

# **ANÁLISE ERGONÔMICA APLICADA A PROJETO DE PRODUTO: CRIAÇÃO DE UMA CARTEIRA ESTUDANTIL ERGONOMICAMENTE CORRETA**

Augusto Gonçalves Ribeiro (UCAM-Campos) augustogribeiro@bol.com.br

Getúlio da Silva Abreu (UCAM-Campos) getulio-abreu@hotmail.com

## **Resumo**

O trabalho fez uma análise das carteiras estudantis de uma escola estadual de ensino fundamental e médio localizada no município de Campos dos Goytacazes, norte do Estado do Rio de Janeiro, a partir dos conceitos de ergonomia e de projeto de produto. O estudo objetivou, em primeiro lugar, projetar uma nova carteira escolar ergonomicamente correta para o colégio, visando reduzir as consequências nocivas da má postura sobre o estudante. Além de promover maior conforto, segurança e bem-estar ao discente, satisfazendo as suas necessidades e expectativas. Finalmente, fez-se o projeto da carteira escolar ergonomicamente correta em três vistas ortogonais (frontal, superior e lateral esquerda), utilizando a ferramenta AutoCAD®. O estudo realizado encontra-se embasado nos moldes de um estudo de caso experimental quantitativo. A carteira idealizada foi do tipo universitária, com características de universalidade e usabilidade, visando à melhor adaptação do material escolar ao usuário. Optou-se pela mensuração da carteira mais utilizada, a universitária, por ser uma tendência de utilização. Foram medidas as alturas dos alunos das diversas séries para estabelecer o tamanho padrão da nova carteira. A partir dos dados obtidos, realizou-se uma comparação com as especificações da NBR 14006/2003 e idealizou-se a nova carteira com regulagens capazes de fornecer maior conforto, segurança e bem-estar. O novo produto deverá possuir as seguintes especificações básicas: altura do assento de 42cm, inclinação do assento de 2°/4°, inclinação do encosto de 95°/106°, altura mínima para as pernas de 59cm e altura da mesa de 70cm.

**Palavras-Chaves:** Carteira escolar, Conforto, Ergonomia, Projeto do produto.

## **1. Introdução**

Durante toda a existência do ser humano houve a prerrogativa de adaptar-se ao ambiente. Na pré-história, o homem começa, intuitivamente, a adequar os objetos de acordo com as necessidades básicas de sobrevivência, tais como: caça, pesca, e também como arma com a finalidade de enfrentar os problemas do dia a dia.

Segundo Iida (2008), o primeiro encontro de cientistas e pesquisadores envolvidos com as questões relacionadas à área da ergonomia aconteceu pela primeira vez em 12 de junho de 1949. Na segunda reunião em 1950, fora proposto a nomenclatura ergonomia derivada da combinação das palavras gregas *ergon* e *nomos*, que significam respectivamente, trabalho e normas.

A ergonomia expandiu-se para todos os campos, abrangendo todos os tipos de atividades humanas, notadamente no setor de serviços (saúde, educação, transporte, lazer, entre outros) e até em estudos das tarefas domésticas. Na educação, os estudos são poucos, haja vista não estar direcionado a área de trabalho diretamente, porém os alunos passam no mínimo 12 anos em sala de aula antes de chegarem à universidade. A postura incorreta e a fadiga poderão causar problemas desde o início de sua formação física em desenvolvimento, tais como hiperlordose, hipercifose e escoliose, prejudicando o futuro acadêmico e profissional do cidadão, pois estas disfunções tornam-se irreversíveis na fase adulta.

Logo, evidencia-se o caráter de urgência de programas ergonomicamente desenvolvidos na adaptação do mobiliário estudantil com a finalidade de diminuir ou eliminar os danos provenientes de uma postura inadequada durante os anos escolares e seu prosseguimento universitário.

Nas escolas estaduais, verificam-se vários modelos de carteiras utilizadas para os alunos acomodarem-se sem a preocupação com suas medidas antropométricas, tais como: variações de faixa etária e diferenças de sexo, peso, etc. Nas mesmas carteiras sentam-se alunos do sexto ciclo do Ensino Fundamental, assim como, os alunos da última série do Ensino Médio Regular ou da Educação de Jovens e Adultos (EJA). O aluno estabelece posturas diferentes de acordo com suas necessidades funcionais e a falta de conforto do material utilizado vem a incitar um futuro problema ósteo-muscular.

Ao visualizar esta situação, propõe-se um novo modelo que vise à melhor adaptação do objeto ao usuário, com a finalidade de promover um maior conforto, segurança e saúde. Do ponto de vista industrial, o ideal seria fabricar um único tipo de produto padronizado, pois isso reduziria os custos. Contudo, do ponto de vista do usuário/consumidor, isso nem sempre proporciona conforto e segurança, podendo sim, promover fadiga, estresse tanto físico quanto psicológico e deformações ósseo-esqueléticas.

A justificativa baseou-se no fato que os alunos onde quer que estudem, seja no setor público, seja no privado, adquirem má postura, devido à grande exposição de tempo em condições não totalmente ergonômicas.

## **2. Objetivos**

O objetivo geral desta pesquisa foi projetar uma nova carteira escolar ergonomicamente correta para um colégio estadual do município de Campos dos Goytacazes-RJ, visando reduzir as consequências nocivas sobre o estudante devido à má postura. Além de promover maior conforto, segurança e bem-estar ao discente, satisfazendo as suas necessidades e expectativas. Os objetivos específicos foram:

- a) Fazer uma análise das carteiras existentes no colégio escolhido para análise;
- b) Verificar as medidas das alturas dos estudantes;
- c) Desenhar, por meio do *software AutoCAD®*, uma carteira ergonomicamente correta e com características de usabilidade/universalidade;
- d) Utilizar a NBR 14006/2003 como parâmetro comparativo.

## **3. Revisão de literatura**

### **3.1. Conceito de Ergonomia**

Para Gomes Filho (2012), pode-se afirmar que a ergonomia nasceu informalmente a partir do momento em que o homem primitivo construiu seus primeiros objetos para garantir a sua sobrevivência (armas, utensílios, moradias, ferramentas, vestimentas etc.) fazendo uso apenas de sua intuição criativa e de bom senso. Então, ao longo do tempo, foram criados e desenvolvidos incontáveis objetos, cada vez mais bem elaborados.

Para Iida e Buarque (2016), a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao ser humano. O trabalho aqui tem uma aceção bastante ampla, abrangendo não apenas os trabalhos executados com máquinas e equipamentos, utilizados para transformar os materiais, mas também todas as situações em que ocorre o relacionamento entre o ser humano e uma atividade produtiva de bens ou serviços.

### **3.2. Biomecânica ocupacional**

Segundo Iida (2008), a biomecânica ocupacional ocupa-se dos movimentos do corpo e das forças com relação ao trabalho. Sendo assim, preocupa-se com as interações físicas do operário, com seu posto de trabalho, equipamentos, máquinas, ferramentas e materiais,

visando à redução dos riscos relacionados com os distúrbios músculo-esqueléticos. São analisadas as posturas corporais do trabalhador em seu posto, a força empregada em cada atividade, bem como as consequências.

Strabeli e Neves (2015) argumentam que o ambiente de trabalho deve ser adequado às características biomecânicas e psicológicas dos colaboradores, contudo é importante salientar que essas características são particulares e específicas a cada indivíduo, o que corrobora a aplicação das ferramentas de análise ergonômicas de forma pontual.

### **3.2.1. A postura do corpo no ambiente escolar**

Segundo Smith, Weiss e Lehmkuhl (1997), postura é um termo definido como uma posição ou atitude do corpo a disposição relativa das partes do corpo para uma atividade específica, ou uma maneira característica de sustentar o próprio corpo. O corpo pode assumir muitas posturas buscando melhor conforto quando ocorre um desconforto postural por contração muscular contínua, tensão ou compressão ligamentar, ou oclusão circulatória, normalmente procura-se uma nova atitude postural. Quando não se alteram tais posições podem ocorrer lesões teciduais, limitação de movimentos, deformidades ou encurtamentos musculares restringindo as atividades de vida diária.

De acordo com Brandimiller (1999), existem vários motivos pelos quais uma posição se torna incômoda após algum tempo:

- a) Pela compressão de partes do corpo (nádegas, coxas e fossa poplíteia) contra o assento;
- b) Pela contração prolongada dos músculos posteriores do tronco que mantêm esta posição (pescoço, dorso e região lombar);
- c) Pela diminuição da circulação sanguínea causada tanto pela compressão de algumas partes do corpo quanto pela contração permanente dos músculos posturais.

Outro fator importante neste estudo é a inclinação da cabeça para frente, no ato de atividade escolar, durante a leitura e a prática dos exercícios escolares escritos. Segundo Iida e Buarque (2016), esta necessidade ocorre quando:

- O assento é muito alto;
- A mesa é muito baixa;
- A cadeira está longe do trabalho, dificultando as fixações visuais;
- Há necessidades específicas, como no caso do microscópio.

Contri, Petrucelli e Perea (2009) concluíram que é de fundamental importância existir um programa preventivo e educacional nas escolas para detectar e tratar precocemente as alterações posturais. Oliveira *et al.* (2011) relataram, em um estudo feito sobre a ergonomia de carteiras escolares, a relação dos movimentos dos alunos e o possível fator de estresse relacionado, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Movimentos feitos pelo aluno e fator de estresse relacionado

<b>Estresse relacionado</b>	<b>Movimentos</b>
Sono/cansaço	- bocejar - dormir
Desconforto nos membros inferiores	- colocar pé em apoio - cruzar as pernas - cruzar as pernas sobre o joelho - sentar em cima de uma perna - sentar por cima das duas pernas cruzadas
Desconforto no pescoço e ombros	- relaxar o pescoço - mexer os ombros em movimentos circulares
Cansaço muscular devido à altura da mesa	- inclinar-se para frente para escrever
Sobrecarga nos discos intervertebrais	- espreguiçar - inclinar-se para trás
Dores musculares nas mãos	- estalar os dedos - balançar as mãos
Distração/inquietação	- conversar com colega - levantar sem ser chamado - olhar excessivamente para a mesa do colega - balançar os pés - derrubar material e pegá-lo no chão

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2011)

Segundo Painhas (2015), o projetista deve levar em conta, no projeto de uma carteira ergonômica: 1) Que a criança deve pousar os pés no chão quando estiver sentada; 2) Que a perna deve estar perpendicular ao soalho; 3) Que a coxa deve formar um ângulo reto com a perna; 4) O tronco deve ficar perpendicular ao assento da cadeira, formando outro ângulo reto com a coxa.

O banco de uma carteira escolar, além de um encosto, deve ter a largura suficiente para a coxa repousar e, assim, contribuir para a sustentação do corpo. A escrivaninha, onde o aluno coloca todo o material para a escrita e leitura, deve ter as dimensões adequadas para que este aluno quando escrever ou ler, não afaste as costas do encosto do banco, de modo que os seus ombros fiquem constantemente na linha horizontal (PAINHAS, 2015).

De acordo com Hira (1980), as carteiras escolares estão entre as mais importantes e oportunas providências para estudantes de uma instituição educacional. Por isso, essas carteiras devem proporcionar a máxima função na facilidade da leitura, para qual ela deve permitir e encorajar uma boa postura de assento. O autor ainda afirmava que uma desconfortável postura do corpo é capaz de destruir o interesse do estudante durante uma maior permanência na leitura.

## **4. Metodologia**

### **4.1. O ambiente de estudo**

O Colégio Estadual Coronel João Baptista de Paula Barroso, localizado no bairro de Goitacazes, na cidade de Campos dos Goytacazes, possuía todas as turmas do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Atualmente, trabalha em três períodos a partir do sexto ciclo do Ensino Fundamental, o Ensino Médio Regular e a Educação de Jovens e Adultos (EJA). Possibilitando, assim, uma pretória de perfis antropométricos distintos. Existem carteiras remanescentes do período em que se empregavam todos os ciclos do Ensino Fundamental. Estas são do modelo mesa e cadeira em separados.

Hoje em dia foram colocadas novas carteiras universitárias, contudo a diferença está representada apenas na mudança de material. Antes, eram feitas de madeira e hoje, revestidas de fórmica com base metálica e madeira. Entretanto, as características ergonômicas ainda não foram levadas em consideração com o objetivo de melhorar a adaptação do discente a seu material de estudo.

### **4.2. A pesquisa**

Em um primeiro momento, optou-se por aplicação de uma metodologia qualitativa de caráter descritivo com a finalidade de fornecer os subsídios da pesquisa. Em um segundo momento, verificou-se a necessidade de uma metodologia quantitativa na mensuração das diferentes carteiras, haja vista a diversidade do mobiliário escolar. Mensuraram-se dois formatos diferentes: com mesa acoplada à cadeira e mesa e cadeira em separado, levando em consideração as medidas antropométricas estabelecidas para o assento.

E finalmente, tomaram-se as medidas antropométricas dos discentes das diversas séries do Ensino Fundamental, ou melhor, do 6º ao 9º ciclos, e também do Ensino Médio (turmas 1001, 1002, 3001 e 3003) de uma escola pública, a saber, Colégio Estadual Coronel João Baptista de Paula Barroso.

Os dados das estaturas foram confrontados com a tabela de Zinchenko e Munipov (1985) apud Iida (2008) recomendadas para a superfície de trabalho, e a partir dela retirados os dados em relação ao assento. Confrontados os dados alcançados com a tabela de Norma Brasileira 14006/2003, sugeriram-se algumas medidas para a carteira, possibilitando maiores alcances através de regulagens, com a finalidade de acomodar um grande número de estudantes. Sendo assim, desenvolveu-se o projeto do produto em *software* do tipo *AutoCAD*, com três vistas ortogonais.

## 5. Resultados e discussão

### 5.1. Medição das carteiras

Ao verificar o quão prejudicial é a postura inadequada dos estudantes, propôs-se a difícil tarefa de idealizar e planejar um protótipo para carteiras estudantis, com a finalidade de diminuir e se possível eliminar os danos causados pela deficiência ergonômica dos utensílios escolares. Em primeiro lugar, mediram-se os dois tipos de carteiras: a com cadeira em separado (Figura1a) e a do tipo universitária (Figura1b), conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Medidas, em centímetro, das carteiras escolares

Posto de estudo	Carteiras universitárias	Mesa com carteira
Altura lombar	68 cm	67 cm
Altura poplíteia	41 cm	42 cm
Altura do cotovelo	70 cm	64 cm
Inclinação da mesa	75 cm	----
Porta objetos	12 cm (na cadeira)	10 cm (na mesa)
Encosto	17 cm	20 cm
Espaço do encosto	22 cm	17 cm

Figura 1 – Tipos de carteiras (a) com cadeira em separado e (b) universitária



A partir da mensuração das medidas antropométricas dos alunos, um consenso foi encontrado para a projeção ideal de um modelo, ou melhor, de um protótipo de carteira estudantil, promovedor de uma melhor adequação da mobilidade exigida pelo corpo humano durante as atividades escolares, aos princípios ergonômicos que priorizam uma postura adequada, evitando danos na coluna vertical. Assim sendo, projetou-se uma possível taxa de variância para o assento e altura da mesa para melhor ajustar as diferenças das estaturas encontradas nos diferentes ciclos estudantis.

O projeto foi desenhado com auxílio do *software AutoCAD®*, com a finalidade de melhor expor as ideias do desenvolvimento do protótipo, tais como: as possibilidades de ajustes tanto para a altura da mesa como da cadeira, assim como, a inclinação do tampo da mesa.

## 5.2. Medição da altura dos discentes

A medição da altura começou com os alunos do sexto ciclo, e posteriormente com os alunos do ensino médio, da seguinte forma: os grupos foram divididos por nível de escolaridade: No Ensino Fundamental (turmas 601 a 606) encontram-se matriculados 36 meninas e 36 meninos. O Ensino Médio (turmas 1001, 1002, 3001 e 3003 da Educação de Jovens e Adultos - EJA) contou com 72 alunos, dos quais 36 mulheres e 36 homens. Ao todo, foram realizadas 144 medições e os valores das médias das alturas encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias das alturas dos alunos

<b>Nível</b>	<b>Alunas (Média da Altura)</b>	<b>Alunos (Média da Altura)</b>
<b>Ensino Fundamental</b>	1,51m	1,57m
<b>Ensino Médio da EJA</b>	1,61m	1,75m

Ressalta-se que nas escolas estaduais, devido à evasão e repetência, normalmente, encontram-se alunos com estaturas e idades fora do padrão para o ciclo no qual se situam no Ensino Fundamental. As turmas da Educação de Jovens e Adultos possuem alunos de várias faixas etárias, que retornaram à escola com a finalidade de finalizar seus estudos de forma mais rápida que o ensino regular. Nas escolas estaduais, a EJA, geralmente cursada no horário noturno, possui alunos com as mais diversas medidas antropométricas, principalmente devido ao fator da faixa etária, haja vista a diferença de estatura nas gerações mais recentes.

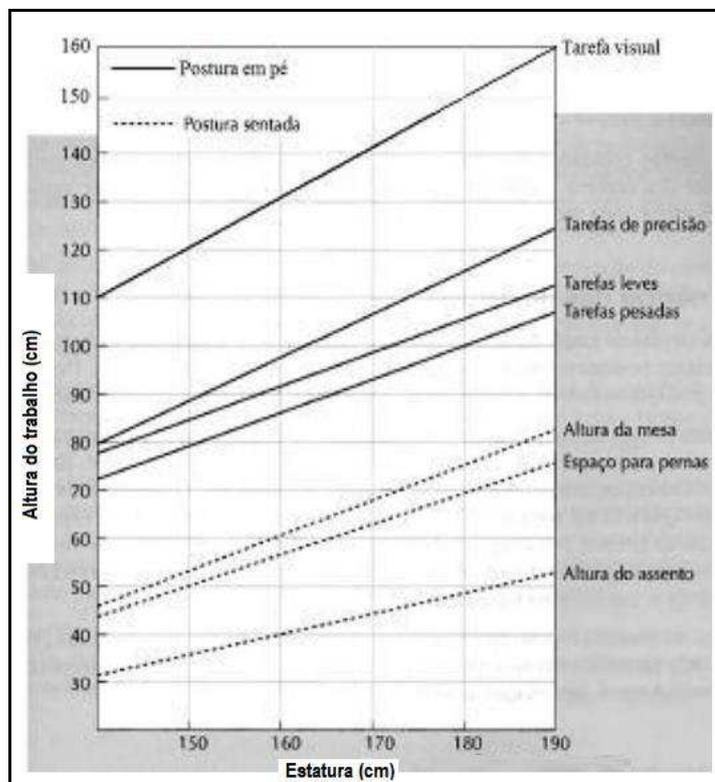
Mediante os dados da Tabela 1 e informações da Figura 2, fez-se a Tabela 3 com as alturas necessárias para comparar com a norma brasileira e projetar uma carteira regulável que atinja uma amplitude mínima e máxima.

Tabela 3 – Altura de trabalho, em centímetros, dos alunos

<b>ALTURA DO TRABALHO (cm)</b>				
<b>Tarefa Visual</b>	<b>Tarefas Leves</b>	<b>Altura da mesa</b>	<b>Espaço Pernas</b>	<b>Altura do assento</b>
128	90	59	55	39
122	86	53	51	38
147	102	72	67	47
132	92	61	57	41

A Figura 2, de Zinchenko e Munipov (1985) apud Iida (2008), para estabelecer as outras medidas necessárias à projeção da carteira como superfície de trabalho estudantil, tais como: a altura do assento, espaço para as pernas, altura da mesa, tarefa visual e tarefas leves.

Figura 2 – Alturas recomendadas, em centímetros, para as superfícies de trabalho em função das estaturas



Fonte Adaptado de Zinchenko e Munipov (1985) apud Iida (2008)

### 5.3. Projeto da carteira ergonômica

As carteiras deverão ter regulagens que permitam variar as medidas que foram definidas como ótimas entre a menor e a maior média, conforme Tabela 4. Ao comparar os dados da Tabela 5 com as especificações da NBR 14006/2003, verificou-se um grau de similaridade, conforme Tabela 5. Esta mesma tabela contém as especificações para o projeto da carteira.

Tabela 4 – Medidas para as regulagens da carteira

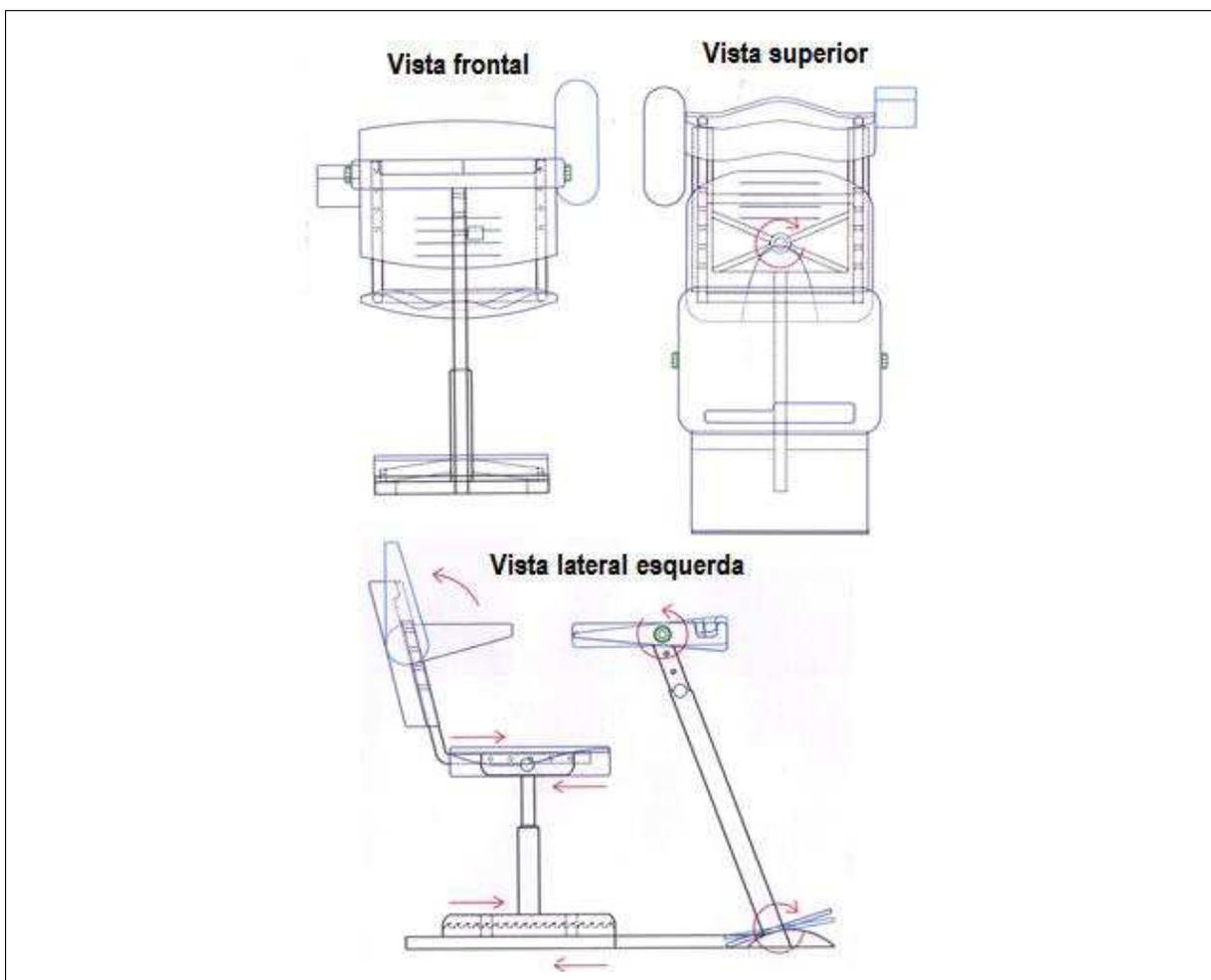
Parâmetro	Menor Média	Maior Média
	(1,51 cm)	(1,75 cm)
Altura do assento (cm)	38	47
Espaço para pernas (cm)	51	67
Altura da mesa (cm)	53	72

Tabela 5 – Medidas para as regulagens da carteira de acordo com a NBR 14006/2003

Parâmetro	NBR 14006/2003	Especificações da Carteira
<b>Altura do assento (cm)</b>	38	42
<b>Inclinação do assento</b>	2° / 4°	2° / 4°
<b>Inclinação do encosto</b>	95° / 106°	95° / 106°
<b>Altura mínima para as pernas (cm)</b>	53	59
<b>Altura da mesa (cm)</b>	64	70

A partir das medidas, projetou-se uma nova carteira com as dimensões que pudessem ser mais universal e com a maior usabilidade possível, de acordo com a Figura 3. Pelo *software AutoCAD®*, foram desenhadas as vistas frontal, superior e lateral esquerda da carteira escolar. Ressalta-se, novamente, que as especificações da carteira escolar encontram-se na segunda coluna da Tabela 5.

Figura 3 – Vistas ortogonais da carteira escolar ergonomicamente correta



Fonte: Autoria própria (2017)

Para atingir tal especificidade, o novo produto apresenta partes ajustáveis para melhor adequar a cada tipo de aluno. Características do novo produto:

- Mesa inclinável para melhorar a angulação do campo visual, diminuindo o esforço das vértebras cervicais e melhorando a postura e evitando a lordose cervical, evitando também a necessidade da mão para apoiar a cabeça;
- Encosto cervical com ajuste de acordo com a altura do discente, permitindo maior acomodação das vértebras cervicais e mitigando sua pressão sobre as vértebras lombares;
- Regulagem do assento visando permitir que as pernas fiquem acomodadas diretamente no solo, evitando assim, lombalgias e tensões nas pernas e joelhos;
- Regulagem de aproximação da carteira à mesa com a finalidade de melhor acomodar o discente, evitando que este incline a sua coluna de forma inadequada, pois provocaria tensões lombares;
- Pedais para permitir um melhor apoio para os pés.

## **6. Conclusões**

Nota-se que as carteiras usadas no colégio não se adéquam ergonomicamente aos estudantes, haja vista a falta dos quesitos universalidade e flexibilidade. Estas carteiras não promovem conforto aos alunos em sua grande maioria, os quais passam entre quatro a cinco horas diárias de sua vida estudantil em tarefas diversas de acordo com as disciplinas oferecidas.

Nenhum ser humano consegue ficar numa postura adequada por tanto tempo. O normal é ir se acomodando de diversas formas inadequadas, pois estas irão prejudicar o aluno em seu desenvolvimento físico, principalmente, se estes estiverem no período de formação. Contudo, a postura inadequada pode gerar desconforto na coluna vertebral, causando dores ao longo dos anos escolares.

A carteira projetada, que levou em consideração os princípios ergonômicos, e também colocou a ergonomia já na fase de concepção do produto, favorecerá o conforto e a adaptabilidade do produto aos seus usuários. Os estudantes poderão escolher um melhor ângulo para executarem uma tarefa, assim como, mudar algumas possibilidades de uso do utensílio com a finalidade de acomodarem-se durante aos longos períodos letivos diários.

Espera-se, que no futuro, a realidade das escolas públicas brasileiras seja promissora no quesito ergonomia, o que facilitará o aprendizado dos discentes.

## REFERÊNCIAS

- BRANDIMILLER, P. A. **O corpo no trabalho**: Guia de conforto e saúde para quem trabalha em microcomputadores. São Paulo: SENAC, 1999. 157p.
- CONTRI, D. E.; PETRUCCELLI, A.; PEREA, D. C. B. N. M. Incidência de desvios posturais em escolares do 2º ao 5º ano do Ensino Fundamental. **Conscientiae Saúde**, São Paulo, v. 8, n. 2, p.219-224, 2009.
- GOMES FILHO, J. **Ergonomia do objeto**: Sistema técnico de leitura ergonômica. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2012.
- HIRA, D.S. An ergonomic appraisal of educational desks. **Ergonomics**, v. 23, n. 3, p.213-221, 1980.
- IIDA, I.; BUARQUE, L. **Ergonomia**: Projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2016.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Blücher, 2008.
- OLIVEIRA, J. M. et al. Ergonomia de carteiras escolares e sua influência no estresse físico de alunos do ensino fundamental. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p.1-15, 2011.
- PAINHAS, M. do C. **Ergonomia e educação**: Um projecto de escola com base nos princípios ergonómicos. 2015. 658 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência da Educação, Departamento de Didáctica e Organização Escolar, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2015.
- SMITH, L. K.; WEISS, E. L.; LEHMKUHL, L. D. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom**. São Paulo: Manole, 1997.
- STRABELI, G. I.; NEVES, E. P. Ferramentas, métodos e protocolos de análise ergonômica do trabalho. In: 15º ERGODESIGN & USIHC, 15., 2015, Recife-UFPE. **Anais...** . Recife: ERGODESIGN & USIHC, 2015. p. 1-13.