

Figura 29 – Faixa etária dos alunos entrevistados da EJA

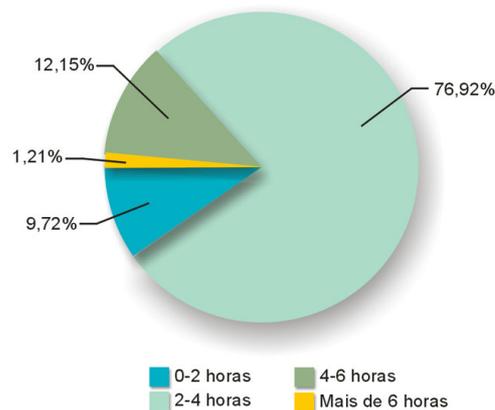


Figura 30 – Permanência, em horas, na posição sentada, pelos dos alunos entrevistados da EJA

Na questão 7, referente às medidas do mobiliário, 57,89% dos pesquisados consideram-nas inadequadas e 42,11% consideram-nas adequadas.

Perguntou-se também se os alunos já presenciaram algum tipo de acidente envolvendo o uso do mobiliário escolar. Dos pesquisados, 75,30% respondeu que não e 24,70%, sim. Para os que responderam sim, observou-se que grande parte refere-se a quedas ou a partes do mobiliário estarem quebradas.

Na questão 9, 54,25% dos pesquisados consideraram regular a aparência do mobiliário, 22,27%, ruim, 19,03%, bom e 4,45%, considerou muito bom (Figura 31).

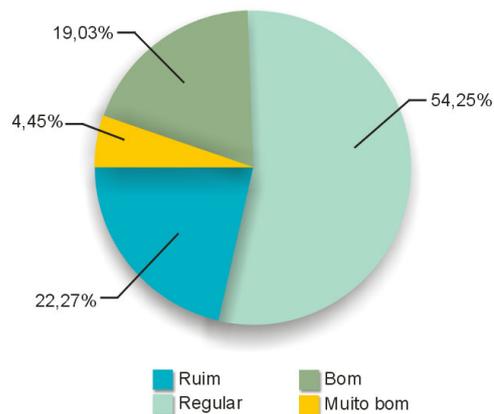


Figura 31 – Opinião dos alunos entrevistados da EJA sobre a aparência do mobiliário escolar

Nas duas últimas questões, foi solicitado aos pesquisados para assinalarem os aspectos considerados adequados (questão 11) e inadequados (questão 12) com relação ao mobiliário escolar.

Os resultados são os seguintes: o conforto é considerado adequado por 28,74%, e inadequado por 73,28%; a aparência é considerada adequada para 19,84%, e inadequada para 34,01%; a praticidade é adequada para 20,24% e, inadequada para 19,84%; o peso é adequado para 15,79% e, inadequado para 6,88%; a resistência é adequada para 26,32% e, inadequada para 21,46%; as dimensões estão adequadas para 17,81% e, inadequadas para 16,19%; os materiais são adequados para 19,03% e, inadequados para 16,60% (Figuras 32 e 33).

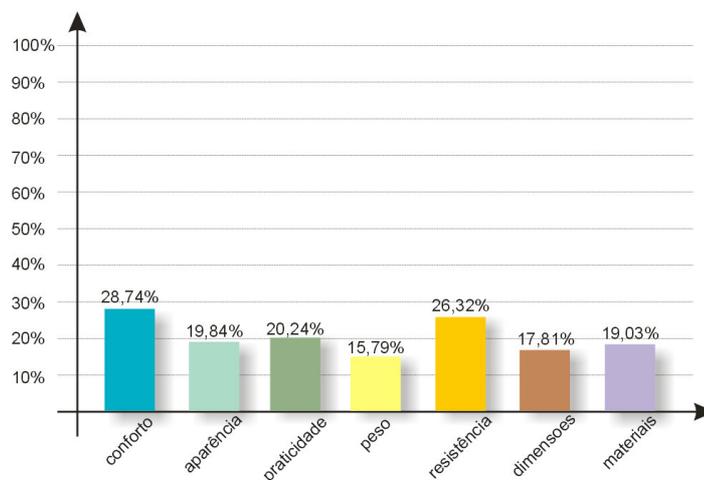


Figura 32 – Aspectos adequados relativos ao mobiliário escolar, apontados pelos alunos entrevistados da EJA

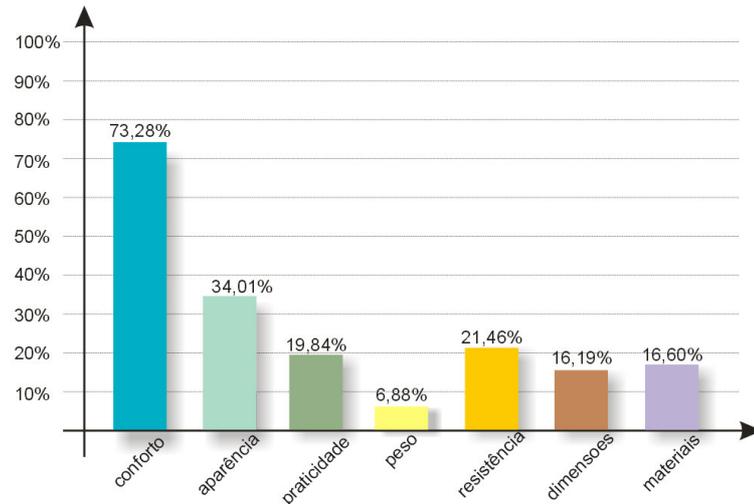


Figura 33 – Aspectos inadequados relativos ao mobiliário escolar, apontados pelos alunos entrevistados da EJA

4.1.2.1.5 Respostas dos diretores das escolas

O questionário aplicado aos diretores das escolas é do tipo quali-quantitativo, porque, além das mesmas questões aplicadas aos professores e alunos, possui questões descritivas que pedem a opinião e explicações dos diretores sobre determinados aspectos. Como são apenas quatro diretores, não houve necessidade de representar os resultados através de gráficos e tabelas. Por isso, os resultados estão em forma de texto em que se apresenta a questão, as respostas e os comentários. Foram preservados os dados referentes à identificação dos dirigentes para evitar constrangimentos sobre suas opiniões. Apenas serão apresentadas as ocorrências e as respostas obtidas.

Na questão número 4, foi perguntado aos diretores se eles consideram o mobiliário dos alunos confortável. Todos os diretores responderam que não consideram e todos apontaram o desconforto como prejudicial a o aprendizado dos alunos, referente à questão número 5.

Sobre os acidentes envolvendo mobiliário escolar, dos quatro diretores, somente um respondeu que já soube de um fato, justificando que a maioria dos acidentes é em decorrência do mau comportamento dos alunos.

Na sétima questão, perguntou-se se a escola recebe informações sobre normas específicas para o mobiliário escolar e quais são as informações. Apenas um dos diretores respondeu ter recebido todas as informações necessárias. Em seguida, foi perguntado se a escola recebe orientações para compra do mobiliário e quais são as orientações. Dos diretores, dois responderam não e dois responderam sim, sobre orçamentos, melhor preço, obrigatoriedade de elaboração e execução da licitação para aquisição.

Também foi perguntado sobre quais os critérios utilizados para compra do mobiliário. Das opções dadas sobre preço, qualidade, conforto, durabilidade, aparência, materiais ou outros, todos responderam que somente o preço é considerado.

Sobre a periodicidade da compra (questão número 10), dois dos diretores consideraram que as compras são feitas somente quando recebem os recursos necessários; para outro são feitas quando necessário e o quarto respondeu que a periodicidade de compra é indeterminada.

Perguntou-se sobre quantos fornecedores a escola possui, quais os nomes e os contatos. Somente um dos diretores respondeu que possui um fornecedor, outro confirmou que depende dos orçamentos, outro respondeu que não possui e o último não respondeu. Não foram fornecidos os nomes e contatos dos fornecedores.

Na questão número 12, indagou-se se a escola possui um setor ou prestador de serviços para manutenção do mobiliário. Das respostas, dois diretores responderam que possuem um prestador de serviço, um respondeu que possui um setor de manutenção e outro respondeu que não possui. Destes, dois realizam a manutenção anualmente, um realiza sempre e outro, eventualmente. As figuras 34, 35 e 36 são registros fotográficos realizados numa das escolas que apresentam peças do mobiliário escolar inutilizadas.

Pelo fato de a escola não ter um local apropriado e muito menos uma destinação estabelecida para essas peças, o material foi depositado num ambiente por onde circulam alunos, o que agrava ainda mais a situação.

Sobre a avaliação da aparência do mobiliário (questão 12), dois diretores consideraram regular e dois consideraram bom. Também foi solicitado aos diretores que apontassem os aspectos que consideram adequados (questão 14) e inadequados (questão 15) no mobiliário. Foram apontados como adequados os materiais e a praticidade, com uma ocorrência cada, e a resistência, com duas ocorrências. Como

inadequados, foram apontados o conforto, com quatro ocorrências; a aparência e a praticidade, com três ocorrências cada, a resistência; com duas ocorrências; o peso e os materiais, com uma ocorrência cada. Na opção outros, foi apontada a durabilidade com uma ocorrência.



Figura 34 – Mobiliário inutilizado



Figura 35 – Mobiliário inutilizado



Figura 36 – Mobiliário inutilizado

Na questão número 16, perguntou-se sobre o número total de mesas e cadeiras que a escola possui. Apenas dois dos diretores responderam, um afirmando possuir 2.112 conjuntos e o outro, 300 conjuntos.

Na questão número 17, foi perguntado se a escola adota algum critério para classificação ou diferenciação do mobiliário. Apenas um dos diretores respondeu que são estabelecidos critérios conforme orientação da secretaria estadual de educação.

Em seguida, na questão número 18, foi perguntado se a escola adota uma diferenciação dimensional (antropométrica) por idade. Somente um dos diretores respondeu que é feita uma diferenciação apenas para a pré-escola.

Na questão número 19, investigou-se se existem casos de alunos com necessidades físicas especiais e quais as soluções que a escola providencia. Somente uma das escolas encontra-se nesta situação, e são feitas adaptações às necessidades do momento. A partir desse resultado, verificou-se que os casos de portadores de necessidades físicas especiais são poucos e que existem escolas específicas para estes casos. Dessa forma, entende-se que um projeto envolvendo

esses casos necessita de uma pesquisa específica, tornando-se inviável para este trabalho.

Por fim, foi reservado um espaço no final do questionário para outras sugestões ou considerações para melhoria do mobiliário. Apenas um dos diretores deixou a seguinte mensagem:

Acredito que deveríamos nos preocupar com a qualidade e conforto do mobiliário escolar para que o mesmo atenda as necessidades dos alunos. Penso que o desconforto atinge diretamente no comportamento dos estudantes, tornando-os irrequietos, o que interfere diretamente no processo de aprendizagem. Hoje, na forma como se apresenta a legislação não temos opção de comprar o que é mais adequado e sim o que apresenta melhor preço (DIRETOR DE UMA DAS ESCOLAS PESQUISADAS).

4.2 Definição dos aspectos a serem solucionados

Com a análise dos resultados obtidos na pesquisa de campo, foram identificados os pontos fortes e fracos do mobiliário atual e as formas como este é disponibilizado aos seus usuários.

Dentre os problemas mais significativos, encontram-se aqueles referentes à ergonomia, já que a opção mais apontada como inadequada pelos pesquisados é o conforto. Isso se deve principalmente ao fato de que os aspectos ergonômicos não são devidamente considerados, tanto no momento da aquisição, como na distribuição nas salas de aula.

Em seguida, a aparência é apontada como um aspecto inadequado devido à depreciação e à falta de padronização do mobiliário.

Outro fator apontado como inadequado foi a resistência física do conjunto pelo fato de que muitos alunos, com diferentes características físicas, fazem uso do mesmo mobiliário, induzindo danos à sua estrutura.

Assim, ficam definidos os seguintes problemas: o conforto, a estética e a resistência. Contudo, constatou-se que a origem desses problemas está na preocupação dos fabricantes em reduzir custos de produção e insumos, pois, dessa forma, tornam-se mais competitivos em processos de licitação em que prevalece o

critério do menor preço. A partir dos problemas acima identificados, ficam listados os seguintes requisitos para a realização do projeto:

- a) adequação ao conforto (ergonomia);
- b) adequação estética;
- c) melhoria na resistência das estruturas;
- d) conformidade com as normas específicas;
- e) adequação ao aspectos ambientais.

4.3 Geração de Alternativas

Para que sejam encontradas soluções viáveis, eficientes e eficazes, é de extrema importância a etapa de geração de diversas alternativas. Mesmo que muitas delas não sejam aproveitadas, o processo de geração desencadeia uma imensa gama de opções que podem ser combinadas e organizadas de forma a proporcionar as soluções desejadas.

Além disso, as normas existentes auxiliam na orientação para as soluções. Procurou-se, portanto, gerar alternativas que além de atenderem às necessidades dos usuários, contemplassem as determinações das normas específicas.

4.3.1 Alternativas para problemas ergonômicos

A NBR 14006 define os aspectos ergonômicos como “[...] critérios essenciais para o conforto, uso e segurança do aluno em relação ao conjunto mesa e cadeira” (2003, p.2). A norma também dispõe de especificações antropométricas para o conjunto.

Muitos projetos de produtos ergonomicamente corretos apresentam mecanismos de ajuste para adequação antropométrica a uma gama maior de usuários. Contudo, além de encarecer o produto, normalmente os mecanismos não são compreendidos e nem utilizados pelos usuários.

Considerando-se estas afirmações, pensou-se na possibilidade de utilizar módulos na estrutura do conjunto, pois, assim, a estrutura principal seria a mesma para todos e seriam trocadas apenas as partes onde existem alterações de medidas conforme a figura abaixo.

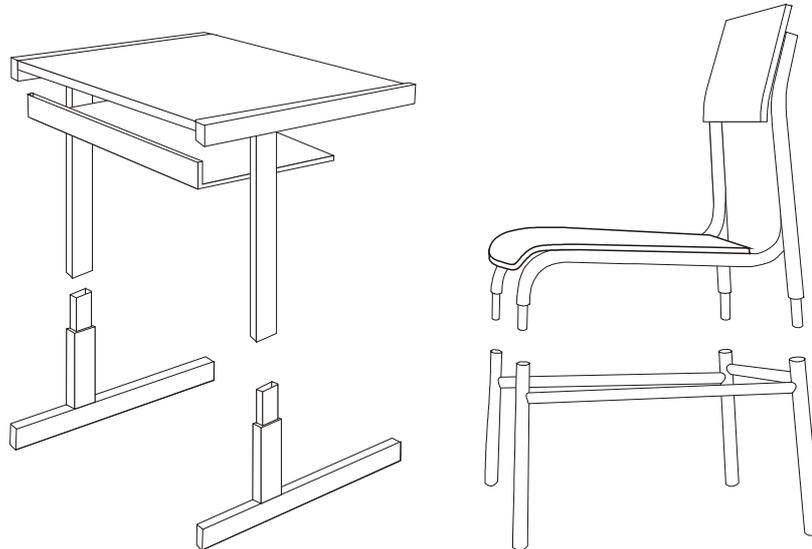


Figura 37 – Desenhos das soluções ergonômicas para a mesa e para a cadeira

4.3.2 Alternativas para problemas estéticos

Os problemas estéticos podem ser solucionados projetando-se um móvel caracterizado com aspectos culturais. Por outro lado, também pode ser adotada uma simplificação estética, reduzindo, assim, a interferência do mobiliário no ambiente. Contudo, um mobiliário esteticamente agradável pode reduzir a depredação, por isso é de significativa importância que o usuário se identifique com o conjunto.

Outro fator que determina a estética dos produtos é a escolha dos materiais e dos processos de fabricação. Por isso, quando se precisa de variações estéticas, devem ser escolhidos materiais que permitam tais variações.

Outra possibilidade é estabelecer uma padronização no desenho do mobiliário para que a intercambialidade dos componentes seja possível. Além disso, é importante para a padronização, desde que adequada aos modelos atuais de ensino, no sentido de criar uma identidade visual das escolas.

4.3.3 Alternativas para problemas de resistência

A utilização de termoplásticos em superfícies, como tampo da mesa, assento e encosto da cadeira (Figura 38), é uma boa alternativa para dar maior resistência ao conjunto, devido às propriedades físicas destes materiais, como absorção de impactos, resistência mecânica e flexibilidade.

A reciclagem transformará o material em chapas que serão prensadas (termo-moldagem). Também pode ser utilizado o processo de injeção. Como vantagem desse processo tem-se a possibilidade de um desenho estrutural com reforços que dão maior resistência. Por esse processo na reciclagem, o material é triturado em pequenos grãos, que são misturados ao material virgem, para serem injetados em uma matriz. Contudo, em ambos os processos, a reciclagem dá ao material um aspecto marmorizado e necessita de uma porcentagem de material virgem. Quanto às estruturas do mobiliário, devem ser analisadas as condições de uso e o desenho deverá favorecer a resistência com o mínimo de material possível. Outra questão a ser considerada é a adaptação dimensional que, de acordo com as soluções propostas, deverá ter conexões para substituição de partes da estrutura. Assim, devem ser observadas essas questões para que não afetem a resistência das estruturas.



Figura 38 – Modelo do conjunto com utilização de termoplástico. Fonte: do autor.

4.3.4 Alternativas para adequação com os aspectos ecológicos

Como forma de adequação aos aspectos ambientais, devem ser considerados e identificados todos os elementos responsáveis por impactos. Dessa

forma, torna-se mais viável a busca de soluções. Um dos principais elementos é a escolha dos materiais que deve ser uma combinação do desempenho desejado em relação às funções do produto com os custos e ainda com os impactos causados ao meio ambiente. Assim, se o material tiver um índice de reciclabilidade considerável, pode ser adotada a logística reversa como solução. Para Leite (2003) a implementação da logística reversa é orientada pela revalorização econômica do produto, pela revalorização ecológica e pela revalorização legal da organização. Os ciclos reversos podem ser abertos, quando os materiais são extraídos de diferentes produtos, e fechados, quando a extração dos materiais é feita somente de um tipo de produto para fabricação de um produto similar. Este projeto prevê a implementação de um ciclo reverso fechado para o mobiliário.

4.4 Realização do Projeto

Depois de geradas as alternativas, foram estabelecidos os critérios de seleção, com base nos requisitos anteriormente definidos.

Dessa forma, foi elaborado um fluxograma para ciclo de vida do conjunto para aluno, que se compõe de seis elementos: o projeto e produção; distribuição; escolas; manutenção; depósito e desmanche; e reciclagem (Figura 39).

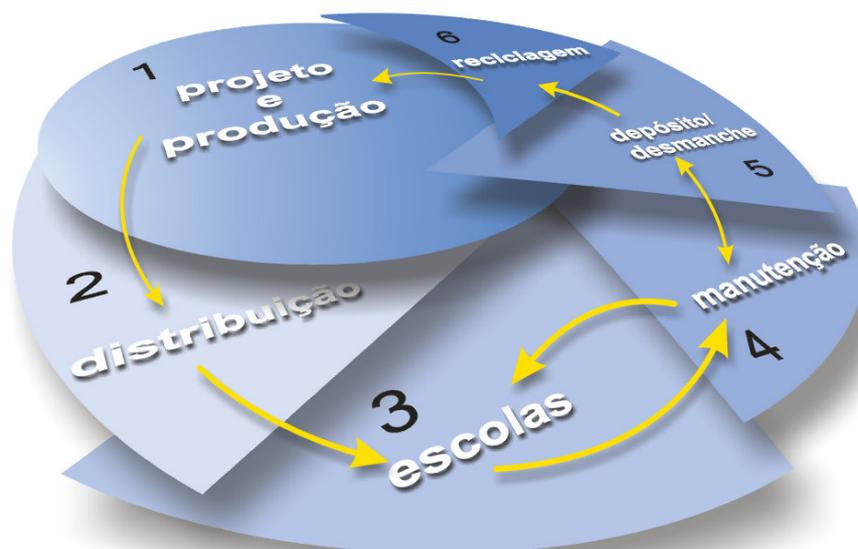


Figura 39 – Fluxograma para o ciclo de vida do mobiliário escolar

4.4.1 Projeto e produção

O ponto inicial do ciclo de vida do mobiliário é o projeto e a produção. O projeto deve ser desenvolvido em total conformidade com as normas e recomendações ergonômicas específicas, sendo a principal a NBR 14006. Conforme esta norma, existem algumas dimensões que não variam (Anexos A e B).

No caso da mesa, são as dimensões referentes à largura mínima do tampo e à profundidade do tampo. Além disso, algumas dimensões são especificadas como mínimas e não são dadas limitações, assim, foram consideradas as maiores (Figura 40).

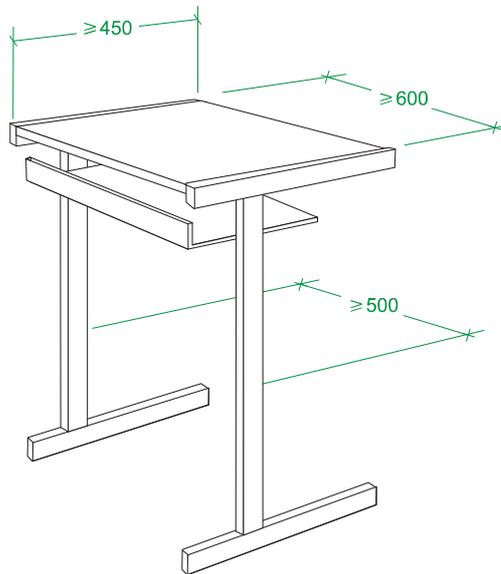


Figura 40 – Dimensões fixas da mesa – Fonte: adaptação de ABNT (2003, p.5)

As dimensões da mesa que possuem variações são a altura do tampo, a altura mínima para movimentação das coxas e a altura mínima para movimentação dos joelhos. Para solucionar essa questão, foram definidos módulos a partir da base que vão desde a dimensão mínima (Figura 41) até a máxima (Figura 42). As dimensões entre a mínima e a máxima também devem ser contempladas, porém foram ilustrados somente os extremos. A altura mínima para movimentação das pernas varia com a altura do tampo.

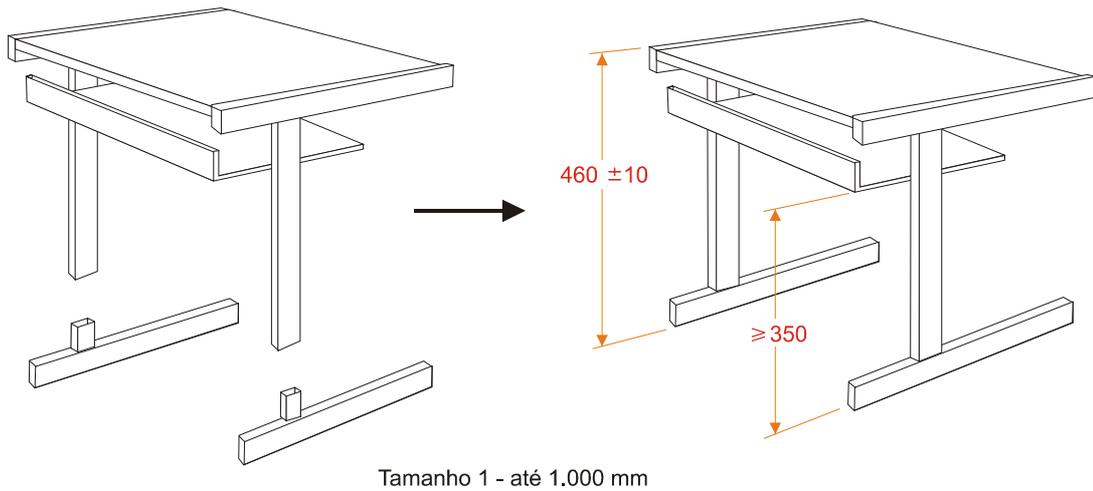


Figura 41 – Dimensões variáveis da mesa (tamanho 1) – Fonte: adaptação de ABNT (2003, p.5)

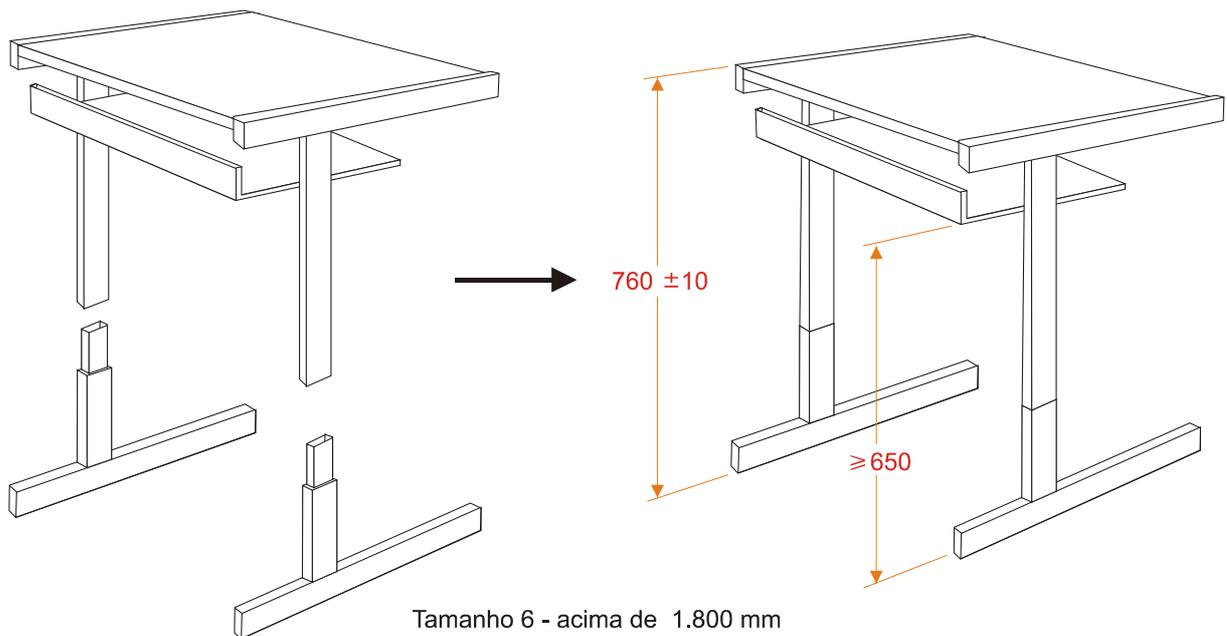


Figura 42 – Dimensões variáveis da mesa (tamanho 6) – Fonte: adaptação de ABNT (2003, p.5)

A cadeira também possui algumas dimensões que não variam, como a altura e o raio da aba frontal do assento, o raio da curvatura interna do encosto, o ângulo entre o assento e o encosto e a inclinação do assento. Outras medidas são estabelecidas como mínimas e não possuem limitação (Figura 43).

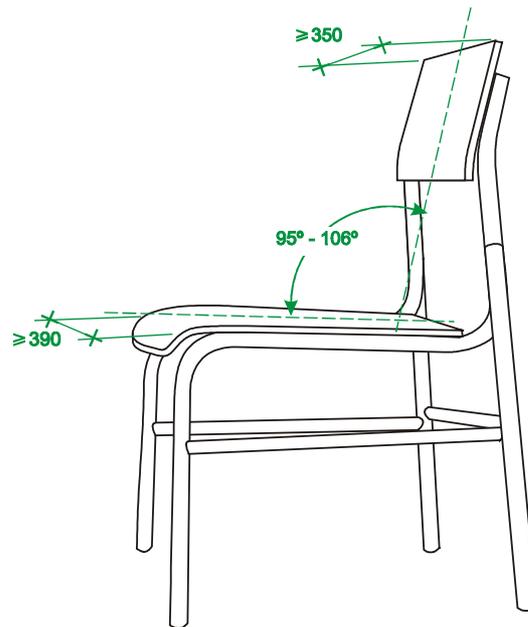
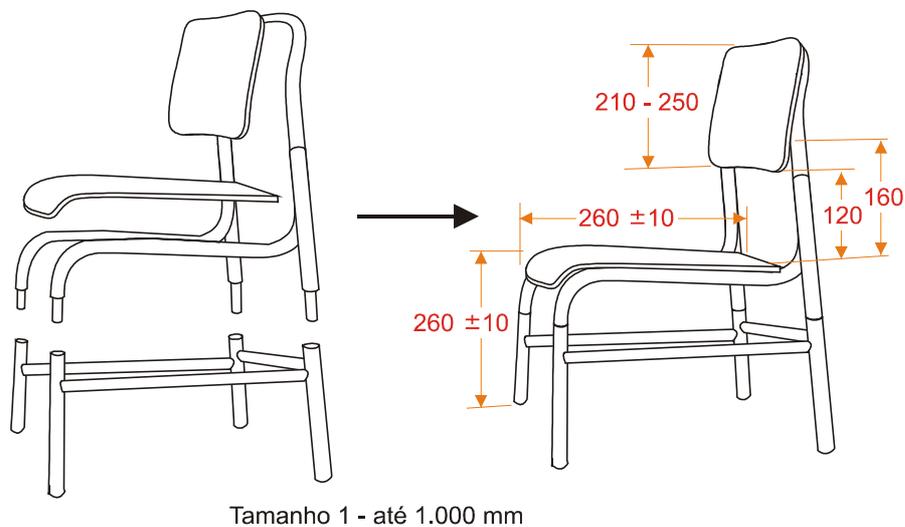


Figura 43 – Dimensões fixas da cadeira – Fonte: adaptação de ABNT (2003, p.5)

As dimensões da cadeira que possuem variações são a altura do assento, a altura máxima do vão entre o assento e o encosto, a altura até a borda superior do encosto, a profundidade do assento e o ponto de referência para o ângulo entre o assento e o encosto.

Para solucionar essa questão, foram definidos módulos a partir da base, assentos de diferentes profundidades e diferentes posicionamentos para o encosto, que vão desde a dimensão mínima (Figura 44) até a máxima (Figura 45). As dimensões entre a mínima e a máxima também devem ser contempladas, porém foram ilustrados somente os extremos.



Tamanho 1 - até 1.000 mm

Figura 44– Dimensões variáveis da cadeira (tamanho 1) – Fonte: adaptação de ABNT (2003, p.5)

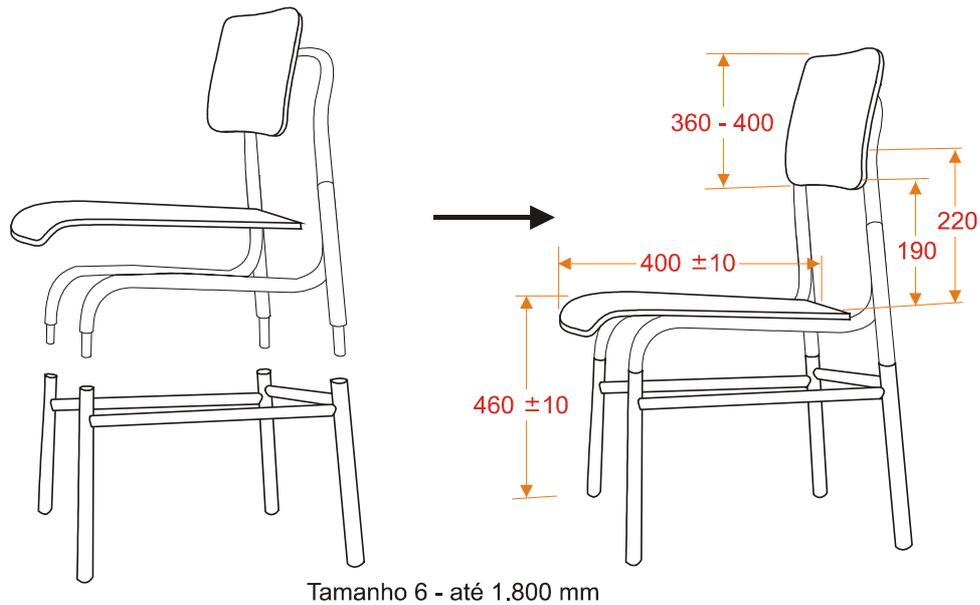


Figura 45 – Dimensões variáveis da cadeira (tamanho 6) – Fonte: adaptação de ABNT (2003, p.5)

Outra questão importante referente ao projeto é em relação às realidades regionais e locais. Como a norma não menciona a obrigatoriedade de um único desenho e materiais do conjunto, existe a possibilidade de explorar as potencialidades regionais e locais como forma de promover a sustentabilidade e a economia local. Nesses casos, o projeto deve considerar minuciosamente toda a cadeia produtiva, quem serão os fornecedores, os distribuidores, a demanda das escolas, quem fará a manutenção, o desmanche e estocagem de peças e, por fim, como será o processo de reciclagem de cada material utilizado e como estes retornarão à produção.

Outro ponto importante a ser considerado pelo projeto é a intercambialidade das peças, ou seja, o desenho das peças deve permitir ao máximo o seu aproveitamento. Para isso, podem ser utilizados módulos, tanto para a mesa como para a cadeira (Figura 46). Esses módulos são básicos e não terão variações de medidas. As variações serão somente na altura da base da mesa. Na cadeira, além da base, o assento terá variações na profundidade.

O encosto terá variação dimensional da sua altura e poderá ser posicionado em alturas diferentes na montagem (Figura 47). Com isso também pode ser reduzido o custo unitário, já que este se reduz à medida que se aumenta a quantidade de peças produzidas.

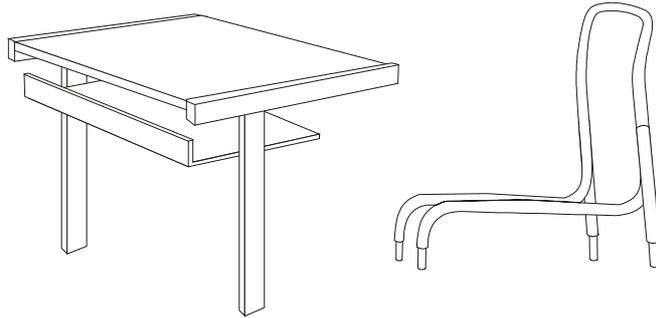


Figura 46 – Módulos básicos para a mesa e a cadeira

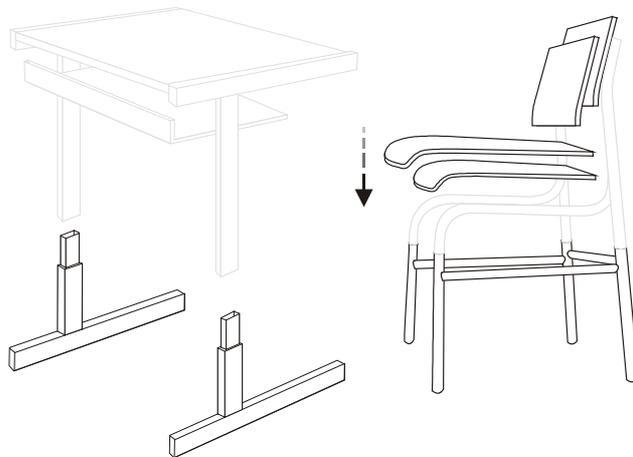


Figura 47 – Módulos de variação para a mesa e para a cadeira

Na produção, os insumos são processados e transformados em componentes que irão formar o mobiliário. Para isso nem todos os processos têm necessidade de serem realizados pela mesma indústria.

Os maiores ganhos com a descentralização dos processos são para a sociedade e para a economia local, pois, dessa forma, mais empresas estarão envolvidas na cadeia produtiva e mais empregos estarão gerando.

Um outro ponto positivo é a especialização da produção, ou seja, na medida em que cada indústria produz um determinado componente, vai aumentando sua especialização nos processos envolvidos e, com isso, tem-se um ganho em qualidade.

Para a produção do mobiliário, deverão ser utilizados insumos de fácil reciclagem, como termoplásticos e metais. Os processos empregados devem favorecer a otimização de tempo e de recursos.

Na utilização de termoplásticos, por exemplo, os processos podem ser injeção ou termomoldagem. O processo de injeção é mais oneroso por necessitar de uma máquina injetora e de uma matriz para cada componente produzido, contudo, a reciclagem reduz em parte os custos com insumos. Já o processo de termomoldagem é mais simples e mais barato porque não necessita de um ferramental muito complexo. Ambos os processos são empregados atualmente para a produção de mobiliário escolar.

4.4.2 Distribuição

A distribuição dos produtos é feita pelos próprios fabricantes, contudo, também podem ser criados centros de distribuição regionais, facilitando o atendimento à demanda das escolas de cidades do interior. Para que os centros de distribuição possam gerenciar corretamente as demandas, faz-se necessário o estabelecimento de registros de entradas e saídas. As formas de transporte utilizadas devem favorecer também os processos de fluxo reverso, ou seja, na ocasião da entrega de novos conjuntos, as peças quebradas e aquelas que necessitam de manutenção devem ser recolhidas e levadas até a manutenção ou ao desmanche.

A facilidade de transporte é determinante para a eficiência, tanto da distribuição como para o fluxo reverso. De acordo com Leite (2003), a baixa densidade de produtos coletados faz com que os custos de transporte se tornem mais caros. Se o produto tiver uma maior adaptabilidade ao transporte, a sua reciclabilidade pode ser aumentada.

4.4.3 Escolas

Atualmente, as escolas possuem autonomia para aquisição do mobiliário. Esta aquisição é feita através de um processo de licitação, em que prevalece o

critério de menor preço. Contudo, existem orientações e normas específicas a serem seguidas para a aquisição do mobiliário. Considera-se relevante que, nas escolas, sejam adotados procedimentos da ergonomia de conscientização, pois, assim, serão minimizados muitos problemas de ordem postural, que acarretam danos à saúde dos alunos.

É de total interesse e responsabilidade das escolas o encaminhamento de mobiliários danificados para a manutenção, para que estes possam ser reparados ou levados para a reciclagem e, assim, substituídos.

4.4.4 Manutenção

Durante o uso, o mobiliário está exposto a situações que podem ocasionar necessidade de manutenção. A manutenção é de extrema importância para evitar a compra desnecessária de novos produtos.

No esquema proposto, a manutenção deverá manter uma estreita relação com as escolas e com os depósitos e desmanches, porque, na manutenção, será feita a reposição de peças danificadas por peças recuperadas e reaproveitadas. Como forma de organização e otimização, devem ser elaborados manuais de procedimento padrão para orientação das escolas que poderão conter, entre outras coisas, o mínimo de conjuntos necessário para viabilizar a manutenção.

4.4.5 Depósito e desmanche

Das unidades que vão para a manutenção, uma parte, normalmente, não poderá ser recuperada, porém podem ser retirados os componentes ainda utilizáveis. Essa retirada será feita pelo desmanche para os componentes utilizáveis retornam devido à manutenção ou irão para o depósito, e os inutilizáveis irão para o desmanche e, em seguida, para a reciclagem (Figura 65).

O desmanche irá separar os componentes do mobiliário, agrupando-os de acordo com os materiais.

Em seguida, será feita uma seleção. Os componentes em condições de uso serão separados e encaminhados à manutenção como peças de reposição. Os demais componentes irão para a reciclagem.

Atualmente, muitos fabricantes têm se concentrado no projeto dos seus produtos, a engenharia de desmontagem ou *design for disassembly* (DFD). De acordo com Leite (2003), o objetivo é reduzir ao máximo o número de componentes, o número de junções como soldas, colas e outros que dificultem a desmontagem. Segundo este autor,

os principais processos de revalorização dos bens de pós-consumo são os processos de desmanche, que podem englobar a remanufatura, e de reciclagem. Para cada fase, o projeto do produto deve satisfazer às condições de facilidade e de redução de seus custos, a fim de viabilizá-lo economicamente. (LEITE, 2003, p.179)

4.4.6 Reciclagem

Leite (2003) define o processo de reciclagem como o processo responsável pela extração e revalorização do material em condições econômicas e de acordo com especificações de qualidade para substituição de matérias-primas novas por processos industriais.

O processo de reciclagem fornecerá os insumos para a fabricação dos componentes para novas mesas e cadeiras. A reciclagem será feita a partir do material danificado ou inutilizável separado no desmanche.

Este material será encaminhado às devidas indústrias envolvidas no processo de produção. Leite (2003) estabelece como principais características as que definem a reciclabilidade, a facilidade de transporte, de desmontagem, a aptidão para remanufatura, a facilidade de separação do produto, de extração do material constituinte, a conservação das propriedades originais, o número de reutilizações possíveis e o nível percentual de substituição das matérias-primas novas.

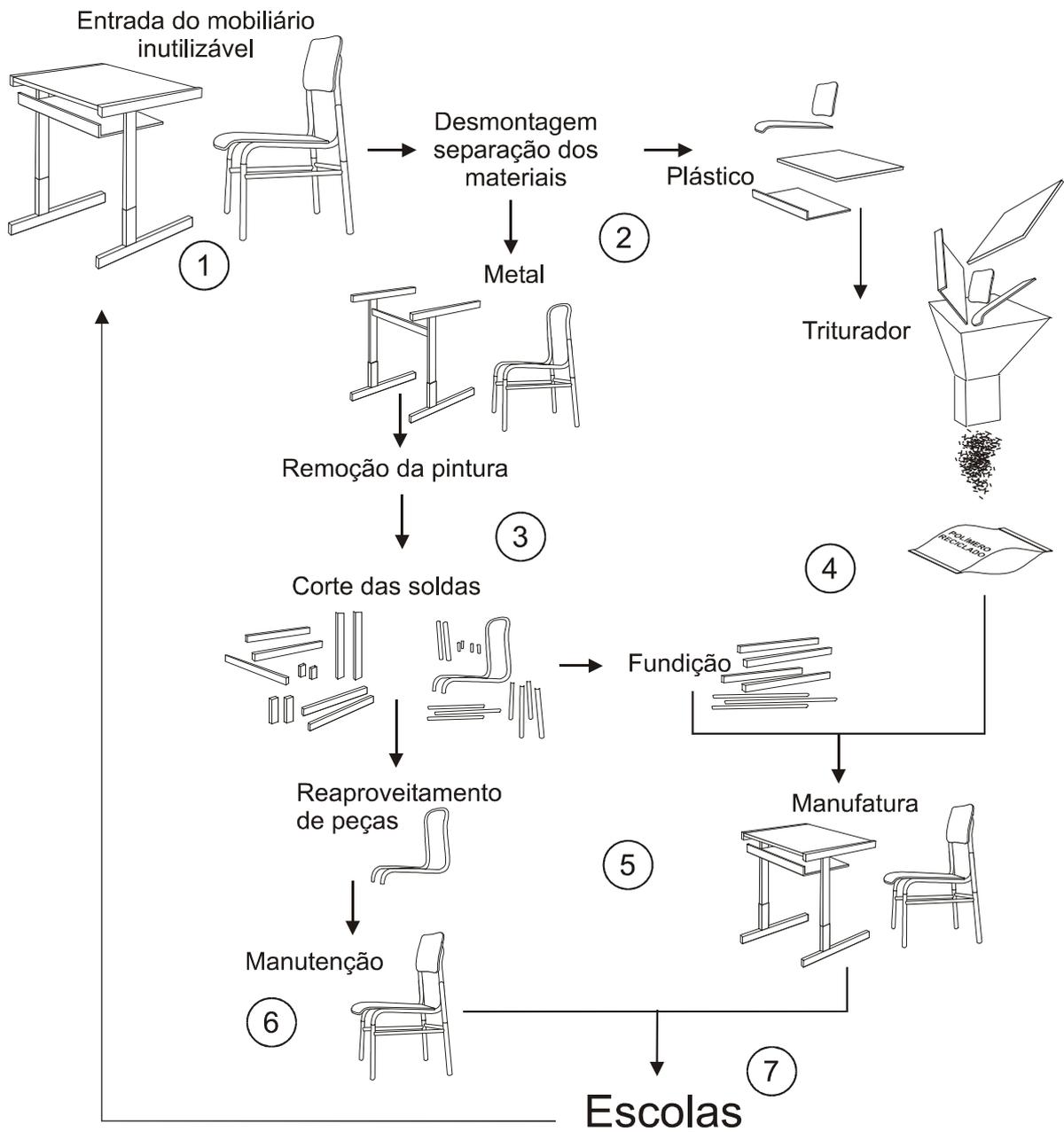


Figura 65 – Planejamento do ciclo reverso