

O Ciclo de Vida de Sofá Estofado: inventário de sofá retrátil

The Upholstered Sofa Life Cycle: Retractable Sofa Inventory

Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso, Dra, Instituto Federal de Alagoas.
aurea.raposo@ifal.edu.br

Resumo

O presente artigo apresenta estudo sobre o ciclo de vida de sofá estofado sob medida e relata sobre materiais, processos e perdas produtivas, associados à fabricação de sofá estofado retrátil, identificados durante Inventário do Ciclo de Vida (ICV). O ICV de sofá retrátil fez parte de pesquisa exploratória, de abordagem quantitativa-qualitativa; e, compôs a terceira fase da etapa de pesquisa de campo, a partir de estudo de caso em empresa de pequeno porte do setor de estofados sob medida. O estudo teve como objetivo avaliar o desempenho ambiental de unidade de sofá retrátil, com vistas à melhoria no produto e nos processos.

Palavras-chave: Design do Ciclo de Vida do Produto; Inventário; Desempenho ambiental

Abstract

This article presents a study on the life cycle of custom-made upholstered sofas and reports on materials, processes and production losses associated with the manufacture of retractable upholstered sofas, identified during the Life Cycle Inventory (ICV). The retractable sofa ICV was part of exploratory research, with a quantitative-qualitative approach; and, it comprised the third phase of the field research stage, based on a case study in a small company in the custom upholstery sector. The study aimed to evaluate the environmental performance of a retractable sofa unit, with a view to improving the product and processes.

Keywords: *Product Life Cycle Design; Inventory; Environmental performance*

1. Introdução

Todo produto provoca impactos, advindos dos principais estágios do seu ciclo de vida, relacionados à aquisição das matérias-primas; à produção do material; à fabricação do produto; ao uso e/ou à permanência do produto no mercado por dado período e ao seu descarte, como ilustra a Figura 1. Em qualquer um desses estágios do ciclo de vida do produto ou em todos eles, as partes interessadas revelam-se como co-responsáveis por esses impactos, destacando-se aqui os impactos ambientais. Os impactos ambientais podem ser positivos, quando provocam melhorias ou benefícios; e, podem ser negativos, quando provocam danos, visto que consistem em qualquer modificação do meio ambiente ocasionada por atividades, produtos, serviços e/ou processos (Platcheck, 2012, Pêgo, 2012, 2010; Almeida; Giannetti, 2006; Manzini; Vezzoli, 2005).

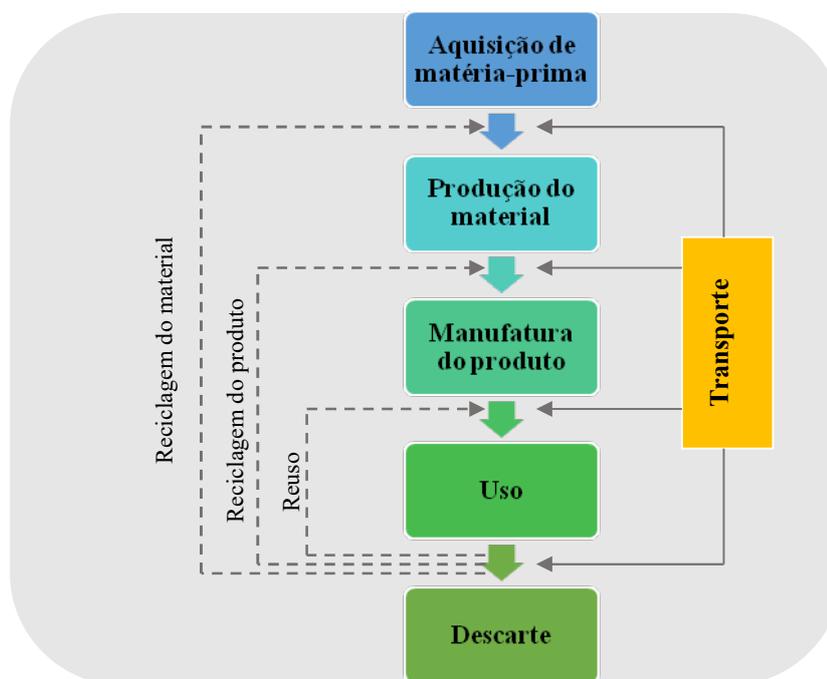


Figura 1: Principais estágios do ciclo de vida do produto. Fonte: elaborado pela autora, com base em Almeida e Giannetti (2006).

Como mostra a Figura 1, o primeiro estágio consiste na aquisição de matéria-prima. O segundo estágio envolve o processamento dessa matéria-prima para obtenção de materiais. No terceiro estágio, os materiais são manufaturados e transformados em produtos. O quarto estágio abrange o uso do produto; e, o quinto estágio compõe-se pelo descarte, pelo reuso ou pela reciclagem. A reciclagem pode ocorrer de duas formas: i. o produto é remanufaturado, constituindo-se material para a produção de outro produto; ii. o material é reciclado, sendo empregado como matéria-prima no processamento de outro produto (Almeida; Giannetti, 2006). De acordo com Almeida e Giannetti (2006), todos esses estágios, em conjunto com o transporte requerido para deslocar materiais e produtos, contribuem para o impacto causado.

A avaliação do ciclo de vida (ACV) do produto constitui-se no método empregado para avaliar os impactos ambientais de bens e serviços, analisando o produto e os processos quanto às matérias-primas, materiais e coprodutos, energia, resíduos (ou subprodutos, que estão vinculados à ineficiência da produção do material e/ou da manufatura do produto) e emissões associadas. O foco da ACV está no sistema de produto, estando dividida em três etapas:

planejamento, inventário e interpretação, conforme a ABNT NBR 14040 (2009) e a ABNT NBR 14044 (2009). O inventário do ciclo de vida (ICV) do produto consiste no balanço de massa e energia, em que todos os fluxos de entrada devem corresponder a um fluxo de saída, quantificado como produto, subproduto ou emissão. Este balanço de massa pode ser efetuado em qualquer parte do sistema de produto. O ICV permite identificar pontos críticos de desperdício de matéria-prima ou de geração de subprodutos, além de viabilizar o conhecimento detalhado do processo de produção (ABNT NBR 14040, 2009; ABNT NBR 14044, 2009).

O presente artigo apresenta estudo sobre o ciclo de vida de sofá estofado sob medida e relata sobre materiais, processos e perdas produtivas, associados à fabricação de sofá estofado retrátil, identificados durante ICV em empresa de pequeno porte (EPP) do setor de estofados sob medida da região do Agreste de Alagoas.

2. Procedimentos Metodológicos

O ICV de sofá retrátil fez parte de pesquisa exploratória, de abordagem quantitativa-qualitativa, desenvolvida por Rapôso (2014), no período de 2010-2013; e, compôs a terceira fase da etapa de pesquisa de campo, a partir de estudo de caso do tipo longitudinal em EPP do setor de estofados sob medida da cidade de Arapiraca-AL. A aplicação da ferramenta de ACV destinou-se ao desenvolvimento do ICV de unidade de sofá retrátil, visando à identificação dos aspectos e impactos ambientais do Ciclo de Vida do Sofá Estofado de acordo com as normas ABNT NBR 14040 (2009) e a ABNT NBR 14044 (2009).

O escopo do ICV foi avaliar o desempenho ambiental de unidade de sofá estofado retrátil – produto mais comercializado da indústria-caso – com vistas à indicação de ações de melhorias ambientais no produto e/ou nos processos. Entende-se por desempenho ambiental os resultados mensuráveis da gestão e produção de uma empresa sobre seus aspectos ambientais e que podem ser medidos com base na política ambiental, objetivos e metas ambientais de uma empresa e em outros requisitos de desempenho ambiental (ABNT NBR 14001, 2004). A Figura 2 sintetiza as fases da ACV aplicadas (área em destaque na cor azul) e os objetivos do ICV (área destacada em verde). A avaliação de melhorias foi subsequente à realização do ICV, voltada à proposição de design de Sistema de Produto+Serviço Sustentável (design de SPSS), e não foi realizada a avaliação do impacto, só a análise de inventário (Castillo, 2024; Rapôso, 2014; Giannetti *et al.*, 2008).

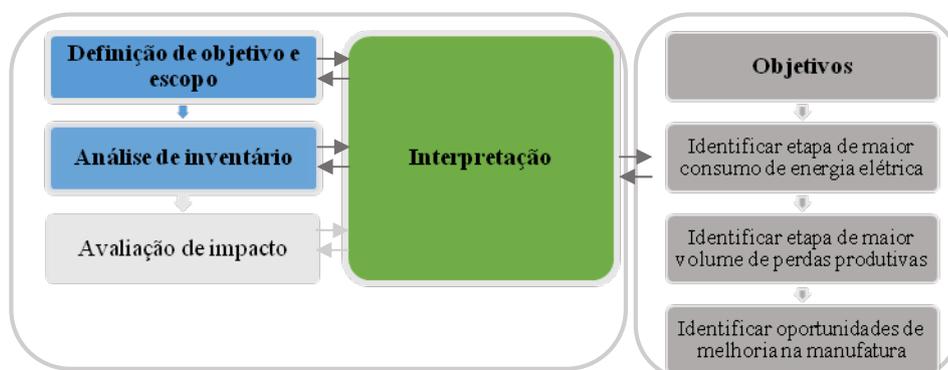


Figura 2: Fases da Avaliação do Ciclo de Vida e objetivos do estudo de ICV. Fonte: elaborado pela autora, com base na ABNT NBR 14040 (2009).

O modelo selecionado foi o sofá estofado com assento retrátil e encosto de almofadas soltas para uso residencial (sofá com assento prolongado móvel), com as dimensões de 2,30 m

de largura externa e 1 metro de profundidade externa; área de assento dividida em duas secções e largura útil de 1,80 metros. As dimensões atendem aos requisitos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 15164 (2004) na largura e profundidade de assento. Convém destacar que, face à infraestrutura tecnológica e produtiva de base semi-industrial, com forte presença de etapas manuais e a multiplicidade de matérias-primas e/ou materiais auxiliares de pouco volume e leves, a construção do estudo de ICV contribuiu, do ponto de vista acadêmico, para a organização da coleta, mensuração e tratamento dos dados primários diretos (obtidos no chão de fábrica durante o acompanhamento da produção do sofá selecionado) e semidiretos (dados tratados em laboratório, dados dos macroprocessos e dados secundários).

O sistema de produto analisado foi fabricação de sofá estofado. A função do sistema estabelecida foi fornecer assento, considerando as funções básica e secundárias do produto – função *sentar* e suas variações a partir de modelo de sofá estofado retrátil (sofá com prolongamento da área de assento). A unidade funcional estabelecida foi uma peça de sofá estofado com dois assentos prolongados para uso de dois usuários por 20440 horas na função do sistema, que correspondeu a fornecer 1 peça de sofá estofado com 2 assentos prolongados para uso de 2 usuários durante 4 horas por dia (total de 8 horas por dia, tempo máximo de uso/dia, quando o uso não ocorre de forma simultânea e compartilhada – uso individual – cenário limite) por um período de 7 anos (ou 2555 dias) (Rapôso, 2014).

O tempo de uso e permanência de 4 h/dia foi estimado como o tempo máximo ocupado pelo usuário na função do sistema (associada às funções de uso do produto), considerando uma rotina de 8 h/dia de jornada de trabalho, 6 h/dia de repouso, 2 h/dia de mobilidade (residência-trabalho-residência), 4 h/dia para atividades pessoais e domésticas. O fluxo de referência foi de 1 peça de sofá estofado retrátil. A fronteira do sistema foi definida pelos processos de produção, distribuição, uso e descarte. O detalhamento do estudo de ICV pode ser verificado na pesquisa base, elaborada por Rapôso (2014), sobretudo quanto às etapas de supervisão da qualidade, expedição e entrega (transporte e embalagem) e de uso, manutenção e descarte, além dos dados não computados e outras considerações.

A limitação da aplicação da ferramenta de ACV à fase de ICV teve por finalidade que o estudo de ICV se constituísse no primeiro balanço ambiental e energético da indústria-caso e em referência para a continuidade de aplicação da ferramenta de ACV, a exemplo do estudo de Lins *et al.* (2015), analisou a eficiência produtiva do corte da madeira para a fabricação de grade de sofá com assento retrátil por meio do balanço de massa.

O estudo de ICV mostrou-se relevante como instrumento de disseminação e incentivo à aplicação da ferramenta de ACV em EPP, visto que a ferramenta de ACV no Brasil tem sido mais aplicada em sistemas industriais de grande porte e que a indústria-caso de Arapiraca-AL não se encontrava familiarizada com os conceitos de ciclo de vida do produto e de ferramenta de ACV, bem como com as possíveis melhorias no desempenho ambiental e produtivo que estes conceitos poderiam proporcionar no âmbito do desenvolvimento dos produtos-serviços e dos processos de produção (Rapôso, 2014).

3. Resultados

3.1. O ciclo de vida do sofá estofado

O ciclo de vida do sofá estofado envolve no mínimo três cadeias produtivas – Madeira e Móveis, Petroquímico-têxtil e Química – e três materiais predominantes – madeira, espuma e tecido. O ciclo de vida genérico do sofá estofado encontra-se representado na Figura 2 a seguir. Trata-se de representação esquemática do ciclo de vida genérico de um sofá estofado,

em que as linhas sólidas indicam os fluxos de matérias-primas, combustível e energia do (1) ao (10). Observa-se que esse ciclo de vida não favorece a otimização da vida útil do produto e/ou a extensão da vida dos materiais, sobretudo na fase de descarte (10), exceto em caso de doação a terceiros (11 e 12) e coleta por catadores e/ou cooperativas de reciclagem em que se inicia uma nova fase de uso e, posterior, descarte (13 e 14). Contudo, é sempre incerta a destinação final do estofado usado quando é depositado no lixão ou logradouro público, sobretudo quando estas alternativas e/ou microciclos se esgotam (Rapôso, 2014).

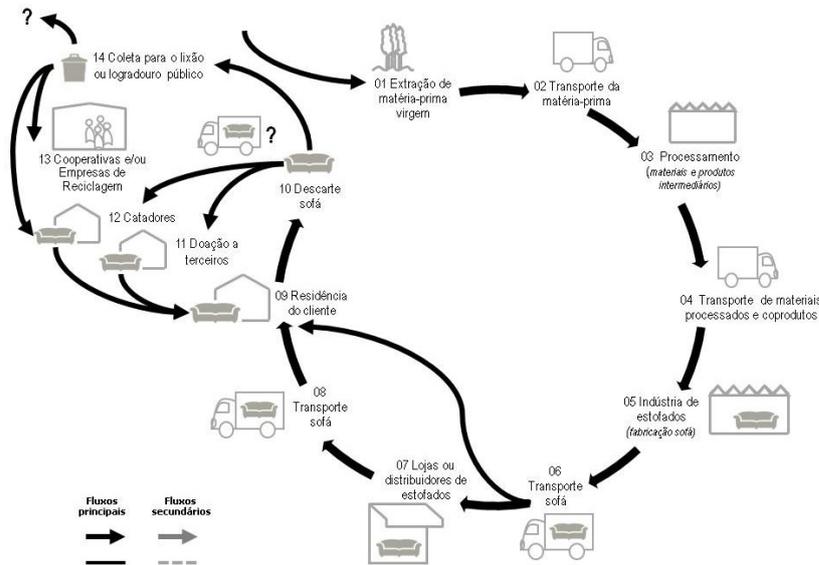


Figura 2: Ciclo de vida genérico do sofá estofado. Fonte: elaborado pela autora, com base em Rapôso (2014).

A Figura 3 ilustra o ciclo de vida do sofá estofado da indústria-caso. Os aspectos, que motivaram este estudo ser aplicado ao setor de estofados sob medida e em pequena escala, foram baseados na investigação do que caracterizava e movimentava o ciclo de vida do sofá estofado da indústria-caso: oferta integrada de produto-serviço, com fabricação de estofado novo e reuso de usado (reforma); garantia de 7 anos na estrutura de madeira e de 2 anos no estofamento (espuma), além da personalização como diferencial do modelo de negócio, agregando valor de uso e vínculo pessoal (Rapôso, 2014).

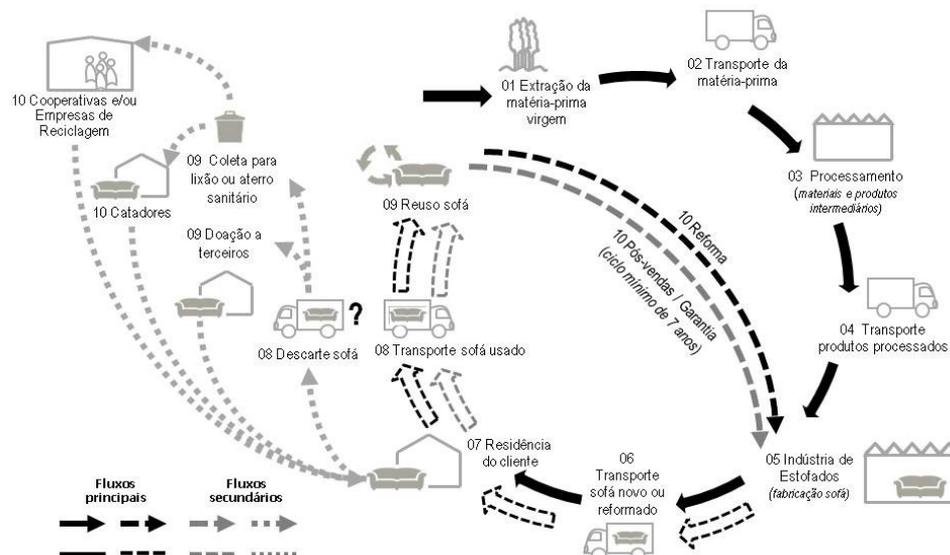


Figura 3: Ciclo de vida do sofá estofado da indústria-caso. Fonte: elaborado pela autora, com base em Rapôso (2014).

Observa-se na Figura 3 que a oferta do serviço de reforma viabiliza alternativas de reuso do sofá ao usuário-consumidor (9 e 10), que favorecem o adiamento do fim de vida ou descarte do sofá usado, bem como reduz a demanda de recursos para produção de estofado novo durante o tempo de vida útil mínimo que corresponde ao tempo de garantia do produto (Rapôso, 2014).

3.2. A produção do sofá estofado retrátil

A fabricação do sofá estofado retrátil selecionado seguiu a linha de produção da indústria-caso, composta por três etapas: estrutura e percinta (1), estofamento (2) e revestimento e montagem (3), como mostra a Figura 4 (cf. linha tracejada). Trata-se de produção semi-industrial, com predominância de processos manuais que dependem diretamente da habilidade e perícia da equipe de produção, composta por marceneiro, estofador e montador.

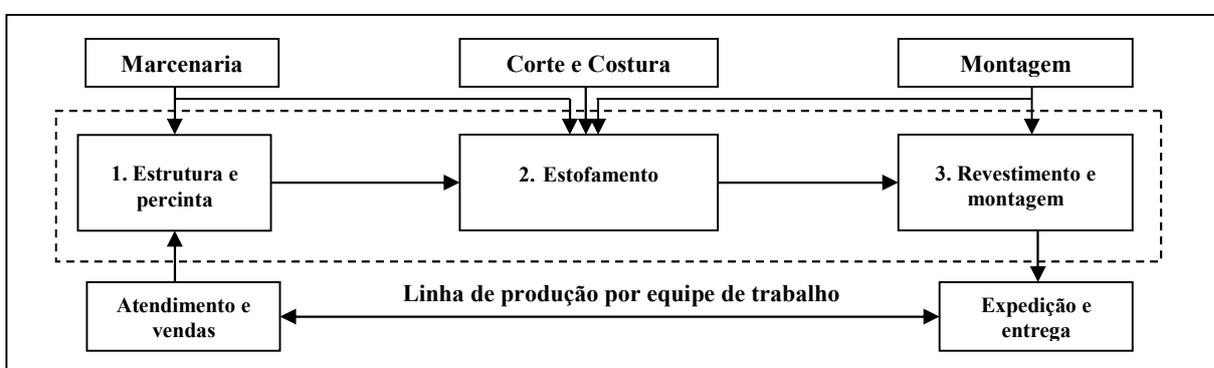


Figura 4: Fluxograma simplificado dos processos de produção de estofados sob medida da indústria-caso. Fonte: elaborado pela autora, com base em Rapôso (2014).

Já a Figura 5 sintetiza o fluxograma do ICV para sofá estofado retrátil, representando os macroprocessos e as unidades de processos elementares, fluxos de entrada, fluxos intermediários e fluxos de saída, levantados intrafábrica. A estrutura de um sofá estofado consiste na armação básica para sustentação das demais partes que o compõem e suporta o sistema de suspensão, estofamento e revestimento, e o usuário (ABNT NBR 15164, 2004). A estrutura do modelo de sofá selecionado compunha-se por 5 módulos: 1 módulo de base de assento integrada ao encosto (módulo A), 2 módulos de apóia-braços (módulos B e C) e 2 módulos de assentos com prolongadores (módulos D e E). Conforme mostra a Figura 5, a etapa de Estrutura e Percinta envolveu 4 processos elementares: corte da madeira, montagem da grade de madeira, aplicação de percinta elástica (sistema de suspensão), aplicação de tecido de ráfia e papelão (planos de suporte) (Rapôso, 2014).

O estofamento compõe-se por todos os materiais que estiverem entre a estrutura e o revestimento, como espumas, manta acrílica (ou acrílon), fibra sintética e flocos de espuma (ABNT NBR 15164, 2004). O macroprocesso de Estofamento (cf. Figura 5) abrangeu 5 processos elementares: corte da espuma, colagem da espuma, corte do tecido de revestimento, costura das peças de tecido de revestimento, corte e costura do TNT (capas das almofadas) (Rapôso, 2014).

O revestimento engloba o processo de recobrimento da estrutura e do estofamento, sendo responsável pela aparência e acabamento do mobiliário, enquanto que a montagem consiste na “ação de conjugar todas as partes de um móvel” (ABNT NBR 12666, 1992, p. 6; ABNT NBR 15164, 2004). A etapa de Revestimento e Montagem compôs-se por 2 processos elementares: revestimento dos módulos (e pré-montagem) e acabamento e montagem (Rapôso, 2014).

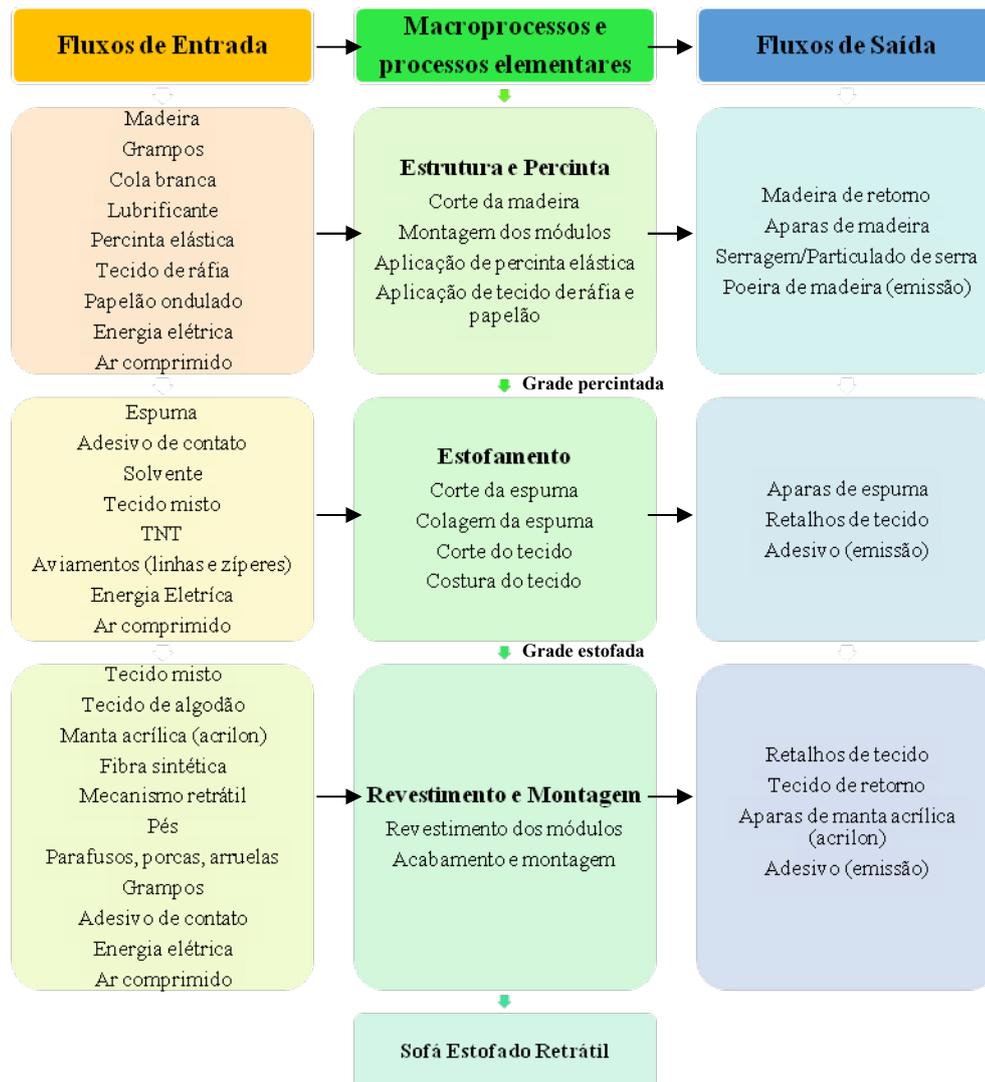


Figura 5: Fluxograma dos macroprocessos da fabricação de sofá retrátil. Fonte: elaborado pela autora, com base em Rapôso (2014).

Além dos macroprocessos de fabricação do sofá indicados na Figura 5, o estudo de ICV analisou os processos de supervisão da qualidade e embalagem do produto; armazenamento, expedição e entrega; e, transporte; assim como 2 cenários de uso do produto, cuja principal função de uso, indicada pelos usuários-consumidores, foi *assistir televisão*, considerando ambiente residencial e contexto de uso para o qual foi adquirido: sala de estar e *home-theater* (Rapôso, 2014).

4. Análises dos Resultados do ICV do sofá retrátil

O inventário constitui-se nos dados de entrada e saída do *sistema de produto* em tela, reunindo todos os valores por peça referente às matérias-primas, produtos intermediários, energia e subprodutos, que entram e saem nos limites do sistema (ABNT NBR 14040, 2009; ABNT NBR 14044, 2009). O resultado do ICV consiste no balanço dos fluxos de material e energia relacionados às etapas do ciclo de vida de um produto – da obtenção da matéria-prima a disposição final, através da listagem de materiais, produtos, coprodutos e perdas em kg/peça e de energia requerida em kWh/peça (Giannetti *et al.*, 2008). Como resultado do ICV do sofá retrátil, obteve-se que para 1 peça de sofá com 2 assentos prolongados para uso de 2 usuários

foram utilizados 70,91 kg de materiais, conforme ilustra a Tabela 1, que sintetiza todas as entradas da fabricação para 1 unidade de sofá estofado (Rapôso, 2014).

Tabela 1: Entradas da fabricação de 1 peça de sofá estofado retrátil.

Macroprocessos	Entradas	Valor	Unidade
Estrutura e Percinta	Peças de madeira	41,28	kg/peça
	Grampos barra 50	0,564	kg/peça
	Cola branca	0,1	kg/peça
	Percinta elástica	0,946	kg/peça
	Papelão ondulado	0,2804	kg/peça
	Papelão ondulado	0,2145	kg/peça
	Grampos barra 16	0,084	kg/peça
Estofamento	Peças de espuma D33 e D23	8,9799*	kg/peça
	Adesivo de contato	2,272	kg/peça
	Grampos barra 8	0,308**	kg/peça
	Peças de tecido misto	4,4698	kg/peça
	Capas internas de TNT (almofadas)	0,1508	kg/peça
Revestimento e Montagem	Manta acrílica (acrilon)	0,065	kg/peça
	Tecido de algodão cru	0,751	kg/peça
	Parafusos de montagem	0,16298	kg/peça
	Mecanismos retráteis	4,11	kg/peça
	Parafuso para dispositivo deslizador	0,049320	kg/peça
	Pés	1,1	kg/peça
	Parafusos para componente (pés)	0,0404	kg/peça
	Fibra sintética	4,99	kg/peça
Total		70,91	kg/peça

Notas: (*) Total de espuma aplicada a peça; (**) Total de grampos barra 8 aplicados a peça. Fonte: Autora, com base em Rapôso (2014).

Foram gerados 15,57 kg/peça de subprodutos e/ou perdas produtivas. A Tabela 2 demonstra que foram destinados ao reuso interno: 11,16 kg/peça de madeira de retorno, 0,81 kg/peça de aparas de espuma, 0,025 kg/peça de acrílon e 0,075 kg/peça de tecido de retorno em fibras de algodão. E, ao reuso externo: 1,61 kg/peça de madeira de descarte para padaria local e 1,67 kg/peça de serragem para produção avícola. Foram descartados 0,200 kg/peça de aparas de tecido misto (Rapôso, 2014).

Tabela 2: Saídas da fabricação de 1 peça de sofá estofado retrátil.

Macroprocessos	Saídas	Valor	Unidade	Destino
Estrutura e Percinta	Madeiras de retorno	11,16	kg/peça	Volta ao sistema para reuso em outras peças
	Madeiras de descarte	1,61	kg/peça	Queima em forno de padaria local
	Serragem	1,67	kg/peça	Produção avícola local
Estofamento	Aparas de espuma	0,81	kg/peça	Volta ao sistema na forma de flocos
Revestimento e Montagem	Aparas de tecido misto	0,20	kg/peça	Descarte
	Aparas de acrílon	0,025	kg/peça	Volta ao sistema para reuso em outras peças
	Tecido de retorno em fibras de algodão	0,075	kg/peça	Volta ao sistema para reuso em outras peças
Total		15,57	Kg/peça	

Fonte: Autora, com base em Rapôso (2014).

A etapa de maior geração de subprodutos foi o macroprocesso da Estrutura e Percinta, com a geração de 14,44 kg/peça que correspondem a 98% de subprodutos de madeira, seguido do macroprocesso de Estofamento, com 5% de subprodutos de espuma e do macroprocesso Revestimento e Montagem, com 1,8% de subprodutos de tecido e 0,2% de subprodutos de acrílon (Rapôso, 2014).

Considerando a produção média de 15 sofás estofados retráteis por mês pela indústria-caso, similares ao sofá estofado retrátil analisado, e a quantidade de madeira de retorno e de descarte gerada (12,77 kg/peça), a quantidade total de subprodutos de madeira perdida por mês, corresponde a 191,55 kg. Essa quantidade de madeira equivaleria à produção de pelo menos 4 novas estruturas de madeira (ou grade) para o modelo de sofá estofado retrátil, cujas peças correspondem a 41,28 kg/peça (cf. Tabela 1) (Rapôso, 2014).

Conforme Tabela 3, a etapa de maior consumo de energia elétrica foi a de uso do produto, tanto em cenário limite quanto em cenário ideal, em razão de equipamentos eletrônicos domésticos pelos usuários (e.g. TV e *home-theater*), associados às principais funções de uso (*sentar-relaxar*, *assistir TV* e *ouvir música*) e à manutenção (e.g. aspirador de pó). O consumo de energia elétrica referente à iluminação artificial também é maior nesta etapa. Para a manutenção do sofá estofado em tecido, a indústria-caso indicou a aspiração leve e periódica. Logo, durante a manutenção, foi considerado que o sofá estofado retrátil geraria consumo de energia elétrica referente ao aspirador de pó de uso doméstico. O consumo médio mensal do aspirador de pó doméstico é de 7,17 kWh/mês para uma média de utilização de 20 min/dia. O consumo anual de energia elétrica referente ao uso do aspirador de pó será de 86,04 kWh. Considerando tempo de vida útil de 7 anos para o sofá (84 meses), o consumo total de energia elétrica na fase de uso referente à manutenção será de 602,28 kWh (Rapôso, 2014).

Foi constatado que o consumo total de energia elétrica será 3200,32 kWh/peça, quando o uso for compartilhado por 2 usuários (cenário ideal, definido por 10220 horas de uso) e 5590,20 kWh/peça, quando o uso não ocorrer de forma compartilhada (cenário limite, definido por 20440 de uso) (Rapôso, 2014).

Tabela 3: Consumo total de energia elétrica no ciclo de vida do sofá retrátil.

Item	Tipo de consumo	kWh/peça	kWh/peça
		Uso compartilhado	Uso não compartilhado
1	Consumo direto de máquinas e equipamentos da etapa de produção	38,10	38,10
2	Consumo direto de iluminação artificial da etapa de produção	6,27645	6,27645
3	Consumo indireto de máquinas e equipamentos da etapa de produção (<i>sistema pneumático</i>)	156,50	156,50
4	Consumo indireto da iluminação artificial da etapa de produção	18,40	18,40
5	Consumo direto de equipamentos da etapa de uso	2566,96	4553,64
6	Consumo direto da iluminação artificial da etapa de uso	414,08	817,28
Total		3200,32	5590,20

Fonte: Autora, com base em Rapôso (2014).

As Tabelas 1, 2 e 3 sintetizaram os principais resultados da análise quantitativa do ICV.

O Quadro 1 resume a análise qualitativa do ICV quanto aos aspectos e impactos ambientais por macroprocesso de fabricação do sofá estofado retrátil e apresenta os requisitos ambientais prioritários identificados para geração de soluções ecoeficientes específicas ao sistema de produto estudado (Vezzoli, 2010; Almeida; Giannetti, 2006; Manzini; Vezzoli, 2005).

Quadro 1: Síntese dos aspectos e impactos ambientais do ciclo de vida de sofá estofado retrátil.

Macroprocesso (e/ou Etapa do ciclo)	Aspecto ambiental	Impacto ambiental (+ e/ou -)	Requisitos ambientais
Estrutura e percinta	Madeiras de retorno	Pressão sobre os recursos naturais	Minimização de recursos
	Madeiras de descarte	Reuso interno e/ou reuso externo	Minimização e valorização

	Serragem	(queima)	de resíduos
		Pressão sobre os recursos naturais	Minimização de recursos
	Emissão de pó de serra	Reuso interno e/ou reuso externo (produção avícola local)	Minimização e valorização de resíduos
		Alteração da qualidade do ar no ambiente de trabalho (marcenaria)	Minimização de toxicidade
Papelo ondulado reconduzido de embalagens descartadas pós-uso	Doenças respiratórias em funcionários	Reuso interno	Minimização de toxicidade
			Minimização e valorização de resíduos
Estofamento	Espuma de retorno Aparas de espuma Flocos de espuma	Pressão sobre os recursos naturais	Minimização de recursos
	Emissão cola de contato à base de solvente	Alteração da qualidade do ar local	Minimização de toxicidade
	Retalhos de tecidos	Reuso interno	Minimização e valorização de resíduos
	Recipiente pós-uso do adesivo de contato	Periculosidade (toxicidade)	Minimização de recursos
Revestimento e montagem	Aparas de acrílon	Pressão sobre os recursos naturais	Minimização de recursos Minimização e valorização de resíduos
	Tecido de retorno em fibras de algodão	Pressão sobre os recursos naturais	Minimização de recursos Minimização e valorização de resíduos
Distribuição e Transporte	Emissões de diesel	Alteração da qualidade do ar local	Minimização de toxicidade
		Periculosidade (toxicidade)	Minimização de toxicidade
Uso e manutenção	Desgaste material do tecido	Pressão sobre os recursos naturais	Otimização da vida do sistema Minimização e valorização de resíduos
Descarte	Disposição em aterro	Pressão sobre os recursos naturais Alteração da qualidade do solo local	Otimização da vida do sistema Minimização e valorização de resíduos Minimização de toxicidade

Fonte: Autora, com base em Rapôso (2014).

Com base nas análises quantitativa (Tabelas 1, 2 e 3) e qualitativa (Quadro 1), foram geradas recomendações enquanto oportunidades iniciais de melhoria na manufatura, das quais se destacam:

- No processo de Estrutura e Percinta, quanto à reutilização interna parcial do volume de madeiras de retorno e madeiras de descarte, o uso de tonel para o armazenamento inviabiliza o acesso e a visualização das madeiras disponíveis ao reuso, além de gerar contaminação do material, visto que o reuso do tonel do adesivo não é recomendado para saúde e segurança dos funcionários, devido à periculosidade e toxicidade de substâncias químicas residuais sedimentadas nas paredes internas, sendo considerado resíduo perigoso (Classe I) de acordo com ABNT NBR 10004 (2004);
 - Recomendação 1: a organização dessas perdas em caixas de madeira catalogadas por subprodutos e direcionadas a reusos específicos permitiria que os marceneiros identificassem mais facilmente madeiras de retorno estocadas e reduziria o corte desnecessário de novas tábuas;
 - Recomendação 2: a instalação de sistema coletor de pó nas máquinas e equipamentos contribuiria para melhoria da qualidade do ambiente de produção, sobretudo na área da marcenaria, quanto à emissão da poeira de madeira, além de favorecer a coleta eficiente do material particulado e da serragem produzidos, reduzindo os riscos de doenças respiratórias dos funcionários.

- No processo de Estofamento, quanto ao corte das espumas, observaram-se alguns fatores que contribuem para acúmulo e desperdício: a) a inexistência de plano de corte, em função de produção sob medida; b) a não setorização das espumas de retorno contribui para que parte delas não seja reutilizada e perca algumas de suas propriedades pela ação de intempéries;
 - Recomendação 3: a organização das perdas de espumas em estantes, catalogadas por densidade e espessura, permitiria que estofadores e/ou montadores identificassem mais facilmente as espumas de retorno estocadas e reduziria o corte desnecessário de placas novas, visto que o descarte inapropriado ou a queima das espumas pode liberar toxinas para o ar, causando danos ao meio ambiente e à saúde pública;
 - Recomendação 4: o reuso interno das aparas de espumas para produção de flocos reduz a pressão sobre recursos não renováveis e aplica a reciclagem em cascata no âmbito da circulação interna dos materiais, mas deve estar adequado à demanda de produção dos estofados e/ou acessórios para não gerar excedentes.
 - Recomendação 5: com relação às perdas dos tecidos, constatou-se a falta de planejamento da produção e controle do estoque para que as peças em uso sejam utilizadas de forma maximizada. A organização das peças de tecidos em uso em estantes setorizadas por faixas de 5, 10, 20 e 30 metros facilitaria a identificação do rolo que melhor se adequa à peça a ser produzida a fim de evitar ou minimizar a geração de perdas.
- Quanto ao design do produto e/ou dos processos, verificou-se a inexistência de documentação técnica detalhada dos modelos e/ou moldes de corte completos para os produtos, solicitando contínuas adaptações dos projetos existentes por parte das equipes de produção, que comprometem a eficiência produtiva quanto à minimização de recursos e à minimização e valorização de subprodutos.
 - Recomendação 6: a criação de setor de Design na indústria-caso poderia favorecer melhorias dos processos e soluções ecoeficientes para o desenvolvimento dos produtos-serviços visando à otimização da vida do sistema, como por exemplo, a simplificação do processo de montagem/desmontagem a fim de facilitar a manutenção futura nos produtos pelos serviços de reforma.

Por fim, a análise do ICV do sofá estofado retrátil foi conectada a prioridades de design na dimensão ambiental da sustentabilidade para o sistema de oferta de estofados personalizados da indústria-caso, a partir dos requisitos ambientais elencados no Quadro 1, com vistas ao design de Sistema de Produto+Serviço Sustentável (SPSS) para estofado personalizado, destinado a micro e pequenos negócios da região do agreste do estado de Alagoas, resultado final da pesquisa de Rapôso (2014).

5. Considerações Finais

O ICV do sofá estofado retrátil contribuiu para identificação tanto dos aspectos ambientais inseridos no produto e no processo de fabricação quanto dos potenciais impactos ambientais que precisavam ser solucionados para melhoria do desempenho ambiental. Apresentou como resultados, contextualizados ao cenário produtivo da indústria-caso, que: i. para 1 peça de sofá estofado com 2 assentos prolongados para uso de 2 usuários são utilizados 70,01 kg/peça de materiais e gerados 15,57 kg/peça de subprodutos; ii. a etapa de maior volume de subprodutos no Ciclo de Vida do Sofá Estofado Retrátil foi o macroprocesso Estrutura e Percinta da

produção, com volume correspondente a 98% dos subprodutos de madeira gerados; e, iii. a etapa de maior consumo energético constituir-se-á a etapa de uso do sofá, com o consumo de 3200,32 kWh/peça, quando o uso for compartilhado e de 5590,20 kWh/peça, quando o uso não ocorrer de forma compartilhada.

Este ICV permitiu não só analisar os macroprocessos de fabricação do modelo de sofá estofado retrátil selecionado, mas indicar os potenciais aspectos e impactos ambientais nas etapas de produção, uso, distribuição e descarte do seu ciclo de vida, correlacionando-os aos requisitos ambientais prioritários para geração de soluções específicas ao sistema de produto estudado, visando design de SPSS; e, viabilizou a formação de primeira base de dados sobre o Ciclo de Vida do Sofá Estofado Retrátil para a indústria-caso e comunidade acadêmica, constituindo-se em referência para estudos futuros evolutivos e comparativos, reaplicados a esta peça e/ou outras peças estofadas, com vistas à melhoria da produtividade e eficiência e ao menor impacto ambiental.

Referências

- [1] PLATCHECK, E. R. **Design Industrial: metodologia de Ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2012.
- [2] PÊGO, K. A. C.; PEREIRA, A. F.; CARRASCO, E. V. M. Inserção de Parâmetros Ambientais no Desenvolvimento de Produtos: Caso Categoria Móveis de Madeira. **Revista Estudos em Design**, v. 20 (n. 1), 2012, p. 1-24.
- [3] PÊGO, K. A. C. **Guia para inserção de parâmetros ambientais no design de móveis de madeira**. Barbacena, MG: EdUEMG, 2010.
- [4] ALMEIDA, C. M. V. B. de; GIANNETTI, B. F. **Ecologia Industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- [5] MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1. ed. 1. reimpr. São Paulo: EDUSP, 2005.
- [6] ABNT NBR 14040. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 14040: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- [7] ABNT NBR 14044. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 14044: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- [8] RAPÔSO, Á. L. Q. R. e S. **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. 2014. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da UFBA, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <http://www.pei.ufba.br/sites/pei.ufba.br/files/cd_tese_aurea_luiza_raposo_vsf_07-07-2014.pdf>. Acesso em abril de 2024.
- [9] ABNT NBR 14001. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 14001: Sistema da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, dez. 2004.

- [10] CASTILLO, L. Introdução. In: SANTOS, A.; BRAGA JUNIOR, A. E.; BARAUNA, D.; CASTILLO, L.; DIEHL, M. R.; LEPRE, P. R. **Design para a Sustentabilidade: Ferramentas**. Curitiba: LeNS Brazil; Editora Insight, 2024.
- [11] GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. de; BONILLA, S. H.; RIBEIRO, C. M. Inventário de ciclo de vida da manufatura de seringas odontológicas. **Produção**, v. 18, n. 1, 2008, p. 155–169.
- [12] ABNT NBR 15164. Associação Brasileira das Normas Técnicas. **ABNT NBR 15164: Móveis estofados – Sofás**. Rio de Janeiro: ABNT, abr. 2004.
- [13] LINS, P. S. ; SILVA, C.; SOUZA, S.; RAPÔSO, Á. L. Q. R. e S. Balanço de Massa do Corte da Madeira para Fabricação de Grade de Sofá com Assento Retrátil. In: **Anais do 5th International Workshop Advances in Cleaner Production**, São Paulo, UNIP, 2015.
Disponível em:
<https://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/6B/1/lins_ps_et_al_academica.pdf>. Acesso em maio de 2024.
- [14] ABNT NBR 12666. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 12666: Móveis – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 1992.
- [15] VEZZOLI, C. **Design de sistemas para a sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”**. Salvador: EDUFBA, 2010.