

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA**

**ALIDO RONCHI**

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE CARTEIRA ESCOLAR PARA  
ACOMODAR ALUNO E SEGUNDO PROFESSOR**

**JARAGUÁ DO SUL, JUNHO DE 2018**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA**

**ALIDO RONCHI**

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE CARTEIRA ESCOLAR PARA  
ACOMODAR ALUNO E SEGUNDO PROFESSOR**

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos de obtenção do título de Tecnólogo em Fabricação Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Edson S. M. Teixeira

**JARAGUÁ DO SUL, JUNHO DE 2018**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
por meio do programa de geração automática do câmpus Rau, do IFSC

Ronchi, Alido Desenvolvimento de projeto de carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor / Alido Ronchi ; orientação de Edson Sidnei Maciel Teixeira. Jaraguá do Sul, SC, 2018. 63 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul - Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. .  
Inclui Referências.

1. Carteira escolar. 2. Aluno com deficiência. 3. Segundo professor. 4. Inclusão nas escolas. I. Teixeira, Edson Sidnei Maciel. II. Instituto Federal de Santa Catarina. . III. Título.

ALIDO RONCHI

DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE CARTEIRA ESCOLAR PARA ACOMODAR  
ALUNO E SEGUNDO PROFESSOR

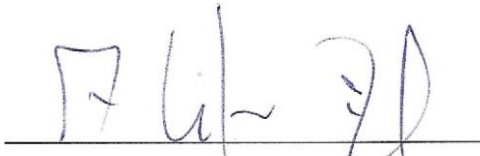
Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em  
Fabricação Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo  
indicada.

Jaraguá do Sul, 20 de junho de 2018



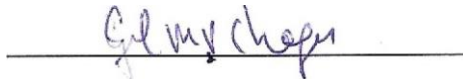
Prof. Dr. Edson Sidnei Maciel **Teixeira**  
Orientador

IFSC - Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Me. Alexandre Zammar Pro

IFSC - Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Dr. Gil Magno Portal Chagas

IFSC — Campus Jaraguá do Sul - RAU

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pois é nele que busco forças nos momentos mais difíceis!

A minha esposa Eliana Pigosso Ronchi e ao meu enteado Kevin Pigosso dos Santos, pois sem seu apoio e incentivo, eu não conseguiria chegar até aqui! Sua paciência e carinho foram fundamentais para que eu pudesse passar esse período de graduação.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Edson Sidnei Maciel Teixeira por ser paciente presente e atencioso, em todos os momentos em que eu me vi perdido, sem saber qual seria o próximo passo e como prosseguir.

Aos amigos e colegas, de modo especial ao Paulo Ricardo Borgmann Sembarski e a Priscila Eduarda Kraft Lopes, cuja amizade será lembrada por toda a vida! Seu incentivo e contribuição nos meus estudos foram de muita valia, para que eu pudesse buscar mais conhecimento e ter sempre motivação para lutar nos momentos de desânimo.

E a todas as pessoas que de maneira direta ou indireta, me ajudaram a tomar todas as decisões que me trouxeram até aqui. Aos que me ajudaram a crescer espiritualmente, profissionalmente ou como pessoa, através de suas atitudes e/ou palavras para comigo, sejam elas quais forem!

## RESUMO

Cada dia mais a inclusão social em sala de aula é um tema pertinente em vários âmbitos da sociedade. Investe-se na adaptação do meio, bem como no treinamento de professores para que possam ser mais capacitados para atuar na inclusão dos alunos com deficiência. Este trabalho utilizou a impressão que os segundos professores têm das condições de acomodação hoje na sala de aula disponíveis para aluno com deficiência e segundo professor. Através de respostas dadas a um questionário com perguntas descritivas, buscou-se desenvolver um projeto de uma carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor, observando os fatores ergonômicos envolvidos. Foram coletadas informações junto aos segundos professores de Jaraguá do Sul e estas informações foram utilizadas para, através de um método de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), chegar à concepção de um projeto de uma carteira para acomodar aluno e segundo professor de maneira ergonômica. Alguns fatores foram determinantes para se chegar ao resultado do trabalho, como por exemplo a posição do segundo professor em relação ao aluno e localização do aluno em sala. Os fatores ergonômicos relacionados ao esforço muscular realizado durante o período em sala pelo segundo professor e pelo aluno também foram de grande valia e foram buscados através de pesquisa bibliográfica. Assim foi possível apresentar como resultado a concepção de um projeto de uma carteira para acomodar aluno e segundo professor, contendo regulagens de altura e largura e podendo os acomodar de maneira ergonômica ambos, melhorando as condições de inclusão do aluno com deficiência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carteira escolar. Aluno com deficiência. Segundo professor. Inclusão nas escolas, Processo de Desenvolvimento de Produto.

## ABSTRACT

Every day social inclusion in the classroom is a relevant theme in various spheres of society. It is invested in the adaptation of the environment, as well as in the training of teachers so that they can be better able to act in the inclusion of students with disabilities. This work has used the outlook that the second teachers have of the accommodation conditions in the classroom available to students with disabilities and second teachers. Through answers given to a questionnaire with descriptive questions, we tried to develop a project of a school portfolio to accommodate student and second teacher, observing the ergonomic factors involved. Information was collected from the second teachers of Jaraguá do Sul and this information was used to arrive at the design of a portfolio project to accommodate the student and the second teacher in an ergonomic way through a Product Development Process (PDP) method. Some factors were determinant to reach the result of the work, such as the position of the second teacher in relation to the student and the location of the student in the classroom. The ergonomic factors related to the muscular effort performed during the period in the classroom by the second teacher and by the student were also of great value and were searched through bibliographic research. Thus it was possible to present as a result the design concept of a project to accommodate student and second teacher, containing height and width adjustments and being able to accommodate all ergonomically, improving the conditions of inclusion of the disabled student.

**Keywords:** School desk. Students with disabilities. Second teacher. Inclusion in schools.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 PROBLEMA DE PESQUISA</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3 HIPÓTESE</b> .....	<b>10</b>
<b>1.4 OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	10
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 CENÁRIO DA INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 MOBILIÁRIO ESCOLAR</b> .....	<b>14</b>
<b>2.3 ERGONOMIA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.4 PDP PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS</b> .....	<b>19</b>
<b>2.5 INFLUENCIA DO MOBILIÁRIO ESCOLAR NO DESENVOLVIMENTO DO ALUNO</b> .....	<b>27</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>28</b>
<b>4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>54</b>
REFERÊNCIAS .....	57
APÊNDICE A .....	61
APÊNDICE B .....	62



## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Considerações Iniciais**

Segundo a Constituição Federal art. 205, parágrafo único, “A educação é um direito de todos”. A constituição não menciona distinção alguma quanto a capacidade de aprendizado de cada indivíduo. Dentro deste contexto, devemos considerar que cada pessoa tem suas particularidades e suas dificuldades. Motivo pelo qual, buscaram-se maneiras e métodos para promover a inclusão daqueles que possuem algum tipo de deficiência (BRASIL, 1988).

Para aumentar o acesso à educação aos portadores de deficiência, ambientes muitas vezes precisam ser adequados e pessoas qualificadas. Buscando assim, uma inclusão maior, no que diz respeito à educação destes indivíduos.

No estado de Santa Catarina a Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE) e a Secretaria de Estado da Educação (SEE), são as responsáveis por promover a inclusão social nos colégios estaduais. Conforme estabelece a Resolução 100, de 13 de dezembro de 2016 do Conselho Estadual de Educação de Santa Catarina (CEE), nos casos onde existe a necessidade, inclui-se um segundo professor para auxiliar o aluno com deficiência em sala de aula.

O segundo professor é um profissional com formação em educação especial, que auxilia, ajuda, acompanha, apoia, dá suporte, atende e orienta individualmente o aluno com deficiência e adapta aos mesmos os conteúdos do currículo escolar. Não sendo confundido com o professor regente, que é o responsável por ministrar a aula e aplicar os conteúdos do plano de ensino junto a turma. A necessidade do trabalho do segundo professor, se dá pelo fato de o aluno com deficiência possuir algumas dificuldades que muitas vezes o impedem de acompanhar o restante da turma sem ajuda.

Para a acomodação do aluno com deficiência e segundo professor em sala de aula, são utilizados os móveis disponíveis. Estes muitas vezes, não atendendo a necessidade de aluno e segundo professor, pelo fato de serem projetados para pessoas que não possuem deficiência. Também, não prevendo um segundo

professor, causando assim, riscos ergonômicos tanto para o aluno quanto para o professor.

A redução dos riscos e problemas gerados pela adaptação, devido a concepção atual de mobiliário que prevê apenas o aluno sem deficiência e não prevê o segundo professor, pode ser atendida pelo desenvolvimento de um novo produto. Este, mais orientado às necessidades do aluno com deficiência e segundo professor, pode ser desenvolvido através de um método de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), pode-se chegar a uma solução para esta necessidade.

Numa primeira etapa, se torna necessário coletar o máximo de dados possíveis através de questionário a ser aplicado aos segundos professores. Em posse dos dados, aplica-se um método de PDP, visando a solução mais adequada. Neste caso, optou-se por utilizar as etapas de Planejamento do Projeto, Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado, derivado dos conceitos de Rosenfeld et al., (2006) e Back et al., (2008).

Hoje a acomodação do aluno com deficiência e do segundo professor é feita com o mobiliário disponível em sala de aula. Este mobiliário, não foi projetado para atender alunos com deficiência e um segundo professor.

O fator ergonomia, no que diz respeito ao conforto do usuário do produto, tem muita importância e deve ser levado em consideração, quando se fala em acomodar o aluno com deficiência e também o segundo professor. Para a resolução deste problema, um mobiliário projetado com esta finalidade pode ser a solução mais adequada para a acomodação de alunos com deficiência e segundos professores em sala de aula.

## **1.2 Problema de pesquisa**

Em alguns casos onde os alunos possuem deficiência, se tem utilizado um segundo professor para auxiliar este aluno em sala de aula. O trabalho dos segundos professores tem obtido resultados positivos, no que diz respeito ao aprendizado. Porém, a estrutura física (sala de aula) e o mobiliário (carteira escolar e cadeira

escolar) disponíveis não foram projetados prevendo o segundo professor, nem o aluno com deficiência.

A falta de mobiliário específico pode vir a trazer riscos ergonômicos para este profissional ou até mesmo para o aluno. Inclusive pode vir a atrapalhar o andamento da aula, ou o trabalho do professor regente da turma.

Tal situação gera um problema a ser resolvido: Como acomodar o aluno com deficiência e o segundo professor em sala de aula?

### **1.3 Hipótese**

É possível desenvolver um móvel para uso compartilhado para aluno e segundo professor, que seja ergonômico e atenda outras necessidades humanas possíveis.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo geral**

Desenvolver uma carteira escolar de uso compartilhado de aluno e segundo professor de modo ergonômico, observando as normas de fabricação de móveis escolares.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Verificar as impressões dos segundos professores de Jaraguá do Sul e região, sobre as condições atuais de acomodação de alunos com deficiência e segundos professores nas escolas;
- Transformar os dados coletados em requisitos aos quais o produto deverá atender para suprir as necessidades de alunos e segundos professores;

- Desenvolver o projeto de um produto que atenda aos requisitos determinados pela coleta de dados.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Cenário da inclusão de alunos com deficiência

A Constituição Federal de 1988 cita o seguinte sobre a educação especial:

Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Art. 206. O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: - Igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;

Art. 208. O dever do Estado com a Educação será efetivado mediante a garantia de: III - atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino (BRASIL, 1988);

Conforme Brasil (2010), é reconhecido pelos Estados Partes, o direito à educação das pessoas com deficiência. Será efetivado pelos Estados Partes esse direito, sem discriminação e com base na igualdade de oportunidades, através da garantia de um sistema educacional inclusivo em todos os níveis. Igualmente o aprendizado ao longo de toda a vida. Serão do mesmo modo asseguradas adaptações razoáveis de acordo com as necessidades individuais.

Deficiência pode ser descrita como: "Toda perda ou anomalia de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano" (BRASIL, 1999).

Segundo o Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009 que Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007, a deficiência resulta da interação entre pessoas com deficiência e as barreiras devidas às atitudes e ao ambiente e impedem a participação dessas pessoas na sociedade em igualdade de oportunidades com as demais pessoas (BRASIL, 2009). Segundo o mesmo Decreto, todas as pessoas com deficiência têm o direito à educação. Deve ser assegurado um sistema educacional inclusivo em todos os níveis, bem como o aprendizado ao longo de toda a vida. O Decreto Lei 3298/1999, em seu artigo 4º,

incisos I a V, retificado por meio do Decreto 5296/2004, define bem quem são as pessoas com deficiência com riqueza de detalhes:

Artigo 4o: É considerada pessoa portadora de deficiência a que se enquadra nas seguintes categorias:

I - deficiência física - alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções;

II - deficiência auditiva - perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500HZ, 1.000HZ, 2.000Hz e 3.000Hz;

III - deficiência visual - cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60o; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores;

IV - deficiência mental – funcionamento intelectual significativamente inferior à média, com manifestação antes dos dezoito anos e limitações associadas a duas ou mais áreas de habilidades adaptativas, tais como: a) comunicação; b) cuidado pessoal; c) habilidades sociais; d) utilização dos recursos da comunidade; e) saúde e segurança; f) habilidades acadêmicas; g) lazer; e h) trabalho; I) deficiência múltipla – associação de duas ou mais deficiências (BRASIL, 2004).

Segundo Catarina (2006), A rede pública de ensino, quando necessário, deverá disponibilizar segundo professor em turma, habilitado em educação especial, atuando com o professor regente nas turmas onde exista matrícula de educandos, que requeiram dois professores em turma. Inclusive em quaisquer situações que exijam a presença de um profissional da área atuando junto ao aluno com deficiência.

Conforme a Resolução CEE/SC Nº 100, de 13 de dezembro de 2016 que estabelece normas para a Educação Especial no Sistema Estadual de Educação de Santa Catarina, será disponibilizado um segundo professor de turma, nas turmas que possuam alunos com diagnóstico de deficiência intelectual, transtorno de espectro autista e/ou deficiência múltipla, que demonstram comprometimento significativo nas interações sociais e na funcionalidade acadêmica, desde que matriculados e frequentando as aulas regularmente. Também em casos de deficiência física que apresentem graves comprometimentos motores e que causem dependência em atividades de vida prática (CATARINA, 2016).

Em contrapartida, não se prevê um espaço e nem mobiliário, específicos, destinados especificamente ao segundo professor, para que este possa auxiliar no aprendizado do aluno com deficiência. Existindo assim, a possibilidade desta situação gerar problemas relacionados ao conforto e acomodação dos envolvidos.

Existe também a possibilidade da presença em sala de um segundo professor, ser um motivo para o desvio da atenção dos demais alunos. Por não existirem acomodações próprias para o atendimento do aluno com deficiência pelo segundo professor, se faz necessário que se utilize um mobiliário projetado para atender alunos que não possuam deficiência sem prever a presença de um segundo professor. Fazendo uso desse mobiliário, de maneira diferente do usual. Isso pode acabar de alguma maneira tirando a atenção dos demais alunos.

## **2.2 Mobiliário escolar**

Conforme Nunes et al. (1995), o design do mobiliário escolar pode influenciar no comportamento dos alunos, criando e mantendo determinadas atitudes. O mobiliário escolar tem relativa influência sobre o desempenho, segurança, conforto e em várias atitudes dos alunos (MORO et al., 1997).

Quando se trata de mobiliário escolar, no Brasil, é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o órgão responsável pela normalização técnica no país, quem estabelece os parâmetros e requisitos mínimos para a fabricação de mesas e cadeiras escolares. No que diz respeito aos aspectos ergonômicos, de acabamento, identificação, estabilidade e resistência. Inclusive quanto às medidas dos mesmos. Esses parâmetros são estabelecidos através da norma NBR 14006/2008 – “Móveis escolares: assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais”. Essa norma sugere que as carteiras escolares devem, preferivelmente, ser confeccionadas em estrutura metálica, com tampos, assentos e encostos feitos em madeira maciça ou compensado.

A norma afirma que as dimensões sugeridas para o mobiliário escolar, mesas e cadeiras, são baseadas na norma ISO 5970. A NBR 14006/2008 estabelece seis diferentes faixas de dimensões para mesas e cadeiras escolares (ABNT, 2008). Estas faixas são diretamente relacionadas com a altura dos estudantes e são

identificadas por cores conforme mostrado na Figura 1. Essa norma não trata de regulagens em carteiras escolares, nem medidas específicas para alunos com deficiência.

Para o caso de mobiliário para alunos com deficiência, a norma para consulta, é a NBR 9050 – “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, que recomenda as medidas utilizáveis no mobiliário. Esta norma não trata especificamente de mobiliário escolar, porém, como as medidas de largura e altura, são baseadas no espaço necessário para acomodar um indivíduo cadeirante que possa vir a utilizar a mesa e pelo fato de as cadeiras de rodas terem medidas padronizadas, essas podem ser sugeridas inclusive para o mobiliário escolar. São sugeridas, largura mínima sob o tampo de 0,73m, profundidade livre mínima de 0,50m, de modo que o aluno com deficiência, denominado nessa norma P.C.R., pessoa com cadeira de rodas, tenha a possibilidade de avançar sob a mesa, altura mínima entre 0,75m e 0,85m do piso acabado. Deve ser garantida ainda circulação adjacente que permita giro de 180° à P.C.R (ABNT, 2008).

Figura 1 – Medidas de carteira escolar

Identificação do tamanho		0	1	2	3	4	5	6	7
Identificação da cor		Branco	Laranja	Lilás	Amarela	Vermelha	Verde	Azul	Marrom
Faixas de estatura		800 a 950	930 a 1 160	1 080 a 1 210	1 190 a 1 420	1 330 a 1 590	1 460 a 1 765	1 590 a 1 880	1 740 a 2 070
$b_1$	Largura mínima do tampo <sup>d</sup>	-	600 <sup>a</sup>	600 <sup>a</sup>	600 <sup>a</sup>	600 <sup>a</sup>	600	600	600
$b_2$	Largura mínima do espaço para as pernas	-	500 <sup>b</sup>	500 <sup>b</sup>	500 <sup>b</sup>	500 <sup>b</sup>	500	500	500
$h_1$	Altura do tampo (tolerância $\pm 10$ mm)	400	460	530	590	640	710	760	820
$h_2$	Altura mínima para movimentação das coxas	325	380	440	495	545	610	665	725
$h_4$	Altura mínima para movimentação dos joelhos	275	325	375	420	465	520	565	620
$t_1$	Profundidade mínima do tampo <sup>d</sup>	-	500 <sup>c</sup>	500 <sup>c</sup>	500 <sup>c</sup>	500 <sup>b</sup>	500 <sup>b</sup>	500 <sup>b</sup>	500
$t_2$	Profundidade mínima do espaço para as pernas	300	300	300	300	400	400	400	400
$t_3$	Profundidade mínima para movimentação das pernas	400	400	400	400	500	500	500	500
$r_3$	Raio mínimo da borda de contato com o usuário	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
$r_4$	Raio mínimo de arestas e quinas	1	1	1	1	1	1	1	1
$R_5$	Raio mínimo de curvatura dos cantos	20	20	20	20	20	20	20	20
<sup>a</sup> Pode-se reduzir para até 550 mm quando as condições educativas o exigirem.									
<sup>b</sup> Pode-se reduzir para até 450 mm quando as condições educativas o exigirem.									
<sup>c</sup> Pode-se reduzir para até 400 mm quando as condições educativas o exigirem.									
<sup>d</sup> No caso de tampo com formas geométricas não retangulares, sua superfície deve permitir a inserção de um retângulo com as dimensões $b_2 \times t_3$ , correspondente à projeção do poliedro, conforme Figura 2.									



## 2.3 Ergonomia

A ergonomia surgiu logo após a II Guerra Mundial, como consequência do trabalho interdisciplinar realizados por engenheiros fisiologistas e psicólogos durante a guerra. A ergonomia física lida com características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, que tenham relação com a atividade física, incluindo a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde do trabalhador (LIDA, 2005).

A definição de ergonomia pode ser dada como sendo um conjunto de ciências e tecnologias que procura uma forma de adaptação do trabalho ao homem, de maneira confortável e produtiva (LIDA, 2005). A palavra ergonomia tem sua origem na língua grega, derivando dos termos ergo (trabalho) e nomos (regras) e significa regras para organizar o trabalho.

Para Couto (1995), o conceito moderno de ergonomia teve seu surgimento em 1948, devido ao projeto da cápsula espacial norte-americana, que exigiu que fosse feito todo um planejamento sobre o tempo e os meios de se fazer uma viagem ao espaço, em decorrência do desconforto enfrentado pelos astronautas no protótipo da cápsula espacial. E assim, pela antropometria, surgiu o conceito de adaptar as condições de trabalho ao homem ao invés de adaptar o homem ao trabalho.

A ergonomia nos dias atuais, tem por objetivo, assegurar a proteção, a satisfação e o bem-estar dos trabalhadores, fazendo com que haja maior harmonia entre os trabalhadores e seus sistemas de produção. Respeitando as características individuais, as necessidades do trabalhador e as normas de grupo. De acordo com o que for possível, busca-se a participação dos próprios trabalhadores quanto as decisões sobre o trabalho (LIDA, 2005).

Segundo Lida (2005), nosso campo de visão é concentrado em 40 graus e os objetos contidos em ângulos maiores que o ângulo do campo central de visão, dificilmente são percebidos, a não ser que os olhos se movimentem. Os objetos

contidos na periferia do ângulo de visão, são detectados primeiro, pela ação dos bastonetes, que são células fotossensíveis localizadas na parte periférica do fundo da retina. Depois os olhos se direcionam para os pontos que lhe chamaram a atenção para então, passarem a focalizá-los diretamente. Assim conseguem fazer uma identificação mais precisa, utilizando para isso os cones, situados no fundo da retina, em sua parte central, que é denominada fóvea central. A máxima exatidão visual é alcançada no momento em que a imagem estiver exatamente sobre a fóvea central. A fóvea central, corresponde ao eixo de visão. Essa região é restrita, abrangendo apenas 1 grau de ângulo visual.

De acordo com Lida (2005), contração muscular é a redução do comprimento do músculo e é causada pelo movimento no sentido longitudinal, das fibras musculares. Fadiga muscular é a redução da força, provocada pela deficiência da irrigação sanguínea do músculo. Esta pode ser superada através de um período de descanso. Quanto mais tempo se mantiver a contração, maior será o estrangulamento da circulação sanguínea, reduzindo o tempo em que poderá ser mantida. A contração máxima do músculo só pode ser mantida por alguns segundos. Para longos períodos de tempo, a contração não pode superar 20% da contração máxima. Se a contração muscular se prolongar, podem surgir dores intensas.

As articulações são recobertas por uma cartilagem embebida por uma substância tipo gel que funciona como lubrificante para as juntas. Quando a compressão dos músculos é mantida por muito tempo, a lubrificação das juntas fica prejudicada (LIDA, 2005).

Segundo Batiz; Nunes e Licea (2012), quando se toma uma postura que force o corpo a sair da posição vertical de equilíbrio de forma constante, durante um tempo prolongado, isto ocasiona fadiga muscular. A ocorrência da fadiga se dá quando o trabalho muscular se realiza durante um período de tempo prolongado.

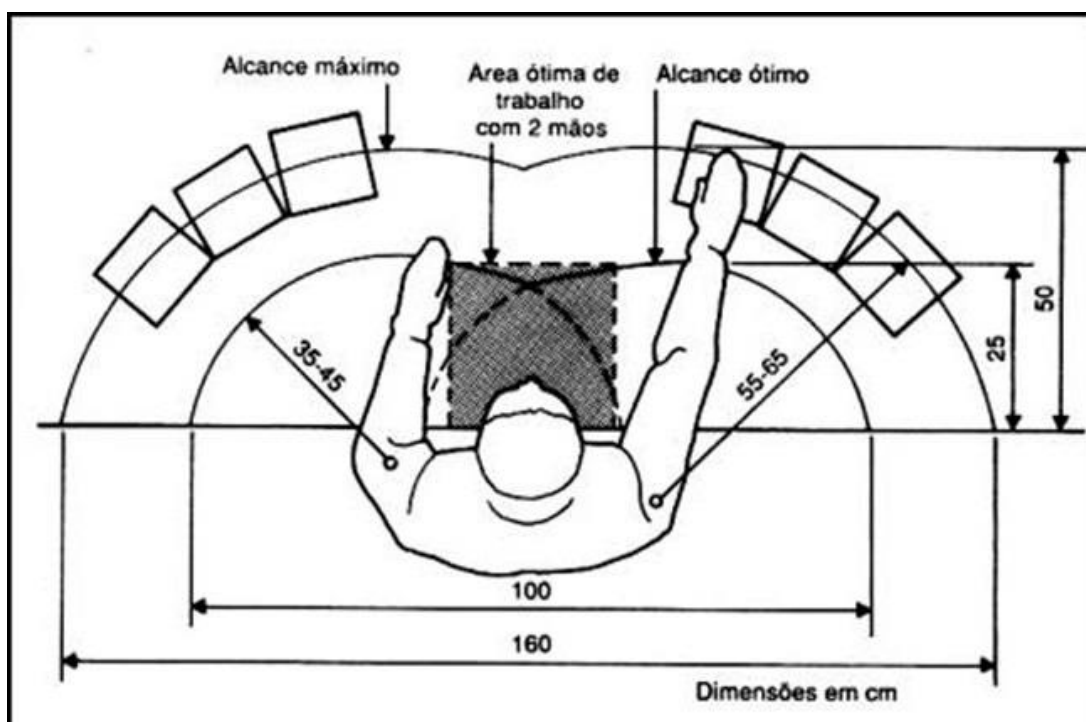
Para Lida (2005), a dor muscular é causada pela acumulação dos subprodutos do metabolismo no interior dos músculos. Esse fato é decorrente das contrações musculares acima da capacidade circulatória, para que sejam removidos os subprodutos do metabolismo. Ocorrem, na maioria dos casos, onde há trabalho estático, pois prejudicam a circulação sanguínea nos vasos capilares. A principal causa das dores são o manuseio de cargas pesadas, ou quando exigidas posturas

inadequadas, como a torção da coluna. Muitas vezes o trabalhador assume posturas inadequadas devido a fatores como projetos deficientes dos postos de trabalho.

Assumir uma postura onde há uma torção do dorso, que é a região que se localiza na parte posterior do corpo, merece atenção a curto prazo. Ou seja, permanecer com as costas viradas para um dos lados, com um grau de torção elevado, por longos períodos de tempo, é uma postura ruim, que provoca desconforto e pode vir a causar doenças (LIDA, 2005).

Conforme Lida (2005), a área de alcance ótimo sobre uma mesa pode ser traçada, girando-se os antebraços em torno dos cotovelos, com os braços ao lado do tronco, descrevendo assim um arco com raio de 35 a 45cm, com a parte central situada em frente ao corpo. As tarefas que exigem acompanhamento visual constante devem ser colocadas entre 20 a 40cm de distância focal. A Figura 2, ilustra essas informações.

Figura 2 – Áreas de alcances ótimo e máximo na mesa, para trabalhador sentado



Fonte: Grandjean (1998)

Os estudos voltados para a área de ergonomia auxiliam nas concepções de novos produtos que venham a ser utilizados no ambiente de trabalho. Visando

atender um maior número de pessoas, trazendo maior conforto e segurança. Para que seja possível essa versatilidade nos produtos, uma ferramenta muito utilizada é o desenho universal, que auxilia na concepção de novos projetos.

Segundo o Decreto Nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004, considera-se desenho universal a concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas. Com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável. Constituindo-se assim, nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade (BRASIL, 2004).

## **2.4 PDP Projeto de desenvolvimento de produtos**

Conforme Rozenfeld et al. (2006), Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é um processo de negócio crucial para a competitividade das empresas. Processos de negócios para Moreira (2010), são um conjunto de atividades elaboradas por uma organização que tem como objetivo um determinado resultado para um cliente, seja ele interno ou externo.

O PDP faz a ligação entre a empresa e o mercado, fazendo com que a empresa tenha uma noção real da verdadeira necessidade do mercado, buscando assim atendê-las. O PDP pode ser desenvolvido segundo um modelo de referência, (ROZENFELD et al., 2006).

No planejamento do projeto para Rozenfeld et al. (2006), deve-se definir quem são os interessados no projeto e identificar suas necessidades, limitações e o tipo de envolvimento com o projeto. Para tanto é indispensável a tomada de ações de planejamento organizacional, tanto quanto montagem e desenvolvimento da equipe. Os conceitos e técnicas da área são organizados e sistematizados para serem tornados um padrão.

O planejamento de projeto no desenvolvimento de produto começa, na formulação de objetivos para a seleção de métodos que contenha a visão, missão, valor e objetivos da equipe de gerenciamento. Ele segue com o processo de elaborar e documentar progressivamente o trabalho do projeto, seu tempo, custos e entre outros elementos importantes para o gerenciamento do projeto (BACK et al., 2008).

O modelo unificado do PDP, segundo Rozenfeld et al. (2006), é dividido em três macro fases. Cada uma dessas macro fases é composta por etapas e atividades de avaliação aplicada a cada etapa. A divisão das três macro fases do PDP, podem ser descritas da seguinte maneira:

- Pré-Desenvolvimento: nessa fase é realizado o planejamento estratégico dos produtos e o planejamento do projeto.
- Desenvolvimento: é a fase onde são realizadas a maior parte das atividades correspondentes ao projeto do produto, são elas: Projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção, e lançamento do produto.
- Pós-Desenvolvimento: essa fase corresponde necessariamente ao planejamento do acompanhamento e da retirada do produto do mercado.

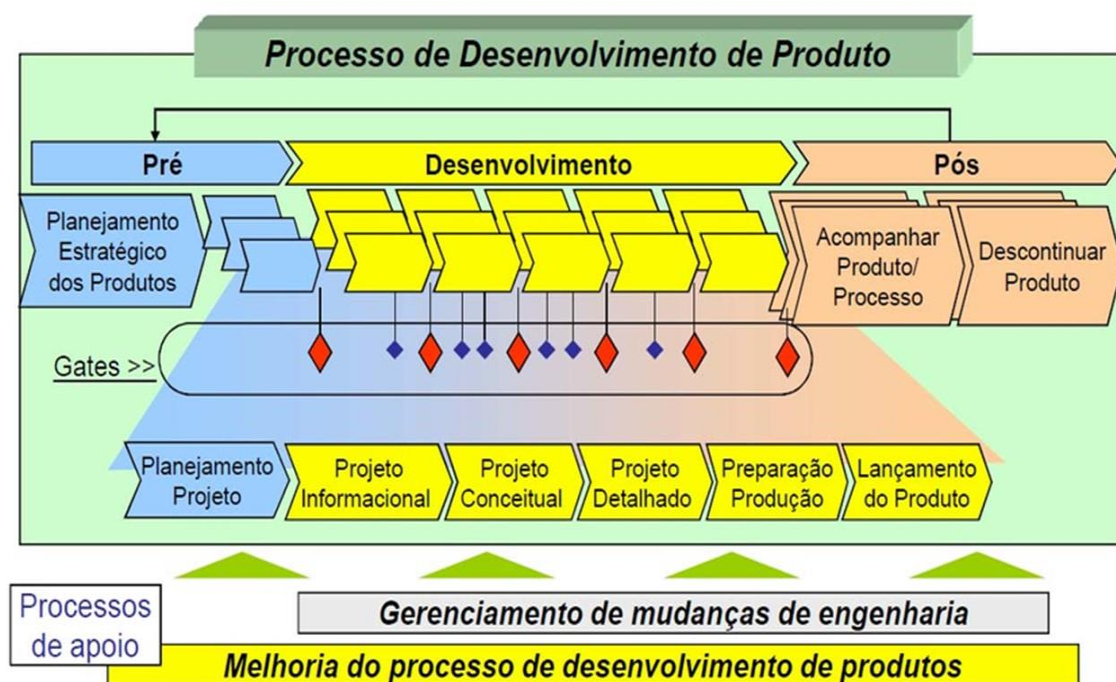
Após a conclusão de cada macro fase, onde completa-se todo o ciclo de etapas e atividades, faz-se então uma avaliação para conferir o êxito de todas as etapas e atividades, conforme programado, ou se existe necessidade de haver uma repetição da etapa.

O desenvolvimento de produto consiste em buscar junto ao mercado suas necessidades e de acordo com as possibilidades e restrições tecnológicas, chegar às especificações de projeto do produto e de seu processo de produção. Faz parte do desenvolvimento do produto, o acompanhamento após seu lançamento, para realizar eventuais mudanças necessárias às suas especificações. Este processo é importante para a competitividade das empresas, devido principalmente a internacionalização dos mercados, aumento da diversidade de produtos e redução de ciclos de vida dos mesmos (ROZENFELD et al., 2006).

Um projeto no PDP de acordo com Rozenfeld et al. (2006), objetiva criar um produto de acordo com o processo já definido em seu início, meio e fim. O novo produto será diferenciado aos outros produtos do portfólio da empresa, por ter sido concebido de forma única em seu processo de desenvolvimento. O planejamento do projeto apresenta informações relacionadas ao objetivo do produto e de seu projeto, às atividades inerentes a ele e previsão de duração das mesmas, orçamento e pessoal necessário para a execução do projeto, aos riscos e aos indicadores de desempenho a serem empregados.

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), o projeto informacional tem por objetivo desenvolver as especificações-meta do produto. Essas especificações, irão nortear a concepção de soluções e amparar critérios de avaliação e tomada de decisões a serem adotados nas próximas etapas do PDP. A representação dos requisitos a serem atendidos pelo produto, vem justamente dessas especificações. Também é nessa fase, que se buscam informações sobre o que se tem no mercado hoje, atendendo a essas especificações e quais as tecnologias aplicadas para a elaboração de tais produtos. As informações sobre as necessidades dos clientes podem ser buscadas através de pesquisa de campo, bem como questionário que contenham perguntas direcionadas a obtenção de dados técnicos e operacionais do novo produto. A figura 3 ilustra modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006), para o PDP, de uma forma didática, colocando os processos de forma ordenada, desde o planejamento do projeto, até o lançamento do produto.

Figura 3 – Modelo de referência do Processo de Desenvolvimento do Produto



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

Contudo para Back et al. (2008), o planejamento do produto resume-se a pesquisar ideias de maneira sistemática. Coletam-se as ideias e avaliam-se seu

potencial, levando-se em consideração os objetivos estratégicos, econômicos e técnicos. A idealização de um produto tem seu início, a partir da decisão de se aprovar determinada ideia de projeto estabelecida. Deve-se nesta fase definir o que é e o que faz o produto, seguindo os passos do PDP e ao alcançar os objetivos, avalia-los e aprova-los.

Requisitos dos clientes são basicamente as necessidades dos clientes convertidas em linguagem de engenharia, a fim de serem compreendidas de maneira mais clara pelas pessoas encarregadas de desenvolver o produto.

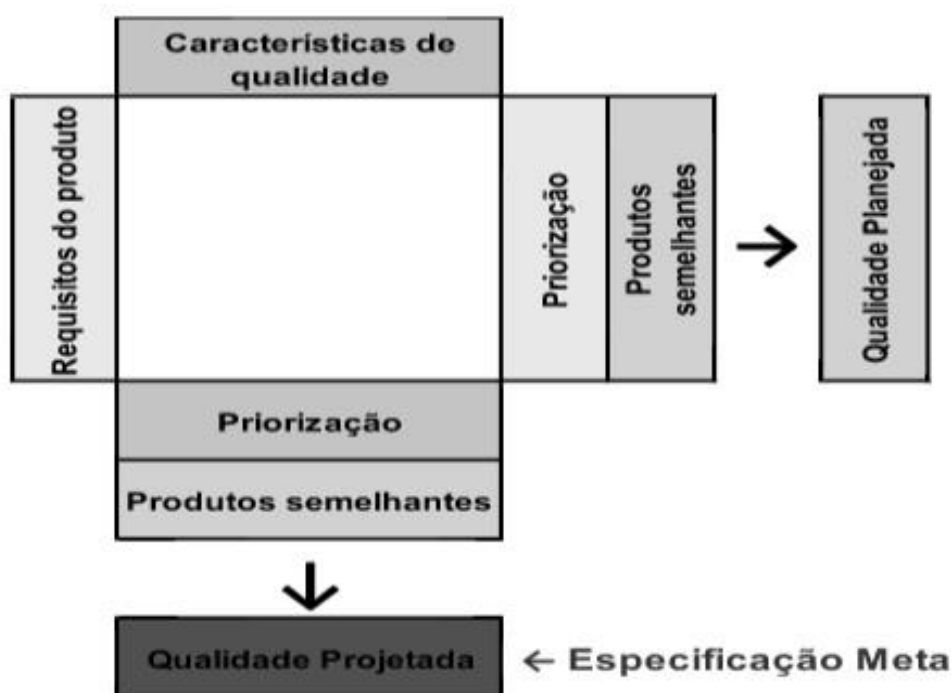
Fonseca (2000), faz duas recomendações quanto as frases a serem utilizadas para auxiliar na conversão de necessidades apontadas pelos clientes, em requisitos de clientes:

- Frase composta por um dos verbos ser, estar ou ter seguido de um ou mais substantivos;
- Frase composta por um outro verbo, seguido de um ou mais substantivos, denotando, neste caso, uma possível função do produto.

Requisitos de projeto são características técnico-físicas mensuráveis, que o produto deve ter para satisfazer os requisitos dos clientes, Fonseca (2000). Partindo desse conceito, obtém-se uma lista de requisitos de projeto enxuta e completa.

A estrutura dos requisitos de projeto deve estar disposta de maneira a atender às necessidades dos clientes, colocando como essencial os requisitos que os clientes consideram de maior importância para o produto. Para essa atividade inerente a essa fase do projeto de desenvolvimento de produto, utiliza-se a ferramenta casa da qualidade ou primeira matriz do QFD (Quality Function Deployment – Desdobramento da Função Qualidade). Essa ferramenta será a base para a transformação dos requisitos dos clientes em requisitos do produto, avaliando o grau de importância de cada item. A Figura 4 ilustra a ferramenta Matriz da qualidade. Mostrando como se dispõe os dados de maneira a buscar um princípio de solução para cada requisito do produto.

Figura 4 – Matriz casa da qualidade



Fonte: Rozenfeld et al., (2006)

Segundo Cheng e Melo Filho (2010), o QFD é uma maneira de se compreender as informações arranjadas, relaciona-las com a qualidade e identificar como obtê-las. Tem por objetivo garantir a qualidade durante todo o desenvolvimento de produto. QFD se divide em Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito (QFDr). A finalidade do QD é converter os requisitos dos usuários em características de qualidade. Já o QFDr, se define como o desdobramento dos detalhes das funções.

Os dados coletados através de pesquisas de campo são fonte primordial de informações para o desenvolvimento do produto. Os dados no QFD são transformados no perfil da qualidade conforme a tabela de qualidade exigida. Os itens da qualidade devem poder ser mensuráveis no produto final, para isso é necessário identificá-los.

Um ponto importante na tabela de acordo com Baxter (2000), são as análises de produto concorrentes. Essas revelam as oportunidades de inovação do produto que será criado bem como as demandas a serem atendidas quanto as funções dos produtos. Uma maneira comum para o desenvolvimento dessas análises consiste na desmontagem dos produtos concorrentes, onde se obtém mais dados a



respeito, para serem colocados na tabela do QFD, com a finalidade de compará-los com o produto novo. Após a acareação entre valores atuais das características da qualidade com as dos produtos existentes, deve-se estabelecer as especificações técnicas do novo produto que melhor atendam às necessidades. As especificações técnicas são então inseridas na matriz da qualidade.

Nas especificações do projeto estão contidos os requisitos de projeto hierarquizados com seus valores metas, as formas de avaliação destes valores e seus aspectos indesejáveis, FONSECA (2000).

O Quadro de especificações do projeto é a finalização da fase de Projeto Informacional. Serve como informação referência para as próximas fases do projeto. Já as especificações-meta são parâmetros quantitativos e mensuráveis que auxiliam na geração de soluções para o problema do projeto. As especificações-meta podem ser o alicerce no qual serão fundamentados os critérios de avaliação e de tomada de decisões em etapas posteriores do processo de projeto, ROZENFELD et al. (2006).

Após a finalização do projeto informacional, em posse das especificações-meta, é dado início a próxima fase do PDP, que é a fase do projeto conceitual para que se possa chegar a uma definição da concepção do projeto.

A finalidade do projeto conceitual segundo Baxter (2000), consiste em definir os fundamentos do projeto do novo produto. O projeto conceitual deve apontar como o novo produto foi concebido, de maneira a atingir os objetivos de seus respectivos desenvolvedores. As metas devem estar bem definidas para que se possa obter a devida compreensão das necessidades do público-alvo. A partir desta base de informações o projeto conceitual desenvolve as funções do produto, detalhando suas funções e os conceitos destas no produto.

Para Back et al. (2008), os desenvolvedores precisam conceber soluções alternativas no intuito de atender as especificações do projeto. A meta é determinar a estrutura funcional do produto projetado e auxiliar na busca por princípios de solução, que determinam as funções do produto. Esta etapa se divide em duas atividades: estabelecer a função global e estabelecer a estrutura funcional.

Pesquisar por princípios e soluções é uma das etapas mais importantes desta fase do projeto. Nesta são encontrados e atribuídos às funções da estrutura funcional os princípios de soluções, sendo que estes darão forma ao produto.

Conforme Rozenfeld et al. (2006), as soluções podem ser representadas por meio de esquemas, croquis e desenhos, podendo ser manuais ou computacionais. É feita então uma seleção das soluções propostas com base em métodos adequados, apoiados nessas especificações, como por exemplo o método da matriz morfológica.

De acordo com Back et al. (2008), o método da matriz morfológica define-se como uma pesquisa ordenada composta de diferentes combinações de princípios e fundamentos, que objetivam encontrar uma solução para o problema proposto.

Conforme Rozenfeld et al. (2006), alguns parâmetros discriminam as características ou funções que o produto ou processo deverá possuir ou atender. Sendo que para cada função, se desenvolvem vários princípios de soluções possíveis para atender aos requisitos do produto. De modo a permitir que mais de uma solução sejam consideradas, a matriz oferece uma estrutura onde se torna possível a obtenção de soluções alternativas para o produto.

A Figura 5 mostra um exemplo de matriz morfológica, com vários princípios de solução propostos para atender as funções do produto.

Figura 5 – Exemplo de Matriz Morfológica

<b>Funções</b>	<b>Princípios de solução</b>							
Acomodar o usuário sentado								
Acomodar usuário encostado								
Apoiar utensílios de alimentação								
Apoiar utensílios de estudo								
Armazenar/organizar utensílios de estudo								
Acomodar com segurança o usuário	Proteção nos elementos de junção	Cantos arredondados	Material Resistente	Dimensões ergonômicas	Formato que sustente	Mecanismos intuitivos		

A partir da matriz morfológica podem ser combinados vários princípios de soluções para cada requisito do produto, pois cada linha da matriz detém vários princípios de solução que podem ser combinados com os um outro princípio de cada linha da matriz, para a obtenção de um possível conceito para o produto.

Entretanto combinar todas as possíveis soluções geraria um grande número de modelos. Isso tornaria extensa e cansativa esta fase do trabalho. Além do que, algumas concepções não seriam viáveis ou mesmo realizáveis, técnica e economicamente (MENEGATTI, 2004). Observou-se alguns critérios decisivos quanto ao número de combinações geradas. Somente juntar subfunções com princípios de solução compatíveis, procurar por soluções que atendam necessariamente a especificação de projeto e às restrições de orçamento. Identificar combinações propícias, estipulando as razões que justifiquem a preferência. Tomar como base a estrutura de funções e empregando o bom senso, para se chegar a melhor definição através da matriz morfológica (PAHL E BEITZ 1996; FERREIRA 1997; REIS 2003; SCALICE 2003 e MENEGATTI 2004).

Conforme Rozenfeld et al. (2006), a elaboração da arquitetura do produto, aparece após finalizada a geração de alternativas. A arquitetura do produto é um esquema pelo qual os componentes funcionais do produto são combinados em partes físicas. As partes do produto são relacionadas com os princípios de solução de cada componente dentro do conjunto que traz a solução total. Assim sendo, as alternativas de solução se desdobram em sistemas, subsistemas e componentes (SSC), os quais deverão atender aos requisitos, no que diz respeito às funções do produto.

Para Tondolo Costa e Tondolo (2004), o processo de desenvolvimento de produto (PDP) colabora diretamente com o planejamento competitivo organizacional, desenvolvendo produtos com custos e características compatíveis às exigências do mercado.

O PDP carrega consigo, diferenças fundamentais em comparação ao gerenciamento dos projetos de engenharia. Destas, são três que ficam em evidência, conforme Rezende (2008):

- É de suma importância o estudo do ambiente político-institucional na fase de concepção, para a construção do nivelamento de interesses dos parceiros no projeto;
- Também é fundamental a equiparação do entendimento de que o “cliente” do projeto é a comunidade local, e não os seus patrocinadores;
- As competências comportamentais exigidas do gestor de projetos de desenvolvimento são maiores. Não apenas assimilando as dinâmicas sociais e as relações interpessoais, mas se colocando ajustadamente como gestor perante essas.

## **2.5 Influencia do mobiliário escolar no desenvolvimento do aluno**

Conforme Oliveira (2008), promover a saúde no ambiente da escola é um dos objetivos em nossa atual realidade. Nas primeiras fases de ensino que se iniciam os desvios de postura corporal nocivos ao desenvolvimento e crescimento dos alunos. Perante este tema, são apontados através de pesquisas que os pais e os professores devem trabalhar juntos para a promoção da saúde dos escolares.

Segundo Oliveira (2010), a concepção de um mobiliário não é apenas questão de aparência física. Um móvel é, acima de tudo, funcionalidade, ergonomia, percepção espacial e conforto. Quando a questão do design, este vai muito além do próprio desenho. O design deve se preocupar com o desempenho e utilidade do produto.

Através de análise do comportamento de estudantes, Oliveira, (2006) concluiu que o mobiliário escolar tem influência direta no comportamento dos alunos em sala de aula. E que a dispersão e falta de atenção são estimuladas pelo desconforto.

De acordo com Dierings (2014), a formação do caráter humano resulta das relações que o indivíduo tem na sociedade. Sendo a escola grande influenciador em sua formação, tendo em vista que grande parte das relações se estabelecem na idade escolar. A partir de então, a convivência com as diferenças faz parte das relações humanas.

### **3. DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 Planejamento do projeto**

Para o desenvolvimento de um produto, é importante a compreensão da situação do público alvo e também de suas necessidades. É importante haver uma boa percepção do cenário atual e suas consequências para o meio no qual está inserido esse público.

Se fez necessário uma pesquisa sobre o cenário de inclusão dos alunos nas salas de aula e as dificuldades enfrentadas pelos responsáveis por essa inclusão. Tal coleta de dados específicos dos usuários e suas reais necessidades, averiguando e percebendo os critérios necessários para o desenvolvimento da proposta de um novo produto pode trazer resultados significantes aos envolvidos.

Para uma coleta de dados com elementos suficientes para uma avaliação do cenário atual de inclusão nas escolas, em um primeiro momento foi-se em busca de informações junto a GERED (Gerência Regional de Educação), para se avaliar a possibilidade de se fazer uma coleta de dados junto aos profissionais diretamente ligados a esta área. Para se buscar informações sobre a atual situação da inclusão nas escolas estaduais no que diz respeito a legislação vigente, bem como informações sobre a acomodação dos envolvidos. GERED é o órgão da Secretaria da Educação de Santa Catarina que presta assessoria às escolas estaduais de educação em Santa Catarina, orientando à implementação do projeto político pedagógico (P.P.P.) em cada estrutura escolar, onde pode-se obter informações sobre quais locais e como poder-se-ia colher os dados necessários para a continuidade do trabalho.

Para que fosse possível esta coleta de dados, fez-se necessário uma reunião com os responsáveis pela educação inclusiva em Jaraguá do Sul, onde se averiguou de qual maneira é feita hoje a inclusão dos alunos com deficiência atualmente. Foi apurado que conforme a Resolução 100, de 13 de dezembro de 2016, disponibiliza-se um segundo professor de turma, em alguns casos específicos, supracitados, para acompanhar e auxiliar aos alunos com deficiência, em seu desenvolvimento na área de aprendizagem, intervindo da maneira que for necessária em cada situação. Porém ainda não se tem qualquer orientação de como devem se

acomodar em sala o aluno com deficiência e o segundo professor. Inclusive não se encontrara no patrimônio do Estado até aquele momento, mobiliário próprio para ser utilizado nesse atendimento, tornando a utilização do mobiliário não projetado para o fim de atender ao aluno com deficiência e o segundo professor, de maneira ergonômica.

Não foram encontrados estudos voltados aos resultados desta intervenção, no que diz respeito a ergonomia, de alunos com deficiência e segundos professores. Nem quanto orientações posturais sobre as maneiras de se fazer este trabalho de segundo professor ou quanto a possíveis consequências na saúde do segundo professor. Ou mesmo consequências na saúde do aluno com deficiência, devido ao fato de não haver um móvel próprio para este atendimento em sala de aula. Existe a necessidade de aluno com deficiência e segundo professor se adaptarem a um móvel que não foi feito com o fim de acomodar aluno com deficiência e segundo professor. Porém, não se consegue estimar as consequências disso no aprendizado do aluno com deficiência, nem na saúde do segundo professor.

Foi demonstrado uma preocupação da equipe responsável pela educação especial, quanto a adaptação do segundo professor e do aluno com deficiência aos móveis que estão disponíveis para utilização nas salas de aula de Jaraguá do Sul e região. Foi constatado que a única maneira que se tinha disponível até aquele momento para avaliar as consequências na saúde dos segundos professores, era fazendo perguntas relacionadas aos possíveis sintomas de problemas que pudessem ter como causa o desconforto, ou o esforço muscular constante para se manter em determinada posição.

Seguindo a metodologia apresentada por Rozenfeld et al. (2006), foi elaborado um questionário para a obtenção de dados que ajudaram no desenvolvimento da carteira escolar para acomodar o aluno com deficiência e o segundo professor, o qual foi adequado aos termos apropriados conforme legislação vigente, para melhor compreensão pelos segundos professores, no intuito de obter respostas relevantes para este trabalho. Tal procedimento foi feito com auxílio dos profissionais responsáveis pela educação inclusiva.

O questionário (Apêndice A) contém um número total de 12 perguntas descritivas, que permitem averiguação de como é feita a acomodação do segundo professor e do aluno com deficiência em sala de aula atualmente. Inclusive ter noção

de algumas consequências dessa acomodação, bem como o grau de conforto que se tem com estas condições.

Foi então sugerido pela GERED, a elaboração de um pedido de autorização de pesquisa (Apêndice B), para ser anexado ao questionário no intuito de formalizar a solicitação de pesquisa através de questionário, junto aos segundos professores da rede pública estadual de ensino da cidade de Jaraguá do Sul.

### **3.2 Projeto informacional**

O questionário aplicado através de formulário Google, acessível através do link <https://goo.gl/76utBT> entre os dias 23 de março e 3 de abril do ano corrente (2018), período no qual 27 professores responderam tornando possível a coleta de um total de 324 respostas. O questionário foi encaminhado juntamente com a solicitação de pesquisa, através da própria GERED via mala direta, às escolas estaduais de Jaraguá do Sul, que possuem em seu quadro docente segundos professores atuando na função.

As respostas coletadas foram analisadas e agrupadas por grau de semelhança, para que pudessem apontar as necessidades dos clientes, que são os segundos professores e alunos com deficiência. Para que essas respostas fossem convertidas em requisitos dos clientes através da ferramenta casa da qualidade, contida do processo de PDP adotado para a realização deste trabalho.

As respostas apuradas, indicaram que a presença de um segundo professor em sala de aula, é um recurso que não vem sendo utilizado há muito tempo, tendo em vista o tempo em que os profissionais vêm trabalhando na função. Conforme exposto na figura 6, que indica a porcentagem de professores que trabalham de 0 a 1 ano, de 1 a 2 anos, de 2 a 4 anos de 4 a 6 anos e com mais de 6 anos de atuação na função de segundo professor, totalizando 100% dos entrevistados. Num total de 27 participantes.

Figura 6 – Tempo de trabalho como segundo professor



Fonte: O autor (2018)

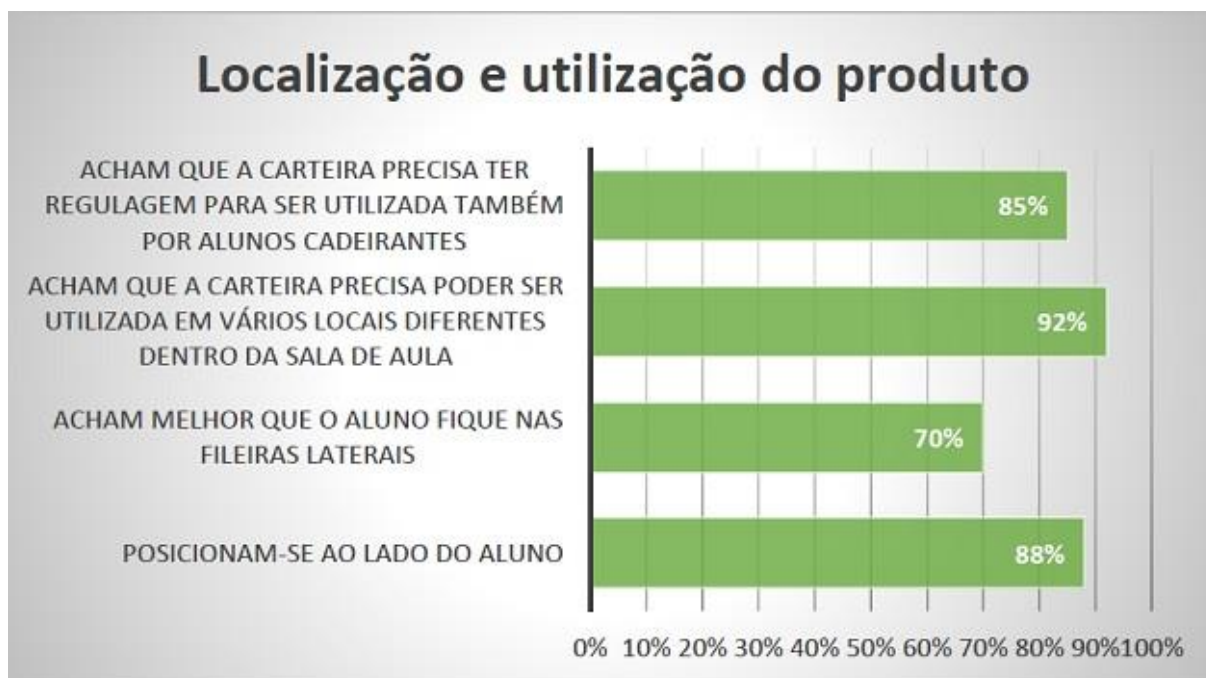
Segundo relatos dos profissionais da área de planejamento de ensino consultados na GERED, a presença do segundo professor em sala de aula tem dado bons resultados. O rendimento escolar dos alunos cresceu, indicando que essa função seja uma ferramenta importante no que diz respeito a inclusão dos alunos com deficiência. Também é uma ferramenta que auxilia o professor regente de turma, pois o mesmo pode conduzir normalmente a sua aula, sem que necessite prestar o auxílio que o segundo professor fornece ao aluno com deficiência. Fazendo com que o andamento da aula transcorra normalmente. Para o aluno com deficiência, a presença do segundo professor é importante, pois faz com que ele tenha a assessoria necessária para acompanhar o restante da turma.

Conforme o retorno das questões propostas, o produto em questão, precisa ter a característica de poder ser utilizado de maneiras diferentes, para atender os quesitos conforto e segurança. Estes quesitos foram identificados a partir das necessidades levantadas pelos entrevistados. Há de ser levado em consideração o fato de cada entrevistado responder a mais de uma pergunta, gerando um gráfico indicando porcentagens em relação ao total de respostas que sugiram determinada



necessidade do cliente, em relação ao número de respostas sobre determinada questão, conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Localização e utilização do produto



Fonte: O autor (2018)

As respostas foram convertidas em linguagem de engenharia, com a ajuda da Casa da Qualidade, onde pode-se definir as características que o produto precisará ter para atender as necessidades dos clientes. Cada requisito apresentado pelos clientes, foi convertido em dados quantitativos, para que pudessem ser mensuráveis no produto final e com isso, poder ser analisada a hipótese de o mesmo atender aos requisitos do projeto.

Ao definir as características do produto, foi possível fazer uma busca junto ao Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) e via internet através de sites de vendas de produtos e sites de inovações tecnológicas. Pesquisa esta, feita com o intuito de encontrar patentes, pedidos de patentes, de projetos ou produtos, ou até mesmo produtos disponíveis no mercado, que possuíssem os requisitos apresentados, visando encontrar algum produto com a capacidade de acomodar o aluno e o segundo professor de maneira segura e confortável. Foram então analisadas

as concepções encontradas, e comparadas suas características com os requisitos dos clientes, através da ferramenta Casa da Qualidade.

Algumas das concepções mais relevantes encontradas estão dispostas a seguir, como é o caso do modelo contido na Figura 8, como exemplificação dos produtos acessíveis hoje e suas características, para que esses possam, posteriormente, serem comparados entre si e com os princípios de soluções concebidos a partir da aplicação do método proposto anteriormente. Deste modo busca-se ao final deste trabalho, indicar a melhor concepção do produto, para que o mesmo atenda às necessidades dos clientes, propondo assim uma solução ao problema do projeto.

Figura 8 – Carteira escolar para portadores de deficiência física



Fonte: Carvalho (2010)

A concepção mostrada na figura 8, foi projetada para atender alunos com deficiência física, mais precisamente alunos cadeirantes. Desenvolvida para atender alunos cadeirantes de várias idades, tendo como principal inovação a capacidade de regulagem. Este modelo é acionado por comando eletrônico, para regular sua altura e inclinação do tampo.

Alguns modelos desenvolvidos para atender alunos com mais de uma deficiência, projetados com base nos parâmetros do design universal, podem também ser encontrados, como o contido na Figura 9. (CEI) apresentada na Bienal Brasileira de Design setembro de 2010. Estes podem ser utilizados por alunos com deficiência e inclusive por alunos sem deficiência. Porém, não possuem a característica de conseguir atender ao segundo professor e o aluno com deficiência simultaneamente, por não prever espaço suficiente para a acomodação de duas pessoas. Algumas peculiaridades estão presentes nesta concepção, como compartimento para guardar papeis e algumas regulagens possíveis.

Figura 9 – Carteira Escolar Inclusiva



Existem outros produtos disponíveis para comercialização, que possuem a característica de acomodar deficientes físicos e usuários sem deficiência, conforme na Figura 10. Produtos esses, projetados para atender uma deficiência apenas, não possuindo a capacidade de atender ao mesmo tempo um segundo professor, por possuir medidas apropriadas para apenas um usuário.

Figura 10 – Mesa para cadeirante



Fonte: Scool Center Shop (2018)

Provenientes de estudos voltados a inclusão social, projetos semelhantes vêm sendo feitos para ajudar na inclusão dos alunos, levando em consideração a segurança e o conforto que necessariamente o mobiliário deve ter, para que a inclusão do aluno com deficiência seja efetiva. Fazendo com que o seu rendimento escolar seja beneficiado pela estrutura provida pelo mobiliário, além do auxílio do segundo

professor em sala. Benefícios esses que são sentidos pelos usuários de produtos projetados com esse fim.

Para a acomodação de duas pessoas, existem concepções disponíveis no mercado, conforme mostrado na Figura 11. Desenvolvidas com inspiração no mobiliário escolar mais antigo, estas têm a função de acomodar dois alunos lado a lado. Não possuindo regulagem, nem prevendo sua utilização por aluno com deficiência. Tendo em vista que a carteira escolar deve promover segurança e conforto, estas poderiam não ser adequadas para atender aos alunos com deficiência.

Figura 11 – Carteira escolar dupla



Fonte: Ali Express (2018)

Assim como a outra concepção apresentada na Figura 12, com a mesma função, a de acomodar dois alunos, não prevendo seu uso por aluno com deficiência.

Figura 12 – Carteira Escolar 550x480x750mm desmontável 3º Ciclo 785



Fonte: Ricardo e Vaz (2018)

Segundo Baxter (2000), as análises dos produtos concorrentes revelam oportunidades de inovação do novo produto, bem como demandas a serem atendidas quanto as funções dos produtos. Após as análises feitas, os dados obtidos são utilizados para a comparação dos produtos existentes com o novo produto. Em seguida inseridos na matriz da qualidade, A partir deste procedimento a matriz casa da qualidade foi abastecida com dados colhidos através das definições das necessidades dos clientes, com as características dos produtos existentes no mercado e com as características de qualidade projetadas. Feito isso, foram quantificadas cada característica de cada fonte na matriz, a fim de se definir o grau de importância de cada item, tornando possível estabelecer as especificações técnicas do novo produto que melhor atendam às necessidades dos clientes, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Matriz Casa da Qualidade

Casa da qualidade		cm <sup>2</sup>	graus	mm	graus	Índice quantitativo	cm	cm	mm	Grau de importância	carteira simples com 2 cadeiras	carteira dupla	Qualidade planejada (Q.P.)	Índice de melhoria	Argumento de vendas	Peso absoluto	Peso relativo
	Capacidade de acomodar o segundo professor ao lado do aluno	•								5	2	5	5	2,50	1,0	12,5	0,20
	Possibilidade de ser realocado nas fileiras laterais		▲							5	5	5	5	1	1,2	6,0	0,10
	Não atrapalhar a visão dos outros alunos			▲						1	1	1	2	2	1,5	3,0	0,05
	Propiciar visualização do professor regente pelo aluno e segundo professor		•		•					4	3	3	5	1,7	1,5	10,0	0,16
	Possuir regulagem de largura para atender várias situações			•						4	1	1	5	5	1,5	30,0	0,49
	Peso absoluto	1,8	1,6	4,4	1,6	1,8	1,8	4,4	11,2						Total:	61,5	1,00
	Peso relativo	0,16	0,14	0,40	0,14	0,16	0,16	0,39	1,6								
	Carteira simples com 2 cadeiras	2700	0		0	0	0										
	Carteira dupla	5400	0		0	0	0										
	Qualidade projetada	5400	45	590 até 760	45	40	15	500 até 900									
	Unidade de medida																

Fonte: O autor (2018)

Através de pesquisa literária, se percebeu-se que a posição em que o indivíduo se coloca em relação ao objeto que quer observar, influencia diretamente em sua saúde, devido ao fato de o campo de visão central, onde se tem a máxima nitidez do objeto observado ser restrito. Isso faz com que o indivíduo tenha que fazer movimentos para poder observar diretamente algo. Para poder executar esses movimentos, terá que fazer a contração de vários músculos do corpo. Sendo que a contração dos músculos por períodos longos de tempo, pode causar problemas futuros na qualidade de vida. Por esse motivo se fez necessário que o ângulo do segundo professor e do aluno, em relação ao quadro fosse o mais próximo de zero possível. Determinado para isso um ângulo de  $45^\circ$  do aluno e do segundo professor, em relação a parede do quadro.

Da mesma forma as medidas previstas para largura e altura da carteira se basearam nas normas NBR 14006/2008 e NBR 9050, onde foram previstas medidas que atendessem as normas e estivessem acima do mínimo exigido nas mesmas.

Conforme os resultados obtidos com a Casa da Qualidade, construíram-se as especificações do projeto, compostas pelos requisitos de projeto hierarquizados com seus valores metas. Estes, utilizados como formas de avaliação dos valores e aspectos indesejáveis. O quadro de especificações do projeto composto pelos dados obtidos finaliza a fase de Projeto Informacional, servindo inclusive como informações básicas e referências que auxiliarão nas próximas fases do projeto.

### **3.3 Projeto conceitual**

Através dos resultados obtidos por meio da Casa da Qualidade, foram definidas as especificações-meta, que nortearão as fases a seguir. Foram dispostos os requisitos dos clientes, juntamente com as ferramentas necessárias para que pudessem ser traduzidos em linguagem de engenharia, mensurados e pudessem ser definidas as saídas indesejadas do projeto, conforme a tabela especificação do produto mostrada na Figura 14.



Figura 14 – Especificações do Produto

REQUISITO	OBJETIVO	SENSOR	SAÍDAS INDESEJÁVEIS	OBSERVAÇÕES
Capacidade de acomodar o segundo professor ao lado do aluno	Área mínima do tampão 5400 cm <sup>2</sup>	Trena ou régua	Espaço ser pequeno ou desconfortável	
Possibilidade de ser realocado nas fileiras laterais	Ângulo do aluno em relação a parede do quadro de 45°	Transferidor	Ficar fora do ângulo desejado	Existe uma certa tolerância para o ângulo
não atrapalhar a visão dos outros alunos	Altura da carteira variável de 590mm até 760mm	Trena ou régua	Não conseguir atender cadeirantes	Altura máxima exigida pela norma é de 730mm
Propiciar visualização do professor regente pelo aluno e segundo professor	Ângulo do segundo professor em relação a parede do quadro de 45°	Transferidor	Ficar fora da medida especificada	Tolerância pequena
possuir regulagem de largura para atender várias situações	Largura da carteira variável de 500mm até 900mm	Trena ou régua	Medida menor que a especificada	

Fonte: O autor (2018)

A partir da definição das especificações-meta, que são os parâmetros quantitativos e mensuráveis utilizados para auxiliar na concepção de soluções para o problema do projeto, foi possível definir princípios de soluções para cada requisito do produto. As especificações-meta, foram a base na qual foram montados os princípios de avaliação e norte nas tomadas de decisão nas etapas seguintes do modelo de PDP proposto.

Definiu-se através das especificações do produto, o seu fluxo de funcionamento do produto. Ou seja, o que ele deve fazer e como ele deve fazer. Quais os meios necessários para que ele possa atender as especificações. Estabeleceu-se a estrutura funcional do produto projetado para que pudessem ser gerados os princípios de soluções para cada especificação do projeto. Soluções estas que são determinantes para atender às funções do produto. Dividiu-se esta etapa em duas atividades, a de estabelecer a função global e a de estabelecer a estrutura funcional, conforme pode-se observar na Figura 15.

Figura 15 – Função global do produto



Fonte: O autor (2018)

A função global foi determinada após uma análise das especificações do projeto. Sua representação gráfica foi feita com a utilização dos itens necessários para que o produto desempenhasse sua função principal, que é acomodar o aluno e o segundo professor, apontando o resultado dessa função.

A estrutura funcional ilustra o processo de acomodar o aluno e o segundo professor, descrevendo cada passo dado para se chegar a finalização do processo de acomodação do aluno e do segundo professor, conforme demonstrado na Figura 16.

Figura 16 – Estrutura funcional








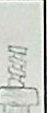

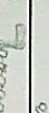

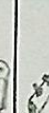





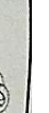





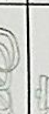





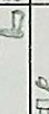
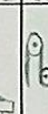




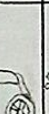
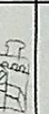
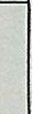




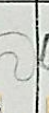
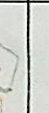
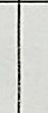
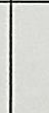
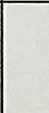
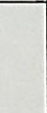
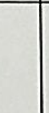



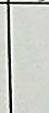
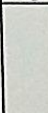
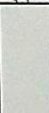
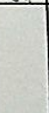
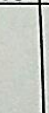





Fonte: O autor (2018)

A pesquisa por princípios de soluções é uma das etapas mais importantes desta fase do projeto segundo Rozenfeld et al., (2006), pois os princípios encontrados serão atribuídos às funções da estrutura funcional e determinarão a configuração do produto. A representação das soluções, ainda conforme Rozenfeld et al. (2006), se faz normalmente por meio de esquemas, croquis e desenhos. Os quais podem ser feitos manualmente ou com a ajuda de softwares para desenho. Selecionam-se as soluções com base em métodos apoiados nas especificações.

Com base nessas informações, foi criada a matriz morfológica apresentada na Figura 17, a qual oferece uma estrutura onde se torna possível obter alternativas de soluções para o produto. Na matriz morfológica foram concebidos diversos princípios de soluções para cada função, que pudessem atender às especificações-meta, definidas anteriormente. Com o objetivo de encontrar uma solução para o problema proposto, foram apresentados princípios de funcionamento que pudessem ser considerados na busca por atender as necessidades dos segundos professores e dos alunos com deficiência.

Figura 17 – Matriz morfológica do projeto de uma carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor

Regular a largura da carteira																				
Regular a altura da carteira																				
Acomodar aluno e professor																				

Fonte: O autor (2018)

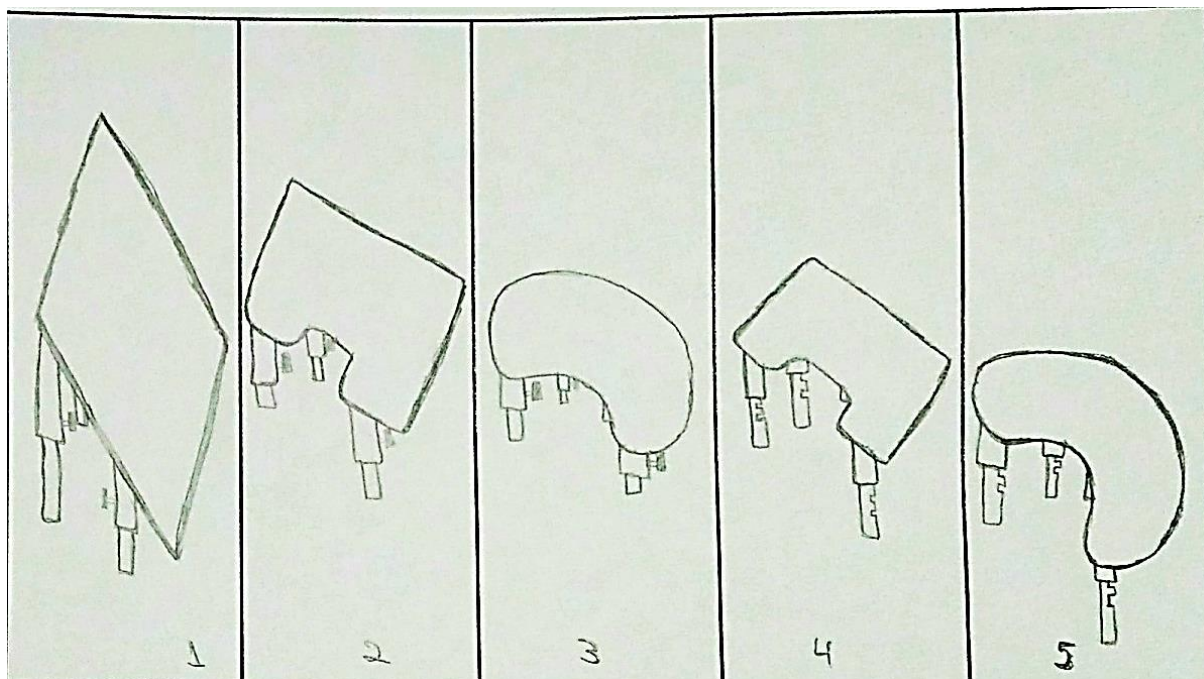
A matriz morfológica permite que sejam considerados vários princípios de soluções fornecendo uma estrutura onde se pode obter mais de uma solução alternativa para o projeto de uma carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor. Fazendo com que fossem levantadas algumas possibilidades para atender aos requisitos do projeto. Muitas delas não sendo viáveis devido a fatores como tecnologia, custos, ou até mesmo por não conseguirem atender aos requisitos do produto, sendo assim desconsideradas.

Após finalizada a geração de alternativas, onde foram esgotadas as alternativas possíveis para atender a cada requisito, foi elaborada a arquitetura do

produto. As partes do produto foram relacionadas com os princípios de solução de cada componente dentro do conjunto que traz a solução total.

Se fossem combinadas todas as possíveis soluções, tornaria o trabalho nesta fase do projeto extensa e cansativo, além do que, nem todas as concepções seriam viáveis ou até mesmo realizáveis, técnica e economicamente (MENEGATTI (2004). Devido a esse fato, foram juntadas subfunções, com princípios de solução compatíveis, procurando atender às especificações do projeto. Foram escolhidas cinco concepções para o produto que atendessem ao maior número de requisitos do projeto, conforme mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Concepções do produto



Fonte: O autor (2018)

Com inúmeras combinações de princípios de soluções para atender aos requisitos do produto possíveis, se tornou necessário fazer uma seleção dessas soluções para se chegar a um número reduzido, com o objetivo de otimizar o processo, tornando-o menos exaustivo e mais eficaz. Levou-se em consideração o número de requisitos do produto que atende, para selecionar cinco concepções de produto possíveis.

A concepção de número 1 arranja um tampo retangular com pernas em tubo de perfil quadrado, possuindo regulagem de altura e largura. Já a concepção de número 2 é composta por tampo retangular com recorte e pernas em tubo de perfil quadrado, possuindo regulagem de altura e largura. Enquanto a concepção número 3 combina tampo elíptico com pernas em tubo de perfil quadrado, possuindo regulagem de altura e largura. Por sua vez, a concepção de número 4 possui tampo retangular com recorte e pernas em tubo de perfil quadrado e aço retangular com encaixes, possuindo regulagem de altura e largura. E por fim, a concepção de número 5 é composta de tampo elíptico combinado com pernas em tubo de perfil quadrado e aço retangular com encaixes, possuindo regulagem de altura e largura.

Após a elaboração de possíveis soluções para atender as necessidades dos segundos professores e alunos com deficiência, estas soluções foram avaliadas, tomando como base as etapas realizadas até aqui. Para esta atividade foi utilizada como ferramenta a matriz de decisão (Figura 19), onde cada necessidade teve seu grau de importância determinado, tomando como base as especificações-meta.

Figura 19 – Matriz de decisão

NECESSIDADES DO CONSUMIDOR		PESO	ALTERNATIVAS				
			1	2	3	4	5
1	Capacidade de acomodar o segundo professor ao lado do aluno	5	5	1	5	1	5
2	Possibilidade de ser realocado nas fileiras laterais	4	5	5	5	5	5
3	não atrapalhar a visão dos outros alunos	4	2	2	4	2	2
4	propiciar visualização do professor regente pelo aluno e segundo professor	5	1	1	5	1	5
5	Possuir regulagem de largura para atender várias situações	5	2	2	4	2	2
<b>TOTAL GLOBAL</b>			<b>68</b>	<b>48</b>	<b>106</b>	<b>48</b>	<b>88</b>

Fonte: O autor (2018)

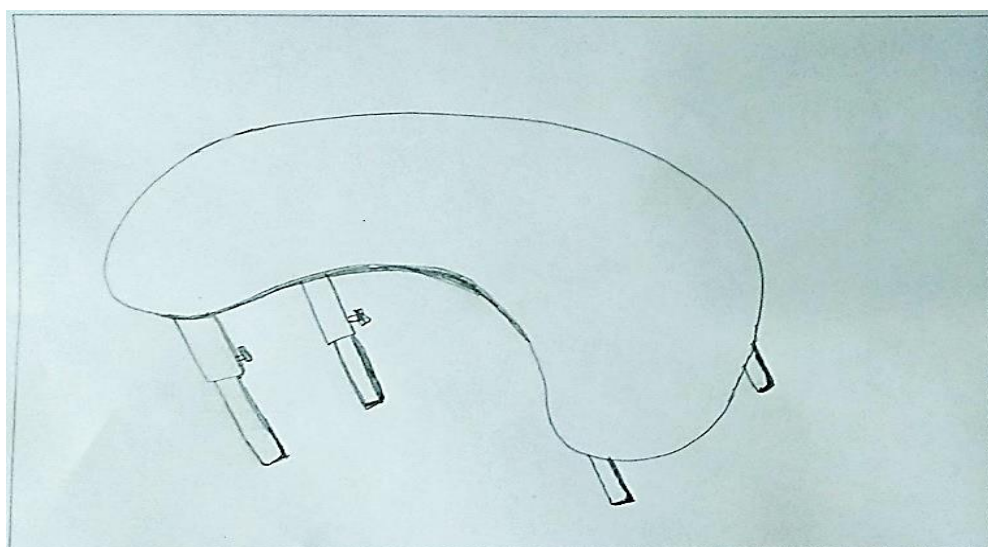
Com a atribuição de um peso para cada requisito do produto, oriundo da Casa da Qualidade, sendo esse o grau de importância que cada requisito do produto tem em relação ao produto final, onde lhe é atribuído um valor que varia de 1 a 5, sendo 1 menos importante e 5 muito importante. Também é atribuído um valor ao grau de afinidade do princípio de solução com o peso, variando de 1 a 5, quando 1 é muito pequeno e 5 é totalmente afim. O valor atribuído ao peso é multiplicado pelo número

atribuído ao grau de afinidade, gerando um valor para cada requisito do produto em cada concepção gerada.

### 3.4 Projeto detalhado

Após levantar as várias soluções possíveis para as especificações do produto, combinados os princípios de soluções em partes físicas, relacionadas com os princípios de solução individuais utilizados nos princípios de solução total e geradas as concepções do produto, pode-se comparar as concepções através da ferramenta matriz de decisão. Selecionando através de um sistema de pontuação, a concepção do produto, apresentada na Figura 20, que por avaliação da matriz de decisão foi considerada a melhor concepção para solução do problema proposto. A avaliação foi feita através de método de pontuação, cujo número de pontos é diretamente proporcional ao grau de importância de cada item e a nota atribuída a cada concepção, relacionando a mesma ao grau de proximidade que ela tem de atender ao requisito do produto. O grau de importância foi multiplicado pela nota dada, chegando a um resultado que determinou a melhor concepção do produto. Ou seja, a que melhor atende aos requisitos do projeto.

Figura 20 – Concepção que melhor aos requisitos do projeto de carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor



Fonte: O autor (2018)

De acordo com as possibilidades de princípios de solução definidas durante o processo de PDP, foram combinadas várias soluções, até que se elegeisse, através de pontuação com base nas especificações-meta, uma concepção que pudesse atender aos requisitos do produto levantados anteriormente. A concepção escolhida como o princípio de solução para o problema de pesquisa, foi a número três da matriz de decisão. A escolha da concepção se deu, pelo fato da mesma atender as especificações-meta de maneira mais eficaz.

#### 4. Discussão dos resultados

O desenho do projeto da carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor, foi feito utilizando como base o aluno e o segundo professor. Ou seja, primeiro foram simulados o aluno e o segundo professor e todo o desenho do projeto foi desenvolvido em volta dos mesmos. De maneira que o segundo professor ficasse colocado há 15cm para trás em relação ao aluno e 40 cm ao lado do mesmo, para que pudesse atender as especificações do projeto. Onde em uma situação real, o segundo professor pudesse estar próximo o bastante do aluno para conseguir alcançar o material utilizado pelo mesmo, ao mesmo tempo que pudesse enxergar a atividade do aluno e o professor regente conjuntamente com o quadro.

De modo que o projeto da carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor, pudesse atender as normas, aos padrões ergonômicos e aos requisitos dos clientes os seguintes princípios de soluções foram adotados:

- Seu tampo foi desenvolvido em formato elíptico, com laterais removíveis. Suas pernas foram desenvolvidas com regulagem de largura, para que possa atender alunos cadeirantes e alunos não cadeirantes;
- Suas pernas foram desenvolvidas com regulagem de altura para atender alunos que utilizem carteiras escolares dos tamanhos 3 ao tamanho 6 cujas medidas estão especificadas na Figura 1 e ainda o tamanho de 760mm de altura do chão ao fundo do tampo, atendendo a altura recomendada pela norma NBR 9050 que é de no mínimo 736mm do chão ao fundo do tampo;
- Na lateral foi desenvolvida como parte integrante das pernas, um regulador de largura, com medida de 550mm atendendo a norma NBR 14006 e medida de 800mm atendendo a norma NBR 9050.

O formato elíptico foi adotado para o tampão, para permitir que o aluno e o segundo professor possam estar posicionados a 45° da parede do quadro e do professor regente, fazendo com que o esforço físico para acompanhar as atividades propostas, sejam menores. Tal formato permite inclusive que o segundo professor possa acompanhar a atividade do aluno com deficiência, ao mesmo tempo que consegue olhar para o quadro e para o professor regente, pois o desenho do tampão



permite que o segundo professor se coloque ligeiramente atrás em relação ao aluno com deficiência. A Figura 21 demonstra como seria esse posicionamento.

Figura 21 – Ilustração da carteira com aluno e segundo professor



Fonte: O autor (2018)

A elipticidade da carteira escolar permite uma maior liberdade de posicionamentos, possibilitando que os usuários se posicionem virados para várias direções. É recomendado o uso de cadeira giratória no lugar da cadeira normal, para que a liberdade de movimentos seja melhor aproveitada, podendo o aluno mudar de direção com maior facilidade e manter as condições ergonômicas previstas no projeto.

As laterais do tampão são removíveis para que a carteira escolar possa ser alocada nas fileiras laterais da sala de aula, acomodar aluno e segundo professor simultaneamente e ainda assim, ocupar um espaço reduzido, conforme requisitos dos clientes.

Retirando-se uma das laterais, pode-se acomodar a carteira escolar na fileira lateral encostando a mesma na parede da sala de aula, conforme demonstrado na Figura 22.

Figura 22 – Carteira escolar posicionada na lateral direita



Fonte: O autor (2018)

Para que pudesse atender as especificações de resistência contidas na norma NBR 14006/2008, foram estipulados como materiais, madeira maciça, tubo perfil quadrado em aço ASTM A36 e Chapa em aço AISI 1020.

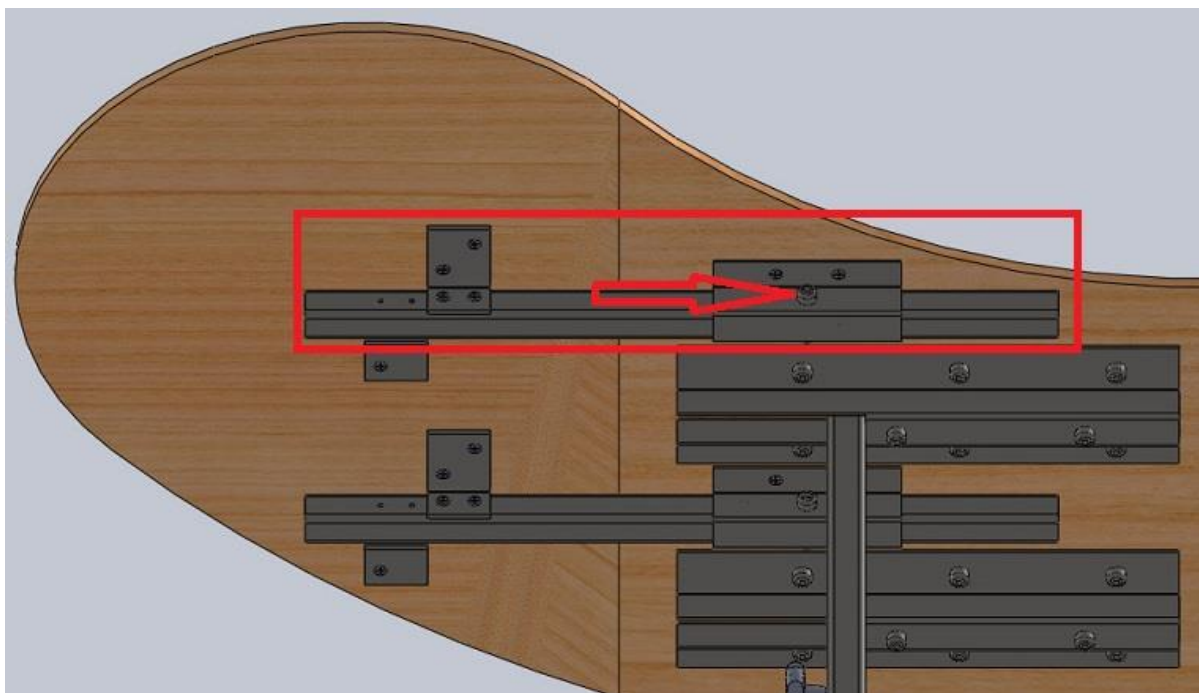
Foram utilizados como elementos de fixação, parafusos e manípulos, para fixar respectivamente largura e altura da carteira escolar. Isso faz com que dessa forma, a carteira escolar possua a segurança da fixação de cada medida de altura e de largura supracitadas, possuindo ao mesmo tempo, a praticidade de poder atender outras medidas de altura e largura conforme determinadas anteriormente. A escolha de cada elemento de fixação teve como base os requisitos dos clientes, as normas vigentes e o número de regulagens possíveis.

Os parafusos foram os elementos de fixação utilizados para que as laterais pudessem permanecer fixas enquanto estiverem sendo utilizadas. Do mesmo modo quando houvesse a necessidade de sua remoção, fosse possível fazê-la facilmente, após os parafusos serem soltos. Sua sustentação possui 2 tubos quadrados 30x30x2,25 para que possa permanecer imóvel enquanto acoplada a carteira escolar, promovendo espaço necessário para o segundo professor poder atender ao aluno

com deficiência, diminuindo consideravelmente os riscos ergonômicos envolvidos. Como material do tampo, foi estipulado madeira maciça de 10mm de espessura.

Na Figura 22, pode-se ver em uma vista inferior como a lateral é fixada a carteira escolar através de parafuso, conforme destacado no detalhe.

Figura 22 – Fixação da lateral da carteira escolar



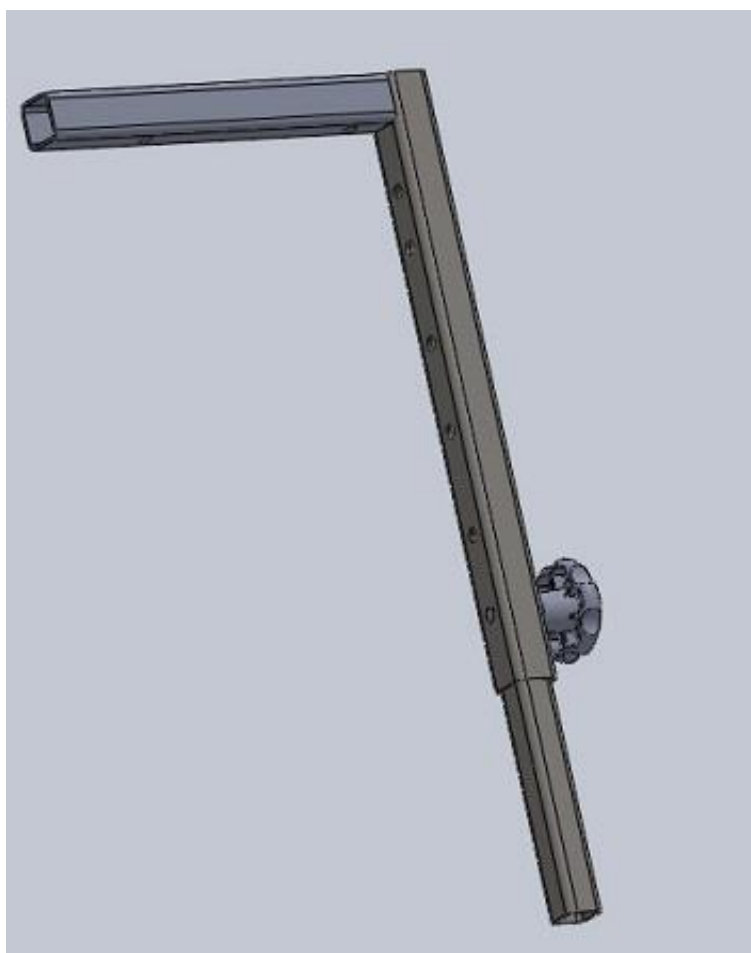
Fonte: O autor (2018)

Já para as pernas foram utilizados tubos quadrados, sendo 25x25x2,13mm como tubo regulador interno. E como tubo regulador externo 30x30x2mm, para promover a regulagem de altura, conforme os requisitos dos clientes, de forma que a estrutura obtivesse o nível necessário de firmeza e pudesse atender as normas supracitadas, no que diz respeito a resistência dos materiais.

Foram feitas furações em ambos os tubos de forma que cada furo correspondesse a uma altura específica para a carteira escolar, conforme medidas contidas na norma NBR 14006/2008 e na norma NBR 9050. Como tubo regulador de largura, foi utilizado o tubo quadrado 30x30x2,65mm, soldado no tubo regulador externo, de maneira que pudesse afastar as pernas da carteira escolar para atingir as medidas contidas nas normas supracitadas. O elemento de fixação escolhido para

fixar a altura da carteira escolar é o manípulo, pela facilidade de utilização, fazendo com que o segundo professor possa fazer esta regulagem. A Figura 23 ilustra a forma construtiva da perna da carteira escolar.

Figura 23 – Perna para carteira escolar



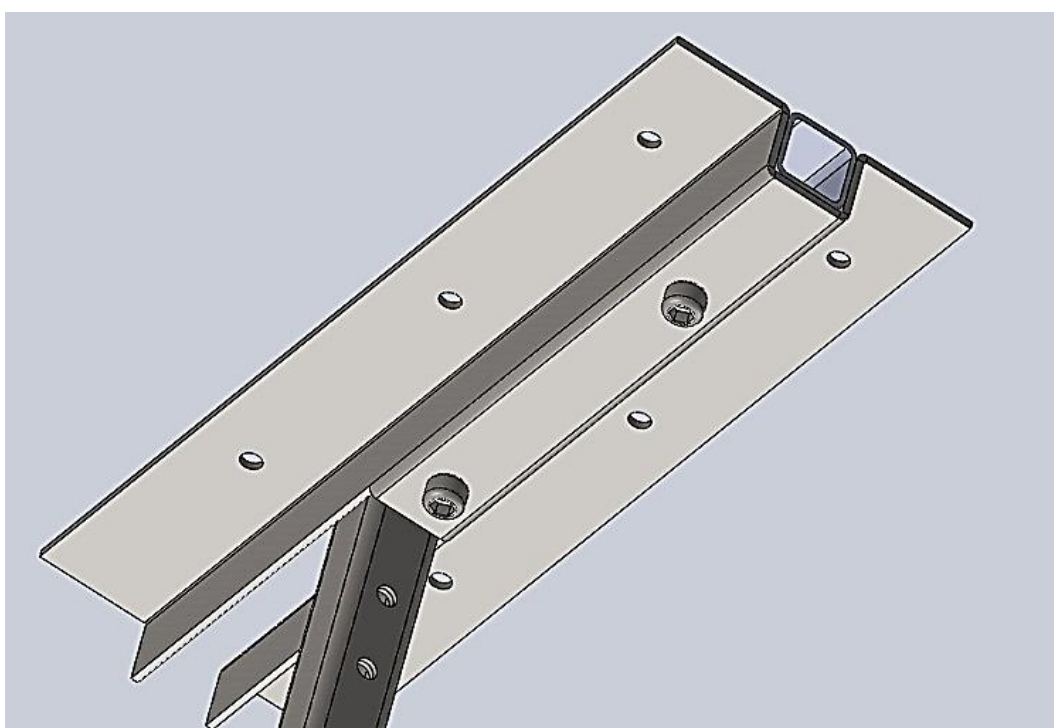
Fonte: O autor (2018)

A regulagem de largura é feita movendo as pernas da carteira escolar para os lados, de forma que o tubo regulador de largura se desloque através de uma chapa guia. Chapa essa com espessura 3mm, com furações que propiciam a regulagem das medidas estipuladas. As medidas de largura são apenas duas, devido ao fato de a norma NBR 14006/2008, mencionar apenas a medida de 500mm como sendo a medida de largura para a movimentação das pernas do aluno que utiliza a carteira escolar. E pelo fato da norma NBR 9050, mesmo não contendo uma medida específica para carteiras escolares, menciona uma largura livre mínima de 800mm, para a

acomodação de pessoas que utilizam cadeira de rodas para sua locomoção. Sua fixação foi prevista para ser feita através de parafusos, por existirem apenas duas posições necessárias, fazendo com que haja pouca necessidade de mudança na regulagem de largura.

A Figura 24 demonstra a perna da carteira escolar fixada na posição que propicia a carteira escolar a largura interna de 500mm entre pernas.

Figura 24 – Perna para carteira escolar



Fonte: O autor (2018)

Todos os materiais escolhidos para o projeto, são encontrados no mercado, tornando o projeto tranquilamente executável. Fato esse, que leva a presumir que esses materiais tenham um custo relativamente baixo, tendo em vista o fato de serem materiais comumente utilizados na indústria e comercializados em larga escala no mercado.

Ao final do desenvolvimento do projeto, descobriu-se mais uma característica que não estava prevista no projeto. A característica de a carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor poder ser desmontada, removendo as

pernas e as laterais removíveis. Facilitando assim o seu transporte, bem como seu armazenamento.

A concepção final do projeto foi uma carteira para acomodar aluno e segundo professor com regulagem de altura e largura. O projeto de uma carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor é apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Projeto de carteira para acomodar aluno e segundo professor



Fonte: O autor (2018)

O projeto de uma carteira para acomodar aluno e segundo professor tende a ser de fácil manuseio pelo segundo professor, considerando que sua regulagem se faz de maneira simples. Seu formato propicia ao segundo professor e ao aluno com deficiência a possibilidade de se colocarem de maneira ergonômica, fazendo com que consigam assistir a aula sem a necessidade de permanecer com o tronco torcido para poderem enxergar o quadro e o professor regente. Também vale ressaltar o fato de que o segundo professor tem acesso ao material do aluno, ao mesmo tempo em que consegue observar o andamento da aula do professor regente, sem que para isso tenha que fazer esforço físico.

## 5. CONCLUSÃO

Como resultado do trabalho realizado, obteve-se o conceito que será a base do projeto de uma carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor. Para a obtenção desse resultado, foi seguido o método de PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006). Método esse que permitiu desenvolver um produto adequado para acomodar aluno com deficiência e segundo professor de maneira ergonômica.

Após chegar a concepção do produto, fez-se uma análise de cada subconjunto para avaliar se atendeu ou não, ao requisito do produto. Também analisou-se o porquê e de que forma atendeu ou não ao requisito do produto. A Figura 26 demonstra as conclusões tiradas das soluções apresentadas para cada requisito do produto.

Figura 26: Quadro resultados do projeto

ITEM	REQUISITO DO PRODUTO	ATENDEU SIM OU NÃO	RESULTADO
1	Área mínima de 5400 cm <sup>2</sup>	SIM	Tampo com área superior a 5400 cm <sup>2</sup>
2	Ângulo do aluno em relação a parede do quadro de 45°.	SIM	Recorte côncavo no centro da carteira escolar, para posicionamento do aluno a um ângulo de 45° da parede do quadro.
3	Altura da carteira variável de 590mm até 760mm.	SIM	Regulagem de altura de 590mm até 760mm através de furação nos tubos interno e externo.
4	Ângulo do segundo professor em relação a parede do quadro de 45°.	SIM	Borda da carteira escolar convexa para posicionamento do professor a um ângulo de 45° da parede do quadro.
5	Largura da carteira variável de 500mm até 900mm.	NÃO	Regulagem de largura com mínimo de 550mm de distância interna entre pernas, porém com distância interna máxima entre pernas de 800mm.

Fonte: O autor (2018)

O tampo possui uma área total de 8202 cm<sup>2</sup>, atendendo plenamente ao item 1 dos requisitos do produto que pede área mínima de 5400cm<sup>2</sup>. A diferença das medidas se deve a intenção de atender com folga as medidas de profundidade de

tampo e largura de tampo contidas na norma NBR 14006/2008, conseguindo desta forma uma maior área útil da carteira escolar.

O recorte côncavo no centro da carteira escolar, faz com que o aluno consiga se posicionar a 45° da parede do quadro, atendendo plenamente o item 2 dos requisitos do produto. Havendo inclusive certa liberdade de movimentos para que o aluno não necessite manter-se na mesma posição continuamente.

Os furos para a regulagem de altura nas pernas da carteira escolar, faz com que esse subconjunto atenda ao item 3 dos requisitos do produto. As medidas de altura alcançadas através dessas regulagens, farão com que se possa atender alunos com vários tamanhos e também alunos cadeirantes.

A borda convexa adotada para a carteira escolar consegue atender ao item 4 dos requisitos do produto, por permitirem que o segundo professor consiga se colocar a 45° da parede do quadro. Esse formato permite inclusive que o segundo professor tenha um espaço na carteira escolar para sua utilização, ao mesmo tempo que consegue se colocar próximo do aluno conseguindo observa-lo em atividade.

A regulagem de largura atendeu não atendeu ao item 5 dos requisitos do produto, sendo que a medida adotada para a largura mínima foi a de 550mm atendendo a norma NBR 14006/2008. Enquanto que a largura máxima adotada foi a de 850mm, que apesar de não atender ao item 5 dos requisitos do produto, consegue atender plenamente a norma NBR 9050 que pede uma distância mínima de 800mm entre pernas para acomodar indivíduos cadeirantes.

A medida de 550mm de distância entre as pernas da carteira escolar foi adotada para que o aluno tenha espaço suficiente entre as pernas da carteira escolar para se colocar a 45° da parede do quadro sem que as pernas da carteira escolar impeçam que o mesmo consiga estar nessa posição. Enquanto que foi definida uma medida de 850mm de distância entre as pernas da carteira escolar, para que a mesma conseguisse acomodar aluno cadeirante e ainda assim pudesse ser colocada junto a parede da sala de aula.

Caso a medida de largura entre as pernas da carteira escolar fosse superior a 850mm, não seria possível que o tampo ficasse encostado a parede, devido ao fato de as pernas da carteira escolar ficarem para fora do tampo, diminuindo sua firmeza e trazendo riscos para os usuários.



A partir deste trabalho pode-se concluir que é possível desenvolver uma carteira escolar para uso compartilhado, para aluno e segundo professor, que seja ergonômico e atenda outras características humanas possíveis. Confirmando a hipótese do trabalho.

O projeto de uma carteira escolar para acomodar aluno e segundo professor, resultante deste trabalho, possui relevância para a comunidade e para a sociedade em geral, pois pode ajudar a evitar problemas futuros causados pela falta de ergonomia no trabalho do segundo professor em sala de aula, como também ao aluno com deficiência.

Pode-se deixar como sugestões para trabalhos futuros confeccionar o protótipo do produto para que se possa verificar a estabilidade da carteira escolar. Recomenda-se também, testar e avaliar a utilização da carteira escolar com alunos com deficiência e segundo professor, no que diz respeito a praticidade, utilidade e capacidade de desempenhar o papel para o qual foi projetada.

## REFERÊNCIAS

ALI EXPRESS. **Carteiras de estudante e cadeiras Dobráveis Mesa longa mesa mesa de conferência de Treinamento dupla mesas Escolares aulas de reforço.** Disponível em: <<https://pt.aliexpress.com/item/Student-desks-and-chairs-Folding-Training-Table-long-conference-table-desk-double-School-tables-remedial-classes/32716093835.html>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ALVES, Andressa Schneider et al. **ETAPAS INICIAIS DO PROJETO DE UM CARRINHO PARA BEBÊ.** 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Matriz-morfologica-Fonte-Elaborado-pelos-autores-com-base-na-pesquisa\\_fig1\\_270340115](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Matriz-morfologica-Fonte-Elaborado-pelos-autores-com-base-na-pesquisa_fig1_270340115)>. Acesso em: 21 maio 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR14006: Móveis escolares – Cadeiras e mesas para conjunto aluno individual.** Rio de Janeiro. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR9050: Acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro. 2008.

BACK et al, N. (2008). **PROJETO INTEGRADO DE PRODUTOS: PLANEJAMENTO, CONCEPÇÃO E MODELAGEM.** Barueri, SP, Brasil: Manole.

BATIZ, E. C., Nunes, J. I., & Licea, O. E. (22 de 05 de 2012). **Prevalência dos sintomas musculoesqueléticos em movimentadores de mercadorias com carga.** Scielo Analytics, 23, p. 10.

BAXTER, M. (2000). **PROJETO DE PRODUTO Guia prático para o design de novos produtos** (2ª ed.). (I. IIDA, Trad.) São Paulo, SP, Brasil: Blucher.

BRASIL, **Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.** Regulamenta a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a política nacional para a integração da pessoa portadora de deficiência, consolida as normas e dá outras providências. Brasília, DF, 21 dez. 1999.

BRASIL, **Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004.** Regulamenta a Lei nº 10.048, de 08 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e a Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras

de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 3 dez. 2004.

BRASIL. (02 de 12 de 2004). Decreto-lei nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Brasília, DF, Brasil: Centro Gráfico.

BRASIL. (2010). **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência: Protocolo Facultativo à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência: Decreto Legislativo nº 186**, de 09 de julho de 2008: Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. 4ª Ed., rev. e atual.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

CARVALHO, Paulo César de. **Projeto de carteira para portadores de deficiência física**. 2010. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/online/arquivos/014800.shtml>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CATARINA, S. (13 de 12 de 2016). **RESOLUÇÃO CEE/SC Nº 100**. RESOLUÇÃO CEE/SC Nº 100, de 13 de dezembro de 2016. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: DIOESC.

CATARINA, SANTA. **Resolução Nº112 de 12 de dezembro de 2006**. Fixa normas para a Educação Especial no Sistema Estadual de Educação de Santa Catarina. Florianópolis, SC, Brasil.

CHENG, Lin Chih; MELO FILHO, Leonel del Rey de. **QFD: DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE NA GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**. 2. ed. São Paulo, Sp: Blucher, 2010. 539 p.

DIERINGS, J.M. **Design inclusivo: uma proposta de mesa escolar para fruição de alunos com necessidades especiais**. Monografia (Graduação em Design) – Universidade regional do noroeste do estado do rio grande do sul – UNIJUÍ, p. 81. 2014.

FONSECA, A.J.H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 180 f. Tese (Doutorado em Projetos de Sistemas Mecânicos) - CTC/EMC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 338 p.

LIDA, I. (2005). **Ergonomia: projeto e produção** (2ª edição ver. e ampl. ed.). São Paulo: Blucher.

MOREIRA, Marcelo dos Santos. **PROCESSOS DE NEGÓCIOS OTIMIZADOS PELAS TECNOLOGIAS ECM**. Revista Sapere: Revista Científica da Faculdade de Tecnologia de Tatuí, Tatuí, Sp, dez. 2010.

MORO, A. R. P. **Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar**. Efdports.com, Buenos Aires, ano 10, n. 85, 2005. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd85/ergon.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

OLIVEIRA, Juliana Mendes de. **Análise ergonômica do mobiliário escolar visando definições de critérios**. 2006. 90 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

OLIVEIRA, Juliana Mendes de. **Avaliação técnicas e ergonômicas de carteiras escolares confeccionadas com aglomerados de bagaço de cana-de-açúcar**. 2010 130 Tese (Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010.

OLIVEIRA, Rosângela Guimarães de. **Educação e saúde: a ação do professor e as posturas corporais viciosas em sala de aula numa visão interdisciplinar**. Tese (Pós-Graduação em Educação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

RICARDO E VAZ (Brasil). **Carteira Escolar 550x480x750mm Desmontável 3º Ciclo 785**. Disponível em: <<https://www.ricardoevaz.com/artigos/carteira-escolar-550x480x750mm-desmontavel-3-ciclo-785-20168>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ROZENFELD, et al., H. (2006). **Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Uma Referência para a Melhoria do Processo** (1 ed.). Brasil: Saraiva.

SCOOOL CENTER SHOP. **Mesa para Cadeirante**. 2018. Disponível em: <<http://www.schoolcentershop.com.br/produto/escolar-e-universitaria/ Mesa-para-cadeirante>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SILVA, Instituto Noisinho da; DESIGN, Índio da Costa. **CARTEIRA ESCOLAR INCLUSIVA NA BIENAL BRASILEIRA DE DESIGN**. 2010. Disponível em: <<https://anapessoasantos.wordpress.com/2010/09/09/carteira-escolar-inclusiva-na-bienal-brasileira-de-design/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

TONDOLO, R. d., Costa, C. A., & Tondolo, V. A. (2004). **Processo de desenvolvimento de produtos: Um estudo de casos múltiplos no sul do Brasil**. Revista da Administração da UNIMEP, 203 p.

VERAS, C. **O Gerenciamento de Projetos de Desenvolvimento. A evolução do gerenciamento dos projetos que buscam mudanças sociais**. Disponível em: <<https://goo.gl/nhKgC2>>. Acesso em 10 mai. 2018.

## Apêndice A

Questionário para coleta de dados junto aos segundos professores:

1. Há quanto tempo desenvolve o trabalho de segundo professor em sala de aula?
2. Como se acomodou em sala, para poder ajudar o aluno com deficiência?
3. Tem ou teve alguma dificuldade ou desconforto em relação a sua alocação em sala de aula no que diz respeito à ergonomia? Quais?
4. Qual a posição seria ideal ficar em relação ao aluno com deficiência para poder desempenhar melhor seu papel em sala de aula?
5. Em sua opinião, existe a necessidade de um local específico dentro de sala de aula para o aluno com deficiência e o segundo professor ficarem? Comente.
6. Seu posicionamento em sala hoje, atrapalha o andamento da aula e o professor regente? Por que?
7. O local que você se coloca em sala hoje, tira a atenção dos outros alunos? Por que?
8. A maneira com que você se acomoda hoje, causa algum desconforto para o aluno com deficiência? Por que?
9. O espaço disponível para você e o aluno com deficiência se acomodarem hoje é suficiente? Comente.
10. Em sua opinião, o rendimento do aluno com deficiência, poderia melhorar se houvesse uma maneira melhor de vocês se acomodarem em sala? Comente.
11. Em sua opinião, existe a necessidade de haver um móvel específico para a acomodação do aluno com deficiência e o segundo professor? Se sim, como seria?
12. Como seria, na sua opinião, a melhor estrutura, quanto ao espaço físico, ao mobiliário, localização dos móveis e a metragem da sala, para o melhor atendimento do aluno com deficiência?

## Apêndice B

### Pedido para autorização de pesquisa



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA

#### Pesquisa ergonômica para fins acadêmicos

Jaraguá do Sul, 12 de março de 2018

Eu, Alido Ronchi, responsável principal pelo projeto de Trabalho de Conclusão de Curso denominado preliminarmente de "Desenvolvimento de uma carteira escolar para atendimento de pessoas com deficiência", do Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU, venho pelo presente, solicitar a esta instituição de ensino, a aplicação do questionário aos segundos professores. O objetivo deste trabalho é auxiliar no processo de inclusão do aluno com deficiência atendendo ao maior número de comorbidades possível. Trabalhando a questão ergonômica de aluno deficiente e de segundo professor. O resultado do trabalho possivelmente será o um móvel escolar que acomode segundos professores e alunos com deficiência. Esta pesquisa está sendo orientada pelo Prof. Dr. Edson Sidnei Maciel Teixeira.

Contando com a autorização desta instituição, colocamo-nos à disposição para qualquer esclarecimento.

---

Alido Ronchi - Pesquisador Principal  
djalidoronchi@gmail.com  
F: (47) 99117-9934

---

Edson Sidnei Maciel Teixeira – Orientador da Pesquisa  
edson.teixeira@ifsc.edu.br  
F: (47) 3276-9600