de temperatura não chegou a 1°C.

Assim como nos outros laboratórios analisados, essa temperatura pode estar associada ao dimensionamento e manutenção do ar condicionado, e nesse caso, pela incidência dos raios solares nas paredes externas.

Tabela 40 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Microscopia

Ponto	Ruído dB	NBR 10.152 dB
01	63,5	40 – 50
02	64,5	40 – 50
03	63,3	40 – 50
04	64,2	40 – 50
05	64,2	40 – 50
06	65,0	40 – 50
07	64,8	40 – 50
08	65,9	40 – 50
09	64,2	40 – 50

Fonte: a autora

Todos os pontos medidos apresentaram nível de ruído acima do máximo estabelecido, prejudicando as atividades desenvolvidas. O barulho do ar condicionado, assim como nos outros laboratórios, foi o fator que mais contribuiu para esse resultado.

Tabela 41 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Microscopia

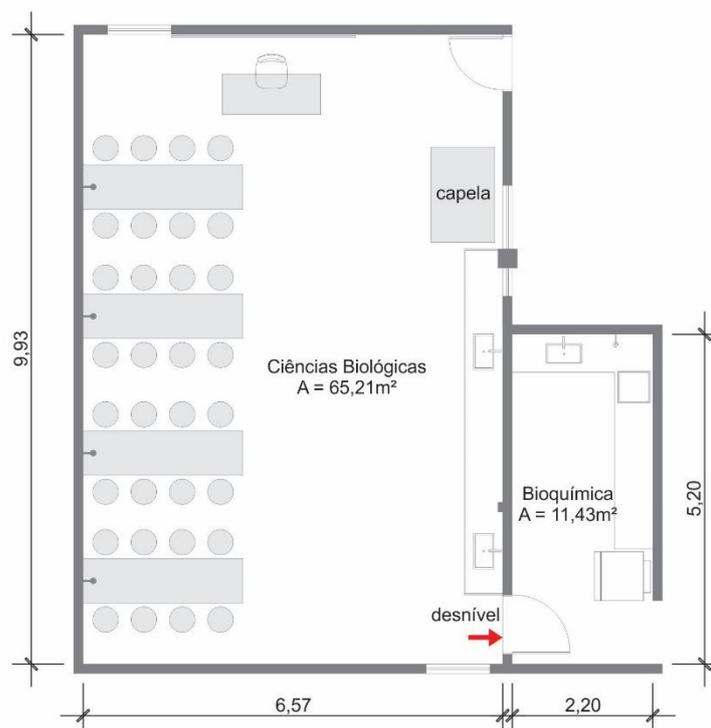
Ponto	Umidade %	NR 17 %
01	29,6	> 40
02	29,6	> 40
03	29,6	> 40
04	29,2	> 40
05	29,1	> 40
06	29,1	> 40
07	29,0	> 40
08	29,3	> 40
09	29,1	> 40

Fonte: a autora

Os nove pontos avaliados apresentaram valores muito abaixo do estabelecido para umidade relativa do ar, fator que pode ser associado ao uso do ar condicionado.

Laboratório de Ciências Biológicas (Figura 43): com área de 65,21m<sup>2</sup> (6,57m x 9,92m), este laboratório possui quatro bancadas para uso dos alunos, uma bancada em granito com duas pias em aço inox e armários inferiores em MDF branco, mesa e cadeira para o professor, data show e quadro branco. Além disso possui uma capela de fluxo laminar (uso restrito ao técnico), um chuveiro com lava olhos para uso em casos de emergência que necessitem de água abundante para retirada de substância prejudicial, e instalações de gás (GLP) em cada bancada para uso de bico de Bunsen.

Figura 43 Planta baixa com dimensões e layout do laboratório de Ciências Biológicas

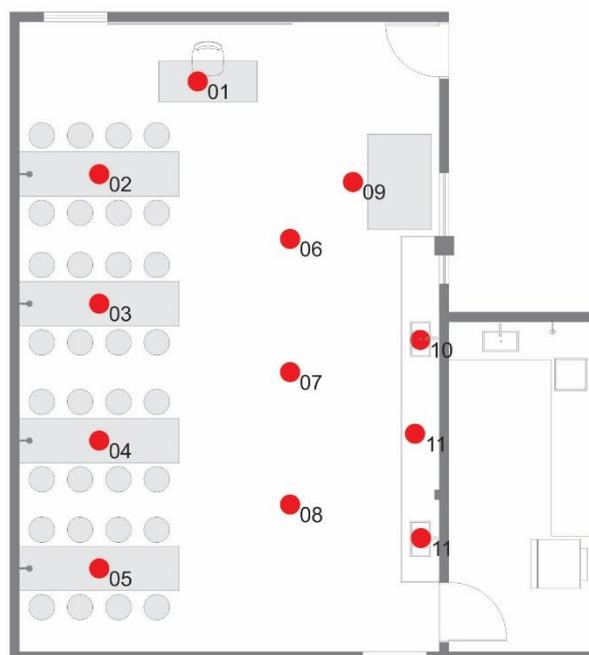


Fonte: a autora

Para iluminação e ventilação natural, possui duas janelas em ferro e vidro transparente tipo basculante. Possui ainda seis luminárias de sobrepor (2 lâmpadas fluorescentes tubulares cada), climatização com ar condicionado do tipo Split.

A Figura 44 apresenta os doze pontos de medições realizadas no dia sete de outubro de 2014 às 17:55h, para aferição da iluminância, temperatura, ruído e umidade. Tais medições foram feitas fora dos horários de aula, com todas as lâmpadas acesas, janelas fechadas e ar condicionado ligado, a uma altura de 0,88m do chão.

Figura 44 Planta baixa com pontos de medição do laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

As tabelas 42, 43, 44 e 45 mostram os valores encontrados nas medições em comparação com as normas e leis citadas anteriormente.

Tabela 42 Dados da medição de conforto lumínico no laboratório de Ciências Biológicas

Ponto	Iluminância lux	NBR 5.413 – geral lux	NBR 5.413 – local lux
01	380	150 – 300	300 – 750
02	320	150 – 300	300 – 750
03	404	150 – 300	300 – 750
04	287	150 – 300	300 – 750
05	339	150 – 300	300 – 750
06	285	150 – 300	300 – 750
07	310	150 – 300	300 – 750
08	399	150 – 300	300 – 750
09	335	150 – 300	300 – 750
10	317	150 – 300	300 – 750
11	227	150 – 300	300 – 750
12	335	150 – 300	300 – 750

Fonte: a autora

Apesar da pintura dos vidros das janelas, os doze pontos medidos, apresentaram valores dentro do limite estabelecido, característica do ambiente bem iluminado e, nesse aspecto, adequado para o desenvolvimento das atividades.

Tabela 43 Dados da medição de conforto térmico no laboratório de Ciências Biológicas

Ponto	Temperatura °C	NR 17 °C
01	25,7	20 – 23
02	25,5	20 – 23
03	24,9	20 – 23
04	23,2	20 – 23
05	22,7	20 – 23
06	22,8	20 – 23
07	22,0	20 – 23
08	22,2	20 – 23
09	22,6	20 – 23
10	23,0	20 – 23
11	23,0	20 – 23
12	23,0	20 – 23

Fonte: a autora

Cinco pontos, dentro do limite, apresentaram valores próximos ao máximo estabelecido para temperatura. Os outros sete pontos superaram esse valor, atingindo uma variação de 3,7°C.

Assim como em todos os outros laboratórios, essa temperatura pode estar associada ao dimensionamento e manutenção do ar condicionado.

Tabela 44 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Ciências Biológicas

Ponto	Ruído dB	NBR 10.152 dB
01	63,7	40 – 50
02	64,2	40 – 50
03	64,8	40 – 50
04	64,1	40 – 50
05	64,6	40 – 50
06	64,4	40 – 50
07	65,2	40 – 50
08	64,5	40 – 50
09	63,0	40 – 50
10	65,5	40 – 50
11	66,4	40 – 50
12	64,7	40 – 50

Fonte: a autora

Todos os pontos medidos apresentaram nível de ruído acima do máximo estabelecido, elemento prejudicial ao desenvolvimento das atividades. O barulho do ar

condicionado, assim como nos outros laboratórios, foi o fator que mais contribuiu para esse resultado.

Tabela 45 Dados da medição de conforto acústico no laboratório de Ciências Biológicas

Ponto	Umidade %	NR 17 %
01	35,4	> 40
02	36,0	> 40
03	37,0	> 40
04	39,4	> 40
05	40,5	> 40
06	40,5	> 40
07	42,5	> 40
08	41,7	> 40
09	41,2	> 40
10	39,9	> 40
11	39,8	> 40
12	40,0	> 40

Fonte: a autora

Os nove pontos avaliados apresentaram valores muito abaixo do estabelecido para umidade relativa do ar, fator que pode ser associado ao uso do ar condicionado.

Vale destacar que as medições foram feitas com os laboratórios desocupados. Assim, a presença dos alunos pode representar um aumento dos níveis de temperatura e ruído no ambiente, prejudicando ainda mais as condições de conforto encontradas nos laboratórios.

Com relação aos fluxos e circulações dos laboratórios de saúde pública, a FUNASA recomenda o atendimento às normas NBR 9077, de saídas de emergência em edifícios e NBR 9050, de acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

Relativamente à acessibilidade, todos os laboratórios foram estudados assumindo a situação mais crítica, ou seja, conforme as possibilidades de uso por pessoas com cadeira de rodas. Assim, foram adotados como referência, módulos de usuário com cadeira de rodas com permissão de giro de 90 e 360 graus, representados pela cor verde, e os módulos de usuário com cadeira de rodas sem permissão de giro de 90 e 360 graus, representados pela cor vermelha.

As figuras a seguir demonstram a possibilidade de circulação nos laboratórios por pessoas com cadeira de rodas. As portas, com vão livre de no mínimo 0,90m, permitem o acesso a esses ambientes por essas pessoas.

Figura 45 Planta baixa com as possibilidades de circulação de pessoas com cadeira de rodas no laboratório de Microbiologia e Parasitologia (esquerda) e Semiologia (direita)

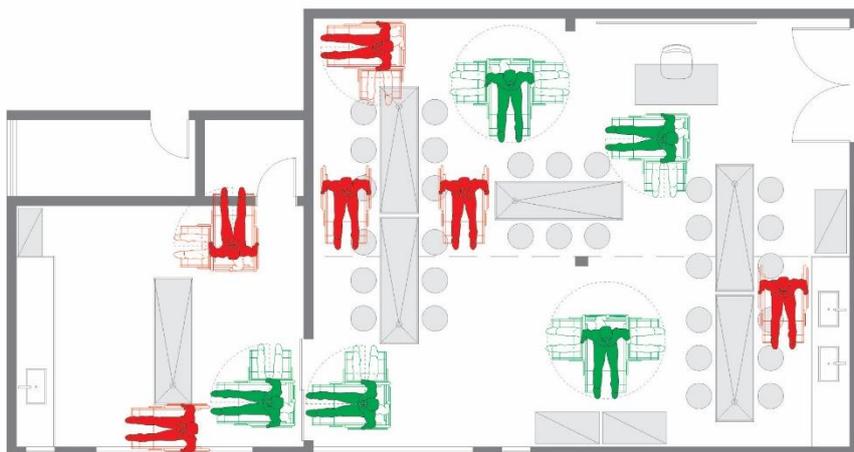


Fonte: a autora

O laboratório de Microbiologia e Parasitologia (Figura 45 – esquerda), apesar das dimensões permitirem a circulação central, bem como o giro de 90º, não há espaço suficiente para acesso às bancadas. No apoio 02, o giro de 360º não é possível, tornando-o inacessível por pessoas com cadeiras de rodas.

Apesar da circulação no laboratório de Semiologia (Figura 45 – direita) possuir dimensões suficientes para passagem de pessoas com cadeira de rodas, o uso desse ambiente por tais indivíduos fica prejudicado uma vez que o mobiliário impede os giros de acesso à própria circulação e às bancadas de trabalho.

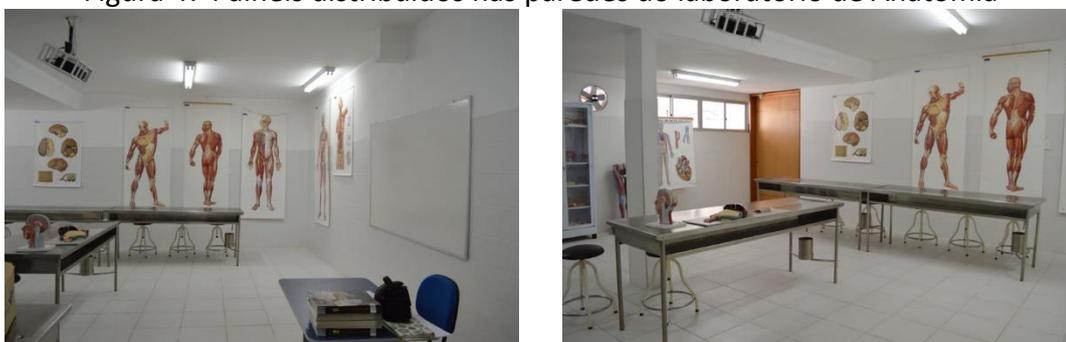
Figura 46 Planta baixa com as possibilidades de circulação de pessoas com cadeira de rodas no laboratório de Anatomia



Fonte: a autora

A circulação no laboratório de Anatomia (Figura 47) é também prejudicada por conta do mobiliário. Não há espaço de passagem na frente das bancadas das pias, nem entre as bancadas de trabalho e a parede, situação que impedindo aproximação para visualização dos painéis, atividade exigida durante as aulas.

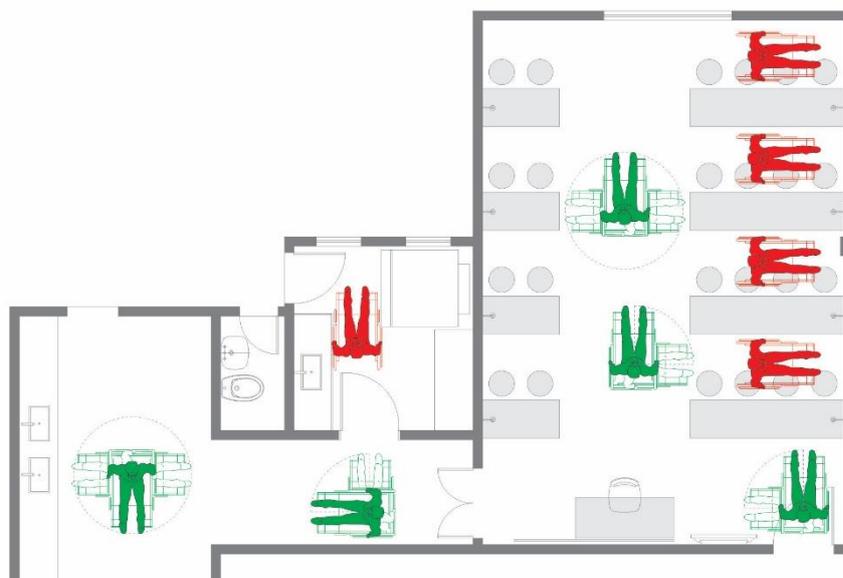
Figura 47 Painéis distribuídos nas paredes do laboratório de Anatomia



Fonte: a autora

No apoio não há espaço para circulação ao redor da mesa central, o que impede o uso do espaço, bem como o acesso à pia da bancada.

Figura 48 Planta baixa com as possibilidades de circulação de pessoas com cadeira de rodas no laboratório de Microscopia



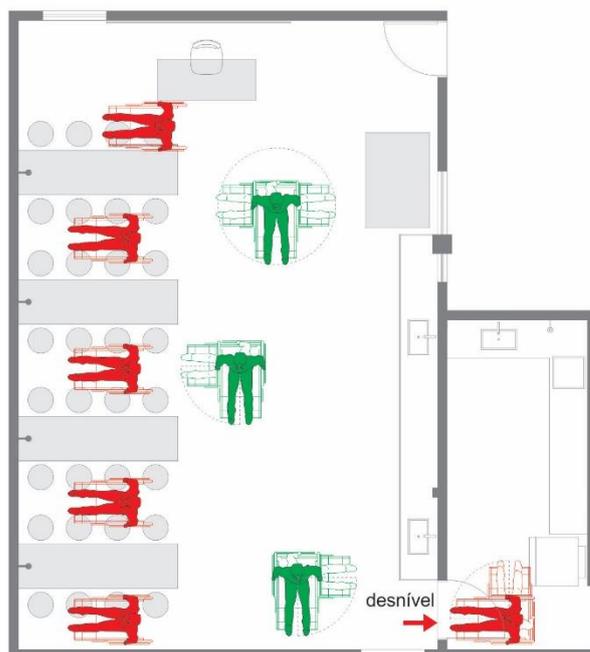
Fonte: a autora

No laboratório de Microscopia (Figura 48), o fator limitante à acessibilidade é a falta de espaço entre as bancadas. No centro, o afastamento é suficiente para giro de 90º e 360º.

O biotério possui dimensões tão reduzidas que não é possível nem mesmo a passagem, impossibilitando uso de tal ambiente por pessoas com cadeira de rodas. Já o apoio deste laboratório é bem amplo, possibilitando qualquer movimentação. Apesar disso, o desnível acentuado entre esses ambientes e o exterior da edificação, impede a livre circulação e acesso.

No laboratório de Ciências Biológicas (Figura 49), apesar das grandes dimensões, o espaço de circulação entre as bancadas é diminuto, impossibilitando a passagem ou giro da cadeira de rodas.

Figura 49 Planta baixa com as possibilidades de circulação de pessoas com cadeira de rodas no laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

O acesso externo a esse laboratório é estreito, sem espaço para qualquer giro e com jardim lateral de vegetação alta, que pode causar certo desconforto (Figura 50), e o acesso interno possui desnível maior que 0,15m, que de acordo com a norma, deveria ter rampa para unir os dois níveis.

Figura 50 Acesso externo ao laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

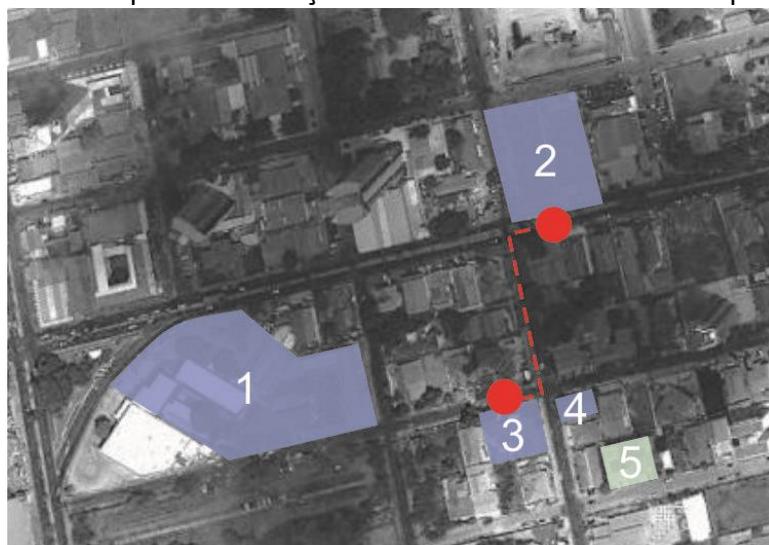
Da análise geral, pode-se considerar que as condições de acessibilidade são bastante limitadas em todos os laboratórios. Em alguns casos é possível a circulação geral, mas sem acesso às bancadas de trabalho, inviabilizando o uso desses ambientes por pessoas com cadeira de rodas. Destaca-se ainda que nenhum dos laboratórios possui mobiliário adequado a essa situação.

#### 4.2.3 Avaliação do Ambiente em uso no desempenho das atividades

A partir da observação da rotina acadêmica dos professores, alunos e funcionários no Núcleo de Saúde da IES estudada, constatou-se que as atividades ocorrem natural e sequencialmente, conforme estabelecido no quadro de horários do curso.

Alunos e professores se deslocam do prédio 2, onde acontecem as aulas teóricas do curso, para o Núcleo de Saúde, prédio 3, onde acontecem as aulas práticas (Figura 51). Por ser uma distância pequena, e a edificação não disponibilizar de estacionamento, a maioria dos alunos e alguns professores fazem esse percurso a pé.

Figura 51 Mapa de localização com deslocamento entre os prédios



Fonte: a autora

No início ou no final das aulas, o fluxo de pessoas na recepção é bastante intenso, já que o acesso à maioria dos laboratórios se faz a partir dali, além da edificação não possuir uma área específica de convivência para os alunos. Nesta área, e ao longo dos corredores são distribuídas algumas longarinas, mas que não são suficientes para a quantidade de

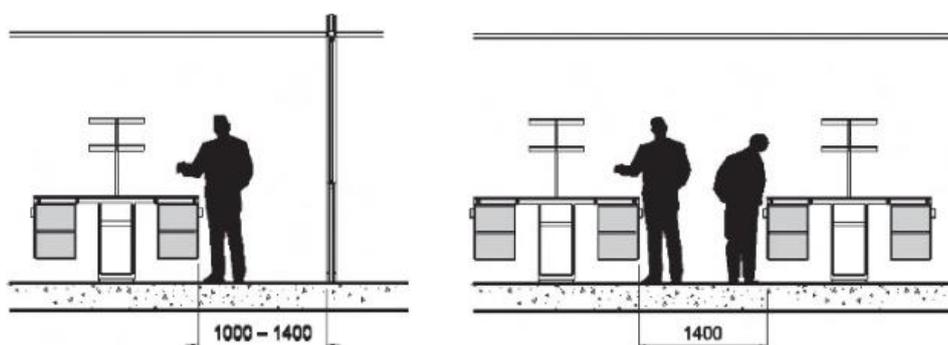
alunos. Durante as aulas, e nos horários sem aula, o fluxo de pessoas nesse local é bastante reduzido.

Nos laboratórios, o fluxo varia de acordo com o número de alunos por turma. A menor turma possui 14 alunos (5º período), enquanto a maior possui 38 alunos (2º período). Em geral, a área de circulação é suficiente para a demanda, mas quando o número de alunos é maior que a capacidade do laboratório, essa circulação fica prejudicada, dificultando a circulação e até mesmo a acomodação dos alunos no ambiente.

Antes de cada aula, o técnico responsável prepara o laboratório, separando materiais e acionando instrumentos que serão utilizados, e ao final da aula, recolhe, higieniza e armazena tais insumos.

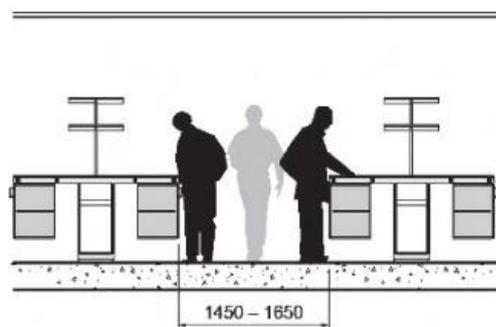
Quanto às circulações, Littlefield (2011) recomenda um espaço livre de 1,00m a 1,40m entre a frente da bancada de trabalho e uma parede oposta (Figura 52 – esquerda), de 1,40m entre duas pessoas de costas uma para outra, mas sem a necessidade de que uma terceira pessoa passe entre as bancadas (Figura 52 – direita), e de 1,45m a 1,65m entre duas pessoas de costas uma para outra quando deve haver espaço para uma terceira pessoa passar (Figura 00).

Figura 52 Espaço livre entre uma bancada e uma parede (esquerda), e entre duas bancadas quando não há a necessidade de que uma terceira pessoa passe entre as bancadas (direita)



Fonte: Littlefield (2011)

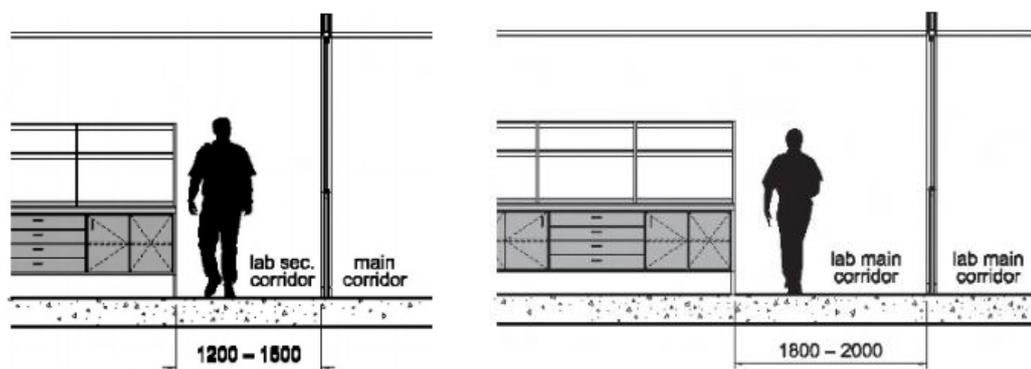
Figura 53 Espaço livre entre duas bancadas quando há a necessidade de que uma terceira pessoa passe entre as bancadas



Fonte: Littlefield (2011)

Para os corredores, o mesmo autor define a largura de 1,20 a 1,50m entre as extremidades das bancadas para solicitar, quando for circulação secundária dentro do laboratório (Figura 54 – esquerda), e de 1,80 a 2,00m nas extremidades dos corredores quando este for a circulação principal do laboratório (Figura 54 – direita).

Figura 54 Largura para corredor secundário (esquerda) e largura para corredor principal (direita) em um laboratório



Fonte: Littlefield (2011)

Os corredores principais dos laboratórios estudados atendem ao estabelecido pelo autor. Entretanto, os espaços livres entre as bancadas e as paredes, bem como entre as bancadas não guardam as distâncias sugeridas.

As figuras a seguir, demonstram em cada caso, a qualidade da circulação em função do espaço disponível, bem como a intensidade do fluxo de alunos nos laboratórios.

O fluxo no laboratório de Microbiologia e Parasitologia (Figura 55) é intenso no corredor principal. A partir daí, os alunos se dividem nos corredores secundários para se acomodarem nas bancadas de trabalho. Nessa área, não fossem os materiais dos alunos colocados na lateral das bancadas, o espaço seria confortável para a demanda.

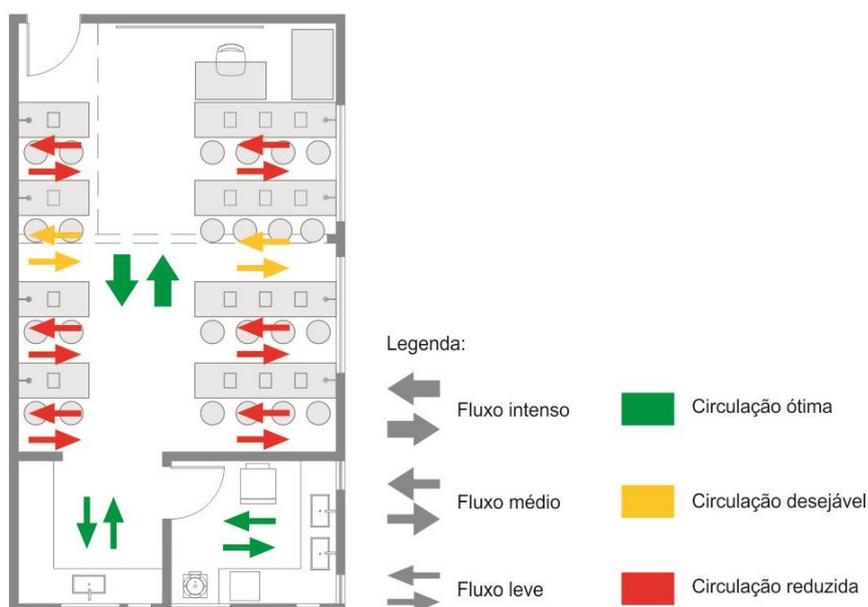
Neste laboratório, os alunos recebem lâminas com microorganismos e parasitas para observação no microscópio, atividade que deve ser realizada com equipamentos individuais de segurança como toucas, luvas e óculos, e com o devido cuidado para evitar qualquer contaminação.

Entre as bancadas o fluxo diminui, mas como os alunos dividem os equipamentos durante as aulas essa movimentação ainda acontece. O posicionamento das bancadas se dá em função da instalação de gás, que nem sempre segue um padrão. Assim, quanto mais próximas, maior dificuldade para circulação entre as bancadas quando em uso.

Quando a quantidade de alunos é maior que a capacidade do laboratório, essa situação se agrava, uma vez que a largura da bancada não é suficiente para acomodar a todos, e os alunos acabam ocupando o espaço da circulação secundária e dificultando a passagem do professor ao último posto.

A capela de fluxo laminar, utilizada para o preparo de meio de cultura, assim como os apoios do laboratório de Microbiologia e Parasitologia são utilizados exclusivamente pelo técnico responsável e eventualmente um monitor de determinada disciplina. Os apoios apresentam dimensões confortáveis para a circulação e fluxo necessários. Já a capela, mesmo com uso individual do técnico, possui espaço reduzido e confinado entre a mesa do professor e a primeira bancada de trabalho dos alunos, dificultando a circulação para acesso desse equipamento.

Figura 55 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Microbiologia e Parasitologia



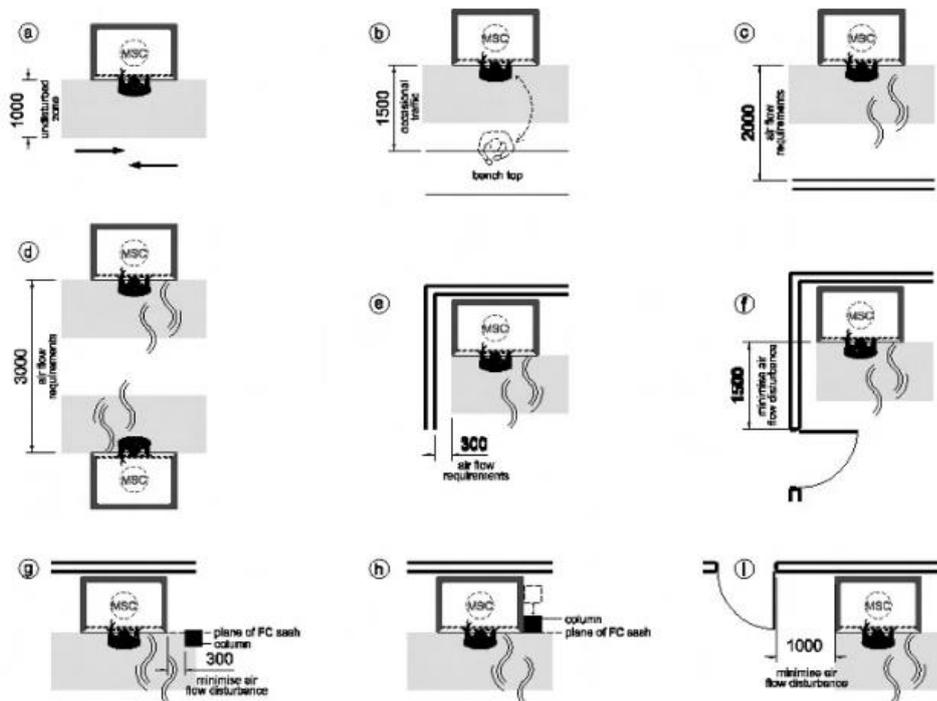
Fonte: a autora

Quanto às capelas, Littlefield (2011) recomenda:

Devem ser posicionadas de forma a evitar incômodos ao equipamento e seu operador. Os incômodos incluem pessoas andando em rotas paralelas, janelas abertas, registros do sistema de climatização ou equipamentos de laboratórios que geram movimentação de ar. Elas devem ser colocadas longe das áreas de circulação intensa, portas e entradas e saídas de ar, pois todos esses itens são capazes de interromper o padrão do fluxo de ar. (LITTLEFIELD, 2011)

Nesse sentido, define distâncias mínimas, como os da Figura 56 a seguir.

Figura 56 Distâncias mínimas das capelas de forma a evitar incômodos no seu uso



Fonte: Littlefield (2011)

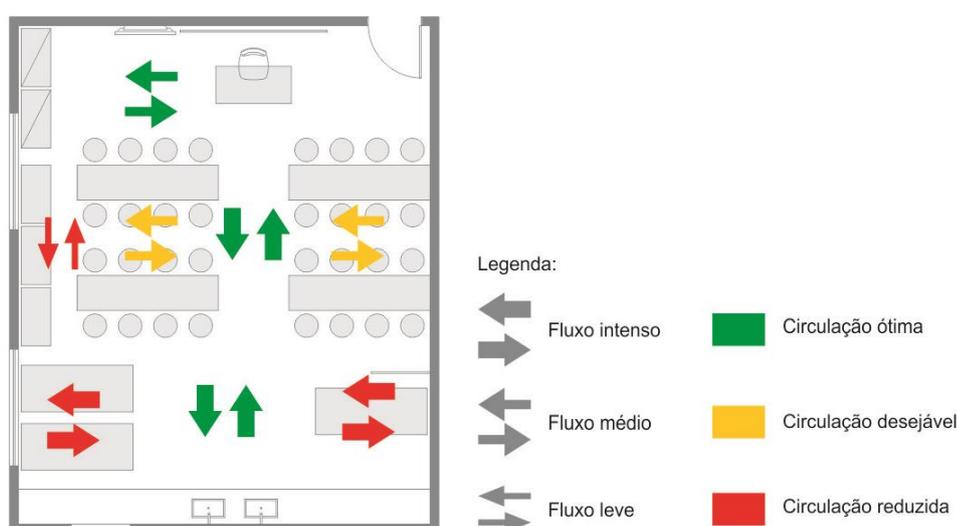
As bancadas em ilha permitem a acomodação dos alunos ao redor delas, o que exige um espaçamento maior, visto o aumento do fluxo nesses casos. No laboratório de Semiologia (Figura 57), esse espaçamento é suficiente para a demanda, mesmo quando o número de alunos é maior que a capacidade do laboratório. Nessa situação, é possível diminuir o espaço individual para acomodar mais alunos já que os materiais e equipamentos utilizados não são fixos nas bancadas, mas armazenados nos armários, carrinhos e mesas distribuídos no laboratório.

A circulação secundária, entre tais mesas e carrinhos é bastante reduzida, o que acaba limitando e direcionando o acesso e movimentação destes para o espaço de circulação entre as bancadas. Esse cenário se agrava já que o espaço para guardar material abaixo das bancadas não comporta mochilas, bolsas ou objetos maiores, como capacetes, estes são então deixados pelos alunos no chão, nessa área de circulação, dificultando a movimentação com os carrinhos e as mesas.

No fundo do laboratório o fluxo é bastante intenso, uma vez que acontecem demonstrações e realizações de procedimentos como manuseio de pacientes, colocação de sondas, reanimação cardiopulmonar e até mesmo manejo com equipamentos específicos, como as macas, pranchas de reanimação e balanças, por exemplo.

O espaço disponível entre as macas neste laboratório não permite circulação e acomodação de todos os alunos ao redor do mobiliário, sendo necessária a divisão em grupos para a realização das atividades.

Figura 57 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Semiologia



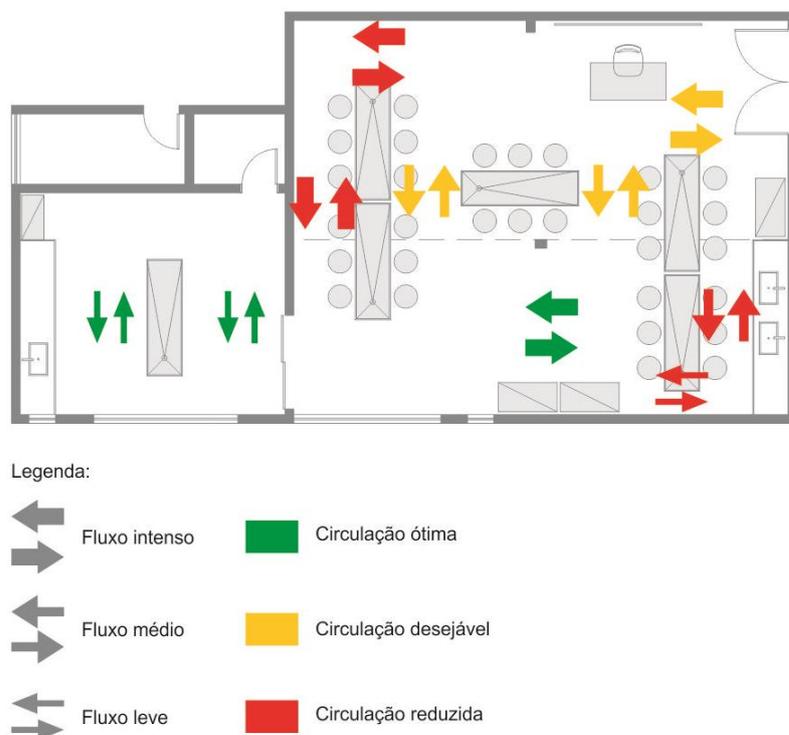
Fonte: a autora

No laboratório de Anatomia (Figura 58) o fluxo de alunos resume-se à acomodação nas bancadas e verificação nos painéis dispostos nas paredes. Nas bancadas, o professor distribui o atlas e as peças anatômicas sintéticas para o reconhecimento dos elementos do corpo humano, como músculos e sistemas.

Desse modo, a circulação fica prejudicada na área dos painéis suspensos, dado espaço reduzido para acomodação concomitante dos alunos para observação e análise desses elementos e nas bancadas de trabalho. Essa mesma situação acontece na área das bancadas com as pias, dificultando também o acesso aos armários.

O apoio do laboratório de Anatomia é utilizado exclusivamente pelo técnico responsável, apresentando dimensões confortáveis para sua atividade.

Figura 58 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Anatomia



Fonte: a autora

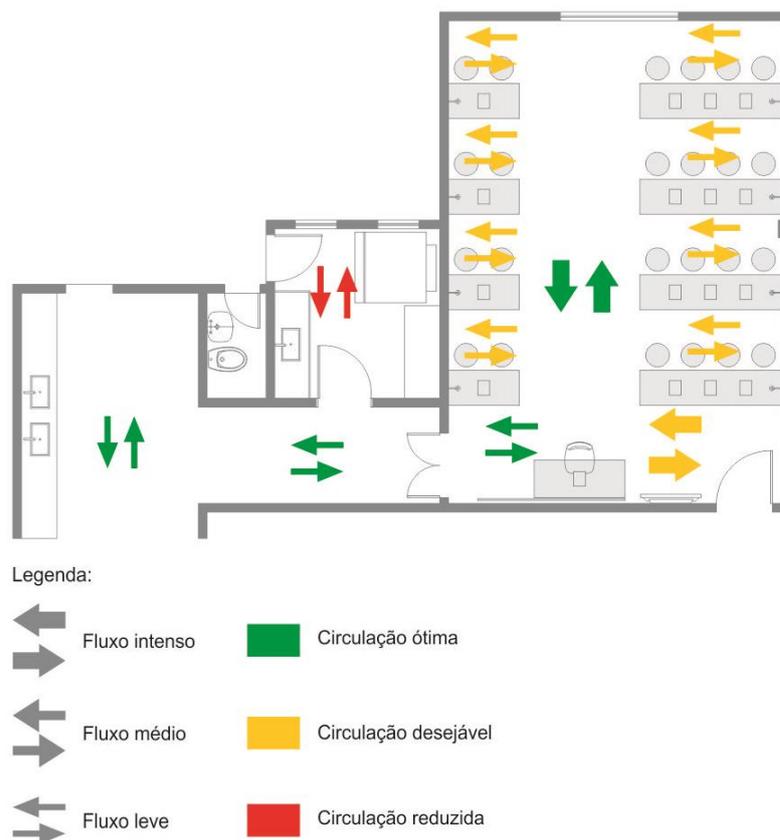
Com uma configuração semelhante ao laboratório de Microbiologia e Parasitologia, o laboratório de Microscopia (Figura 59) apresenta um fluxo mais intenso no corredor central. A partir daí, os alunos se dividem para ocupar as bancadas de trabalho. Nessa área, mesmo com os materiais dos alunos colocados na lateral das bancadas, o espaço ainda é confortável para a circulação.

Neste laboratório, os alunos recebem lâminas para observação e análise ao microscópio, sem necessidade de equipamentos de segurança individual, dada a natureza do material utilizado.

Assim como no laboratório de Microbiologia e Parasitologia, no espaço entre as bancadas o fluxo diminui, mas como os alunos dividem os equipamentos durante as aulas essa movimentação ainda acontece. Aqui, com o espaçamento entre as bancadas maior, essa circulação é permitida mesmo quando a quantidade de alunos é maior que a capacidade do laboratório.

O Biotério e apoio deste laboratório também são utilizados exclusivamente pelo técnico responsável e eventualmente por um monitor de determinada disciplina. Desse modo, a área para circulação é suficiente para a demanda.

Figura 59 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Microscopia



Fonte: a autora

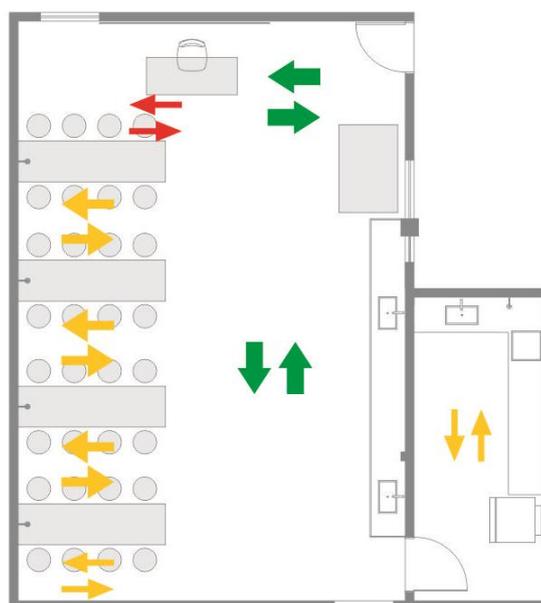
No laboratório de Ciências Biológicas (Figura 60), assim como nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Microscopia, o fluxo é mais intenso no corredor central. Como as bancadas são distribuídas em apenas um lado, e mesmo com os materiais dos alunos colocados na lateral das bancadas, o espaço ainda é confortável para a circulação. A partir daí, os alunos se dividem para ocupar as bancadas de trabalho.

No espaço entre as bancadas o fluxo diminui, mas como os alunos dividem os equipamentos durante as aulas essa movimentação ainda acontece. Esse espaçamento permite a circulação mesmo quando a quantidade de alunos é maior que a capacidade do laboratório.

Neste laboratório, os alunos paramentados com equipamentos individuais de segurança como toucas, luvas e óculos, recebem do técnico todo material necessário para realização do experimento, como vidraria, soluções ou animais.

O apoio deste laboratório, Bioquímica, também é utilizado exclusivamente pelo técnico responsável e eventualmente por um monitor de determinada disciplina. Desse modo, a área para circulação é suficiente para a demanda.

Figura 60 Planta baixa com fluxos e circulações do laboratório de Ciências Biológicas



Legenda:



Fonte: a autora

Destaca-se portanto, a importância do estudo detalhado das tarefas para a definição dos fluxos e do posicionamento do mobiliário de forma a facilitar seu desenvolvimento, considerando além do espaço dos equipamentos e materiais necessários, o espaço utilizado pelo usuário para manuseio desses elementos.

Neste aspecto e considerando a sala de aula na relação ensino-aprendizagem, ela deve favorecer, do ponto de vista ergonômico, a assimilação dos alunos e permitir que

possam usufruir de tais conhecimentos posteriormente. (PROCORO; RÊGO; VILLAROUÇO, 2004).

Em todos os laboratórios, como a quantidade de equipamentos é inferior ao número de alunos, esses se revezam no uso. Esse cenário acaba por distraí-los, dando início a conversas paralelas, o que aumenta o nível de ruído no ambiente e atrapalha o rendimento da aula.

Relativamente ao mobiliário, evidencia-se a similaridade em todos os laboratórios. Independentemente do tipo de aula, todos os laboratórios possuem bancadas e bancos para acomodação dos alunos. A diferença fica por conta do laboratório de Anatomia, onde as bancadas são diferenciadas pelo material, aço inox, em função da possibilidade de utilização de cadáveres humanos. De acordo com funcionários da IES, apesar de contar com a estrutura necessária para dissecar e armazenar cadáveres humanos, a instituição só poderia disponibilizar tais condições se oferecesse o curso de Medicina. Portanto, atualmente só são disponibilizadas para estudo, peças anatômicas sintéticas.

Ainda que todas as bancadas possuam espaço para guardar material dos alunos, este se apresenta insuficiente e pequeno, pois muitos deles deixam suas mochilas, bolsas e cadernos no chão, prejudicando a circulação e organização do laboratório. Esse compartimento, dificulta a aproximação do banco para os alunos mais baixos, uma vez que diminui o espaço para as coxas.

Com relação aos bancos, apesar da possibilidade de adequação da altura, muitos alunos não fazem o ajuste necessário. Além disso, muitos bancos apresentam assento instável devido ao tipo de ajuste (parafuso) e ao tempo de uso.

À exceção do laboratório de Microscopia, no que se refere ao *layout*, a disposição dos bancos ao redor das bancadas, desfavorece os alunos que ficam de costas para o professor e quadro branco no momento das explanações. Nessa situação, esses alunos acabam permanecendo de lado ou de costas para as bancadas.

Em contrapartida, neste laboratório a mesa e cadeira do professor ficam de costas para os alunos, uma vez que o acesso interno ao biotério, apoios e ao laboratório de Ciências biológicas se dá através desse ambiente. O acesso externo é usado exclusivamente quando do recolhimento dos resíduos pela empresa terceirizada.

Identificou-se portanto, algumas situações desconfortáveis, em que o aluno é forçado a adotar posturas inadequadas durante as aulas, e que estas, ao longo do tempo podem representar riscos de distúrbios músculo esqueléticos, por exemplo.

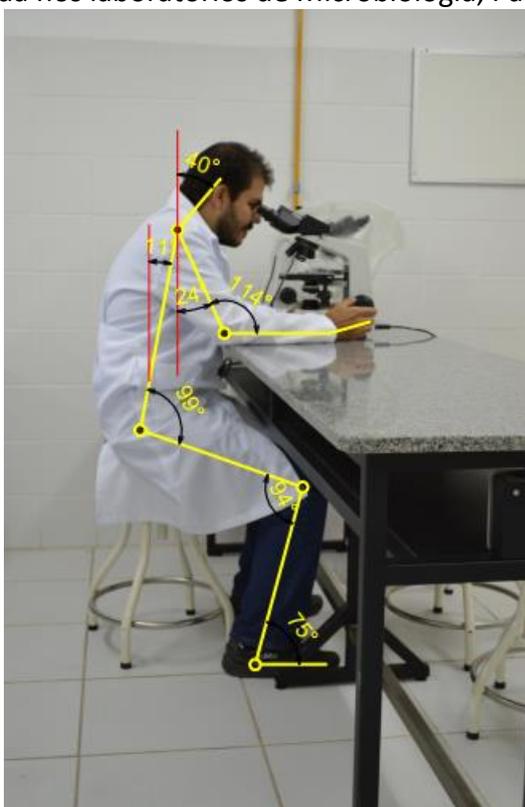
Assim, para analisar com maior profundidade os riscos posturais envolvidos no uso desse mobiliário, lança-se mão dos conhecimentos adquiridos da biomecânica ocupacional, com a utilização uma ferramenta de avaliação do custo postural, bem como da antropometria, com a aplicação de dados antropométricos.

#### 4.2.3.1 Avaliação do custo postural

##### 4.2.3.1.1. Aplicação do REBA

Como as atividades realizadas nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Microscopia são similares, foi adotado uma única postura, e o lado direito do usuário para a avaliação. (Figura 61)

Figura 61 Postura adotada nos laboratórios de Microbiologia, Parasitologia e Microscopia



Fonte: a autora

A pontuação encontrada para a postura do pescoço, tronco e pernas, foi igual a 3 (Tabela 46), a partir dos seguintes valores adotados:

- Pescoço = 2: flexão > 20°;
- Tronco = 2: flexão entre 0° e 20°;
- Pernas (trabalho sentado) = 1: flexão entre 90° e 60°.

Tabela 46 Pontuação para pescoço, tronco e pernas nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Microscopia

Tabela A	Pescoço												
	1				2				3				
	Pernas												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora).

Com relação a postura de braço, antebraço e punho, o valor encontrado foi igual a 2 (Tabela 47), a partir das seguintes pontuações:

- Braço = 1: flexão entre 0° e 20°;
- Antebraço = 1: flexão entre 60° e 100°;
- Punho = 2: flexão entre 0° e 15° + 1 para ajuste de rotação do punho.

Tabela 47 Pontuação para braço, antebraço e punho nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Microscopia

Tabela B	Antebraço						
	1			2			
	Punho						
	1	2	3	1	2	3	
Braço	1	1	2	3	1	2	3
	2	2	3	4	3	4	5
	3	2	4	5	4	5	6
	4	3	5	6	5	6	7
	5	4	6	7	6	7	8

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora).

Assim, a pontuação obtida para riscos músculo esqueléticos nesses laboratórios foi igual a 3 (Tabela 48).

Tabela 48 Pontuação de riscos músculo esqueléticos nos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Microscopia

Tabela C												
Score A	Score B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora).

Considerando que o aluno passa mais de um minuto nesta posição, foi feito ajuste de tempo de atividade, acrescentando um ponto a esse valor, obtendo pontuação final igual a 4. Não foram necessários ajustes de força nem de pega neste caso.

A Tabela 49 indica médio risco de distúrbios músculo esqueléticos nesses laboratórios, sendo necessária uma investigação mais aprofundada para proposição de mudanças.

Tabela 49 Pontuação de riscos músculo esqueléticos nos laboratórios de Microbiologia, Parasitologia e Microscopia

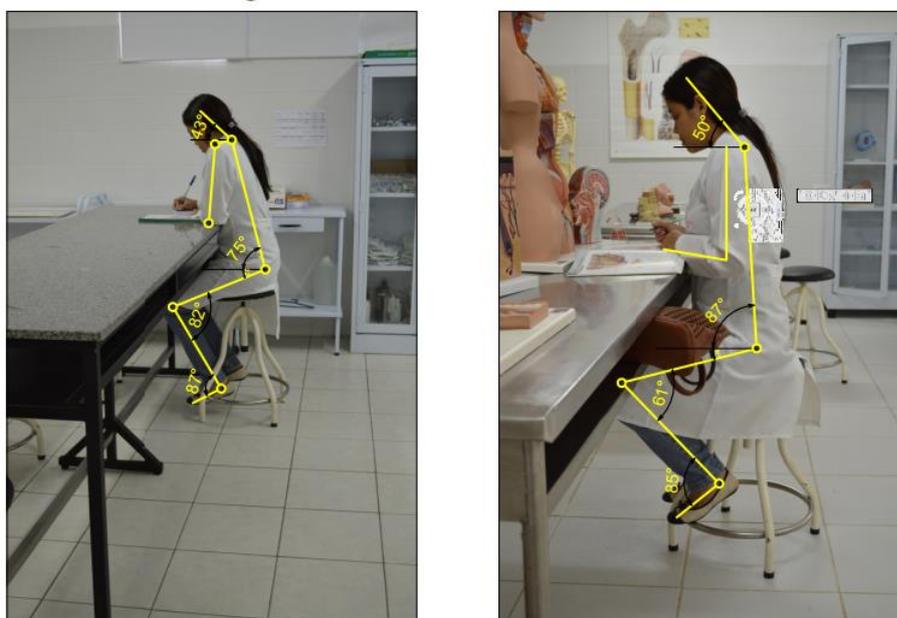
Pontuação	Nível de risco e recomendações
1	risco insignificante, nenhuma ação é necessária

2 a 3	baixo risco, algumas mudanças podem ser necessárias
4 a 7	médio risco, investigação mais aprofundada, breves mudanças
8 a 10	alto risco, investigar e implementar mudanças
11 +	risco muito alto, implementar mudanças

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora).

Considerando a similaridade das atividades desenvolvidas nos laboratórios de Semiologia e Anatomia (que utilizam bancada e banco), foi adotado uma única postura, e o lado esquerdo do usuário para a análise.

Figura 62 Posturas adotadas nos laboratórios de Semiologia (esquerda) e Anatomia (direita)



Fonte: a autora

A pontuação encontrada para a postura do pescoço, tronco e pernas, foi igual a 3 (Tabela 50), a partir dos seguintes valores adotados:

- Pescoço = 2: flexão > 20°;
- Tronco = 2: flexão entre 0° e 20°;
- Pernas (trabalho sentado) = 1: flexão entre 90° e 60°.

Tabela 50 Pontuação para pescoço, tronco e pernas nos laboratórios de Semiologia e Anatomia

Tabela	Pescoço
--------	---------

A		1				2				3			
	Pernas												
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

Com relação a postura de braço, antebraço e punho, o valor encontrado foi igual a 2 (Tabela 51), a partir das seguintes pontuações:

- Braço = 1: flexão entre 0º e 20º;
- Antebraço = 1: flexão entre 60º e 100º;
- Punho = 1: flexão entre 0º e 15º.

Tabela 51 Pontuação para braço, antebraço e punho nos laboratórios de Semiologia e Anatomia

Tabela B	Antebraço						
		1			2		
	Punho						
		1	2	3	1	2	3
Braço	1	1	2	3	1	2	3
	2	2	3	4	3	4	5
	3	2	4	5	4	5	6
	4	3	5	6	5	6	7
	5	4	6	7	6	7	8

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

Assim, a pontuação obtida para riscos músculo esqueléticos nesses laboratórios foi igual a 2 (Tabela 52).

Tabela 52 Pontuação de riscos músculo esqueléticos nos laboratórios de Semiologia e Anatomia

Tabela C												
Score A	Score B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7

2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

Considerando que o aluno passa mais de um minuto nesta posição, foi feito ajuste de tempo de atividade, acrescentando um ponto a esse valor, obtendo pontuação final igual a 3. Não foram necessários ajustes de força nem de pega neste caso.

A Tabela 53 indica baixo risco de distúrbios músculo esqueléticos nesses laboratórios, mas que a proposição de mudanças pode ser conveniente.

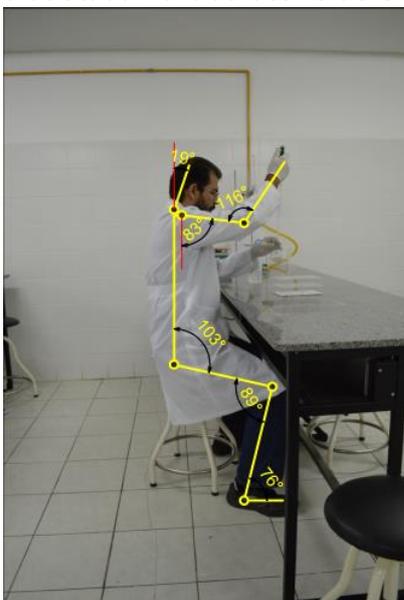
Tabela 53 Pontuação de riscos músculo esqueléticos nos laboratórios de Semiologia e Anatomia

Pontuação	Nível de risco e recomendações
1	risco insignificante, nenhuma ação é necessária
2 a 3	baixo risco, algumas mudanças podem ser necessárias
4 a 7	médio risco, investigação mais aprofundada, breves mudanças
8 a 10	alto risco, investigar e implementar mudanças
11 +	risco muito alto, implementar mudanças

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

Para a análise no laboratório de Ciências Biológicas, foi adotada a postura em uma situação extrema, mas bastante comum, a pipetagem. Foi considerado o lado direito do usuário.

Figura 63 Postura adotada no laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

A pontuação encontrada para a postura do pescoço, tronco e pernas, foi igual a 1 (Tabela 54), a partir dos seguintes valores adotados:

- Pescoço = 1: flexão < 20°;
- Tronco = 1: ereto;
- Pernas (trabalho sentado) = 1: flexão entre 90° e 60°.

Tabela 54 Pontuação para pescoço, tronco e pernas no laboratório de Ciências Biológicas

Tabela A	Pescoço													
	1				2				3					
	Pernas													
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6	
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	

	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

Com relação a postura de braço, antebraço e punho, o valor encontrado foi igual a 2 (Tabela 55), a partir das seguintes pontuações:

- Braço = 3: flexão entre 20º e 45º;
- Antebraço = 1: flexão entre 60º e 100º;
- Punho = 1: flexão entre 0º e 15º.

Tabela 55 Pontuação para braço, antebraço e punho no laboratório de Ciências Biológicas

Tabela B	Antebraço						
		1			2		
	Punho						
Braço		1	2	3	1	2	3
	1	1	2	3	1	2	3
	2	2	3	4	3	4	5
	3	2	4	5	4	5	6
	4	3	5	6	5	6	7
	5	4	6	7	6	7	8

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

Assim, a pontuação obtida para riscos músculo esqueléticos nesses laboratórios foi igual a 2 (Tabela 56).

Tabela 56 Pontuação de riscos músculo esqueléticos no laboratório de Ciências Biológicas

Tabela C												
Score A	Score B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12

10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

Considerando que o aluno passa mais de um minuto nesta posição, foi feito ajuste de tempo de atividade, acrescentando um ponto a esse valor, obtendo pontuação final igual a 3. Não foram necessários ajustes de força nem de pega neste caso.

A Tabela 57 indica baixo risco de distúrbios músculo esqueléticos nesses laboratórios, mas que a proposição de mudanças pode ser conveniente.

Tabela 57 Pontuação de riscos músculo esqueléticos no laboratório de Ciências Biológicas

Pontuação	Nível de risco e recomendações
1	risco insignificante, nenhuma ação é necessária
2 a 3	baixo risco, algumas mudanças podem ser necessárias
4 a 7	médio risco, investigação mais aprofundada, breves mudanças
8 a 10	alto risco, investigar e implementar mudanças
11 +	risco muito alto, implementar mudanças

Fonte: *Ergonomics Plus Inc.* (Adaptado pela autora)

Apesar das situações analisadas não representarem risco ergonômico significativo, a permanência prolongada na mesma posição, ao longo do tempo pode contribuir para o desenvolvimento de doenças da coluna vertebral, como a hérnia de disco, por exemplo.

Assim, algumas mudanças podem ser implementadas para diminuir os riscos de distúrbios músculo esqueléticos nos alunos.

#### 4.2.3.2 Avaliação Antropométrica

Para a avaliação antropométrica a seguir, foi adotado a aplicação de manequins antropométricos bidimensionais utilizados na conformação e dimensionamento de estações de trabalho e mobiliários.

Como o objetivo de tal avaliação visa apenas a identificação dos pontos de inadequação entre posto de trabalho e usuário, as etapas finais (desenho e dimensionamento do projeto, construção de modelos, preparação de requisitos para teste, teste e avaliação do modelo e ratificação e retificação do projeto) não serão executadas.

#### 4.2.3.2.1 Aplicação dos manequins antropométricos bidimensionais

##### 1 – Requisitos e necessidades:

O posto de trabalho em análise refere-se a bancadas de laboratórios que são utilizadas para apoio e uso de microscópios, bem como para o desenvolvimento de práticas científicas e estudo (leitura e escrita).

O trabalho é realizado na posição sentada, onde os alunos utilizam um banco com regulagem de altura, durante aulas práticas. Em geral, as aulas têm duração de 50 minutos, mas sempre acontecem em blocos duplos e sequenciais, totalizando 100 minutos por aula. A forma e sequência de uso varia em função da natureza da atividade em questão.

Considerando que a bancada será utilizada para estudo (leitura e escrita) em todos os laboratórios, tal configuração será adotada como modelo para esta avaliação antropométrica.

2 – Dimensões relevantes: as dimensões antropométricas relevantes serão as utilizadas para projetos de bancadas e cadeiras.

Segundo Panero e Zelnik (2002), as dimensões básicas da antropometria exigidas para o *design* de cadeiras são: altura do sulco poplíteo, altura de descanso dos cotovelos, altura dos ombros, altura sentado normalmente, altura da região lombar, largura cotovelo a cotovelo, largura do quadril, largura do ombro e comprimento nádega – sulco poplíteo.

Ainda segundo o autor, para o projeto de bancadas, deve ser considerado também o espaço livre para as coxas.

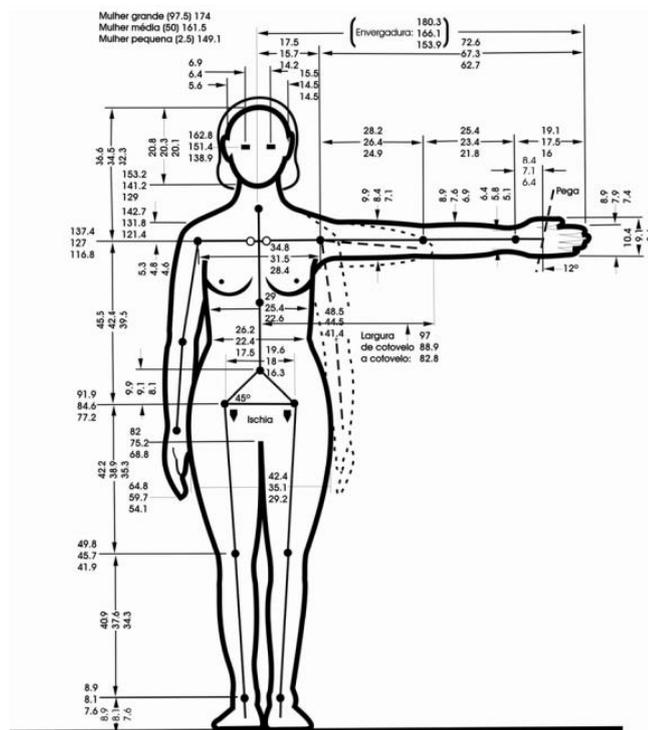
3 – População usuária: a população usuária do posto de trabalho em questão é formada por adultos de ambos os gêneros (masculino e feminino);

4 – Porcentagem da população a ser acomodada: para que o maior número de usuários possa utilizar o posto em análise de forma segura e confortável, a porcentagem da população adotada foi de 95%, considerando o percentil 2,5 feminino e o percentil 97,5 masculino;

5 – Levantamento antropométrico utilizado: dada a complexidade dos procedimentos para a realização de um levantamento antropométrico e da seleção de uma amostra representativa, bem como da rotatividade dos alunos de uma instituição de ensino, foi utilizado o levantamento americano de Diffrient et al. (1981).

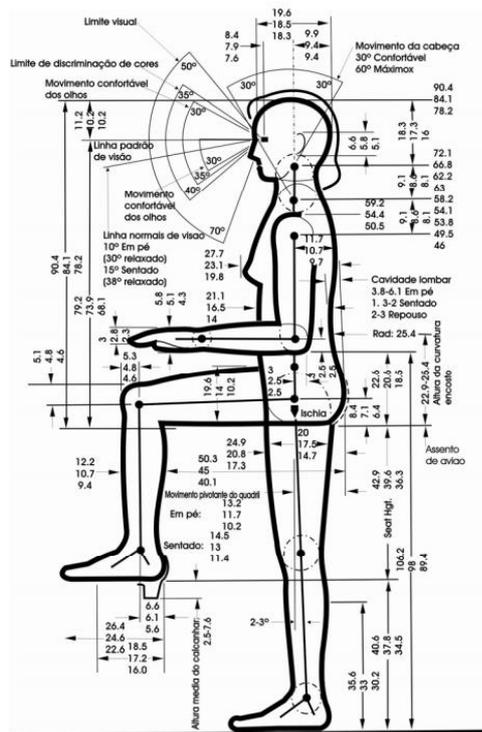
As Figuras 64 a 69 a seguir, mostram as variáveis dimensionais das partes do corpo masculino e feminino dos percentis 2,5; 50 e 97,5, segundo Diffrient et al (1981).

Figura 64 Mulher – vista frontal



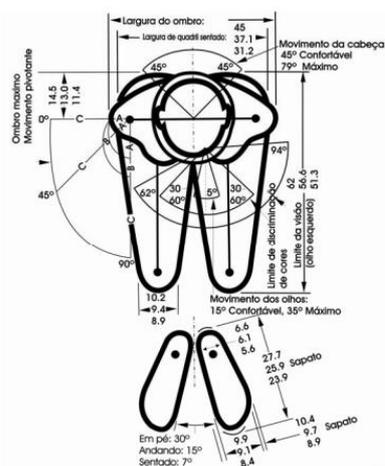
Fonte: Diffrient et al. (1981)

Figura 65 Mulher – vista lateral



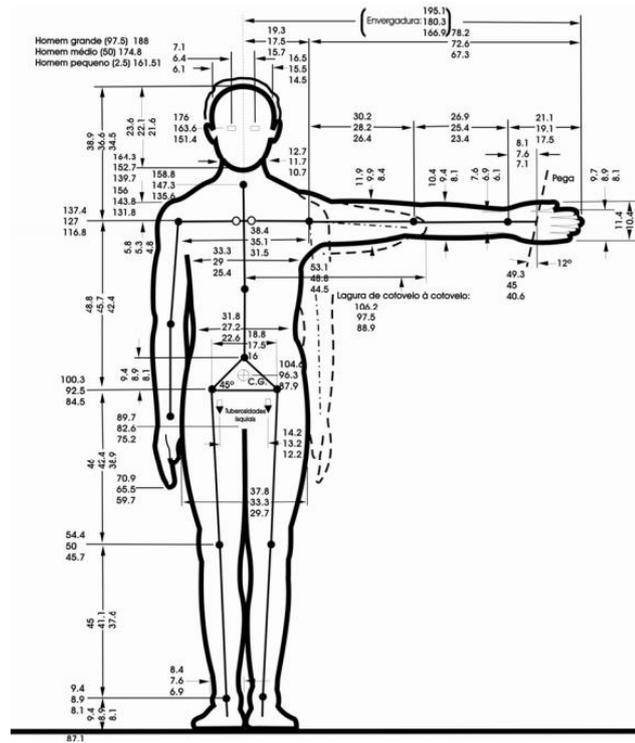
Fonte: Diffrient et al. (1981)

Figura 66 Mulher – vista superior



Fonte: Diffrient et al. (1981)

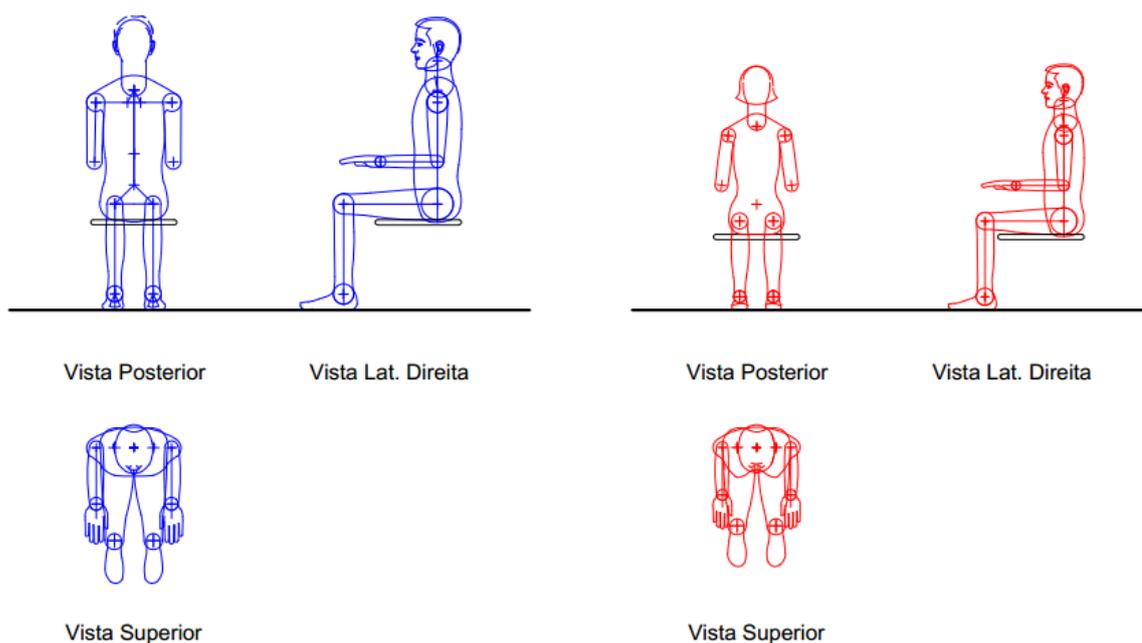
Figura 67 Homem – vista frontal



Fonte: Diffrient et al. (1981)

Figura 68 Homem – vista lateral





Fonte: a autora

7 – Determinar tipos de roupas e adicionar valores: de acordo com Dreyfuss (2005) para projetos de assentos, devem ser levadas em consideração as vestimentas. Para isso, serão utilizados os valores (em milímetros) da tabela a seguir para vestimentas de verão:

Tabela 58 Acréscimos devido a vestimentas para homens e mulheres

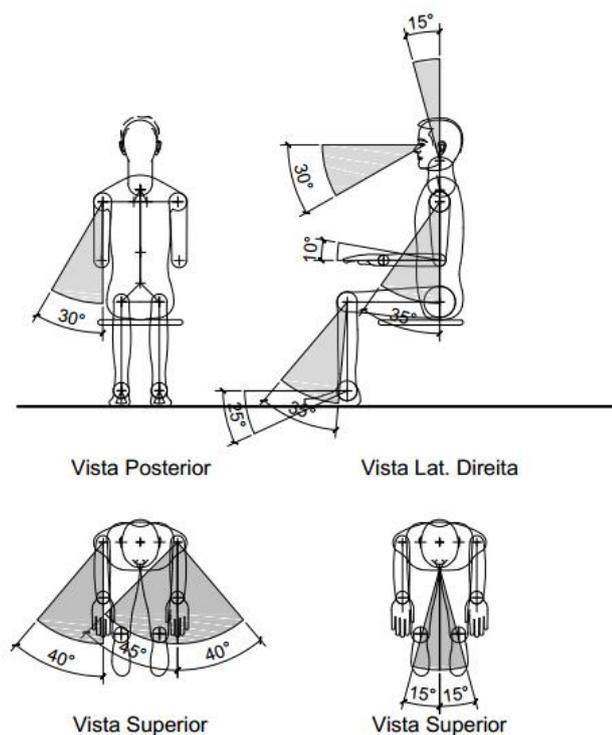
Medidas	Homem	Mulher
Altura dos ombros	15	9
Altura sentado normalmente	2,5	2,5
Largura do quadril	13	6,4
Largura do ombro	13	6,4

Fonte: DREYFUSS (2005)

8 – Estabelecer e construir parâmetros de projeto: os limites de conforto em torno dos centros de articulação nos planos frontal, superior e lateral, são definidos em função da movimentação dos segmentos corporais em torno do centro de articulação (ombro, cotovelo, pulso, quadril, joelho e tornozelo).

As zonas de conforto são os valores situados próximos ao ponto médio dos limites de movimentação. Valores maiores ou menores podem acarretar em custos humanos.

Figura 71 Ângulos de conforto para postura sentada

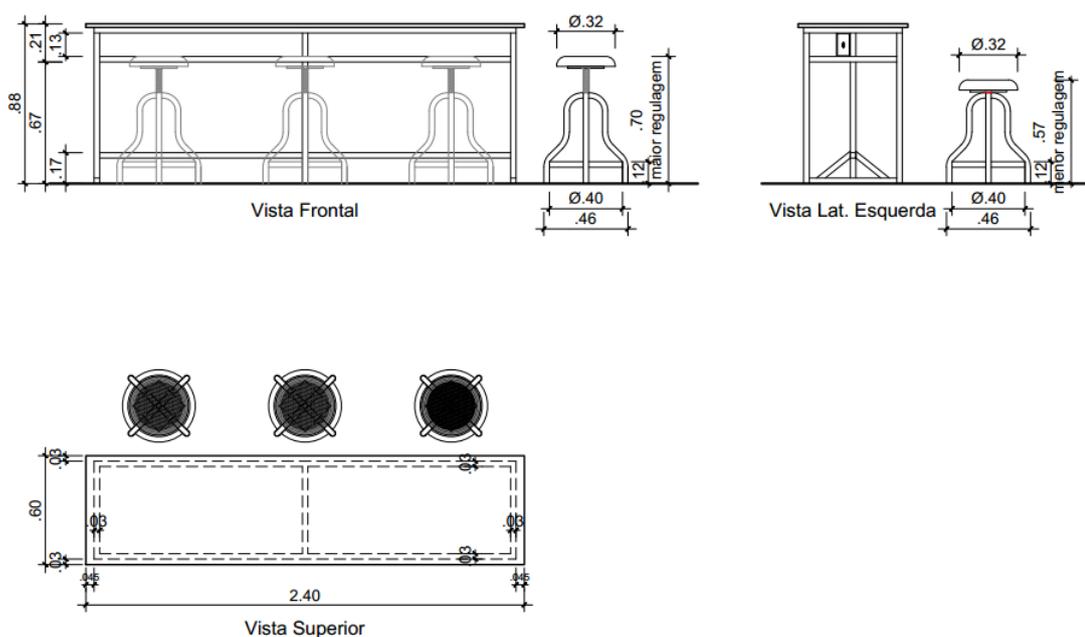


Fonte: DREYFUSS (2005), adaptado pela autora

O usuário limitante considerado para a altura do sulco poplíteo, comprimento nádega-sulco poplíteo e altura de descanso dos cotovelos, foi o menor percentil (2,5 feminino). Para os demais requisitos, foi considerado o maior percentil (97,5 masculino).

9 – Dimensões extremas de um dos equipamentos do posto de trabalho e crítica à zona interfacial: foi considerado o uso comum do posto de trabalho em todos os laboratórios. Trata-se portanto de uma bancada para estudo com banqueteta (Figura 72).

Figura 72 Vistas ortográficas de um dos equipamentos do posto de trabalho



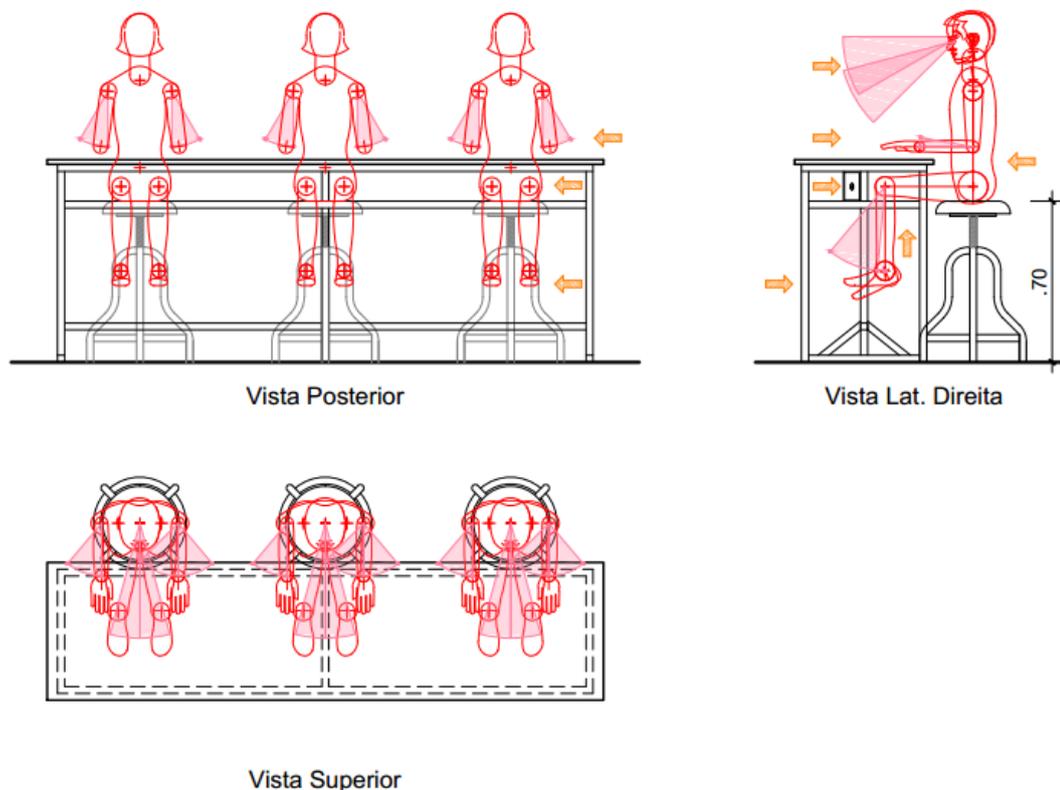
Fonte: a autora

A compatibilização entre usuário e o equipamento do posto de trabalho foi feita considerando o ajuste do banco para a melhor acomodação na altura do cotovelo para os dois percentis (0,67m para percentil 2,5 e 0,63m para o percentil 97,5), bem como para o menor (0,57m) e maior (0,70m) ajuste do banco. As figuras a seguir apresentam a compatibilização dos percentis extremos com o posto de trabalho.

Para o percentil 2,5 no banco com ajuste a 0,70m (Figura 73), tem-se a seguinte conjuntura:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: superfície de trabalho abaixo dos cotovelos;
- 3 – Vista lateral: a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, os pés não possuem apoio e o apoio sob as coxas é insuficiente.

Figura 73 Compatibilização do percentil 2,5 com banco a 0,70m

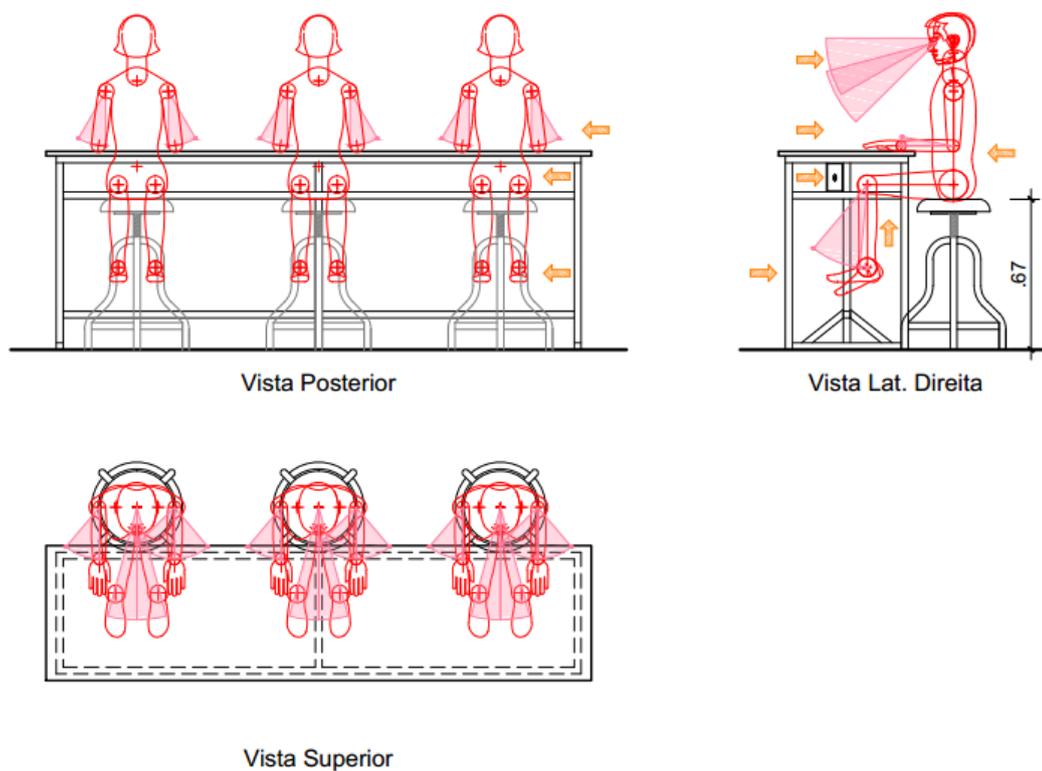


Fonte: a autora

Para o percentil 2,5 no banco com ajuste a 0,67m (Figura 00) destacam-se as seguintes situações:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: não há necessidade de elevação dos cotovelos;
- 3 – Vista lateral: a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, os pés não possuem apoio e o apoio sob as coxas é insuficiente.

Figura 74 Compatibilização do percentil 2,5 com banco a 0,67m

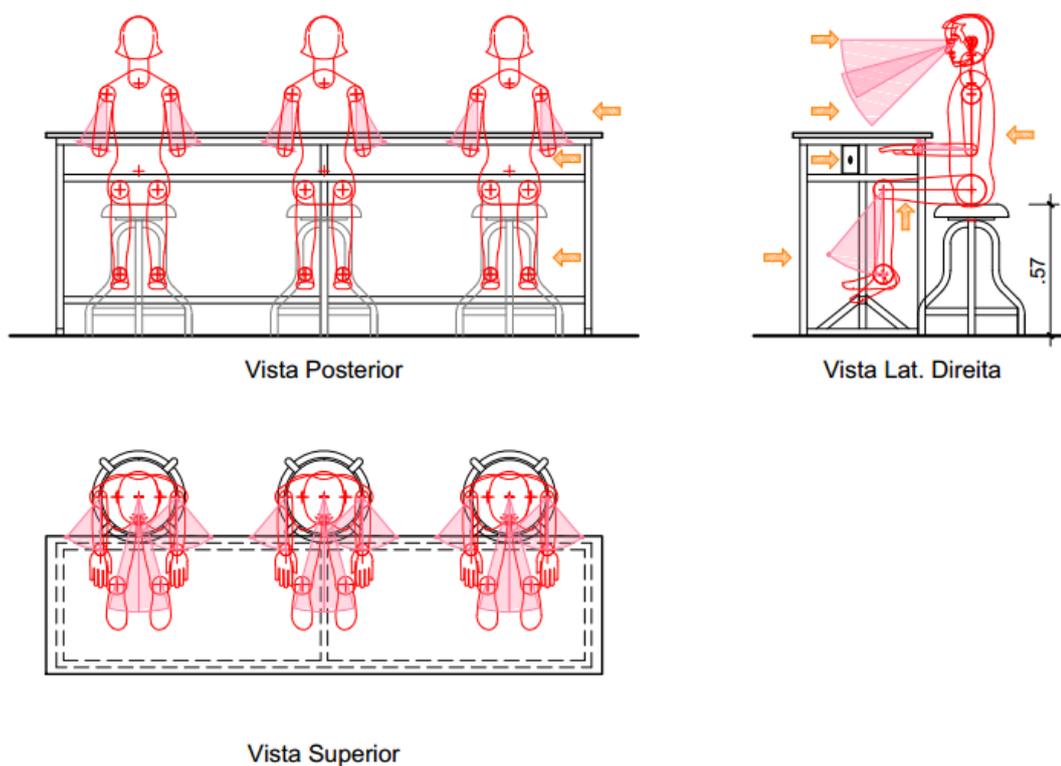


Fonte: a autora

Para o Percentil 2,5 no banco com ajuste a 0,57m (Figura 75), foi observado o cenário a seguir:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: altura da bancada exige elevação do cotovelo acima da área de conforto;
- 3 – Vista lateral: a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, os pés não possuem apoio, apoio sob as coxas é insuficiente e a altura da bancada exige elevação do cotovelo acima da área de conforto.

Figura 75 Compatibilização do percentil 2,5 com banco a 0,57m

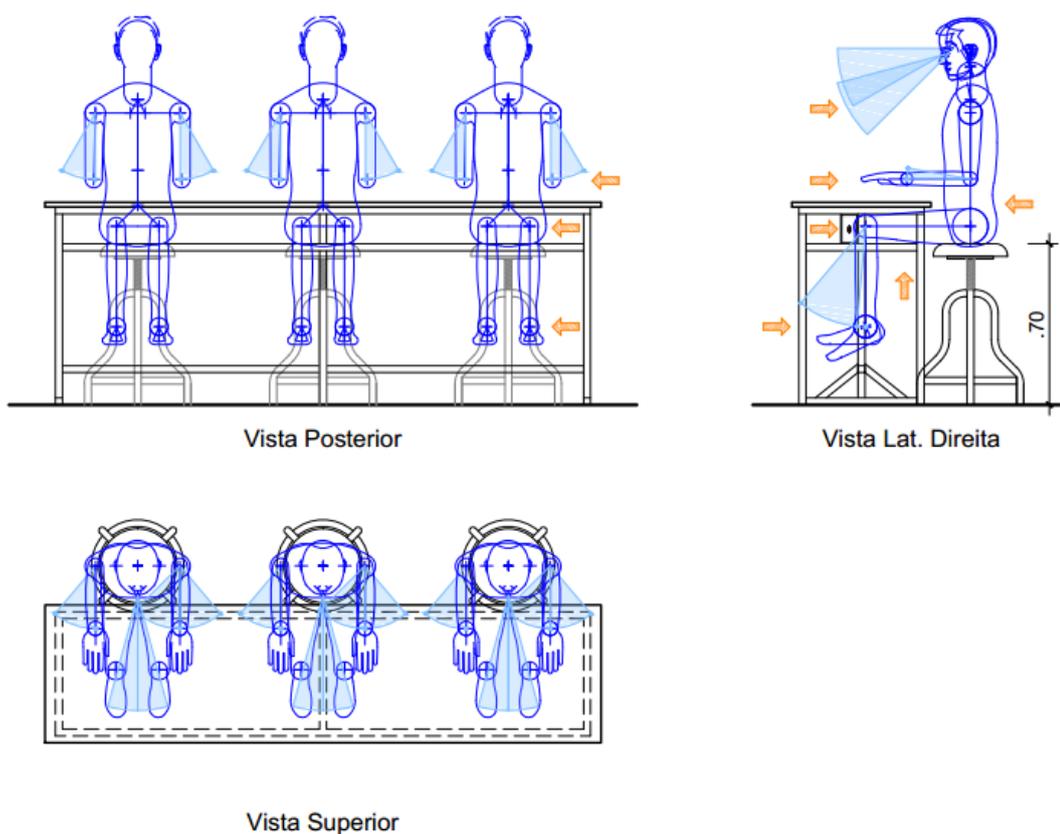


Fonte: a autora

Para o percentil 97,5 no banco com ajuste a 0,70m (Figura 76) destacam-se as seguintes situações:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: superfície de trabalho abaixo dos cotovelos;
- 3 – Vista lateral: a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, os pés não possuem apoio e o apoio sob as coxas é insuficiente.

Figura 76 Compatibilização do percentil 97,5 com banco a 0,70m

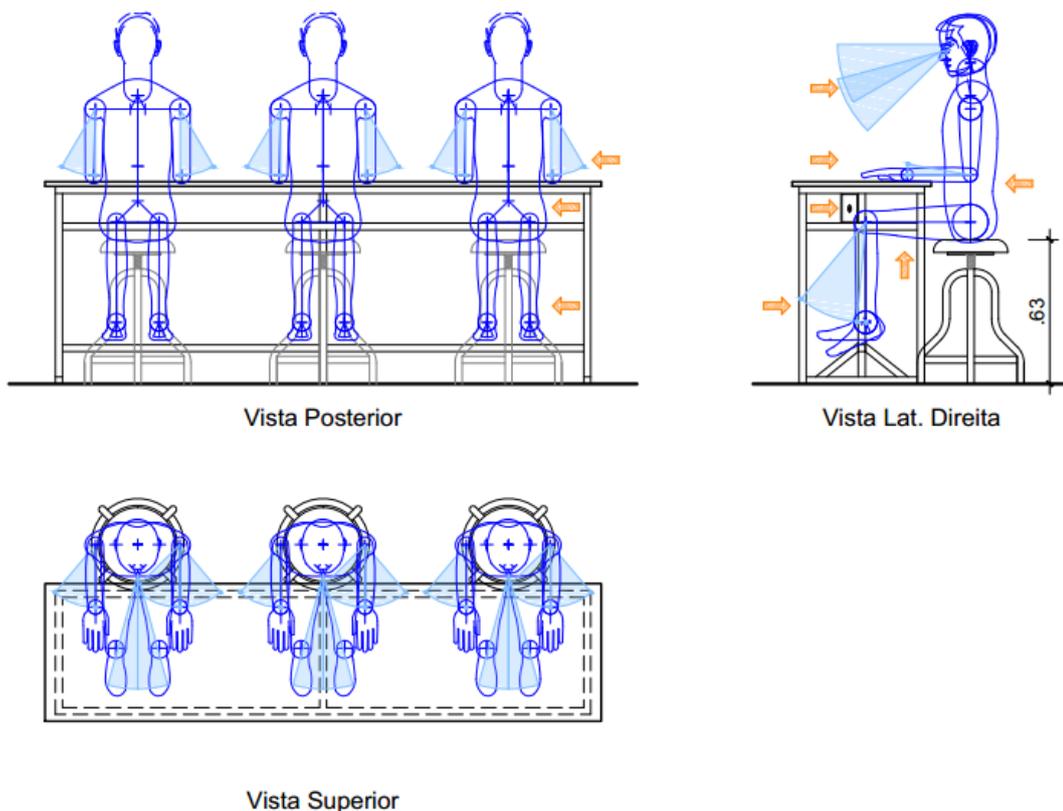


Fonte: a autora

Para o percentil 97,5 no banco com ajuste a 0,63m (Figura 77) obtiveram-se os seguintes resultados:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: não há necessidade de elevação dos cotovelos;
- 3 – Vista: a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada e o apoio sob as coxas é insuficiente.

Figura 77 Compatibilização do percentil 97,5 com banco a 0,63m

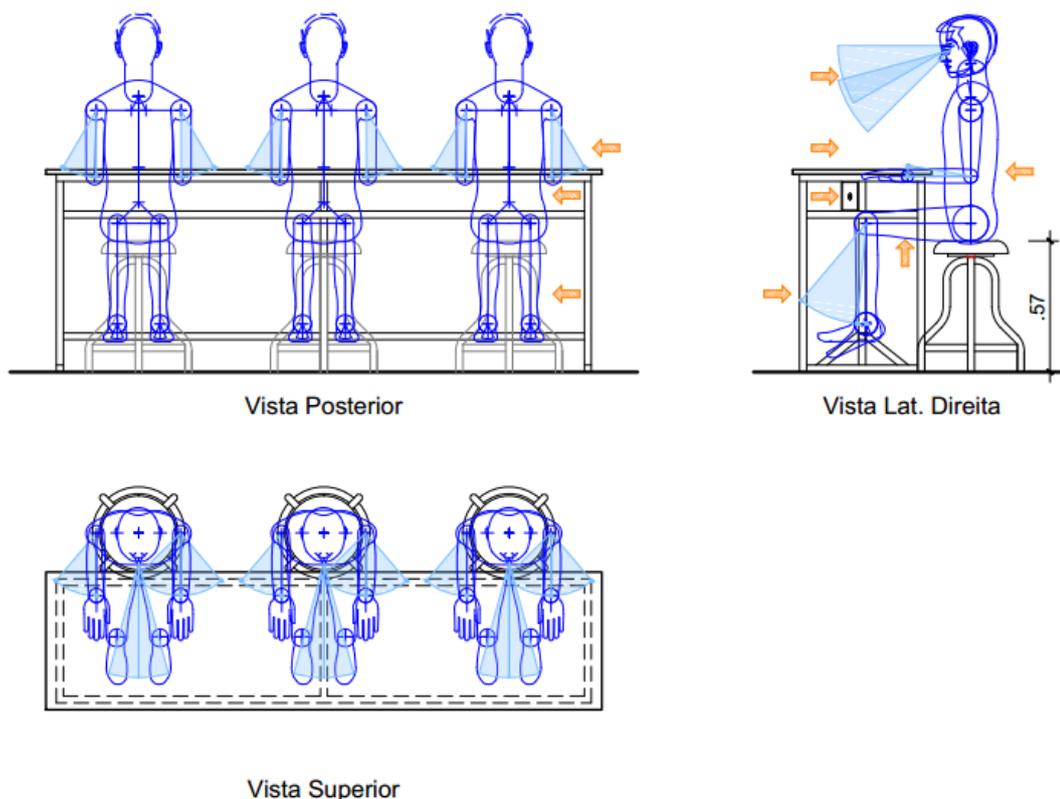


Fonte: a autora

Para o percentil 97,5 (Figura 78) no banco com ajuste a 0,57m, destacam-se as seguintes situações:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: elevação dos cotovelos dentro da área de conforto;
- 3 – Vista lateral: a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, apoio para os pés acima da área de conforto e o apoio sob as coxas é insuficiente.

Figura 78 Compatibilização do percentil 97,5 com banco a 0,57m

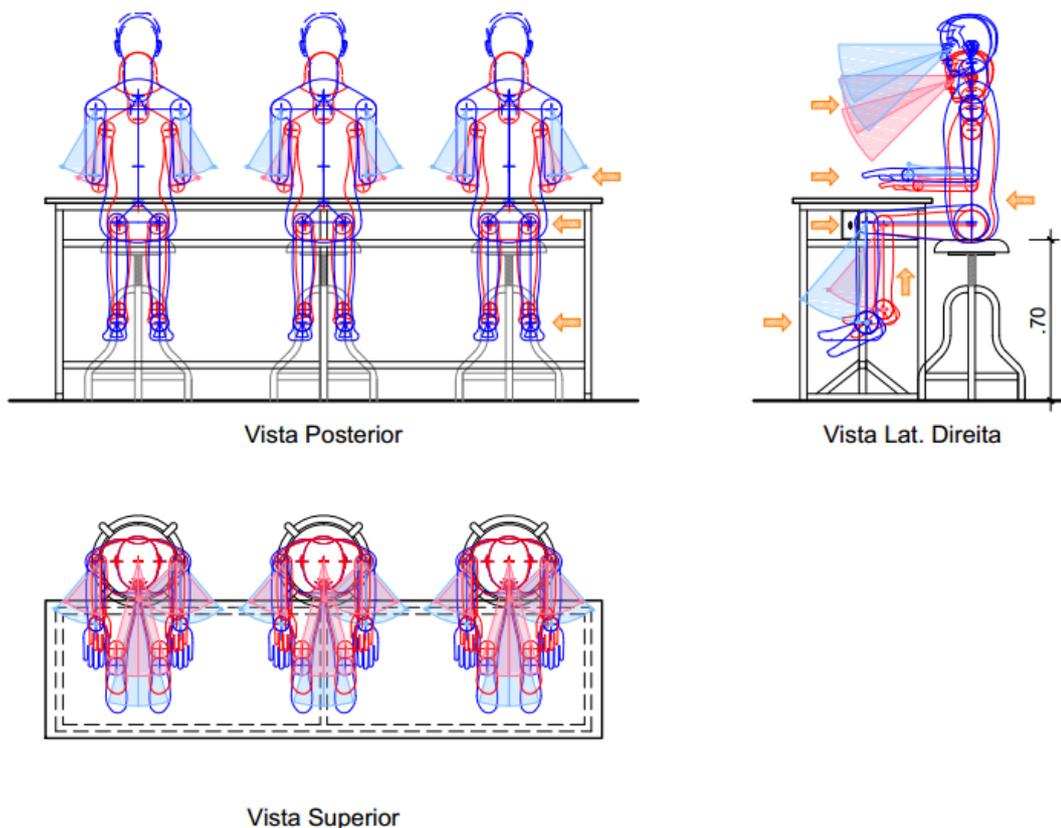


Fonte: a autora

A interseção dos percentis 2,5 e 97,5 no banco com ajuste a 0,70m (Figura 79) foram evidenciadas as situações:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto para ambos os percentis;
- 2 – Vista posterior: superfície de trabalho abaixo dos cotovelos;
- 3 – Vista lateral: nos dois casos, a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, apoio para os pés acima da área de conforto e apoio sob as coxas é insuficiente.

Figura 79 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 com banco a 0,70m

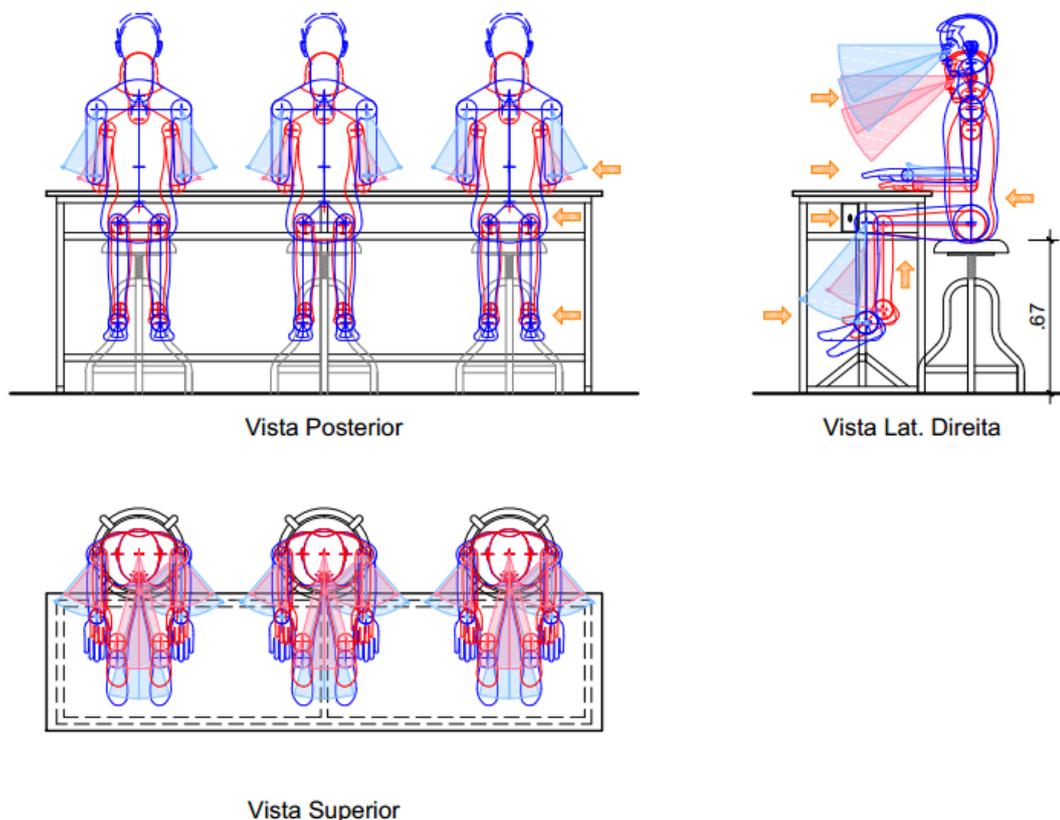


Fonte: a autora

Na interseção dos percentis 2,5 e 97,5 no banco com ajuste a 0,67m (Figura 80), foram encontrados os resultados a seguir:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto para ambos os percentis;
- 2 – Vista posterior: rebaixamento dos cotovelos fora da área de conforto para percentil 97,5;
- 3 – Vista lateral: nos dois casos, a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, apoio para os pés acima da área de conforto e apoio sob as coxas é insuficiente.

Figura 80 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 com banco a 0,67m

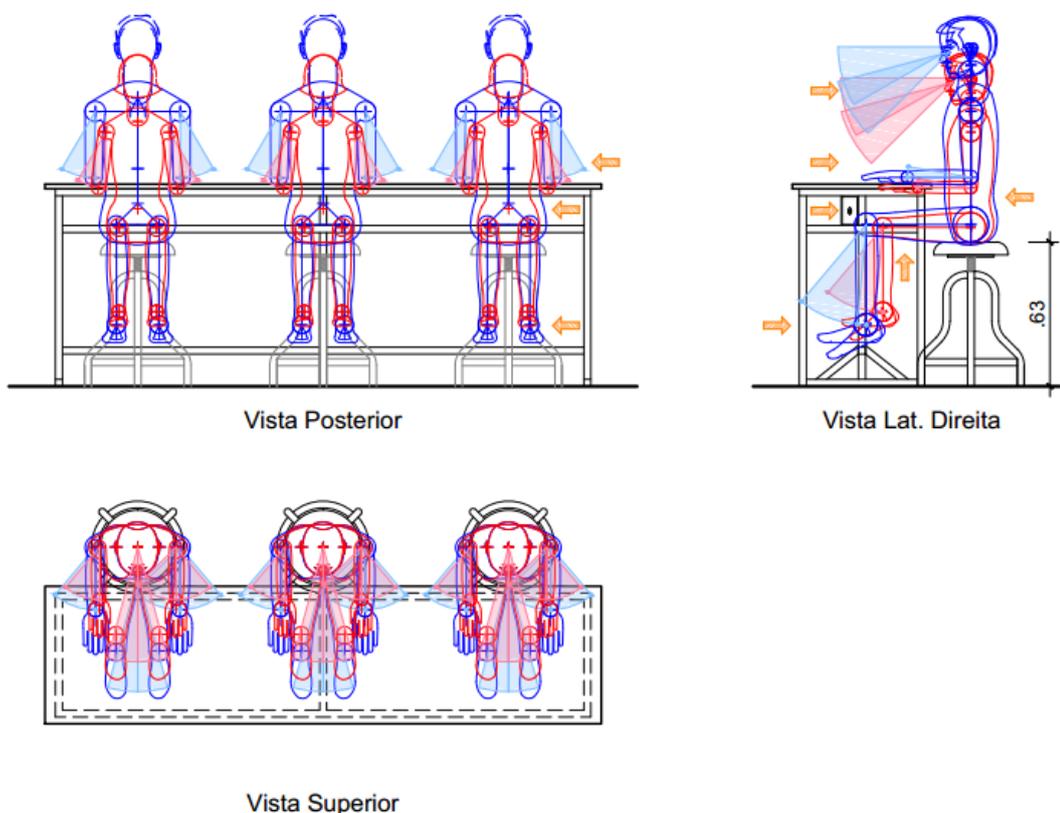


Fonte: a autora

A Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 no banco com ajuste a 0,63m (Figura 81) apresentou a seguinte configuração:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto para ambos os percentis;
- 2 – Vista posterior: elevação dos cotovelos dentro da área de conforto para percentil 2,5;
- 3 – Vista lateral: nos dois casos, a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada e apoio sob as coxas é insuficiente. Para o percentil 2,5 o apoio para os pés está acima da área de conforto.

Figura 81 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 com a 0,63m

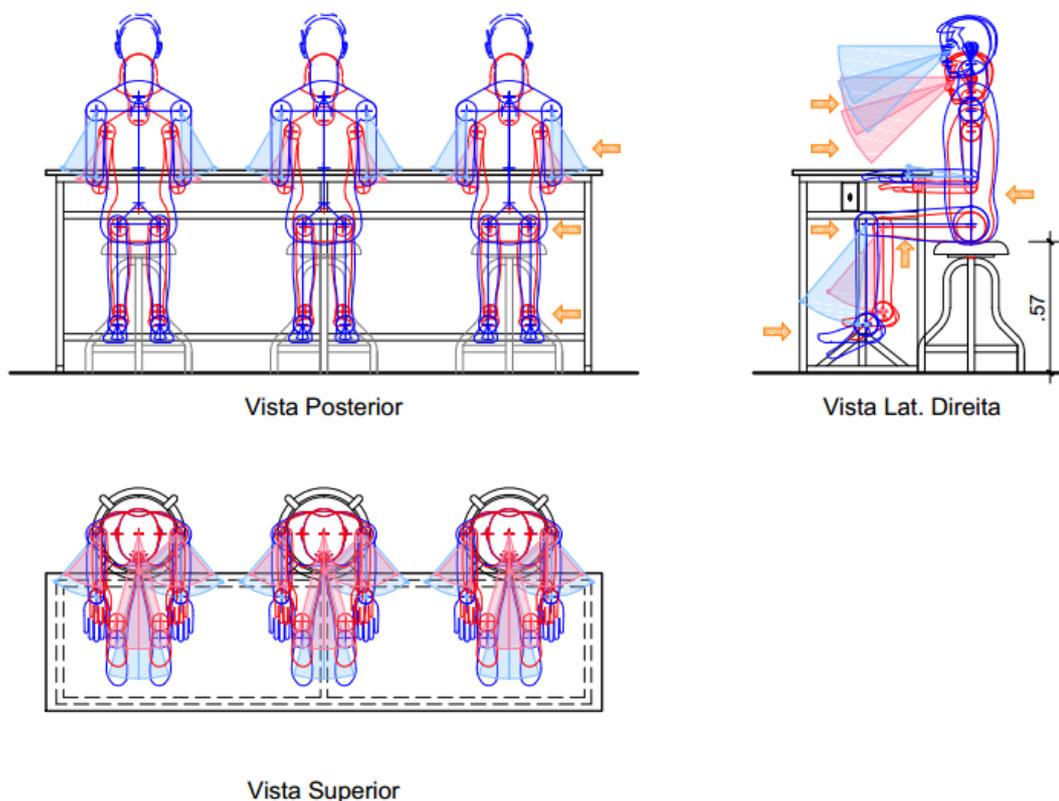


Fonte: a autora

A Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 no banco com ajuste a 0,57m (figura 82) mostra a seguinte configuração:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto para ambos os percentis;
- 2 – Vista posterior: elevação dos cotovelos fora da área de conforto para percentil 2,5;
- 3 – Vista lateral: nos dois casos, a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão, não há possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada e apoio sob as coxas é insuficiente. Para o percentil 97,5 o apoio para os pés está acima da área de conforto.

Figura 82 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 com banco a 0,57m



Fonte: a autora

A partir da aplicação dos dados antropométricos em um dos equipamentos do posto de trabalho analisado, foi possível identificar o principal ponto de inadequação encontra-se na falta de espaço para as coxas em ambos os usuários e em qualquer ajuste do banco.

Nessa situação, o usuário acaba estendendo as coxas e flexionando os joelhos para ter aproximação suficiente da bancada e apoiando os pés na base do banco para ter maior equilíbrio. Além disso, a superfície de trabalho no limite inferior do campo de visão do usuário exige flexão do pescoço para visualização do material utilizado na realização da tarefa.

Outra característica relevante é a altura da bancada associada ao ajuste do banco. Se não combinado corretamente, exige elevação dos cotovelos além do limite de conforto para alcançar a superfície de trabalho.

Tais posturas, semelhantes às identificadas e analisadas anteriormente, comprova a estreita relação entre as características e dimensões do posto de trabalho e a postura adotada.

#### 4.2.4 Percepção Ambiental

Os questionários aplicados e devolvidos à pesquisadora, envolveram alunos maiores de 18 anos, regularmente matriculados no curso de Enfermagem da IES estudada, e que se dispuseram a participar do processo investigatório.

Foram entregues 100 questionários em quatro visitas realizadas em dias e horários distintos. Desse total, os alunos que aceitaram participar da pesquisa e portanto devolveram o questionário respondido, totalizaram 47 (quarenta e sete).

As questões foram agrupadas em duas seções, para um dos 5 (cinco) laboratórios:

I – Perfil do voluntário: para coletar dados como idade, gênero ou se possui alguma limitação (visual, auditiva ou motora);

II – Percepção ambiental: obtida através da aplicação da Constelação de Atributos a fim de coletar dados sobre a percepção do usuário em função de um ambiente ideal, bem como do ambiente real (da IES estudada).

Do total de entrevistados, 09 (nove) são do gênero masculino e 38 (trinta e oito) do gênero feminino. A média de idade dos respondentes é de 22 (vinte e dois) anos, e 08 (oito) deles afirmam ter alguma limitação visual.

Para a construção do gráfico da Constelação de Atributos, foram utilizados os dados referentes à percepção ambiental. As respostas foram classificadas e agrupadas em 04 (quatro) categorias: instalações, equipamentos, conforto ambiental e organização.

A categoria *instalações* diz respeito às dimensões e funcionalidade dos ambientes e às condições de acessibilidade e adequação do mobiliário, equipamentos e materiais necessários para o desenvolvimento das atividades acadêmicas. A categoria *equipamentos* refere-se a disponibilidade e qualidade de recursos oferecidos pela IES. A categoria *conforto ambiental* considera os aspectos relacionados ao conforto térmico, lumínico e sonoro. A categoria *organização* diz respeito aos atributos relacionados a limpeza, segurança e manutenção.

Os alunos entrevistados entendem um laboratório de Microbiologia e Parasitologia ideal com atributos positivos de equipamentos, instalações, conforto ambiental e organizacional, citados com maior frequência nesta ordem. A Tabela 59 mostra a categorização das respostas, com suas respectivas classificações, probabilidades de associação e distância psicológica.

Destaca-se que foram citados 21 atributos. Desses, 07 atributos foram mencionados apenas uma vez, gerando um valor para probabilidade de associação entre zero e um, e consequentemente um valor negativo para distância psicológica. Como esta é representada em centímetros, um valor negativo não pode ser reproduzido no gráfico. Assim, foi aplicada uma regra de três simples para definição de um valor proporcional aos demais atributos.

Tabela 59 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microbiologia e Parasitologia ideal

AMBIENTE IDEAL					
LABORATÓRIO: Microbiologia / Parasitologia					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	11	3	10,00	1,00
Conforto	Conforto lumínico	5	7	4,55	1,52
Conforto	Arejado	2	10	1,82	3,85
Conforto	Confortável	1	11	0,91	7,70
		<b>19</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	32	1	29,09	0,68
Equipamentos	Tecnologia	4	8	3,64	1,78
Equipamentos	Monitor / Data show	3	9	2,73	2,30
Equipamentos	Equipamentos individuais	2	10	1,82	3,85
		<b>41</b>			
Instalações	Bancada / banco confortável	12	2	10,91	0,96
Instalações	Mobiliário adequado	7	5	6,36	1,24
Instalações	Ambiente adequado	5	7	4,55	1,52
Instalações	Ambiente grande	4	8	3,64	1,78
Instalações	Mesas grandes	2	10	1,82	3,85
Instalações	Muitas bancadas / bancos	1	11	0,91	7,70
Instalações	Bancadas individuais	1	11	0,91	7,70
Instalações	Ambiente de apoio	1	11	0,91	7,70
Instalações	Acessibilidade	1	11	0,91	7,70
		<b>34</b>			
Organização	Segurança	8	4	7,27	1,16
Organização	Limpeza / Higiene	6	6	5,45	7,70
Organização	Organização	1	11	0,91	7,70
Organização	Calmo / Aconchegante	1	11	0,91	7,70
		<b>16</b>			

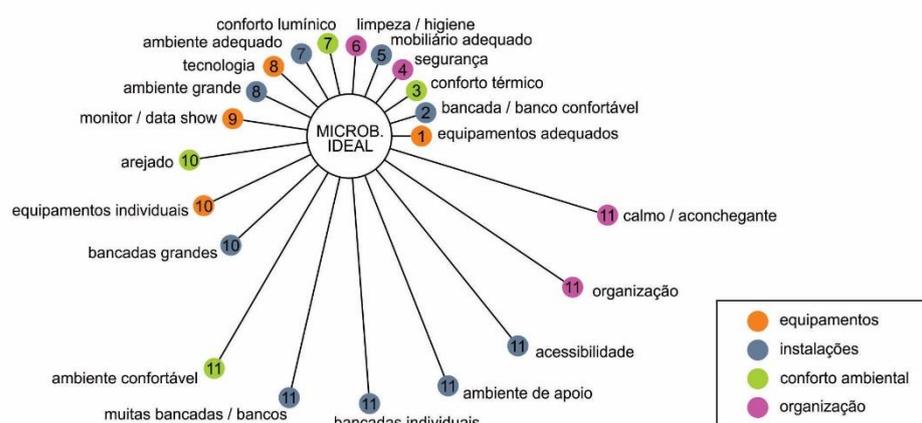
Fonte: a autora

De acordo com o gráfico da Constelação de Atributos (Figura 83) um laboratório de Microbiologia e Parasitologia ideal deve ter equipamentos adequados, bancadas e bancos confortáveis com temperatura adequada e dispor de segurança. Desse modo, compreendem o laboratório de Microbiologia e Parasitologia ideal como um espaço onde condições de instalações, conforto e organização que, quando harmonizadas, interferem positivamente na atividade de estudo.

Outros atributos relevantes foram: adequação do mobiliário para desenvolvimento das tarefas, limpeza e higiene do ambiente, conforto lumínico, adequação do ambiente e tecnologia.

Atributos citados apenas uma vez, mas que permeiam a percepção dos alunos foram: acessibilidade, ambiente de apoio, quantidade de bancadas e bancadas individuais.

Figura 83 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Microbiologia e Parasitologia



Fonte: a autora

No que diz respeito ao laboratório de Microbiologia e Parasitologia real, foram citados 26 atributos positivos e negativos (Tabela 60). Assim como o laboratório de Microbiologia e Parasitologia ideal, os atributos mais referenciados foram relativos aos equipamentos, seguidos de instalações e conforto, e por último os organizacionais.

Tabela 60 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microbiologia e Parasitologia real

AMBIENTE REAL					
LABORATÓRIO: Microbiologia / Parasitologia					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	6	3	7,14	1,17
Conforto	Conforto lumínico	4	5	4,76	1,48
Conforto	Pouco confortável	2	7	2,38	2,65
Conforto	Arejado	1	8	1,19	13,21
Conforto	Pouca iluminação	1	8	1,19	13,21
Conforto	Quente ou frio demais	1	8	1,19	13,21
		<b>15</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	20	1	23,81	0,73
Equipamentos	Poucos equipamentos	4	5	4,76	1,48
Equipamentos	Tecnologia	1	8	1,19	13,21

Equipamentos	Equipamentos quebrados	1	8	1,19	13,21
Equipamentos	Falta tecnologia	1	8	1,19	13,21
		<b>27</b>			
Instalações	Bancada / banco desconfortável	8	2	9,52	1,02
Instalações	Ambiente adequado	6	3	7,14	1,17
Instalações	Mobiliário adequado	5	4	5,95	1,29
Instalações	Ambiente pequeno	4	5	4,76	1,48
Instalações	Ambiente grande	3	6	3,57	1,81
Instalações	Bancada / banco confortável	2	7	2,38	2,65
Instalações	Estruturas fixas	1	8	1,19	13,21
Instalações	Instalações inadequadas	1	8	1,19	13,21
Instalações	Mesas grandes	1	8	1,19	13,21
Instalações	Ambiente de apoio	1	8	1,19	13,21
		<b>32</b>			
Organização	Limpeza / Higiene	5	4	5,95	1,29
Organização	Segurança	2	7	2,38	2,65
Organização	Organização	1	8	1,19	13,21
Organização	Calmo / Aconchegante	1	8	1,19	13,21
Organização	Complexo	1	8	1,19	13,21
		<b>10</b>			

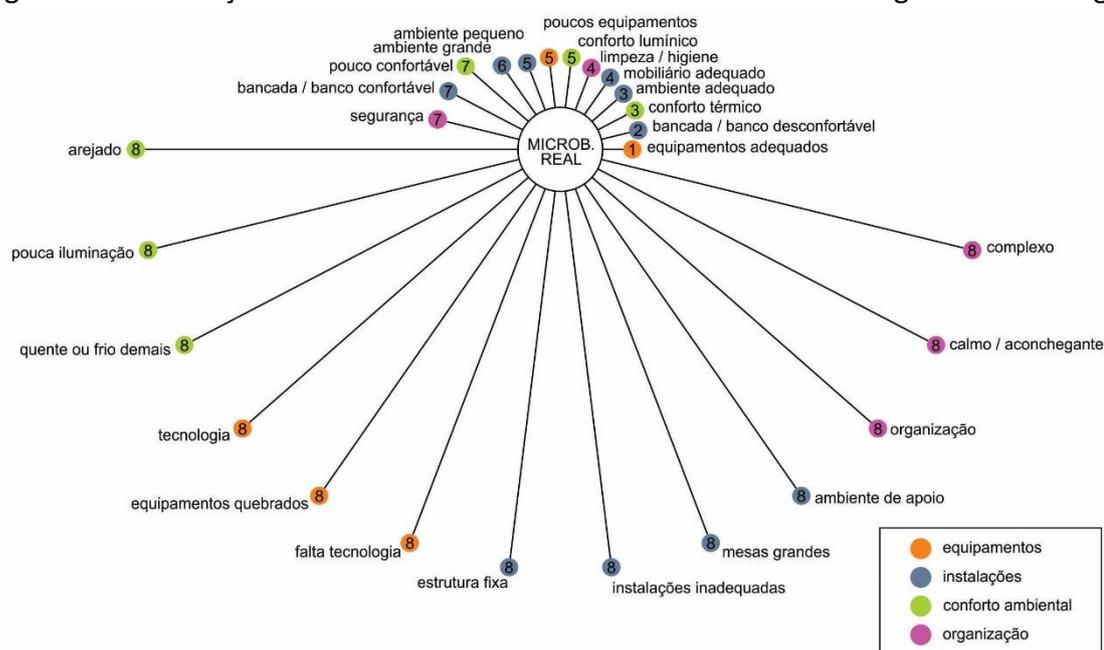
Fonte: a autora

Para os alunos, o laboratório de Microbiologia e Parasitologia real é percebido como um ambiente com equipamentos e mobiliário adequados, termicamente confortável e seguro. Entretanto, o segundo atributo mais citado, com 08 respostas, foi relacionado ao mobiliário desconfortável.

De acordo com o gráfico da Constelações de Atributos (Figura 84), algumas características como dimensionamento e conforto, apresentaram respostas contraditórias. Houve a percepção tanto de um ambiente grande, quanto de um ambiente pequeno, e de um ambiente confortável, como de um ambiente pouco confortável.

Destacam-se alguns atributos negativos que, mesmo sendo pouco mencionados, fazem parte da imagem idealizada pelos alunos, como: equipamentos quebrados, falta tecnologia, estruturas fixas e instalações inadequadas.

Figura 84 Constelações de Atributos real do laboratório de Microbiologia e Parasitologia



Fonte: a autora

Considerando um laboratório de Semiologia ideal, os depoimentos dos alunos apresentaram atributos positivos de equipamentos, conforto ambiental e instalações nesta ordem. O atributo organizacional foi o menos citado, com apenas 03 respostas. A Tabela 61 mostra a categorização dos 16 atributos, com suas respectivas classificações, probabilidades de associação e distância psicológica.

Tabela 61 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Semiologia ideal

AMBIENTE IDEAL					
LABORATÓRIO: <i>Semiologia</i>					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	7	2	10,45	0,98
Conforto	Conforto lumínico	5	4	7,46	1,15
Conforto	Confortável	2	6	2,99	2,11
Conforto	Arejado	1	7	1,49	5,75
		<b>15</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	19	1	28,36	0,69
Equipamentos	Tecnologia	4	5	5,97	1,29
Equipamentos	Monitor / Data show	4	5	5,97	1,29
		<b>27</b>			

Instalações	Ambiente grande	6	3	8,96	1,05
Instalações	Bancada / banco confortável	6	3	8,96	1,05
Instalações	Mobiliário adequado	5	4	7,46	1,15
Instalações	Ambiente adequado	2	6	2,99	2,11
Instalações	Bancadas grandes	1	7	1,49	5,75
Instalações	Espaço para guardar material	1	7	1,49	5,75
Instalações	Boa estrutura	1	7	1,49	5,75
		<b>22</b>			
Organização	Limpeza / Higiene	2	6	2,99	2,11
Organização	Técnico de Enfermagem	1	7	1,49	5,75
		<b>3</b>			

Fonte: a autora

Considerando o gráfico da Constelação de Atributos, um laboratório de Semiologia ideal (Figura 85) deve ter equipamentos adequados, conforto térmico, grandes dimensões bem como bancadas e bancos confortáveis.

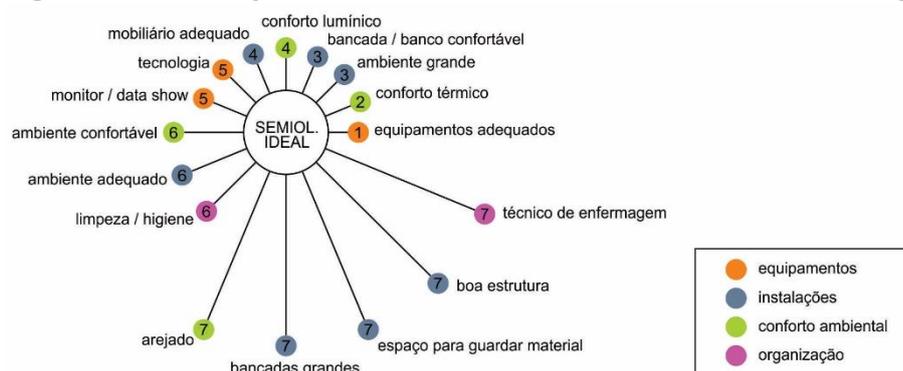
Os atributos referentes aos equipamentos, somando 27 respostas, representam a maior quantidade de referências, principalmente os relacionados a adequação desses elementos às atividades, atributo mais mencionado. Em seguida, os atributos de instalações, com 22 respostas e de conforto ambiental, com 15 respostas foram entendidos como característicos de um laboratório de Semiologia, ou seja, ficam mais próximos do centro da constelação.

Assim, foram mencionados atributos relevantes como: conforto lumínico, adequação do mobiliário, tecnologia e limpeza.

Evidencia-se a importância do mobiliário na compreensão de um laboratório de Semiologia pelos alunos, uma vez que tal atributo aparece em dois momentos, com quantidade significativa de respostas, quais sejam de adequação e conforto.

Atributos citados apenas uma vez, mas que para os entrevistados são características que fazem parte de um laboratório de Semiologia, foram: espaço para guardar material, ambiente arejado e bancadas grandes.

Figura 85 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Semiologia



Fonte: a autora

Ao serem questionados sobre o laboratório de Semiologia real, os entrevistados citaram mais atributos que para o laboratório de Semiologia ideal. Foram mencionados mais atributos positivos que negativos, sendo 16 positivos contra 8 negativos, que alcançaram as 4 categorias: equipamentos, instalações, conforto e organização. As categorias equipamentos e instalações obtiveram a mesma quantidade de respostas (Tabela 62).

Tabela 62 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Semiologia real

AMBIENTE REAL					
LABORATÓRIO: <i>Semiologia</i>					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	8	2	11,59	0,94
Conforto	Conforto lumínico	3	5	4,35	1,57
Conforto	Confortável	2	6	2,90	2,16
Conforto	Arejado	1	7	1,45	6,21
Conforto	Pouco confortável	1	7	1,45	6,21
Conforto	Agradável	1	7	1,45	6,21
Conforto	Incidência de raios solares	1	7	1,45	6,21
Conforto	Conforto acústico	1	7	1,45	6,21
		<b>18</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	12	1	17,39	0,81
Equipamentos	Monitor / Data show	5	3	7,25	1,16
Equipamentos	Poucos equipamentos	3	5	4,35	1,57
Equipamentos	Melhorar equipamentos	1	7	1,45	6,21
		<b>21</b>			
Instalações	Bancada / banco desconfortável	5	3	7,25	1,16
Instalações	Mobiliário adequado	4	4	5,80	1,31
Instalações	Ambiente adequado	3	5	4,35	1,57
Instalações	Boa estrutura	3	5	4,35	1,57
Instalações	Ambiente grande	2	6	2,90	2,16
Instalações	Ambiente pequeno	2	6	2,90	2,16
Instalações	Mesas grandes	1	7	1,45	6,21
Instalações	Poucas bancadas / bancos	1	7	1,45	6,21
		<b>21</b>			

Organização	Limpeza / Higiene	4	4	5,80	1,31
Organização	Técnico de Enfermagem	3	5	4,35	1,57
Organização	Segurança	1	7	1,45	6,21
Organização	Organização	1	7	1,45	6,21
		9			

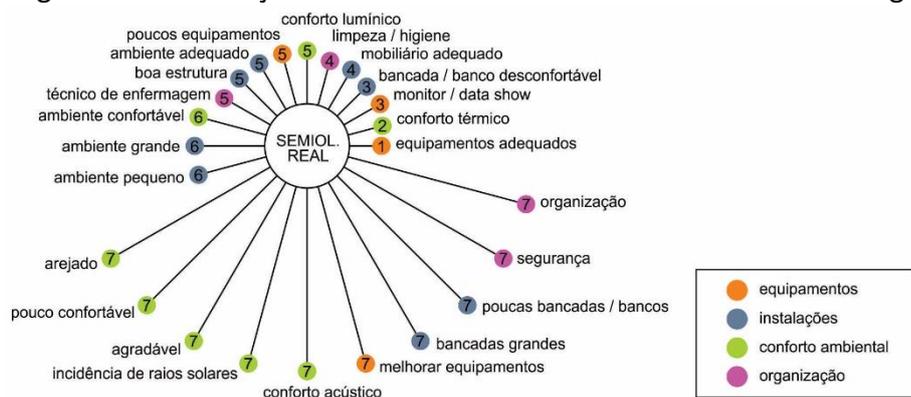
Fonte: a autora

Para os alunos, o laboratório de Semiologia real é percebido como um ambiente com equipamento e mobiliário adequados, com conforto térmico, lumínico e igualmente um ambiente limpo. Em contrapartida, os itens negativos citados referem-se ao desconforto do mobiliário bem como a pequena quantidade de equipamentos.

Conforme o gráfico da Constelações de Atributos (Figura 86), algumas características como dimensionamento e conforto, apresentaram respostas contraditórias. Houve a percepção tanto de um ambiente confortável, quanto de um ambiente pouco confortável, e de um ambiente grande, como de um ambiente pequeno.

Assim, ao comparar os gráficos do laboratório de Semiologia ideal com o real percebe-se o laboratório de Semiologia da IES estudada apresenta os dois atributos mais importantes de um laboratório de Semiologia ideal: equipamentos e conforto térmico.

Figura 86 Constelações de Atributos real do laboratório de Semiologia



Fonte: a autora

Atributos positivos relacionados aos equipamentos, instalações, conforto ambiental e organização, foram citados pelos alunos, com maior frequência nesta ordem, compreendendo um laboratório de Anatomia ideal com equipamentos adequados, disponibilização cadáveres para estudo, bancadas e bancos confortáveis, temperatura adequada e espaço amplo.

A Tabela 63 mostra a categorização das 118 respostas, com suas respectivas classificações, probabilidades de associação e distância psicológica.

Destaca-se que foram citados 20 atributos. Desses, 03 atributos foram mencionados apenas uma vez, gerando um valor para probabilidade de associação entre zero e um, e conseqüentemente um valor negativo para distância psicológica. Como esta é representada em centímetros, um valor negativo não pode ser reproduzido no gráfico. Assim, foi aplicada uma regra de três simples para definição de um valor proporcional aos demais atributos.

Tabela 63 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório Anatomia ideal

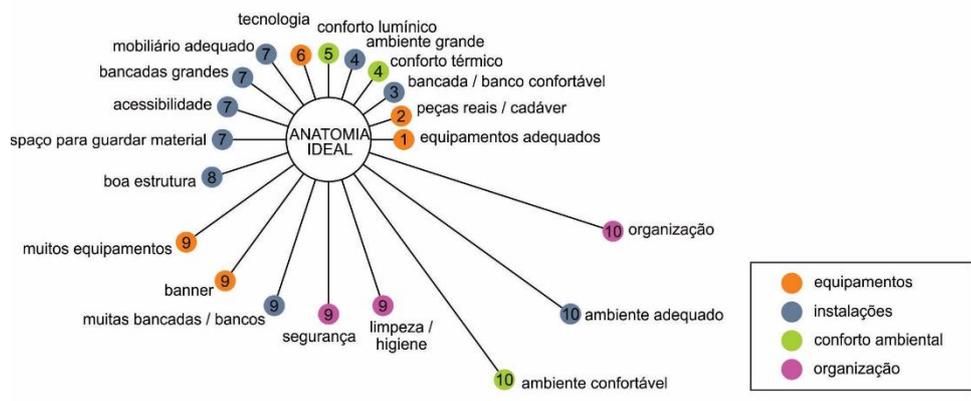
AMBIENTE IDEAL					
LABORATÓRIO: Anatomia					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	9	4	7,63	1,13
Conforto	Conforto lumínico	8	5	6,78	1,20
Conforto	Confortável	1	10	0,85	8,72
		<b>18</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	22	1	18,64	0,79
Equipamentos	Peças reais / cadáver	19	2	16,10	0,83
Equipamentos	Tecnologia	7	6	5,93	1,29
Equipamentos	Muitos equipamentos	2	9	1,69	4,36
Equipamentos	Banner com imagens	2	9	1,69	4,36
		<b>52</b>			
Instalações	Bancada / banco confortável	12	3	10,17	0,99
Instalações	Ambiente grande	9	4	7,63	1,13
Instalações	Mobiliário adequado	4	7	3,39	1,89
Instalações	Mesas grandes	4	7	3,39	1,89
Instalações	Acessibilidade	4	7	3,39	1,89
Instalações	Espaço para guardar material	4	7	3,39	1,89
Instalações	Boa estrutura	3	8	2,54	2,47
Instalações	Muitas bancadas / bancos	2	9	1,69	4,36
Instalações	Ambiente adequado	1	10	0,85	8,72
		<b>43</b>			
Organização	Segurança	2	9	1,69	4,36
Organização	Limpeza / Higiene	2	9	1,69	4,36
Organização	Organização	1	10	0,85	8,72
		<b>5</b>			

Fonte: a autora

Outros atributos relevantes que ocorreram no gráfico da Constelação de Atributos de um laboratório de Anatomia ideal foram: conforto lumínico, tecnologia, adequação do mobiliário para desenvolvimento das tarefas, acessibilidade e espaço para guardar material.

Os atributos relacionados aos aspectos organizacionais foram os menos mencionados, com apenas 5 respostas, mas que caracterizam um laboratório de Anatomia ideal são segurança, limpeza e organização do espaço.

Figura 87 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Anatomia



Fonte: a autora

No que diz respeito ao laboratório de Anatomia real, foram citados 24 atributos positivos e negativos, caracterizados em 04 categorias: equipamentos, instalações, conforto ambiental e organização (Tabela 64). Os atributos mais referenciados foram relativos aos equipamentos, seguidos de instalações e conforto, e por último os organizacionais.

Tabela 64 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microbiologia e Parasitologia ideal

AMBIENTE REAL					
LABORATÓRIO: Anatomia					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	8	4	7,48	1,14
Conforto	Conforto lumínico	4	7	3,74	1,75
Conforto	Melhor iluminação	2	9	1,87	3,68
Conforto	Confortável	1	10	0,93	7,36
Conforto	Melhor climatização	1	10	0,93	7,36
		<b>16</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	19	1	17,76	0,80
Equipamentos	Peças artificiais	15	2	14,02	0,87
Equipamentos	Tecnologia	6	5	5,61	1,34
Equipamentos	Poucos equipamentos	4	7	3,74	1,75
Equipamentos	Banner com imagens	3	8	2,80	2,23
Equipamentos	Mais atlas de anatomia	3	8	2,80	2,23
		<b>50</b>			

Instalações	Bancada / banco desconfortável	11	3	10,28	0,99
Instalações	Mobiliário adequado	6	5	5,61	1,34
Instalações	Ambiente grande	5	6	4,67	1,49
Instalações	Ambiente adequado	4	7	3,74	1,75
Instalações	Mesas grandes	2	9	1,87	3,68
Instalações	Mesas pequenas	2	9	1,87	3,68
Instalações	Bancada / banco confortável	1	10	0,93	7,36
Instalações	Falta acessibilidade	1	10	0,93	7,36
Instalações	Espaço para guardar material	1	10	0,93	7,36
Instalações	Ambiente pequeno	1	10	0,93	7,36
		<b>34</b>			
Organização	Limpeza / Higiene	5	6	4,67	1,49
Organização	Segurança	1	10	0,93	7,36
Organização	Organização	1	10	0,93	7,36
		<b>7</b>			

Fonte: a autora

Para os alunos, o laboratório de Anatomia real é percebido como um ambiente amplo com equipamentos e mobiliário adequados, termicamente confortável e que dispõe de tecnologia. Entretanto, o terceiro atributo mais citado, com 11 respostas, foi relacionado ao mobiliário desconfortável.

De acordo com o gráfico da Constelações de Atributos (Figura 88), os itens de conforto ambiental e instalações revelam um conflito quanto a qualidade da iluminação, a percepção de um ambiente termicamente confortável, bem como ao dimensionamento das bancadas.

Figura 88 Constelações de Atributos real do laboratório de Anatomia



Fonte: a autora

Considerando um laboratório de Microscopia ideal os atributos mencionados representam aspectos positivos de equipamentos, instalações, conforto ambiental e

organizacional. Nesse caso, os atributos de equipamentos e conforto ambiental apresentaram o maior número de respostas, e os atributos de organização corresponderam aos menores valores (Tabela 65).

Tabela 65 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microscopia ideal

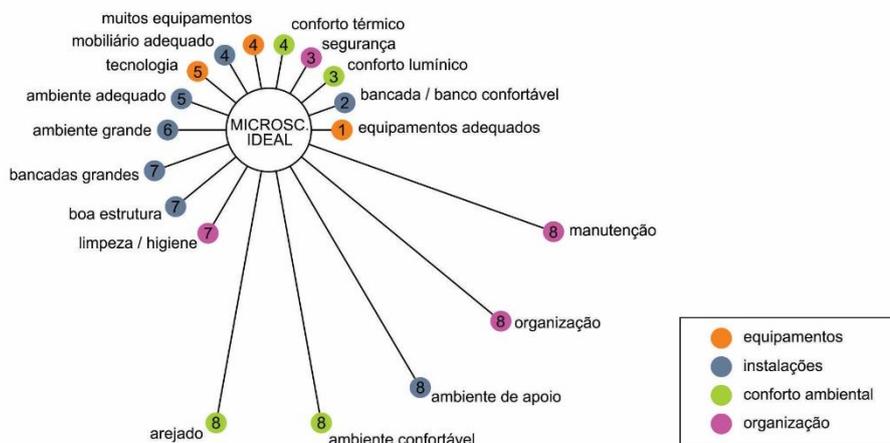
AMBIENTE IDEAL					
LABORATÓRIO: <i>Microscopia</i>					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto lumínico	6	3	7,79	1,12
Conforto	Conforto térmico - climatizado	5	4	6,49	1,23
Conforto	Arejado	1	8	1,30	8,81
Conforto	Confortável	1	8	1,30	8,81
		<b>13</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	20	1	25,97	0,71
Equipamentos	Muitos equipamentos	5	4	6,49	1,23
Equipamentos	Tecnologia	4	5	5,19	1,40
		<b>29</b>			
Instalações	Bancada / banco confortável	8	2	10,39	0,98
Instalações	Mobiliário adequado	5	4	6,49	1,23
Instalações	Ambiente adequado	4	5	5,19	1,40
Instalações	Ambiente grande	3	6	3,90	1,69
Instalações	Mesas grandes	2	7	2,60	2,41
Instalações	Boa estrutura	2	7	2,60	2,41
Instalações	Ambiente de apoio	1	8	1,30	8,81
		<b>25</b>			
Organização	Segurança	6	3	7,79	1,12
Organização	Limpeza / Higiene	2	7	2,60	2,41
Organização	Organização	1	8	1,30	8,81
Organização	Manutenção	1	8	1,30	8,81
		<b>10</b>			

Fonte: a autora

O gráfico da Constelação de Atributos a seguir (Figura 89) demonstra que a disponibilidade de equipamentos adequados e em grande quantidade, bancadas e bancos confortáveis, conforto térmico e lumínico representam a imagem idealizada pelos alunos sobre um ambiente de um laboratório de Microscopia.

Essa imagem, corresponde à percepção dos alunos quanto ao laboratório de Microscopia real, uma vez que as características de equipamentos e conforto apresentaram pequena distância psicológica em ambos gráficos da Constelação de Atributos, ideal e real.

Figura 89 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Microscopia



Fonte: a autora

Relativamente ao laboratório de Microscopia real, a Tabela 66 a seguir mostra a organização das 78 respostas nas mesmas quatro categorias: equipamentos, instalações, conforto e organização.

Tabela 66 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Microscopia real

AMBIENTE REAL					
LABORATÓRIO: Microscopia					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	5	4	6,41	1,24
Conforto	Conforto lumínico	3	6	3,85	1,71
Conforto	Quente ou frio demais	2	7	2,56	2,45
Conforto	Agradável	2	7	2,56	2,45
Conforto	Pouca iluminação	2	7	2,56	2,45
Conforto	Pouco confortável	2	7	2,56	2,45
		<b>16</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	17	1	21,79	0,75
Equipamentos	Poucos equipamentos	6	3	7,69	1,13
Equipamentos	Monitor / Data show	4	5	5,13	1,41
Equipamentos	Tecnologia	1	8	1,28	9,27
Equipamentos	Falta realismo	1	8	1,28	9,27
		<b>29</b>			
Instalações	Mobiliário adequado	8	2	10,26	0,99
Instalações	Bancada / banco desconfortável	4	5	5,13	1,41
Instalações	Ambiente adequado	3	6	3,85	1,71
Instalações	Ambiente grande	3	6	3,85	1,71
Instalações	Bancada / banco confortável	2	7	2,56	2,45
Instalações	Mesas grandes	2	7	2,56	2,45
Instalações	Ambiente pequeno	2	7	2,56	2,45
Instalações	Poucas bancadas / bancos	1	8	1,28	9,27
		<b>25</b>			

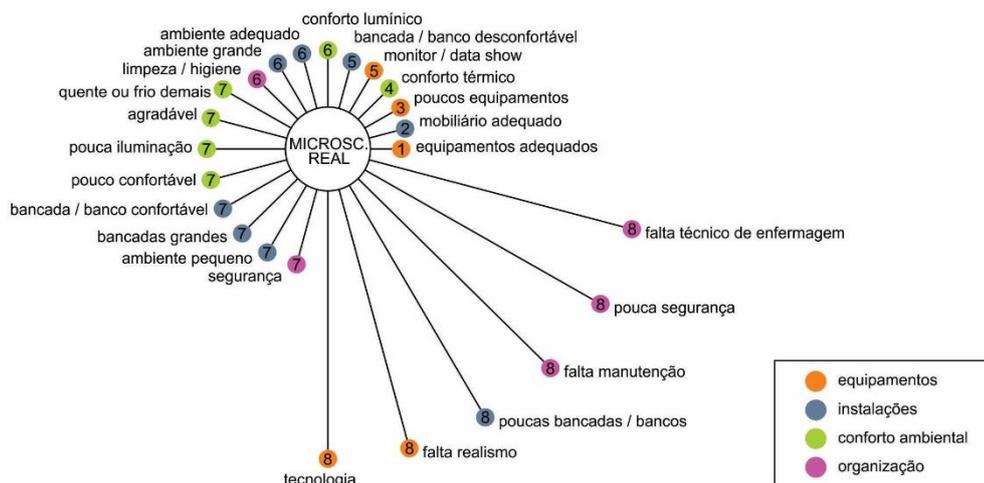
Organização	Limpeza / Higiene	3	6	3,85	1,71
Organização	Segurança	2	7	2,56	2,45
Organização	Falta de manutenção	1	8	1,28	9,27
Organização	Pouca segurança	1	8	1,28	9,27
Organização	Falta técnico de enfermagem	1	8	1,28	9,27
		<b>8</b>			

Fonte: a autora

Para os alunos, o laboratório de Microscopia ideal é percebido como um ambiente com poucos mas adequados equipamentos, com mobiliário adequado e confortável sob os aspectos térmicos e lumínicos. Entretanto, o segundo atributo mais citado, com 08 respostas, foi relacionado ao mobiliário desconfortável, evidenciando a importância de tal atributo na compreensão de um laboratório de Microscopia, como uma característica relevante para o bom desenvolvimento da atividade de aprendizado.

De acordo com o gráfico da Constelação de Atributos do laboratório de Microscopia real (Figura 90), todas as categorias apresentaram respostas contraditórias. Houve a percepção tanto de um ambiente grande, quanto de um ambiente pequeno, de um ambiente confortável, como de um ambiente pouco confortável, de mesas e cadeiras confortáveis e mobiliário desconfortável, bem como de um ambiente seguro e ambiente com pouca segurança.

Figura 90 Constelações de Atributos real do laboratório de Microscopia



Fonte: a autora

Os alunos entrevistados entendem um laboratório de Ciências Biológicas ideal com atributos positivos de equipamentos, organização, conforto ambiental e instalações, citados

com maior frequência nesta ordem. A Tabela 67 mostra a categorização das respostas, com suas respectivas classificações, probabilidades de associação e distância psicológica.

Tabela 67 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Ciências Biológicas ideal

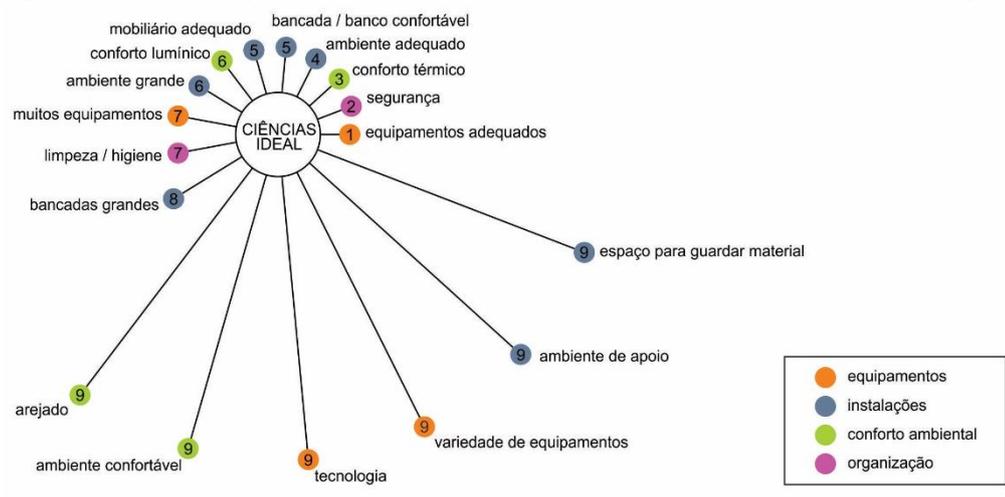
AMBIENTE IDEAL					
LABORATÓRIO: Ciências Biológicas					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	7	3	8,86	1,06
Conforto	Conforto lumínico	4	6	5,06	1,42
Conforto	Arejado	1	9	1,27	9,77
Conforto	Confortável	1	9	1,27	9,77
		<b>13</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	24	1	30,38	0,67
Equipamentos	Muitos equipamentos	3	7	3,80	1,73
Equipamentos	Tecnologia	1	9	1,27	9,77
Equipamentos	Variedade de equipamentos	1	9	1,27	9,77
		<b>29</b>			
Instalações	Ambiente adequado	6	4	7,59	1,14
Instalações	Bancada / banco confortável	5	5	6,33	1,25
Instalações	Mobiliário adequado	5	5	6,33	1,25
Instalações	Ambiente grande	4	6	5,06	1,42
Instalações	Mesas grandes	2	8	2,53	2,48
Instalações	Ambiente de apoio	1	9	1,27	9,77
Instalações	Espaço para guardar material	1	9	1,27	9,77
		<b>24</b>			
Organização	Segurança	10	2	12,66	0,91
Organização	Limpeza / Higiene	3	7	3,80	1,73
		<b>13</b>			

Fonte: a autora

De acordo com o gráfico da Constelação de Atributos (Figura 91) um laboratório de Ciências Biológicas ideal deve ser um ambiente adequado ao desenvolvimento das atividades, disponibilizando equipamentos adequados e mobiliário confortável, com segurança e conforto. Desse modo, compreendem o laboratório de Ciências Biológicas ideal como um espaço onde condições de instalações, conforto e organização, quando harmonizadas, interferem positivamente na atividade de estudo.

Outros atributos relevantes foram: ambiente amplo e limpo com disponibilidade de quantidade e variedade de equipamentos e espaço para guardar material.

Figura 91 Constelações de Atributos ideal do laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

No que diz respeito ao laboratório de Ciências Biológicas real, foram citados 21 atributos, sendo 12 positivos e 09 negativos (Tabela 68). Assim como o laboratório de Ciências Biológicas ideal, os atributos mais referenciados foram relativos às instalações, seguidos de equipamentos e conforto, e por último os organizacionais.

Tabela 68 Dados para a Constelação de Atributos do laboratório de Ciências Biológicas real

AMBIENTE REAL					
LABORATÓRIO: Ciências Biológicas					
CATEGORIA	ATRIBUTOS ASSOCIADOS AO AMBIENTE REAL	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO	PROBABILIDADE DE ASSOCIAÇÃO	DISTÂNCIA PSICOLÓGICA
Conforto	Conforto térmico - climatizado	6	3	8,45	1,08
Conforto	Conforto lumínico	4	5	5,63	1,33
Conforto	Melhorar climatização	4	5	5,63	1,33
Conforto	Pouco arejado	1	8	1,41	6,72
Conforto	Confortável	1	8	1,41	6,72
Conforto	Pouca iluminação	1	8	1,41	6,72
		<b>17</b>			
Equipamentos	Equipamentos adequados	17	1	23,94	0,73
Equipamentos	Melhores materiais	3	6	4,23	1,60
Equipamentos	Tecnologia	1	8	1,41	6,72
Equipamentos	Poucos equipamentos	1	8	1,41	6,72
		<b>22</b>			

Instalações	Bancada / banco desconfortável	8	2	11,27	0,95
Instalações	Mobiliário adequado	5	4	7,04	1,18
Instalações	Ambiente adequado	3	6	4,23	1,60
Instalações	Bancada / banco confortável	2	7	2,82	2,22
Instalações	Ambiente grande	2	7	2,82	2,22
Instalações	Mesas grandes	1	8	1,41	6,72
Instalações	Espaço para guardar material	1	8	1,41	6,72
Instalações	Poucas bancadas / bancos	1	8	1,41	6,72
Instalações	Ambiente pequeno	1	8	1,41	6,72
		<b>24</b>			
Organização	Limpeza / Higiene	4	5	5,63	1,33
Organização	Segurança	3	6	4,23	1,60
Organização	Organização	1	8	1,41	6,72
		<b>8</b>			

Fonte: a autora

Analisando o gráfico da Constelações de Atributos do laboratório de Ciências Biológicas real (Figura 92), identifica-se que para os alunos, esse ambiente é percebido como um ambiente com equipamentos e mobiliário adequados, limpo e seguro.

Figura 92 Constelações de Atributos real do laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

Ao comparar tal gráfico com o gráfico do laboratório de Ciências Biológicas ideal, percebe-se que o laboratório de Ciências Biológicas da IES estudada atende parcialmente alguns dos atributos importantes de um laboratório de Ciências Biológicas ideal como: equipamentos e mobiliário adequados, limpeza e segurança.

Entretanto, algumas respostas relativas às características de conforto entram em contradição. Houve a percepção tanto de um ambiente e mobiliário confortáveis, como de um ambiente e mobiliário desconfortáveis e de um ambiente com conforto térmico, como de um ambiente que necessita de melhor climatização.

Outros atributos relevantes foram: necessidade de melhores materiais, ambiente pouco arejado, com poucos equipamentos e a falta de espaço para guardar material.

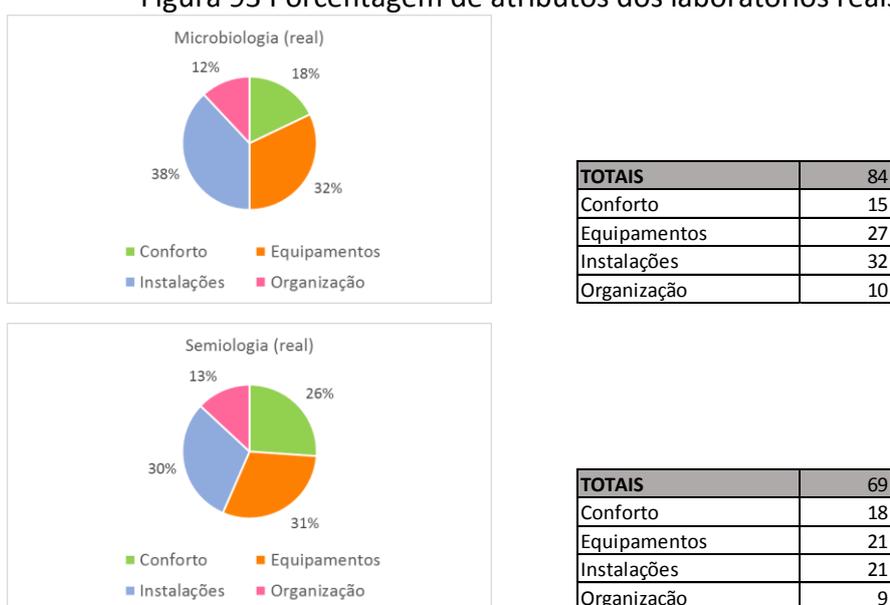
#### 4.2.5 Diagnóstico Ergonômico do Ambiente

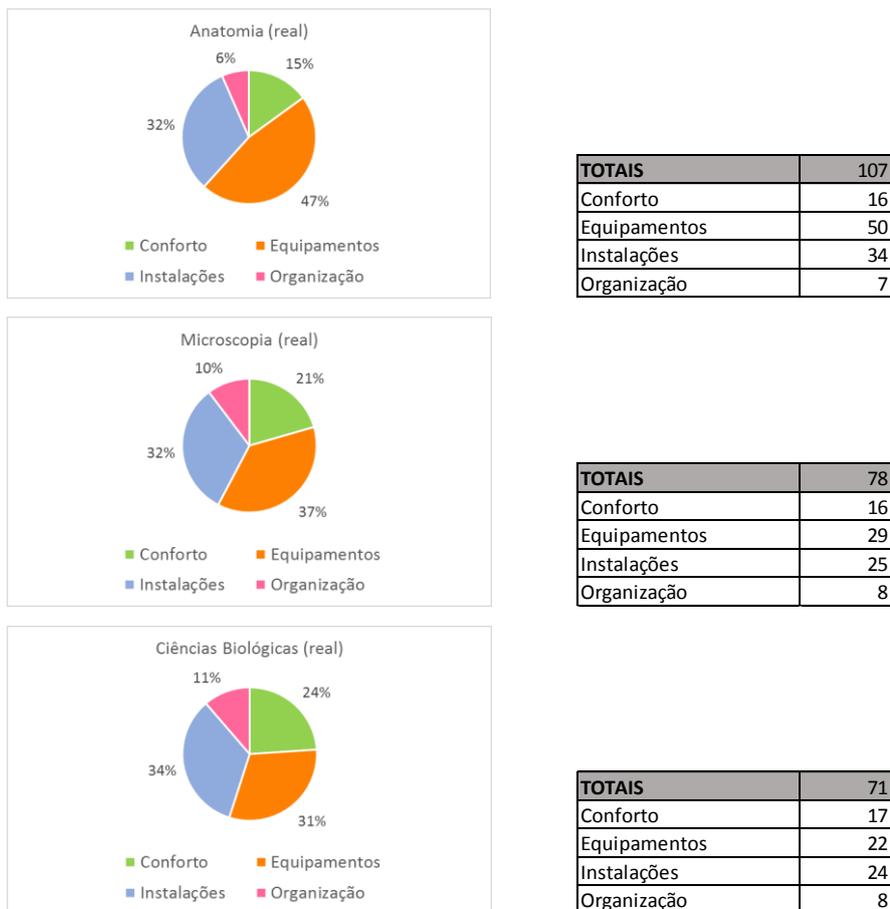
A partir do confronto entre as observações e interações realizadas com os elementos da percepção dos usuários e de análise dos condicionantes físico-ambientais dos laboratórios e de postura e adequação entre posto de trabalho e aluno, foi possível desenvolver um diagnóstico ergonômico do ambiente.

De acordo com a amostra desta pesquisa, os atributos mais importantes em laboratórios de instituições de educação superior, são os relacionados aos equipamentos e instalações. O primeiro associado à adequação dos equipamentos às atividades, quantidade, variedade bem como os aspectos tecnológicos associados aos equipamentos e materiais utilizados durante as aulas, e o segundo associado à adequação e dimensionamento do ambiente, mobiliário e aspectos relativos a acessibilidade.

Tais atributos foram os mais citados, em todos os gráficos das constelações reais dos laboratórios, e representaram mais de 60% das respostas, seguidos dos de conforto e organizacionais nesta ordem (Figura 93).

Figura 93 Porcentagem de atributos dos laboratórios reais



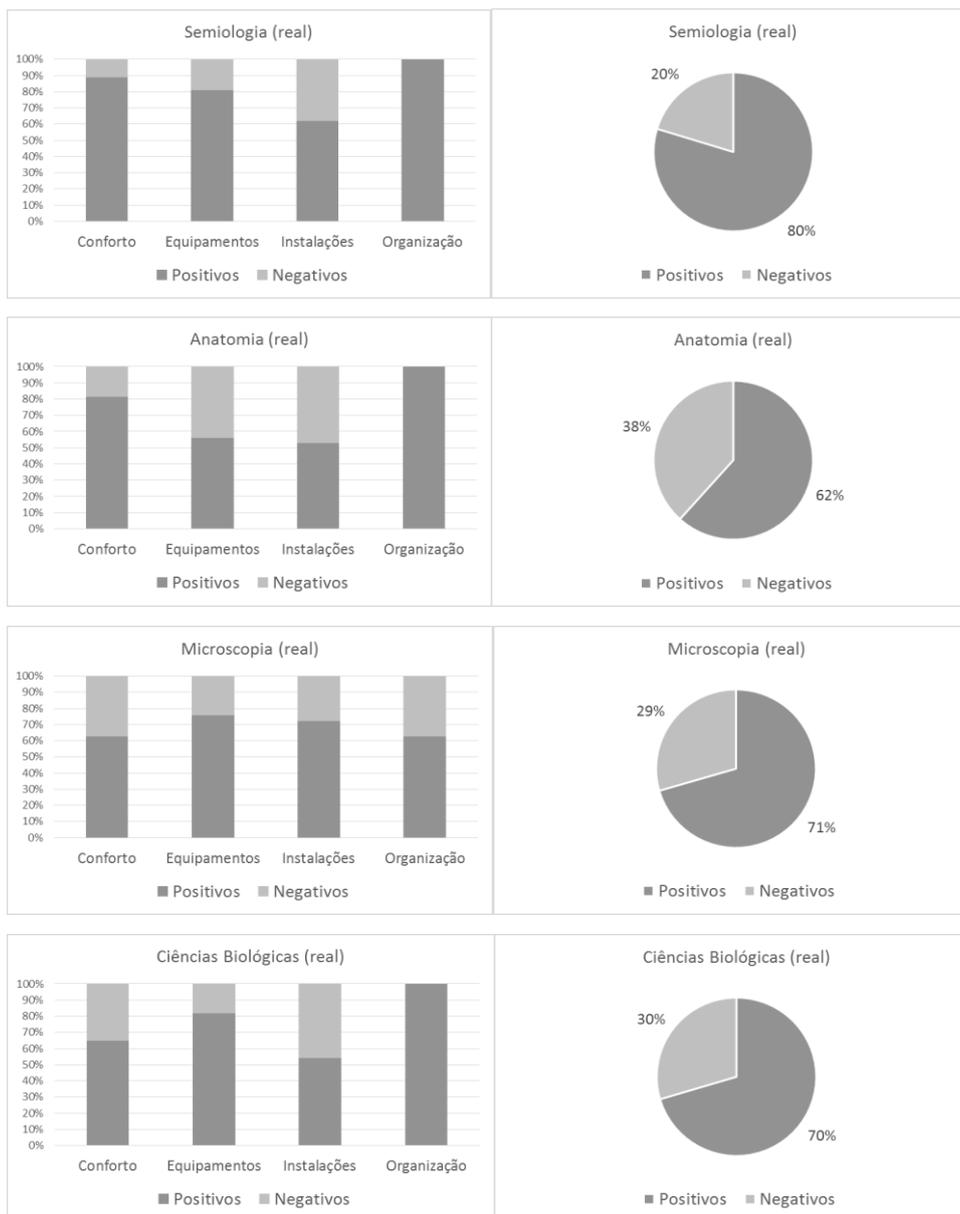


Fonte: a autora

Quando os resultados, considerados como aspectos positivos e negativos, são analisados, identifica-se que os atributos são predominantemente positivos para os laboratórios reais, conforme mostra a Figura 94 a seguir.

Figura 94 Porcentagem de atributos positivos e negativos dos laboratórios reais





Fonte: a autora

A partir dessa análise, pode-se entender que os atributos relativos ao ambiente ideal, na maioria das vezes são associados a uma melhoria para o ambiente real.

Os fatores ambientais que influenciam na funcionalidade e adequação dos laboratórios investigados para os alunos são classificados a seguir:

### 1 – Arranjo Físico:

Da observação, pôde-se perceber que a conformação da IES em blocos reduz a mobilidade dos alunos, e acaba dispersando e reduzindo o tempo e aproveitamento da aula, apesar de tal característica não ter sido associada à percepção de nenhum dos laboratórios, seja ideal ou real.

Relativamente às adaptações da edificação para permitir o desenvolvimento das atividades acadêmicas, essas atendem às expectativas dos alunos uma vez que o atributo relacionado a um ambiente adequado foi mencionado em todas as Constelações de Atributos dos laboratórios reais.

Apesar disso, os gráficos das Constelações de Atributos dos laboratórios reais apresentaram características negativas que estão relacionadas às adaptações do arranjo físico, como ambiente pequeno.

Aspecto oposto a esse, aparece com frequência nas Constelações de Atributos dos laboratórios ideais, representando a relevância dessa característica na imagem idealizada desses ambientes.

Considerando as dimensões dos laboratórios, todos possuem área inferior a 80,00m<sup>2</sup>, o que vai de encontro ao recomendado pelas diretrizes da FUNASA. Esse cenário reflete negativamente na configuração do *layout*, que por sua vez tem influência direta na definição dos fluxos.

Com relação ao fluxo dos alunos nos laboratórios, esse é bem definido, com uma circulação central e a distribuição lateral para as bancadas, mas em função das dimensões dos ambientes e do arranjo do mobiliário, associados ao número de alunos, fica prejudicado, como no laboratório de Microbiologia e Parasitologia.

Destaca-se, porém, que aspectos relativos à definição do layout e qualidade dos fluxos não foram referenciados em nenhuma das constelações construídas.

No tocante à acessibilidade, a edificação atende à NBR 9.050 apenas quando se considera a possibilidade de acesso à edificação por pessoas com cadeiras de rodas. Internamente aos laboratórios, a passagem e giro na cadeira é limitada às áreas de circulação, e não há mobiliário adequado para essas pessoas. Porém, tal atributo não apresentou representatividade, uma vez que foi mencionado apenas nas Constelações de Atributos dos laboratórios de Microbiologia e Parasitologia e Anatomia ideais e apresentou distância psicológica elevada.

Destaca-se que, para cadeirantes, o único acesso ao laboratório de Ciências Biológicas é externo, já que o acesso interno possui desnível maior que o definido pela referida norma.

De acordo com as verbalizações dos funcionários quando questionados sobre aspectos relativos à acessibilidade, até a data da pesquisa não havia nenhum aluno que

apresentasse tais necessidades. Em contrapartida, foi identificada a dificuldade de alunas gestantes para o desenvolvimento das atividades propostas nos laboratórios.

Nesse sentido, vale ressaltar que de acordo com a NBR 9050, tais condições devem ser atendidas para permitir à maior quantidade de pessoas, inclusive aquelas com mobilidade reduzida, como idosos ou gestantes, a utilização de maneira autônoma e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos.

### 2 – Conforto Lumínico:

Relativamente a iluminação, todos os laboratórios apresentaram níveis dentro dos limites recomendados pela NBR 5.413 para iluminação em ambientes de ensino.

Entretanto, na maioria das constelações de atributos reais, a iluminação aparece como uma característica negativa, e portanto relevante na percepção desses ambientes.

Esse cenário pode estar associado à conformação das janelas, uma vez da presença do atributo relacionado à ventilação dos ambientes em algumas constelações ideais e reais.

À exceção do laboratório de Ciências Biológicas, as janelas possuem 0,65m de altura e peitoril acima de 1,45m, ou seja, acima do limite de visão dos usuários mais baixos. Neste, apesar de apresentarem maiores dimensões, com 1,5m de altura e peitoril a 1,00m, as janelas são pintadas em função das características das atividades desenvolvidas, o que impede a iluminação natural.

Nesse sentido, essas características podem transmitir a sensação de ambiente fechado e com poucas aberturas, conseqüentemente a uma percepção associada à pouca iluminação.

Dessa forma, a questão do conforto lumínico precisa ser adequada para satisfazer tanto a opinião e conforto dos usuários, quanto às recomendações da norma.

### 3 – Conforto Acústico:

Os índices de ruído ficaram acima do regulamentado pelas normas em todos os laboratórios. O nível máximo de ruído, encontrado no laboratório de Semiologia, ultrapassou mais de 15 db o adequado. Da observação, o ruído emitido pelos aparelhos de ar condicionado contribuiu negativamente para essa ocorrência.

Entretanto, o atributo relativo ao conforto acústico não apresentou significância na percepção dos usuários, nem para a construção da imagem idealizada dos laboratórios, nem na identificação desse aspecto positiva ou negativamente nos laboratórios reais.

Apesar disso, sabe-se que o desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da concentração torna-se mais difícil em ambientes ruidosos, e essa situação interfere diretamente no desempenho e na produtividade do trabalho humano.

Assim, o desempenho acústico do ambiente deve ser considerado como fator decisivo para garantir a saúde e conforto dos usuários nos espaços.

#### 4 – Conforto Térmico:

A temperatura foi um atributo relevante ao ambiente para os usuários de todos os laboratórios, tanto na percepção sobre os laboratórios ideais como sobre os laboratórios reais, posto que o atributo referente ao conforto térmico foi incluso como um dos principais em todas as constelações.

Destaca-se, a opinião relativa aos ambientes reais destacou-se de forma positiva, revelando uma temperatura confortável em todos os laboratórios. Em contrapartida, as medições de temperatura nos laboratórios não corroboram com a percepção sobre o ambiente real, visto que todos os laboratórios apresentaram pontos de medição de temperatura com valores acima do limite máximo estabelecido pela NR 17 do Ministério do Trabalho, de 23°C.

Além disso, foi encontrada diferença de temperatura no mesmo ambiente de até 4°C, coincidindo com o limite estabelecido por Lida (2005).

Essa situação pode estar associada ao dimensionamento e localização dos aparelhos de ar condicionado, bem como ao baixo pé direito do ambiente. A exceção fica por conta do laboratório de Microscopia, onde a diferença de valores alcançou apenas 1°C, mas ainda assim acima da temperatura máxima definido pela norma.

Além da temperatura, as condições térmicas regulam também a umidade relativa do ar. Relativamente a esse ponto, tal condição é percebida mais facilmente em situações específicas, como temperaturas baixas associadas a umidade relativa do ar alta, apresentando uma sensação térmica elevada, ou altas temperaturas associadas a baixa umidade relativa do ar, quando a sensação de calor é diminuída.

Nesse sentido, não foram relatados nenhuma percepção quanto a esse aspecto, dada a sua própria natureza. Entretanto, as medições realizadas mostram que, todos os laboratórios apresentaram umidade relativa do ar muito abaixo do recomendado pela referida norma. Em alguns casos, o nível mínimo de umidade relativa do ar, como no laboratório de Microbiologia e Parasitologia, ultrapassou mais de 15% do adequado.

### 5 – Mobiliário:

O mobiliário dos laboratórios da IES analisada, atende aos requisitos relacionados ao tipo e resistência dos materiais o qual é feito, bem como algumas dimensões recomendadas pelas normas estudadas. Para identificar a adequação quanto aos aspectos ergonômicos, foram realizadas as avaliações postural e antropométrica do posto de trabalho utilizado pelos alunos nos laboratórios.

A partir dessas avaliações, bem como da análise da percepção dos usuários a partir das constelações de atributos, encontrou-se a necessidade de alguns ajustes no mobiliário dos laboratórios para suprir as necessidades de conforto dos alunos.

Apesar dos resultados da avaliação biomecânica – REBA, não indicarem um risco ergonômico significativo, os gráficos das Constelações de Atributos dos laboratórios reais apresentaram características negativas relacionadas ao mobiliário, como o atributo “bancadas e bancos desconfortáveis”.

Nesse sentido, e corroborando com essa percepção sobre os ambientes reais, a avaliação antropométrica permitiu a identificação da incompatibilidade existente entre o posto de trabalho utilizado nos laboratórios da IES estudada e usuários extremos.

Outro fator que consolida tal cenário é que o atributo “bancadas e bancos confortáveis” aparece com frequência nas Constelações de Atributos dos laboratórios ideais, representando a relevância dessa característica na imagem idealizada desses ambientes.

Destaca-se ainda, a presença constante do atributo “mobiliário adequado” tanto nas constelações ideais como reais dos laboratórios, retratando a percepção de adequação do mobiliário às atividades realizadas. Logo, percebe-se nitidamente a compreensão e diferenciação, por parte dos alunos, entre adequação e conforto desse elemento. Apesar de adequado ao desenvolvimento das aulas, os alunos percebem o mobiliário com características desconfortáveis.

Assim, tão importante quanto as condições físicas do ambiente, as características do mobiliário em laboratórios de instituições de educação superior devem atender às expectativas dos usuários, bem como as recomendações das normas.

### 6 – Equipamentos e aspectos organizacionais:

Com relação à adequação dos equipamentos as atividades realizadas, esse foi o atributo mais relacionado à qualidade dos laboratórios, tanto na percepção dos ambientes ideais como dos ambientes reais.

Entretanto, a quantidade e a manutenção desses elementos foram consideradas pelos alunos como insuficiente, uma vez que tal atributo aparece na maioria das constelações dos ambientes reais como um atributo negativo.

Acrescenta-se a isso, o desejo dos alunos pela oportunidade de equipamentos avançados tecnologicamente e individuais, com o objetivo de melhorar a qualidade e do ensino e conseqüentemente do aprendizado.

Outro atributo citado em várias constelações ideais foi a necessidade de equipamentos multimídia, como *data show* e monitor, representando a relevância dessa característica na imagem idealizada desses ambientes.

Não foram relatadas percepções específicas relativas aos equipamentos de segurança. Entretanto, pode-se associar tal atributo à percepção de segurança, característica presente em todas as constelações de atributos ideais.

Destaca-se que, mesmo com a presença constante de um vigia, os alunos sentem-se inseguros, uma vez que nas constelações dos ambientes reais, esse ponto quando mencionado, foi de forma negativa ou com pouca relevância. Essa situação pode estar associada à pouca movimentação na localização do Núcleo de Saúde. Esse cenário é confirmado a partir da frequência e pequena distância psicológica do atributo “segurança” apresentada nas constelações ideais.

Relativamente aos aspectos organizacionais, o atributo limpeza e higiene foi constante nas constelações ideais e reais. Na percepção dos alunos sobre os ambientes reais, tal característica foi mencionada positivamente e com bastante relevância.

#### **4.2.6 Proposições Ergonômicas para o Ambiente**

Na tentativa de atender a contento as expectativas dos alunos, bem como as recomendações das normas, foram propostas medidas simples para melhorar as condições ambientais e conseqüentemente da percepção do ambiente real pelos usuários.

Como explicitado anteriormente, a área construída do Núcleo de Saúde é menor do que o mínimo estabelecido. Assim, o ideal seria a ampliação de toda estrutura a fim de atender aos critérios das normas.

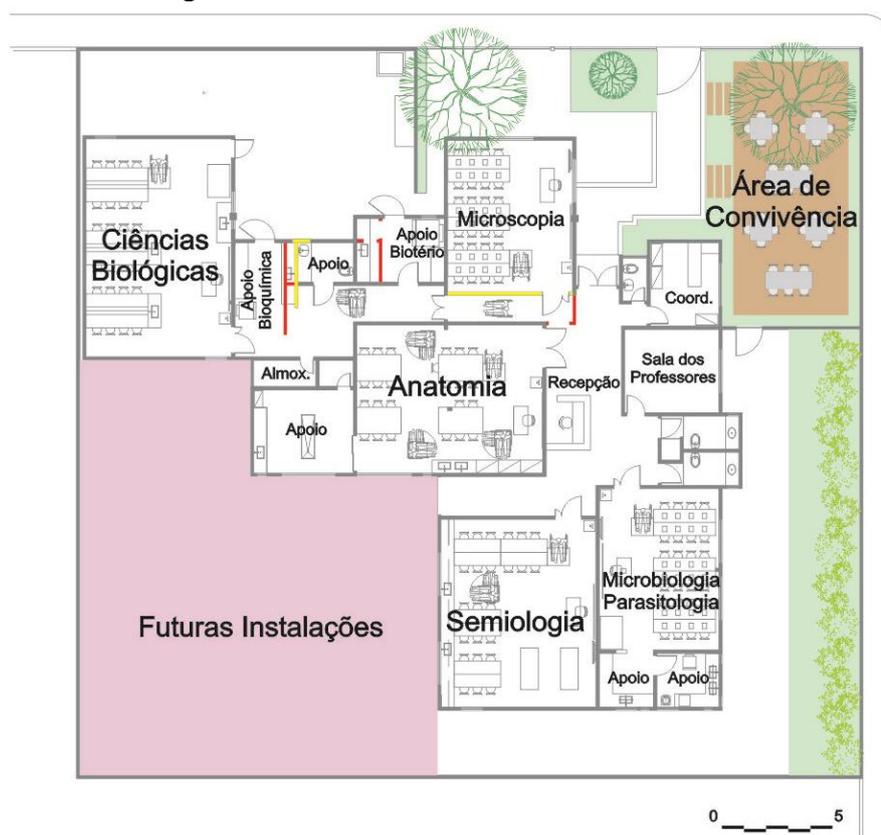
Entretanto, sabe-se que tal ampliação demanda por tempo, investimento financeiro e ainda o planejamento e gerenciamento da locação temporária dos atuais laboratórios.

Outra alternativa seria diminuir a quantidade de alunos por turma a partir da divisão destas nas aulas práticas, como já acontece em outros cursos da mesma IES. Cada turma de 50 alunos (número total de vagas oferecidas a cada semestre), é dividida somente nas aulas práticas (Prática 1 e Prática 2), para formar turmas com no máximo 25 alunos.

Assim, considerando tal cenário, sugere-se um novo arranjo para os laboratórios, bem como adequações no mobiliário para eliminar ou diminuir alguns dos problemas identificados, e portanto melhorar o desenvolvimento e rendimento dos alunos nas atividades.

A figura a seguir mostra a planta baixa geral da edificação com as possíveis modificações. Em amarelo estão marcadas as paredes a construir e em vermelho as paredes a demolir.

Figura 95 Planta baixa de reforma do Núcleo de Saúde



Fonte: a autora

Com o objetivo de direcionar o acesso a todos os laboratórios a partir da recepção, propõe-se a criação de uma circulação interna que dá acesso ao laboratório de Ciências

Biológicas. Tal modificação implicará na diminuição da área do laboratório de Microscopia, mas que não comprometerá o arranjo do mobiliário no ambiente.

Na área externa é possível criar uma agradável área de convivência para os alunos, diminuindo a permanência dos mesmos na recepção e áreas de circulação no intervalo entre as aulas, e nas laterais executar paisagismo que possa ser visto dos laboratórios, promovendo sensação de integração e conforto.

Considerando a acessibilidade, a definição de um novo *layout* (Figuras 96) apresenta-se como uma alternativa para atender alguns dos critérios estabelecidos pela NBR 9050. Além disso, faz-se necessário a adequação dos banheiros (que possuem dimensões suficientes), bem como do nivelamento do laboratório de Ciências Biológicas.

Relativamente às portas e janelas, recomenda-se onde possível, o atendimento às recomendações das normas, adequando os materiais, a largura e o sentido de abertura das portas, aumentando as dimensões das janelas para atender a área mínima de iluminação e ventilação natural, e melhorando o posicionamento das janelas para favorecer as condições de conforto lumínico e permitir a integração com o ambiente externo.

Quanto aos materiais de construção e acabamento, utilizar materiais que ofereçam proteção acústica e que ao mesmo tempo atendam aos aspectos de impermeabilidade, resistência ao fogo, substâncias químicas e gases. No piso, utilizar rodapé tipo meia cana para facilitar a limpeza e manutenção e adequar o forro ao é direito mínimo de 2,60m, utilizando luminárias de embutir com proteção para evitar queda sobre a bancada ou piso.

No que concerne ao conforto térmico, recomenda-se o correto dimensionamento e distribuição dos aparelhos de ar condicionado no espaço, para evitar grandes variações de temperatura no mesmo ambiente. Associado a isso, podem ser adotados elementos externos de proteção à incidência direta dos raios solares nas paredes e esquadrias, como brises e pergolados.

Faz-se necessário ainda, o atendimento aos critérios de segurança, como a determinação de rotas de fuga e saídas de emergência, implantar sistema de interfonia entre os laboratórios e a recepção, sinalizar nas portas os riscos biológicos envolvidos em cada laboratório, e inserir o lavatório com acionamento automático necessário nesses ambientes.

Para o laboratório de Microbiologia (Figura 96 – esquerda), propõe-se uma nova localização para a mesa do professor e para a capela de exaustão. Esse arranjo permite que nenhum aluno fique de costas para o professor e ainda a colocação de mobiliário acessível.

As bancadas, foram dispostas de maneira que os alunos ficassem frente a frente, e possuem dimensões de 2,80 x 0,60m, comportando em cada uma, 04 alunos com espaço individual de 0,70m.

Não houve diferença no espaço para circulação entre as bancadas, que ficou com 1,00m e, entre as bancadas e a parede ficou de 0,80m. Entretanto tal configuração, associada às mudanças no mobiliário, vai permitir a acomodação dos materiais individuais dos alunos sem comprometer esse espaço, além de diminuir e organizar o fluxo entre as bancadas.

Considerando que o pé direito desse laboratório é de 2,80m, recomenda-se o nivelamento para 2,60m para esconder igualmente as vigas e os dutos de instalação e exaustão da capela.

No laboratório de Semiologia (Figura 96 – direita), a necessidade e particularidade dos fluxos e circulações foi mantida, com uma área central para a demonstração de procedimentos como a reanimação cardiopulmonar ou manejo com equipamentos específicos, como as macas, pranchas de reanimação e balanças.

A bancada, antes no fundo do laboratório agora ocupa toda a lateral, com cubas distribuídas entre as bancadas de trabalho, distribuindo melhor o fluxo, e as macas posicionadas distantes entre si, permite a aproximação de um maior número de alunos.

Nesse laboratório também foi priorizado o arranjo em que o menor número de alunos ficasse de costas para o professor e quadro branco. As bancadas de trabalho, com 2,10 x 0,60 m acomodam 03 alunos lado a lado, foram colocadas frente a frente de forma que a distância entre essas e as paredes ficou em 0,90m, e entre as bancadas de trabalho 1,15m e 2,00m para permitir o acesso de pessoas com cadeira de rodas até a cuba.

Figura 96 Novo layout dos laboratórios de Microbiologia, Parasitologia (esquerda) e Semiologia (direita)

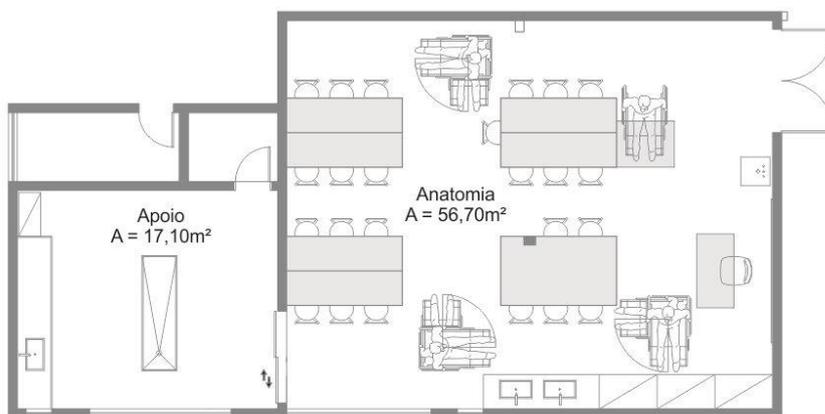


Fonte: a autora

No laboratório de Anatomia (Figura 97), foi utilizada a mesma modulação das bancadas de trabalho do laboratório de Semiologia. Assim, foi possível criar áreas que possibilitassem a aproximação adequada aos painéis, com 1,35m entre a bancada de trabalho e a parede, bem como a circulação por pessoas com cadeiras de rodas por todo ambiente, onde a menor circulação ficou com 1,20m.

O maior problema encontrado nesse laboratório, foi o pilar no meio do ambiente, atrapalhando a visualização entre professor, aluno e quadro. Apesar disso, foi nesse laboratório que se conseguiram as circulações mais generosas.

Figura 97 Novo layout dos laboratórios de Anatomia (esquerda) e Microscopia (direita)



Fonte: a autora

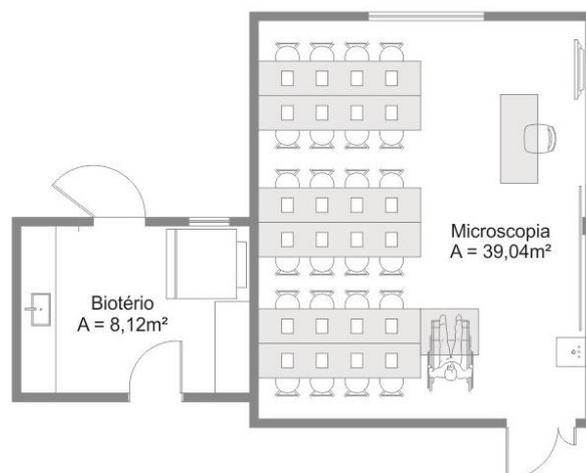
A pior situação ficou no laboratório de Microscopia (Figura 97 – direita), já que sua área foi diminuída para acomodar uma circulação de 1,20 m e criar um acesso interno da recepção ao laboratório de Ciências Biológicas, mesmo esse aspecto não aparecendo nas constelações.

Essa modificação acarretou em corredores secundários estreitos, de 0,70 m entre as bancadas de trabalho e as paredes, e de 0,90 m entre as bancadas. A circulação central ficou em 1,30 m.

Entretanto, nesse laboratório também foi priorizado o arranjo em que as bancadas de trabalho, com 2,10 x 0,60 m acomodam 03 alunos lado a lado, foram colocadas frente a frente para que o menor número de alunos ficasse de costas para o professor e quadro branco.

Além disso, foi possível colocar um posto de trabalho acessível para pessoas com cadeira de rodas.

Figura 98 Novo layout do laboratório de Microscopia

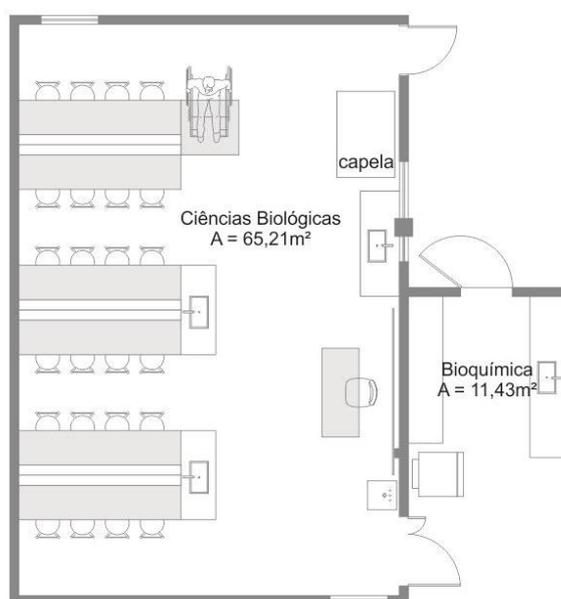


Fonte: a autora

Já o laboratório de Ciências Biológicas (Figura 98), a maior mudança ficou por conta do reposicionamento do professor e quadro, pela disposição das pias na lateral das bancadas, aproximando-as dos alunos, bem como do dimensionamento e disposição das bancadas de trabalho frente a frente, com um espaço de 0,40 m para instalações.

As bancadas de trabalho, com 2,80 x 0,60 m acomodam 04 alunos lado a lado, o que resultou em circulações secundárias de 1,30 m entre as bancadas as paredes, bem como entre as bancadas.

Figura 99 Novo layout do laboratório de Ciências Biológicas



Fonte: a autora

Considerando a limitação espacial, a proposta para o novo arranjo teve como prioridade o conforto para o desenvolvimento das atividades acadêmicas. A distribuição das cadeiras feita em função da localização do professor e quadro branco, diminui a quantidade de alunos de costas, bem como facilita e melhora os fluxos internos, a acomodação para todos os alunos, inclusive para pessoas com deficiência, além da possibilidade de equipamentos individuais nas bancadas foram alguns dos critérios adotados.

A partir da utilização dos manequins antropométricos bi-dimensionais (menor mulher e maior homem) e considerando os ângulos biomecânicos de conforto, foi possível definir os parâmetros interfaciais para a compatibilização dos usuários extremos no posto de trabalho.

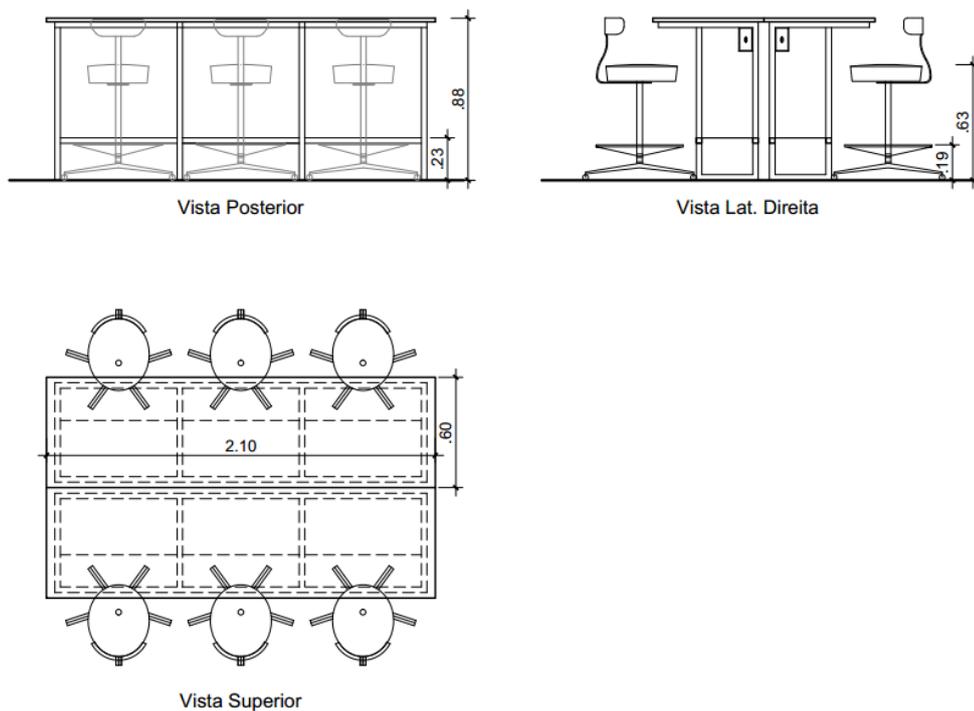
Para a solução ideal são exigidos ajustes múltiplos, dos seguintes elementos:

Banco: maior profundidade do assento para apoiar a parte inferior da coxa, apoio para região lombar, apoio para os pés para nivelar a altura popliteal e ajuste com pistão a gás;

Bancada: superfície de trabalho na altura do cotovelo em ângulo de 90º para o maior percentil e elevação do cotovelo dentro da área de conforto para o menor percentil, maior profundidade para acomodar dois alunos frente a frente, apoio para os pés para nivelar a altura popliteal bem como para guardar temporariamente material individual sem comprometer o espaço das pernas e coxas. Com a altura fixa das bancadas, o ajuste do banco a 0,63m acomoda ambos os usuários extremos.

Segue-se portanto a aplicação das recomendações para a situação ideal, compatibilizando com o menor e o maior percentil (Figuras 100 e 101 respectivamente), bem como a interseção de ambos (Figura 102).

Figura 100 Vistas ortográficas do novo equipamento do posto de trabalho

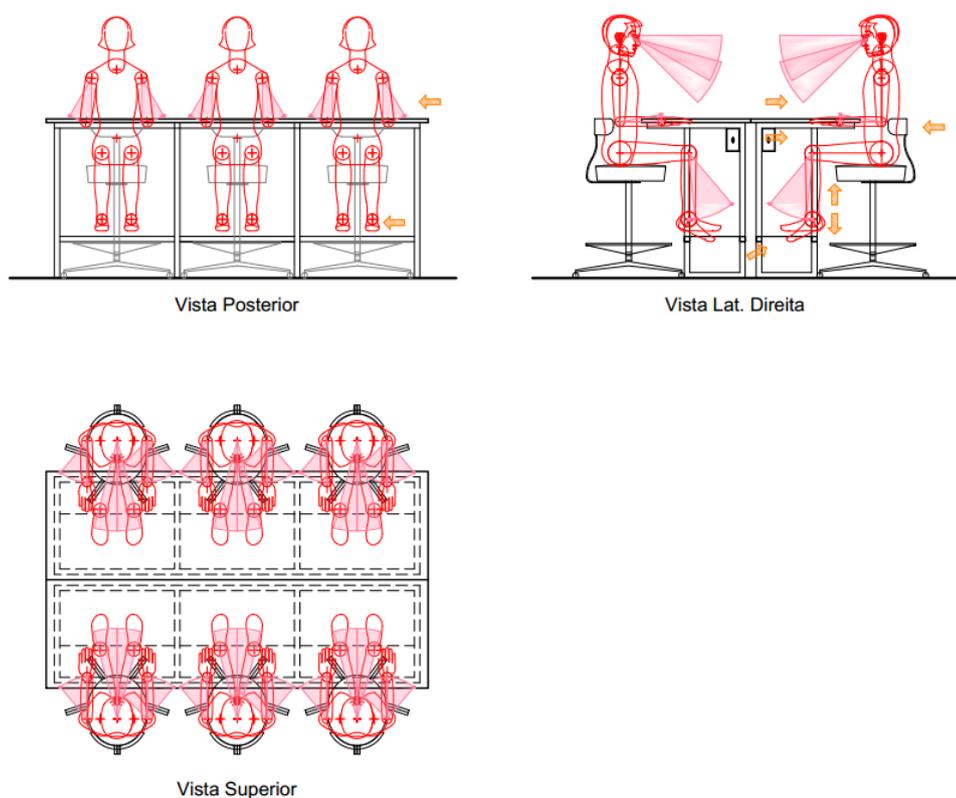


Fonte: a autora

Para o percentil 2,5 na situação ideal (Figura 100), tem-se as seguintes conjunturas:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: superfície de trabalho dentro da área de conforto dos cotovelos;
- 3 – Vista lateral: a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, com a possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, apoio para os pés dentro da área de conforto, apoio sob as coxas maior, bem como para a região lombar da coluna.

Figura 101 Compatibilização do percentil 2,5 na situação ideal



Fonte: a autora

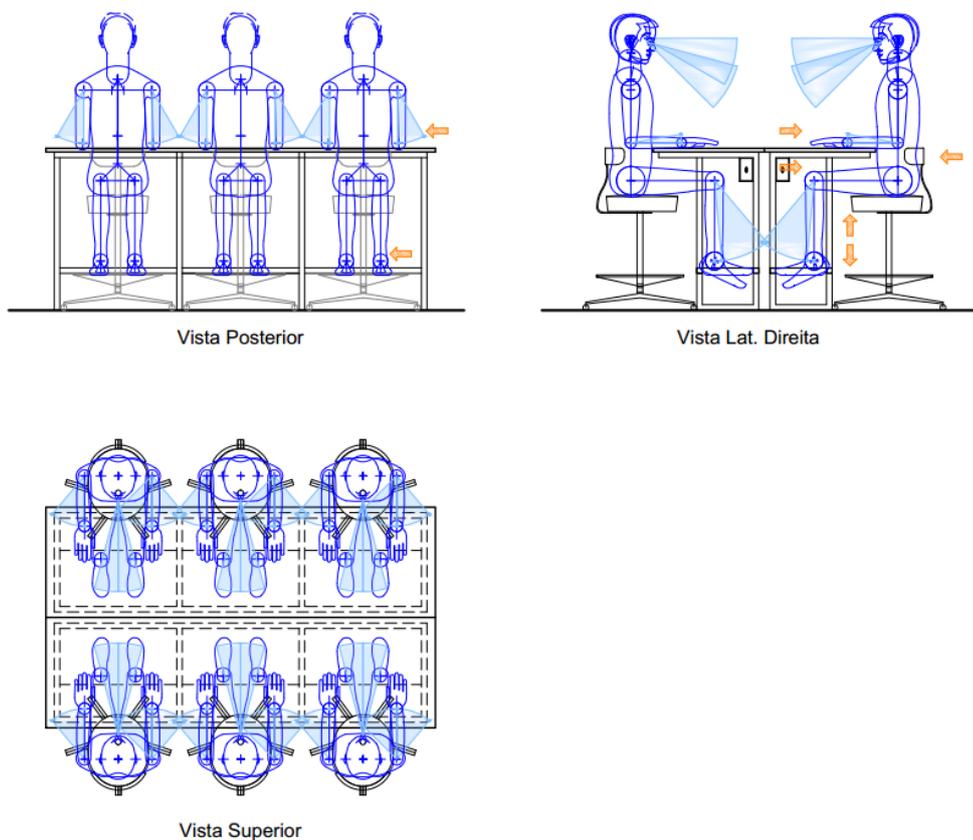
Para o percentil 97,5 na situação ideal (Figura 101), tem-se as seguintes conjunturas:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: superfície de trabalho dentro da área de conforto dos cotovelos;
- 3 – a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, com a possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, apoio sob as coxas maior, bem como para a região lombar da coluna. Nesse caso, o apoio para os pés ficou acima do recomendado.

Entretanto, Panero e Zelnik (2002) explicam que “de modo geral, uma pessoa mais alta ficaria mais confortável usando uma cadeira com assento baixo, do que uma pessoa baixa usando uma cadeira com assento muito alto”.

Assim, tal requisito foi dimensionado considerando o menor percentil, considerando para o maior percentil, o apoio para os pés do banco.

Figura 102 Compatibilização do percentil 97,5 na situação ideal

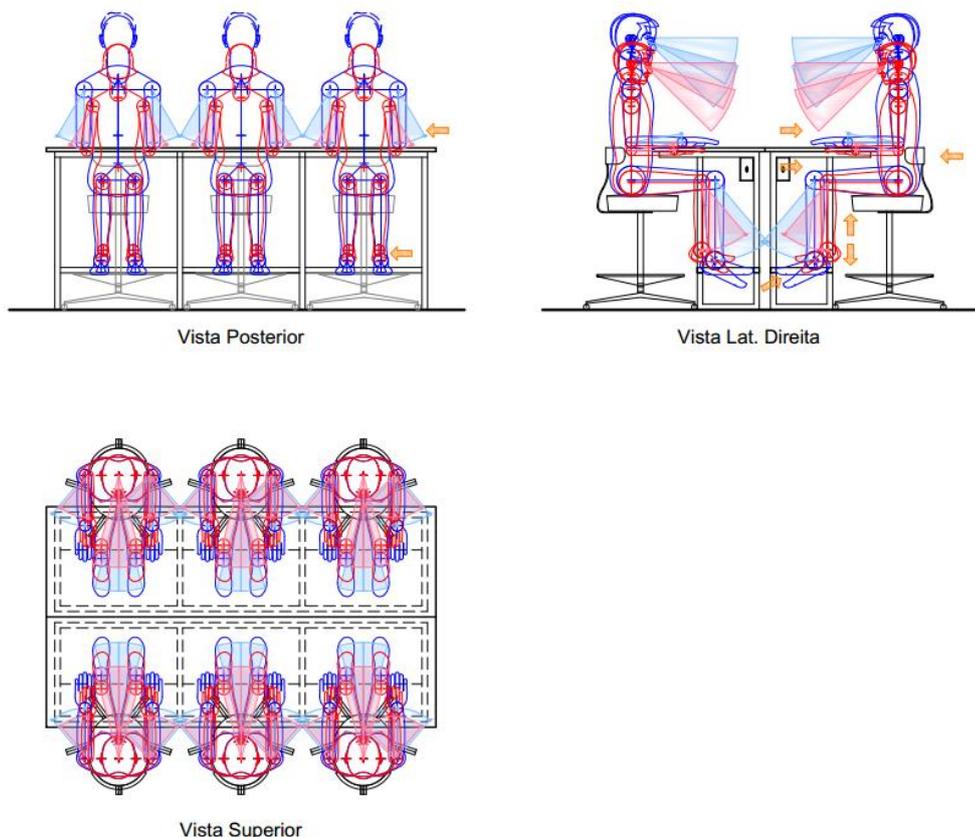


Fonte: a autora

Para a interseção dos percentis 2,5 e 97,5 na situação ideal (Figura 102), tem-se as seguintes conjunturas:

- 1 – Vista superior: superfície de trabalho dentro das áreas de conforto;
- 2 – Vista posterior: superfície de trabalho dentro da área de conforto dos cotovelos;
- 3 – Vista lateral: a maior parte da superfície de trabalho encontra-se fora do ângulo de visão do usuário, com a possibilidade de introdução das pernas abaixo da bancada, apoio para os pés dentro da área de conforto, apoio sob as coxas maior, bem como para a região lombar da coluna.

Figura 103 Interseção dos percentis 2,5 e 97,5 na situação ideal



Fonte: a autora

Com relação às exigências visuais e os requisitos de visibilidade, assim como os requisitos biomecânicos de movimentação dos braços e pernas, estes só podem ser definidos a partir da análise da tarefa.

#### **4.2.7 Recomendações específicas para projetos de laboratórios de instituições de educação superior**

Considerando as recomendações das normas estudadas, e os resultados encontrados a partir da aplicação da MEAC associada a uma avaliação postural – REBA e a aplicação de dados antropométricos, foi possível identificar além das características e peculiaridades inerentes aos ambientes de laboratórios de instituições de ensino superior, as necessidades e expectativas dos usuários, bem como os problemas provenientes da interação: homem x atividade x ambiente.

Nesse sentido, foi possível desenvolver recomendações para projetos de laboratórios de instituições de ensino superior, considerando os mesmos níveis de biossegurança encontrados nos laboratórios avaliados, NB1 e NB2.

Além disso, não são abordados critérios gerais de projetos de arquitetura, como localização, ocupação e zoneamento ou circulações verticais. Esses devem seguir as recomendações das NRs, NBRs e RDCs, bem como códigos, leis e normas municipais, estaduais e federais.

Assim, as recomendações foram categorizadas em função da natureza dos dados e organizados na Tabela 69 a seguir:

Tabela 69 Recomendações para laboratórios de Enfermagem de Educação Superior

CRITÉRIOS	NORMAS		SITUAÇÕES ENCONTRADOS NOS LABORATÓRIOS	RECOMENDAÇÕES
	Fonte	Especificações		
DIMENSIONAMENTO / ARRANJO FÍSICO	Diretrizes para projetos físicos de laboratórios de saúde - FUNASA, 2004	- 80,00 m <sup>2</sup> para 20 alunos;	- Áreas muito inferiores às especificadas nas normas;	- Deve ser dimensionado em função do número de alunos, mobiliário e equipamentos utilizados, circulações e fluxos;
	Brasil Profissionalizado - MEC, 2007	- Espaço livre entre bancada e parede, com passagem única: 1,00 a 1,40 m;	- Capacidade acima do recomendado;	- Capacidade de até 25 alunos por turma;
	Littlefield, 2011	- Espaço livre entre dois alunos de costas um para o outro, com passagem única: 1,40 m;	- Espaços de circulação estreitos ou comprometidos pelo número de alunos;	- Prever plano de expansão de infra-estrutura física;
		- Espaço livre entre dois alunos de costas um para o outro, com passagens múltiplas: 1,45 a 1,65 m;	- Espaços de circulação comprometidos pela disposição inadequada de materiais dos alunos;	- Prever espaço para armários para guardar material dos alunos.
		- Utilizar sistema de modulação para racionalização do projeto, padronização dos elementos construtivos e redução de custos;	- Não há espaço para guardar material individual dos alunos;	- A circulação entre os laboratórios, mesmo quando técnica, deve ser feita exclusivamente externamente a estes;
		- Os espaços regulares e retangulares são os mais eficientes;	- Circulação técnica para ambientes de apoio internamente aos laboratórios;	- O acesso a todos os laboratórios devem ser protegido e partir de uma área comum, como a recepção, ou direcionados a partir dela, garantindo maior conforto aos usuários bem como controle de entrada e saída de alunos;
			- Acesso dos alunos externo ao laboratórios de Ciências Biológicas .	- Quando as instalações dos laboratórios forem separadas das outras edificações da IES, prever espaço de convivência suficiente e confortável para os alunos.
			- Não há área de convivência suficiente para os alunos.	

MATERIAIS: PISO / PAREDE / TETO	Diretrizes para projetos físicos de laboratórios de saúde - FUNASA, 2004	- Os pisos devem ser de material impermeável, antiderrapante, resistente mecânica e quimicamente e não deve apresentar saliência nem depressões que prejudiquem a circulação de pessoas ou a movimentação de materiais;	- Não possuem rodapé tipo meia cana.	- As paredes e forros devem oferecer proteção acústica e térmica;
	Brasil Profissionalizado - MEC, 2007	- As paredes ser claras, foscas e impermeáveis, revestidas com material que permita o desenvolvimento das atividades em condições seguras, sendo resistentes ao fogo e a substâncias químicas, além de oferecer facilidade de limpeza;	- Forro de gesso comum, com pé solto e rebaixos;	- No forro prever espaço para instalação de luminárias de embutir, e tubulações;
	- Código de Obras do Município de Teresina: lei complementar nº 3.608 de janeiro de 2007	- Os tetos devem ser contínuos, devidamente vedados e impermeáveis, rebaixados ou não, revestidos de materiais laváveis, não porosos, resistentes a gases e produtos químicos, com vedação contínua e sem reentrâncias;	- Vigas aparentes.	- Seguir as normas.
		- Pé direito livre de no mínimo de 2,50m.	- Luminárias de sobrepor sem proteção para as lâmpadas.	
		- As luminárias devem ser embutidas no forro e as lâmpadas fluorescentes devem ter proteção para evitar queda sobre a bancada ou o piso do laboratório.		

ESQUADRIAS: PORTAS / JANELAS	Diretrizes para projetos físicos de laboratórios de saúde - FUNASA, 2004	- A largura mínima das aberturas de saídas deverá ser de 1,20m e com sentido de abertura da porta para a parte externa do local de trabalho;	- Todas as portas possuem vão livre de 0,90 m e abrem para dentro dos laboratórios;	- Dimensionar as esquadrias de acordo com as normas, e distribuí-las no ambiente considerando o arranjo do mobiliário e as atividades desenvolvidas, e de forma que permita a integração com o exterior.
	Brasil Profissionalizado - MEC, 2007	- Os acabamentos das portas devem ser em material que retarde o fogo	- Material das portas, em compensado de madeira, não retardam o fogo;	- Identificar as atividades e equipamentos, uma vez que em alguns casos não é recomendável iluminação natural.
	NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbano	- São obrigatórios visores nas portas entre salas e circulações e nas portas entre circulações;	- Laboratórios com um único acesso;	- Seguir as normas.
		- É recomendável que o laboratório tenha mais de uma porta. Caso não seja possível, as janelas devem favorecer a saída de emergência. Por isto, não devem ser obstruídas com armários, a fim de proporcionarem uma alternativa para saída de emergência;	- As janelas não possuem tela contra insetos e as cortinas em material combustível;	
		- As janelas devem proporcionar boa vedação, possuir dispositivo de abertura sendo possível ser operado com um único movimento, utilizando apenas uma das mãos, dispor de tela contra insetos e dispositivos que impeçam a entrada de raios solares, mas não impeçam a entrada de claridade;	- As janelas possuem peitoril acima de 1,40 m e área muito inferior a 1:5 da área de piso;	
		- As janelas devem ficar localizadas acima de bancadas e equipamentos, numa altura aproximada de 1,20m do nível do piso e que a área de ventilação/iluminação seja proporcional à área do recinto, numa relação mínima de 1:5 (um para cinco);	- Capela de fluxo laminar em frente a janela, impossibilitando sua abertura.	
ORGANIZACIONAL			- Ambiente percebido com características positivas de limpeza;	- Conservação / Manutenção do patrimônio: limpeza e segurança;
			- Ambiente percebido com características negativas à segurança e relacionadas à quantidade de pessoal técnico disponível durante as aulas;	- Pessoal técnico específico durante as aulas.

MOBILIÁRIO E LAYOUT	Diretrizes para projetos físicos de laboratórios de saúde - FUNASA, 2004	- O mobiliário deve ser constituído de material rígido para suportar o peso de materiais e equipamentos;	- A bancada não possui altura suficiente para as coxas;	- Adequação do mobiliário ao tipo de atividade desenvolvida;
	Brasil Profissionalizado - MEC, 2007	- O mobiliário deve apresentar superfícies revestidas com materiais impermeáveis, lisos, sem emendas ou ranhuras e resistentes a substâncias químicas;	- O espaço nas bancadas destinado para guardar o material individual dos alunos é muito pequeno e diminui a altura para acomodar as pernas dos alunos com conforto.	- Prever espaço entre bancadas para instalação e manutenção de utilidades;
	NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos	- O mobiliário deve proporcionar aos alunos condições de boa postura, visualização e operação;	- Dimensões das bancadas incompatíveis com o número de alunos;	- Prever espaço para armários para guardar material dos alunos;
	NR 17 - Ergonomia	- Os assentos devem permitir ajuste de altura à estatura do aluno e à natureza da atividade exercida, borda frontal arredondada, e encosto com forma levemente adaptada ao corpo para proteção da região lombar;	- Bancos com altura ajustável, mas instável pelo tipo de ajuste (parafuso), bem como sem proteção para a região lombar;	- O dimensionamento adequado da bancada deve ser feito em função do espaço ocupado por um aluno, considerando além dos equipamentos necessários, espaço suficiente para anotações;
		- O mobiliário deve ser modulado, com uso flexível e com mobilidade.	- Layout em que muitos alunos ficam de costas para o professor e quadro;	- Nas bancadas, considerar altura para as coxas e apoio para os pés dos usuários em alturas diferentes: 0,19 a 0,23m;
		- A altura de 0,90 m nas bancadas para trabalhos que exijam posição de pé e altura de 0,75 m nas bancadas para trabalhos que exijam posição sentada e profundidade mínima de 0,70 m em ambas.	- Laboratório de Anatomia com mobiliário adequado para o estudo com cadáveres, mas este utiliza apenas modelos anatômicos sintéticos;	- Os bancos devem oferecer proteção para a região lombar, bem como o apoio para os pés que não exijam posturas desconfortáveis;
				- Evitar ao máximo layout em que os alunos fiquem de costas para o quadro e professor;
				- Seguir as normas.

SEGURANÇA	Diretrizes para projetos físicos de laboratórios de saúde - FUNASA, 2004	- Possuir rotas de fuga e saídas de emergência identificadas com saída direta para a área externa da edificação, ou escadas de emergência;	- Os laboratórios não possuem rotas de fuga ou saídas de emergência;	- Seguir a norma.
		- Dispor de sistema de interfonia ligando as áreas laboratoriais às áreas administrativas e/ou de apoio técnico da edificação;	- Não dispõem de todos os equipamentos de segurança recomendados;	
		- As portas de acesso aos laboratórios devidamente sinalizadas, com o símbolo internacional de risco biológico, com informação apropriada sobre o(s) microorganismo(s) manipulado(s);		
		- Dispor de lava-olhos e chuveiro de emergência próximos às áreas laboratoriais em pontos estratégicos, bem como um lavatório com acionamento automático, próximo à saída do laboratório.		
INSTALAÇÕES	Diretrizes para projetos físicos de laboratórios de saúde - FUNASA, 2004	- Elétrica, de iluminação, hidráulica e gases e tratamento do ar;	- As instalações atendem aos requisitos das normas, mas em alguns aspectos de forma precária e improvisada.	- Mesmo em projetos de reforma, as instalações devem prezar pela funcionalidade e qualidade dos materiais e instalações;
	Brasil Profissionalizado - MEC, 2007	- Segurança, descontaminação de descarte de resíduos.		- Seguir as normas.
CONFORTO	NR 17 - Ergonomia	- Conforto térmico entre 20 a 23°C e umidade relativa do ar não inferior a 40%;	- Todos os laboratórios apresentaram pontos de medição de temperatura e umidade relativa do ar com valores fora dos limites estabelecidos;	- Dimensionar corretamente os aparelhos de ar condicionado e distribuí-los no espaço de modo a proporcionar temperatura uniforme no ambiente;
	NBR 5.413 - Iluminância de interiores	- Conforto lumínico entre 150 a 300 lux para iluminação geral e entre 300 a 700 lux para iluminação local;	- A iluminação dos laboratórios é percebida pelos alunos como um ponto negativo;	- Utilizar a iluminação artificial como complemento da iluminação natural a partir de aberturas que permitam o contato com o exterior;
	NBR 10.152 - Níveis de ruído para conforto acústico	- Ruído aceitável entre 40db e 50db;	- O nível de ruído foi acima do regulamentado em todos os laboratórios;	- Prever proteção acústica, que satisfaçam também aos requisitos regulamentados para materiais de construção e revestimento.

ACESSIBILIDADE	NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos	- Proporcionar à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção, a utilização de maneira autônoma e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos;	- Desnível maior que 15 mm entre os laboratórios sem o devido tratamento para acessibilidade;	- Adotar situação mais crítica para dimensionamento de ambientes e circulações, ou seja, conforme as possibilidades de uso por pessoas com cadeira de rodas.
		- Dedicar pelo menos 5% do mobiliário, com no mínimo uma do total, deve ser acessível para P.C.R. Recomenda-se, além disso, que pelo utros 10% sejam adaptáveis para acessibilidade.	- Espaço para circulação insuficiente para pessoas com cadeira de rodas;	- Não deve haver desníveis entre os pisos dos laboratórios;
		- Eventuais desníveis no piso de até 5 mm não demandam tratamento especial. Desníveis superiores a 5 mm até 15 mm devem ser tratados em forma de rampa, com inclinação máxima de 1:2. Desníveis superiores a 15 mm devem ser considerados como degraus.	- Mobiliário inadequado para uso de pessoas com cadeira de rodas, bem como gestantes.	- Seguir a norma.
EQUIPAMENTOS		- Variam de acordo com as atividades realizadas em cada laboratório.	- Atributo relacionado aos equipamentos foi percebido como mais importante em todas as constelações, ideais e reais;	- Equipamentos atualizados e adequados à tarefa realizada;
			- Quantidade de alunos dividindo equipamentos durante as aulas, associada à relevância desse aspecto apresentada nas constelações de atributos ideais e reais;	- Equipamentos em quantidade suficiente para os alunos e, quando possível disponibilizar equipamentos individuais;
			- Percepção do ambiente real com muitos equipamentos quebrados e com falta de manutenção;	- Equipamentos com manutenção frequente;
				- Dispor de equipamentos de multimídia;

Fonte: a autora

Relativamente ao dimensionamento e arranjo físico dos ambientes, as diretrizes do MEC determinam uma área de 80,00m<sup>2</sup> para acomodar 20 alunos em laboratórios de Semiotécnica Básica de Enfermagem e Anatomia Básica Humana, por exemplo. Os laboratórios avaliados apresentam áreas bastante inferiores a esse valor. Entretanto, com a avaliação e rearranjo do posto de trabalho e *layout*, foi possível adequá-los para uma capacidade de 25 alunos, com o objetivo de eliminar ou diminuir alguns dos problemas identificados relativos a esse aspecto. Como o menor laboratório (Microscopia) possui 39,04m<sup>2</sup> e o maior (Ciências Biológicas) com 65,21m<sup>2</sup>, é fácil perceber que quanto maior a

área, melhores condições de uso, conforto e acessibilidade. Nesse sentido, a pesquisa aponta que para laboratórios com características e necessidades similares aos estudados, pode-se considerar a capacidade máxima de 25 alunos por laboratório, com área de 70,00m<sup>2</sup>, que mantenha o formato retangular entre suas dimensões, podendo adotar a modulação de 7,00 x 5,00m, com a possibilidade de expansão da infraestrutura física.

Além disso, a partir do cenário encontrado, é imprescindível prever espaço para guardar pertences individuais dos alunos, bem como espaços de convivência para permanência de grupos de alunos entre as aulas.

Ainda sobre tais critérios, de dimensionamento e arranjo físico, respeitante aos acessos dos laboratórios, devem ser externos e protegidos a partir de uma área comum, garantindo maior conforto e controle do trânsito de alunos, professores, funcionários e possíveis visitantes.

Com relação ao *layout*, o arranjo do mobiliário não pode comprometer a abertura de portas e janelas e deve prever espaço para instalação e manutenção dos equipamentos e utilidades dos laboratórios. Além disso, deve ser evitado ao máximo um *layout* em que os alunos permaneçam de costas para o professor ou quadro branco.

Tal critério, quando relacionado à acessibilidade, deve-se adotar a situação mais crítica na definição do *layout*, ou seja, conforme as possibilidades de uso por pessoas com cadeira de rodas.

Sobre as esquadrias, é importante identificar as atividades e equipamentos utilizados em determinados laboratórios, uma vez que em alguns casos não é recomendável a iluminação natural.

Em referência ao mobiliário, aos materiais de construção e acabamento e critérios de segurança, instalações e acessibilidade, as normas estudadas possuem recomendações bem definidas e suficientes que devem ser seguidas para garantir conforto e segurança aos usuários, bem como consultadas e implementadas no processo de planejamento, aprovação e funcionamento, pelos órgãos competentes, de projetos de ambientes afins.

No que diz respeito ao mobiliário, além das recomendações da NR-17, as bancadas devem ter altura suficiente para acomodar as coxas e disponibilizar de apoio para os pés dos usuários mais baixos, com alturas entre 0,19 e 0,23m.

No que se refere ao conforto ambiental, o nível de iluminância, temperatura, ruído e umidade relativa do ar devem estar de acordo com os valores definidos pelas normas e ao

mesmo tempo atender as necessidades dos usuários, a partir do correto dimensionamento e distribuição dos aparelhos de ar condicionado no ambiente, da utilização da iluminação artificial como complemento da iluminação natural através de aberturas que permitam o contato com o exterior, bem como da utilização de materiais que favoreçam a proteção acústica nos ambientes, e que estejam de acordo com os requisitos regulamentados para os materiais de construção.

Nenhuma das normas estudadas abrange critérios organizacionais e equipamentos. Entretanto tais aspectos foram mencionados categorizados para na construção das constelações de atributos. Assim, aspectos como qualidade e quantidade de equipamentos, disponibilidade de equipamentos de multimídia, bem como a conservação e manutenção do patrimônio são primordiais para o bom desenvolvimento das tarefas e para a satisfação dos alunos. Além disso, é necessária a presença constante de pessoal técnico específico durante as aulas para acompanhar o desenvolvimento das atividades.

Acredita-se portanto, que a aplicação de tais recomendações pode melhorar os aspectos físicos e ambientais dos laboratórios, bem como atender às expectativas dos usuários, sem deixar de lado as recomendações técnicas e específicas de tais ambientes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da avaliação do ambiente construído por meio da MEAC, constatou-se que o ambiente construído dos laboratórios de uma IES atende parcialmente às necessidades dos usuários, uma vez que alguns aspectos apresentam elementos dificultadores à realização da atividade ensino/aprendizagem com qualidade e segurança.

Para essa avaliação, foi necessário recorrer a normas e diretrizes de ambientes afins, que têm como referência as RDCs da ANVISA, as NRs do Ministério do Trabalho e Emprego e as NBRs da ABNT, dada a inexistência de legislação específica para o desenvolvimento de projetos de laboratórios de instituições de educação superior.

Pôde-se concluir que além das instalações, a disponibilidade de equipamentos adequados ao desenvolvimento das tarefas contribui para a qualidade do ambiente construído, uma vez que facilitam e dinamizam o processo de ensino / aprendizagem.

Nesse aspecto, os laboratórios da IES estudada dispõem dos equipamentos necessários em todos os laboratórios, entretanto, sendo a quantidade inferior à demanda, acaba por prejudicar a percepção dos alunos com relação ao ambiente real. Essa ideia pode estar relacionada ao fato da instituição ser privada, e portanto criar uma relação direta entre a mensalidade paga e a qualidade do serviço recebido.

Considerando os aspectos relacionados às instalações, as características do ambiente construído a serem atendidas por laboratórios de instituições de educação superior são:

1 – Ambiente amplo, com dimensões adequadas ao número de usuários, permitindo a acomodação confortável de todos os alunos, inclusive com espaço adequado para guardar material individual como bolsas, mochilas e capacetes;

2 – Ambiente acessível que permita o uso de maneira autônoma e segura pela maioria das pessoas, inclusive aquelas com mobilidade reduzida; e

3 – Mobiliário confortável que atendam às necessidades de trabalho e conforto dos alunos.

Entende-se que as características relacionadas ao dimensionamento dos ambientes e à acessibilidade não são atendidas com eficácia nos laboratórios estudados, em função da limitação espacial da edificação, uma vez da necessidade de adaptação do uso original residencial ao uso atual.

O ambiente construído de laboratórios de instituições de educação superior, devem ainda atender as recomendações técnicas que, dadas as particularidades, são desconhecidas

e passam despercebidas pelo usuário. Essas são referentes aos materiais de construção e revestimento (piso, parede, teto e esquadrias); instalações hidráulica, elétrica, de gás e equipamentos específicos; sinalização; gerenciamento de resíduos e lixo gerados e disponibilização de equipamentos de segurança.

Relativamente ao conforto ambiental, o nível de iluminância, temperatura, ruído e umidade relativa do ar devem estar de acordo com os valores definidos pelas normas. Os laboratórios estudados não atendem ao padrão de qualidade dos atributos que referiram como ideias aos valores de temperatura. Os níveis de ruído e umidade relativa do ar não foram mencionados pelos alunos.

Sabendo que a adequação do mobiliário ao usuário passa necessariamente pela identificação dos pontos de incompatibilidade física do sistema, bem como dos constrangimentos corporais relacionados a posturas adotadas no seu uso, o estudo apresentado procurou associar à aplicação da MEAC, uma avaliação postural, qual seja o REBA, e o uso dos dados antropométricos em projetos de *design*.

Dessa forma, permitiu uma avaliação mais profunda, demonstrando a natureza interdisciplinar da Ergonomia, e proporcionou soluções de melhorias mais consistentes e significativas, e que alcançam além das prerrogativas físicas do sistema homem/atividade/ambiente, a percepção do usuário.

A partir da avaliação postural por meio do REBA, identificou-se que as posturas assumidas durante as aulas não apresentam risco ergonômico significativo, uma vez que são atividades consideradas leves.

Entretanto, sabe-se que a permanência por tempo prolongado nas posições estudadas exige a contração isométrica dos músculos, acarretado em maior dispêndio energético para a manutenção da postura, com a possibilidade de desenvolver lesões musculoesqueléticas como a hérnia de disco, tanto na porção lombar quanto cervical da coluna vertebral, e de prejudicar órgãos da digestão e da respiração, além de levar à flacidez dos músculos das pernas.

Com a avaliação antropométrica foi possível definir parâmetros interfaciais para a compatibilização dos usuários extremos no posto de trabalho e gerar recomendações de ajuste para o sistema, a fim de acomodar com conforto, o maior número de usuários possível.

Portanto, relativamente a metodologia utilizada nesta pesquisa, a MEAC mostrou-se adequada para a avaliação do ambiente construído de laboratórios de instituições de educação superior. Foram igualmente adequadas, as ferramentas para a percepção dos usuários, a Constelação de Atributos, bem como a aplicação de dados antropométricos em projetos de *design* para registrar e analisar as incompatibilidades existentes entre o posto de trabalho e os usuários de dimensões extremas. No entanto, a ferramenta utilizada para avaliação postural, o REBA, revelou-se ineficaz. Tal fato pode estar associado ao tipo de atividade, caracterizada como leve, uma vez que da avaliação antropométrica foram encontrados pontos de inadequação física entre posto e usuário, sendo necessários ajustes. Além disso, tanto na constelação ideal como na constelação real de todos os laboratórios, o atributo associado ao conforto do mobiliário aparece com uma distância psicológica pequena, ou seja, exercem uma relação direta na percepção do espaço utilizado.

Assim, considerando as avaliações realizadas e as limitações da edificação estudada, algumas medidas que contribuirão positivamente para a melhoria das condições ambientais e conseqüentemente da percepção do ambiente real, tendo interferência direta na melhoria no processo de ensino/aprendizagem, podem ser facilmente adotadas, como o rearranjo do layout e do mobiliário.

Além disso, as recomendações desenvolvidas a partir desse estudo de caso, podem auxiliar no processo de avaliação e reconhecimento dos cursos que utilizem laboratórios de mesma natureza a partir da identificação das necessidades e características específicas desses ambientes e dos usuários.

Ao final da pesquisa, são atingidos portanto, os objetivos pretendidos de propor recomendações e direcionamentos para o projeto de ambientes e postos de trabalho de laboratórios de Microbiologia e Parasitologia, Semiologia, Anatomia, Microscopia e Ciências Biológicas de instituições de educação superior, a partir da identificação dos problemas associados à configuração do ambiente, posto de trabalho e layout, contribuindo socialmente e ambientalmente para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento das pessoas ligadas ao processo ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

1. ABERGO. **Associação Brasileira de Ergonomia**. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br>>. Acesso: 14 de fev. de 2014.
2. AGOSTINI, V. **As concepções dos professores de ciências sobre o laboratório didático e a experimentação didática**. 2012. 174f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Mestrado em Educação, Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), Joaçaba, 2012.
3. AZEVEDO, G. **Arquitetura escolar e educação: um modelo conceitual de abordagem interacionista**. 2002. 236f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2002.
4. BRASIL. **Decreto nº 5.773 de 9 de maio de 2006**. Dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/decreto/d5773.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5773.htm)>. Acesso em: 04 de ago. 2014.
5. BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm)>. Acesso em: 04 de ago. de 2014.
6. BRASIL. Ministério da Educação. **Instrumento de avaliação institucional externa**. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/avaliacao\\_institucional/instrumentos/2014/instrumento\\_institucional.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_superior/avaliacao_institucional/instrumentos/2014/instrumento_institucional.pdf)>. Acesso em: 06 de jan. 2015.
7. BRASIL. Ministério da Educação. **Modelos de laboratórios**. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=1567&Itemid=>](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1567&Itemid=>)>. Acesso em 23 de mar. de 2014.
8. BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 1.016, 30 de outubro de 2007**. Aprova, em extrato, o instrumento de avaliação elaborado pelo INEP para credenciamento de novas Instituições de Educação Superior do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES. Disponível em: <

[http://download.inep.gov.br/download/condicoes\\_ensino/2007/Portaria\\_1016\\_Extrato\\_Instrumento\\_Credenciamento.pdf](http://download.inep.gov.br/download/condicoes_ensino/2007/Portaria_1016_Extrato_Instrumento_Credenciamento.pdf)>. Acesso em: 02 de dez. de 2014.

9. BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria SESu/MEC nº 1.518, 14 de junho de 2000.** Documento de orientação para elaboração de relatório de verificação: autorização e reconhecimento de cursos de graduação em enfermagem. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/orientacao.pdf>>. Acesso em: 09 de dez. de 2014.

10. BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-17.** Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>. Acesso em: 10 de jan. de 2015.

11. BINS ELY, V. **Ergonomia + Arquitetura:** buscando um melhor desempenho do ambiente físico. Anais do 3º Ergodesign – 3º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído. Rio de Janeiro: LEUI/PUC-Rio, 2003.

12. BITTENCOURT, F. **Ergonomia e Conforto Humano:** uma visão da arquitetura, engenharia e design de interiores. Rio de Janeiro: Rio Book's, 2011.

13. BORMIO, M. F. **Avaliação pós-ocupação ambiental de escolas da cidade de Bauru (SP) e Lençóis Paulista (SP):** um estudo ergonômico visto pela metodologia do EWA. 2007. 166 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Bauru, 2007.

14. CARVALHO, R.P. **Acústica arquitetônica.** 2. ed. Brasília: Thesaurus, 2010.

15. DELORS, J. **Learning:** The treasure within. Report to Unesco of International Commission on Education for twenty-first century. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 1996.

16. EDWARD, N. **The role of laboratory work in engineering education:** student and staff perceptions. International Journal of Electrical Engineering Education: Manchester University Press, v. 39, n. 1, p. 11-19, 2002.

17. ELALI, G.A. **Elementos do processo projetual como fonte de stress ambiental:** explorando aspectos que podem influenciar a relação usuário-ambiente. São Carlos, SP – Brasil, 2009. Anais. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído / IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios.

18. ERGONOMICS PLUS. **A Step-by-Step Guide to the REBA Assessment Tool**. Disponível em: <<http://ergo-plus.com/reba-assessment-tool-guide/>>. Acesso em: 10 de fev. 2014.
19. FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de conforto térmico**. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.
20. GIANI, K. **A experimentação no ensino de ciências: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa**. 2010. 190f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2010.
21. GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
22. GOÉS, R. **Manual prático de arquitetura para clínicas e laboratórios**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010.
23. GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia de Processo: Histórico, Ambiente, Segurança**. 5. ed. Porto Alegre: FEENG, 2004. v. 1. Série Monográfica Ergonomia.
24. GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia de Produto: Antropometria, Fisiologia, Biomecânica**. 5. ed. Porto Alegre: FEENG, 2004. v. 1. Série Monográfica Ergonomia.
25. GURGEL, M. **Projetando espaços: guia de arquitetura de interiores para áreas residenciais**. 5 ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2002.
26. HENDRICK, H.W. **Good ergonomics is good economics**. Proceedings of the human factors and ergonomics society, 40th anual meeting. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society, 1996.
27. HENRY DREYFUSS ASSOCIATES. **As medidas do homem e da mulher: fatores humanos em design**. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2005.
28. HODSON, D. **Hacia um enfoque más critico del trabajo de laboratorio**. Ensenanza de las Ciencias, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994.
29. IEA. **International Ergonomics Association**. Disponível em: <<http://www.iea.cc>>. Acesso em 19 de set. de 2014.
30. IEHF. **Institute of Ergonomics & Human Factors**. Disponível em: <<http://www.ergonomics.org.uk>>. Acesso em: 19 de set. de 2014.
31. IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
32. LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

33. KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
34. KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
35. KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
36. LITTLEFIELD, D. **Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto.** Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2011.
37. MARCONI, M.A.; Lakatos, E.M. **Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
38. NATIONAL INSTITUTE OF ENVIRONMENT HEALTH SCIENCES. **Health and safety guide to laboratory ergonomics.** Disponível em: <[http://ehs.uky.edu/docs/pdf/ohs\\_erg\\_ergonomics\\_guide\\_0001.pdf](http://ehs.uky.edu/docs/pdf/ohs_erg_ergonomics_guide_0001.pdf)>. Acesso em: 18 de dez. de 2014.
39. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **America's lab Report: Investigations in high school science.** Committee on high school science laboratories: role and vision, S. R. Singer, M. L. Hilton, and H. A. Schweinbruber, Editors. Board on science education, Center for education. Division of behavioral and social sciences and education. Washington, DC: The National Academies Press, 2006.
40. OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. **Laboratory safety ergonomics for the prevention of musculoskeletal disorders.** Disponível em: <<https://www.osha.gov/Publications/laboratory/OSHAfactsheet-laboratory-safety-ergonomics.pdf>>. Acesso em 10 de dez. de 2014.
41. ORNSTEIN, S.W.; BRUNA, G.C.; Roméro, M.A. **Ambiente construído & comportamento: a avaliação pós ocupação e a qualidade ambiental.** São Paulo: Nobel, 1995.
42. OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento.** São Paulo: Plêiade, 1996.
43. PANERO, J.; ZELNIK, M. **Dimensionamento humano para espaços interiores: um livro de consulta e referência para projetos.** 1. ed. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2002.
44. PARSONS, K.C. **Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models.** Applied Ergonomics. v.31, p.581-594, 2000.
45. PINTO, G. A. BUFFA, E. **Arquitetura e educação: campus universitários brasileiros.** São Carlos: EdUFSCar, 2009.

46. PROCORO, A.; RÊGO, H. R.; VILLAROUCO, V. **Como o fator motivação do usuário pode interferir numa avaliação ergonômica de um ambiente construído pós-ocupado:** um estudo de caso: Faculdade de Arquitetura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 13.; FÓRUM BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 2.; CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM ERGONOMIA, 1.: ABERGO Jovem, 2004, Fortaleza. Anais. ABERGO, 2004.
47. QUARESMA, Maria Manuela Rupp; Moraes, Anamaria de. **A aplicação de dados antropométricos em projetos de design:** como projetar corretamente produtos ergonômicos. Rio de Janeiro, 2001. 274 p. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Mestrado em Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), 2001.
48. RÊGO, H. R. **Avaliação pós-ocupação e apreciação ergonômica do ambiente construído:** um estudo de caso. 2006. 186f. Dissertação (Mestrado em Gerência da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, 2006.
49. SAVIANI, Dermeval. **História das ideias pedagógicas no Brasil.** 2. ed. rev. e ampl. Campinas: Autores Associados, 2008.
50. TEIXEIRA, E. et al. **Trajetórias e tendências dos cursos de enfermagem no Brasil.** Revista Brasileira de Enfermagem. v.54, n.4, p. 479-487, 2006.
51. VASCONCELOS, C.S.F.; VILLAROUCO, V.; SOARES, M. **Avaliação ergonômica do ambiente construído:** estudo de caso de uma biblioteca universitária. Ação Ergonômica: Revista Brasileira de Ergonomia. v.4, n.1, p.5-25, 2009.
52. VILLAROUCO, V. **Reflexões acerca da ergonomia do ambiente construído.** Recife: ABERGO, 2007. Boletim da ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia.
53. WAITZ, Inês Regina; ARANTES, Magda Patrícia Caldeira. **Ensino superior no Brasil:** um olhar sobre as origens. Anuário da Produção Acadêmica Docente, Valinhos, v. III, n. 5, p. 229-239, 2009. Disponível em: <<http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/anudo/article/view/1590>>. Acesso em: 15 dezembro de 2014.
54. WEERDMEESTER, J. D. e B.; DUL, J. **Ergonomia prática.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.
55. WILSON, J. R.; CORLETT, N. **Evaluation of Human Work.** 3. ed. USA: Taylor & Francis, 2005.

## ANEXOS



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação ergonômica do ambiente construído: recomendações e direcionamentos para ambientes e postos de trabalho em laboratórios de ensino superior a partir da análise das atividades e usuários

**Pesquisador:** BELIZA SOARES FERRAZ

**BRIGIDO Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 33858114.7.0000.5208

**Instituição Proponente:** Centro de Artes e

Comunicação **Patrocinador Principal:** Financiamento

Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:**

**777.597 Data da**

**Relatoria: 03/09/2014**

#### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de um projeto de pesquisa para elaboração de uma dissertação de mestrado profissional, pela pesquisadora Beliza Soares Ferraz Brígido, com o título Avaliação Ergonômica do Ambiente Construído: recomendações e direcionamentos para ambientes e postos de trabalho em laboratórios de ensino superior a partir da análise das atividades e usuários. Este projeto foi apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ergonomia - PPERGO, do Mestrado Profissional do Depto de Design da UFPE, sob a orientação da professora Dra Vilma Maria Villarouco Santos.

Para um bom entendimento do projeto, a pesquisadora considera: “A Ergonomia do Ambiente Construído, também conhecida como Ergonomia Ambiental, trata de estudar a relação homem-ambiente-tarefa, a partir dos aspectos sociais, psicológicos, culturais e organizacionais para entender e atender todos os requisitos funcionais e psicológicos do usuário quanto ao ambiente. Considerando que o ser humano não responde passivamente aos estímulos ambientais, é fácil perceber que a aplicação dos requisitos mínimos exigidos por normas regulamentadoras em projetos, não é suficiente para garantir uma boa configuração e desempenho ambiental”.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Constituem os objetivos da pesquisa: objetivo geral:

**Endereço:** Av. da Engenharia s/n° - 1° andar, sala 4, Prédio do CCS

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 50.740.600

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)2126-8588

**E-mail:** cepccs@ufpe.br



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE PERNAMBUCO CENTRO



DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-

Continuação do Parecer: 777.597

Propor recomendações e direcionamentos para o projeto de ambientes e postos de trabalho de laboratórios de instituições de ensino superior, a partir da identificação dos problemas associados à má configuração do ambiente, posto de trabalho e layout.

Específicos:

- Identificar, sob a perspectiva da ergonomia do ambiente construído, fatores físicos e cognitivos que interferem na adequada utilização de laboratórios, através da aplicação da MEAC;
- Avaliar as condições de uso e adequação existentes entre usuário e posto de trabalho, que possam interferir no conforto, usabilidade do produto e segurança do usuário e do sistema, através da análise das relações dimensionais entre usuário e posto de trabalho, bem como a identificação das incompatibilidades;
- Compreender, o comportamento postural dos alunos, e avaliar os constrangimentos corporais envolvidos na sustentação da postura, através do Rapid Entire Body Assessment - REBA, ferramenta de registros biomecânicos;
- Associar os resultados encontrados com as recomendações e legislações brasileiras estudadas;
- Propor recomendações e ajustes para ambientes e postos de trabalho a partir da análise dos resultados encontrados;
- Contribuir socialmente e ambientalmente para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento das pessoas ligadas ao processo ensino-aprendizagem.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Ainda que toda pesquisa científica envolva riscos, nesta investigação, segundo a pesquisadora, estes serão mínimos e restritos ao constrangimento da presença do pesquisador no ambiente de ensino ou da dificuldade e disponibilidade em responder o questionário. A participação será voluntária, as entrevistas e a aplicação do questionário (não identificado) serão realizadas em local reservado, garantindo a privacidade e o anonimato do participante, e a observação começará assistemática a fim de interagir com alunos, professores e funcionários e tornar a presença do pesquisador habitual, para em seguida realizar a observação sistemática com registro fotográfico das posturas adotadas. Mesmo nos registros fotográficos, a privacidade dos participantes será garantida mediante uso de programas de edição de imagens.

**Benefícios:** A participação dos usuários nessa pesquisa permitirá a identificação dos aspectos físicos do ambiente que, na sua percepção, interferem na segurança, conforto e uso adequado dos laboratórios e seus postos de trabalho, bem como a compreensão do comportamento postural dos alunos e avaliação dos constrangimentos corporais envolvidos na sustentação da postura. Assim, a

**Endereço:** Av. da Engenharia s/n° - 1° andar, sala 4, Prédio do CCS

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 50.740.600

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)2126-8588

**E-mail:** cepccs@ufpe.br



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE PERNAMBUCO CENTRO



DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-

Continuação do Parecer: 777.597

pesquisa produzirá benefício indireto aos participantes e à população em geral, a partir da elaboração, melhoria e atualização de diretrizes para concepção e execução de laboratórios que possibilitarão diminuir os riscos de fadiga, aumentar a segurança, satisfação as condições ergonômicas de conforto e qualidade da interface “aluno-mobiliário-ambiente construído” .

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto apresenta uma boa justificativa e fundamentação teórica. Por se tratar de um estudo de caso, esta pesquisa utiliza múltiplas técnicas de coleta e interpretação de dados. Portanto, este trabalho adota a metodologia ergonômica do ambiente construído (MEAC) e o Rapid Entire Body Assessment ( REBA) (HIGNETT; MCATAMNEY e a aplicação de dados antropométricos em projetos de design, no levantamento, análise e interpretação dos dados. Tais métodos caracterizam-se pela facilidade de aplicação e por utilizarem técnicas de observação, walkthrough, anotações, entrevistas, questionários, desenhos e levantamento fotográfico. A MEAC é utilizada para analisar o ambiente construído, a percepção do usuário sobre esse espaço e as influências desse ambiente sobre o usuário; a aplicação de dados antropométricos em projetos de design objetiva registrar graficamente e analisar as incompatibilidades existentes entre o posto de trabalho e os usuários de dimensões extremas; enquanto que o REBA, determina com clareza os pontos de desconforto dos usuários devido a posturas adotadas.

População amostral: 100 pessoas( entre funcionarios, alunos e professores). Local será no laboratório do curso de enfermagem da Sociedade Piauiense de Ensino Superior Ltda.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O projeto apresenta, além da folha de rosto devidamente preenchida e assinada pela Vice-Coordenadora da Pos-Graduação em Ergonomia, a carta de anuência do Diretor Geral da Sociedade Piauiense de Ensino Superior Ltda, devidamente assinados em concordância para a realização da pesquisa. Apresenta o TCLE com informações necessárias, o Termo de Consentimento da Pessoa como Voluntário, currículos Lattes da pesquisadora, orientadora.

#### **Recomendações:**

Uma revisão no texto com parágrafos longos, na aplicação correta da pontuação, evitando leitura cansativa

**Endereço:** Av. da Engenharia s/n° - 1° andar, sala 4, Prédio do CCS

**Bairro:** Cidade Universitária

**CEP:** 50.740.600

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)2126-8588

**E-mail:** cepccs@ufpe.br



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE  
PERNAMBUCO CENTRO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-



Continuação do Parecer: 777.597

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

sem pendências

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Colegiado aprova o parecer do protocolo em questão e o pesquisador está autorizado para iniciar a coleta de dados.

Projeto foi avaliado e sua APROVAÇÃO definitiva será dada, após a entrega do relatório final, na PLATAFORMA BRASIL, através de "Notificação " e, após apreciação, será emitido Parecer Consubstanciado .

RECIFE, 03 de Setembro de 2014

Assinado por:  
GERALDO BOSCO LINDOSO COUTO  
(Coordenador)



**SOCIEDADE PIAUIENSE DE ENSINO SUPERIOR LTDA.  
INSTITUTO CAMILLO FILHO  
DIRETORIA GERAL**

### DECLARAÇÃO

DECLARO, para fins de prova junto ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, que a Profa. **BELIZA SOARES FERRAZ BRÍGIDO** tem a anuência deste Instituto para o desenvolvimento da pesquisa **Avaliação ergonômica do ambiente construído: recomendações e direcionamentos para ambientes e postos de trabalho em laboratórios de ensino superior a partir da análise das atividades e usuários**, como parte dos requisitos para elaboração de Dissertação do Mestrado Profissional em Ergonomia.

Teresina, 11 de julho de 2014.

  
Prof. Charles Carvalho Camillo da Silveira  
Diretor Geral

## APÊNDICE

Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Artes e Comunicação  
Departamento de Design  
Programa de Pós-Graduação em Ergonomia – PPERGO  
Mestrado Profissional em Ergonomia

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa Avaliação Ergonômica do Ambiente Construído: recomendações e direcionamentos para ambientes e postos de trabalho em laboratórios de ensino superior a partir da análise das atividades e usuários, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) (Beliza Soares Ferraz Brígido, domiciliada à Rua das Orquídeas, nº 1100, bairro Jóquei, CEP 64048-918, telefone (86) 8108 7712 e e-mail belizaferraz@yahoo.com.br, para contato do pesquisador responsável (inclusive ligações a cobrar) e está sob a orientação de: Vilma Villarouco (81) 8858 0779 e email villarouco@hotmail.com.

Este Termo de Consentimento pode conter informações que o (a) senhor (a) não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa que está lhe entrevistando para que o (a) senhor (a) esteja bem esclarecido (a) sobre sua participação na pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, caso aceite em fazer parte do estudo, rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa o (a) Sr. (a) não será penalizado (a) de forma alguma. Também garantimos que o (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Esta pesquisa tem como objetivo Propor recomendações e direcionamentos para o projeto de ambientes e postos de trabalho de laboratórios de instituições de ensino superior, a partir da identificação dos problemas associados à má configuração do ambiente, posto de trabalho e layout.

Para isso, será aplicado um questionário que contém duas questões abertas, e que levam aproximadamente 10 minutos para serem respondidas. A primeira refere-se às suas impressões e anseios para um ambiente de ensino (laboratórios) ideal, e a segunda pergunta refere-se às suas impressões sobre o ambiente de ensino (laboratórios) real.

Este questionário, mesmo considerado seguro pode envolver riscos, mas nesta investigação estes serão mínimos e restritos ao constrangimento da presença do pesquisador no ambiente de ensino ou da dificuldade e disponibilidade em responder o questionário. Assim, em função do caráter da pesquisa estes serão minimizados, já que a participação será voluntária, as entrevistas e a aplicação do questionário serão realizadas em local reservado, garantindo a privacidade e o anonimato do participante, e a observação começará assistemática a fim de interagir com alunos, professores e funcionários e tornar a presença do pesquisador habitual, para em seguida realizar a observação sistemática com registro fotográfico das posturas adotadas.

Mesmo nos registros fotográficos, a privacidade dos participantes será garantida mediante uso de programas de edição de imagens.

A participação dos usuários nessa pesquisa permitirá a identificação dos aspectos físicos do ambiente que, na sua percepção, interferem na segurança, conforto e uso adequado dos laboratórios e seus postos de trabalho, bem como a compreensão do comportamento postural dos alunos, e avaliação dos constrangimentos corporais envolvidos na sustentação da postura.

Portanto, a pesquisa produzirá benefício indireto aos participantes e à população em geral, a partir da elaboração, melhoria e atualização de diretrizes para concepção e execução de laboratórios que possibilitarão diminuir os riscos de fadiga, aumentar a segurança, satisfação e consequentemente o desempenho e qualidade de vida do aluno.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa através dos questionários, observações e registros fotográficos, serão digitalizados e armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

---

(assinatura do pesquisador)

#### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo Avaliação Ergonômica do Ambiente Construído: recomendações e direcionamentos para ambientes e postos de trabalho em laboratórios de ensino superior a partir da análise das atividades e usuários, como voluntário (a).

Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.

Testemunhas:

---

---

**Questionário**

Instrumento nº \_\_\_\_\_

I – PERFIL DO VOLUNTÁRIO	
Idade:	Gênero: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
Possui algum tipo de limitação?	<input type="checkbox"/> Visual <input type="checkbox"/> Auditiva <input type="checkbox"/> Motora
II – PERCEPÇÃO AMBIENTAL	
1 – Quando você pensa em um laboratório de microscopia, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	
2 – Quando você pensa no laboratório de microscopia da sua instituição de ensino, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	

**Questionário**

Instrumento nº \_\_\_\_\_

I – PERFIL DO VOLUNTÁRIO	
Idade:	Gênero: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
Possui algum tipo de limitação?	<input type="checkbox"/> Visual <input type="checkbox"/> Auditiva <input type="checkbox"/> Motora
II – PERCEPÇÃO AMBIENTAL	
1 – Quando você pensa em um laboratório de microbiologia e parasitologia, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	
2 – Quando você pensa no laboratório de microbiologia e parasitologia da sua instituição de ensino, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	

**Questionário**

Instrumento nº \_\_\_\_\_

I – PERFIL DO VOLUNTÁRIO	
Idade:	Gênero: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
Possui algum tipo de limitação?	<input type="checkbox"/> Visual <input type="checkbox"/> Auditiva <input type="checkbox"/> Motora
II – PERCEPÇÃO AMBIENTAL	
1 – Quando você pensa em um laboratório de semiologia, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	
2 – Quando você pensa no laboratório de semiologia da sua instituição de ensino, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	

**Questionário**

Instrumento nº \_\_\_\_\_

I – PERFIL DO VOLUNTÁRIO	
Idade:	Gênero: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
Possui algum tipo de limitação?	<input type="checkbox"/> Visual <input type="checkbox"/> Auditiva <input type="checkbox"/> Motora
II – PERCEPÇÃO AMBIENTAL	
1 – Quando você pensa em um laboratório de ciências biológicas, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	
2 – Quando você pensa no laboratório de ciências biológicas da sua instituição de ensino, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	

## Questionário

Instrumento nº \_\_\_\_\_

I – PERFIL DO VOLUNTÁRIO	
Idade:	Gênero: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
Possui algum tipo de limitação?	<input type="checkbox"/> Visual <input type="checkbox"/> Auditiva <input type="checkbox"/> Motora
II – PERCEPÇÃO AMBIENTAL	
1 – Quando você pensa em um laboratório de anatomia, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	
2 – Quando você pensa no laboratório de anatomia da sua instituição de ensino, que ideias ou imagens isto lhe sugere?	