Balanço de Massa do Corte da Madeira para Fabricação de Grade de Sofá com Assento Retrátil

LINS, P.S. [a,b*], SILVA, C. [a,b], SOUSA, S. [a,b] RAPOSO, A. [a,b]

a. Instituto Federal de Alagoas, Maceió-AL

b. Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA

**Corresponding author, patriciasoares.lins@yahoo.com.br*

Resumo

O objetivo deste artigo é analisar a eficiência produtiva do corte da madeira para a fabricação de grade de sofá com assento retrátil por meio do balanço de massa. No processo de fabricação de sofá existem três etapas, sendo elas: estrutura e percinta; estofamento; e revestimento/montagem. O estudo foi realizado no processo de corte da madeira na etapa referente à estrutura e percinta em uma empresa do setor moveleiro do Estado de Alagoas. O resultado obtido mostrou 25,86% de perda de material; desperdício de 1 tábua e meia a cada 6 tábuas de 3 metros de comprimento adquiridas para a produção e perda financeira.

Palavras-chave: *Balanço de Massa, eficiência produtiva, corte da madeira, sofá retrátil.*

1. Introdução

A indústria de móveis brasileira caracteriza-se pela multiplicidade de materiais e tecnologias aplicados aos setores produtivos que a compõe e pelos produtos e serviços desenvolvidos potencialmente por pequenas e médias empresas. As empresas moveleiras situam-se em estágios diversos quanto à eficiência produtiva, à sustentabilidade e à inovação. Buscam soluções específicas para atender as demandas de uso e tipo de mobiliário para consumidores em todas as localidades do país. (RAPÔSO, 2014). Considerando a busca de soluções sustentáveis, a abordagem de conceitos como produção mais Limpa e ecoeficiência para a empresas moveleiras são importantes para o processo produtivo.

A Produção mais Limpa e ecoeficiência são conceitos mais fortemente ligados, quanto a gerar benefícios tanto para a empresa quanto para o ambiente, mas diferem na abordagem empregada para atingir objetivos. A ecoeficiência focaliza o incremento da eficiência nas reservas naturais para produção de bens e serviços. Há uma ligação direta entre o desempenho ambiental e o desempenho financeiro, sendo o principal objetivo utilizar as reservar naturais de forma eficiente. Já a Produção mais Lima tende a centralizar o foco na maior eficiência no uso de materiais, energia, processo e serviço A minimização de resíduos, a prevenção à poluição e a reciclagem devem se transformar em atitudes intrínsecas aos processos industriais numa analogia que associe sistemas industriais com ecossistemas (ALMEIDA; GIANNETTI, 2006).

Empresas que já possuem em seus sistemas de produção ações ambientais aplicadas aos produtos e/ou aos processos, ou seja, produtos com menor impacto ambiental, processos mais limpos e gerenciamento dos resíduos sólidos, podem se integrar às ações para adequação a exigências legais e

normas técnicas com mais facilidade desde que conheçam a cadeia produtiva e o ciclo de vida dos produtos aos quais estão relacionadas (RAPÔSO, 2014).

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma técnica que avalia as cargas ambientais associadas ao sistema de produto, através da identificação e quantificação dos fluxos de materiais e energia em cada unidade de processo. A ACV é vista tanto como ferramenta da ecologia industrial, quanto como importante estratégia inter-relacionada ao *design*, com vistas à melhoria do desempenho ambiental de produtos, serviços e processos em qualquer segmento produtivo em que se encontrem inseridos (RAPÔSO *et al*, 2010)

A avaliação do ciclo de vida (ACV) de um produto é conceituada por Almeida e Giannetti (2006) como uma avaliação sistemática de um produto, processo ou atividade que quantifica os fluxos de energia e de materiais durante o seu ciclo de vida. É a história do produto desde a extração das matérias-primas até a transformação em lixo ou perdas. Os processos são analisados para a determinação da quantidade de matérias-primas, energia, perdas e emissões associadas ao ciclo de vida do produto.

Manzini e Vezzoli (2008) conceituam ciclo de vida como trocas (entrada e saída), entre o ambiente e o conjunto de processos que o acompanham, tendo em vista a relação existente entre fluxos de matéria e energia. Eles destacam as fases que esquematizam o ciclo de vida de um produto: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. O processo envolve entradas e saídas, que podem ser subdivididas em produtos, subprodutos e resíduos. O Inventário do Ciclo de Vida (ICV) consiste em balanços de massa e energia em que todos os fluxos de entrada correspondem aos fluxos de saída quantificados como produto, subproduto, resíduo ou emissão. O conhecimento detalhado do processo leva à possibilidade de identificação da poluição associada a uma unidade de processo do sistema em análise, que correspondem aos pontos críticos de desperdício (ALMEIDA; GIANNETTI, 2006).

O objetivo deste artigo foi analisar a eficiência produtiva do corte da madeira para a fabricação de grade de sofá com assento retrátil por meio do balanço de massa. Na fabricação de sofá existem três etapas, sendo elas: estrutura e percinta plástica; estofamento; e revestimento/montagem. Esse trabalho foi realizado no processo de corte da madeira da etapa referente à estrutura e percinta plástica.

2. Métodos

O produto avaliado foi um sofá com assento retrátil e encosto de almofadas soltas para uso residencial, com dimensões de 2,30 m de largura externa e de 1 m de profundidade externa, com área de assento dividida em 2 seções e largura útil de 1,80 m, tomando-se como base os dados produzidos por Rapôso (2014), conforme Fig. 1.

Fig.1 Produto (sofá com assento retrátil). Fonte: RAPÔSO 2014

Os dados quantitativos de materiais e energia consumidos e perdas geradas na unidade de processo 1 (referente ao corte da madeira) para produção do sofá foram obtidos com base nas dimensões do sofá e referenciais quantitativos produzidos por Rapôso (2014).

Segundo Rapôso (2014), foram selecionadas 6 (seis) tábuas de madeira de pinus aplainadas, secas e tratadas em estufa, medindo 3,00 x 0,24 x 0,02 m, que correspondem ao volume de 0,086 m^3 e

massa de 55,7 kg. As tábuas de madeira integram a cadeia produtiva de madeira e móveis. No processo foram consideradas a madeira de retorno e as perdas produtivas identificadas como: pó de serra\serragem; e madeiras de descarte que foram coletadas para classificação e cálculo, conforme fluxograma do macroprocesso da fabricação de sofá estofado com assento retrátil (Fig.2):

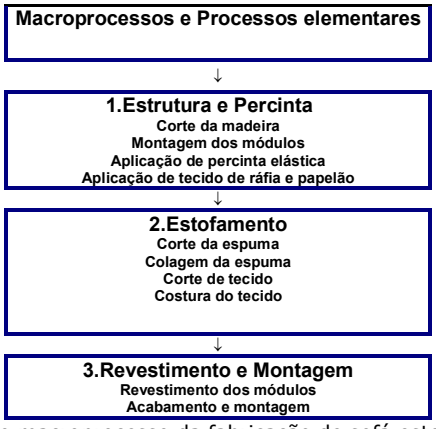

Fig. 2: fluxograma do macroprocesso da fabricação de sofá estofado com assento retrátil
Fonte: Adaptado de RAPÔSO (2014)

No macroprocesso 1, referente ao processo de estrutura e percinta, resulta na estrutura completa do sofá estofado retrátil, conforme Fig. 3.

Fig.3 Produto (sofá com assento retrátil). Fonte: RAPÔSO 2014

No processo de corte da madeira, identifica-se perdas produtivas, denominadas neste estudo como madeira de retorno, serragem e madeira de descarte, como pode ser observado na mesa de corte, Fig. 4.

Fig.4 Mesa de corte apresentando perdas da matéria-prima. Fonte: RAPÔSO 2014

O Balanço de massa esquemático do processo apresentado usa os princípios básicos de conservação de massa. Foi considerada a unidade de processo referente ao corte da madeira, com a variável de entrada tábuas de madeira de pinos aplainadas (kg). O valor da energia elétrica (kWh) utilizada não foi considerado no calculo. As variáveis de saída são: peças de madeira cortada (kg); madeiras de retorno (kg); serragem (kg); madeiras de descarte (kg). A emissão para o ar (poeiras de madeiras) não foi considerado no calculo, conforme Fig. 5.

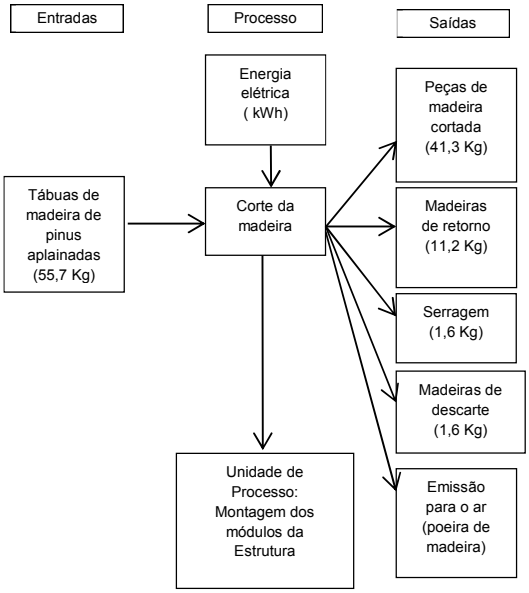

Fig. 5: Balanço de massa esquemático do processo. Fonte: Adaptado de RAPÔSO (2014)

3. Resultados

Na sequência são apresentados resultados obtidos no estudo realizado na empresa de móveis.

A Tabela 1 apresenta o resultado das medições obtidas na pesquisa de Rapôso (2014), utilizada no balanço de massa deste estudo.

Tabela 1 – Entradas e saídas do processo de montagem da grade

Entradas					Saída
Peças de madeira (kg)	Grampos barra 50 (kg)	Cola branca (kg)	Consumo de energia elétrica – máquinas e equipamentos (kWh)	Consumo de energia elétrica – iluminação artificial (kWh)	Grade de madeira (peça)
41,3	0,564	0,1	9,257	0,0	1

Fonte: Rapôso (2014).

Para a modelagem desse processo tivemos como embasamento a avaliação do ciclo de vida (ACV) e o balanço de massa que segundo Almeida e Giannetti (2006), pode ser efetuado pela fórmula a seguir, em qualquer parte do sistema: Produto + S + R = $(MP_1 - S_1 - R_1) + (MP_2 - S_2 - R_2)$, onde produto (P) significa a quantidade de peças produzidas; subproduto (S) é o material reaproveitado que assume a função de matéria prima e retorna ao sistema, a sobra a ser reaproveitada dentro do próprio sistema; R é o resíduo e MP é a matéria prima.

Como o processo não gera outros subprodutos ou perdas os valores de S_1 e R_1 são iguais à zero. As considerações sobre a eficiência (E) do sistema são dadas por E = P/MP, onde (P) é a quantidade de

produto e (MP) a quantidade de matéria-prima.

Para a modelagem do processamento da madeira para fabricação de grade de sofá com assento retrátil envolvendo a unidade de processo 1 (corte da madeira) da etapa 1, referente à estrutura e percinta, foram consideradas produto (P) as peças de madeira produzidas, S são as madeiras de retorno, R é a serragem e as madeiras descartadas e MP é a matéria-prima de tábuas de madeira Pinus que entram no sistema para a produção das peças da estrutura do sofá. Com isso foram realizados cálculos para a análise da eficiência do processo na etapa de corte, como descrito a seguir:

Considerando apenas o corte da madeira e aplicando a equação do balanço de massa:

$$P + S + R = MP$$

Onde:

P (Produto) são as peças de madeira produzidas = 41,3 kg;

S (madeiras de retorno) = 11,2 kg;

R (resíduos) = 3,2 kg;

MP (matéria prima de tábuas de madeira Pinus) = 55,7 kg;

Usando os dados disponíveis do processo, obtém-se:

41,3 +11,2 + 3,2 = 55,7

Ou seja, os subprodutos gerados que retornam para o sistema foram de 11,2 kg, o que corresponde a uma tábua e meia de madeira. Indica a importância de otimizar o corte do material.

Para verificar o quanto se está afastada da condição ideal, ou seja sem perdas, foi calculada a eficiência do processo, por meio da seguinte equação

E = P/MP

Logo, a eficiência é igual 41,3(P)/55,7 (MP). O aproveitamento da madeira é de 74,14% e o desperdício de 25,86%.

3. Conclusão

Os dados obtidos no estudo revelam que:

- Há uma perda de 1 tábua e meia a cada 6 tábuas de 3 metros de comprimento e 0,25 metros de largura, adquiridas para a produção da grade do sofá com assento retrátil;
- Sendo o custo de cada tábua correspondente a R$ 7,50, há uma perda financeira de R$ 11,25. Para produção de uma grade é perdido em torno de 4,6 metros de madeira, que corresponde a 25,86% de perda para o produto analisado.

Deve ser ressaltada, como oportunidade de melhoria, a sugestão de utilização do *software* especifico CORTE CERTO, com objetivo de otimizar o processo de corte para redução do desperdício de matéria-prima e redução dos custos de produção. Utilizando tal ferramenta, com a compra de apenas 5 tábuas é possível realizar a etapa de corte para produção de um sofá de assento retrátil, tendo assim a economia de R$ 7,50 na compra.

Com isso, acredita-se que a implantação desse estudo poderá trazer benefícios à empresa ao atingir

suas metas financeiras, com um processo mais eficiente e sustentável, motivando a inovação e as vantagens competitivas no setor moveleiro.

Referências

Almeida, C. M. V. B. de; Giannetti, B. F., 2006. "Ecologia Industrial: conceitos, ferramentas e aplicações". São Paulo: Edgard Blucher, pp. 18.

Manzini, E.; Vezzoli, C., 2008. "O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais". 1. ed. 2. reimpr. São Paulo: EDUSP.

Rapôso, A. 2014, "*Modelo de Sistema de Produto-Serviço para Estofado Personalizado*: sustentabilidade ambiental e inovação em modelo de negócio para estofadora do APL de Móveis do Agreste (Alagoas, Brasil)". 430 f. il. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da UFBA, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

Rapôso, A.; Kiperstok, A.; César, S. F., 2010. Produção mais limpa e design do ciclo de vida de móveis estofados no Estado de Alagoas, Brasil. In: V CONNEPI – Sistema de Gerenciamento de Conferências (OCS). http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index. php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/ 867/602> acessado em Janeiro/2015.