



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Laianne Caroline Pereira Martins

Análise de parâmetros ergonômicos de salas de aula de uma escola da rede privada de ensino

MOSSORÓ

2024

Laianne Caroline Pereira Martins

Análise de parâmetros ergonômicos de salas de aula de uma escola da rede privada de ensino

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Pierre Batista dos Reis

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M386a Martins, Laianne Caroline Pereira .
Análise de parâmetros ergonômicos de salas de
aula de uma escola da rede privada de ensino /
Laianne Caroline Pereira Martins. - 2024.
75 f. : il.

Orientador: Rômulo Pierre Batista dos Reis.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Mecânica, 2024.

1. ergonomia. 2. sala de aula. 3. conforto. 4.
normas. 5. ensino-aprendizagem. I. Reis, Rômulo
Pierre Batista dos, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Laianne Caroline Pereira Martins

Análise de parâmetros ergonômicos de salas de aula de uma escola da rede privada de ensino

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Defendida em: 25/10/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rômulo Pierre Batista dos Reis (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Zoroastro Torres Vilar (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Me. Jakson Gomes de Oliveira Junior (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus, por ser a força que me sustenta em todos os momentos. Sem a Sua presença, nada seria possível, e em todas as vezes em que o fardo se tornava pesado, Ele me mostrou que eu conseguiria superar os desafios;

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade de aprendizado e crescimento que me proporcionou ao longo da minha trajetória acadêmica, formando uma base sólida de conhecimento;

À escola da rede privada, que gentilmente autorizou a realização da pesquisa em seu ambiente, contribuindo para o desenvolvimento deste trabalho;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rômulo Pierre, pela disposição em oferecer orientação sempre que solicitada, orientando-me com paciência e expertise ao longo deste percurso;

À empresa Ecosafety, pela generosidade em disponibilizar os equipamentos de medição necessários para a realização da pesquisa;

À minha mãe, Maria Cleide, por sempre acreditar em mim e por seu apoio incondicional em tudo que me proponho a fazer, sendo uma fonte constante de encorajamento;

Ao meu noivo, Diassis Filho, por me apoiar e acreditar no meu potencial, sendo um companheiro fundamental nessa jornada;

Aos meus colegas de curso, que tornaram a caminhada mais leve e agradável, compartilhando desafios e conquistas;

A todos os professores que contribuíram com a minha formação, deixando conhecimentos que serão levados para toda a vida.

“Um ambiente educacional saudável e acolhedor é a base para o desenvolvimento integral do aluno.”

(Paulo Freire)

RESUMO

A ergonomia é uma ciência que estuda a relação do homem com o meio em que está inserido, com a intenção de melhorar o seu desempenho, segurança, conforto e saúde. A ergonomia de ensino busca melhorar o processo de ensino-aprendizagem por meio da adequação de equipamentos e estrutura do ambiente escolar. Neste contexto, isso é necessário para garantir aos estudantes um aprendizado em local seguro e confortável. Uma estrutura fora dos padrões estabelecidos em normas, pode ocasionar desconfortos e doenças ocupacionais, não estando alunos e professores isentos deste risco. O trabalho analisa os parâmetros ergonômicos de uma sala de aula em uma escola da rede privada, abordando mobiliário, iluminação, ruído, conforto térmico e arranjo físico, com o objetivo de verificar a conformidade com as Normas Brasileiras (NBR) e Normas Regulamentadoras (NR), além de propor melhorias. A problemática está na ausência de um ambiente escolar adequado que possa comprometer o bem-estar e o desempenho dos alunos. A pesquisa, realizada por meio de medições e questionários, mostrou que, embora alguns aspectos atendam às normas, como o arranjo físico, o mobiliário e a iluminação apresentaram falhas, assim como o nível de ruído, que está acima do permitido. O conforto térmico também foi inadequado em boa parte das salas. Conclui-se que melhorias são necessárias para promover um ambiente escolar mais saudável e eficiente, destacando a relevância de uma abordagem ergonômica para a qualidade do ensino. Assim, foi recomendado melhorias que visam solucionar os problemas encontrados.

Palavras-chave: ergonomia; sala de aula; conforto; normas; ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

Ergonomics is a science that studies the relationship between man and the environment in which he operates, with the intention of improving performance, safety, comfort and health. Teaching ergonomics seeks to improve the teaching-learning process by adapting equipment and structure of the school environment. In this context, this is necessary to guarantee students learning in a safe and comfortable place. A structure outside the standards established in regulations can cause discomfort and occupational illnesses, and students and teachers are not exempt from this risk. The work analyzes the ergonomic parameters of a classroom in a private school, addressing furniture, lighting, noise, thermal comfort and physical arrangement, with the aim of verifying compliance with Brazilian Standards (NBR) and Regulatory Standards (NR), in addition to proposing improvements. The problem lies in the absence of an adequate school environment that could compromise the well-being and performance of students. The research, carried out through measurements and questionnaires, showed that, although some aspects meet the standards, such as the physical arrangement, the furniture and lighting were faulty, as was the noise level, which is above the permitted level. Thermal comfort was also inadequate in most rooms. It is concluded that improvements are necessary to promote a healthier and more efficient school environment, highlighting the relevance of an ergonomic approach to the quality of teaching. Therefore, improvements were recommended to solve the problems found.

Keywords: ergonomics; classroom; comfort; Standards; teaching-learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área de trabalho de sala de aula com um arranjo flexível de mesas.....	26
Figura 2 – Esquema de passos de realização da pesquisa.....	33
Figura 3 - Vista superior da escola dada por imagem de satélite.....	34
Figura 4 - Trena IEWIN 5m.....	36
Figura 5 - Modelo do luxímetro usado nas medições.....	36
Figura 6 - Dados de calibração do luxímetro.....	36
Figura 7 - Modelo do decibelímetro usado.....	37
Figura 8 - Dados de calibração do decibelímetro.....	37
Figura 9 - Modelo do termo-higro-anemômetro.....	37
Figura 10 - Registro dos dados de calibração.....	37
Figura 11 - Registro do momento de medição de iluminância.....	38
Figura 12 – Representação da planta da sala de aula.....	38
Figura 13 - Malha de divisão de cada ponto de medição.....	39
Figura 14 - Momento de medição de ruído com decibelímetro.....	40
Figura 15 - Momento de medição com o termo-higro-anemômetro.....	41
Figura 16 - Arranjo da sala de aula estudada.....	44
Figura 17 - Modelo da janela com película das salas de aula.....	45
Figura 18 - Modelo de cadeira com superfície de trabalho acoplada do tipo lateral.....	45
Figura 19 - Modelo de cadeira com superfície de trabalho acoplada do tipo frontal.....	45
Figura 20 - Arranjo de iluminação artificial das salas de aula.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Normas utilizadas no trabalho.....	41
Quadro 2 - Comparação das dimensões das carteiras com os dados da NBR16671.....	46
Quadro 3 - Dados coletados referente a iluminância.....	48
Quadro 4 - Leituras de ruído provenientes de fonte externa em sala de aula vazia.....	50
Quadro 5 - Registro das temperaturas medidas com termômetro de ambiente.....	51
Quadro 6 - Registro da velocidade do ar medida com anemômetro.....	52
Quadro 7 - Registro da umidade relativa do ar medida com higrômetro.....	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percepção dos alunos quanto o conforto da cadeira.....	54
Gráfico 2 – Percepção dos alunos quanto o espaço disponível na mesa da sala de aula.....	55
Gráfico 3 – Respostas quanto a dores do corpo após muito tempo sentados.....	55
Gráfico 4 – Percepção dos alunos em relação a iluminação da sala de aula.....	56
Gráfico 5 – Dados referente a visualização das informações do quadro ou projetor.....	56
Gráfico 6 – Dados referente a visualização dos livros e cadernos na mesa de estudo.....	57
Gráfico 7 - Dados referente a percepção do ruído da sala de aula.....	58
Gráfico 8 - Dados referente a distração dos alunos durante a aula devido à ruído.....	58
Gráfico 9 – Percepção dos alunos em relação a temperatura.....	59
Gráfico 10 – Tipos de desconforto sentindo pelos alunos em relação a temperatura.....	60
Gráfico 11 – Percepção dos alunos em relação ao layout da sala na interação com colegas e professores.....	60
Gráfico 12 – Percepção dos alunos em relação ao deslocamento nos corredores das mesas.....	61
Gráfico 13 - Dados referente a distração devido a posição da porta da sala de aula.....	62
Gráfico 14 – Percepção de desconforto causado por reflexão do projetor no quadro.....	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVOS GERAIS	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1 ERGONOMIA.....	17
3.1.1 História e evolução da ergonomia	18
3.1.2 Contribuições e abrangência da ergonomia	19
3.1.3 Análise ergonômica	20
3.1.4 Ergonomia em ambientes educacionais.....	21
3.1.5 Impacto da ergonomia na educação	22
3.2 PARÂMETROS ERGONÔMICOS EM UMA SALA DE AULA.....	23
3.2.1 Mobiliário	24
3.2.2 Iluminação.....	25
3.2.3 Ruído.....	27
3.2.4 Conforto térmico.....	28
3.2.5 Arranjo Físico	30
3.3 NORMAS E REFERÊNCIAS TÉCNICAS	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 TIPO DE ESTUDO	33
4.1.1 Método	32
4.1.2 Local de estudo de caso	33
4.1.3 População estudada	35
4.2 COLETA DE DADOS	36
4.2.1 Instrumentos	36
4.2.2 Procedimento de coleta de dados	38
4.3 ANÁLISE DE DADOS	42
4.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	43
4.5 LIMITAÇÕES	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 DADOS QUANTITATIVOS DO ASPECTO ERGONÔMICO	44
5.1.1 Análise do ambiente	44
5.1.2 Dados referente ao mobiliário	45

5.1.3 Dados referentes a iluminação.....	47
5.1.4 Dados referentes a ruído	50
5.1.5 Dados referentes a conforto térmico	51
5.1.6 Dados referente a arranjo físico	53
5.2 DADOS DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	54
5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	62
6 CONCLUSÃO.....	66
7 REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

A ergonomia é uma disciplina que estuda a interação entre seres humanos e os elementos de um sistema, com o objetivo de melhorar o bem-estar e o desempenho humano. O termo ergonomia, originado das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis ou normas), reflete a importância dessa ciência na melhoria das condições de trabalho e na qualidade de vida das pessoas, tanto no ambiente profissional quanto em outros contextos (Iida, 2005). Embora a ergonomia tenha sido inicialmente desenvolvida em busca de aumentar a eficiência e a segurança no trabalho, sua aplicação se expandiu para diversas áreas, incluindo a educação. A criação de ambientes que promovam conforto, saúde e eficiência é fundamental para reduzir o risco de lesões, melhorar a qualidade de vida e de ensino.

No contexto escolar, a sala de aula se configura como um dos subsistemas mais relevantes, pois estabelece um vínculo direto com outros componentes da instituição, promovendo a transmissão eficaz do conhecimento durante o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, estudos indicam que as instituições de ensino, ao buscarem melhorar a qualidade e a eficácia na transmissão de conhecimento, frequentemente investem mais na pedagogia dos professores do que nas condições ergonômicas dos ambientes (Castro *et al.*, 2009). Essa falta de atenção pode resultar no não alcance dos objetivos educacionais desejados.

A ergonomia, ao ser aplicada nas escolas, assume um papel essencial tanto para os alunos quanto para os professores. Ambientes que respeitam os princípios ergonômicos podem aprimorar o desempenho acadêmico e o bem-estar físico e mental dos discentes. Para os docentes, condições adequadas podem prevenir problemas de saúde e aumentar a eficácia do ensino, transmitindo o conhecimento de forma mais eficaz. A melhoria do mobiliário ajustável, iluminação adequada e controle do ruído são exemplos de disposições que beneficiam toda a comunidade escolar (Wilhelm; Merino, 2006).

Na realidade brasileira, a avaliação das condições ambientais nas escolas não é regulamentada por leis específicas, mas sim por normas de segurança que estabelecem cláusulas de conforto e segurança sem caráter obrigatório (Castro *et al.*, 2009). A falta de adequações ergonômicas pode resultar em posturas inconvenientes, mobiliário não ajustável, desconforto térmico e iluminação insuficiente, causando o surgimento de problemas como dores, fadiga visual e estresse, comprometendo o processo educacional. Com o passar do tempo, essas condições podem desencadear problemas de saúde específicos, afetando tanto o desempenho acadêmico quanto a qualidade de vida dos alunos e professores.

Além disso, a ergonomia pode contribuir significativamente para a dinâmica do ambiente escolar, considerando todos os sujeitos que nele atuam. Um ambiente de sala de aula que leva em conta as variáveis térmicas, acústicas, luminosas, o layout e as características do mobiliário, pode promover uma transmissão mais eficaz do conhecimento (Filho *et al.*, 2010; Wilhelm; Merino, 2006). Uma pesquisa de Castro *et al.* (2009) destaca que ajustes ergonômicos são fundamentais para evitar que os alunos abandonem a escola devido a problemas de saúde ou falta de motivação, pois o conforto do ambiente físico de ensino influencia diretamente no desejo de aprender.

De acordo com Iida (2005), os alunos permaneceram sentados por longos períodos durante as aulas, o que requer um estudo cuidadoso sobre posturas e dimensões antropométricas para garantir o conforto no ambiente escolar. Diante desse contexto, surge a questão central desta pesquisa: Existe uma preocupação das escolas com questões ergonômicas na sala de aula, que visem o conforto do aluno, as quais proporcionem melhorias no processo de ensino e aprendizagem? Para responder a essa pergunta, este trabalho visa analisar a aplicação da ergonomia em salas de aula de uma escola da rede privada, avaliando aspectos como mobiliário, arranjo físico, iluminação, conforto térmico e ruído. A investigação se dará por meio de observações, pesquisas e questionários sobre a percepção dos alunos. Embora as instituições de ensino tenham a preocupação com a qualidade da transmissão de conhecimento, investindo na pedagogia, é necessário avaliar se há um mesmo comprometimento na adequação ergonômica dos ambientes (Castro *et al.*, 2009). A proposta de análise busca elevar a consciência sobre a importância de uma abordagem ergonômica abrangente, que beneficie todos os usuários do ambiente escolar e promova uma educação mais saudável e eficiente.

Este estudo é justificado pela necessidade de adequação ergonômica nas salas de aula, visando melhorar o bem-estar e o desempenho de alunos e professores, pois a falta pode comprometer a saúde e o processo de ensino e aprendizagem. O trabalho busca propor melhorias de acordo com as normas técnicas e conscientizar as instituições de ensino sobre a criação de espaços ergonomicamente adequados para promover uma educação mais eficiente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho tem, como objetivo principal, analisar e avaliar aspectos ambientais de sala de aula, sob o ponto de vista ergonômico, de uma escola da rede privada de ensino, com intuito de sugerir melhorarias que ajudem o processo de ensino e aprendizagem.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i) Avaliar quantitativamente os seguintes parâmetros de uma sala de aula: Mobiliário, iluminação, ruído, conforto térmico e arranjo físico;
- ii) Analisar comparativamente os dados levantados com as Normas Legais de Referência (NBRs e NR's do MTE);
- iii) Avaliar esses parâmetros qualitativamente por meio da visão dos usuários;
- iv) Propor mudanças e adaptações que se encaixem nas normas brasileiras, relacionadas a aspectos ergonômicos, com intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 ERGONOMIA

De acordo com Wilhelm e Merino (2006), a Associação Internacional de Ergonomia (International Ergonomics Association) define a ergonomia, ou fatores humanos, como uma disciplina científica dedicada à compreensão das interações entre seres humanos e outros componentes de um sistema. Essa definição também abrange a ergonomia como uma profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos ao design, com o objetivo de aprimorar tanto o desempenho e o bem-estar dos indivíduos quanto a eficiência geral do sistema. Complementando essa definição, a Ergonomics Research Society (ERS) define ergonomia como “o estudo da relação entre o homem e o seu trabalho, equipamento e ambiente, principalmente a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas que surgem desse relacionamento” (Iida, 2005). Este conceito enfatiza a importância de integrar conhecimentos científicos para melhorar a interação entre os indivíduos e seus ambientes de trabalho.

A ergonomia, portanto, é uma ciência voltada para a adequação do meio de trabalho aos indivíduos que nele atuam. Ela aplica as Normas Legais de Referência, como as NBR's e NR's, aos ambientes físicos avaliados como insalubres e/ou pouco confortáveis. O objetivo é proporcionar condições ambientais agradáveis, promovendo melhorias na qualidade de vida, bem-estar, conforto, segurança e saúde dos indivíduos. Além disso, busca-se também uma maior eficiência, eficácia e produtividade nas tarefas realizadas (Wilhelm; Merino, 2006).

A Ergonomia ainda pode ser entendida como a ciência que estuda a interação do homem com seu ambiente de trabalho e todos os componentes envolvidos. Tem como finalidade a adequação do posto de trabalho às funções realizadas pelo trabalhador, visando melhorar as condições de trabalho, promover segurança e bem-estar, e reduzir riscos à saúde (Corrêa; Boletti, 2015).

Segundo Abrahão *et al.* (2009), a ergonomia tem o objetivo de modificar o trabalho de maneira geral, adaptando-o às limitações e necessidades do ser humano. Com o avanço dos processos de automação, estabeleceu-se uma nova relação entre trabalho e ser humano. Anteriormente, o indivíduo executava tarefas; agora, ele se torna o controlador do processo. Mesmo em ambientes altamente automatizados, ainda há tarefas repetitivas e intensivas, o que pode resultar em problemas de saúde para o trabalhador, uma vez que as mudanças tecnológicas também intensificaram o trabalho (Abrahão *et al.*, 2009).

3.1.1 História e evolução da ergonomia

No decorrer dos anos, a ergonomia passou por diversos processos evolutivos que moldaram sua compreensão e aplicação atual. Segundo Mattos e Másculo (2011), na antiguidade, a segurança no trabalho não recebia a devida importância, e o conhecimento sobre o tema era escasso até a Idade Média. A verdadeira relevância da ergonomia começou a surgir com a Revolução Industrial, no final do século XVIII. A partir do século XIX, surgiram teorias que buscavam explicar os acidentes de trabalho, marcando o início do vínculo entre a saúde do trabalho e a Higiene e Segurança do Trabalho (HST).

A evolução da ergonomia está intimamente ligada à compreensão das condições de trabalho e ao desenvolvimento de práticas para melhorar a saúde ocupacional. Wachowicz (2012) relata que foi apenas em 1833 que surgiram gradativamente melhores condições de trabalho, o que resultou em um aumento da produtividade e incentivou movimentos dentro das fábricas em prol da saúde dos trabalhadores. Foi nessa época que surgiu a figura do médico do trabalho, que focava na ação preventiva da saúde ocupacional por meio de exames admissionais e periódicos.

No Brasil, a formalização das políticas de segurança e saúde para os trabalhadores ocorreu mais recentemente. Silva *et al.* (2009) destacam que, em 2004, com a intervenção do Ministério da Previdência Social (MPS), do Ministério da Saúde (MS) e do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), foi estabelecida uma política nacional de segurança e saúde direcionada ao trabalhador.

Além dos aspectos históricos e institucionais, a evolução da ergonomia também envolveu um aprofundamento nas abordagens teóricas. A Ergonomia Centrada na Atividade, conforme discutido por Guérin *et al.* (2001), destaca a discrepância entre o trabalho prescrito e o real enfrentado pelos trabalhadores. Esse campo de estudo explora o enigma de como o trabalho é prescrito e como é efetivamente realizado, evidenciando as diferenças e desafios na aplicação prática das teorias ergonômicas.

A discussão sobre a ergonomia não é isenta de complexidades. As noções de multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade são frequentemente mencionadas para definir o campo da saúde do trabalhador (Lacaz, 1997; Mendes; Dias, 1991; Minayo-Gomez; Thedim-Costa, 1997; Tambellini *et al.*, 1986;). Contudo, as definições conceituais e metodológicas ainda são incipientes, com um destaque para um artigo específico de Tambellini (1994), publicado em veículo estrangeiro. A discussão sobre esses conceitos na saúde coletiva ainda é relativamente recente (Almeida Filho, 1997; Minayo, 1994; Paim;

Almeida Filho, 2000; Samaja, 2000; Tarride, 1998), sendo mais consolidada nas áreas da filosofia, ciências sociais e humanas, e ciências ambientais.

A ergonomia na França, por exemplo, recebeu um impulso significativo após a Segunda Guerra Mundial, com o ministério do trabalho sob a influência do Partido Comunista, que priorizou a melhoria das condições de trabalho (Porto, 1994). Essa perspectiva histórica e a evolução das práticas ergonômicas refletem o desenvolvimento contínuo do campo e a crescente valorização das condições de trabalho e saúde ocupacional.

3.1.2 Contribuições e abrangência da ergonomia

A ergonomia possui diferentes abordagens que abrangem uma variedade de aspectos relacionados à interação entre o homem e seu ambiente de trabalho. Segundo Iida (2005), o enfoque ergonômico é fundamentado na teoria de sistemas, entendendo o sistema homem-máquina-ambiente como a unidade básica de estudo. Esse sistema é composto por elementos que interagem entre si com um objetivo comum e que evoluem com o tempo. No contexto da ergonomia, isso significa que homens e máquinas interagem para realizar um trabalho, submetidos ao ambiente ao redor, trocando informações e energia para alcançar um objetivo comum.

As abordagens da ergonomia podem ser classificadas em diferentes categorias, conforme sua abrangência e contribuição. Quanto à abrangência, a ergonomia é dividida em ergonomia do posto de trabalho (abordagem micro ergonômica) e ergonomia de sistemas de produção (abordagem macro ergonômica). A primeira foca na análise e otimização de postos de trabalho individuais, enquanto a segunda examina sistemas inteiros de produção. Quanto à contribuição, existem várias vertentes, incluindo ergonomia de concepção, ergonomia de correção, ergonomia de arranjo físico e ergonomia de conscientização (Silva, 2010).

A ergonomia do ambiente construído é uma das ramificações mais recentes e se preocupa com a integração do ambiente físico, os objetos e o usuário, considerando não apenas a tarefa realizada, mas também o local onde será realizada. Esta abordagem investiga a influência do ambiente físico no desenvolvimento da tarefa pelo homem e suas correlações (Mont'alvão; Oliveira, 2015).

Dentro das contribuições específicas da ergonomia, a Ergonomia de Concepção (ou preventiva) é aplicada durante a fase inicial de projeto dos postos de trabalho, instrumentos, máquinas, sistemas de produção e organização do trabalho. Essa abordagem é considerada

altamente eficaz e apresenta uma boa relação custo-benefício, pois permite a simulação de diferentes alternativas e a escolha da melhor opção, tanto em termos de mobiliário quanto na organização do trabalho (Iida, 2005). Por outro lado, a Ergonomia de Correção (ou corretiva) é aplicada em postos de trabalho já existentes. Nesse caso, o foco está na análise do posto de trabalho conforme a tarefa já executada, utilizando a "experiência vivida" do usuário como principal instrumento de estudo. Aqueles que executam a tarefa são os mais capacitados para identificar e sugerir melhorias nas condições de trabalho (Iida, 2005).

Além dessas abordagens, a ergonomia se distingue por seu caráter aplicado e interdisciplinar. A natureza aplicada da ergonomia refere-se à adaptação do posto de trabalho e do ambiente cotidiano às necessidades e características humanas. A interdisciplinaridade é um aspecto crucial, pois a ergonomia se baseia e utiliza informações de diversas áreas do conhecimento humano para atingir seus objetivos. Isso confere ao ergonomista a capacidade de entender as necessidades e dificuldades de trabalhadores em diferentes profissões, enriquecendo a prática ergonômica (Fernandes, 2010)

3.1.3 Análise ergonômica

No ambiente de trabalho, a ergonomia pode ser aplicada por meio da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), que consiste em um conjunto de técnicas para a avaliação de problemas na relação entre o homem, sua função e o ambiente de trabalho. Essa abordagem permite implementar mudanças e adaptações que visam reduzir danos ao trabalhador e aumentar a produtividade.

De acordo com Ferreira (2015), citado por Bastos *et al.* (2017), o termo "análise ergonômica do trabalho" surgiu a partir da publicação de uma nova versão da norma regulamentadora de ergonomia 17, ocorrida na década de 1990, a qual trata da segurança e saúde no ambiente de trabalho. De acordo com a norma é responsabilidade dos empregadores realizar a análise ergonômica do trabalho para proporcionar um ambiente seguro.

Iida (2005) afirma que o objetivo da análise ergonômica do trabalho é aplicar os conhecimentos da ergonomia no intuito de analisar, diagnosticar e corrigir situações reais de trabalho. Essa análise se caracteriza principalmente por ser um estudo realizado em campo, ou seja, fundamentado nos resultados obtidos a partir da observação das atividades exercidas pelo trabalhador do posto em análise.

3.1.4 Ergonomia em ambientes educacionais

O conceito de aprendizagem é central no campo da Psicologia e refere-se às modificações nas capacidades ou disposições do indivíduo que não podem ser atribuídas apenas à maturação. Em termos educacionais, a aprendizagem é mais especificamente definida como a aquisição de conhecimentos ou o desenvolvimento de habilidades e atitudes resultantes de experiências educativas, como aulas, leituras e pesquisas. Nesse contexto, um ambiente adequadamente projetado e ergonomicamente ajustado é essencial para facilitar esse processo.

As salas de aula, enquanto espaços sociais, funcionam como locais de construção contínua de saberes por meio das interações entre alunos e professores. Essas interações geram e reconstroem significados que moldam o ambiente educacional (Rodrigues, 2002).

A ergonomia no ambiente escolar deve ser considerada não apenas em termos de conforto físico, mas como um fator que afeta diretamente a dinâmica do ensino e a eficácia da aprendizagem. A ergonomia escolar abrange a organização de móveis e equipamentos para assegurar um ambiente seguro, saudável e confortável para os estudantes, que frequentemente passam longas horas sentados, fazendo da sua cadeira o proporcional a um posto de trabalho. A disposição inadequada de móveis, como carteiras e mesas, pode resultar em desconforto físico e comprometer o aprendizado, além de criar problemas como obstruções e reflexos indesejados (Gonçalves *et al.*, 2023).

A ergonomia, frequentemente associada a contextos ocupacionais, desempenha um papel vital também nos ambientes escolares, influenciando diretamente a qualidade do ensino e o bem-estar dos alunos. Nos últimos anos, tem direcionado seu foco para as atividades de ensino, buscando tornar o processo educativo mais eficiente. Um ambiente bem projetado pode melhorar significativamente a concentração dos alunos e a eficácia das atividades em sala de aula (Wilhelm; Merino, 2006). Essa abordagem ergonômica considera o sujeito, a atividade e o contexto como um todo integrado, destacando a importância de adaptar o ambiente para otimizar o ensino.

A integração de princípios ergonômicos no planejamento e na organização dos ambientes educacionais é fundamental para maximizar o potencial de aprendizado. A colaboração entre ergonomia e pedagogia pode levar ao desenvolvimento de metodologias que não apenas aprimoram o processo de ensino e aprendizagem, mas também promovem o bem-estar de alunos e professores (Wilhelm; Merino, 2006).

3.1.5 Impacto da ergonomia na educação

São inúmeros os impactos do não alinhamento de parâmetros ergonômicos com o processo de ensino-aprendizagem. A ergonomia, tradicionalmente associada a ambientes de trabalho, tem se revelado essencial também no contexto escolar, influenciando diretamente a saúde, o conforto e a eficiência do aprendizado dos alunos. Uma pesquisa sobre ergonomia em ambientes escolares revela que os alunos passam cerca de quatro horas diárias sentados em carteiras, podendo chegar de cinco a seis horas, o que provoca solicitações estáticas na musculatura e pode levar a problemas como fadiga e posturas inadequadas, com consequências a longo prazo. As posturas inadequadas resultantes de mobiliário mal ajustado podem causar dores e degenerações que afetam a saúde dos estudantes ao longo de suas vidas (Iida; Buarque, 2016).

Manter uma postura correta é crucial para prevenir distúrbios osteomusculares. Isso exige não apenas a adequação do mobiliário às características psicofisiológicas dos usuários, mas também uma educação postural adequada. A falta de educação postural, mesmo com mobiliário apropriado, pode levar a resultados insatisfatórios. É essencial promover a gestão comportamental e a conscientização sobre a importância da ergonomia desde a infância para evitar problemas futuros (Silva, 2021).

Fatores como o uso de mochilas pesadas, o tempo prolongado em posição sentada e a falta de ajuste do mobiliário ao porte físico dos estudantes podem contribuir para o desenvolvimento de problemas como lordose, cifose, escoliose e hérnia de disco, que podem causar sequelas irreversíveis (Cerchiari *et al.*, 2005; Detsch *et al.*, 2007). Além disso, durante a puberdade, o crescimento acelerado do sistema musculoesquelético pode agravar esses problemas se o mobiliário não estiver adequado ao porte físico dos adolescentes (Castellucci; Arezes; Viviani, 2010).

O impacto da ergonomia também se estende ao aspecto emocional e psicológico do aprendizado. Mobiliário inadequado pode causar desconforto, desatenção e desinteresse nas atividades, prejudicando o desenvolvimento intelectual dos alunos (Silva; Santos, 2006). O uso de padrões antropométricos estrangeiros muitas vezes não atende às necessidades específicas dos biótipos brasileiros, o que pode agravar esses problemas (Reis; Reis; Moro, 2005). Felizmente, há um crescente esforço para desenvolver mobiliário escolar que considere as medidas antropométricas brasileiras e melhore o conforto e o desempenho dos estudantes (Castellucci; Gonçalves; Arezes, 2010; Tunay; Melemez, 2008).

Além disso, a maioria do mobiliário escolar possui dimensões inadequadas, e a adaptação do design à antropometria dos alunos é fundamental. Estudos sugerem a necessidade de um levantamento antropométrico nacional para garantir que o mobiliário escolar seja adequado (Mont'alvão; Oliveira, 2015). A utilização inadequada do mobiliário pode resultar em alterações posturais na coluna vertebral, como escoliose e hiperlordose lombar, frequentemente exigindo intervenção fisioterapêutica preventiva (Cerchiari *et al.*, 2005).

Questões ergonômicas podem influenciar significativamente o desempenho e o bem-estar no ambiente escolar. A concepção apropriada dos espaços afeta a forma como as atividades são realizadas e, conseqüentemente, o processo de ensino e aprendizagem. Aspectos como iluminação, ruídos, temperatura, ventilação, disposição e uso das cores impactam o conforto físico e psicológico, bem como o rendimento dos alunos (Iida; Buarque, 2016).

A ergonomia, quando aplicada adequadamente, pode melhorar a eficiência das atividades escolares e promover um ambiente mais saudável e produtivo. A pesquisa e a adaptação dos espaços escolares, tanto para alunos quanto para funcionários, são essenciais para resolver os problemas ergonômicos existentes e garantir um ambiente de ensino mais eficaz (Silva, 2015)

3.2 PARÂMETROS ERGONÔMICOS EM UMA SALA DE AULA

Em uma sala de aula, os parâmetros ergonômicos desempenham um papel na fundamental criação de um ambiente de aprendizado eficaz e seguro. Estes parâmetros envolvem várias questões ambientais que podem afetar tanto a saúde quanto o desempenho dos alunos. Entre os principais fatores a serem considerados estão a iluminação, o ruído, a temperatura e o mobiliário.

De acordo com Gil (1997), a concentração dos alunos é fortemente influenciada por estímulos do ambiente, incluindo as dimensões da sala de aula e os recursos de ensino disponíveis. Um ambiente escolar adequado deve atender a diversos requisitos para garantir que seja propício ao aprendizado. Isto significa que a sala deve ter pouco ruído externo, uma iluminação apropriada e boa ventilação. Além disso, as dimensões da sala devem ser adequadas ao número de alunos presentes.

3.2.1 Mobiliário

Um dos parâmetros que é de grande importância e que deve estar adequadamente atendido em uma sala de aula é o mobiliário. O design e a ergonomia dos móveis escolares têm um impacto significativo na saúde e no desempenho dos alunos. Trabalhos conduzidos por Nunes, Almeida, Hendrickson e Lent (1985) demonstraram que o design do mobiliário escolar pode influenciar e manter vários repertórios de comportamento dos alunos. Esses estudos evidenciam uma estreita ligação entre o design das carteiras escolares e problemas médicos, segurança e disciplina dentro da sala de aula. Comportamentos indesejados, ocorrência de barulho repetitivo e o comportamento acadêmico dos alunos foram associados a aspectos do design do mobiliário (Nunes *et al.*, 1985).

Além disso, Corlett, Wilson e Manenica (1986) e Mandal (1981) destacam que posturas inadequadas durante a permanência sentada, como as observadas em cadeiras e mesas mal projetadas, podem causar dores nas costas. Chaffin e Andersson (1991) confirmam que essas dores frequentemente afetam regiões específicas como as cervicais, glúteas e lombares. As crianças passam muitas horas sentadas em posturas prejudiciais à saúde, o que pode levar a problemas posturais permanentes. Mandal (1986) explica que as cadeiras inclinadas e mesas horizontais forçam as crianças a se inclinar sobre a superfície da mesa, comprimindo suas vértebras lombares, o que pode resultar em transformações posturais prejudiciais a longo prazo.

A falta de uma abordagem ergonômica adequada para o mobiliário escolar pode levar a problemas como desconforto, dores musculares e dificuldade na aprendizagem (Oliveira, 2006). A análise ergonômica, incluindo o estudo da antropometria, é essencial para a projeção de móveis que atendam às medidas do corpo humano e às necessidades dos usuários.

A norma NR 17 regula o mobiliário dos postos de trabalho e estabelece que, sempre que o trabalho for executado na posição sentada, o mobiliário deve ser planejado ou ajustado para essa posição. Seguindo o proposto pela norma, é possível considerar que a sala de aula é um ambiente de trabalho como qualquer outro, em que tarefas específicas são realizadas, sendo assim conveniente que se aplique a norma dentro do ambiente de aprendizado, afim de resolver e evitar problemas. Dessa forma, revela-se imprescindível que os ambientes educativos utilizem o mobiliário, assim como indica a norma de segurança NBR 14006, que regula as dimensões de cadeiras e mesas para conjunto individual do aluno e a NBR16671 que regulamenta e estabelece os requisitos mínimos de ergonomia para cadeiras escolares com superfície de trabalho acoplada.

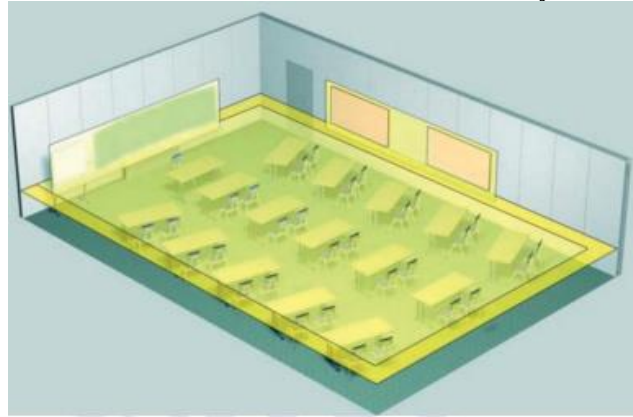
Para garantir conforto, segurança e saúde, o mobiliário escolar deve atender a requisitos específicos, como um encosto adaptado à região lombar, altura ajustável conforme a estatura do usuário, assento com profundidade adequada, bordas arredondadas e dimensões que permitam movimentos satisfatórios (Wilhelm; Merino, 2006).

3.2.2 Iluminação

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a norma que especifica os requisitos de iluminação para ambientes internos de trabalho é a NBR ISO/CIE 8995-1, publicada em 21 de março de 2013, a qual substitui as normas anteriores NBR ABNT NBR 5413:1992 e ABNT NBR 5382:1985 (ABNT, 2013). Essa norma estabelece que uma iluminação adequada é crucial para garantir a segurança durante a locomoção e melhorar o desempenho nas atividades visuais, reduzindo erros e prevenindo danos visuais. Além disso ressalta que a iluminação vai além de uma boa visualização da tarefa, que a mesma deve ser executada com facilidade e conforto. A iluminação pode ser natural, artificial ou uma combinação de ambas (ABNT, 2013).

No caso da sala de aula a NBR ISO/CIE 8995-1 diz que o ideal é um ajuste de iluminância média de 300 lux para tais ambientes, sendo recomendado que essa iluminação seja controlável. Além disso, a iluminância da sala de aula deve se alterar de forma gradativa, sendo a iluminação mais uniforme possível. Essa uniformidade é medida pela razão entre a iluminância mínima encontrada na área de trabalho e a iluminância média. De acordo com essa norma, na sala de aula a área de trabalho é definida como toda área da sala, menos meio metro das paredes, já que a posição das mesas é frequentemente variada, essa área de trabalho é identificada na NBR por meio da Figura 1 abaixo, como é possível ver, a área considerada é a que possui disposição de cadeiras, representada em amarelo claro.

Figura 1 – Área de trabalho de sala de aula com um arranjo flexível de mesas.



Fonte: NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013).

Além de quantidade de iluminância adequada, é importante que os focos de luz estejam posicionados de forma variada e espaçada, sempre que possível, ainda devem ser utilizados proteções nos bocais das luminárias com o intuito de reduzir o foco direto entre a fonte de luz e o olho humano, além do mais, sempre que possível seja evitado o uso de superfícies refletoras, sendo recomendado que se usem superfícies difusoras (Bórmio *et al*, 2008).

A qualidade da iluminação tem um impacto significativo sobre o comportamento e a interação das pessoas com o ambiente. Castagna (2020) destaca que a luminosidade, variando conforme a função dos ambientes e o tipo de atividades realizadas, é um fator essencial para o bem-estar e conforto visual, influenciando diretamente a produtividade das pessoas.

No contexto educacional, uma iluminação apropriada é fundamental para o desempenho no ensino e na aprendizagem, além de proteger a saúde visual dos alunos e do professor. Uma iluminação inadequada pode, ao contrário, causar danos à saúde e prejudicar o processo educativo (Santos, 2014).

Libardi (2017) diz que o ambiente de ensino deve ser estimulante e acolhedor, e que a qualidade do ambiente construído, incluindo a iluminação, desempenha um papel importante nesse aspecto. A iluminação é essencial para criar um ambiente que favoreça o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando conforto e facilitando descobertas. Assim, uma iluminação bem planejada e de qualidade é indispensável para otimizar o desempenho dos alunos e criar um ambiente de aprendizado eficaz.

Além disso, Silva (2014) observa que um ambiente que esteja iluminado de maneira correta não apenas estimula reações positivas, também torna o local mais confortável e agradável. Esses aspectos são fundamentais para a processo de ensino aprendizagem, pois um ambiente bem iluminado influencia diretamente o bem-estar e a eficácia desse processo.

3.2.3 Ruído

Segundo Filho *et al.* (2010), o ruído é o risco mais presente nos ambientes de trabalho em muitos países, sendo uma fonte significativa de doenças e acidentes. Além de exigir mais esforço dos trabalhadores, o ruído também compromete as atividades mentais que demandam altos níveis de atenção. No contexto de uma sala de aula, o barulho pode afetar negativamente o trabalho docente e a eficiência na resolução de tarefas pelos alunos (Correia *et al.*, 2008).

A acústica nas salas de aula é uma questão que vai além do impacto na aprendizagem, ela também interfere no bem-estar de professores e alunos, podendo resultar em problemas de saúde relacionados ao ambiente de trabalho e à convivência em condições inadequadas (Paixão *et al.*, 1998). Lubman (2010) observa que professores em ambientes com altos níveis de pressão sonora tendem a falar menos com seus alunos ou a falar por períodos mais curtos. O esforço adicional necessário para falar acima do nível de ruído pode levar à fadiga vocal.

Além disso, Bentler (2000) aponta que o ruído pode prejudicar a inteligibilidade da voz do professor. Quando o nível de ruído de fundo é mais alto do que a fala do docente, este se vê forçado a elevar a intensidade e o tom de sua voz, o que pode levar a um desgaste vocal significativo. Castro *et al.* (2009) destacam que a exposição prolongada ao ruído pode resultar em patologias como rouquidão, afonia, disfonia, dores de garganta, estresse, cefaleia e insônia. Esses efeitos podem ter consequências graves e muitas vezes irreversíveis.

De acordo com a NR 17, o patamar aceitável para o nível de ruído de fundo que proporciona o efeito de conforto acústico, não deve exceder 65 decibéis (dB) sem proteção sonora, mas a norma frisa que o nível de ruído que seja confortável deve respeitar os valores de referência para cada tipo de ambiente de acordo com sua finalidade, respeitando as normas técnicas oficiais responsáveis pelo controle.

O nível de ruído estabelecido como aceitável para garantir o conforto, é definido pela norma técnica NBR 10152, que aponta os limites apropriados para diferentes tipos de ambientes. A norma em estudo recomenda que os níveis ideais de ruído para ambientes educacionais, em especial a sala de aula, deve ser de 35 dB, ideal para conforto, até no máximo 40 dB.

A eficácia do ajuste sonoro pode ser alcançada analisando e controlando variáveis que afetam a acústica, como a mistura do som da fala direta com o som de reverberação, a absorção sonora do ambiente e os ruídos internos e externos (Melo, 2010).

Em salas de aula com pisos altamente reverberantes, como lajotas ou cerâmicas, o uso de materiais absorventes, como carpetes, tapetes e emborrachados, pode ajudar a reduzir o

ruído. O uso de carpetes no chão ou bolas de tênis nos pés das carteiras pode diminuir o ruído causado pelo arrastar das cadeiras. Se as salas de aula não forem devidamente isoladas com paredes adequadas ou janelas adaptadas, recomenda-se o uso de revestimentos como cortiças ou painéis móveis para reduzir os ruídos externos (Dreossi, 2005).

3.2.4 Conforto térmico

O conforto térmico está estritamente relacionado ao equilíbrio térmico do corpo humano, e esse equilíbrio é influenciado por fatores ambientais e pessoais. Quando as condições do ambiente favorecem o equilíbrio térmico, o indivíduo tende a se sentir bem disposto (Ruas, 2010). De acordo com a ASHRAE Standard 55-92, conforto térmico é uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente inserido na questão térmica (Anational, 2017).

Fanger (1970) define conforto térmico como a ausência de desconforto causado pelo frio ou calor. Além da questão da temperatura, fatores como idade e gênero também podem influenciar a percepção de conforto térmico (Kingma; Frijns; Van, 2012).

Nos ambientes escolares, manter um clima confortável é crucial para melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes. Variáveis climáticas desfavoráveis podem causar cansaço e sonolência em ambientes muito quentes, reduzindo a prontidão e aumentando a probabilidade de erros. Em contrapartida, ambientes muito frios podem diminuir o estado de alerta e a concentração (Kroemer; Grandjean, 2005).

Estudos, como o realizado por Wargocki *et al.* (2005) com cerca de 300 crianças de 10 a 12 anos, demonstraram que o conforto térmico está diretamente relacionado ao desempenho acadêmico. A melhoria das condições de temperatura do ar resultou em um aumento no desempenho cognitivo dos alunos.

No Brasil, a norma NBR 15220 fornece recomendações e diretrizes para adequação das edificações ao clima local, embora não trate especificamente das escolas, a questão do projeto da edificação pode influenciar no resultado final da sensibilidade ao conforto térmico. Ferreira (2016) destaca a importância de considerar que materiais com altas condutividades térmicas e espessuras reduzidas podem impactar negativamente o desempenho térmico das edificações. Em regiões com climas mais quentes, a seleção apropriada de materiais para a envoltória da edificação deve levar em conta a capacidade térmica adequada à amplitude térmica diária. A absorvência à radiação solar também é uma propriedade crítica que afeta o conforto térmico, e a cor da envoltória deve ser escolhida adequadamente.

O organismo humano possui um sistema de termorregulação que mantém a temperatura interna ao redor de 37°C, independentemente das condições externas. Esse sistema ajusta a temperatura interna por meio da retenção ou rejeição de calor, controlada pela dilatação ou constrição dos vasos sanguíneos, e pela sudorese ou tremores (Coutinho, 2010).

A norma reguladora NR 17 do Ministério do Trabalho e Emprego especifica que a temperatura ideal para ambientes de trabalho deve estar entre 18°C e 25°C no caso de ambientes climatizados, no caso de umidade e velocidade do ar, a norma não especifica valores, apenas orienta que se deve ter um controle para minimizar as correntes de ar sobre os trabalhadores.

A NBR 16401-2 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define os parâmetros para conforto térmico, com base no ASHRAE Handbook Fundamentals de 2005. A norma estabelece que a temperatura operativa em épocas de verão, período de uso de roupas leves, deve variar de 22,5°C a 25,5°C para uma umidade relativa de 65%, e de 23,0°C a 26,0°C para uma umidade relativa de 35%. Quanto a velocidade média do ar na zona de ocupação, a mesma não deve ultrapassar 0,20 m/s, para distribuição de ar convencional (ABNT, 2008).

A NBR 17037 trata da qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente, ela define parâmetros afim de garantir que o ar respirado, nos locais fechados, seja saudável e seguro para todos os presentes, já que, de acordo com ela, o ar contaminado pode causar problemas respiratórios e causar alergias, então é importante manter a qualidade do ar. Essa norma define alguns parâmetros pertinentes, que se relacionam com o conforto térmico. Ela define como ideal, a umidade relativa do ar dentro de limites de 35% a 60%, ainda determina temperatura ideal de 21°C a 26°C, e para velocidade do ar especifica como ideal 0,2m/s (ABNT, 2024).

3.2.5 Arranjo Físico

Para Chiavenato (2005), o arranjo físico refere-se à maneira como os recursos produtivos são distribuídos ao longo do processo produtivo, visando a máxima eficiência. No contexto escolar, esse conceito é crucial, pois uma estruturação eficaz do arranjo físico pode levar a melhorias significativas no desempenho e produtividade, impactando diretamente o gerenciamento e a dinâmica da sala de aula (Peinado; Graeml, 2007).

Arends (1997) destaca que existem diversos modelos de ensino, e cada um deles resulta em uma organização espacial específica da sala de aula. Um desses modelos é o modelo expositivo, que é tradicionalmente caracterizado pela disposição das cadeiras em colunas,

voltadas para o professor e o quadro. Esta configuração faz com que os alunos se concentrem apenas no instrutor e na apresentação de conteúdos, limitando as oportunidades para o trabalho cooperativo entre eles. A posição da mesa do professor pode variar conforme o tamanho da sala e a localização da porta, podendo ser colocada à esquerda ou à direita, dependendo do espaço disponível. Existe ainda outro modelo exposto por ele, que é o modelo de instrução direta, onde é feita uma redução no número de linhas, deixando o arranjo mais horizontal, aproximando os alunos do professor e facilitando a interação e diálogo entre ambos.

Carvalho (2005) sugere que o posicionamento ideal dos alunos é de forma que eles fiquem de costas para a porta, para evitar distrações causadas pelo movimento de entrada e saída de pessoas durante as aulas. Esta configuração previne que a movimentação no ambiente interfira na atenção dos estudantes, especialmente durante a explicação de conteúdo pelo professor e a apresentação de trabalhos por colegas.

Complementando, Alves (2011) também recomenda que a porta de acesso à sala de aula seja posicionada na parede oposta ao quadro, para minimizar a distração causada pelo fluxo de pessoas. Esta disposição ajuda a manter a concentração dos alunos e facilita o andamento da aula, ao evitar que a movimentação no ambiente interfira na atividade educacional.

Além disso, a disposição adequada de móveis e equipamentos é um aspecto importante da ergonomia no ambiente escolar. É essencial considerar a localização de carteiras, mesas, lousas e outros objetos para garantir que a movimentação de alunos e professores não seja obstruída e para evitar problemas como reflexos e sombras. Um arranjo físico bem planejado contribui para a eficácia da dinâmica educacional, pois facilita a interação professor-aluno, a visualização das informações apresentadas e a manutenção de uma boa postura corporal (Wilhelm; Merino, 2006).

3.3 NORMAS E REFERÊNCIAS TÉCNICAS

Segundo Bitencourt e Lemos (2016), a ergonomia possui um conjunto de normas definidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que visam oferecer apoio ao trabalhador em relação à segurança e ao ambiente de trabalho. A norma regulamentadora mais relevante nesse contexto é a NR-17, que aborda a ergonomia e estabelece parâmetros que possibilitam a adaptação entre as características psicofisiológicas do ser humano e as condições de trabalho.

As normas são divididas em NRs (Normas Regulamentadoras) e NBRs (Normas Brasileiras). Embora as siglas sejam semelhantes, seus significados e funções são distintos. As Normas Regulamentadoras, sob responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), têm como objetivo orientar empregadores e empregados em questões de segurança do trabalho e nos equipamentos de segurança exigidos para cada atividade regulamentada. Essas normas são direcionadas principalmente para a segurança e saúde no trabalho. Por outro lado, as Normas Brasileiras são normas técnicas elaboradas pela ABNT, uma instituição sem fins lucrativos que atua na padronização de procedimentos em diversos campos. Diferentemente das NRs, as NBRs não são obrigatórias, mas há legislações que exigem a aplicação de certas normas técnicas para garantir a qualidade e o bom uso de produtos e serviços, abrangendo um espectro mais amplo que vai além do ambiente de trabalho.

Conforme afirmado por Silva *et al.* (2009), as normas regulamentadoras definidas pelo Ministério do Trabalho devem ser seguidas obrigatoriamente por empresas, sejam públicas ou privadas, assim como por órgãos dos Poderes Legislativo, Executivo e Judiciário que possuem empregados, em conformidade com a Consolidação das Leis do Trabalho.

A NR-17 tem como objetivo destacar a importância da ergonomia para a saúde e segurança dos trabalhadores, além de contribuir para a manutenção da produtividade nas empresas (Manual NR 17, 2022). Entre os parâmetros estabelecidos pela NR-17, estão incluídos fatores relacionados às condições do ambiente de trabalho, equipamentos, mobiliário, instrumentos, bem como ao levantamento e transporte de cargas. É fundamental que esses fatores estejam em conformidade com a NR-17, garantindo assim a segurança estabelecida.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em salas de aula de uma escola da rede privada de ensino. O foco da análise ergonômica foi sobre cinco parâmetros principais: mobiliário, iluminação, conforto térmico, ruído e arranjo físico do ambiente. Essas características foram escolhidas por sua relevância direta no processo de ensino e aprendizagem, de acordo com as referências bibliográficas do trabalho, uma vez que um ambiente adequado pode influenciar positivamente o desempenho dos alunos e o bem-estar geral.

4.1 TIPO DE ESTUDO

A pesquisa realizada é de natureza aplicada, já que se preocupou em encontrar soluções para problemas que foram encontrados de acordo com os objetivos do trabalho, realizando assim um estudo que adotou uma abordagem quantitativa e qualitativa, permitindo a coleta e análise de dados numéricos referentes aos parâmetros ergonômicos das salas de aula, além da percepção dos alunos quanto esses quesitos. Essa metodologia é apropriada para avaliar a conformidade com as normas brasileiras e identificar áreas que necessitam de melhorias, tendo como objetivo a realização de uma pesquisa que traga resultados de caráter descritivo, os quais buscam analisar e descrever o objeto de estudo e dados encontrados.

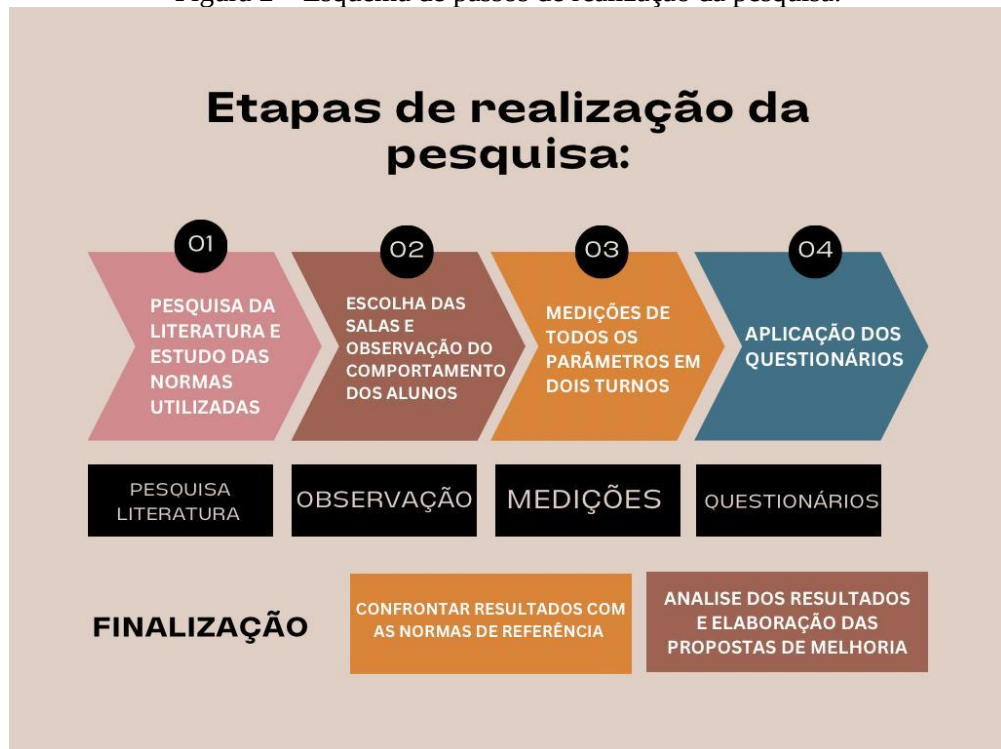
4.1.1 Método

O método de pesquisa adotado é o descritivo, que busca fornecer de forma detalhada as características do ambiente escolar e dos fatores ergonômicos nas salas de aula, por meio de coleta de dados. Essa abordagem permite observar e descrever a realidade da instituição, estabelecendo relações entre os parâmetros observados, identificando aspectos que podem impactar o processo de ensino e aprendizagem.

O procedimento escolhido para a coleta de dados é o estudo de caso e levantamento de dados, que envolve a análise de uma única escola da rede privada de ensino, por meio da combinação de métodos qualitativos e quantitativos, que proporcionam uma visão abrangente e aprofundada, contribuindo para a identificação de áreas que necessitam de melhorias e adaptações.

A realização da pesquisa se dará por meio de 4 passos iniciais e por fim a finalização dos resultados. No esquema a seguir exposto na Figura 2, é possível ver cada passo de realização de forma resumida.

Figura 2 – Esquema de passos de realização da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.1.2 Local de estudo de caso

A instituição em estudo atua com a formação de alunos desde a educação infantil ao ensino médio. A escolha do local do estudo de caso se deu pelo fato da escola ter uma preocupação com os alunos no processo de aprendizagem, sendo possível avaliar se mesmo com esse cuidado, existe a atenção voltada para as questões ergonômicas na experiência do discente nesse processo, assim optou-se por realizar a pesquisa nesta escola que é da rede particular de ensino. Por se tratar de uma instituição da rede privada, o seu nome não será mencionado.

Inicialmente, fez-se uma visita ao local para solicitar autorização para pesquisa e para colher alguns dados importantes e relevantes a fim de ajudar na elaboração deste projeto. Posteriormente observou-se toda estrutura e ambiente das salas de aula, assim como o mobiliário e as atitudes e posturas adotadas pelos alunos durante a aula. Então foi decidido que a pesquisa se concentraria em uma parte da escola, onde ficam as salas de aula de alunos do fundamental II, localizadas no primeiro andar (acima do térreo). Foram analisadas quatro salas de aula localizadas em dois corredores da escola, para que seja possível a comparação de dados,

as mesmas foram escolhidas de forma aleatória entre as presente nos corredores do espaço, garantindo que a amostra represente a diversidade do ambiente escolar. A pesquisa foi realizada em dois turnos diferentes: matutino e vespertino. Essa abordagem garantirá uma ampla cobertura do ambiente escolar, permitindo uma análise mais representativa das condições ergonômicas enfrentadas pelos alunos.

Quanto à localização, a mesma se encontra em uma área da cidade, que é movimentada, ficando uma de suas laterais expostas a uma rua que possui grande fluxo de carro, e, portanto, maior fonte de ruídos externo, as outras partes ficam voltadas para ruas com menos fluxos, apesar disso foi possível identificar que as salas ficam longe dessas fontes de ruídos, isoladas no meio do setor da escola. Na Figura 3 abaixo, é possível ver uma imagem de satélite a vista superior da escola, em vermelho é a área que compreende toda extensão da escola e em verde a área onde ficam as salas estudadas.

Figura 3 - Vista superior da escola dada por imagem de satélite.



Fonte: Google Maps (2024).

4.1.3 População estudada

A amostra deste estudo foi composta por aproximadamente 30 alunos do ensino fundamental II. A seleção dos participantes ocorreu de forma aleatória, garantindo que todos os

alunos tivessem uma chance igual de serem escolhidos, o que contribuiu para a representatividade dos dados. O único critério para inclusão na amostra foi que os alunos frequentem as salas de aula em análise, em qualquer um dos turnos.

Os questionários foram elaborados com o objetivo de avaliar se os alunos enfrentam dificuldades em acompanhar o conteúdo ministrado pelos professores ou em manter a concentração durante as aulas. Além disso, as questões abordaram suas percepções em relação a aspectos físicos do ambiente escolar, como iluminação, acústica e temperatura, proporcionando uma visão abrangente das condições que podem impactar o processo de aprendizagem.

4.2 COLETA DE DADOS

Para a execução deste estudo, foi inicialmente necessária a realização de uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de compreender os parâmetros a serem investigados. Para isso, foram buscadas informações em artigos científicos, monografias, livros e Normas Regulamentadoras Brasileiras (NBRs) que elucidassem a temática em questão.

Sendo, esta, uma pesquisa de caráter descritivo, foram adotados procedimentos qualitativos para a coleta de dados na escola selecionada. Foram realizadas visitas técnicas com o intuito de coletar dados físicos da instituição, ocorrendo durante o horário normal de aula, tanto com alunos presentes quanto em períodos em que não havia atividade escolar, nos turnos matutino e vespertino.

A coleta de dados foi realizada por meio de dois métodos principais: questionários e medições. Questionários foram aplicados a uma amostra de aproximadamente 30 alunos, visando avaliar suas percepções sobre os aspectos ergonômicos da sala de aula. Além disso, medições objetivas foram realizadas utilizando instrumentos diversos: trenas para determinar as dimensões do mobiliário e a disposição do arranjo físico, luxímetros para avaliar a iluminação, decibelímetros para medir o nível de ruído e termômetros de ambiente para analisar as condições de conforto térmico. Essas ferramentas possibilitaram a obtenção de dados quantitativos que foram comparados com as normas técnicas brasileiras pertinentes.

Os questionários foram aplicados de forma aleatória entre os alunos selecionados, assegurando que os dados coletados sejam diversificados e representativos da população estudada. Os critérios de seleção e a aleatoriedade visam evitar qualquer viés que possa comprometer a validade dos resultados.

4.2.1 Instrumentos

O instrumento utilizado para fazer as medições relacionadas as dimensões da sala e do mobiliário foi uma trena convencional manual, com leitura máxima de 5 metros, é possível vê-la na Figura 4, abaixo.

Figura 4 - Trena IEWIN 5m



Fonte: Registro da autora (2024).

As medições referentes a iluminação da aula de aula foram realizadas com um luxímetro AKROM modelo KR832, o mesmo pode apresentar resultados em Lux ou Fc, sua faixa de medição é de 0 a 400 Lux, com resolução de 0,1 Lux. O equipamento estava devidamente calibrado por empresa responsável, na Figura 5 é possível ver o seu modelo e na Figura 6 a identificação dos dados de calibração.

Figura 5 - Modelo do luxímetro usado nas medições.



Fonte: Registros da autora (2024).

Figura 6 - Dados de calibração do luxímetro.



Fonte: Registros da autora (2024).

Os níveis de ruído de fundo, em decibéis, foram medidos com um decibelímetro AKROM modelo KR813, sua faixa de medição é de 30 a 130 dB, com resolução de 0,1 dB e exatidão de $\pm 1,5$ dB. O equipamento estava devidamente calibrado por laboratório especializado. Na Figura 7 é possível ver seu modelo e na Figura 8 os dados de calibração.

Figura 7 - Modelo do decibelímetro usado.



Fonte: Registros da autora (2024).

Figura 8 - Dados de calibração do decibelímetro.



Fonte: Registros da autora (2024).

As medições de temperatura, velocidade do ar e umidade, foram realizadas com auxílio de um termo-higro-anemômetro AKSO digital, modelo AK821, com faixa de medição para velocidade do ar de 0,2 a 20 m/s e resolução de 0,1 m/s, para temperatura a faixa de medição é de -10 a 50°C com resolução de 0,1 °C e para umidade relativa do ar a faixa de medição é de 0 a 100%UR, com resolução de 0,1%UR. O equipamento estava devidamente calibrado por empresa especializada. Na Figura 9 e Figura 10 a seguir é possível ver modelo e dados de calibração, respectivamente.

Figura 9 - Modelo do termo-higro-anemômetro.



Fonte: Registros da autora (2024).

Figura 10 - Registro dos dados de calibração.

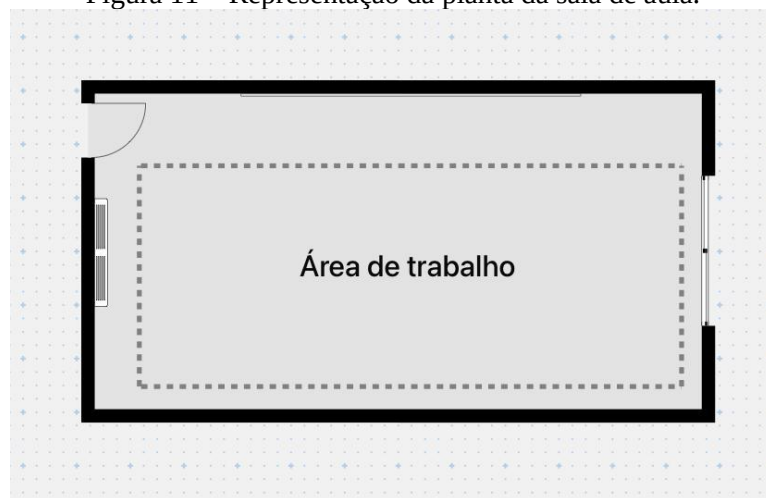


Fonte: Registros da autora (2024).

4.2.2 Procedimento de coleta de dados

As medições aconteceram em quatro salas, as mesmas foram medidas em dois turnos: matutino e vespertino. Todas as medições ocorreram seguindo o que é orientado na norma. Inicialmente foram medidas as dimensões da sala de aula e feito um esquema de representação da planta da sala, com definição da área de trabalho, que corresponde a área ocupada pelas cadeiras dos alunos e servirá de base para realização das medições. A seguir na Figura 11 é possível ver esse esquema.

Figura 11 – Representação da planta da sala de aula.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Em relação a iluminância a norma de referência diz que as medições devem acontecer após o equipamento ficar no mínimo cinco minutos em exposição a luz antes da primeira medição. As medições ocorreram todas em cima do posto de trabalho, nesse caso, em cima das mesas de estudo, como é possível ver na foto tirada no momento das medições mostrada na Figura 12 abaixo.

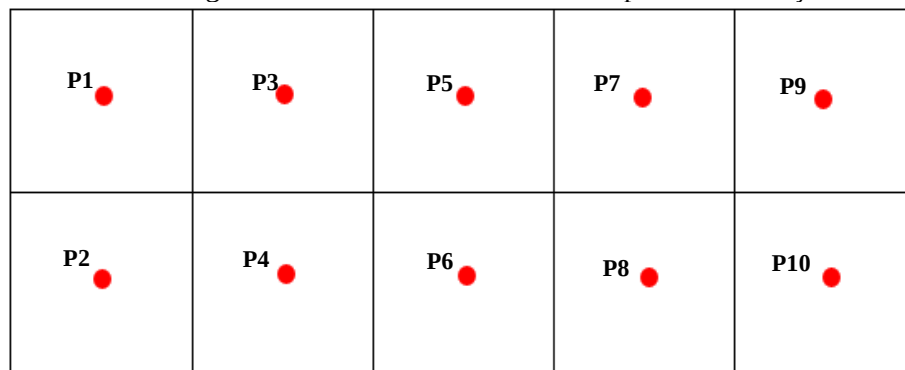
Figura 12 - Registro do momento de medição de iluminância.



Fonte: Registrado pela autora (2024)

A norma também estabelece que a medição da iluminância média em áreas retangulares deve ocorrer da seguinte forma: a área de trabalho deve ser subdividida em pequenos retângulos, aproximadamente quadrados, com os pontos de cálculo em seu centro. A média aritmética de todos os pontos de cálculo é a iluminância média. No caso da sala, foi definido que a área de trabalho é a área ocupada pelas cadeiras como mostrado anteriormente, medindo 10 metros de comprimento e 4 metros de largura. O comprimento foi dividido em 5 partes, ficando cada parte com 2 metros, e a largura foi dividida em duas partes, ficando cada também com 2 metros, sendo assim formando 10 quadrados para medições em seu centro. A seguir a Figura 13 representa a malha que mostra a divisão e a localização de cada ponto.

Figura 13 - Malha de divisão de cada ponto de medição.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As medições referentes a ruído, foram realizadas seguindo os procedimentos recomendados na NBR 10152 em questão, a mesma diz que os pontos de medição devem ser distribuídos possibilitando a representação do campo sonoro do ambiente a ser avaliado. As medições devem ser feitas em pelo menos três pontos, para ambientes de até 30 m², para ambientes maiores que isso, deve aumentar um ponto de medição a cada 30 m² a mais. No caso da sala de aula que possui 66,7 m², ficou definido 5 pontos de medição. Os pontos ficaram distantes de 1 metro das paredes, piso, portas e janelas, como recomenda a norma, no entanto ficou próximo do mobiliário da sala, já que o mesmo está distribuído em toda a sala, e ficaram espaçados em mais de 0,7 metros de um ao outro. O tempo de medição de cada ponto foi de 30 segundos, que de acordo com a norma, é o suficiente para abranger as variações sonoras significativas. Na Figura 14 é possível ver o registro de medição em um dos pontos.

Figura 14 - Momento de medição de ruído com decibelímetro.



Fonte: Registro da autora (2024).

A NBR 10152 diz que o nível de pressão sonora representativo de um ambiente é obtido pela média logarítmica dos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes, medidos em distintos pontos do ambiente, mantendo as mesmas condições. Essa média é calculada através da Equação 1 abaixo.

$$L_{Aeq} = 10 \times \log_{10} \left[\frac{1}{N} \times \left(\sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \right] \quad (1)$$

Onde:

L_{Aeq} é o nível de pressão sonora equivalente, em dB;

L_i , é o nível de pressão sonora medido a cada instante “i”, em dB;

N é o número total de medições.

As medições de temperatura, umidade e velocidade do ar, foram realizadas conforme recomendação da Norma usada para comparação, que é a NBR 16401-2, a qual recomenda que as medições para temperatura média e velocidade do ar sejam feitas no centro da zona ocupada e nos pontos críticos onde os valores são mais desfavoráveis de ocorrer, como próximo a janelas e portas. Assim foram definidos três pontos de medição para cada sala, sendo M1 próximo a porta, M2 no centro da sala e M3 próximo a janela. Além disso as medições foram feitas em alturas entre 0,1 e 1,1 metros do chão, como recomendado pela Norma para pessoas que ficam sentadas, que é o caso da sala de aula. No caso de umidade relativa, a norma recomenda que sejam feitas quatro medições, intervaladas de 5 minutos, em pontos representativos da zona ocupada, nesse caso foi acrescentado um quarto ponto de medição M4. A Figura 15 a seguir é a imagem de um momento de medição conforme orientação.

Figura 15 - Momento de medição com o termo-higro-anemômetro.



Fonte: Registro da autora (2024)

4.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados coletados foi realizada por meio de tabelas e gráficos elaborados no próprio aplicativo de escrita, Word, e também gráficos entregues pela plataforma que foi realizado o questionário online, Google Forms. Esses recursos permitiram uma visualização clara das informações, facilitando a interpretação dos resultados. Cada parâmetro analisado foi confrontado com as normas brasileiras e outros regulamentos pertinentes, possibilitando uma comparação objetiva entre a situação atual das salas de aula e os padrões recomendados. A análise quantitativa dos dados permitiu identificar áreas de conformidade e as de não, em comparação com os dados das normas e referências utilizadas, bem como os pontos críticos que necessitam de melhorias. No Quadro 1 abaixo, é possível ver o conjunto de todas as normas e referências utilizadas no trabalho.

Quadro 1 – Normas utilizadas no trabalho.

NORMAS – SUAS DEFINIÇÕES	
NR 17	Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia.
NBR 16671	Mobiliário escolar – Cadeiras com superfície de trabalho acoplada para instituições educacionais – Requisitos e métodos de ensaio.
NBR ISO/CIE 8995-1	Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior.
NBR 10152	Níveis de ruído para conforto acústico.
NBR 16401-2	Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 2: Parâmetros de conforto térmico.
NBR 17037	Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Após a análise, foram apontados aspectos que necessitam de melhorias e propostas modificações pertinentes, fornecendo recomendações práticas e específicas, visando a adequação das salas de aula às normas ergonômicas brasileiras. As sugestões buscaram atender às necessidades dos alunos e promover um ambiente mais saudável e produtivo, contribuindo para a qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

A metodologia proposta teve como objetivo garantir que a pesquisa fosse realizada de forma rigorosa, assegurando a validade e confiabilidade dos dados coletados. A abordagem escolhida, que combina percepções subjetivas dos alunos com medições objetivas, forneceu uma visão abrangente do ambiente escolar. Com essa análise, espera-se contribuir para a discussão sobre a importância da ergonomia em ambientes educacionais e incentivar uma maior conscientização sobre a necessidade de adaptações que beneficiem todos os usuários do espaço escolar.

4.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O objetivo deste estudo é analisar a influência dos fatores ambientais na atividade de ensino-aprendizagem em uma escola da rede privada de ensino. Nesse trabalho, foram observados alunos nas salas de aula nos turnos matutino e vespertino. Descarta-se qualquer tipo de risco envolvendo a participação neste estudo, em qualquer condição.

Cabe ressaltar que este estudo seguirá princípios éticos que garantam a proteção dos participantes e da instituição envolvida. O nome da escola será mantido em sigilo para preservar sua reputação, evitando qualquer comprometimento que possa derivar dos resultados obtidos. Da mesma forma, a identidade dos alunos será resguardada, e suas respostas permanecerão confidenciais. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e a utilização dos dados, assegurando que a participação é voluntária e que os dados coletados foram utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, não havendo prejuízos de forma nenhuma na não participação. Além de ser garantido ao participante o direito de desistir da pesquisa, em qualquer tempo, sem que essa decisão o prejudique.

4.5 LIMITAÇÕES

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas ao interpretar os resultados. A principal restrição diz respeito ao escopo da pesquisa, que se concentra em uma

única escola da rede privada de ensino. Isso pode limitar a generalização das conclusões para outras instituições de ensino, especialmente aquelas com características diferentes, como infraestrutura e perfil socioeconômico dos alunos.

Além disso, as condições ambientais, como temperatura, iluminação e níveis de ruído, podem variar ao longo do ano e em diferentes períodos do dia. Essas flutuações podem impactar a precisão das medições realizadas. Outra limitação se refere ao número de participantes; a amostra de 30 alunos, embora representativa já que se refere ao número de ocupantes de uma turma, a mesma pode não capturar a diversidade completa das percepções dos estudantes sobre o ambiente escolar. Assim, recomenda-se que futuras pesquisas considerem um número maior de escolas e uma amostra mais abrangente para fortalecer a análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo do trabalho foram apresentados os dados colhidos durante a realização da pesquisa, tanto os dados quantitativos dos parâmetros ambientais das salas de aula em análise, colhidos por meio de medições, como os resultados dos questionários realizados com alunos do ensino fundamental II da escola em estudo.

5.1 DADOS QUANTITATIVOS DOS ASPECTOS ERGONÔMICOS

5.1.1 Análise do ambiente

Foram analisadas quatro salas da instituição, sendo possível perceber que todas possuem a mesma configuração, quanto a tamanho, disposição e número de carteiras, posicionamento do quadro, quantidade de ar condicionados, número de janelas e porta, lâmpadas. É possível ver esse arranjo na Figura 16.

Figura 16 - Arranjo da sala de aula estudada.



Fonte: Registro da autora (2024).

As salas possuem dimensões de 11 metros e 33 centímetros de largura, 5 metros e 89 centímetros de comprimento e altura de 2 metros e 74 centímetros, tendo capacidade para 35 alunos. As carteiras estão divididas em 7 fileiras com 5 cadeiras cada, estando as fileiras separadas em 1 metro, sendo possível observar durante a medição que possuem espaço suficiente para passagem de uma pessoa como professor e para trânsito dos alunos.

As salas possuem uma janela para o ambiente externo, em apenas uma das paredes, apesar de serem de vidro, todas possuem cobertura de adesivo película que impede grande parte da entrada da iluminação natural. A Figura 17 mostra a imagem da janela.

Figura 17 - Modelo da janela com película das salas de aula.



Fonte: Registros da autora (2024).

5.1.2 Dados referente ao mobiliário

A norma brasileira NBR 14006 estabelece os requisitos mínimos de mesas e cadeiras para instituições de ensino, e a NBR16671 para cadeiras com superfície de trabalho acopladas, ambas avaliam aspectos ergonômicos, de acabamento, identificação, estabilidade e resistência. Neste estudo de caso foram coletados apenas dados referentes às dimensões e acabamento das cadeiras, por falta de estrutura necessária para ensaios de estabilidade e resistência dos móveis.

Todas as salas estudadas possuem dois modelos de carteiras, ambos do tipo cadeira com superfície de trabalho acopladas, sendo o primeiro em quantidade significativamente maior, os modelos podem ser vistos na Figura 18 que representa o modelo do tipo lateral Figura 19 que é o modelo do tipo frontal.

Figura 18 - Modelo de cadeira com superfície de trabalho acoplada do tipo lateral.



Fonte: Registros da autora (2024).

Figura 19 - Modelo de cadeira com superfície de trabalho acoplada do tipo frontal.



Fonte: Registros da autora (2024).

De acordo com a coleta de dados, a estatura média dos alunos que participaram da pesquisa fica na faixa 6, azul, da NBR, que compreende altura na faixa de 1590 mm até 1880 mm. Através da Quadro 2, a seguir, é possível comparar as medidas coletadas das cadeiras, com as medidas especificadas na norma NBR16671, que estabelece padrão para o tipo de cadeira mencionado para a estatura média dos alunos encontrada.

Quadro 2 - Comparação Das dimensões das carteiras com os dados da NBR16671.

	DIMENSÕES EM MILÍMETROS			
Faixa de estatura	1590 a 1880			
Tipo de superfície de trabalho	LATERAL		FRONTAL	
	Coleta	Norma	Coleta	Norma
Largura mínima do assento	390	380	400	380
Largura mínima do encosto	375	360	380	330
Largura mínima da área útil da superfície de trabalho	260	210	485	420
Altura do assento	440	460	470	460
Altura da superfície de trabalho	-	NA	730	650
Altura mínima do encosto	190	100	200	100
Profundidade útil do assento	375	420 (±20)	360	420 (±20)
Profundidade mínima da área útil da superfície de trabalho	350	297	330	297
Distância funcional da superfície de trabalho	-	NA	385	280 (±20)
Legenda				
NA – Não aplicável				

Fonte: Elabora pela autora (2024).

Observando a tabela anterior, os dados colhidos em verde são os que ficaram dentro do estabelecido da norma, ou seja, superior ao mínimo estabelecido, enquanto os dados em vermelho, que são altura do assento da cadeira do tipo lateral e as profundidades dos assentos dos dois tipos de cadeiras, estão fora do estabelecido na norma, o que pode ocasionar algum tipo de desconforto, já que os alunos passam cerca de 5 horas sentados, com apenas um pequeno intervalo. Essa alteração pode reduzir a capacidade de variação da postura, podendo ocasionar compressões pontuais através do contato da aresta lateral do assento contra a face posterior da coxa, podendo causar certo comprometimento ao aprendizado.

Além disso, foi possível notar durante a comparação com a Norma Brasileira que a profundidade dos assentos só está de acordo com a menor faixa de estatura definida na Norma,

que é a faixa vermelha que compreende a altura de 1330 mm e 1590 mm, na qual estabelece que a profundidade mínima seja de 340 mm.

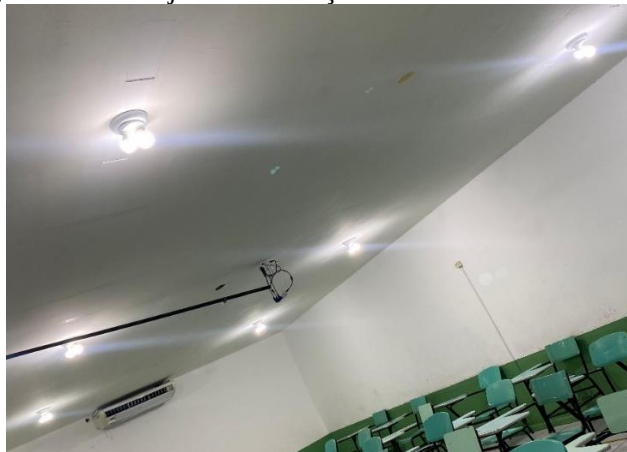
Quanto ao acabamento, as cadeiras estavam todas dentro do estabelecido na norma, a qual prevê que o mesmo seja uniforme e livre de defeitos. Todos os elementos que formam a cadeira só podem ser removidos com o uso de ferramentas, assim como estabelecido. E todas as bordas apresentaram formato arredondado, com curvatura suficiente para manter a segurança dos alunos, além de não possuir saliências e bordas perfurantes. Esses parâmetros visam estabelecer a segurança dos usuários.

5.1.3 Dados referentes a iluminação

De acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1 (2013), norma usada como referência neste trabalho para análise de iluminação, a iluminância mínima recomendada para uma área de trabalho contínuo não dever ser inferior a 200 lux, no caso específico da sala de aula, a norma estabelece que o fluxo luminoso apropriado para realização de tarefas habituais nesse ambiente seja de 300 lux.

A iluminação encontrada nas salas de aula é feita de forma quase que completamente artificial, apesar de existir uma janela de vidro, como já mencionado, as mesmas possuem películas do tipo opaca, onde a luz natural não atravessa de forma suficiente o vidro para compor a iluminação, evitando assim que a luz natural reflita no quadro e cause ofuscamento. Essa iluminação artificial é feita por meio de 6 focos de luz, espaçados igualmente, posicionados em duas fileiras horizontais com três pontos de luz cada. Foi observado e registrado que em cada ponto, existe a saída de dois bocais com lâmpadas de LED bulbo, totalizando 12 lâmpadas na composição total. Na Figura 20 é possível ver esse arranjo de iluminação que se repete em todas as quatro salas em análise.

Figura 20 - Arranjo de iluminação artificial das salas de aula.



Fonte: Registro da autora (2024).

O Quadro 3 a seguir mostra todos os valores encontrados em cada ponto de medição de iluminância já apresentado anteriormente, em cada sala, nos dois turnos, a iluminância média calculada por média aritmética para cada uma das salas e a uniformidade encontrada.

Quadro 3 - Dados coletados referente a iluminância.

	Iluminância medida em LUX							
Salas	SALA 1		SALA 2		SALA 3		SALA 4	
Turno	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
P1	157,8	151,3	141,7	131,8	175,8	169,7	237,9	202,6
P2	106,3	180,1	135,1	105,5	199,3	187,5	214,1	213,1
P3	202,1	208,9	146,7	154,1	117,9	128,1	191,3	203,8
P4	208,4	207,2	136,1	134,3	189,2	188,7	189,6	227,2
P5	169,5	172,2	159,4	166,4	110,4	119,1	225,3	231,2
P6	170,4	173,7	156,2	160,9	191,6	198,1	222,9	232,2
P7	155,3	149,2	135,5	147,4	119,5	126,9	180,7	163,1
P8	158,7	175,9	108,2	168,6	109,9	124,6	99,4	150,5
P9	111,9	106,5	112,2	102,6	114,7	102,3	142,7	168,1
P10	101,2	112,3	91,1	99,7	89,6	98,1	88,8	83,3
$\bar{E}_m$	154,16	163,73	132,22	137,13	141,79	144,31	179,27	187,51
U	0,65	0,65	0,68	0,72	0,63	0,67	0,49	0,44
Legenda $\bar{E}_m$ – Iluminância média U – Uniformidade ($\frac{E_{min}}{E_{med}}$)								

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Analisando os dados colhidos apresentados na tabela anterior, é possível ver que em todas quatro salas em ambos os turnos, matutino e vespertino, não foi possível encontrar o nível de iluminância desejado, estando todas as iluminâncias médias abaixo do nível inferior recomendado ao tipo de trabalho desenvolvido nesses postos que é de 300 lux para sala de aula, o maior nível médio encontrado foi de 187,51 lux, que foi na sala 4, referente ao turno da tarde, indicando que a iluminação das salas são é suficiente para realização das atividades de forma satisfatória, podendo comprometer o processo de ensino e aprendizagem, devido ao desconforto

por falta de iluminação adequada, influenciando de forma negativa na percepção do espaço, na capacidade de enxergar os livros, cadernos e lousa e diminuindo a sensação de conforto.

Além disso, de acordo com a norma, a uniformidade na sala de aula não pode ser menor que 0,7. Dessa forma, fazendo a razão entre os valores encontrados para iluminância mínima e média, foi possível encontrar, como mostrado na tabela acima por meio da letra U, em quase todas as salas, exceto na sala 2 que ficou próxima de 0,7, uma uniformidade inferior ao recomendada, principalmente no caso da sala 4 que ficou muito inferior, o que indica que a iluminância se altera de forma brusca de um ponto para outro, causando deficiência entre esses pontos, indicando que existem alguns pontos mais iluminados enquanto outros são escuros, o que pode ser ocasionado por distância grande entre as luminárias e a falta de difusores que ajudam a espalhar a luz, que foi outra questão observada, na qual todas as lâmpadas possuem os focos iluminando de forma direta, podendo causar desconforto visual e fadiga.

5.1.4 Dados referentes a ruído

A comparação dos níveis de ruído encontrados foi feita com o que recomenda a NBR 10152 (2017) que propõe que o nível de pressão sonora medido em decibéis para o ambiente uma sala de aula deve estar entre 35 dB e 40 dB. É importante frisar que de acordo com a NR 17 esses níveis recomendados pela norma não são os níveis máximos suportados pelo ouvido humano, mas sim níveis que irão proporcionar conforto acústico, evitando o desvio de atenção e concentração.

O Quadro 4 abaixo contém todas as medições nos cinco pontos já definidos, para cada uma das quatro salas, estando as mesmas vazias, visando encontrar valores para o ruído de fundo, que é o ruído que indica a contribuição sonora das fontes de ruído externa à sala de aula, também estão os níveis de pressão sonora equivalente, calculados com a Equação 1 para cada ponto.

Quadro 4 – Leituras de ruído provenientes de fonte externa em sala de aula vazia.

	LEITURAS DE PRESSÃO SONORA EM DECIBÉIS (dB)							
Sala	SALA 1		SALA 2		SALA 3		SALA 4	
Turnos	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Li 1	58,7	59,1	71	67,3	66,7	65,8	68,3	70,6
Li 2	64,3	65	69,2	65	65,8	65,3	65,8	69,4
Li 3	58,9	59,1	67,3	65,3	61,9	64,9	66,1	71,2
Li 4	57,4	58,6	68,9	65,9	64,1	63,9	66,5	68,9
Li 5	60,5	61,7	69,3	64,5	68,3	64,5	65,4	70,4
Leq	60,7	61,45	69,29	65,71	65,87	64,92	66,54	70,17

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Analizando os dados registrados na tabela anterior e comparando com o que diz a norma em questão, é possível concluir que os valores de interferência de ruído externo em todas as salas estão muito acima do recomendado para o ambiente de sala de aula, que é de 35 dB a 40 dB, já que o menor valor de pressão sonora equivalente encontrado foi de 60,7 dB e o maior foi de 70,17 dB, a maioria dos valores estão ainda acima do confortável recomendado pela NR 17, que é de no máximo 65 dB para trabalhos contínuos, isso não significa comprometimento de audição, no entanto, são valores que não proporcionam conforto acústico, podendo causar distrações, falta de concentração e consequentemente comprometimento do processo de ensino e aprendizagem, além disso pode exigir um esforço maior na altura da fala do professor, ocasionando em desgaste, rouquidão e estresse.

5.1.5 Dados referentes a conforto térmico

Durante o período de coleta de dados foi observado que todas as salas são climatizadas com uma única unidade de Split do tipo piso teto com potência de 36 mil BTUs.

O Quadro 5 a seguir contém as informações acerca das medições de temperatura, nos três pontos definidos, em cada uma das quatro salas. As medições realizadas pela manhã foram feitas com as salas ocupadas, no momento após o intervalo dos alunos, enquanto as da tarde, foram feitas com as salas vazias.

Quadro 5 - Registro das temperaturas medidas com termômetro de ambiente.

	MEDIÇÃO DE TEMPERATURA EM °C							
Sala	SALA 1		SALA 2		SALA 3		SALA 4	
Turno	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
M1	29,5	27,8	28,3	25,8	28	25,2	31,1	24,5
M2	30,4	26,2	28,7	25,6	27,9	25,3	30,8	24,7
M3	28,7	26,8	29,1	25,4	27,8	25,1	30,4	24,4

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Segundo a tabela anterior, quase todas as temperaturas encontradas nos dois turnos de medição, referente tanto as salas ocupadas pela manhã e desocupadas a tarde, estão em desacordo com o estabelecido para conforto térmico na NR 17, que estipula uma temperatura ideal entre 18°C e 25°C, estando apenas a sala 4 no período da tarde, quando desocupada, dentro do limite máximo. Estão a maioria das medições também em desacordo com o recomendado pela NBR 16401-2, que diz que a temperatura ideal no verão, quando se usa roupas leves, deve ser entre 22,5°C e 26°C, dependendo da umidade relativa do ar. Entre as medições é possível observar que foram encontradas temperaturas dentro do limite superior apenas em momentos em que a sala estava desocupada, no caso no turno da tarde, apenas na sala 2, sala 3 e sala 4, em todos os momentos de ocupação das salas, a temperatura estava acima do limite.

É importante frisar que essas condições não significam risco à saúde, pois não se tratam de valores limite para saúde humana, mas sim, situações de desconforto que influenciam negativamente o processo de ensino e aprendizagem, já que são momentos que exigem concentração e atenção.

De acordo com a NR 17 deve existir medidas que proporcione conforto térmico nos locais que são executadas atividades que exigem solicitação intelectual continua e atenção constante, como é o caso da sala de aula.

No Quadro 6 abaixo, estão as medições referentes a velocidade do ar encontrada nos dois turnos, nas quatro salas. As medições do turno da manhã foram feitas com as salas ocupadas, enquanto no turno da tarde, as salas estavam vazias.

Quadro 6 - Registro da velocidade do ar medida com anemômetro.

	MEDIÇÃO DE VELOCIDADE DO AR EM m/s							
Sala	SALA 1		SALA 2		SALA 3		SALA 4	
Turno	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
M1	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0
M2	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	0	0	0	0,3	0,4	0,6	0,6
Média	0,067	0,033	0	0	0,1	0,13	0,2	0,2

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Observando a tabela anterior, é possível ver que a maior parte da sala são possui movimentação significativa do ar, no entanto existem pontos específicos que o ar frio que sai do ar condicionado é direcionado, podendo causar algum desconforto a quem sentar nesses lugares, no entanto ao fazer a velocidade média do ar, em todas as salas nos dois turnos, os valores encontrados ficaram abaixo do limitado pela NBR 16401-2, que é uma média de 0,2 m/s, indicando que as salas proporcionam conforto nesse sentido.

Abaixo, no Quadro 7, estão os valores registrados de umidade relativa do ar, nos quatro pontos especificados pela norma, para os dois turnos, nas quatro salas.

Quadro 7 - Registro da umidade relativa do ar medida com higrômetro.

	MEDIÇÃO DE UMIDADE RELATIVA EM %							
Sala	SALA 1		SALA 2		SALA 3		SALA 4	
Turno	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
M1	42,7	37,1	44,8	37,1	38,4	33,6	38,8	33,5
M2	41,8	38,6	43,7	33,7	39,1	34	37,7	33,6
M3	43,1	37,9	44,2	34	38,3	34,2	30,4	34
M4	43,8	39	43,4	33,4	38,2	35,2	30,9	34,5

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De acordo com a NBR 17037 é recomendado que a umidade relativa do ar esteja dentro de limites de 35% a 60%, ao observar os dados encontrados, é possível perceber que quase todos os pontos medidos, a umidade se encontra dentro dos limites estabelecidos.

5.1.6 Dados referente a arranjo físico

As salas de aula da escola estudada possuem formato retangular, com arranjo de cadeiras mostrados na Figura 16, apresentada anteriormente no ponto 5.1 de análise do ambiente. No que diz respeito a tamanho dos corredores entre as cadeiras foi notado que o espaço é suficiente para circulação dos alunos e professor, já que o mesmo possui 1 metro de largura e durante a observação dos alunos em sala foi visto que eles conseguiram circular de forma fácil e natural. Além disso foi possível notar que a sala possui espaços sobrando nas laterais direita e esquerda dos arranjos, em cada lateral a última cadeira se distancia da parede em 1 metro e 30 centímetros, isso facilita na formação de novo arranjo caso seja necessário a adaptação para alunos que necessitem da locomoção por meio de cadeira de rodas.

Foi possível notar que a profundidade da sala é significativamente menor que o comprimento, seguindo o modelo exposto por Arends (1997), permitindo assim que os alunos da última cadeira ainda estejam suficientemente próximos ao quadro para melhor visualização e para escutar a voz do professor, além de melhorar a interação entre eles. No entanto esse modelo restringe as opções de arranjos alternativos que busquem melhor interação entre os alunos.

Outro ponto observado quanto o arranjo da sala, foi que a única porta de acesso, ser na parte frontal da sala, ao lado do quadro de ensino, causando uma distração e movimentação involuntária quando qualquer aluno necessite entrar ou sair da sala. Isso fica em desacordo com o sugerido por Carvalho (2005), que disse que a melhor posição para evitar distrações, é a que os alunos ficam de costas para porta, o mesmo é defendido por Alves (2011), que defende que a melhor posição para evitar essas distrações durante a aula é a que a porta fica na parede oposta ao quadro.

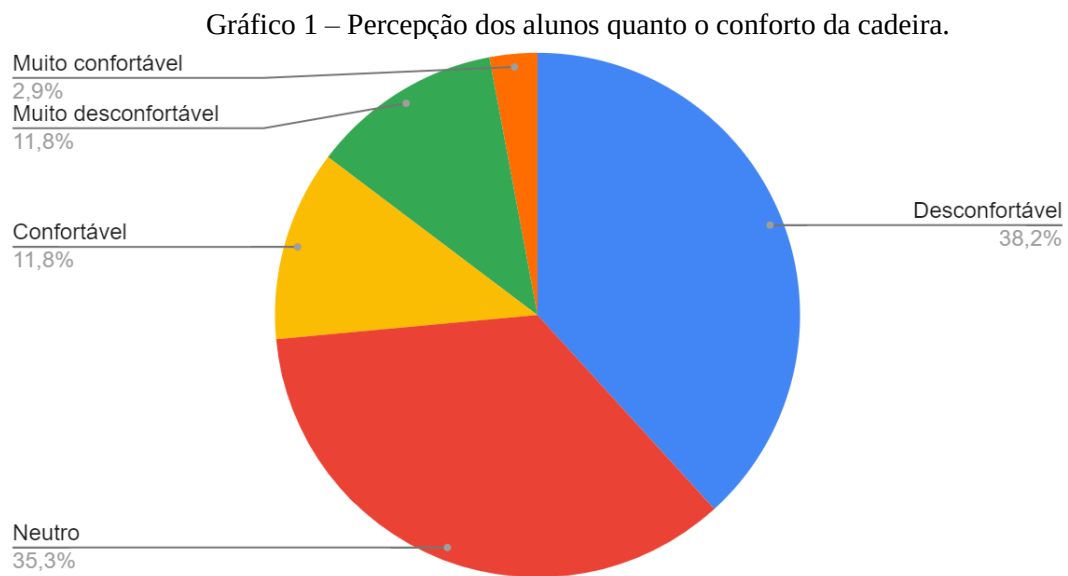
Em relação ao projetor, foi possível observar que nas salas não existem a tela de projeção, sendo a mesma feita diretamente no quadro, o que não é adequado, já que o uso da tela visa evitar a reverberação entre a projeção e o quadro. Assim a falta da tela pode comprometer a visualização do conteúdo, forçar a visão e causar cansaço visual após longos período de exposição.

No que se refere ao quadro da sala, o mesmo está de acordo com o recomendado por Alves (2011), que diz que o ideal é que o quadro esteja a uma distância de 1 metro do chão e possua altura de 1 metro e 20 centímetros, ambas as medidas estão condizentes com a literatura.

5.2 DADOS DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

O questionário foi realizado com alunos do ensino fundamental II, da escola em estudo, através da plataforma Google Forms. Responderam ao questionário 34 alunos, do 6º ao 9º ano da escola. As questões respondidas pelos alunos no questionário estão no Apêndice A.

Ao serem questionados quanto a sensação de conforto da cadeira da sala de aulas, as respostas estão apresentadas no Gráfico 1 abaixo.

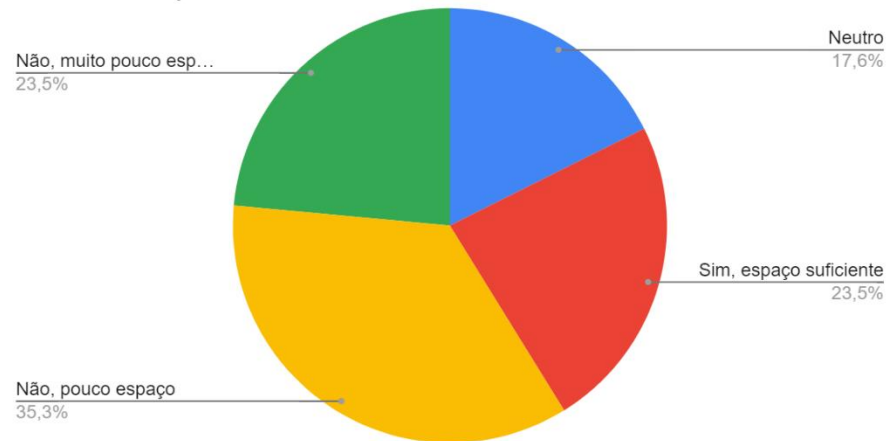


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Conforme o Gráfico 1 apresentado, é possível ver que 38,2% dos alunos consideram a cadeira desconfortável e 35,3% não possuem percepção relevante quanto ao conforto, outra pequena parcela de 11,8% consideram confortável, e na mesma porcentagem consideram muito desconfortável, podendo concluir que a maioria dos alunos tem percepção negativa quanto o conforto proporcionado pelas cadeiras da sala de aula.

No Gráfico 2 abaixo, apresenta-se a percepção dos alunos em relação ao tamanho da cadeira, se existe ou não espaço suficiente para utilização do espaço e movimentação.

Gráfico 2 – Percepção dos alunos quanto o espaço disponível na mesa da sala de aula.

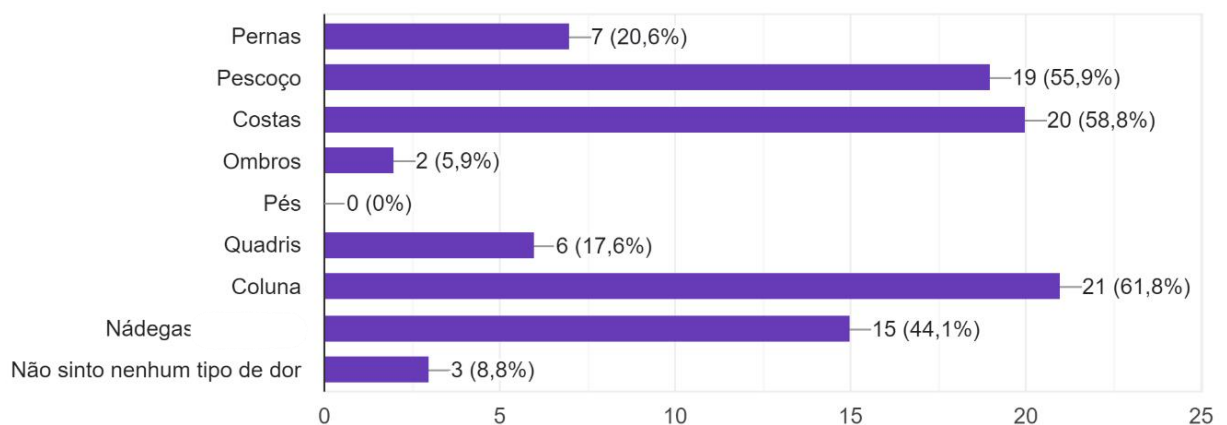


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No Gráfico 2 anterior, é possível perceber que 35,3% dos alunos consideram que a mesa disponibilizada possui pouco espaço, 23,5% considera que muito pouco espaço, e a mesma porcentagem de 23,5% considera espaço suficiente, já 17,6% não tem percepção pertinente quanto o espaço da mesa. É possível notar que nenhum aluno considera que possui muito espaço, além disso, a maioria dos alunos considera o espaço pequeno ou muito pequeno.

Ainda em relação ao conforto das cadeiras, os alunos responderam se sentem dores musculares em alguma parte do corpo, podendo responder mais de uma parte, ou nenhuma. No Gráfico 3 abaixo, estão as respostas em relação à essas dores.

Gráfico 3 – Respostas quanto a dores no corpo após muito tempo sentados.

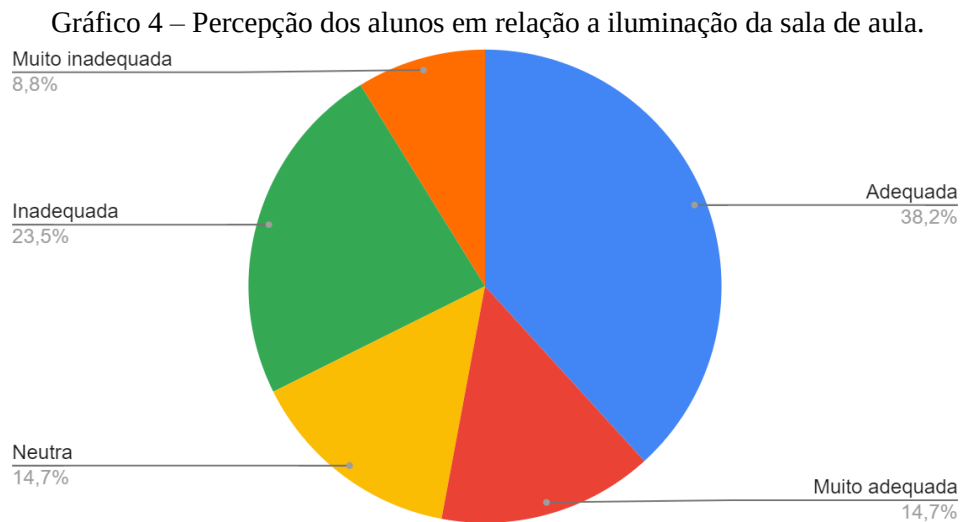


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Conforme apresentado no gráfico anterior, 61,8% dos alunos responderam que sentem dores na coluna, 58,8% sentem dores nas costas, 55,9% sentem dores no pescoço, 44,1% sentem dores nas nádegas, 20,6% sentem dores nas pernas, 17,6% sentem dores nos quadris, 5,9% relataram dores nos ombros e apenas 8,8% relataram que não sentem dores. Concluindo assim

que a maior parte dos alunos que utilizam as cadeiras durante longos períodos sentados, sentem dor em alguma parte do corpo em algum momento.

O Gráfico 4 apresentado em seguida, contém a percepção dos alunos em relação a iluminação da sala de aula.

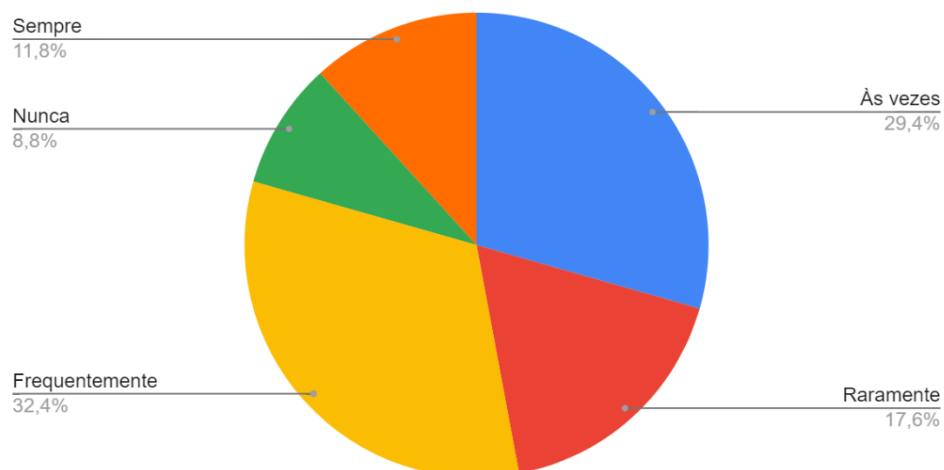


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O gráfico anterior mostra que 38,2% consideram a iluminação adequada, 23,5% consideram inadequada, 14,7% consideram muito adequada, 14,7% não possuem percepção relevante em relação a iluminação, enquanto 8,8% consideram muito inadequada. A maior parte dos alunos acham a iluminação suficientemente boa, apesar de parte significativa considerá-la inadequada.

O Gráfico 5 apresenta dados referentes a dificuldade dos alunos em enxergarem as informações escritas no quadro ou apresentadas no projetor.

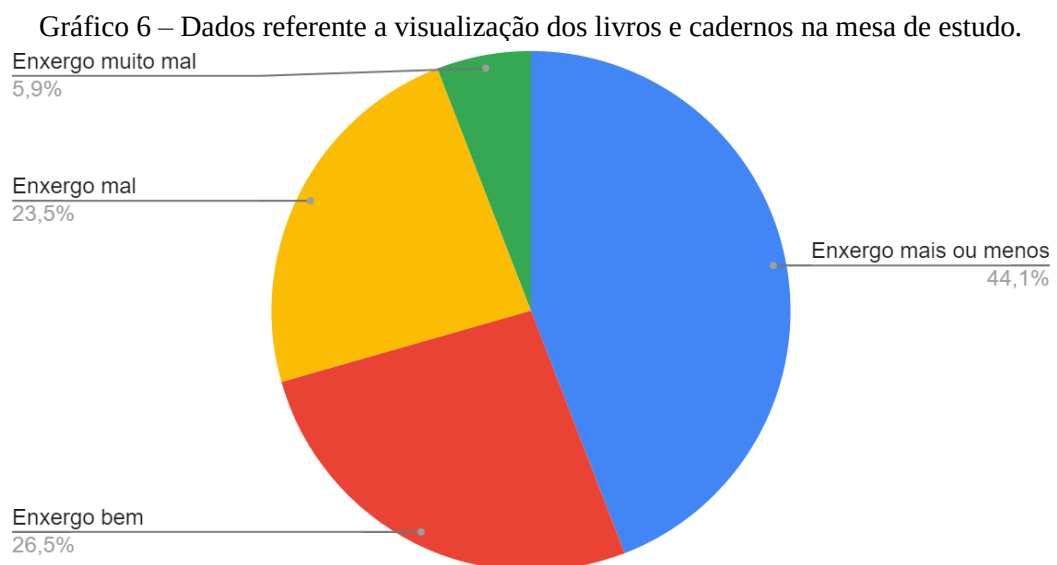
Gráfico 5 – Dados referente a dificuldade de visualização das informações do quadro ou projetor.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O gráfico anterior apresenta que 32,4% frequentemente tem dificuldade de ver o quadro ou projetor, 29,4% tem dificuldade as vezes, 17,6% raramente sentem dificuldade, 11,8% sempre sentem dificuldade e 8,8% nunca sentem dificuldade. Sendo possível concluir que a maior parte dos alunos sentem algum tipo de dificuldade na visualização do conteúdo exposto no quadro ou projetor, o que contrapõem os dados do Gráfico 4 em que a maioria considera a iluminação adequada, no entanto, em algum momento sentem dificuldade para enxergar as informações.

O Gráfico 6, ainda referente a iluminação da sala de aula, contém informações quanto a percepção dos alunos sobre a visualização da escrita dos livros e cadernos, ou seja, da utilização da mesa de estudo.

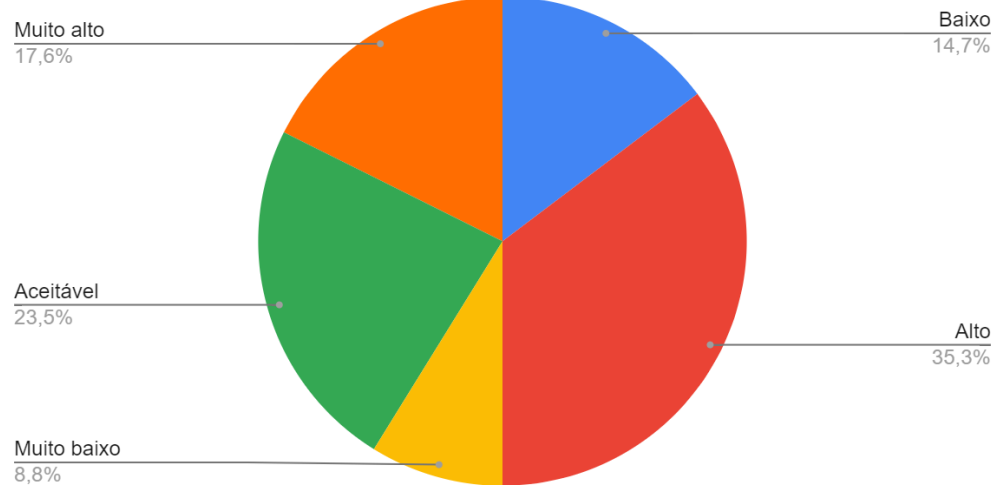


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No gráfico anterior é possível ver que 44,1% dos alunos enxergam mais ou menos o livro e caderno, 26,5% enxergam bem e 23,5% enxergam mal. Concluindo que a maioria sente algum tipo de dificuldade para ver o conteúdo dos livros em algum momento.

No Gráfico 7 apresentado abaixo, contém informações em relação ao ruído de fundo produzido por fontes externas a sala de aula.

Gráfico 7 - Dados referente a percepção do ruído da sala de aula.

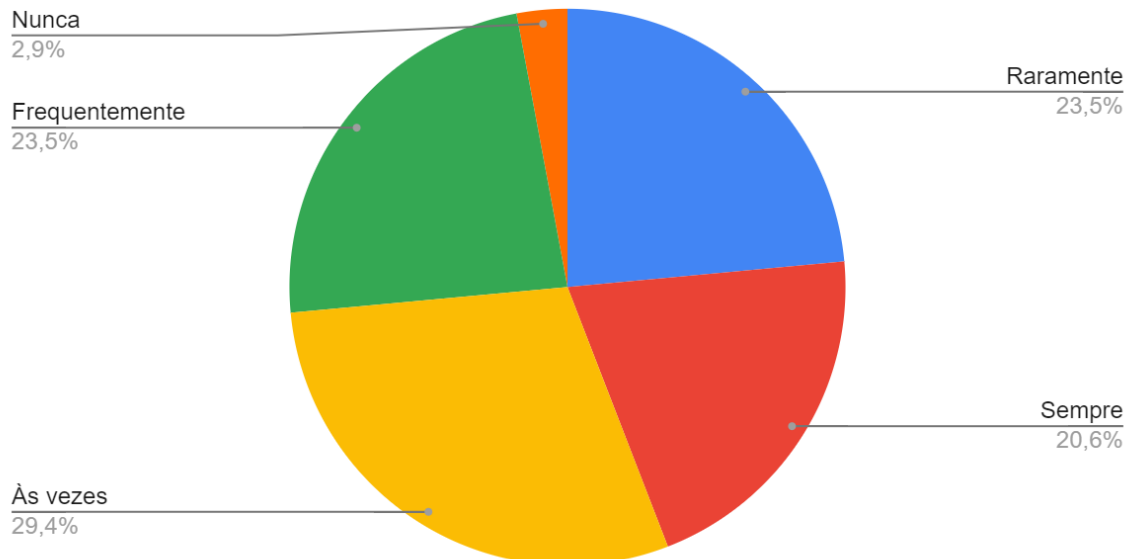


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No gráfico anterior, é possível perceber que 35,3% dos alunos consideram o nível de ruído alto, 23,5% consideram aceitável, 17,6% consideram muito alto, 14,7% consideram baixo e 8,8% consideram o ruído muito baixo. Sendo permitido visualizar que a maior parte dos alunos se incomodam com fontes de ruído durante as aulas.

No Gráfico 8 abaixo, é apresentada informações em relação a distração ocasionada devido aos ruídos escutados durante a aula.

Gráfico 8 - Dados referente a distração dos alunos durante a aula devido à ruído.



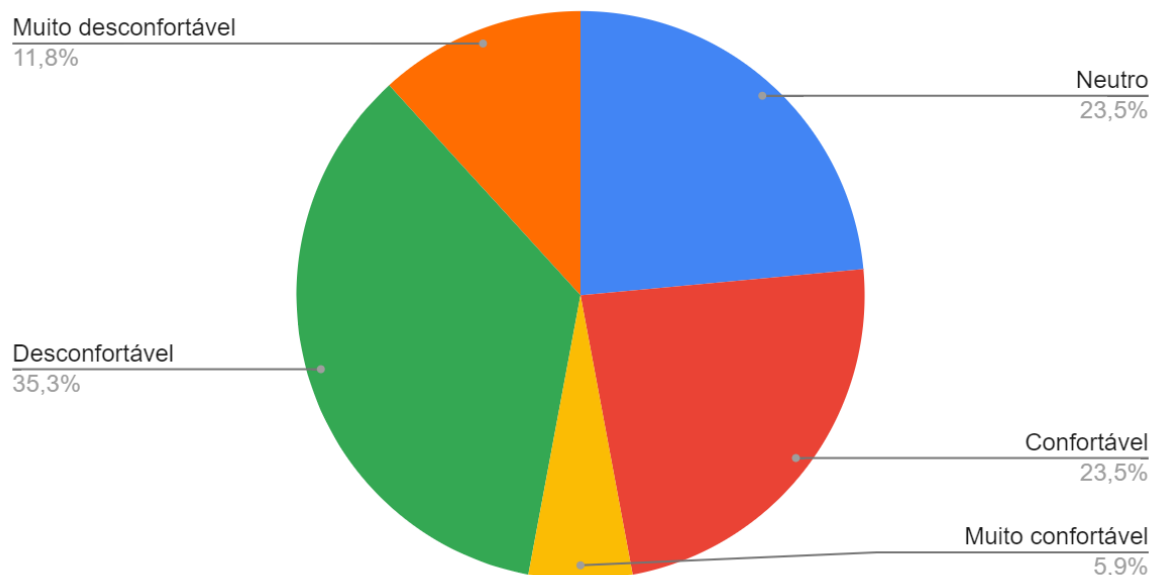
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O gráfico apresentado anteriormente mostra que 29,4% os alunos se distraem com os ruídos às vezes, 23,5% se distraem frequentemente, 23,5% raramente e 20,6% consideram que

se distraem sempre. Assim, maior parte dos alunos que responderam ao questionário em algum momento durante a aula, são distraídos através de ruídos que atravessam a sala de aula.

O Gráfico 9 representado abaixo mostra a percepção dos alunos em relação a temperatura da sala de aula.

Gráfico 9 – Percepção dos alunos em relação a temperatura.

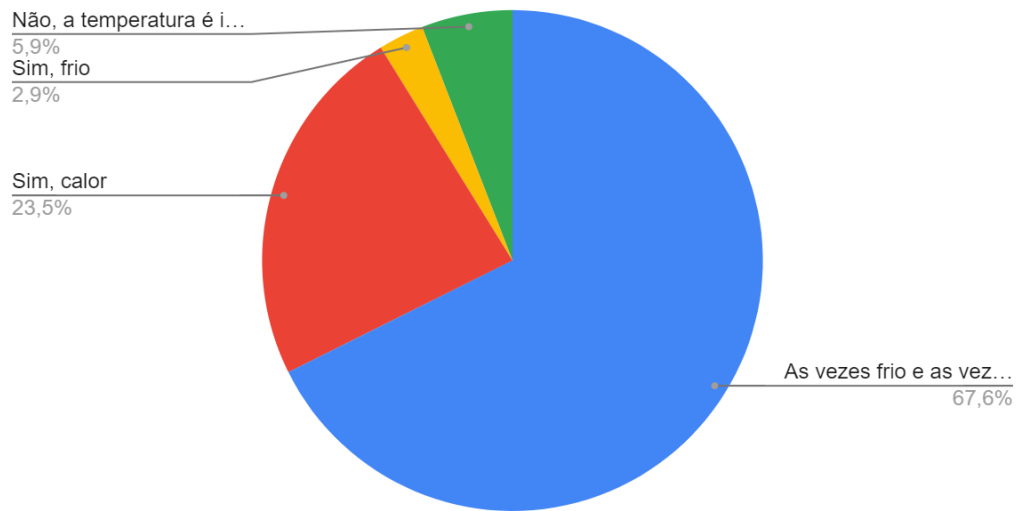


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No gráfico anterior é possível perceber que 35,3% dos alunos consideram a temperatura da sala de aula desconfortável, 23,5% consideram confortável, 23,5% não possuem percepção em relação a temperatura, e 11,8% consideram a temperatura muito desconfortável. Assim, a maioria dos alunos possuem uma percepção negativa da temperatura, já quem em algum momento sentiram desconforto.

O Gráfico 10, mostra qual tipo de desconforto os alunos sentem sem relação a temperatura da sala de aula, durante a aulas.

Gráfico 10 – Tipos de desconforto sentindo pelos alunos em relação a temperatura.

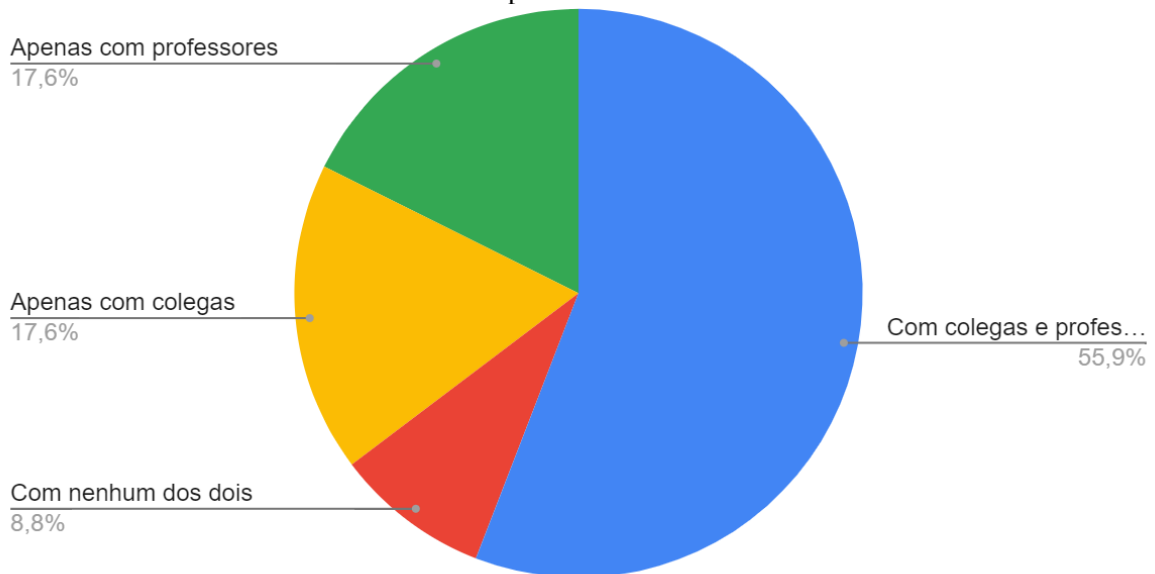


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O gráfico exposto anteriormente, mostra o tipo de desconforto que os alunos sentem durante as aulas, ou se acham a temperatura ideal. Uma parte significativa, 67,6%, relataram que sentem algum tipo de desconforto, as vezes frio e as vezes calor, já 23,5% relataram que sentem calor durante as aulas. Ou seja, todos os alunos relataram algum desconforto em relação a temperatura.

O Gráfico 11 apresentado abaixo, mostra a percepção dos alunos em relação ao layout da sala de aula, quanto a interação no momento da aula com os colegas e professores, o que ajudam na discussão do conteúdo, tornando a aula interativa.

Gráfico 11 – Percepção dos alunos em relação ao layout da sala na interação com colegas e professores.

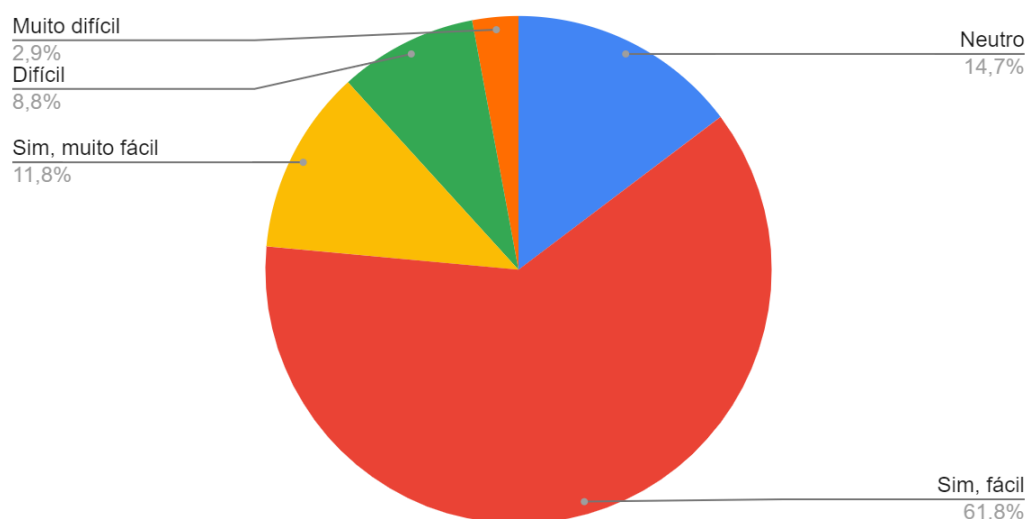


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Este último gráfico apresentado mostra que a maior parte dos alunos, 55,9%, consideram que a disposição das mesas e cadeiras favorecem durante a interação tanto com os colegas, quanto com os professores, já 17,6% consideram que facilita apenas com os professores, em contrapartida 17,6% consideram a facilitação apenas com os colegas, já 8,8% consideram que não facilita nem com colegas, nem com professores. Sendo assim, possível concluir que a maioria deles não sente dificuldade de interação durante as aulas.

O Gráfico 12, continuando a interpretação do arranjo físico da sala de aula, avalia a percepção dos alunos em relação ao tamanho dos corredores entre as cadeiras, se a movimentação facilitada é possível ou não.

Gráfico 12 – Percepção dos alunos em relação ao deslocamento nos corredores das mesas.

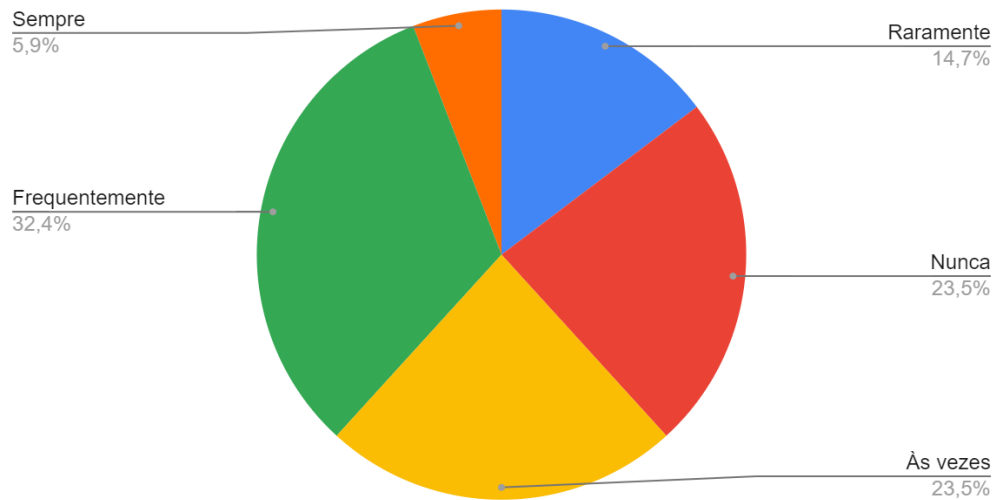


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os dados mostrados no gráfico anterior, expõe que uma parte significativa dos alunos, 61,8%, consideram que o tamanho dos corredores facilita o deslocamento na sala de aula, já 14,7% não possuem percepção em relação a isso, 11,8% consideram muito fácil. Sendo possível concluir que a maior parte deles acham o tamanho dos corredores suficientes para movimentação.

O Gráfico 13, ainda sobre o layout da sala de aula, apresenta dados em relação a posição da porta na sala de aula, se na percepção dos alunos causa algum tipo de distração durante a movimentação dos alunos na aula.

Gráfico 13 - Dados referente a distração devido a posição da porta da sala de aula.

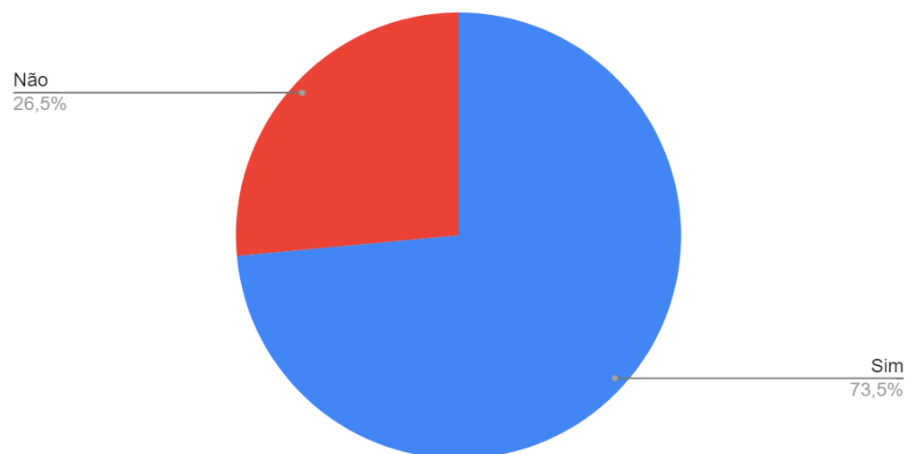


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De acordo com o gráfico anteriormente apresentado, 32,4% dos alunos consideram que são distraídos frequentemente devido a movimentação na porta da sala de aula, 23,4% são distraídos as vezes, 23,5% consideram que nunca são distraídos e 14,7% consideram que raramente são distraídos. Ou seja, a maior parte dos alunos, em algum momento, sentem que a localização da porta causa algum tipo de distração durante a aula.

Por fim, o Gráfico 14 mostrado abaixo, apresenta dados em relação a desconforto devido reflexão no quadro, durante apresentação com projetor, devido a falta de tela de projeção.

Gráfico 14 – Percepção de desconforto causado por reflexão do projetor no quadro.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O gráfico anterior, apresenta de forma clara que a maior parte dos alunos entrevistados, 73,5%, consideram que o fato da projeção de apresentação ser no próprio quadro, causa algum tipo de desconforto visual como reflexão de luz durante a aula.

5.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O primeiro ponto a ser discutido é em relação ao parâmetro mobiliário, conjunto composto por cadeira e mesa usado pelos alunos, na questão referente as medições quantitativas realizadas nos dois tipos de cadeiras encontradas e comparando com a norma brasileira, a maioria das dimensões encontrados ficaram dentro do padrão estabelecido pela norma pertinente, apenas duas variáveis ficaram em desacordo com esse padrão, profundidade do assento em ambas as cadeiras, que possui dimensão menor que o recomendado e altura do assento da cadeira do tipo lateral. No entanto, de acordo com a NR 17, a cadeira usada em trabalhos realizados na posição sentada deveria ser do tipo ajustável e regulável, no entanto as cadeiras encontradas não permitem esse ajuste, o que seria ideal, já que as medidas antropométricas dos alunos são diversas quando considerado todo o ambiente escolar. Quando comparado esses resultados com a percepção dos alunos, é justificável que a maioria deles considere os conjuntos desconfortáveis, causando dores em diversos lugares do corpo. Esse desconforto causa comprometimento no processo de ensino e aprendizagem, e ainda pode levar a problemas posturais permanentes.

É importante considerar que o mobiliário escolar utilizado nesta escola não é determinado apenas pelas especificações das normas, mas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), sendo assim modelos padronizados e autorizados a utilização nas escolas. No entanto, isso não significa que não venha a causar prejuízos ao processo de aprendizagem dos alunos, já que podem ser melhorados pensando também no conforto. Assim, o recomendado é que a escola faça a substituição das cadeiras por modelos ajustáveis ao tamanho dos alunos, e se possível, encontrar modelos de mesa e cadeira separados, onde a mesa possua dimensões maiores, já que a maioria dos alunos consideraram o tamanho das mesas insatisfatório, além de revestimentos acolchoados nos encostos e assentos.

O segundo ponto a ser discutido é em relação a iluminação da sala de aula, de acordo com as medições realizadas com o instrumento adequado, luxímetro, todas as medições encontradas não atingiram o limite especificado na norma de referência, ficando em alguns pontos consideravelmente abaixo do valor ideal, além disso a iluminação não é feita de forma uniforme, essas medições condizem com o resultado da percepção dos alunos, já que a maioria deles consideraram a iluminação insatisfatória e possuem algum tipo de dificuldade de enxergar o quadro e livros durante as aulas. Esse tipo de desconforto pode causar cansaço visual, fadiga e diminuir a produtividade, o que compromete de forma significativa o processo educativo. Assim, é sugerido que a escola busque melhorar esse sistema de iluminação, aumentando o

número de pontos de iluminação, utilizando difusores de lâmpada com proteção, que ajudarão a iluminar o ambiente de forma mais uniforme, além de evitar o contato direto do foco de luz com o olho humano, o que causa desconforto. Outra sugestão é o aproveitamento da luz natural, sempre que possível, fazendo a substituição das películas que impedem a entrada de luz, por persianas que só impedem quando for pertinente, dessa forma refletirá em uma melhor iluminação e economia de energia.

O terceiro ponto a ser discutido é a questão do ruído de fundo produzido na sala de aula através de fontes externas a sala, de acordo com a NR 17, o ruído de fundo deve ser controlado em atividades que exijam atenção e solicitação intelectual, visando evitar a desconcentração e distração, que é o caso da sala de aula. Os resultados mostraram que o ruído em todas as salas avaliadas, mesmo quando desocupadas, ficaram bem acima do valor recomendado pela norma usada para referência e pela NR17, esses ruídos são advindos de sons de alunos que estão em momentos intervalos de outras turmas, movimentação de pessoa nos corredores, movimentação em salas vizinhas, no entanto não foram observados ruídos advindos de movimentos nas ruas, foi possível observar que as salas ficam distantes das ruas movimentadas próximas a escola, apesar da mesma se encontrar em um lugar de intenso fluxo de trânsito. Esse resultado é reforçado na percepção dos alunos, onde a maioria considera que existe um ruído alto que em algum momento atrapalha a concentração. Esse resultado não significa que os alunos estão expostos a algum risco, já que os valores de referência usados no trabalho não são valores limites suportado pelo ser humano, são apenas valores que buscam proporcionar um conforto acústico, evitando distrações durante a aula. O recomendado à escola, é que seja feito um trabalho que vise melhoras a acústica da sala de aula, usando revestimentos nas paredes, pisos, portas e janelas, que tenham como propriedade serem isolante acústico.

Outro ponto a ser discutido é a questão do conforto térmico, em grande parte das salas, principalmente nas salas que foram medidas durante a ocupação dos alunos, foram encontrado valores fora dos limites estabelecidos tanto pela norma de referência, como pela NR17, os valores em desacordo ficaram acima do limite superior, o que justifica a sensação de desconforto e insatisfação, relatado pela maioria do alunos através das respostas nos questionários, onde os mesmos relataram que em algum momento sentem frio ou calor, principalmente calor. Esse desconforto pode ocasionar cansaço e sonolência, comprometendo o desempenho acadêmico. O recomendado pra resolução dessa problemática, seria melhorar o sistema de refrigeração, que pode não está sendo suficiente para ocupação da sala, ou realizar manutenções nos equipamentos, além disso, possibilitar um melhor ajuste na sala de aula,

pensando na adequação da variação do perfil dos alunos ocupantes, já que em alguns casos, existem alunos que sentem frio.

Ainda na questão do conforto térmico e qualidade do ar, apesar da temperatura não condizer com os valores estabelecidos, foi possível medir e observar que parâmetros como velocidade do ar e umidade relativa do ar, estão dentro do estabelecido em norma usada para comparação.

Por fim, o último parâmetro analisado foi o referente ao arranjo da sala de aula, de acordo com a observação do modelo usado para distribuição das cadeiras, foi possível concluir que a sala é distribuída de forma mais horizontal, aproximando os alunos a figura do professor e melhorando a interação entre eles, o que foi confirmado quando os alunos responderam à questão referente a isso, onde a maioria percebeu uma facilidade nessa interação. Na questão da facilidade de movimentação, durante as observações e medições, foi visto que os alunos não possuíam dificuldade de movimentação na sala, assim como foi relatado por eles na resposta referente a isso, no questionário. Já em relação ao posicionamento da porta da sala de aula, foi possível observar que como a mesma fica na frente da sala, ao lado do quadro, a saída e entrada de aluno, ou a movimentação no corredor, tira a atenção dos alunos durante a aula, o que foi confirmado quando eles responderam a essa questão, onde a maioria relatou quem em algum momento, seja as vezes ou frequentemente, esse movimento redireciona a atenção deles para a porta. Então é recomendado que a escola faça a mudança do local da porta, pois de acordo com Alves (2011) seria ideal que a porta ficasse na parede oposta as cadeiras, visando evitar distrações durante a aula que interfira na atividade educacional;

Em relação ao projetor, os alunos relataram que a projeção direta no quadro causa desconforto devido a reflexo e ofuscamento, assim o recomendado é que a escola adote o uso de tela de projeção para as apresentações, evitando que seja feito diretamente no quadro, o que causa reflexo da luz de projeção devido o quadro ser de material reflexivo.

6 CONCLUSÃO

Esta pesquisa realizou uma análise ergonômica em uma sala de aula de uma escola privada, com o objetivo de identificar fatores de risco que possam comprometer o processo de ensino e aprendizagem. Avaliaram-se parâmetros como mobiliário, iluminação, ruído, conforto térmico e arranjo físico, buscando apontar não conformidades com as normas brasileiras e sugerir melhorias para garantir o bem-estar e o desempenho dos alunos.

- Foram identificadas várias inconformidades nos parâmetros avaliados. No caso do mobiliário, a falta de ajuste das cadeiras para diferentes tamanhos de alunos resultou em desconforto, impactando a concentração e a saúde postural. A iluminação apresentou níveis abaixo dos recomendados, o que causou esforço visual e dificuldades de aprendizado. Em relação ao ruído, os níveis estavam acima do aceitável, prejudicando a concentração. O conforto térmico também se mostrou inadequado, devido à insuficiência do sistema de refrigeração.
- Ao comparar os dados coletados com as normas NBRs e NR 17, verificou-se que, embora algumas dimensões do mobiliário estejam em conformidade, a ausência de ajustes ergonômicos adequados torna o mobiliário inadequado para o ambiente escolar. A iluminação, ruído e conforto térmico também não atendem plenamente os padrões exigidos nas normas, evidenciando a necessidade de melhorias.
- Os questionários aplicados confirmaram que os alunos percebem o ambiente como desconfortável em diversos aspectos, como cadeiras, iluminação e ruído, o que compromete a motivação e a concentração. Os relatos reforçam a necessidade de aprimoramento das condições ergonômicas.
- Recomenda-se a substituição do mobiliário por modelos ajustáveis e mais confortáveis, a implementação de um sistema de iluminação adequado com mais pontos de luz e aproveitamento da luz natural, e medidas de isolamento acústico nas salas. Para o conforto térmico, sugere-se a adaptação e manutenção do sistema de refrigeração, especialmente devido o clima quente. Em relação ao arranjo físico, a reorientação da porta e a utilização de tela de projeção são ações que reduziriam distrações e promoveriam um ambiente mais focado.

Esta pesquisa evidencia a importância de um ambiente escolar ergonomicamente adequado, não apenas como uma questão de conformidade com normas técnicas, mas como um fator essencial para proporcionar conforto e motivação aos alunos. As recomendações propostas têm o potencial de tornar as salas de aula mais adaptadas às necessidades dos estudantes, promovendo um ambiente de ensino mais saudável e eficaz. Mesmo em escolas particulares, onde há maior busca por conforto, é essencial que se dê mais atenção aos fatores ergonômicos, pois pequenos ajustes podem ter impactos significativos na qualidade do processo educativo.

7 REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. **Introdução à Ergonomia: da prática à teoria**. 1. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009

ALMEIDA, Filho. **Transdisciplinaridade e saúde coletiva**. Rio de Janeiro. Ciência & Saúde Coletiva 2 (1/2), 1997.

ALVES, M. R. **Manual de ambientes didáticos para graduação**: Diretrizes para layout, equipamentos, conforto térmico e acústico. São Paulo: Suprema, 2011.

ANATIONAL Standard Institute; American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **ANSI/ASHRAE 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2017.

ARENDS, R. I. **Aprender a ensinar**. Lisboa: McGraw-Hill, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10152: Acústica: Níveis de pressão sonora em ambientes internos e edificações**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16401-2: Instalações de ar-condicionado: Sistemas centrais e unitários. Parte 2: Parâmetros de conforto térmico**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16671: Móveis escolares: Cadeiras escolares com superfície de trabalho acoplada: Dimensões, requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 17037: Qualidade do ar em ambientes não residenciais climatizados artificialmente: Padrões referenciais**. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho**. Rio de Janeiro, 2013.

BASTOS, Rosária Cal; BIFANO, Amélia Carla Sobrinho. “Estado da arte” sobre as publicações científicas envolvendo o trabalho agrícola familiar no Brasil sob o ponto de vista ergonômico. **Revista Engenharia na Agricultura-Reveng**, v. 25, n. 1, p. 27-37, 2017.

BENTLER, R. A. **List equivalency and test-retest reliability of the speech in noise test**. Am. J. Audiol., v. 9, n. 2, p. 84-100, 2000.

BÓRMIO, M. F. **Avaliação ergonômica das condições lumínicas de escolas estaduais e particulares das cidades de Bauru-SP e Lençóis Paulista-SP**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia da Produção. Rio de Janeiro, Brasil. Outubro, 2008.

CARVALHO, V. G. de. **Estudo ergonômico de posto de atividade discente em instituição de ensino superior**. 2005. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

CASTAGNA, Ana Cristina. **Luminotécnica**. Porto Alegre: SAGAH, 2020. Livro digital. (1 recurso online). ISBN 9786581492403. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9786581492403>. Acesso em: 5 set. 2024.

CASTRO, D. M. Avaliação ergonômica e psicossocial da atividade de ensinoaprendizagem: um estudo em escolas públicas estaduais de Ensino Médio no município de Juazeiro-BA. In: IV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVASF, **Anais[...]** Juazeiro/BA, 2009.

CHAFFIN, D.B., & ANDERSSON, G.B. **Occupational Biomechanics**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1991.

CHIAVENATO, I. **Administração de materiais**: uma abordagem introdutória. São Paulo: Campus, 2005.

CORRÊA, V. M.; BOLETTI, R. R. **Ergonomia**: fundamentos e aplicações. Porto Alegre: Bookman, 2015.

CORREIA, A. M. M. Avaliação quali-quantitativa do desempenho vocal segundo a percepção de professores. In: III SEPRONE, **Anais...** Juazeiro, BA, 2008.

COUTINHO, A. S. **Conforto térmico no ambiente de ensino**: implicações no desempenho e na aprendizagem. Disponível em: <http://www.higieneocupacional.com.br/download/conforto-ensino.pdf> Acesso em: 1 set. 2024

DA SILVA, Carlos Rodrigues. Ergonomia: um estudo sobre sua influência na produtividade. **REGE Revista de Gestão**, v. 16, n. 4, p. 61-75, 2009.

DA SILVA, Vanessa Bolico. Análise e identificação dos riscos ergonômicos em atividades de modelagem do vestuário em estudantes. **Revista Ação Ergonômica**, v. 13, n. 1, p. 71-94, 2021.

DE CARVALHO, Valdemir Galvão; DOS SANTOS, Varélio Gomes; DE CARVALHO, Verônica Galvão. Associação entre sensação de dor e desconforto pelos segmentos corporais, postura sentada do aluno em sala de aula e o mobiliário escolar (cadeira/mesa). **Revista Educação em Questão**, v. 33, n. 19, p. 35-62, 2008.

DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. O Ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula: revisão de literatura. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, Barueri (SP), v. 17, n. 2, p. 251-258, maio-ago. 2005.

FANGER, P.O. **Thermal confort**. New York: McGraw-Hill Books Company, 1970.

FERNANDES, H. C. - **Avaliação de fatores ergonômicos em postos de trabalho de motoristas de caminhões utilizados no meio agrícola**. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos901/fatores-ergonomicos-trabalho-motoristas/fatores-ergonomicos-trabalho-motoristas.shtml>.> Acesso em: 2 set. 2024

FERREIRA, C. C. **Análise de sensibilidade por meio de experimento fatorial de parâmetros de desempenho térmico de envoltórias de edificações residenciais**:

contribuição à revisão das normas brasileiras. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

FERREIRA, Leda Leal. Sobre a análise ergonômica do trabalho ou AET. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 40, p. 8-11, 2015.

FILHO, E. F. C. Avaliação do conforto ambiental em uma escola municipal de João Pessoa. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE EXTENSÃO. **Anais[...]** João Pessoa, Disponível em: <<http://www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/extensao/documentos/anais/5.MEIOAMBIENTE/5C>> Acesso em: 27 ago. 2024.

GIL, A.C. **Metodologia do ensino superior**. São Paulo: Atlas, 1997.

GONÇALVES, Bruna Antico Feriotto; JUNIOR, Gilberto Abud; GONÇALVES, Reginaldo Luiz. ERGONOMIA: APLICAÇÃO NO AMBIENTE ESCOLAR E NOS ESTUDOS. **REVISTA FOCO**, v. 16, n. 7, p. e2724-e2724, 2023.

GUÉRIN, François. **Compreender o trabalho para transformá-lo**: a prática da ergonomia. São Paulo: Blücher, 2001.

IIDA, Itiro. **Ergonomia**: projeto e produção. 2.ed. São Paulo: E. Blücher, 2005

IIDA, Itiro; BUARQUE, L. Ergonomia Projeto e Produção [Internet]. **São Paulo: Edgard Bluncher**, 2016.

KAO, Henry SR. Sobre ergonomia educacional. **Ergonomics**, v. 19, n. 6, p. 667-681, 1976.

KINGMA, Boris; FRIJNS, Arjan; VAN MARKEN LICHTENBELT, Wouter. The thermoneutral zone: implications for metabolic studies. **Frontiers in Bioscience-Elite**, v. 4, n. 5, p. 1975-1985, 2012.

KROEMER, E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LACAZ, Francisco Antonio de Castro. Saúde dos trabalhadores: cenário e desafios. **Cadernos de saúde Pública**, v. 13, p. S07-S19, 1997.

LEMO, L.; BITENCOURT, N. S. F. **Estudo Ergonômico do Índice de Iluminação no Setor de Almoxarifado de uma Construtora Civil**. Rio Grande do Sul. Simpósio Gaúcho de Engenharia de Produção. 2016.

LIBARDI, Ester Bisolli. **Iluminação no ambiente escolar: A influência da iluminação em escolas de ensino fundamental da rede pública municipal na cidade de Linhares -ES**. Aracruz, 2017. Disponível em: <http://www.faacz.com.br/repositorio_de_tccs/2017/2017-CAU-Ester%20Bisolli%20Libardi.pdf> Acesso em: 5 set. 2024.

LUBMAN D. **America's Need for Standard & Guidelines to Ensure Satisfactory Classroom Acoustics**. Disponível em: <<http://www.lhh.org/noise/children>>. Acesso em: 28 ago. 2024.

MANDAL, A.C. Investigation of the lumbar flexion of office workers. In: CORLETT, N. **The ergonomics of working postures**. London and Philadelphia: Taylor & Francis. p.345-354, 1986.

MATTOS, U.; MÁSCULO, F (Orgs.). **Higiene e Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

MELO, M. **Reverberação do som. Temas em cognição musical**. Disponível em:<
http://www.marcelomelloweb.kinghost.net/mmusc_percepcao_cognicaomusical03reverb.ht>. Acesso em: 28 ago. 2024.

MENDES R & Dias EC. Da medicina do trabalho à saúde do trabalhador. **Revista de Saúde Pública** 25(5): 341-349, 1991.

MINAYO Gomez C & Thedim-Costa SM da F. A construção do campo da saúde do trabalhador: percurso e dilemas. **Cadernos de Saúde Pública** 13(2):21-32, 1997.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Interdisciplinaridade: funcionalidade ou utopia?. **Saúde e sociedade**, v. 3, p. 42-64, 1994.

MONT'ALVÃO, Cláudia Renata; OLIVEIRA, Gilberto Rangel de. **Metodologias utilizadas nos estudos de Ergonomia do Ambiente Construído**. Rio de Janeiro, 2015.

NR- 17. **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. 2 ed. Brasília: MTE, SIT, 2022.

NUNES, F.P., ALMEIDA, A., HENDRICKSON, J.M., & LENT, J. **Special education teacher's perception of the educational desk: a survey report**. International Journal of Instructional Media. 12, 231-246, 1985.

OLIVEIRA, J. M. **Análise ergonômica do mobiliário escolar visando a definição de critérios**. Viçosa: UFV, 2006. 80f. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

PAIM, Jairnilson Silva; ALMEIDA FILHO, Naomar de. A crise da saúde pública e a utopia da saúde coletiva. In: **A crise da saúde pública e a utopia da saúde coletiva**. 2000. p. 125-125.

PAIXÃO, D. X. Ruído ambiental e sua influência no processo ensino-aprendizagem, a partir da relação saúde/doença em alunos de primeiro grau de escola da rede pública municipal de Santa Maria – RS. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA, 1, 1998, **Anais[...]** Florianópolis, 1998.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicamp, 2007.

PEREIRA, Erimilson Roberto. **Fundamentos de Ergonomia e fisioterapia do trabalho**. Rio de Janeiro: Taba Cultural, 2001.

PORTO M. F. de S. **Trabalho industrial, saúde e ecologia**. Tese de doutorado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 428pp. 1994.

RODRIGUES, José Ribamar Tôrres. **A sala de aula e o processo de construção do conhecimento**. Trabalho apresentado no Encontro de Pesquisa da UFPI, Universidade Federal do Piauí: UFPI, 2002.

RUAS, Á. C. **Conforto térmico no ambiente de trabalho**. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/ARQUIVOS/PUBLICACAO/I/Conforto%20T%E9rmico%20no>>. Acesso em: 1 set. 2024.

SANTOS, Priscila Maia dos; OLIVEIRA, Claudio Roberto de. **ILUMINAÇÃO IDEAL DE UMA SALA DE AULA NO PERÍODO NOTURNO**. Disponível em: <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2014/trabalho-1000017182.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2024

TAMBELLINI, Anamaria T. Política nacional de saúde do trabalhador: análises e perspectivas. **Rio de Janeiro: Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz**, 1986.

TAMBELLINI, Anamaria Testa. Interdisciplinariedad y formación de recursos para el área de salud en el área de salud del trabajador y ecología humana. In: **Lo biológico y lo social: su articulación en la formación del personal de salud**. 1994. p. 121-8.

TARRIDE, Mario Iván. Saúde pública: uma complexidade anunciada. In: **Saúde pública: uma complexidade anunciada**. 1998. p. 107-107.

WACHOWICZ, M. C. **Segurança, Saúde e Ergonomia**. 2 ed. Paraná: Ibplex, 2012.

WARGOCKI, P. The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on the performance of school work by children. **Proceedings of Indoor Air I**, v. 1, p. 368-372, 2005.

WILHELM, L.. MERINO, E. A. D. A ergonomia e o trabalho docente: reflexões sobre as contribuições da ergonomia na educação. In: XXVI ENEGEP, **Anais...** Fortaleza, 2006.

APÊNDICE A – PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO

1) Sua altura está dentro de qual faixa?

- ☐ 130cm a 149cm
- ☐ 150cm a 169cm
- ☐ 170cm a 189cm
- ☐ 190cm a 200cm

2) Em qual turma você estuda?

- ☐ 6º ano
- ☐ 7º ano
- ☐ 8º ano
- ☐ 9º ano

3) Como você classificaria o conforto da sua cadeira da sala de aula?

- ☐ Muito confortável
- ☐ Confortável
- ☐ Neutro
- ☐ Desconfortável
- ☐ Muito desconfortável

4) A sua mesa tem espaço suficiente para seus materiais e para você se movimentar?

- ☐ Sim, muito espaço
- ☐ Sim, espaço suficiente
- ☐ Neutro
- ☐ Não, pouco espaço
- ☐ Não, muito pouco espaço

5) Ao passar muito tempo sentado nas cadeiras da sua sala de aula, você sente dores em alguma parte do corpo? Se sim, quais? (Se desejar, marque mais de uma alternativa)

- ☐ Pernas
- ☐ Pescoço
- ☐ Costas
- ☐ Ombros
- ☐ Pés
- ☐ Quadris
- ☐ Coluna
- ☐ Nádegas
- ☐ Não sinto nenhum tipo de dor

6) A iluminação da sala é adequada para suas atividades?

- ☐ Muito adequada
- ☐ Adequada
- ☐ Neutra

- ☐ Inadequada
- ☐ Muito inadequada

7) Você tem dificuldade para ver o quadro ou projetor em algum momento?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

8) Considerando a iluminação na sua sala de aula, qual alternativa representa a forma como você enxerga as palavras escritas nos seus livros e cadernos?

- ☐ Enxergo muito mal
- ☐ Enxergo mal
- ☐ Enxergo mais ou menos
- ☐ Enxergo bem
- ☐ Enxergo muito bem

9) Como você avalia o nível de ruído na sala de aula durante as aulas?

- ☐ Muito baixo
- ☐ Baixo
- ☐ Aceitável
- ☐ Alto
- ☐ Muito alto

10) Você se distrai com ruídos que vêm de fora ou de outras salas?

- ☐ Nunca
- ☐ Raramente
- ☐ Às vezes
- ☐ Frequentemente
- ☐ Sempre

11) Como você avalia a temperatura da sala de aula?

- ☐ Muito confortável
- ☐ Confortável
- ☐ Neutro
- ☐ Desconfortável
- ☐ Muito desconfortável

12) Você costuma sentir calor ou frio durante as aulas?

- ☐ Sim, frio
- ☐ Sim, calor
- ☐ Às vezes frio e às vezes calor
- ☐ Não, a temperatura é ideal

13) A disposição das mesas e cadeiras facilita a interação com os colegas e o professor?

- ☐) Apenas com colegas
- ☐) Apenas com professores
- ☐) Com colegas e professores
- ☐) Com nenhum dos dois

15) Você consegue se deslocar facilmente entre as mesas?

- ☐) Sim, muito fácil
- ☐) Sim, fácil
- ☐) Neutro
- ☐) Difícil
- ☐) Muito difícil

16) A movimentação de entrada e saída de alunos na porta da sala te distrai durante as aulas?

- ☐) Nunca
- ☐) Raramente
- ☐) Às vezes
- ☐) Frequentemente
- ☐) Sempre

17) A projeção do projetor no quadro causa algum desconforto do tipo de reflexo e ofuscamento durante a apresentação?

- ☐) Sim
- ☐) Não