

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

ETEC DARCY PEREIRA DE MORAES

TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

MARCELO ANDRE HORTENCIO

**ERGONOMIA NO MOBILIÁRIO EXISTENTES NA SALAS DE  
AULA**

**ITAPETINGA**

**2023**

**MARCELO ANDRE HORTENCIO**

**ERGONOMIA NO MOBILIARIO EXISTENTES NA SALAS DE AULA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao técnico de Segurança do Trabalho como requisito para conclusão do curso, sob orientação da professora Carolina Sacco.

**ITAPETINGA**

**2023**

**MARCELO ANDRE HORTENCIO**

**ERGONOMIA NO MOBILIARIO EXISTENTES NA SALAS DE AULA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora da Escola Técnica Darcy Pereira de Moraes, para obtenção de grau de Técnico em Segurança do Trabalho em  
28/11/2023

Itapetininga, 28 de Novembro de 2023.

---

**Professor(a) orientador**

---

**Professor(a) examinador(a)**

---

**Professor (a) da disciplina**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho à minha família e aos professores envolvidos, que me apoiaram e foram pacientes em todos os momentos durante meu curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por nos dar a dádiva da vida e da perseverança.

Aos meus pais e família, por sempre estarem ao meu lado, seja nas horas ruins ou nas boas, e por sempre me apoiarem.

Também agradeço aos professores que me nortearam na elaboração e conclusão desse trabalho.

## **EPÍGRAFE**

*“A vitalidade é demonstrada não apenas pela persistência, mas pela capacidade de começar de novo”. (F. Scott Fitzgerald)*

## RESUMO

A ergonomia estuda vários aspectos do comportamento humano, pois a ergonomia nada mais é do que adaptar o trabalho à pessoa. O objetivo deste trabalho é revelar, a partir da interação entre o aluno e o mobiliário escolar existente, os problemas ergonômicos presentes nas salas de aula da “Etec Darcy Pereira de Moraes” no município de Itapetininga, Estado de São Paulo. Dividimos os resultados e relatórios de estudos já feitos pela literatura de ergonomia, de outros autores e estudantes em duas fases: a primeira com um estudo de campo acerca do conforto nas salas de aula e a segunda com um estudo bibliográfico para obter mais informações. Entre os principais pontos encontrados, destacam a inadequação de cadeiras e móveis de mesa, a falta de conforto térmico e as características antropométricas e biomecânicas dos alunos, o que leva a todo tipo de erros posturais prejudiciais à saúde, dificuldades de aprendizagem e vandalismo dos móveis.

**Palavra Chave:** Ergonomia, Desconforto, Mobiliário escolar, Saúde e Depredação.

## ABSTRACT

Ergonomics studies various aspects of human behavior, as ergonomics is nothing more than adapting work to the person. The objective of this work is to reveal, based on the interaction between the student and the existing school furniture, the ergonomic problems present in the classrooms of “Etec Darcy Pereira de Moraes” in the municipality of Itapetininga, State of São Paulo. We divided the results and reports of studies already carried out in the ergonomics literature, by other authors and students into two phases: the first with a field study about comfort in classrooms and the second with a bibliographic study to obtain more information. Among the main points found, the inadequacy of chairs and table furniture, the lack of thermal comfort and the anthropometric and biomechanical characteristics of students stand out, which leads to all types of postural errors that are harmful to health, learning difficulties and furniture vandalism.

**Keywords:** Ergonomics, Discomfort, School furniture, Health and Predati

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Pressão no corpo do aluno .....	16
Figura 02 – Medidas antropométricas da postura sentada .....	17
Figura 03 – Escala de Ruídos em decibéis (dB) .....	20
Figura 04 – Exposições a Ruídos de curta duração.....	21
Tabela 01 – Frequência de Ressonâncias.....	22
Figura 05 – Frente da Etec Darcy Pereira de Moraes.....	23
Figura 06 – Mapa de localização da Etec Darcy Pereira de Moraes .....	24
Figura 07 – Patio interno da Etec Darcy Pereira de Moraes .....	24
Figura 08 – Conjunto Carteira e Cadeira .....	26
Figura 09 – Carteira utilizada na Etec Darcy Pereira de Moraes.....	26
Figura 10 – Cadeira utilizada na Etec Darcy Pereira de Moraes.....	27
Figura 11 – Foto de aluno sentado no mobiliário existente .....	28
Gráfico 01 – Análise do conforto da cadeira .....	29
Gráfico 02 – Análise do conforto da carteira .....	29
Gráfico 03 – Análise do conforto da iluminação na Etec Darcy Pereira de Moraes .....	30
Gráfico 04 – Análise do conforto térmico na Etec Darcy Pereira de Moraes .....	30
Gráfico 05 – Análise dos ruídos na Etec Darcy Pereira de Moraes.....	31
Figura 12 – Layout da sala de aula da Etec Darcy Pereira de Moraes.....	33

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
2.1. – Ergonomia Cognitiva .....	13
2.2. – Antropometria.....	14
2.3. – O estudante na posição sentada .....	15
2.4. – O Projeto de estações de trabalho (Laboratórios) .....	17
2.5. – A altura para atividades em pé.....	18
<b>3 – TEMPERATURAS, RUÍDOS E VIBRAÇÕES</b> .....	<b>18</b>
3.1. – Temperatura nas salas de aula .....	19
3.2. – Ruídos nas salas de aula .....	19
3.3. – Vibrações nas salas de aula .....	21
<b>4 - METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
<b>5 – ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>23</b>
<b>6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>25</b>
<b>7 - CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>8 - REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>

## 1 - INTRODUÇÃO

A ergonomia nas escolas é um tópico crucial para promover o bem-estar dos estudantes, professores e funcionários, além de melhorar o desempenho acadêmico e prevenir problemas de saúde a longo prazo. A ergonomia, nesse contexto, se concentra em projetar ambientes escolares e móveis de forma a otimizar a interação entre as pessoas e seu ambiente de aprendizado.

Ela desempenha um papel fundamental na promoção de um ambiente de aprendizado saudável e produtivo. Ao criar espaços e práticas que levem em consideração o bem-estar físico e mental dos alunos e professores, as escolas podem contribuir para um melhor desempenho acadêmico e para a formação de hábitos saudáveis que podem durar toda a vida.

A falta de aplicação da ergonomia nas escolas é um problema que pode ter sérias consequências para o bem-estar dos estudantes, professores e funcionários. Aqui estão algumas das principais questões relacionadas à falta de ergonomia nas escolas:

Para resolver esses problemas, é essencial que as escolas, os governos e as partes interessadas na educação reconheçam a importância da ergonomia e a integrem nas políticas escolares. Isso envolve investir em móveis ajustáveis, criar ambientes de aprendizado confortáveis e promover a conscientização sobre a importância da postura adequada. A ergonomia não deve ser vista apenas como um luxo, mas como um componente fundamental da promoção de um ambiente de aprendizado saudável e produtivo para todos os envolvidos no processo educacional.

Como existe, atualmente, uma enorme lacuna na aplicação e adaptação da ergonomia em ambientes escolares e as atividades escolares, por não serem locais de trabalho, não são concebidas para cumprir as normas de saúde e segurança, buscamos obter informação e conhecimento sobre o conforto do mobiliário existente, bem como outros fatores externos que possam prejudicar o desempenho dos estudantes, com base na pesquisa de campo realizada e nas pesquisas bibliográfica de outros autores, que afeta a interação dos alunos com o mobiliário escolar e, conseqüentemente, afeta significativamente sua saúde e o seu desempenho escolar., recomendando melhorias em relação aos aspectos obtidos com o resultado dos

estudos, pesquisas e avaliações citadas.

## 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. O trabalho aqui tem uma aceção bastante ampla, abrangendo não apenas aquelas máquinas e equipamentos utilizados para transformar os materiais, mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e seu trabalho. Isso envolve não somente o ambiente físico, mas também os aspectos organizacionais de como esse trabalho é programado e controlado para produzir os resultados desejados. (IIDA, 1990).

Observa-se que a adaptação sempre ocorre do trabalho para o homem, ou seja, é muito mais difícil adaptar o homem ao trabalho. Isso significa que a ergonomia parte do conhecimento do homem para fazer o projeto do trabalho, ajustando-se às capacidades e limitações humanas.

A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho do homem.”,onde, “para realizar seu objetivo, a ergonomia estuda diversos aspectos do comportamento humano e outros fatores importantes para o projeto de sistemas de trabalho (homem, máquina, ambiente, informação e organização. (IIDA, 1990,p.57).

Segundo Wisner (1987), para realizar o seu objetivo, a ergonomia estuda diversos aspectos do comportamento humano no trabalho e outros fatores importantes para o projeto de sistemas de trabalho, que são:

- O homem: características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais do trabalhador, influência do sexo, idade, treinamento e motivação.
- Máquina: entende-se por máquina todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, englobando os equipamentos, ferramentas, mobiliários e instalações.
- Ambiente: estuda as características do ambiente físico que envolve o homem durante o trabalho, como a temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases e outros.

- Informação: refere-se às comunicações existentes entre os elementos de um sistema, a transmissão de informações, o processamento e a tomada de decisões.
- Organização: é a conjunção dos elementos acima citados no sistema produtivo, estudando aspectos como horários, turnos de trabalho e formação de equipes.
- Consequências do trabalho: aqui entram mais as questões de controles como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e stress.

## **2.1. - Ergonomia cognitiva**

De acordo com (IIDA, 1990), em se tratando de estudantes, uma outra área de abrangência muito importante é a chamada Ergonomia da Cognição ou Ergonomia Cognitiva. Os estudantes lidam com uma grande variedade de informações e seu aprendizado depende de uma série de processos mentais. A ergonomia cognitiva trata desses processos, como a percepção, a memória, o raciocínio, as respostas mentais, dentre outros aspectos.

A ergonomia cognitiva não se limita em estudar os aspectos físicos das atividades de trabalho, pois o homem não é uma máquina. Os estudantes são seres pensantes, capazes de detectar sinais e sensações e, por isso, podem cometer erros.

Outros fatores, no entanto, também podem influenciar a falha humana, principalmente nas escolas, como as carteiras escolares. Por ser um trabalho onde a maioria dos alunos possui capacidades intelectuais niveladas, o risco de erros (na aprendizagem) por falta de informação e falta de capacidade é extremamente baixo. Os maiores causadores de falha no aprendizado são os deslizos, que estão altamente relacionados à atenção, à memória, ao tempo em sala de aula e ao estresse.

Já conforme diz Ballone (1999), a memória pode ser entendida como a soma de todas as lembranças existentes na consciência. Essa memória, juntamente com a atenção, é que nos faz capaz de realizar trabalhos que exijam raciocínio, como é o caso de estudantes em sala de aula. Atualmente, um novo problema, no entanto, parece estar relacionado ao desgaste da capacidade de fixação de informação pela memória: o excesso ou a sobrecarga de informações. Os meios de comunicação se

tornaram cada vez mais rápidos e mais abrangentes.

## 2.2. - Antropometria

Para uma análise mais profunda sobre ergonomia, outro estudo de suma importância é a antropometria.

Grandjean (1998, p.29), define antropometria como:

“Conjunto de estudos que relacionam as dimensões físicas do ser humano com sua habilidade e desempenho ao ocupar um espaço em que ele realiza várias atividades, utilizando-se de equipamentos e mobiliários adequados para o desenvolvimento das mesmas. Basicamente, trata do estudo das medidas do corpo humano e como elas se relacionam com o trabalho.”

O conhecimento das medidas do corpo humano é muito importante para o processo de projetar, seja de móveis, postos de trabalhos, casas, carros e todos os equipamentos que cercam o homem. (GRANDJEAN, 1998, pg. 65)

O corpo humano possui biótipos diferentes. As populações de determinadas regiões apresentam características semelhantes, mas existem grandes diferenças entre elas. A altura pode variar, assim como o peso, a gordura corporal, a distribuição da gordura corporal e o comprimento dos membros. Todos esses fatores causam problemas na organização do trabalho devido às diferentes dimensões das pessoas.

Fatores como etnia e gênero também afetam as medidas antropométricas. Portanto, em um país com muitos grupos étnicos diferentes, como o Brasil, pode ser difícil criar um quadro antropométrico da população. Existem diferenças antropométricas significativas entre as diferentes regiões do país porque, além das diferenças étnicas, também existem fatores correlacionados como alimentação e saúde.

As variáveis antropométricas devem permitir ao projetista desenvolver equipamentos e ambientes de trabalho que tenham como objetivo, a satisfação e o conforto do usuário. No caso da população infanto-juvenil brasileira, não existe um levantamento antropométrico e freqüentemente é utilizado o levantamento existente na ISO (ICS) 97.140, realizado com a população infanto-juvenil da Europa.

De modo geral, as características antropométricas dos seres humanos geram

algumas regras para seu equilíbrio.

Segundo Couto (1995), “sempre que possível essas regras devem ser respeitadas para que o aluno se sinta mais confortável e para que tenha um melhor rendimento nas salas de aulas.” As regras são as seguintes:

- Os braços devem estar na vertical e os antebraços na horizontal, com apoio para os antebraços e punhos.
- Todos os instrumentos de uso freqüente devem estar dentro da área de alcance do semicírculo descrito pelos antebraços na horizontal, estando os braços na vertical.
- Todos os instrumentos de uso ocasional devem estar no máximo dentro da área definida como aquela em que os antebraços estejam na horizontal e os braços na vertical, nunca acima do nível dos ombros.
- O tronco não deve se curvar freqüentemente para a realização do trabalho.
- No caso das carteiras, nunca deve ser necessário afastar as costas do encosto da cadeira para poder atingir os objetos.
- Os pés devem sempre estar apoiados.
- Não deve haver compressão de nenhuma parte do corpo humano pelo mobiliário.
- Os movimentos e a postura devem ser feitos em condições adequadas.
- Na dúvida entre instalar algum componente mais alto ou mais baixo, instalá-lo mais alto.

### **2.3. - O Estudante na Posição Sentada**

Há uma série de fatores a serem considerados ao procurar móveis escolares, já que os alunos ficam sentados a maior parte do tempo. Daí a avaliação do que está acontecendo fisicamente com o ser humano sentado para que possamos entender melhor as necessidades dos alunos nesta posição.

Quando o ser humano se encontra na posição sentada, a primeira alteração que ocorre é o aumento na pressão dos discos intervertebrais da coluna lombar, cerca de 50% (cinquenta por cento), o que gera uma tendência à degeneração dos mesmos.

“Esse aumento se deve à eliminação do amortecimento de pressões dado pelo arco dos pés e pelos tecidos moles dos membros inferiores”. (COUTO, 1995, p. 74).

Outro fator importante ao sentar é a tendência das pessoas de se inclinarem para a frente. A flexão do corpo faz com que todo o corpo caia. Para equilibrar esse esforço e manter o corpo ereto, os músculos desenvolvem uma contração, e essa contração muscular leva a um aumento de pressão, portanto esse aumento de pressão causa desconforto. Para minimizar isso, os homens apoiam os cotovelos na mesa.

Na figura 1, pode-se observar as pressões que sofre uma pessoa de setenta quilos, conforme a posição do corpo e da postura. Analisando a figura, pode-se concluir que a posição vertical realmente é a mais confortável para o trabalho e que na posição sentada uma boa postura é de extrema importância para uma menor sobrecarga.

A partir da figura 1, também pode-se observar que a posição onde há menor pressão é a posição deitada, sendo assim, conclui-se que na posição sentada, um encosto com inclinação para trás terá como consequência uma redução da pressão, diminuindo assim o risco de lesões.

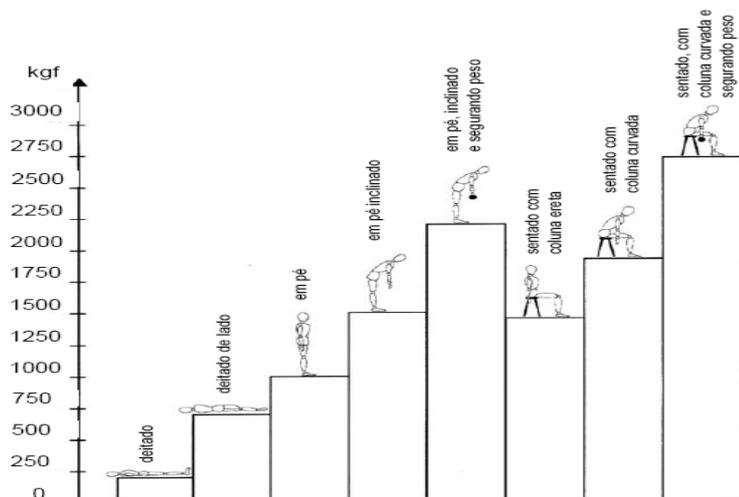


Figura 01: Pressão que o corpo sofre nas diferentes posições e postura.

Fonte: COUTO (1995)

As medidas mais críticas consideradas para o estudo da postura sentada são: altura poplíteia (A), comprimento do sacro (B), espaço do apoio lombar (C), Altura do apoio lombar (D), altura do cotovelo ao assento (E) e altura da coxa (F), conforme pode-se observar na Figura 2.

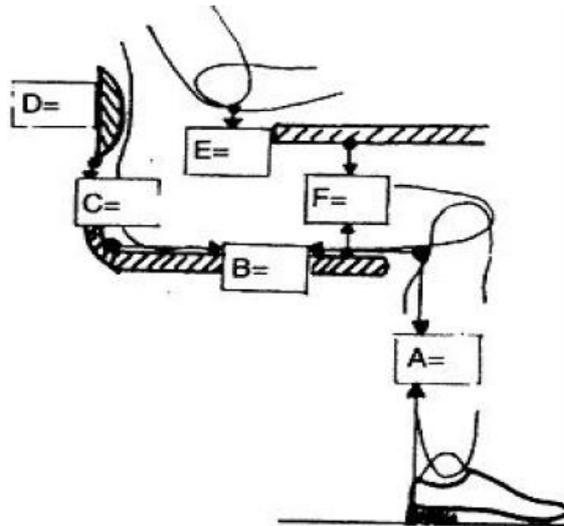


Figura 02: Medidas antropométricas da postura sentada.  
 Fonte: SERRANO (1991)

Para Kendall (1986), se a cadeira for alta, haverá falta de suporte para os pés e os quadris e os joelhos ficarão com flexão excessiva, sendo assim não existe uma cadeira correta, pois a altura e profundidade das cadeiras devem ser apropriadas para cada pessoa, onde a altura da cadeira possa permitir que os pés fiquem apoiados confortavelmente sobre o solo, evitando assim, pressão nos glúteos e coxas, e favorecendo o aparecimento das dores.

Segundo Serrano (1991), ao observar o comportamento dos alunos em sala de aula, pode-se concluir que esses fatores estão relacionados à ansiedade dos alunos. Muitos não conseguem manter a mesma posição sentados, movimentam-se o tempo todo, levantam-se, colocam os pés na cadeira, as vezes nas carteiras, tentam ficar em uma posição um pouco mais confortável, o que, na maioria das vezes, atrapalha e dificulta o bom andamento da aula.

#### 2.4. - O Projeto de Estações de Trabalho

As recomendações ergonômicas que determinam a dimensão dos locais de trabalho, baseiam-se, conforme Ilda (1990), apenas parcialmente em medidas antropométricas, porque o comportamento dos alunos e as necessidades especiais das escolas também devem ser levados em conta. Desta forma, as recomendações

publicadas em livros ou normas são soluções de compromisso que podem ser bastante arbitrárias.

## **2.5. - A altura de trabalho para atividades de pé (laboratórios)**

A determinação da elevação é essencial no planejamento de objetos de pesquisa. Segundo Couto (1995), se a área de estudo for muito alta, os ombros são frequentemente levantados para compensar, resultando em dores musculares no pescoço e nas costas. Se a área de estudo for muito baixa, sobrecarrega as costas devido ao arqueamento excessivo do tronco, o que muitas vezes leva a queixas de dores nas costas. Portanto, a altura das mesas deve corresponder às medidas antropométricas do aluno, tanto em pé quanto sentado.

Do ponto de vista ergonômico, o ajuste individual da altura é sempre desejável. Em vez de soluções improvisadas como pernas ou pernas de mesa extensíveis, a escolha mais popular é uma mesa com altura ajustável. Se a altura das carteiras não puder ser ajustada por algum motivo ou se o nível de trabalho não puder ser ajustado, então a altura de trabalho deve ser basicamente baseada em alunos altos, porque as superfícies mais altas podem ser usadas como superfície de apoio compensatória para alunos baixos.

## **3. - TEMPERATURA, RUÍDOS E VIBRAÇÕES**

Conforme diz Ilda (1990), condições ambientais adversas, como calor excessivo, ruído e vibração, são uma importante fonte de estresse nas escolas. Esses fatores causam desconforto e podem levar a sérios problemas de saúde.

Cada variável ambiental possui determinadas características que são mais prejudiciais à pesquisa. É tarefa do projetista conhecer esses limites e, se possível, implementar as medidas necessárias para que os alunos permaneçam fora desses limites de risco.

Porém, caso isso não seja possível, é necessário avaliar os possíveis danos ao desempenho e à saúde dos alunos para escolher a opção menos prejudicial, que aplique as medidas preventivas necessárias em cada caso.

### **3.1. - Temperatura nas salas de aula**

Ainda segundo Ilda (1990), temperatura e a umidade ambientais afetam diretamente o desempenho dos alunos. Por ser um animal de sangue quente, os humanos possuem mecanismos termorreguladores internos que mantêm a temperatura corporal aproximadamente constante em torno de 37 graus, garantindo que o corpo humano esteja sempre aquecido e pronto para qualquer atividade, independentemente da temperatura externa.

Um calor radiante muito forte pode fornecer várias centenas de calorias ao corpo por hora, causando uma sobrecarga de calor da qual o corpo precisa se livrar, exigindo um esforço extra do coração. Quando a taxa na qual o corpo acumula calor é maior do que a sua capacidade de removê-lo, o desempenho da pesquisa diminui e outros distúrbios indicam um desequilíbrio de calor.

Combater o calor radiante com ventilação forçada não é muito prático, pois apenas promove a evaporação do suor, mas não impede que o corpo receba radiação. A quantidade de calor removida por evaporação depende da umidade relativa e do movimento do ar. A umidade relativa afeta a quantidade de vapor que o ar pode reter. Quanto mais seco o ar, maior será o déficit e mais favorável será a evaporação.

Essa evaporação é quase nula em dias chuvosos. O movimento do ar também promove a evaporação porque remove uma camada saturada de ar próxima à pele e a substitui por outra camada menos saturada.

### **3.2. - Ruídos nas salas de aula**

Existem diferentes conceitos para ruído. O mais comum é ver o ruído como um som ruim. Este conceito é um tanto subjetivo, pois um som que pode ser indesejável

para alguns pode não ser indesejável para outros, até mesmo para a mesma pessoa em ocasiões diferentes.

Fisicamente, o ruído é uma mistura complexa de diferentes vibrações, medidas numa escala logarítmica em decibéis (dB). O ouvido humano é capaz de perceber uma ampla gama de intensidades sonoras, conforme mostra a Figura 3. (IIDA, 1990).

Ruído intenso superior a 90 decibéis dificulta a comunicação verbal. As pessoas precisam falar e se concentrar mais em serem compreendidas. Tudo isso aumenta a tensão psicológica e os níveis de concentração.

“O ruído intenso tende a prejudicar tarefas que exigem concentração mental e os resultados tendem a piorar após duas (02) horas de exposição ao ruído”. (IIDA, 1990, p. 241)

O ruído também pode causar incômodo porque pode forçar a interrupção de tarefas ou coisas que as pessoas desejam fazer, como estudar, conversar, o que pode gerar tensão e dores de cabeça.

Descrever o ruído mais perturbador não é fácil, pois depende de uma série de fatores como frequência, intensidade, duração, timbre, nível máximo atingido e até mesmo o momento da ocorrência.

Intensidade da pressão sonora	Ruído (dB)	Exemplos típicos
100.000.000.000.000	140	-limiar da dor
10.000.000.000.000	130	-avião a jato
1.000.000.000.000	120	-britadeira pneumática
100.000.000.000	110	-buzina de carro (1m)
10.000.000.000	100	-forjaria
1.000.000.000	90	-estamparia
100.000.000	80	-serra circular
10.000.000	70	-máquinas-ferramenta
1.000.000	60	-barulho do tráfego
100.000	50	-máquina de escrever (2m)
10.000	40	-fala normal
1.000	30	-escritório (10 pessoas)
100	20	-escritório (2 pessoas)
10	10	-sala de estar
1	0	-biblioteca
		-quarto de dormir (à noite)
		-sala acústica
		-limiar da audição

Figura 03: Escala de ruídos, em decibéis (dB), com os níveis correspondentes das pressões sonoras e alguns exemplos típicos de ruídos. Fonte: IIDA (1990).

Em uma escola localizada na periferia de um aeroporto, o comportamento de professores e alunos mudou durante os dias de maior movimento aéreo. Naquela época, os alunos estavam mais entusiasmados, barulhentos e menos concentrados nos estudos. Os professores ficam mais lentos, ficam irritados, cansados, têm dores de cabeça e muitas vezes perdem o controle da disciplina em sala de aula.

Durante curtos períodos de ruído (um ou dois minutos), o desempenho degrada tanto no início quanto no final do período (Figura 04).

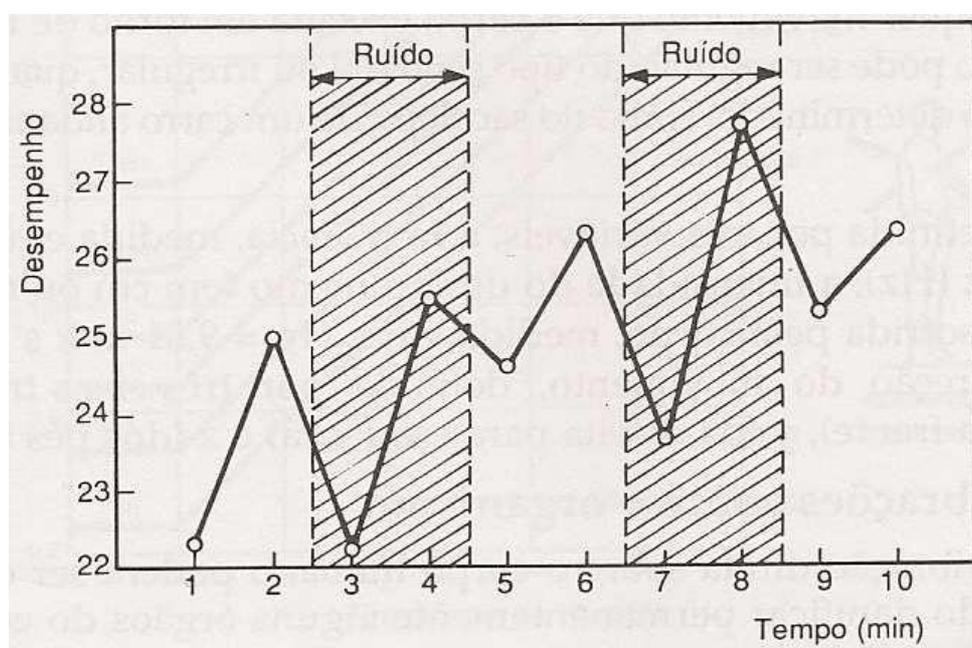


Figura 04: Em exposições a ruídos de curta duração (1 a 2 minutos), observa-se uma queda do desempenho, tanto no início como no fim do período ruidoso Fonte: IIDA (1990)

Isto significa que o desempenho do estudo cai quando o ruído se instala, mas retorna ao seu nível original se o ruído persistir antes que o barulho comece. Quando o ruído cessa, o desempenho cai novamente, retornando aos níveis normais após alguns segundos. Assim, dentro de certos limites, parece não ser o ruído em si, mas a sua intermitência que provoca alterações no desempenho.

### 3.3. - Vibrações nas Salas de Aula

Ainda conforme Iida (1990), vibração é qualquer movimento que um corpo faz

a partir de um ponto fixo. Esse movimento pode ser regular ou irregular. A vibração é definida por três variáveis: frequência, intensidade de deslocamento e aceleração máxima que o corpo sente, e os efeitos dessa vibração direta no corpo humano podem ser extremamente graves, podendo danificar permanentemente alguns órgãos do corpo humano.

Nos últimos anos, vários estudos têm mostrado dados sobre os efeitos fisiológicos e psicológicos da vibração na vida humana, como perda de equilíbrio, falta de concentração e visão turva, reduzindo a acuidade visual.

As vibrações são particularmente prejudiciais ao corpo e causam lesões nos ossos, articulações e tendões.

O corpo humano, como uma estrutura complexa composta por vários ossos, articulações, músculos e órgãos, não reage uniformemente à ação das vibrações. Cada parte do organismo pode amortecer ou amplificar as vibrações, sendo que essas ampliações ocorrem quando partes do corpo passam a vibrar na mesma frequência (ressonância).

As frequências que provocam esse fenômeno são chamadas de frequências de ressonância. (Tabela 1)

<b>PARTES DO CORPO</b>	<b>FREQUÊNCIA DE RESSONANCIA (Hertz)</b>
<b>CABEÇA</b>	<b>20</b>
<b>TRONCO</b>	<b>3</b>
<b>MEMBROS SUPERIORES</b>	<b>5</b>
<b>COLUNA VERTEBRAL</b>	<b>5</b>
<b>COXA</b>	<b>9</b>
<b>PERNA</b>	<b>5</b>

Tabela 1: Frequências de Ressonâncias de diversas partes do corpo humano. Fonte: (Ilda, 1990)

Se considerarmos apenas partes do corpo, cada uma tem diferentes frequências de ressonância. Em geral, quanto maior for a massa do corpo, mais baixa será a sua frequência de ressonância.

## 4 - METODOLOGIA

Este estudo foi realizado na Etec Darcy Pereira de Moraes (que possui ensino médio e técnico), localizada no município de Itapetininga, Estado de São Paulo.

O trabalho foi dividido em duas partes: a primeira relativa a um estudo de campo com recolha de respostas através de um formulário online específico direcionado aos estudantes, com o objetivo de conhecer a sua relação com o conjunto de cadeiras e carteiras escolares utilizados pela unidade de ensino, bem como o conforto térmico, a iluminação e ruídos existentes no local, e a segunda através de uma pesquisa bibliográfica, com análise de livros, revistas, artigos e pesquisas na internet.

## 5 - ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso visa demonstrar a influencia da ergonomia dentro das salas de aulas da mencionada unidade de ensino.

A unidade de ensino que foi analisada é:

**Etec Darcy Pereira de Moraes** (que possui ensino médio e técnico), localizada na Av. Moises Nalesso, sem numero, bairro da Chapadinha, no município de Itapetininga, Estado de São Paulo (CEP 18.206-650), conforme mostra na figuras 05 e 06.



Figura 05 – Frente da Unidade de ensino Etec Darcy Pereira de Moraes.  
Fonte: <https://www.cps.sp.gov.br/etecs/etec-darcy-pereira-moraes/>. Acesso em 13/11/2023.

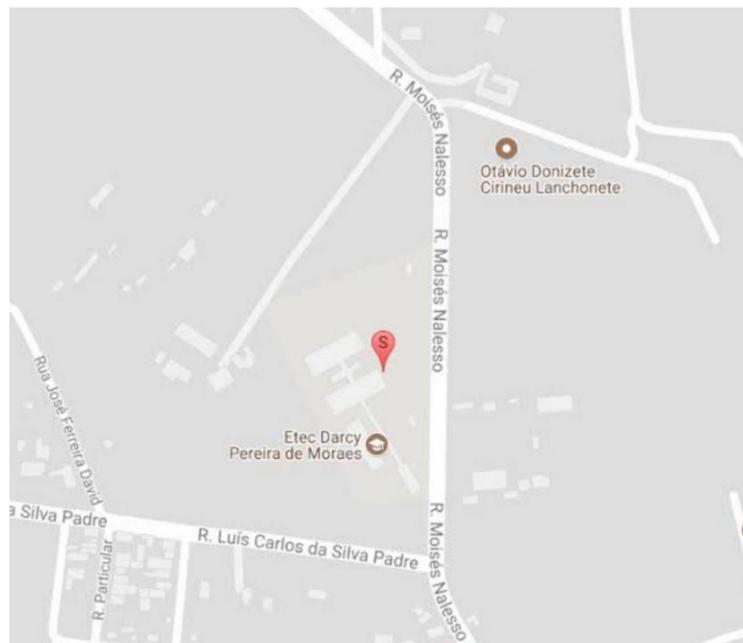


Figura 06 – Mapa de Localização da Unidade de ensino Etec Darcy Pereira de Moraes.  
Fonte: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em 13/11/2023.

Esta unidade de ensino foi construída em 23 de junho de 2012, ou seja, a aproximadamente onze (11) anos, contando na época com três (03) cursos de eixos diferentes (Ambiente e Saúde, Gestão e Negócios e Segurança), utilizando o mobiliário existente desde sua fundação.

A unidade atende atualmente em torno de 830 alunos, nos treze (13) cursos ministrados, dos mesmos eixos, incluindo o de Turismo, Hospitalidade e Lazer (incluindo as classes descentralizadas na Escola Estadual Professor Modesto Tavares de Lima, situada no mesmo município).



Figura 07: Visão do patio interno da Etec Darcy Pereira de Moraes. Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).

## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os atores mais importantes para o trabalho em análise são os alunos, pois a ergonomia é uma disciplina que está diretamente ligada à atividade desses alunos em salas de aulas, sendo portanto o seu operador.

Para a perfeita formulação e desenvolvimento de hipóteses de liderança, é necessário compreender as suas características pessoais (idade, género, características físicas, cognitivas, psicológicas, económicas e culturais), as suas competências e estado atual (vida extracurricular, cansaço), situação de trabalho, bem como seu comportamento em sala de aula, que é muito importante, para observar a análise de trabalho desenvolvida neste estudo de caso.

Professores e coordenadores também são atores muito importantes no contexto escolar porque prescrevem a atividade, determinam-na e disciplinam os alunos, ou seja, determinam a duração da atividade e os intervalos ou pausas que ocorrem durante o período letivo (período de lanche e descanso, intervalo entre aulas).

Eles são responsáveis pelas atividades realizadas em sala de aula e determinam antecipadamente a disposição das salas de aula (filas de alunos atrás uns dos outros, situação que muitas vezes reduz a visibilidade dos alunos que têm dificuldade de visualizar o que está escrito no quadro), então é importante compreender as rotinas e dinâmicas que ocorrem nas salas de aula e como elas afetam a disposição dos móveis no espaço. Além disso, também participam do funcionamento organizacional da escola.

Com base na análise relativa a pesquisa de campo realizada via internet, com alunos, constatou-se que a maioria dos usuários relatou problemas com a cadeira e carteira escolar (Figuras 08, 09 e 10).



Figura 08: Foto do conjunto Cadeira e Carteira utilizada na Etec Darcy Pereira de Moraes.  
Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).



Figura 09: Foto da Cadeira utilizada na Etec Darcy Pereira de Moraes. Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).



Figura 10: Foto da Carteira utilizada na Etec Darcy Pereira de Moraes. Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).

O mobiliário escolar adotado pela unidade de ensino analisada consiste em um modelo único utilizado em todas as turmas, não havendo diferença de dimensões entre as diferentes séries educacionais.

É importante perceber que não é o aluno que é muito alto ou muito baixo, mas sim o mobiliário que é inadequado para essa pessoa. Isso pode afetar o comportamento do aluno, pessoas altas costumam sentar de lado porque suas pernas não cabem embaixo da mesa. Colocar as pernas para frente ou para trás também é considerado sinal de cadeira baixa; uma mesa baixa também pode fazer com que o aluno se curve mais do que o recomendado.

Essa inadequação entre o usuário e o mobiliário faz com que mudanças de postura ocorram com maior frequência, fazendo com que as cadeiras e/ou mesas se movam, acelerando o desgaste que ocorreria naturalmente.

Na unidade de ensino antes citada, a maioria do mobiliário encontra-se em bom estado de conservação, sendo que apenas algumas não estão em bom estado, o que é resultado de quebras e desgaste natural do material, afetando então, o comportamento dos alunos, as políticas organizacionais escolares existentes, a sala de aula, o corpo do aluno que não corresponde às dimensões do móvel utilizado, o

seu uso indevido, causando sua quebra, dentre outros problemas.

Dessa maneira os alunos vão sendo obrigados a sentar nessas cadeirase mesas que muitas vezes são inadequadas ao seu corpo, mas o mais importante para as escolas é que os alunos não sentem no chão. Todos esses danos são resultantes a degradação dos equipamentos escolares, em função do uso, mau uso, vandalismo e deterioração, reduzindo a vida útil do mobiliário escolar.

Quando se pergunta aos alunos qual a posição que mais frequentemente permaneciam na escola, a Figura 11 mostra a posição mais comum.



Figura 11: Foto do aluno sentado no conjunto cadeira/carteira da Etec Darcy Pereira de Moraes. Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).

A maioria dos alunos apoiam sua cabeça com as mãos durante a leitura e a escrita, na tentativa de diminuir os efeitos da gravidade, a partir dos segmentos da cabeça e do tronco projetados para frente, em móveis tradicionais.

Quando perguntado aos alunos qual área do corpo ele sente dor ou desconforto com mais frequência durante as atividades escolares, constatou-se, pela pesquisa de campo feita, que mais da metade das queixas relatadas eram direcionadas à região da nuca e pescoço. Este resultado junta-se a outros estudos que alertam para a flexão

excessiva do pescoço e da cabeça como uma das principais desvantagens de sentar-se com uma superfície horizontal.

A pesquisa de campo elaborada com os alunos através do formulário eletrônico TYPEFORM – (<https://cs67nuwy76x.typeform.com/to/Hcg0UIAY>), demonstrou a insatisfação dos mesmos alunos quanto ao mobiliário existente, bem como a iluminação, o conforto térmico e os ruídos no local de estudos. (Gráficos 01, 02, 03, 04 e 05).

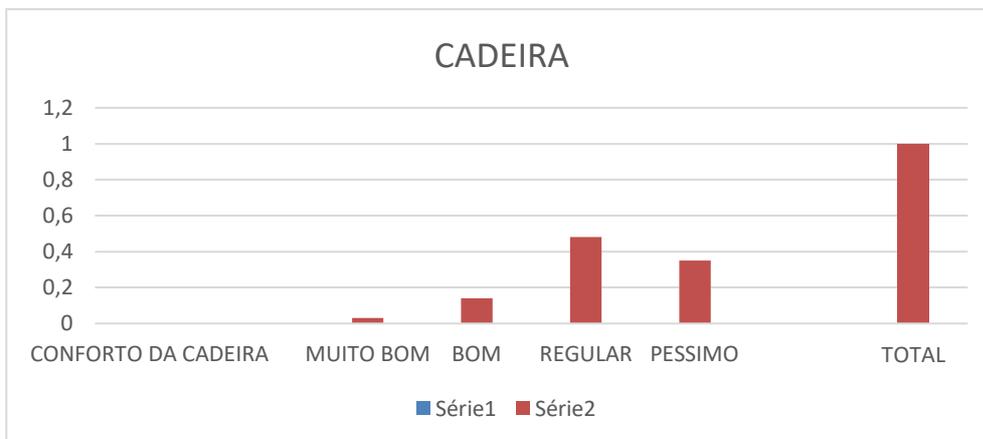


Gráfico 01: Análise do conforto da cadeira. Fonte: TYPEFORM – (<https://cs67nuwy76x.typeform.com/to/Hcg0UIAY>). Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).

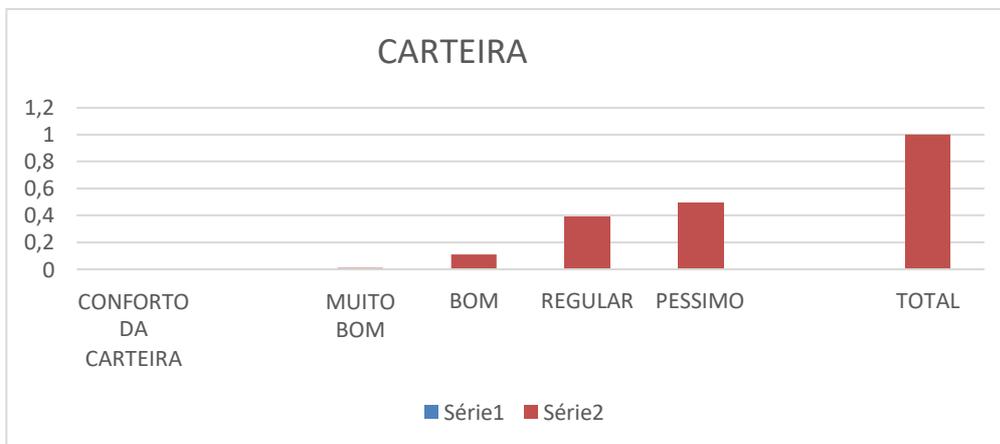


Gráfico 02: Análise do conforto da carteira. Fonte: TYPEFORM – (<https://cs67nuwy76x.typeform.com/to/Hcg0UIAY>). Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).

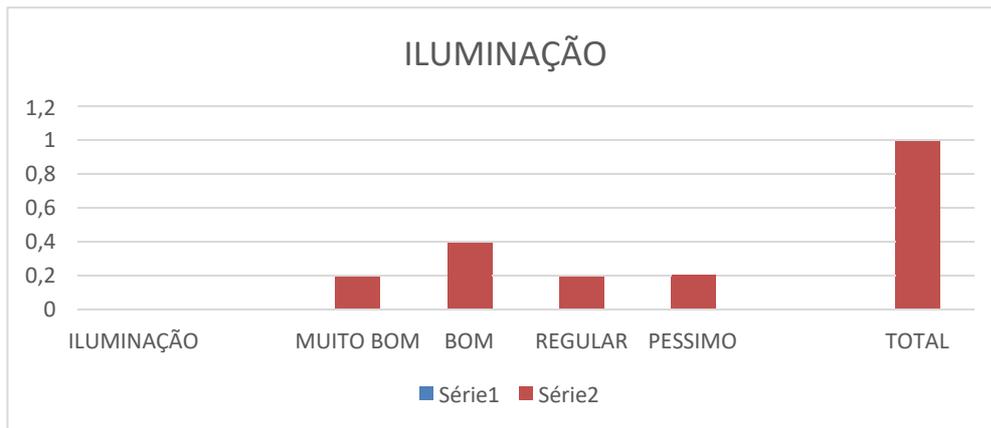


Grafico 03: Análise do conforto de iluminação. Fonte: TYPEFORM – (<https://cs67nuwy76x.typeform.com/to/Hcg0UIAY>). Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).

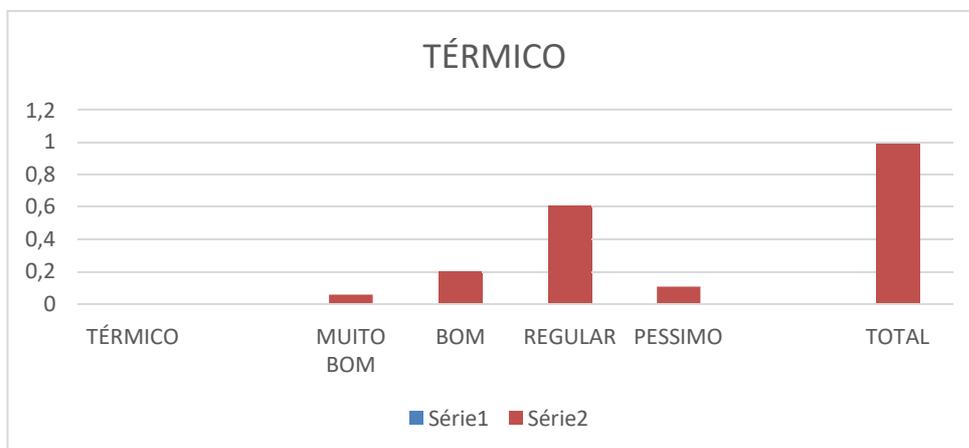


Grafico 04: Análise do conforto Térmico. Fonte: TYPEFORM – (<https://cs67nuwy76x.typeform.com/to/Hcg0UIAY>). Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).

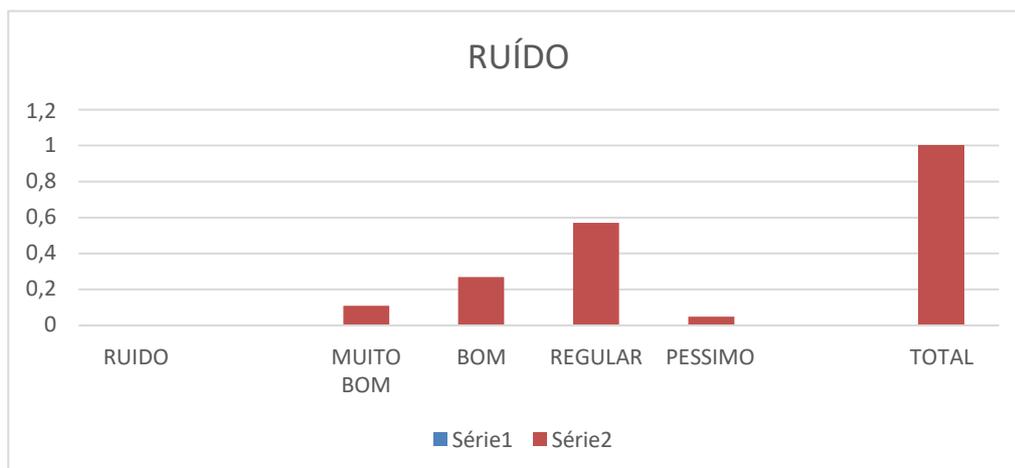


Grafico 05: Análise dos Ruídos. Fonte: TYPEFORM – (<https://cs67nuwy76x.typeform.com/to/Hcg0UIAY>). Autor: Marcelo A. Hortencio (2023).

Após análise do mobiliário existente na unidade de ensino, percebe-se que atualmente os alunos estão acomodados em carteiras escolares que não atendem aos requisitos de saúde, segurança, conforto e funcionalidade.

Conseqüentemente, parte do repertório comportamental apresentado por esses usuários sentados sugerem mecanismos pessoais compensatórios de adaptação ao ambiente. Sentar incorretamente ou sentar-se em móveis inadequados representa uma reação compensatória associada à falta de conforto e ao conseqüente esforço para melhorar a distribuição da pressão nas áreas afetadas do corpo.

Essa falta de inclinação da superfície do tampo da mesa está associada à sobrecarga do sistema musculoesquelético, principalmente na região cervical. Mesas com superfície plana e sem ângulo estão associadas a queixas de dores nas costas e de cabeça ao final do dia de estudo. Da mesma forma, essa falta de inclinação no topo da carteira escolar é um fator de distorção no tamanho dos caracteres, o que pode contribuir para problemas no desempenho de leitura dos alunos.

A inclinação da superfície da mesa proporcionou uma postura mais ereta em relação aos móveis tradicionais (horizontais), isso se deve ao fato da inclinação frontal do tampo da mesa permitir melhor aproximação do material de trabalho ao olhar do aluno. Esse fator é um dos principais responsáveis pelo indivíduo se inclinar para frente em busca de uma melhor visão do assunto. Esta relação entre a distância do

material de trabalho e o eixo de visão tem um efeito significativo na manutenção da postura corporal correta.

Outras partes do corpo onde os alunos reclamaram muitas dores foram pés, tornozelos, região das nádegas e parte posterior das coxas. Isso acontece porque, dependendo da superfície do assento, o aumento da pressão é distribuído para outras áreas das nádegas e pernas que não são adequadas para suportar a pressão, causando asfixia do assento, circulação, causando dor e fadiga.

Confirma-se, portanto, que devemos prestar mais atenção à posição horizontal do tampo da mesa e melhorar ergonomicamente o seu design como um todo.

Um item importante a ser analisado são os fatores externos. Fatores externos são aqueles relacionados ao entorno, ambiente, território e turma, caso atrapalhem a atividade do aluno. Os fatores externos mais comuns são aqueles relacionados ao ruído, iluminação e temperatura. Porém, muitas vezes os alunos podem sentir que essas variáveis, como iluminação e ruído, não causam desconforto porque já fazem parte do seu dia a dia. Porém, o ergonomista deve estar atento às suas observações e em determinadas situações ser crítico em relação ao ponto de vista do aluno.

Se falamos de um espaço mal iluminado, não é um espaço com iluminação insuficiente, pois foi observada boa iluminação (por vezes com alguns reflexos de luz no quadro) em todas as salas analisadas, o que por vezes pode prejudicar o campo de visão do aluno.

Para se proteger contra isso, há cortinas pela manhã e à noite para bloquear o excesso de luz solar durante o horário de estudo, e quando há boa iluminação (dependendo da hora do dia), a luz natural pode ser permitida nas salas de aula.

A disposição das salas de aula, a movimentação dos alunos ou a forma como se deslocam para determinadas atividades é regida pela disposição da disposição, que o aluno ajusta ao longo da aula através de diversas ações. Reúna-se com os amigos para uma conversa informal, resolva uma atividade porque esqueceu a matéria em casa, desenvolva uma atividade em grupo pelo próprio professor ou talvez olhe o quadro.

A dificuldade de um aluno em olhar para o quadro geralmente é causada pela forma como as carteiras estão dispostas em fileiras, o que interfere no campo de visão do aluno sentado no fundo da sala.

A dimensão espacial da sala de aula também interfere na atividade do aluno e

na forma como ele se movimenta na cadeira e muda sua postura. As salas são em sua maioria pequenas em relação à quantidade de móveis e ao número de alunos.

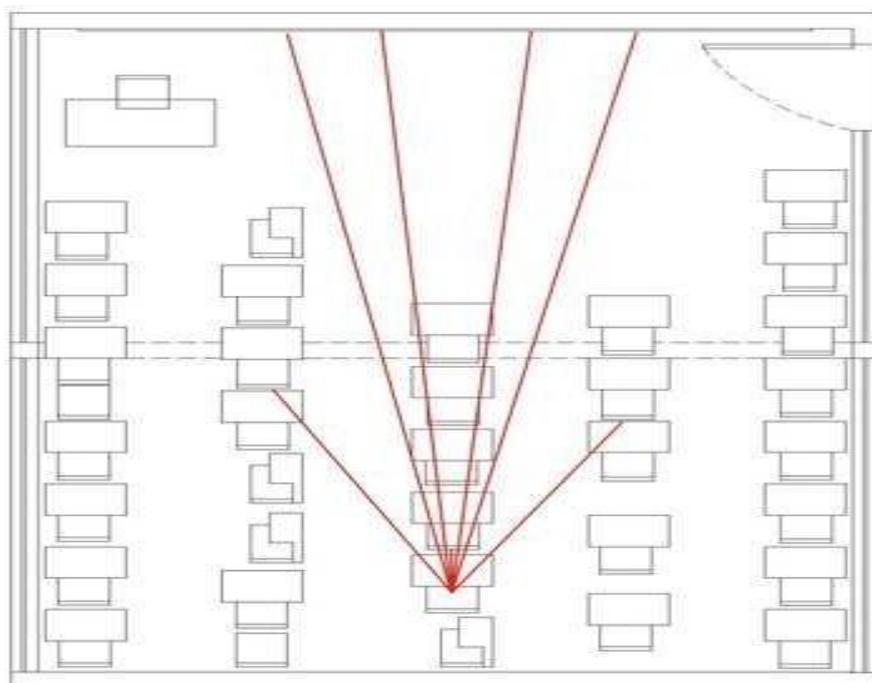


Figura 12: Layout da sala de aula com a visibilidade do último aluno. Fonte: Dayrell (2001).

Dayrell (2001, p. 247), explica que: “É muito comum, por exemplo, professores desenvolverem pouco trabalho de grupo com seus alunos, em nome de dificuldades, tais como tamanho da sala, carteira pesadas, entre outros”.

Isto ameaça não só a forma como o professor conduz as suas aulas, mas também a disposição e variação da postura, o que contribui para aumentar a fadiga.

Além disso, a distância entre uma carteira e outra deve permitir que o aluno se levante da cadeira sem precisar movimentar a carteira ou cadeira. Porém, o que vemos nas salas de aula é um espaço mínimo para os alunos sentarem, geralmente o único espaço que existe entre a cadeira e a carteira é o corpo do aluno.

## 7 - CONCLUSÃO

Com base nos estudos apresentados neste trabalho e nos materiais consultados, pode-se afirmar que os alunos da unidade de ensino atendida No

município de Itapetininga, no Estado de São Paulo, não estão satisfeitos com o mobiliário escolar que utilizam, pois o mesmo não atende às recomendações da NBR 14006, por não corresponder às dimensões recomendadas. Os alunos demonstraram que alguns dos movimentos que realizavam estavam intimamente relacionados com a ergonomia das suas carteiras e cadeiras, sugerindo que a fadiga muscular, além de ser prejudicial à saúde, também pode afetar a sua atenção.

Quanto à manutenção por vezes incerta do mobiliário, verifica-se que as suas causas só puderam ser compreendidas após a compreensão da ergonomia e da antropometria, a partir da qual se analisa todo o contexto em que este equipamento está inserido: ambiente (escola), equipe (professores e gestão), a discente (aluno) e a sua atividade (estudo), tendo em conta principalmente as diferentes características físicas dos alunos, bem como a sua origem étnica, cultural, social e a faixa etária.

Percebe-se, então, a complexidade que existe em definir um padrão de mobiliário para adolescentes e adultos, capaz de se adaptar ao seu corpo e reduzir as causas de todas as depredações que acontecem na unidade escolar.

Porém, conclui que não só a ausência de móveis perfeitos ou confortáveis é o verdadeiro motivo da constante depredação do mobiliário existente. O culpado desta realidade não é sequer o vandalismo intencional (que existe, mas em pequena proporção face a vários fatores), que contribui para a degradação deste material. No decorrer desses estudos, percebe-se que uma das principais causas que afetam a situação atual do mobiliário escolar é a quantidade de restrições e variáveis que fazem com que o aluno mude constantemente de postura e se mova constantemente ao utilizar o mobiliário.

Contudo, é preciso ter cuidado para que o “design” do mobiliário escolar não seja improvisado. A partir do projeto inicial de construção e desenvolvimento do mobiliário escolar, o mesmo deve estar correlacionado com saúde dos usuários durante o horário de estudo.

Como os estudos tiveram como único objetivo de analisar o mobiliário existente segundo conceitos ergonômicos, a discussão sobre o “design” desses objetos não foi profunda, sendo portanto uma recomendação para o desenvolvimento de estudos futuros. Desta forma, seria possível aplicar na prática todos os conceitos aqui analisados com o objetivo de idealizar um novo “design” que se adapte não somente às necessidades ergonômicas e pedagógicas, mas essencialmente também às

características econômicas e sociais das escolas públicas, ou mesmo adaptar carteiras e carteiras novas e as já existentes com regulagens de altura e inclinação, para melhor conforto dos alunos.

## 8 - REFERÊNCIAS

BALLONE, Geraldo José. Atenção e Memória: Curso de Psicopatologia. 1999. Disponível em [HTTP://psiqweb.med.br/cursos/memoria.html](http://psiqweb.med.br/cursos/memoria.html). Acesso em 11/08/2023.

COUTO, Hudson de Araújo. Ergonomia Aplicada ao Trabalho: Manual Técnico da Máquina Humana. 1. ed. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995.

COUTO, Hudson de Araújo. Ergonomia Aplicada ao Trabalho: Manual Técnico da Máquina Humana. 2. ed. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995.

DAYRELL, Juarez. Múltiplos Olhares: Sobre a educação e cultura. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

GRANDJEAN, Etienne. Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem Trad. João Pedro Stein. Porto Alegre: Bookman, 1998.

IIDA, Itiro. Ergonomia Projeto e Produção. São Paulo: Edgard Blucher, 1990.

IIDA, Itiro. Ergonomia Projeto e Produção. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 1993.

KENDAL, P.F.; MACCREARY, E.R. Músculos Provas e Funções. São Paulo: Manole, 1986.

SERRANO, R.C. Novo Equipamento de Medições Antropométricas. São Paulo: Fundacentro, 1991.

WISNER, Alain. Por dentro do trabalho ergonomia método e técnica. São Paulo: Ed. Parma 1987. <https://www.scielo.br/j/rbso/a/KLMCWPNQwcnYcmZf9CX4Vrx/?lang=pt>. Acesso em 21/08/2023

ISO (ICS) 97.140 – disponível em <https://www.iso.org/ics/97.140/x/>. Acesso em 15/11/2023.

NBR 14.006. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000937.pdf>. Acesso em 15/11/2023.

