

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade de Tecnologia - FT

Departamento de Engenharia Florestal - EFL

Pós-Graduação em Ciências Florestais

**Análise de Ciclo de Vida para Produtos Moveleiros com vistas à
Compras Públicas Sustentáveis**

Valéria Maria de Figueiredo Pazetto

Área de Concentração:

TECNOLOGIA E UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS

Orientador:

Prof. Doutor Joaquim Carlos Gonzalez

Co-orientador:

Prof. Doutor Armando Caldeira Pires

Co-orientador no exterior:

Prof. Doutor João Joanaz de Melo

Brasília, Fevereiro 2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

“ANÁLISE DE CICLO DE VIDA DE PRODUTOS MOVELEIROS COM
VISTAS À COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS”

VALÉRIA MARIA DE FIGUEIREDO PAZETTO

TESE DE DOUTORADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.

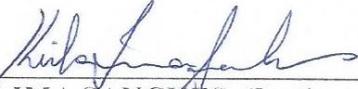
APROVADA POR:



Prof. Dr. JOAQUIM CARLOS GONÇALEZ (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Orientador)



Prof. Dr. ÁLVARO NOGUEIRA DE SOUZA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)



Prof. Dr. KEILA LIMA SANCHES (Instituto Federal de Brasília – IFB)
(Examinador Externo)



Prof. Dr. THOMAS LUDEWINGS (Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS/UnB)
(Examinador Externo)

Prof. Dr. AILTON TEIXEIRA DO VALE (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB).
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 26 de fevereiro de 2018.

FICHA CATALOGRÁFICA

PP348a PAZETTO, VALÉRIA M. F.
. Análise de Ciclo de Vida para Produtos Moveleiros com vistas à Compras Públicas Sustentáveis / VALERIA M. F. PAZETTO; orientador JOAQUIM C. GONÇALEZ; co-orientador ARMANDO C. PIRES. - co-orientador JOÃO J. MELO - Brasília, 2018. 145 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências Florestais) --
Universidade de Brasília, 2018.

1. Análise de Ciclo de Vida.
2. Compras públicas.
3. Sustentabilidade.
4. Mobiliário.

I. EFL/FT/UNB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PAZETTO, V. M. F. (2018). Análise de Ciclo de Vida para Produtos Moveleiros com vistas à Compras Públicas Sustentáveis. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.TD-084/2018. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 145p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: Valéria Maria de Figueiredo Pazetto.

TÍTULO: Análise de Ciclo de Vida para Produtos Moveleiros com vistas à Compras Públicas Sustentáveis

GRAU/ANO: Doutora/2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Valéria Maria de Figueiredo Pazetto

Endereço eletrônico: valeriapazetto@gmail.com.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado força e disposição para realizar este trabalho, mesmo nas horas mais adversas.

A todos os meus familiares, principalmente, ao meu esposo Alvim e meus filhos Gabriel e Raul, por compreenderem minhas ausências e me apoiarem em todos os momentos.

Ao Professor Joaquim Carlos Gonzalez, pela orientação da minha tese, por me ajudar e me dar ânimo para continuar este trabalho.

Ao Professor Armando Caldeira Pires, pela co-orientação e disponibilização do seu laboratório, assim como pelas críticas construtivas.

Ao pesquisador Thiago Rodrigues, pelo auxílio no uso nas ferramentas de ACV, pela participação na minha banca de qualificação e pelas valiosas contribuições.

Ao Professor Thomas Ludewigs, pela participação e auxílio na primeira parte deste trabalho.

A Professora Keila Sanches, pela participação na minha banca de qualificação e por contribuir na melhoria da tese.

Ao Professor Álvaro Nogueira de Souza em nome dos demais professores do Departamento de Engenharia Florestal, pelas contribuições nas disciplinas realizadas.

Ao Professor João Joanaz de Melo pela co-orientação no exterior, pelo acolhimento na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Aos pesquisadores da FCT António e Maria, pela generosidade e pela paciência em me auxiliarem com a ferramenta EcoBlok.

A NOVA Doctoral School, pelos cursos e oportunidades de conhecimentos que me proporcionaram.

Aos professores do CDS, pela minha inclusão no projeto “Estudos Setoriais Analíticos sobre Bens e Serviços Objeto de Compra e Consumo Sustentáveis do Governo Federal: os Casos dos Materiais de Limpeza, de Informática e de Mobiliário” fomentado pelo Ministério do Meio Ambiente, do qual teve origem esta pesquisa.

A CAPES, pelo apoio financeiro no Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior.

Ao Instituto Federal de Brasília, pelo afastamento concedido que possibilitou a conclusão desse trabalho.

Aos colegas do IFB, pelo apoio em todos os momentos desta tese e pela compreensão durante a minha ausência.

Agradecimento especial à Ana Carolina Manguiera Santos, Vitor Nunes Soares e ao Boss pela acolhida preciosa durante a minha estadia em Lisboa.

Aos amigos pela confiança e a todos àqueles que de alguma forma contribuíram para o final desta jornada.

RESUMO

Este estudo se originou de uma pesquisa sobre estudos setoriais analíticos sobre bens e serviços de compras sustentáveis do Governo Federal, parceria do Ministério do Meio Ambiente com o Centro de Desenvolvimento Sustentável com a Universidade de Brasília. Devido à implantação das Compras Públicas Sustentáveis, além das especificações técnicas e das exigências das normas técnicas de qualidade, o governo vem, por meio de marcos legal, estabelecendo critérios ambientais nos editais de licitação. O objetivo principal deste estudo foi contribuir para o aperfeiçoamento dos critérios de Compras Públicas Sustentáveis baseados na abordagem do Pensamento de Ciclo de Vida, para que se adequem a realidade brasileira. Para cumprir os objetivos o trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa foi realizado um benchmarking de Compras Públicas Sustentáveis em nível Nacional e Internacional, por meio de levantamento bibliográfico. Simultaneamente, foram feitas entrevistas com órgãos públicos e representantes do setor moveleiro. Para complementar o perfil do setor, em termos de atendimento às exigências ambientais, foi aplicado um questionário online a fabricantes de móveis para escritórios. Os resultados foram analisados pela metodologia SWOT, o que revelou que o investimento tecnológico é um fator de elevada relevância para a implantação da sustentabilidade nas empresas. Na segunda parte do trabalho realizou-se a Análise de Ciclo de vida comparativa de dois modelos de divisórias, para a identificação de impactos ambientais desses produtos e a partir dos resultados, verificar possíveis soluções para minimizar a pressão ambiental de móveis para escritório que utilizem materiais e processos semelhantes. Foi utilizado a metodologia EcoBlok para o cálculo da ACV e os resultados mostraram que os indicadores emissões de gases efeito estufa, emissões para o ar e emissões para a água e solo foram mais representativos na fabricação de divisórias. A pegada Ecoblok foi de 0,027 ha globais por unidade produzida. Baseado nisso, foram realizadas sugestões de critérios de compra para os órgãos públicos e melhorias, que possam alavancar o setor de móveis em relação à adoção de boas práticas ambientais para atender a demanda de Compras Públicas Sustentáveis.

Palavras- chave: Compras públicas, mobiliário, sustentabilidade, ACV

ABSTRACT

This study originated from a research on analytical sectoral studies on sustainable procurement goods and services of the Brazilian Federal Government, a partnership between the Ministry of the Environment and the Center for Sustainable Development of the University of Brasília. Due to the implementation of the Sustainable Public Procurement, in addition to the technical specifications and the requirements of the technical quality standards, the government comes, through legal frameworks, environmental criteria in public procurement. The main objective of this study was to contribute to the improvement of Sustainable Public Procurement criteria based on the Life Cycle Thinking approach and ecodesign, so that they fit the Brazilian reality and are feasible and verifiable. To accomplish the objectives the work was carried out in two stages. In the first stage, a benchmarking of Sustainable Public Procurement was carried out at the National and International levels, through a bibliographical survey. At the same time, interviews were conducted with public agencies and representatives of the furniture industry. To complement the industry profile, in terms of meeting environmental requirements, an online questionnaire was applied to office furniture manufacturers. The results were analyzed by the SWOT methodology, which revealed that technological investment is a highly relevant factor for the implementation of sustainability in companies. In the second part of the work was carried out a Comparative Life Cycle Analysis of two models of partitions, to identify the environmental impacts of these products and from the results, check possible solutions to minimize the environmental pressure of office furniture using similar materials and processes. The EcoBlok methodology was used to calculate the LCA and the results showed that the environmental indicators greenhouse gas emissions, emissions to the air and emissions to water and soil were more representative in the manufacture of partitions. The Ecoblok footprint was 0.027 global ha per unit produced. Based on this, suggestions were made for purchase criteria for public agencies and improvements that could leverage the furniture sector in relation to the adoption of good environmental practices to meet the demand for Sustainable Public Procurement.

KEY WORDS: Public procurement, furniture, sustainability, LCA.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVO GERAL	19
2.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
CAPÍTULO I	21
COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS	21
1. INTRODUÇÃO	21
2. REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1.BENCHMARKING INTERNACIONAL PARA COMPRAS PUBLICAS SUSTENTÁVEIS (CPS)	22
2.1.1.COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS INTERNACIONAIS	27
2.1.2. MOBILIÁRIOS SUSTENTÁVEIS.....	31
2.2.BENCHMARKING NACIONAL PARA COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS (CPS)	32
2.2.1. ARCABOUÇO JURÍDICO.....	32
2.2.2. RESPOSTAS E TENDÊNCIAS NORMATIVAS REGULATÓRIAS BRASILEIRAS	38
2.2.3. CERTIFICAÇÃO DO SETOR DE MADEIRA E MÓVEIS.....	39
2.2.4. PROGRAMAS DE CERTIFICAÇÃO FLORESTAL.....	40
2.2.4.1. CERFLOR INMETRO/PEFC	40
2.2.4.2. PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO FSC	40
2.2.4.3. PROGRAMA DE ROTULAGEM AMBIENTAL DA ABNT – SELO COLIBRI ..	41
2.3.ANÁLISE SWOT	42

3. MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1.LEVANTAMENTO DE CONSUMIDORES E FABRICANTES DE MÓVEIS	43
3.2.ANÁLISE SWOT DO SETOR MOVELEIRO EM RELAÇÃO A CPS	46
4. MATERIAL E MÉTODOS	47
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
5.1.BENCHMARKING INTERNACIONAL X NACIONAL	52
5.2.AVALIAÇÃO DO SETOR MOVELEIRO (ANÁLISE SWOT)	54
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICE I - A	77
APÊNDICE I - B	78
APÊNDICE I - C	79
CAPÍTULO II	82
ANÁLISE DE CICLO DE VIDA DE DIVISÓRIAS	82
1. INTRODUÇÃO	82
2. REVISÃO DA LITERATURA	83
2.1.SUSTENTABILIDADE E ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (ACV)	83
2.1.1.ETAPAS DA ACV	88
2.1.2.SOFTWARES E BASE DE DADOS PARA ACV	89
2.1.3.ESTUDOS DE ACV DE MOBILIÁRIO	90
2.2.PRODUÇÃO DE MOBILIÁRIO E SEUS IMPACTOS	93
2.3.GESTÃO AMBIENTAL	96
2.4.ECODESIGN	96
3. MATERIAIS E MÉTODOS	99
3.1.OBJETIVO E ESCOPO DA ACV	99
3.2.COLETA DE DADOS	100

3.3.MATERIAIS.....	100
3.4.ORGANIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA (ICV)	107
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	113
4.1.AVALIAÇÃO DO INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA.....	113
4.2.RESULTADOS REFERENTE ÀS DIVISÓRIAS MODELO 1	113
4.2.1.EXTRAÇÃO - MODELO 1	115
4.2.2.PROCESSOS - MODELO 1	116
4.2.3.PRODUÇÃO - MODELO 1	117
4.2.4.PRESSÃO AMBIENTAL PARA CADA INSUMO - MODELO 1.....	118
4.3.RESULTADOS REFERENTE ÀS DIVISÓRIAS, MODELO 2	119
4.3.1.EXTRAÇÃO - MODELO 2	120
4.3.2.PROCESSOS - MODELO 2	121
4.3.3.PRODUÇÃO - MODELO 2.....	122
4.3.4.PRESSÃO AMBIENTAL PARA CADA INSUMO - MODELO 2.....	123
4.4.ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS DIVISÓRIAS MODELO 1 E O MODELO 2	124
4.5.PRESSÃO AMBIENTAL DA EMPRESA	125
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
ANEXO I - MÉTODO ECOBLOK.....	135
ANEXO II – CALCULADORA ECOBLOK NA BASE DE DADOS ECOINVENT 2.0.....	143

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Rótulos ecológicos para o setor de madeira e móveis	24
Tabela 2. Exigências e formas de verificação de critérios ambientais CPS internacionais.....	26
Tabela 3. Procedimentos Específicos para obtenção do Rótulo Ecológico ABNT	42
Tabela 4. Matriz SWOT.....	43
Tabela 5. Metodologia de análise SWOT.....	47
Tabela 6 - Síntese das respostas obtidas nas entrevistas realizadas em órgãos públicos federais brasileiros	47
Tabela 7 - Resultados das associações representantes do setor moveleiro do Rio Grande do Sul	49
Tabela 8 – Comparação entre CPS Internacional x Nacional	53
Tabela 9. Forças (SWOT) do setor moveleiro em relação à demanda de CPS.	55
Tabela 10. Fraquezas (SWOT) do setor moveleiro em relação à demanda de CPS.	56
Tabela 11. Oportunidades (SWOT) do setor moveleiro em relação à demanda de CPS.	57
Tabela 12. Ameaças (SWOT) do setor moveleiro em relação à demanda de CPS.	58
Tabela 13. Combinação de Fraquezas e Oportunidades, Forças e oportunidades	59
Tabela 14 - Critérios adotados em CPS e forma de comprovação	62
Tabela 15. Softwares e base de dados para realização de ACV	89
Tabela 16. Materiais e seus impactos associados	94
Tabela 17. Maquinário e processo realizado	95
Tabela 18. Fases do ciclo de vida do produto.....	108
Tabela 19. Indicadores chaves ambientais EcoBlok e fatores de conversão	110
Tabela 20. Materiais equivalentes e processos utilizados na produção de divisórias Modelo 1.	111
Tabela 21. Materiais equivalentes e processos utilizados na produção de divisórias Modelo 2.	112

Tabela 22. Indicadores EcoBlok de materiais e processos para divisórias, Modelo 1.....	113
Tabela 23. Índice EcoBlok de materiais e processos para divisórias, Modelo 1	114
Tabela 24. Definição das categorias para análise dos resultados para divisórias, Modelo 1.....	114
Tabela 25. Índicadores EcoBlok de materiais e processos para divisórias, Modelo 2.....	119
Tabela 26. Índice EcoBlok de materiais e processos para divisórias, Modelo 2.....	120
Tabela 27. Definição das categorias para análise dos resultados de divisórias, Modelo 2.....	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiões pesquisadas.....	46
Figura 2. Resultados da pesquisa para avaliação das fabricantes de móveis institucionais em relação ao atendimento de critérios de Compras Públicas Sustentáveis.	51
Figura 3. Estrutura da ACV	89
Figura 4. Design para sustentabilidade: Ecodesign . Adaptado de AEP, 2013.	98
Figura 5. Metodologia geral da realização da ACV	99
Figura 6. Desenho esquemático da divisória Modelo 1.	101
Figura 7. Fluxo do processo de divisória Modelo1 e as fronteiras do sistema.	102
Figura 8. Matéria-prima – madeira (chegada na fábrica).	102
Figura 9. Preparação da madeira.	102
Figura 10. Passadeira de cola no HDF	103
Figura 11. Colagem da colmeia celulósica e do quadro de madeira.....	103
Figura 12. Prensagem das divisórias.....	103
Figura 13. Refilamento de bordas da divisória.....	103
Figura 14. Perfilamento do aço.....	103
Figura 15. Perfiladeira.....	103
Figura 16. Detalhe do processo de perfilamento.	104
Figura 17. Pintura dos perfis.....	104
Figura 18. Embalagem com filme plástico LPDE	104
Figura 19. Estoque para expedição	104
Figura 20. Desenho esquemático da divisória termoacústica (modelo 2). ...	105
Figura 21. Fluxo do processo da divisória Modelo 2 e as fronteiras do sistema.	105
Figura 22. Estoque de MDF	106
Figura 23. Centro de usinagem CNC (corte, colagem de bordas PS)	106
Figura 24. Comando do centro de usinagem	106
Figura 25. Estoque Lã de rocha.....	106
Figura 26. Painel divisório montado.....	106
Figura 27. Resíduos coletados resultante do corte de painéis - cavaco	106

Figura 28. Estoque de perfis de alumínio	107
Figura 29. Linha de pintura epóxi pó.....	107
Figura 30. Embalagem dos perfis	107
Figura 31. Perfis embalados	107
Figura 32 .Índice EcoBlok para categoria extração – Modelo 1.....	115
Figura 33. .Índice EcoBlok para categoria processos – Modelo 1.	116
Figura 34. Índice EcoBlok para categoria de produção – Modelo 1.....	117
Figura 35. Desempenho ambiental por input – Modelo 1.	118
Figura 36. Índice EcoBlok para categoria extração – Modelo 2.....	121
Figura 37. Índice EcoBlok para categoria processos – Modelo 2	121
Figura 38. Índice EcoBlok para categoria produção – Modelo 2.....	122
Figura 39. Desempenho ambiental por input – Modelo 2.	123
Figura 40.Comparação entre os dois modelos de divisórias	124
Figura 41. Pressões ambientais anual para a produção do Modelo 1	126

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

A3P – Agenda Ambiental da Administração Pública
ABIMÓVEL - Associação Brasileira das Indústrias do Mobiliário
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT/CB15 – Comitê Brasileiro do Mobiliário
AFNOR - *Association Française de Normalisation*
ACV – Análise de Ciclo de Vida
AICV - Análise de Inventário de Ciclo de Vida
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APP - Área de Preservação Permanente
BIFMA - *Business and Institutional Furniture Manufacturers Association*
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior
CITES - *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*
C2C – Cradle to Cradle
CERFLOR - Programa Brasileiro de Certificação Florestal
CNC - *Computer Numeric Control*
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
COVs - Compostos Orgânicos Voláteis
CPS – Compras Públicas Sustentáveis
CSIL - Centre for Industrial Studies
DAP - Declarações Ambientais de Produtos
DFD - *Design for Disassembly*
DOF - Documento de Origem Florestal
EPA - Environmental Protection Agency
EPD - *Environmental Product Declarations*
EU – European Union
EC – *European Commission*
FCBA - *Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement*
FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia
FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler RS
FLEGT- *Forest Law Enforcement, Governance and Trade*

FSC - *Forest Stewardship Council*
GEE – Gases Efeito Estufa
INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ICLEI - *International Council for Local Environmental Initiatives*
ISO - *International Organization for Standardization*
GEN - Global Ecolabelling Network
GPP - *Green Public Procurement*
ICV – Inventário de Ciclo de Vida
IFB – Instituto Federal de Brasília
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LCD – *Life Cycle Design*
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MDF - *Medium-Density Fiberboard*
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MOVERGS - Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul
NSF - National Sanitation Foundation
OCA – Organismo de Certificação Ambiental
OCP - Organismo de Certificação de Produto
OECD - *Organization for Economic Co-operation and Development*
ONGs – Organizações Não Governamentais
ONU - Organização das Nações Unidas
PEFC - *Programme for the Endorsement of Forest Certification*
PCR - *Product Category Rules*
PPCDAM - Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PIB - Produto Interno Bruto
PIFI - Plano Integrado Floresta e Indústria
PMFS - Plano de Manejo Florestal Sustentável
PNMC - Política Nacional sobre Mudanças do Clima
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
PVC - Policloreto de Polivinila
RC – Resolução CONAMA
RL – Reserva Legal
SEMCO - *Swedish Environmental Management Council*

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SINDMÓVEIS - Sindicato das Indústrias do Mobiliário de Bento Gonçalves

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*

TSCA - *Toxic Substances Control Act*

UnB – Universidade de Brasília

UNEP - *United Nations Environment Programme*

UNL – Universidade de Lisboa

VOCs - *Volatile organic compounds*

1. INTRODUÇÃO

A importância do mercado global de móveis é indiscutível e pode ser demonstrada pelo valor contabilizado em US\$ 400 bilhões no ano de 2016 (consumo aparente a preços de produção). A previsão de crescimento do consumo para o ano de 2017 é de cerca de 2% em termos reais, com maiores aumentos na Ásia e América do Norte, crescimento modesto na Europa e diminuição do consumo de móveis na América do Sul (CSIL, 2016).

Nos últimos dez anos, o comércio mundial de móveis (definido como a média entre as exportações totais e as importações totais de móveis dos 70 principais países) cresceu mais rápido do que a produção de móveis e representou cerca de 1% do comércio mundial de manufaturas. (CSIL, 2016).

No Brasil a fabricação de móveis pode ser considerada uma das mais tradicionais atividades da indústria de transformação. Segundo dados do BNDES, o setor apresenta características como elevada utilização de insumos de origem natural, emprego intensivo de mão de obra, reduzido dinamismo tecnológico e alto grau de informalidade. O saldo da última década deste segmento aponta um crescimento de 21% no acumulado de 2001 a 2012. Este crescimento está focado principalmente no mercado interno, caracterizado por consumidores cada vez mais exigentes, não só em questões estéticas, mas também no tocante a responsabilidade socioambiental (CALIGARI et al, 2013).

No entanto, implantar a sustentabilidade no sistema produtivo é sempre um desafio, porque a meta é atingir a excelência no desempenho social, ambiental e financeiro simultaneamente. Os impactos sociais e ambientais das atividades empresariais têm efeitos que muitas vezes são de longo prazo e são mais difíceis de medir do que os gestores usualmente estão acostumados, tornando complicada a integração da sustentabilidade com as decisões gerenciais do dia-a-dia. Isto ocasiona pressões para obtenção de retorno financeiro no curto prazo (ANDRADE, 2005).

No segmento moveleiro, inicialmente a certificação abrangia apenas a cadeia da madeira, garantindo que a mesma fosse oriunda de florestas de

manejo sustentável. Atualmente, a indústria de madeira e móveis demonstra preocupação com os aspectos ambientais desde os estágios iniciais como: procedência da matéria-prima, final de vida, destinação dos resíduos, além dos demais elementos que compõem o processo produtivo, como questões de logística industrial e dispêndio de recursos energéticos.

Em suma, o processo de fabricação da indústria moveleira demanda uma busca de parâmetros que possa contribuir para redução das causas geradoras da poluição ambiental. Questões como gasto energético, gestão e tratamento de resíduos e destinação final, ainda são pouco abordadas nos estudos de ACV de mobiliário.

Busca-se, portanto, coletar dados que possam contribuir com o desenvolvimento de políticas ambientais mais eficazes relacionadas com materiais e produtos moveleiros, a fim de atender às exigências das compras sustentáveis, tendo em vista que o governo, enquanto consumidor pode influenciar os padrões de consumo da população, desta forma contribuindo para redução dos aspectos prejudiciais ao meio ambiente e promover a mitigação dos impactos ambientais.

2. OBJETIVO GERAL

Este Estudo teve como objetivo principal sugerir o aperfeiçoamento dos critérios das Compras Públicas Sustentáveis para o setor moveleiro, para que se adequem a realidade brasileira.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo principal o estudo foi desenvolvido em duas etapas:

Etapa 1

- Levantar informações sobre Compras Públicas Sustentáveis do setor moveleiro em nível nacional e internacional por meio de revisão bibliográfica comentada.

- Analisar o setor moveleiro por meio de entrevistas e pesquisa online sobre questões ambientais;
- Avaliar os resultados das pesquisas pela metodologia SWOT.

Etapa 2

- Avaliar o desempenho ambiental de mobiliário de escritório, por meio de ACV de divisórias piso–teto, para identificar os maiores pontos de pressões ambientais na fabricação desse produto.
- Como abordagem complementar foi sugerida propor de melhoria, apontadas pela avaliação do setor e pela ACV, para que possam mitigar os impactos ambientais do setor moveleiro no processo de CPS.

CAPÍTULO I

COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS

1. INTRODUÇÃO

As organizações vêm adotando a sustentabilidade como estratégias para garantir a competitividade. Isso ocorre devido ao novo paradigma de consumo de mobiliário adotado, que vem alertando os fabricantes de móveis nacionais para questões como: a melhoria de desempenho nas linhas de produção, a melhor utilização dos recursos, a busca permanente pela qualidade e a preocupação com as questões ambientais.

Entre os grandes consumidores de móveis, se pode destacar o governo federal, que por meio das compras governamentais, movimentam recursos estimados entre 10 e 15% do PIB (SILVA e BARKI, 2012).

As compras públicas sustentáveis fazem parte de um processo através do qual as organizações públicas procuram adquirir bens, serviços e obras com um impacto ambiental reduzido durante todo o seu ciclo de vida, quando comparados aos bens, serviços e obras com a mesma função primária adquiridos no sistema de compras convencional. Desta forma nos sistema CPS, as licitações públicas passam a incorporar, de forma gradativa, princípios de ecoeficiência dentre os critérios de seleção. No entanto, a adesão ao sistema ainda é um instrumento voluntário (BRASIL, 2014).

Tendo como exemplo a União Européia cada Estado membro e as autoridades públicas podem determinar a extensão e a graduação cronológica na qual pretendem implantar o instrumento. É relevante a inclusão de uma análise do custo do ciclo de vida para assegurar um gasto público eficiente. Isto porque segundo a EU (2009), as decisões de compras públicas baseadas somente no preço de compra, provavelmente, podem causar um investimento equívoco.

Desta forma, podem ser levados em conta os demais custos considerados nas análises como: custos de aquisição (preço de compra, taxas de registro, custos de transporte e instalação); custos de operação durante a vida útil de um bem ou serviço; e os custos de final de vida (disposição final ou substituição do bem ou serviço) (EU, 2009).

No Brasil, além da preocupação com o meio ambiente, as questões sociais são mais relevantes, principalmente nos critérios onde a legislação trabalhista não atua efetivamente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura foi realizada de forma comentada, desta forma haverá observações, críticas e textos elaborados pelo próprio autor.

Para que se pudessem avaliar os critérios de compras adotados no setor de mobiliário, achou-se necessário realizar um levantamento no contexto internacional, além do nacional, assim como a citação dos marcos regulatórios cabíveis ao setor e a menção de casos bem sucedidos de CPS.

2.1. BENCHMARKING INTERNACIONAL PARA COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS (CPS)

Foi observado, que o problema mais amplamente abordado quanto à sustentabilidade da cadeia produtiva do setor de mobiliários, no âmbito internacional é a origem da madeira.

Para contorná-lo, na perspectiva da cadeia de custódia da madeira, ou seja, demonstrando a rastreabilidade desde a produção da matéria-prima que sai das florestas até chegar ao consumidor final (FSC, 2012), a medida mais importante é a implantação de programas de certificação de origem, por parte de governos, que condicionam a comercialização de madeira em vários países.

Nos Estados Unidos da América em 1993, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) criou o programa “Compras Ambientalmente Preferíveis” (em inglês EPP- *Environmental Public Procurement*) para auxiliar os departamentos de compra do Governo Federal a cumprir as leis, regulações e ordens executivas que estabelecem a realização das decisões de compra, avaliando os requisitos ambientais dos produtos.

Como exemplo, foi criada a ordem executiva, *Executive Order 13514* de 2009, que ordena às agências Federais a usar práticas sustentáveis no processo de compras de produtos e serviços. Além disso, segundo a EPA, é necessário considerar os custos e benefícios dos produtos e serviços verdes (FEMP, 2014).

O documento *Basic Policy on Promoting Green Purchasing* do Japão, que faz parte da Lei de promoção de compras públicas de bens e serviços amigáveis ambientalmente (*Law Concerning the Promotion of Procurement of Eco-friendly Goods and Services by the State and Other Entities*) define as políticas fundamentais para a promoção abrangente e aquisição planejada de materiais, componentes, produtos e serviços com baixo impacto ambiental. A política japonesa propõe uma mudança na economia e na sociedade, mesmo sabendo que isso vai exigir um compromisso de todos os setores para reduzir o impacto ambiental. O governo recomenda que se reduza imediatamente o impacto ambiental dos produtos e serviços que suportam o estilo de vida e as atividades econômicas do país, a fim de promover uma mudança na demanda para bens ambientalmente amigáveis. (JEA, 2014).

Segundo Silva (2009), outra forma de demonstrar o desempenho ambiental de produtos e serviços são os rótulos ambientais, que visam orientar a preferência do consumidor, em adquirir produtos mais ecológicos, com menor consumo energético e impacto menos negativo ao meio ambiente, quando comparados a produtos similares que não possuem o rótulo ecológico. A exigência de rótulos ou selos ambientais facilita o processo de compras sustentáveis, uma vez que, já informam o desempenho ambiental do produto.

Essa exigência, ao mesmo tempo, estimula os fabricantes a desenvolverem novas tecnologias e a utilizarem matérias-primas “menos poluentes”, buscando-se, dessa forma, o desenvolvimento sustentável, atraindo uma nova classe de consumidores mais conscientes e responsáveis. No entanto, para que se possa escolher um dos programas de rotulagem ambiental é necessário que se observe a abrangência do programa e as regras específicas por setor produtivo e por categoria de produto (SILVA,2009).

A rotulagem ambiental em nível internacional dispõe de diversos programas voluntários. Os critérios para escolha dos mesmos são a abrangência e as Regras de Categorias de Produtos relacionadas com o setor produtivo de madeira e móveis. A Tabela 1 apresenta um quadro sinóptico dos programas e os critérios, para o setor de mobiliário.

Tabela 1– Rótulos ecológicos para o setor de madeira e móveis

RÓTULO ECOLÓGICO	CRITÉRIO PARA MOBILIÁRIO
FSC – <i>Forest Stewardship Council</i> (Internacional)	Madeira oriunda de Manejo Florestal Sustentável. Cadeia de Custódia e Madeira Controlada.
EU Ecolabel (União Europeia)	Redução do impacto ambiental e na saúde humana em todo o ciclo de vida de móveis de madeira. Redução do uso de substâncias perigosas e das emissões de substâncias poluentes. Uso de fibras recicladas ou fibras virgens provenientes de florestas geridas de forma sustentável. Limitação de substâncias nocivas à saúde e ao meio ambiente. Produtos projetados para maior durabilidade, desmontabilidade e reciclagem. Uso de embalagens recicladas. Instruções ao usuário para utilização ambientalmente correta. (EUROPEAN ECOLABEL)
<i>Blue Angel</i> (Alemanha)	Avaliação de ciclo de vida do produto de madeira ou derivados. Avaliação de impacto ambiental durante a sua

	<p>produção, utilização e eliminação.</p> <p>A madeira deve ser proveniente de florestas geridas de forma sustentável.</p> <p>Materiais e produtos à base de madeira devem estar associados a baixas emissões de GEE (RAL gGmbH, 2009)</p>
<p>NSF -<i>National Sanitation Foundation</i> (EUA)</p> <p>(NSF/ANSI 336: <i>Sustainability Assessment for Commercial Furnishings Fabric</i>)</p>	<p>Avaliação do ciclo de vida.</p> <p>Origem da fibra.</p> <p>Segurança de materiais.</p> <p>Conservação da água e de sua qualidade, assim como da energia e do ar.</p> <p>Práticas de reciclagem na fabricação e na disposição ao final do uso.</p> <p>Responsabilidade social (NSF, 2012).</p>
<p><i>Business And Industrial Furniture Manufacturers Association</i> – BIFMA/ level® (EUA)</p>	<p>Ações sociais da empresa.</p> <p>Uso de energia.</p> <p>Seleção de materiais com base nos impactos sobre a saúde humana e dos ecossistemas.</p> <p>Disponibilização de informação sobre a sustentabilidade de produtos com base em múltiplas perspectivas (BIFMA, 2012).</p>
<p><i>NF Environnemente Ameublement/ AFNOR</i> (França)</p>	<p>Avaliação de ciclo de vida.</p> <p>Durabilidade (NF, 2012)</p>
<p><i>Norwegian EPD Program</i> (Noruega)</p>	<p>Avaliação de ciclo de vida completa.</p> <p>Avaliação de impacto ambiental.</p> <p>Impacto na saúde humana (NORWEGIAN EPD PROGRAM, 2005)</p>
<p><i>Nordic Swan</i> (Dinamarca, Noruega, Islândia, Finlândia e Suécia)</p>	<p>Avaliação do ciclo de vida do produto.</p> <p>Uso de madeira certificada.</p> <p>Uso de plásticos e metais reciclados e que apresentem menos substâncias prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.</p> <p>Alto grau de durabilidade e reciclabilidade (NORDIC ECOLABEL, 2013)</p>

Outra abordagem a ser considerada, é a aplicação dos princípios de concepção ecológica do produto, que permite a adaptação e reutilização de componentes, partindo do princípio da ecodesign, que é considerada, por exemplo, pelo governo do Japão como parte de sua estratégia de crescimento (JEA, 2014)

Na Tabela 2 podem-se ver as exigências e as formas de verificação presentes nos sistemas de CPS internacional, no setor madeira móveis. Note-se que uma declaração de conformidade não tem a abrangência de uma certificação, pois apenas declara, que o produto avaliado está de acordo com as normas exigidas pelo solicitante.

Tabela 2. Exigências e formas de verificação de critérios ambientais CPS internacionais.

MATERIAIS E PROCESSOS	FORMA DE VERIFICAÇÃO
Fontes legais de madeira e derivados	Certificação (cadeia de custódia (FSC, PEFC e FLEGT)
Plásticos recicláveis %/kg	ISO 11469
Revestimento de superfícies em madeira, plástico ou metal	Substâncias perigosas (Diretiva de cada país)
Adesivos	Certificação VOCs < 10%
Embalagem (% reciclado)	Declaração de conformidade realizada por laboratórios competentes
Durabilidade, reparabilidade e ergonomia	Conformidade com as normas nacionais/ internacionais
Painéis de madeira (Emissão de formaldeídos)	Relatório de conformidade às normas realizada por laboratórios competentes
Estofamento (tecido, espuma)	Ecolabel
Garantia	Declaração

2.1.1. COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS INTERNACIONAIS

A Comissão Europeia disponibiliza, em sua página de Compras Públicas Verdes (GPP em inglês: *Green Public Procurement*), diversos programas de sustentabilidade no setor de mobiliário, dos quais se destacam os da Suécia, da Espanha e da Irlanda. Os dados são baseados em publicações da *European Commission* (2012).

A) Suécia

Na Suécia, o programa “*Considerate Design*” combina design e sustentabilidade, através da criação de uma lista verde de produtos. O programa envolve fabricantes de móveis, de forma individual ou por meio de eventos, em processos de eco-certificação de produtos. Foram lançados 25 projetos, nos quais 40 produtos foram melhorados para atingir os critérios de rótulos ecológicos.

Estes produtos compõem uma Lista Verde para três segmentos: móveis de escritório, cadeiras de escritório e mobiliário para espaços públicos, que inclui ainda produtos têxteis (estofados e cortinas). Todos os fornecedores devem atender a critérios de sustentabilidade do Conselho de Gestão Ambiental Sueco (SEMco), e ainda estão incluídos requisitos mínimos relativos à utilização de material derivados da madeira, retardadores de chama, adesivos, tratamento de superfície, têxteis e couro. Outros aspectos considerados são a reciclagem de materiais, a acessibilidade de componentes de substituição, o impacto ambiental do produto e as condições sociais durante a fabricação.

Para se qualificar para a Lista Verde, os produtos devem igualmente satisfazer os critérios mais avançados do *ecolabel Nordic Swan* para móveis e instalações técnicas, baseados na avaliação do ciclo de vida do produto, uso e descarte.

A certificação *Nordic Swan* eleva as exigências quanto à garantia de origem da madeira, e quanto à reciclabilidade de plásticos e metais; estipula a redução na utilização de materiais perigosos, e estimula a durabilidade e a capacidade de reciclagem dos produtos.

Para satisfazer os critérios da Nordic Swan, os produtos devem possuir também:

- i) gestão mais sustentável das florestas (certificações FSC ou PEFC);
- ii) menor uso de metais virgens (utilização de materiais reciclados);
- iii) maior participação de energias renováveis utilizadas durante a produção;
- iv) menor utilização de produtos químicos perigosos.

Cerca de um terço dos produtos efetivamente vendidos para órgãos públicos na Região de Västra Götaland, na Suécia, fazem parte da lista verde. Para tanto, foi crucial alocar tempo e recursos suficientes para orientar e treinar as empresas (ou seja, potenciais fornecedores) e a equipe de aquisição.

B) Espanha

No caso da Espanha, foram realizados diálogos junto aos principais fornecedores, para preparar o terreno para processos de licitação, e assegurar que o mercado estivesse pronto para atender as exigências ambientais do Ministério do Meio Ambiente.

Os principais critérios de sustentabilidade incluídos no processo de licitação para mobiliário de escritório possuem foco na produção sustentável, no uso de materiais recicláveis, e na reciclabilidade ao final de vida do produto. Além disso, a madeira e seus derivados devem ter baixa emissão de formaldeído e ser proveniente de florestas sustentáveis (referência aos critérios de FSC e rótulo PEFC).

É dada preferência aos componentes plásticos que contenham um percentual reciclado e não devem ser adicionados aos materiais substâncias à base de chumbo, cádmio, mercúrio ou seus compostos. As peças metálicas devem ser facilmente desmontadas no final do ciclo de vida dos produtos, a fim de serem recicladas.

Quanto à qualidade técnica dos produtos, esta deve ser focada na padronização de acessórios, modularidade e ergonomia (para cadeiras). Os requisitos relativos à durabilidade (garantia mínima de pelo menos três anos); manutenção, como por exemplo, a limpeza do produto deve ser possível sem o uso de solventes orgânicos; e os produtos devem ser aptos para a reciclagem e reutilização.

C) Irlanda

Já na Irlanda a aquisição de mobiliário de escritório para o Estado exige em suas especificações técnicas, que painéis de madeiras, colas e resinas possuam baixa emissão de formaldeídos. Os revestimentos devem ser fabricados sem a utilização ou sem emissões de biocidas. Os acabamentos, assim como os adesivos, devem ser de baixas concentrações de compostos orgânicos voláteis.

Além disso, os contratantes são obrigados a demonstrar a sua conformidade com os requisitos de sustentabilidade da madeira do Gabinete de Obras Públicas. Toda a madeira utilizada deve ser proveniente de fontes legais e sustentáveis. Espécies ameaçadas abrangidas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora Silvestres (CITES) não devem ser utilizadas.

Fornecedores também são obrigados a demonstrar a sua conformidade com os requisitos de sustentabilidade da madeira, boas práticas ambientais, redução de resíduos, recuperação de resíduos, minimização das embalagens, uso de materiais de embalagens recuperáveis, controle de emissões ambientais, e uso eficaz de materiais e de transporte.

D) França

No Ministério da Ecologia francês há iniciativas, como a que desenvolveu um programa orientado para a redução na geração de resíduos para a cadeia de móveis no país, através de melhorias no recolhimento, na reciclagem e na recuperação de componentes de móveis.

O programa foi motivado pela estimativa de que o mobiliário utilizado por indivíduos, profissionais e instituições, incluindo mesas, cadeiras, guarda-roupas, armários, aparadores, estantes, camas, colchões, suportes de colchão, bibliotecas, móveis de jardim, escritório, cozinha, são responsáveis pela produção de 2,7 milhões de toneladas de resíduos a cada ano na França.

As organizações Valdélia (para móveis institucionais) e Eco-mobilier (para móveis residenciais) conduzem o programa, que apoiam desde 2012, uma destinação mais racional de móveis usados. As metas do programa para 2015 eram: a) recolhimento de 45% dos resíduos gerados por móveis residenciais e 75% dos resíduos de mobiliário institucional; b) 80% destes resíduos serão destinados, até o final de 2017, para reciclagem, reutilização e valorização energética (VEDURA, 2012).

Fora da Comunidade Europeia, o Japão pode ser citado por possuir uma Política Básica para Promover as Compras Verdes, na qual são listadas as seguintes considerações em relação à mobiliário: (i) deve ser projetado para uso em longo prazo, tendo em conta manutenção, reparação e a reposição das peças desgastadas; (ii) deve permitir a reutilização de componentes e fácil desmontagem para renovação e reciclagem, ou a eliminação adequada das partes separadas após a vida útil do item; (iii) componentes de metal devem permitir a utilização em longo prazo, a conservação de recursos, a reutilização de materiais, com base nos critérios de avaliação da Lei de Promoção ao Uso Eficaz de Recursos ; (iv) solventes orgânicos, ou tintas devem possuir o mais baixo odor possível, preferivelmente tintas em pó e tintas à base de água devem ser utilizadas como revestimento (v) um sistema de recolha e reutilização/reciclagem de produtos descartados deve ser considerado para a eliminação adequada de componentes que não podem ser reutilizados ou reciclados; (vi) a madeira serrada deverá ser obtida a partir de uma floresta de manejo sustentável; (vii) embalagens e acondicionamento da carga deverão ser feitos da forma mais simples possível, devem levar em conta a facilidade de reciclagem, reduzido impacto ambiental quando da sua alienação, também, um sistema para a

recolha e reutilização/reciclagem de embalagem, deve considerado (JEA,2014).

2.1.2. MOBILIÁRIOS SUSTENTÁVEIS

Um exemplo de sustentabilidade na produção de móveis para escritório é a marca Herman Miller, que prioriza a baixa produção de resíduos, livres de substâncias perigosas. Além disso, toda a energia gasta na produção provém de fontes renováveis. Uma das cadeiras da marca é produzida de 44% de conteúdo reciclado, e não contém PVC. Ao final do seu ciclo de vida, 95% dos seus componentes podem ser novamente reciclados. Para permitir a separação dos materiais para reciclagem é fornecido um manual de desmontagem ao consumidor (HERMAN MILLER, 2014). Algumas cadeiras da marca possuem diversas certificações, como:

level® Certification - é o programa de certificação multicriterioso, de terceira parte, que aborda padrões de sustentabilidade da indústria moveleira americana, criado pela BIFMA (Business and Institutional Furniture Manufacturers) e desenvolvido para oferecer os meios de avaliação e comunicação dos impactos ambientais e sociais de produtos de mobiliário (BIFMA 2012).

Cradle to Cradle CertifiedCM Prata – certificação promove a melhoria contínua de processos produtivos realizados por designers e fabricantes, com base em sete categorias de critérios de qualidade de produtos: saúde material, reaproveitamento de material, energias renováveis e gestão de carbono, gestão da água, e de equidade social. Com base nestes critérios, os produtos são classificados em cinco categorias: Básico, Bronze, Silver, Gold ou Platinum (CRADLE TO CRADLE INNOVATION INSTITUTE, 2014).

GREENGUARD CERTIFICATION - garante que um produto passou em alguns dos mais rigorosos e abrangentes padrões do mundo para baixas emissões de compostos orgânicos voláteis (COV) para produtos usados dentro de ambientes fechados (GREENGUARD CERTIFICATION, 2014).

Adicionalmente, a Herman Miller usa os critérios de *Design for Environment* (DfE), *cradle to cradle*, baixos riscos químicos e toxicidade, materiais mais seguros, desmontagem e reciclabilidade.

Outro exemplo ilustrativo da força do mercado em promover aecoinovação encontra-se na maior empresa de comercialização de mobiliário de escritório e residencial do mundo, a sueca IKEA. Com mais de 70 anos no mercado, a empresa já foi muito criticada por comprar madeira ilegal ou produzida de forma não sustentável, de forma que reagiu no sentido de adotar processos e padrões de produção mais verdes, voltados para a ecoeficiência e para o respeito à legislação trabalhista nos países de onde é comprada, com vistas a melhorar sua imagem frente aos consumidores (IKEA GROUP, 2013).

Outras tendências da IKEA são o compromisso com a durabilidade, reparabilidade e ergonomia, além da garantia de reposição de peças que aumentam a vida útil do produto, dos rótulos ecológicos e das Declarações Ambientais de produto (com base em ACV completa).

2.2. BENCHMARKING NACIONAL PARA COMPRAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS (CPS)

2.2.1. ARCABOUÇO JURÍDICO

No Brasil, os princípios de sustentabilidade ambiental para as compras públicas foram definidos de forma mais efetiva com a INSTRUÇÃO NORMATIVA NO 01, DE 19 DE JANEIRO DE 2010, considerada a primeira norma que explicitou requisitos de sustentabilidade, que nos termos do artigo 3º da Lei nº 8666/93 estabeleceu:

I – que os bens sejam constituídos, no todo ou em parte, por material reciclado, atóxico, biodegradável, conforme ABNT NBR – 15448-1 e 15448-2;

II – que sejam observados os requisitos ambientais para a obtenção de certificação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO como produtos sustentáveis ou de menor impacto ambiental em relação aos seus similares;

III – que os bens devam ser preferencialmente, acondicionados em embalagem individual adequada, com o menor volume possível, que utilize materiais recicláveis, de forma a garantir a máxima proteção durante o transporte e o armazenamento; e

IV – que os bens não contenham substâncias perigosas em concentração acima da recomendada na diretiva RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances*), tais como mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cromo hexavalente (Cr(VI)), cádmio (Cd), bifenil-polibromados (PBBs), éteres difenil-polibromados (PBDEs).

A IN n. 01/2010 ainda sugere o aproveitamento de bens ociosos, seja por meio de doação a outras entidades públicas, ou pela sua reutilização. Os resíduos sólidos devem ser destinados à cooperativa de catadores conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (LEI 12305, 2010).

A comprovação exigida aos fornecedores é feita mediante apresentação de certificação emitida por instituição pública oficial ou instituição credenciada, ou por qualquer outro meio de que ateste que o bem fornecido cumpre com as exigências do edital, como por exemplo, auto-declarações ambientais (Entrevista STJ, 2014).

Com a exigência da sustentabilidade nas compras públicas, que preveem boas práticas ambientais e responsabilidade social, a indústria moveleira, que a princípio teve o interesse pelo desempenho ambiental dos produtos despertado apenas visando à exportação, mais recentemente o faz para atender aos órgãos governamentais, graças à implantação do projeto “Compras Públicas Sustentáveis”. Publicado em 5 de junho de 2012 pelo Governo Federal, o DECRETO Nº 7.746 versa:

[...] que regulamenta e estabelece critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública (CISAP,2012).

Outra iniciativa nacional é o projeto “Compras Públicas Sustentáveis”, uma parceria do Governo de Minas com o Município e Estado de São Paulo, patrocinado pelo Governo Britânico e coordenado pelo Escritório de Projetos do Brasil do ICLEI (*International Council for Local Environmental Initiatives*),

Governos Locais pela Sustentabilidade, que tem como objetivo, desenvolver e incentivar a adoção de políticas e medidas de compras públicas sustentáveis, assim como promover o desenvolvimento de estratégia eficaz e gradual de compras públicas verdes (ICLEI, 2008).

Diante deste contexto, pode-se considerar a importância da área de compras públicas, devido a seu peso na economia nacional e mundial. Por exemplo, no Brasil, o consumo da administração pública representa aproximadamente 15% do Produto Interno Bruto (PIB). Esta parcela se encontra dentro do intervalo identificado na maioria de países, que segundo a UNEP (2013), representa entre 15-30% do PIB. Para os países membros da OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) essa participação é em média 13%, e na UE representa 16% do PIB do bloco, sendo, que cerca de 75% deste valor é utilizado na compra de materiais de consumo e na contratação de serviços.

Entre as iniciativas governamentais brasileiras há o Projeto Esplanada Sustentável dos Ministérios: Planejamento; Meio Ambiente; Minas e Energia; e Desenvolvimento Social e Combate à Fome, que tem por objetivo principal incentivar órgãos e instituições públicas federais a adotarem modelo de gestão organizacional e de processos estruturado na implementação de ações voltadas ao uso racional de recursos naturais, promovendo a sustentabilidade ambiental e socioeconômica na Administração Pública Federal (BRASIL, 2012).

A Agenda Ambiental da Administração Pública – A3P do Ministério do Meio Ambiente que foi criada para que a Administração Pública, como grande consumidora de bens e serviços, cumpridora responsável pelas políticas públicas e com o poder de compra que possui por meio das licitações, possa auxiliar os gestores públicos federais, estaduais e municipais no processo de inserção da responsabilidade socioambiental e da sustentabilidade. A ergonomia do produto também é um fator importante, segundo a A3P, as condições de ergonomia de equipamentos de mobiliário são fatores intervenientes, entre outros, que implicam na melhoria da qualidade de vida dos servidores e na organização do trabalho (MMA, 2009)

Em 2017 foi publicada a norma internacional ABNT NBR ISO 20400 com as diretrizes para compras sustentáveis. A norma fornece orientações sobre responsabilidade social para organizações que integram a sustentabilidade dentro dos contratos, independentemente da sua atividade ou tamanho, é destinada a partes interessadas envolvidas ou afetadas por decisões e processos de compras. Além disso, fornece diretrizes para:

[...] integrar a sustentabilidade nos processos de compras de uma organização. Dirigido aos principais gestores e diretores da função de compras, cobre os aspectos políticos e estratégicos do processo de compra, nomeadamente como alinhamento dos contratos com os objetivos e metas de uma organização e criação de uma cultura de sustentabilidade. A norma define os princípios de compras sustentáveis, incluindo a prestação de contas, a transparência, o respeito pelos direitos humanos e o comportamento ético, e destaca considerações-chave como a gestão de riscos e a definição de prioridades. Abrange também várias fases do processo de adjudicação, definindo os passos necessários para integrar a responsabilidade social na função de compra.(ISO,2017).

Portanto, a maioria das iniciativas que visam à mudança no padrão de produção e consumo de bens e serviços, veem nas compras públicas um importante aliado no processo de inovação e de transição para uma economia mais verde. Dado que, o peso nas decisões de compra públicas de fatores extra preços, como o uso de requisitos de desempenho ambiental, direciona o mercado rumo à inovação e a sustentabilidade, e assim a uma economia sustentável. Por consequência, as compras públicas tem o potencial de criar sinergias entre inovação, crescimento econômico e proteção ambiental, em que governos sendo líderes verdes incentivam à mudança de consumo e produção da sociedade (SILVA e ZEN, 2014).

Os problemas de sustentabilidade relacionados ao setor de mobiliário no Brasil guardam grande semelhança com aqueles observados no contexto internacional. Em especial, aqueles relacionados às mudanças ambientais globais, como a emissão de gases de efeito estufa, poluição atmosférica e contaminação ambiental, que se manifestam em todas as fases do ciclo de

vida de móveis. Problemas de desperdício e consumismo também guardam similaridade com aqueles apontados anteriormente.

Uma diferenciação importante se dá, entretanto, quanto à escala dos impactos ambientais gerados (ex: impactos locais/regionais do desmatamento vis-a-vis impactos globais). Outra diferença importante pode ser observada na dimensão social da sustentabilidade (ex: legislação trabalhista e seu cumprimento).

A compulsoriedade dos critérios de qualidade hoje estabelecidos no Brasil é na sua maioria, fruto de portarias do Inmetro. Na área de mobiliário podemos citar a Portaria n.º 269, de 21 de junho de 2011, que instituiu a certificação compulsória de berços infantis, visando à segurança do usuário; assim como demais portarias que tornam compulsória a certificação de: móveis escolares - cadeiras e mesas para conjunto aluno individual (Portaria Inmetro n.º 184, de 31 de março de 2015). Assentos plásticos para espectadores de eventos esportivos (Portaria Inmetro n.º 622/2012), cadeiras para alimentação de crianças (Portaria Inmetro n.º 227/2016), cadeiras plásticas monobloco (Portaria Inmetro n.º 342/2014), colchões e colchonetes de espuma fluxível de poliuretano (Portaria Inmetro n.º 349/2015).

Em relação à madeira utilizada pelo setor moveleiro no Brasil, atualmente estima-se, que, a maioria provém de florestas plantadas, contribuindo para a diminuição da pressão de desmatamento em florestas nativas. Entretanto, o reflorestamento se dá principalmente através de monoculturas de *Eucalyptus* e *Pinus*, acarretando ameaças à biodiversidade e à conservação dos solos e dos recursos hídricos, especialmente nos casos em que a vegetação nativa é substituída pelos plantios silviculturais, mas também devido às práticas de manejo inadequadas tais como; solo exposto favorecendo a erosão; uso excessivo de herbicidas e de outros agrotóxicos (GANEM, 2011).

Relacionada ao desperdício de recursos naturais, incluem-se a emissão desnecessária de CO₂ e de outros gases do efeito estufa (GEE), advindos do consumo de energia na produção de mobiliário e embalagens, assim como nas operações de logística relativas à cadeia de móveis

(transporte, armazenamento, distribuição). As emissões de formaldeídos e de COVs (Compostos Orgânicos Voláteis), também ocorrem devido à utilização de solventes orgânicos, a acumulação de substâncias perigosas ao ambiente, o que contribui para riscos à saúde humana (KOPPMANN, 2008).

A Contaminação e eutrofização das águas superficiais e subterrâneas, assim como pontuado para o contexto internacional, no Brasil estão associadas à utilização de substâncias perigosas e com potencial de eutrofização (fosfatos) liberadas durante a produção, utilização ou eliminação de produtos da cadeia de mobiliário (ROSA et al, 2012).

No Brasil, entretanto, o problema é bem mais sério que na Europa e outros países, devido a problemas culturais, econômicos e de controle e fiscalização.

Ainda que se tenha legislação que ajude a aliviar este problema (Resolução CONAMA 313/2002), dificuldades operacionais e de fiscalização dificultam a ação do Estado em coibir agentes econômicos de poluírem o meio ambiente.

Podem ser citados também, os critérios adotados no projeto de CPS do governo de Minas Gerais, que são genéricos e abrangem a aquisição de uma grande variedade de produtos, não há critérios específicos para mobiliário, no entanto, o Decreto de Madeira, elaborado pelo governo de MG (DECRETO Nº 44.903, de 24 de setembro de 2008) que dispõe sobre a a aquisição direta e o emprego de produtos e subprodutos de madeira de origem nativa. Tendo como principais aspectos:

- 1) atualização da documentação exigida para comprovação da procedência legal da madeira adquirida;
- 2) proibição da compra de qualquer tipo de madeira de mogno - *Swietenia Macrophylla* King, e o seu emprego nas obras e serviços, bem como de madeira oriunda de espécie nativa da Mata Atlântica;
- 3) criação de comissão técnica para acompanhar e propor o aprimoramento e a revisão das regras estabelecidas no decreto, nos casos necessários, visando sua permanente atualização (GOVERNO DE MINAS GERAIS,2009).

O Selo Socioambiental do estado de São Paulo, também estabelece critérios gerais para CPS e cria o cadastro CADMADEIRA, por meio do DECRETO Nº 53.047, DE 2 DE JUNHO DE 2008, que regulamenta procedimentos para aquisição de produtos e subprodutos de madeira de origem nativa pelo Governo do Estado de São Paulo. O cadastro é voluntário e o fornecedor poderá receber SELO MADEIRA LEGAL, que terá validade de um ano, podendo ser renovado se cumpridos todos os requisitos para sua obtenção inicial. O selo é concedido pela Secretaria do Meio Ambiente com o objetivo de distinguir, perante os consumidores, as pessoas jurídicas que comercializam produtos e subprodutos florestais de forma responsável (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008).

2.2.2. RESPOSTAS E TENDÊNCIAS NORMATIVAS REGULATÓRIAS BRASILEIRAS

As respostas normativas para o setor de mobiliário concentram-se nos avanços normativos mais específicos à promoção da sustentabilidade na exploração da madeira, em especial àquela utilizada como matéria-prima no setor moveleiro:

- Legislação ambiental que trata da cobertura vegetal (Código Florestal – Lei 12.651/2012), licenciamento ambiental e resoluções CONAMA;
- Produtos perigosos (DECRETO Nº 4.136, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2002);
- Legislação trabalhista (LEI Nº 13.467, DE 13 DE JULHO DE 2017);
- Normas de qualidade da ABNT, que tratam dos requisitos dimensionais, estabilidade, resistência e durabilidade de móveis (ABNT NBR 13961, 13962, 13964, 13966, 13967, 14006, 14033, 14952, 15141, 15164, 15761, 15786, 15860, 15878, 15925, 15965, 15996, 16031, 16045, 16332);
- Normas da CERFLOR que concernem às certificações de origem (cadeia de custódia) e de manejo florestal sustentável para

madeira e derivados. (NBR 14790:2014 - Manejo Florestal - Cadeia de Custódia (baseada na PEFC ST 2002:2013));

- Política Nacional de Resíduos Sólidos – (LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010).

2.2.3. CERTIFICAÇÃO DO SETOR DE MADEIRA E MÓVEIS

A certificação ambiental é uma ferramenta de mercado que visa garantir um diferencial a produtos que a princípio soam semelhantes, no esforço para influenciar o comportamento do consumidor e aumentar a quota do consumo de produtos “amigos do ambiente”.

No setor de produtos de madeira, a certificação ambiental tem sido adotada principalmente para promover o manejo florestal sustentável, a preservação e crescimento das florestas e estimular os direitos dos trabalhadores e o bem-estar das comunidades que dependem da floresta (AGUILAR, 2010).

A garantia de que a madeira provém de florestas manejadas de forma sustentável se dá por meio de um sistema de certificação de terceira parte, como por exemplo: *Forest Stewardship Council (FSC)*, *Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)*, ou por meio de uma licença concedida no âmbito do sistema FLEGT (*Forest Law Enforcement, Governance and Trade*), levando, dessa forma, à aquisição de madeira de florestas geridas de forma legal e sustentável.

Por todo o mundo há iniciativas no sentido de avaliar mobiliário sob diversos aspectos, quanto às emissões de substâncias tóxicas controladas e sua reação na saúde humana e ambiental, assim como o estímulo ao uso de materiais de fontes renováveis, entre outros. A maioria dos rótulos é de caráter voluntário e tem como objetivo a divulgação de informações ambientais (GUÉRON, 2002).

2.2.4. PROGRAMAS DE CERTIFICAÇÃO FLORESTAL

2.2.4.1. CERFLOR INMETRO/PEFC

O CERFLOR é o programa de certificação florestal brasileiro vinculado ao Inmetro que emite certificado de procedência da madeira comprovando a utilização da madeira legal, proveniente de manejo florestal responsável ou de reflorestamento, mediante a apresentação de DOF – Documento de origem florestal –, instituído pela Portaria nº 253 de 18 de agosto de 2006 do Ministério do Meio Ambiente

O CERFLOR é baseado pelas normas ABNT- NBR 14789 - Plantações Florestais e NBR 15789 - Florestas Nativas e regido pelos cinco princípios estabelecidos pelo Processo Tarapoto e ITTO (International Tropical Timber Organization, 1995):

1. Cumprimento à legislação.
2. Racionalidade no uso dos recursos florestais a curto, médio e longo prazo, em busca da sua sustentabilidade.
3. Zelo pela diversidade biológica.
4. Respeito às águas, ao solo e ao ar.
5. Desenvolvimento ambiental, econômico e social das regiões onde se insere a atividade.

2.2.4.2. PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO FSC

O FSC, *Forest Stewardship Council* (2012), é sistema de certificação, que reconhece a produção responsável de produtos florestais, baseados em dez princípios e cada princípio se desdobra em critérios e cada critério em indicadores. Os princípios são:

1. Conformidade com as Leis e Princípios do FSC
2. Posse e Direitos e Responsabilidades de Uso
3. Direitos dos Povos Indígenas
4. Relações Comunitárias e Direitos dos Trabalhadores
5. Benefícios da Floresta
6. Impacto Ambiental
7. Plano de Manejo

8. Monitoramento e Avaliação
9. Manutenção de Florestas de Alto Valor de Conservação
10. Plantações

O FSC tem sede em Bonn, na Alemanha, e é representado nacionalmente em mais de 70 países ao redor do mundo. No Brasil, desde 1996, um grupo de trabalho começou a articular as decisões em torno do FSC, iniciativa esta que se formalizou em 2001 com o Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC Brasil, 2012).

2.2.4.3. PROGRAMA DE ROTULAGEM AMBIENTAL DA ABNT – SELO COLIBRI

Para atender aos requisitos de sustentabilidade foram criadas normas que estabelecem exigências para adequação dos produtos e da produção, além das normas de qualidade e ergonomia já existentes para o segmento moveleiro, atingindo a ecoeficiência, termo que sintetiza economia ambiental, e permite, uma vez realizada a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) do produto, analisar os efeitos presentes e futuros, as atividades e os direcionadores de custos, minimizar o passivo ambiental interno e externo, e ao mesmo tempo gerar economias (FENKER, 2007).

O Rótulo Ecológico ABNT é um programa de rotulagem ambiental criado para apoiar a melhoria contínua e redução do impacto ambiental, com base em uma visão geral sobre ACV do produto. É uma metodologia voluntária de desempenho ambiental de produtos ou serviços, baseado na norma ABNT NBR ISO 14024 - Rótulos e declarações ambientais - Rotulagem ambiental do tipo I - Princípios e procedimentos.

A certificação se aplica, entre outras categorias, a produtos de mobiliário que deverão obedecer aos procedimentos e critérios estabelecidos nos documentos apresentados na Tabela 3, dependendo do produto em questão:

Tabela 3. Procedimentos Específicos para obtenção do Rótulo Ecológico ABNT

PE-165.04	Rótulo Ecológico para Mobiliário de Escritório, que abrange armários, divisória modular, painéis divisórios, divisória, gaveteiro, balcão, bancada, biombo, call center/telemarketing, conjunto escolar e mesas.
PE-169.01	Rótulo Ecológico para móveis de aço para uso em interiores, para arquivos de aço
PE-205.04	Rótulo Ecológico para Painel de Madeira se aplica aos painéis derivados de madeira utilizados na confecção de componentes e peças dos móveis
PE- 261.04	Rótulo Ecológico para Cadeiras de Escritório

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas

2.3. ANÁLISE SWOT

A análise de critérios ambientais é uma parte crítica do processo de planejamento estratégico de gestão. Para tanto, surge a análise SWOT, um acrônimo das palavras strengths, weaknesses, opportunities e threats, que significam respectivamente: forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Essa é uma ferramenta estrutural da administração, que tem a finalidade de avaliar os ambientes internos e externos, formulando estratégias de negócios para organizações com vistas a aprimorar seu desempenho (TAVARES, 2010).

A SWOT considera como variáveis internas (Forças e Fraquezas), e variáveis externas internas (Oportunidades e Ameaças). Esta ferramenta analítica é proposta para categorizar fatores ambientais significativos tanto internos como externos às organizações, que levam em conta todas as perspectivas de planejamento estratégico, oferecendo a partir do material coletado, um leque de avaliações e considerações, positivas ou negativas, garantindo um encaminhamento adequado aos problemas encontrados, à valoração das qualidades e o vislumbres de perspectivas futuras (MINTZBERGET al. 2000).

Por meio da Matriz SWOT (Tabela 5), procura-se aproveitar as oportunidades, prevenir-se das ameaças, consolidar os pontos fortes e corrigir os pontos fracos, combinando de forma adequada cada um desses

componentes. Desse modo, podem-se combinar: pontos fortes com oportunidades, beneficiando-se das aptidões; pontos fracos com oportunidades, reduzindo-se as limitações; pontos fracos com ameaças, revertendo-se as deficiências (ROSSI e LUCE, 2002).

Tabela 4. Matriz SWOT.

Internas	FORÇAS	FRAQUEZAS
Organização	Estão relacionadas com as vantagens competitivas da organização. Ou seja, suas aptidões.	São aquelas que interferem ou prejudicam o bom andamento dos negócios, mas que estão sob o controle da organização.
Externas	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Ambiente	São forças externas que influenciam positivamente a empresa. Não existe controle sobre essas forças.	São forças externas que influenciam e atacam negativamente os objetivos e resultados da organização.

A análise SWOT deve seguir algumas regras básicas, tais como: diferenciar o momento atual e futuro da organização; ser realizada nas áreas de atuação da empresa; levar em conta a concorrência ou a demanda; ser uma análise curta e simples, porém subjetiva. A matriz permite uma visualização clara da capacidade externa e interna da organização, possibilitando aos gestores intensificarem suas atividades de forma à tirar proveito das oportunidades e ao mesmo tempo se protegerem de possíveis ameaças (TAVARES, 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia trata da caracterização e avaliação do setor moveleiro, mais especificamente dos fabricantes de móveis para escritório, e sua capacidade de atender aos critérios ambientais exigidos em Compras Públicas Sustentáveis (CPS).

3.1. LEVANTAMENTO DE CONSUMIDORES E FABRICANTES DE MÓVEIS

A metodologia utilizada nessa etapa do trabalho teve como finalidade realizar a análise estratégica do setor de mobiliário. Foram realizadas entrevistas no polo moveleiro de Bento Gonçalves (RS) e com atores

envolvidos em CPS com base em um roteiro pré-estabelecido, além de um questionário *online*. As entrevistas foram aplicadas em dois grupos: compradores (órgãos governamentais) e fornecedores de mobiliário (associação de fabricantes, sindicato de fabricantes e empresas do ramo moveleiro) do polo moveleiro de Bento Gonçalves, que é um dos principais fornecedores de mobiliário para o governo.

Na realização das entrevistas foi utilizado um modelo estruturado com perguntas abertas. Posteriormente, essas entrevistas foram tabuladas e analisadas por meio da metodologia de análise SWOT buscando organizar em um conjunto de categorias de significação do conteúdo manifestado. A partir da tabulação foram extraídas as principais ideias apresentadas pelos entrevistados.

O primeiro grupo de entrevistados são consumidores institucionais, representados pelos servidores de órgãos públicos do governo ligados à área de especificação para editais de compra de mobiliário com foco em CPS como o Tribunal Superior do Trabalho - TST, Superior Tribunal de Justiça - STJ e Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE, Esses órgãos foram selecionados pelo fato de já adotarem políticas socioambientais em processos de compra. O roteiro das entrevistas encontra-se no Apêndice I - A.

O segundo grupo de entrevistados foram fornecedores do polo moveleiro de Bento Gonçalves representados pelo Sindicato das Indústrias do Mobiliário de Bento Gonçalves - Sindmóveis, pela Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul - Movergs e pela fábrica de móveis corporativos Bortolini no intuito de avaliar a capacidade e a disposição do setor em atender as demandas de CPS do governo. A entrevista foi realizada em questionário aberto (Apêndice I – B).

O Sindmóveis é uma entidade patronal, que representa o polo moveleiro da região. Promove feiras anuais como a Movelsul, além dos prêmios Casa Brasil Design e Negócios e Salão Design, faz parte também do “Projeto de Promoção das Exportações – Orquestra Brasil” em parceria com a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos - APEX.

A Movergs atua em prol do fomento de oportunidades para o crescimento da cadeia produtiva, defende os interesses das empresas do segmento e trabalha pela ampliação de sua representatividade no contexto político-econômico nacional. Conta atualmente com cerca de 240 associados e realiza congressos e a Feira Internacional de Máquinas, Matérias-Primas e Acessórios para a Indústria Moveleira - FIMMA Brasil, que tem como objetivo apoiar o desenvolvimento do setor moveleiro nacional, através da apresentação de tecnologias, insumos e equipamentos de ponta que se transformarão em oportunidades de negócios.

Foi entrevistada também a empresa Bortolini Mobiliário Corporativo, que está situada na região do polo moveleiro de Bento Gonçalves. A empresa fabrica móveis a base de painéis de madeira (mesas, armários, divisórias) e adota uma gestão ecoeficiente dos recursos naturais nos 18 mil m² de área construída, na unidade fabril em Garibaldi/RS.

Além disso, foi enviado um formulário online para quatrocentos e vinte e oito empresas (contatos baseados nas associações de fabricantes dos estados), com perguntas fechadas (sim/não) e abertas, exclusivo para fabricantes de móveis para escritório, na tentativa de avaliar a capacidade do setor de atender aos critérios de CPS adotados hoje no Brasil. O formulário foi enviado para empresas de várias partes do Brasil, mas a maior concentração se deu nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste principais regiões que fornecem mobiliário para o governo (Apêndice I – C). Houve um retorno de 8,9% dos questionários enviados.

Na Figura 1 estão sinalizadas as regiões pesquisadas de acordo com o grupo de entrevistados.



Figura 1. Regiões pesquisadas.

1 – Órgãos públicos; 2- Bento Gonçalves; 3 – Questionário online

3.2. ANÁLISE SWOT DO SETOR MOVELEIRO EM RELAÇÃO A CPS

A matriz SWOT foi construída com base nas pesquisas realizadas no setor moveleiro, que resultaram em uma análise das forças e fraquezas e identificação das oportunidades e ameaças do setor moveleiro, em relação às CPS. Os pontos foram avaliados segundo o grau de relevância 1 (baixa), 2 (média) e 3 (alta) (FERRELL; HARTLINE, 2005). Os critérios utilizados para pontuar foram de ordem subjetiva e estão descritos nos comentários descritos na análise. Foram detectados 6 pontos para cada elemento.

Em seguida foi utilizada a metodologia de combinação dos ambientes e das variáveis, que consiste em cruzar as informações dos quatro quadrantes, de forma a obter cenários que permitam esboçar estratégias para o futuro do setor moveleiro em relação aos critérios de sustentabilidade.

O objetivo deste estudo foi destacar os pontos que promovem o crescimento e desenvolvimento do setor (Tabela 8).

Tabela 5. Metodologia de análise SWOT

		Ambiente interno	
		Fraquezas	Forças
Ambiente externo	Ameaças	Sobrevivência	Manutenção
	Oportunidades	Crescimento	Desenvolvimento

Adaptado de NUNES J. e CAVIQUE L , 2014

4. MATERIAL E MÉTODOS

As principais informações coletadas a partir das entrevistas realizadas no primeiro grupo, representados por setores de órgãos públicos federais brasileiros (TST, STJ e FNDE), por funcionários responsáveis pela elaboração dos editais para aquisição de mobiliário estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Síntese das respostas obtidas nas entrevistas realizadas em órgãos públicos federais brasileiros

1. Como surgem as exigências de CPS?	As exigências dos critérios de compras sustentáveis surgem quando estão respaldos como: portarias do Inmetro, ABNT ou outro órgão regulador.
2. Quais os maiores impedimentos para exigência de CS*?	O maior impedimento em solicitar critérios de sustentabilidade nos editais de licitações é a impossibilidade legal de exigir a certificação ambiental dos produtos. Isso geraria diminuição na concorrência e poderia ser considerado direcionamento, pois só alguns fabricantes possuem selos ambientais. No entanto, podem ser requeridos os mesmos critérios de sustentabilidade que são estabelecidos para adoção dos

	selos.
3. Qual o arcabouço jurídico, que respaldam as exigências de CS*?	<p>O arcabouço jurídico, que respalda as exigências de critérios de sustentabilidade é:</p> <p>a. A Instrução Normativa SLTI/MPOG Nº 01 de 19.01.2010;</p> <p>b. Termo de Adesão para Integrar esforços de órgãos governamentais para desenvolver ações destinadas à implantação do Projeto Esplanada Sustentável – PES do Ministério do Planejamento,</p> <p>c. Decreto STJ nº 293 de 31.05.2012, que visa à melhoria da eficiência no uso racional dos recursos públicos e à inserção da variável socioambiental no seu ambiente de trabalho.</p> <p>d. Portaria INMETRO nº 105, de 06 de março de 2012, que exige certificado emitido por Organização de Certificação e Produtos (OCP), acreditada pelo Inmetro, para a ABNT, entre outros.</p>
4. Como o órgão comprador conversa com o setor produtivo?	As audiências públicas apresentando o termo de referência dos editais é a forma como o órgão comprador conversa com o setor produtivo e organismos certificadores (e demais atores envolvidos) a cerca de critérios de sustentabilidade.
5. Quais os CS* efetivamente adotados para aquisição de mobiliário?	<p>Os critérios de sustentabilidade efetivamente adotados pelos órgãos entrevistados para aquisição de mobiliário são:</p> <p>a. O produto deve conter um percentual de material reciclado;</p> <p>b. O produto deve possibilitar a reutilização ou reciclagem dos materiais e componentes no fim de vida;</p> <p>c. A embalagem dos produtos deverá ser preferencialmente reciclável, ou confeccionada com material reciclado, sendo o recolhimento de responsabilidade da empresa fornecedora;</p> <p>d. Recomenda-se que o produto apresente baixa emissão de poluentes em ambientes internos, cabendo à empresa apresentar a comprovação, que deverá está válida durante todo o período de vigência do contrato;</p> <p>e. Recomenda-se a redução de matéria prima e consumo de energia.</p>
6. Os critérios de CS* são determinantes para compra de mobiliário?	Atualmente, os critérios de CPS restringem a participação de fornecedores, mas a maioria das empresas está se preparando para atender os critérios de sustentabilidade.
7. Qual é a forma de verificação dos CS* adotados?	A forma de verificação de que o fornecedor cumpre com os critérios exigidos são as certificações, nos casos que possuem regulamentação. A maioria são auto-declarações e se baseiam na confiança, pois não são realizados testes de comprovação por parte do órgão comprador.
8. A inclusão de CS* tem trazido algum diferencial em termos de qualidade do produto?	Pelo pequeno volume de CPS, ainda não se percebe diferencial na qualidade dos produtos, em comparação com aqueles que não adotam critérios de sustentabilidade.
9. As compras de produtos sustentáveis custam mais caro	O preço dos produtos sustentáveis são mais caros, se comparado com os demais, uma vez que certificações possuem alto custo de implantação.

para o governo?	
10. O governo reforma ou reutiliza móveis ou componentes de móveis, antes de uma nova aquisição?	Antes de uma nova aquisição os contratos de compra exigem a reparação de mobiliário, no caso de reposição de pequenos acessórios, mas o que ocorre normalmente é a doação dos móveis antigos por parte do governo para outras instituições, como Organizações Não Governamentais (ONGs), instituições sem fins lucrativos e prefeituras.

* CS = Critérios de Sustentabilidade

Em resumo observou-se que pelo fato de as certificações ambientais serem voluntárias, não há respaldo legal para serem exigidas, adotando-se os critérios de sustentabilidade apenas como parâmetro de desempate em sua maioria baseados em auto-declarações.

O resumo das entrevistas realizadas no segundo grupo, representados por associações de fabricantes do sindicato patronal e indústria do polo moveleiro de Bento Gonçalves – RS estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados das associações representantes do setor moveleiro do Rio Grande do Sul

1. Qual a representatividade da indústria moveleira do Rio Grande do Sul em termos nacionais?	O Brasil possui atualmente 19.000 empresas de móveis formais, o Rio Grande do Sul (RS) corresponde a 20% deste total e produz 21% da receita do setor.
2. Que outras instituições fazem parte dessa parceria com a associação?	As instituições que fazem parceria com a associação são as indústrias de móveis, componentes para móveis e madeiras.
3. Quais inovações na área da sustentabilidade que o setor esta trabalhando atualmente?	Uma das inovações na área da sustentabilidade é a incineração de aparas de painéis para valoração energética. Trabalho em andamento via FEPAM e CONAMA. Além disso, o uso de tecnologia como máquinas CNC (do inglês Computer Numeric Control), vem sendo responsável pela racionalização de material, uma vez que aproveitam ao máximo o uso dos painéis derivados da madeira.
4. Na perspectiva da associação como está sendo a resposta do setor moveleiro frente aos CS*?	Na visão da associação 78% dos pequenos empresário não possui gestão ambiental, nem atendem a legislação trabalhista (NR 12).
5. Quais as principais CS* e tendências no setor de mobiliário, no mercado interno?	Os principais critérios de sustentabilidade do setor adotados por algumas empresas para mercado interno são: a. A logística reversa de embalagens, b. O aproveitamento de 80 % das chapas de MDF (plano de corte), c. O cavaco é encaminhado para valoração energética em caldeiras e olarias; d. A utilização de matéria-prima certificada (madeira certificada); e. Os componentes (peças e acessórios) de móveis são

	mantidos na empresa para reposição por dez anos, visando reparabilidade; f. Os produtos possuem garantia de cinco anos.
6. Baseada em que parâmetros, a empresa adota CS*?	A maioria das empresas não tem como investir em critérios de sustentabilidade, mas as que o fazem são motivadas pela demanda de mercado, melhoria da imagem da empresa frente aos consumidores. Poucas o fazem por consciência ambiental ou melhoria na gestão.
7. Alguma empresa associada possui algum rótulo ecológico ou certificação ambiental?	As principais certificações ambientais que as empresas buscam são na área da madeira e derivados, para seus produtos ou buscam fornecedores de matéria-prima certificados, tais como: FSC, rótulos ecológico da ABNT e CERFLOR.
8. Se sim, o que a certificação ambiental representou para a empresa?	Nas empresas que adotaram certificação ambiental se percebe a melhoria contínua em relação à qualidade de vida dos trabalhadores. Em relação aos produtos e processos, pode ser observado uma abordagem de <i>"Life Cycle Thinking"</i> , em que os móveis são projetados visando desmontabilidade, com vistas a reaproveitamento de material, seja reuso, reciclagem ou redução no consumo de matérias-primas, o que traz economia e diferencial de mercado.
9. Como a empresa se posiciona em relação aos editais de CPS do governo?	As empresas concordam que a única forma de alavancar atitudes mais sustentáveis seria por meio de determinação legal.

*CS = Critérios de Sustentabilidade

A partir das respostas obtidas no questionário, se percebe, que, onde se emprega mais tecnologia, tal como máquinas de corte CNC há menos desperdício de material, gerando menos resíduos, isto se restringe a empresas maiores que têm maior capacidade de investimento, não só em maquinário, mas também em Sistemas de Gestão da Ambiental com vistas à certificação.

Outro ponto importante é o fato de as associações poderem agir de forma mais inclusiva, permitindo que pequenas empresas possam participar de projetos como o de valoração energética dos resíduos, por meio de usinas de incineração e atuando como divulgadores dos critérios ambientais e suas vantagens para o meio ambiente e para a própria empresa.

A *online* intitulada Pesquisa para avaliação das fabricantes de móveis institucionais em relação ao atendimento de critérios de Compras Públicas Sustentáveis teve um retorno de 38 respostas o que equivale a 8,9%. Os resultados estão apresentados na Figura 2.

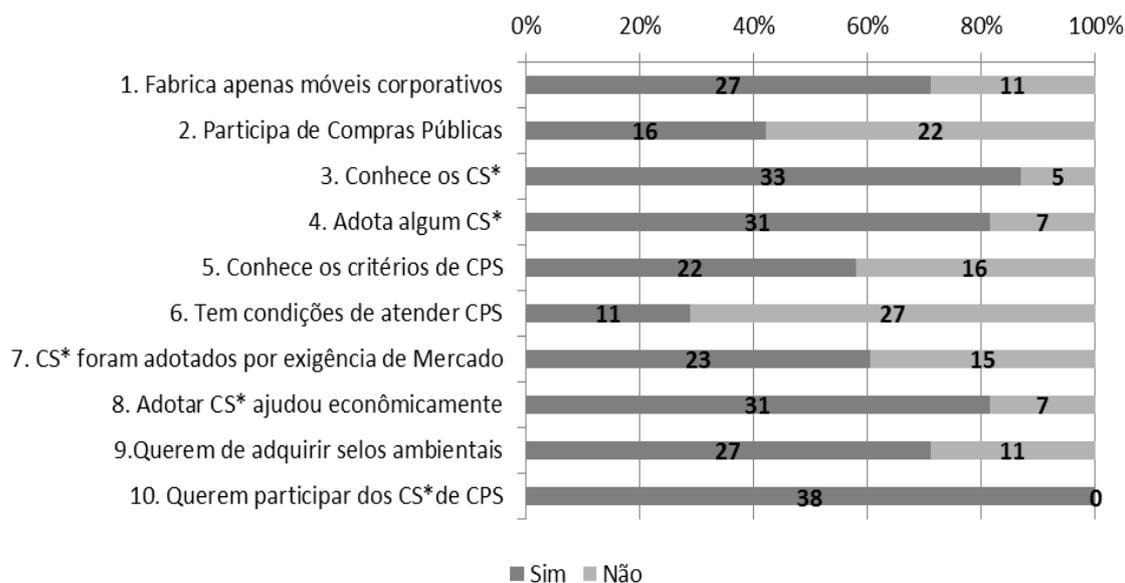


Figura 2. Resultados da pesquisa para avaliação das fabricantes de móveis institucionais em relação ao atendimento de critérios de Compras Públicas Sustentáveis.

*CS = Critérios de sustentabilidade

Baseado no total de respostas obtidas, todos os fabricantes de móveis que responderam ao questionário demonstraram disposição para participar das decisões sobre os critérios a serem exigidos em CPS. Essa forma de participação já ocorre em muitas concorrências, a exemplo dos móveis escolares do FNDE, que realizam audiências públicas, nas quais os fornecedores são convidados a conhecerem os produtos que serão adquiridos e as exigências técnicas, tanto de qualidade, quanto ambientais dos produtos. Ao mesmo tempo, apenas 29% dos entrevistados se acham capazes de atender aos critérios de sustentabilidade ora exigidos e só 57% conhecem as exigências das CPS.

As questões abertas que solicitavam o motivo de não haver interesse por parte da empresa em participar de CPS, as respostas apontaram em primeiro lugar o fato de os processos serem dispendiosos (50 %); em segundo lugar a falta de informações sobre os processos (25%) e o fato de haver muitas exigências por parte das licitações (25%).

Ao final da pesquisa foram solicitados comentários dos empresários sobre o tema. De forma geral alegaram que havia corrupção impregnada nas

instituições e o fato de que não havia comprometimento do governo no pagamento dos bens/serviços prestados.

Observaram-se ainda nos resultados (Figura 2), que as empresas que responderam a pesquisa foram aquelas que já tinham conhecimento (86%) e/ou já adotavam algum critério de sustentabilidade no seu processo produtivo (83%), seja no design dos produtos, na aquisição de materiais, na reciclabilidade do produto, na produção em si ou na logística da empresa.

As demais empresas não se manifestaram, provavelmente, devido à falta de conhecimento e importância do tema, falta de esclarecimento por parte do governo, das associações e sindicatos que congregam as empresas e devido ao custo que representaria para empresa o seu envolvimento na área ambiental, tendo outras prioridades imediatas como, por exemplo, o pagamento de impostos e de salários.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. BENCHMARKING INTERNACIONAL X NACIONAL

A comparação entre os critérios encontrados em compras públicas internacionais e nacionais estão mostrados de forma resumida na Tabela 8.

Observou-se que o mobiliário e de seus componentes possuem certificação ambiental e essas são exigidas no âmbito internacional. Enquanto, no Brasil apenas as certificações de origem da madeira, de qualidade do produto são emitidos por organismos de terceira parte, portanto, de forma imparcial.

Tabela 8 – Comparação entre CPS Internacional x Nacional

REQUISITOS	FORMAS DE VERIFICAÇÃO	
	Internacional	Nacional
Fontes legais de madeira e de seus derivados	Certificação - cadeia de custódia, manejo sustentável (FSC, PEFC e FLEGT)	Certificação
Plásticos recicláveis %/kg	ISO 11469	Auto-declarações
Revestimento de superfícies em madeira, plástico ou metal.	Substâncias perigosas (Diretiva de cada país)	-
Adesivos, tintas e vernizes	Certificação VOCs < 10%	Auto-declarações
Embalagem (% reciclado)	Declaração de conformidade	Comprometimento/ Auto-declaração
Durabilidade, ergonomia /reparabilidade	Conformidade com as normas nacionais/ internacionais	Certificação/ auto-declaração
Painéis de madeira (Emissão de formaldeídos)	Relatório de conformidade às normas	-
Estofamento (tecido, espuma)	Ecolabel	-
Garantia	Certificado	Certificado

Observou-se também, que, assim como na Europa, os resíduos sólidos decorrentes da produção e de embalagens é um problema sério no Brasil, provenientes do empacotamento e substituição precoce de móveis, devido à inexistência de opções de reparação e a baixa durabilidade, o que causam a geração excessiva/desnecessária de resíduos.

O programa de acompanhamento de produtos, realizados por meio de ensaios de laboratórios periódicos podem comprovar se os produtos oferecidos no mercado com o selo do Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia (Inmetro), por exemplo, atendem aos critérios de qualidade e sustentabilidade. Produtos certificados por laboratório acreditados ao Inmetro possuem requisitos mínimos de durabilidade, portanto

são mais sustentáveis, uma vez que possuem uma vida útil maior em comparação com a maioria dos produtos que não são certificados.

Uma diferenciação importante se dá, entretanto, quanto à escala dos impactos ambientais gerados (ex: impactos locais/regionais do desmatamento vis-a-vis impactos globais). Outra diferença importante pode ser observada na dimensão social da sustentabilidade (ex: legislação trabalhista e seu cumprimento).

5.2. AVALIAÇÃO DO SETOR MOVELEIRO (ANÁLISE SWOT)

De acordo com as pesquisas realizadas com os atores envolvidos em Compras Públicas Sustentáveis – CPS, quais sejam, compradores (entrevistas com órgãos públicos) e fornecedores (representantes dos fabricantes, sindicato patronal, empresa e questionário online enviado a fabricantes de móveis), foram confrontadas os fatores internos (Forças e Fraquezas) e externos (Oportunidades e Ameaças). Essa análise teve o intuito de avaliar as tendências dos fabricantes de móveis em atender os critérios de CPS, identificando potenciais cenários de crescimento e desenvolvimento, que possam alavancar o setor.

Tabela 9. Forças (SWOT) do setor moveleiro em relação à demanda de CPS.

Ambiente	Forças (<i>Strengths</i>)	Impacto em CPS	Comentários
Interno	1. A atualização tecnológica do setor promove produção “mais limpa”.	3	O uso de tecnologia racionaliza a utilização de material, diminuindo o desperdício.
	2. A sustentabilidade traz crescimento coletivo via inovação e aprendizado.	2	Para se implantar um SGA toda a empresa tem que está comprometida desde a alta direção até a base da pirâmide hierárquica (chão de fábrica).
	3. As CPS podem gerar mais emprego e renda.	2	A adoção de critérios de sustentabilidade trará um diferencial de mercado, em relação às vendas governamentais, aos consumidores em geral e ao mercado externo, possibilitando a geração de emprego.
	4. As empresas tendem a buscar o aprimoramento da logística.	1	A empresa pode utilizar fornecedores locais, causando menor pressão ambiental pelo uso de combustíveis fósseis.
	5. A demanda das CPS requer a adoção de planejamento sustentável por parte dos fabricantes de móveis	2	O planejamento sustentável requer infraestrutura de produção compatível com o SGA
	6. Para concorrerem as CPS as empresas optam por materiais menos nocivos ao ambiente.	3	O uso de matéria-prima certificada, tintas e vernizes a base d’água, materiais reciclados e recicláveis diminuem o passivo ambiental da indústria.

Entre as forças, o item 1 relacionado a atualização tecnológica do setor promover produção “mais limpa”, foi considerado um ponto de alta relevância para o setor. Nas pesquisas observou-se que o uso de maquinário de ponta, como máquinas CNC, racionaliza o uso de matéria-prima, ao mesmo tempo em diminui a geração de resíduos (Tabela 9).

Outro fator observado é que as empresas podem optar por materiais alternativos (item 6) como forma de diminuir a pressão ambiental dos produtos. Isso pode ser visto como oportunidade de mercado, já que não só as CPS como os consumidores comuns e também o mercado externo exigem critérios de sustentabilidade na compra de mobiliário.

Tabela 10. Fraquezas (SWOT) do setor moveleiro em relação à demanda de CPS.

Ambiente	Fraquezas (Weaknesses)	Impacto em CPS	Comentários
Interno	1. A maioria das empresas possui baixo desenvolvimento tecnológico.	3	O mercado é formado alto percentual de empresas de micro e pequeno porte e reduzido dinamismo tecnológico.
	2. Ocorrem baixos investimentos em ecodesign no setor.	2	As pequenas e micro empresas não possuem capital para investir em inovação e distinção dos produtos que aprimore o seu desempenho ambiental.
	3. As empresas do setor possuem elevada informalidade.	3	O mercado é composto por muitas pequenas e micro empresas que não cumprem com leis trabalhistas nem normas regulamentadoras (NR s).
	4. As empresas não têm a percepção da cadeia logística.	1	As empresas por questões de objetivo, foco em determinado seguimento ou restrição orçamentária, atuam em elos da cadeia de suprimentos.
	5. Parte das empresas produzem sob encomenda, dificultando a implantação de SGA.	2	A implantação do SGA requer um planejamento de produção contínua.
	6. Os materiais sustentáveis possuem um custo mais elevado, dificultando a participação das empresas de móveis em CPS.	1	Os fornecedores de matéria-prima certificada possuem um custo de produção mais elevado, devido ao custo da certificação.

O baixo desenvolvimento tecnológico (item 1), assim como a alta informalidade (item 3) corroboram com as dificuldades que as pequenas e micro empresas têm em participar de CPS, pois as mesmas não cumprem com as leis trabalhistas sobrevivendo na informalidade. Essas fraquezas representam alta relevância para o setor, pois envolve questões sociais que juntamente com fatores econômicos e ambientais fazem parte do tripé da sustentabilidade (Tabela 10).

Tabela 11. Oportunidades (SWOT) do setor moveleiro em relação à demanda de CPS.

Ambiente	Oportunidades (Opportunities)	Impacto em CPS	Comentários
Externo	1. O aumento de demanda por produtos sustentáveis pode conscientizar os fabricantes de móveis a investirem nesse nicho de mercado.	3	O setor moveleiro pode ver uma oportunidade de crescimento se atingir níveis de sustentabilidade. Em pesquisa realizada 78% dos entrevistados afirmaram que adotar os critérios de sustentabilidade contribuiu para melhoria da economia da empresa.
	2. Pode haver recursos e incentivos disponíveis para o setor por parte do governo.	1	Os órgãos públicos mantêm alguns incentivos para empresas que atendam critérios de sustentabilidade, como: dar preferência a empresas regionais e utilizar certificações ambientais como critérios de desempate nas licitações.
	3. Apesar dos custos elevados há disponibilidade de matéria-prima sustentável.	1	Atualmente há muita oferta de madeira e derivados certificados, além de plásticos reciclados, e materiais menos nocivos ao ambiente.
	4. A empresa tem a possibilidade de adotar logística reversa de embalagem e de produtos.	2	A logística reversa das embalagens pode gerar renda para as empresas, além de mitigar a geração de resíduos.
	5. Para minimizar custos as empresas buscam o aproveitamento das peculiaridades regionais.	2	A busca por fornecedores regionais minimiza o custo de transporte e fortalece a economia local.
	6. Há diferencial de mercado, para aqueles que adotarem critérios de sustentabilidade.	3	A sustentabilidade melhora a imagem da empresa perante os consumidores em geral.

Atualmente, é notório o aumento da demanda por produtos sustentáveis apresentado no (item 1) não só por parte do governo, mas também por outras organizações e até pela tomada de consciência do consumidor comum. Isso confirma os resultados das pesquisas, em que 78% das respostas afirmaram que o investimento em sustentabilidade trouxe ganhos econômicos para a empresa.

A implantação de critérios de sustentabilidade contribuem para diferencial de mercado, (item 6) o que vem ratificar o item anterior. Em vista disso, ambas (itens 1 e 6) foram consideradas oportunidades de alta relevância(Tabela 11).

Tabela 12. Ameaças (SWOT) do setor moveleiro em relação à demanda de CPS.

Ambiente	Ameaças (<i>Threats</i>)	Impacto em CPS	Comentários
Externo	1. A dificuldade de investimento em sustentabilidade no setor é um obstáculo à adequação das empresas as CPS.	3	O setor de mobiliário de escritório, apesar de estar buscando acompanhar a demanda de mercado, não prioriza a certificação ambiental, devido aos custos elevados e só o fazem por exigência legal ou demanda de mercado.
	2. A participação em CPS gera burocracia para o setor moveleiro.	2	Os critérios de compras requisitados necessitam de verificabilidade, o que gera a exigência de documentação comprobatória por parte dos fornecedores.
	3. Os fornecedores de matéria-prima certificada estão distante dos fabricantes.	1	Os fabricantes de móveis que estão longe dos polos moveleiros têm mais dificuldades de adquirir matéria-prima certificada.
	4. O maior percentual das empresas de móveis está distante dos grandes consumidores.	1	O governo é o maior consumidor de móveis para escritório do país e seus maiores fornecedores estão localizados no sul e sudeste do país.
	5. Há carência de mão-de-obra especializada na indústria moveleira.	2	A tecnologia informatizada exige das empresas investimento em treinamento.
	6. O mercado de CPS é atendido basicamente por empresas consolidadas no mercado.	3	As pequenas empresas não possuem recursos para concorrer com empresas estabilizadas no mercado para investir em sustentabilidade.

Entre as ameaças apresentadas na Tabela 12, se destacou a dificuldade do setor em investir em sustentabilidade (item 1), o que o torna um fator ligado ao ambiente externo são os elevados custos da implantação de certificações ambientais, que fogem ao controle das empresas. O fato de o mercado ser atendido apenas por empresas consolidadas (item 6) também mostrou alta relevância, uma vez que exclui as pequenas empresas diminuindo a concorrência nos processos licitatórios de CPS (Tabela 12).

Optou-se por realizar a combinação dos ambientes, interno e externo, no caso Fraquezas e Oportunidades para uma perspectiva de crescimento, Forças e Oportunidades para uma visão de desenvolvimento entre aqueles itens que demonstraram alta relevância para o setor (Tabela 13).

Tabela 13. Combinação de Fraquezas e Oportunidades, Forças e oportunidades

		Ambiente Interno	
		FRAQUEZAS	FORÇAS
Ambiente Externo	OPORTUNIDADES	<p>Crescimento O investimento em tecnologia aparece como peça chave para a implantação da sustentabilidade, da mesma forma que a combinação da elevada informalidade percebida nas fabricas de móveis também é um entrave para o crescimento dos pequenos e micro empresários. Para tanto, se faz necessário maior apoio financeiro por parte de órgãos de fomento para harmonizar a competitividade entre as empresas, revelando uma probabilidade de crescimento do setor moveleiro.</p>	<p>Desenvolvimento Mais uma vez o aumento do potencial tecnológico da empresa é mostrado como fator de elevada relevância para a que se consiga uma produção mais limpa. Outro fator relevante é o investimento em ecodesign, que pode se refletir entre outras ações na escolha de materiais de baixo impacto ambiental. Tudo isso combinado com o aumento da demanda do setor por produtos mais sustentáveis, acrescido ao diferencial de mercado que esses fatores podem gerar, possibilitam desenvolvimento para o setor.</p>

A análise SWOT mostrou que o avanço tecnológico e a inclusão da sustentabilidade nos processos produtivos podem abrir portas para aumentar a competitividade do setor, uma vez que, a demanda por produtos sustentáveis é uma realidade em relação à móveis para escritório. Isso ocorre devido ao número de ações governamentais que estão sendo adotadas no sentido de implantar as CPS e com a publicação da ISO 20400, que harmoniza os critérios de compras sustentáveis nas organizações.

A oferta de matéria-prima certificada, em relação à madeira e derivados nos últimos dois anos aumentou significativamente, no entanto o preço desses materiais ainda pode constituir uma ameaça aos fabricantes de pequeno porte, sendo necessários maiores investimentos ao longo de todo o processo produtivo, como: adoção de boas práticas ambientais, como: treinamento de pessoal; racionalização no uso de recursos naturais, utilização de materiais menos poluentes, gestão ambiental de resíduos; entre outros.

Baseado em dados levantados junto a Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul (MOVERGS) entre a parcela das indústrias de móveis do Brasil que fabricam móveis para escritório e 78% não possui gestão ambiental, nem atende a legislação trabalhista.

Em termos de inovação, as associações de fabricantes têm despertado para a gestão de resíduos, como é o caso da implantação de uma usina incineração de aparas de painéis para valorização energética no polo moveleiro de Bento Gonçalves. Pode-se analisar que a pressão do mercado a exigência da PNRS tenham contribuído para essas ações.

Além disso, as empresas de médio e grande porte já adotam práticas sustentáveis como: logística reversa de embalagens; aproveitamento de 80% das chapas de MDF, devido aos centros de usinagem CNC; o cavaco é usado para valorização energética em caldeiras e olarias; utilizam matéria-prima certificada; mantêm componentes para reposição por dez anos, visando reparabilidade e garantia de cinco anos nos produtos.

Entretanto, as respostas positivas ao questionário online revelou, que mesmo as empresas que têm condições de investir em uma produção mais sustentável, só o fazem sob demanda e acreditam que a única forma de o fazerem regularmente seria por determinação legal.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No que se refere ao cenário internacional de CPS verificou-se que a maior diferença em relação ao cenário nacional é o fato de se poder exigir a certificação ambiental dos produtos sejam elas Declarações Ambientais de Produto (DAP), certificações ou rótulos ecológicos, o que não é permitido no Brasil.

Observou-se também, que as empresas do setor de mobiliário de escritório no Brasil, apesar de estarem buscando acompanhar a demanda de mercado, em sua maioria não estão aptas a adquirir certificação ambiental, devido aos custos elevados. Esse é um fator que dificulta as exigências de critérios de sustentabilidade por parte do governo.

Por outro lado, percebeu-se que uma das formas de se atingir níveis de sustentabilidade do setor é pela forte demanda de mercado, ou por

determinação legal, além de maior fiscalização para os critérios que já são exigidos.

Da mesma forma que as portarias de agências reguladoras foram estabelecidas e hoje são reconhecidas no mercado, os critérios de sustentabilidade devem seguir o mesmo caminho. Partir de órgãos do governo, a exemplo do Inmetro, que tem credibilidade junto à comunidade, tanto de fabricantes como de consumidores, sejam eles institucionais ou não.

De acordo com a atual legislação de compras públicas brasileiras, não se pode exigir selos ecológicos privados. No entanto, pode ser exigido o atendimento a critérios específicos de sustentabilidade, em consonância com as normas específicas dos produtos e programas de certificação. Essas exigências podem acontecer de forma gradativa para que os fornecedores possam adequar produtos e produção a esses critérios, e para que Organismos de Certificação Ambiental (OCA) tenham capacidade de certificar esses produtos.

A exigência Declaração Ambiental de produto (DAP), ou mesmo a rotulagem ambiental dos mesmos, com realização de ACV, facilitaria todo o processo de CPS, não sendo necessário recorrer a nenhuma outra forma de verificação e garantindo a legitimidade dos processos.

Foram identificados critérios e parâmetros de CPS passíveis de aplicabilidade e verificabilidade ao setor de mobiliário nacional com base nos resultados obtidos no benchmarking nacional e internacional, em entrevistas com atores do setor. A partir das quais se avaliará em um próximo estudo a viabilidade de sua implantação com a proposição de critérios de sustentabilidade para o setor moveleiro.

Dentre os critérios passíveis de serem adotados na área de mobiliários, reconhecemos os já adotados por órgãos públicos brasileiros e também critérios identificados no benchmark CPS internacional, conforme citados na Tabela 14.

Tabela 14 - Critérios adotados em CPS e forma de comprovação

CRITÉRIOS	CARACTERÍSTICA	COMPROVAÇÃO
Ecodesign	Desenvolvimento de produtos desmontáveis com foco na reutilização, renovação e reparabilidade.	Declaração do fornecedor
Garantia de reposição de peças*	Disponibilização, por parte do fornecedor, de peças de reposição por pelo menos cinco anos após a venda para estender a vida útil do produto através de reparação.	Termo de garantia do fabricante.
Reciclagem do plástico**	Partes plásticas devem ser recicláveis e não deve conter adições de outros materiais que possam comprometer a reciclagem. E devem conter percentual de utilização de matéria-prima de origem reciclada ou recuperada.	Símbolo internacional de reciclagem Declaração de percentual de matéria-prima reciclada.
Critérios de qualidade*	Durabilidade, adequação ao uso e ergonomia de acordo com as normas de qualidade de mobiliário.	Certificados de conformidade às normas pertinentes a cada produto, emitido por laboratório acreditado ao Inmetro
Exclusão de produtos químicos perigosos Substâncias proibidas: - Solventes orgânicos halogenados ou agentes de ligação; - Aditivos para polímeros de fluor ou cloro;	Colas e adesivos baixo teor de COV não podem exceder 10% em peso. As emissões de formaldeído de painéis derivados de madeira não devem exceder o	O fabricante pode evidenciar o atendimento a este requisito mediante a declaração de não utilização das substâncias proibidas. Ensaio realizado de acordo com as

<p>- Os ftalatos: DEHP, DBP, DAP, BBP, DMP, DMT, DEP, DMEP e DIBP;</p> <p>- Aziridina ou poliaziridinas;</p> <p>- Pigmentos e aditivos que contenham estanho, chumbo, arsênio, cromo, cobre, cádmio, mercúrio, estanho, antimônio e seus compostos;</p>	<p>limite de emissões E1 conforme descrito na norma BS EN 13986: 2004 painéis derivados de madeira para uso na construção civil.</p>	<p>normas**</p> <p>ABNT NBR 14810-2</p> <p>ABNT NBR 15316-2.</p> <p>EN 717-2</p>
<p>- Eteres difenilpolibromados, ou de cadeia curta ($\leq 13C$) clorada retardadores de chama orgânico;</p> <p>- Pentaclorofenol (PCP);</p> <p>- Benzo[a]pireno</p>	<p>Os produtos utilizados para revestimentos de superfície não devem conter: mais do que 5% em volume de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) entre outras substâncias perigosas, nem metais pesados, exceto como secantes, hidrocarbonetos aromáticos voláteis e solventes orgânicos halogenados que são considerados prejudiciais para a saúde humana.</p>	<p>Ensaio realizado de acordo com as normas</p> <p>ABNT NBR 16388: 2015</p> <p>ABNT NBR 16434: 2015</p>
<p>Tintas e vernizes</p>	<p>Exigência de produtos a base d'água</p>	
<p>Madeira*</p>	<p>Os produtos de madeira e derivados devem ser provenientes de fontes legais e sustentáveis verificadas de forma independente.</p>	<p>Certificação do manejo florestal ou cadeia de custódia emitida por organizações independentes, ou ainda documentação da extração legal, fornecida pelos órgãos governamentais de licenciamento e fiscalização</p>

* Já adotado

** Parcialmente adotado

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR F. X., CAI Z. *Conjoint effect of environmental labeling, disclosure of forest of origin and price on consumer preferences for wood products in the US and UK*. Ecological Economics. Elsevier B.V. Philadelphia, 2010.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. NSF/ANSI 336: *Sustainability Assessment for Commercial Furnishings Fabric*. Washington, 2011.

ANDRADE, E. P. et al. (org.). *Organizações sustentáveis – Contribuições a excelência da gestão*. UFF/LATEC – ABEPRO. Rio de Janeiro, 2005.

ANDRADE, E. P. et al. (org.). *Organizações sustentáveis – Contribuições a excelência da gestão*. UFF/LATEC – ABEPRO. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 14790 - *Manejo Florestal - Cadeia de Custódia*. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 20400. *Compras sustentáveis – Diretrizes*. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - PE-165.03. *Rótulo Ecológico para Mobiliário de Escritório*. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - PE-169-01. *Rótulo Ecológico para móveis de aço para uso em interiores*. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - PE-205.04. *Rótulo Ecológico para Painel de Madeira*. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - PE-261-04. *Rótulo Ecológico para Cadeiras de Escritório*. Rio de Janeiro, 2016.

BRASIL. *Agenda Ambiental da Administração Pública – A3P*. Brasília, 2009.

BRASIL. *DECRETO Nº 4.136, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2002. Lançamento de substâncias nocivas ou perigosas em águas nacionais*. Disponível em; http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4136.htm (Acesso em: Mai/2014)

BRASIL. *DECRETO Nº 7.746, DE 5 DE JUNHO DE 2012. Institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública - CISAP*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7746.htm. (Acesso em: Out/2014).

BRASIL. *INSTRUÇÃO NORMATIVA no 01, de 19 de janeiro de 2010*. Disponível em: <http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/legislacaoDetalhe.asp?ctdCod=295>. (Acesso em: Mar/2015)

BRASIL. *LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. (Acesso em: Abr/2014)

BRASIL. *LEI Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. (Acesso em: Mar/2015).

BRASIL. *LEI Nº 13.427, 13 de Junho de 2017. Altera a Consolidação das Leis do Trabalho*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13467.htm. (Acesso em: Fev/2018)

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. *Portaria n.º 184, de 31 de março de 2015*. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade Tecnologia-Inmetro. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/florestas/controle-e-preven%C3%A7%C3%A3o-do-desmatamento/plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-para-amaz%C3%B4nia-ppcdam>. (Acesso em: Mar/2015).

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Resoluções CONAMA*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>. (Acesso em: Abr/2015).

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Guia de compras públicas sustentáveis Uso do poder de compra do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável*. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/guia_compras_sustentaveis.pdf. (Acesso em: Jun/ 2014)

BRASIL. *Portaria Interministerial No 244, De 6 de Junho De 2012. Dispõe sobre o Projeto Esplanada Sustentável – PES*. DOU de 08/06/12, seção I, página 137.

BUSINESS AND INSTITUTIONAL FURNITURE MANUFACTURERS ASSOCIATION - BIFMA. *Product Category Rules for Environmental Declarations*. Gran Rapids, 2013.

BUSINESS AND INSTITUTIONAL FURNITURE MANUFACTURERS ASSOCIATION - BIFMA. *Level - the sustainability certification program for furniture*. Grand Rapids, 2012. Level Certified. Disponível em: http://levelcertified.org/wp-content/uploads/2012/10/Level_Brochure_FINAL_black-background.pdf. (Acesso em: Mai/2015).

CALIGARI R., TEIXEIRA JR. J. R., MORGADO R. R. *A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas*. BNDES Setorial 37, p. 227-272. 2013. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3706.pdf. Acesso em: 12/10/2013.

CAULEY H. A. ET AL. *Forest Stewardship Council Forest Certification*. Wiley One Library, Washigton, 2009.

CENTRE FOR INDUSTRIAL STUDIES - CSIL. *World furniture outlook summary*. Milão, 2015.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Public procurement for a better environment*. Bruxelas,2008

CRADLE TO CRADLE INNOVATION INSTITUTE. *Cradle to Cradle Certified*. Disponível em: <http://www.c2ccertified.org/get-certified/product-certification> (Acesso em: Mai/2014).

DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS – DEPC. *Indústria de Móveis*. Bradesco. Jun, 2017

EUROPEAN COMMISSION.(E.C.). *GPP - Green Public Procurement: A collection of Good Practices*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/case_group_en.htm (Acesso em: Abril/2015)

EUROPEAN COMMISSION.(E.C.). *Green Public Procurement*. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm (Acesso em: Out/2014)

EUROPEAN COMMISSION.(E.C.). *GPP - Green Public Procurement: FAQs - Frequently Asked Questions*. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/faq_en.htm#use1_1 (Acesso em: Out/2014).

EUROPEAN COMMISSION.(E.C.). *GPP Examples by Product Group*. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/case_group_en.htm. (Acesso em: Mai/2015).

EUROPEAN COUNCIL. *Regulation no. 2173/2005 on the establishment of a FLEGT licensing scheme for imports of timber into the European community*. Official Journal of the European Union L series (347): 1. 2005.

EUROPEAN ECOLABEL. *Raising the Environmental Quality of Furniture: a Strategy Which also Raises the Value of the Eu Ecolabel*. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/documents/furnitureukproposal.pdf>. Acesso em: 17/05/2014.

EUROPEAN ECOLABEL. *The EU Ecolabel for Textiles*. Bruxelas: The Ecolabel Catalogue, 2010. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/documents/factsheet_textiles.pdf. (Acesso em: Fev/2015).

EUROPEAN ECOLABEL. *The EU Ecolabel for Wooden Furniture - "The official EU mark for Greener Products"*. Disponível em: ec.europa.eu/environment/ecolabel/.../Wooden_furniture.pdf. Acesso em: Set/2013.

EUROPEAN ECOLABEL. *Application Pack for The Ecolabel: Application form for wooden furniture, 2009*. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/products-groups-and-criteria.html>. (Acesso em: Out/2013)

EUROPEAN ECOLABEL. *Rectificação da Decisão 2009/894/CE da Comissão, de 30 de Novembro de 2009, que estabelece os critérios ecológicos para atribuição do rótulo ecológico comunitário ao mobiliário de Madeira*. Disponível em: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32009D0894R\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32009D0894R(01)) Acesso em: Out/2013

EUROPEAN UNION. *Commission Decision: establishing the ecological criteria for the award of the Community eco-label for wooden furniture*. Official Journal of the European Union. Luxembourg, 2009.

EUROPEAN PARLIAMENT. *Regulation (EC) No 1980/2000: a revised Community eco-label award scheme*. Official Journal of the European Communities. Aberdeen, 2000.

FEDERAL ENERGY MANAGEMENT PROGRAM (FEMP). *Federal Leadership In Environmental, Energy, and Economic Performance. Executive Order 13514: Comprehensive Federal Fleet Management Handbook*.

Washington, 2014. Disponível em:
https://energy.gov/sites/prod/files/2017/01/f34/eo13514_fleethandbook.pdf.
Acesso em: 17/06/2016.

FENKER, E. *Sustentabilidade Ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida do Produto*. Disponível em:
http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/sustentamb_ciclovida.pdf.
Acesso em: 25/05/2013.

FERRELL, O. C.; HARTLINE, M. D. *Estratégia de Marketing*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL. *FSC STD-01-001 V5-0 EN: Principles and Criteria for Forest Stewardship*. 2012.

FRENCH INSTITUTE OF TECHNOLOGY FOR FOREST BASED AND FURNITURE SECTORS – FCBA. *NF Environnement Ameublement, Ecolabel européen Mobilier en bois: pas les mêmes exigences*. Paris: Copyright FCBA INFO, 2010. Disponível em:
http://www.fcba.fr/sites/default/files/ecolabels_ameublement.pdf (Acesso em: Mai/2014).

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – RS, *PORTARIA Nº 009/2012, DE 08 DE FEVEREIRO DE 2012*.

GALINARE R. et al, *A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas*. BNDES Setorial 37, p. 227-272. Rio de Janeiro, 2013.

GANEM, R. S. *Conservação da Biodiversidade Legislação e Políticas Públicas*. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Brasília, 2011.

GLOBAL ECOLABELLING NETWORK - GEN - (2004). *Introduction to Ecolabelling*. Disponível em:
http://www.globalecolabelling.net/docs/documents/intro_to_ecolabelling.pdf.
Acesso em: 16/07/2013.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Cartilha de Compras Sustentáveis, Projeto compras públicas sustentáveis*. Belo Horizonte, 2009.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *DECRETO Nº 44.903, de 24 de setembro de 2008.*

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Projeto compras públicas sustentáveis Governo de Minas.* Disponível em: http://www.saeb.ba.gov.br/vs-arquivos/HtmlEditor/file/Cps/cartilhadeCPS_GovernodeMinasGerais.pdf (Acesso em: Nov/2014).

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *DECRETO Nº 53.047, DE 2 DE JUNHO DE 2008. Cria o Cadastro Estadual das Pessoas Jurídicas que comercializam, no Estado de São Paulo, produtos e subprodutos de origem nativa da flora brasileira – CADMADEIRA.* Disponível em: http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/98/Documentos/Decreto%20Estadual%2032008_53047%20cria%20o%20CADMADEIRA.pdf. (Acesso em: Abr/2015)

GREENGUARD CERTIFICATION. *The GREENGUARD Certification Program.* Disponível em: <http://greenguard.org/en/certificationprograms.aspx>. (Acesso em: Mai/2014).

GUÉRON A. L. *Rotulagem e Certificação Ambiental: uma Base para Subsidiar a Análise da Certificação Florestal no Brasil.* 2003. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.

HERMAN MILLER. *Environmental Product Summary: Aeron® Chair. Earthright: Herman Miller's Sustainability Goals.* Disponível em: https://www.hermanmiller.com/content/dam/hermanmiller/documents/environmental/eps/EPS_AER.pdf. (Acesso em: Mai/2014).

IEMI BRASIL MÓVEIS. *Relatório setorial da indústria de móveis no Brasil.* Abimóvel, 2016.

IKEA GROUP. *IKEA – Social and Environmental Responsibility Report 2003.* Inter IKEA Systems B.V. 2004. Disponível em: http://www.ikea.com/ms/en_AU/about_ikea/pdf/ikea_se_report_2003.pdf. (Acesso em: Abr/2015).

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organizacoesCredenciadas.asp>. Acessado em: 21/10/2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). *Avaliação de Conformidade- Produtos com Avaliação Compulsória*, Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/prodCompulsorios.asp>. (Acesso em: Abr/2015).

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). *Avaliação de Conformidade – Cerflor: Certificação Florestal*. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp>. (Acesso em: Mar/2015).

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO) *Portaria n.º 349, de 09 de julho de 2015: Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC) para Colchões e Colchonetes de Espuma Flexível de Poliuretano*.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Projeto Prodes Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira Por Satélite*. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php> (Acesso em: Nov/2015),

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *O futuro que queremos*. São José dos Campos, 2012.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES (ICLEI) – GOVERNOS LOCAIS PARA A SUSTENTABILIDADE. *Kit de ferramentas de formação sobre CPE*. Bruxelas: Comissão Europeia, DG Ambiente-G2, B-1049. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/toolkit_en.htm. (Acesso em: Out/2014)

INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES (ICLEI). *Fomentando Compras Públicas No Brasil*. 2008. Disponível em:

http://www.compras.mg.gov.br/images/stories/Compras_Sustentaveis/folder_cps.pdf. (Acesso em: Out/2014)

INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES (ICLEI) – GOVERNOS LOCAIS PARA A SUSTENTABILIDADE. *Kit de ferramentas de formação sobre CPE*. Bruxelas: Comissão Europeia, DG Ambiente-G2, B-1049. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/gpp/toolkit_en.htm. (Acesso em: Out/2014)

IRALDO, F.; TESTA, F.; FREY, M.. *Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union*. Journal of Cleaner Production, v. 17, n. 16, p. 1444-1452, 2009.

IRLANDA. *Our Sustainable Future: A framework for sustainable future development for Ireland*. Dublin: Department of the Environment, Community and Local Government, 2012. Disponível em: <http://www.environ.ie/en/Environment/SustainableDevelopment/PublicationsDocuments/FileDownload,30452,en.pdf>. (Acesso em: Abril/2015).

JAPAN ENVIRONMENT ASSOCIATION – JEA. *“Furniture Version1.9” Certification Criteria*. Eco Mark Office. Tokyo, 2014.

JOHNSON, G.; SCHOLLES, K.; WHITTINGTON, R. *Explorando a Estratégia Corporativa*. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

KOPPMANN, R. (Ed.). *Volatile organic compounds in the atmosphere*. John Wiley & Sons, 2008.

LEVEL. *The Sustainability Certification Program for Furniture*. Disponível em: <http://levelcertified.org/>. Acesso em: 14/05/2014.

LOPRIENO, M. *European Union Eco-label scheme: an environmental policy marketing tool*. Industry and environment, v. 20, n. 1-2, p. 35-8, 1997.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. *Safári de Estratégia*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION - NSF. *NSF/ANSI 336: The Basics A Sustainability Assessment for Commercial Furnishings Fabric*. Fort Worth: Association for Contract Textiles, 2012 Disponível em: http://www.contracttextiles.org/uploads/images/banners/pdf/act_nsf_ansi_336_121212.pdf Acesso em: 12/10/2013.

NF ENVIRONNEMENT. *Règles générales de la marque NF Environnement: General rules of the NF Environnement Mark*. Paris, 2012. Disponível em: http://www.fcba.fr/sites/default/files/ecolabels_ameublement.pdf. Acesso em: Set/2013.

NOBRE, A.D., 2014. *O Futuro Climático da Amazônia: Relatório de Avaliação Científica*. Disponível em: <http://www.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2014/10/Futuro-Climatico-da-Amazonia.pdf>. (Acesso em: Abr/2015).

NORDIC ECOLABELLING. *Panels for the building, decoration and furniture industries*. Version 5.3, Estocolmo, 2014.

NORDIC ECOLABELLING *Furniture and fitments*. Version 4.8, Oslo, 2013. Disponível em: http://www.ecolabel.dk/kriteriedokumenter/031e_4_8.pdf. Acesso em: Jun/2014.

NORWEGIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (NTNU). *NPCR 021: PRODUCT- CATEGORY RULES (PCR) for preparing an Environmental Product Declaration (EPD) for Product Group - Plate furniture*. Trondheim: The Norwegian EPD Foundation, 2005. Disponível em: <http://www.epd-norge.no/getfile.php/PDF/PCR/NPCR021%20Plate%20furniture.pdf>. (Acesso em: Abr/2014).

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. - *Mudança do Clima, Volume I - Negociações internacionais, vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima*. Secretaria de

Comunicação de Governo e Gestão Estratégica. CADERNO NAE. Brasília. 2005.

NUNES, J.; CAVIQUE, L., *Plano de marketing, estratégia em Acção*, Lisboa: Dom Quixote, 2001. Vilhena, 2014.

PROGRAMME FOR THE ENDORSEMENT OF FOREST CERTIFICATION – PEFC ST 1003 – *Sustainable Forest Management – Requirements*. PEFC Council. Geneve, 2010.

RAL gGmbH. *Basic Criteria for Award of the Environmental Label*. RAL-UZ 38: Low-Emission Furniture and Bed Frames Made of Wood and Wood-Based Products. Sankt Augustin, 2009. Disponível em: <https://www.blauer-engel.de/en/products/home-living/wood-products-2013/furniture>. (Acesso em: Mai/2014).

ROSA A. H. et al. Meio Ambiente e Sustentabilidade. Bookman. Porto Alegre, 2012.

ROSSI, C.A.V.; LUCE, F.B. *Construção de um modelo estratégico baseado em 10 anos de experiência*. ENCONTRO ANUAL DAANPAD. Salvador, 2002.

SILVA, Jr.; H.X., *Metodologia de Rotulagem Ambiental no Brasil: Identificação, Classificação e Seleção por Critérios Ambientais e Socioeconômicos dos Refrigeradores Residenciais*. UNICAMP. Campinas, 2009.

SILVA, M. E.; ZEN, A. C. *O contexto base da inovação rumo à transição para a sustentabilidade: um ensaio sob uma perspectiva complexa*. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 61 – 86. out.2014/mar.2015.

SILVA, R. C.; BARKI, T. V. P. Compras públicas compartilhadas: a prática das licitações sustentáveis. Revista do Serviço Público, v. 63, n. 2, p. 157-175, 2012.

SQUEFF F. H. S. *O Poder de Compras Governamental como Instrumento de Desenvolvimento Tecnológico: Análise do Caso Brasileiro*. IPEA. Brasília, 2014.

TAVARES, M. C. *Gestão Estratégica*. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

UNITED KINGDOM. *Procurers' note: applying the Government Buying Standard for office furniture*. London: GOV.UK, 2014. Disponível em: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/341463/Furniture_GBS_Procurers__note_1407.pdf. Acesso em: Nov/2015)

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. Annual Report 2015. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8607/-UNEP%202013%20Annual%20Report-2014UNEP%20AR%202013-LR.pdf?sequence=8&isAllowed=y> (Acesso em: Out/2015)

UNITED NATIONS CONFERENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *The History of Sustainable Development in the United Nations*. 2009. Disponível em: <http://www.uncsd2012.org/history.html>. (Acesso em: Abr/2014)

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Citizen Petition to EPA Regarding Formaldehyde in Wood Products*. Washington: TSCA Section 21 citizens' petition, 2008, Disponível em: <http://www2.epa.gov/formaldehyde/tsca-section-21-citizens-petition-control-formaldehyde-emissions>. (Acesso em: Abr/2015)

UNITED STATES AGENCY INTERNATIONAL DEVELOPMENT. *Environmental guidelines for small-scale activities in África: environmentally sound design for planning and implementing development activities*. Washington: SD Publication Series, 2003

UNITED STATES AGENCY INTERNATIONAL DEVELOPMENT. *Formaldehyde Emission Standards for Composite Wood Products*. Washington: U.S. Government Printing Office, 2013. Disponível em: <https://www.epa.gov/formaldehyde/formaldehyde-emission-standards-composite-wood-products#Formaldehyderegs> (Acesso em: Abr/2015).

VEDURA. *Déchets d'éléments d'ameublement (DEA)*. Disponível em: <http://www.vedura.fr/environnement/dechets/dechets-elements-ameublement-dea>. (Acesso em: Nov/2014).

APÊNDICE I - A

Perguntas básicas para construção da matriz de Swot.

A . Consumidores Institucionais

1. Como surgem as exigências de CPS, por parte do órgão, por uma demanda do usuário ou por parte de fabricantes, ou ainda, por parte de associações (ABNT, FSC, INMETRO)?
2. Quais os maiores impedimentos para exigência de critérios de sustentabilidade?
3. Qual o arcabouço jurídico, que respaldam as exigências de critérios de sustentabilidade?
4. Como o órgão comprador conversa com o setor produtivo, organismos certificadores (atores envolvidos) a cerca de sustentabilidade?
5. Quais os critérios de sustentabilidade efetivamente adotados para aquisição de mobiliário?
6. Os critérios de CPS são determinantes para compra de mobiliário? Ou restringem a participação de fornecedores?
7. Qual é a forma de verificação (comprovação por parte dos fornecedores) dos critérios de sustentabilidade adotados (rotulagem, certificação, auto-declarações)?
8. A inclusão de critérios de sustentabilidade tem trazido algum diferencial em termos de qualidade do produto?
9. As compras de produtos sustentáveis custam mais caro para o governo a curto-prazo? E em termos de ganhos em longo prazo, existe algum estudo nesse sentido?
10. O governo reforma ou reutiliza móveis ou componentes de móveis, antes de uma nova aquisição?

APÊNDICE I - B

B. Fabricantes de móveis corporativos, ou seus representantes.

1. Qual representatividade da indústria moveleira do Rio Grande do Sul em termos nacionais?
2. Que outras instituições fazem parte dessa parceria com a associação?
3. Quais inovações na área da sustentabilidade que o setor esta trabalhando atualmente?
4. Na perspectiva da associação como está sendo a resposta do setor moveleiro frente aos critérios de CPS?
5. Quais as principais critérios de sustentabilidade e tendências em no setor de mobiliário, no mercado interno?
6. Baseada em que parâmetros, a empresa adota critérios de sustentabilidade? Demanda do mercado, consciência ambiental, melhoria na gestão, economia (energia, água, insumos, logística)?
7. Alguma empresa associada possui (ou tem intenção de adquirir) algum rótulo ecológico ou certificação ambiental?
8. Se sim, o que a certificação ambiental representou para a empresa em termos de qualidade do produto, das condições de trabalho, em termos econômicos (financeiros) e de participação no mercado?
9. Como a empresa se posiciona em relação aos editais de CPS do governo?

APÊNDICE I - C

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

Prezado(a) Senhor(a),

Esta pesquisa faz parte de um estudo feito no âmbito do Programa de Doutorado em Ciências Florestais da Universidade de Brasília intitulado “Estudo de Avaliação de Ciclo de Vida de Produtos (ACV) Moveleiros com vistas à adoção de Critérios para Compras Públicas Sustentáveis (CPS)”.

Seria de muita relevância para o estudo a resposta da sua empresa para que se possa delinear um perfil das indústrias brasileiras em relação ao tema sustentabilidade. Mostrar o cenário atual das empresas neste segmento será de grande importância para as Instituições Governamentais na implantação das compras sustentáveis. Até onde o governo pode “cobrar” práticas sustentáveis das empresas fornecedoras? E como fazer para incluir um maior número de empresas para participar deste “mercado”? Esses questionamentos, esperamos poder responder com vossa ajuda.

Os critérios passíveis de serem adotados nas CPS de mobiliários são: certificação de origem da madeira (para cadeia de custódia e manejo sustentável), já exigidos por lei; declarações de utilização de matéria-prima de origem reciclada ou recuperada para injeção de plástico; reciclabilidade do produto; embalagens produzidas com material reciclado e/ou reciclável; cumprimento da legislação referente a logística reversa (PNRS) para embalagens; não utilização de substâncias perigosas; baixa emissão de Compostos Orgânicos Voláteis, assim como de formaldeídos; design orientado para a reparabilidade dos móveis, via substituição de peças/componentes, assim como oferta de peças de reposição e assistência técnica; durabilidade, com base em ensaios físicos e mecânicos de móveis; respeito à legislação.

Observamos que o nome das empresas não será divulgado. Não será possível a identificação do questionário relacionado há uma determinada empresa.

Espero o vosso retorno. Desde já, antecipo meus agradecimentos.

Atenciosamente,

Valéria Pazetto

Pesquisa para avaliação dos fabricantes de móveis institucionais em relação ao atendimento de critérios de Compras Públicas Sustentáveis.

1. Sua empresa fabrica apenas móveis corporativos? () Sim () Não
2. Sua empresa costuma participar de licitações para fornecer móveis para o governo? () Sim () Não
3. A empresa tem conhecimento sobre critérios de sustentabilidade? () Sim () Não
4. A empresa adota algum critério de sustentabilidade? () Sim () Não
5. A sua empresa tem conhecimento dos critérios exigidos para as Compras Públicas Sustentáveis do governo Federal? () Sim () Não
6. A sua empresa se sente capaz de atender a estes critérios de sustentabilidade? () Sim () Não
7. No caso da empresa já adotar critérios de sustentabilidade, essa demanda surgiu por motivo de exigência de mercado? () Sim () Não
8. No caso da empresa já adotar critérios de sustentabilidade, essa demanda ajudou economicamente (energia, água, insumos, logística)? () Sim () Não
9. A empresa possui (ou tem intenção de adquirir) algum rótulo ecológico ou certificação ambiental? () Sim () Não

10. A empresa é a favor de que os fornecedores possam participar da discussão sobre os critérios Compras Pública Sustentáveis do governo?

Sim Não

11. Qual são os principais motivos para sua empresa não estar participando das compras públicas do governo? Colocar ordem de prioridade (1, 2, 3, 4, 5, 6).

Não tem informações Processo caro Falta de apoio Muitas exigências
 Não tenho equipamentos suficientes Falta mão-de-obra qualificada

Observações (Fique a vontade para escrever o que quiser sobre este processo de compras públicas sustentáveis).

CAPÍTULO II

ANÁLISE DE CICLO DE VIDA DE DIVISÓRIAS

1. INTRODUÇÃO

O consumo de móveis tem vários problemas ambientais associados. Alguns deles são o uso de recursos naturais e o uso de substâncias perigosas. Além disso, devido à baixa durabilidade, ocorre o descarte antecipado desses produtos. O mobiliário de escritório é fortemente consumido por agências governamentais e grandes corporações. Seu uso eficiente pode reduzir o desperdício e as emissões, e lhes dá o destino certo no final da vida.

Além de mesas, cadeiras e armários para escritório, os edifícios corporativos são construídos principalmente por divisórias modulares do tipo piso-teto, que são produzidas principalmente em indústrias de móveis de escritório. Essas divisórias podem ser produzidas a partir de vários materiais, principalmente painéis de madeira e outros materiais que causam impactos ambientais como as emissões para o ar, água e solo.

As preocupações ambientais instalaram-se fortemente há décadas, e mesmo com o desenvolvimento de tecnologias, que visam analisar e gerenciar o ambiente, o ritmo do desenvolvimento desses estudos, encontra-se ainda muito aquém do ritmo dos problemas ambientais.

Utilizada para auxiliar no cálculo do desempenho ambiental de produtos e serviços a Análise de Ciclo de Vida (ACV) destaca-se como uma ferramenta que apresenta diversas vantagens, tais como: (i) aperfeiçoamento dos processos tecnológicos com consequente diminuição dos consumos específicos de energia, matérias-primas e recursos naturais; (ii) minimização do impacto ambiental das atividades e consequentemente uma produção “mais limpa”; (iii) melhoria contínua da organização interna e aumento da motivação e envolvimento dos colaboradores; (iv) redução de riscos de acidentes; (v) melhoria da imagem da opinião pública; e (vi) acesso a

determinados mercados e editais públicos em que a certificação ambiental é recomendada, de forma geral, melhora da posição competitiva face aos concorrentes não certificados (VIEGAS, 2005).

Por isso, entende-se que o uso da ACV como ferramenta de gestão ambiental pode alavancar o setor moveleiro, aumentar a competitividade e contribuir para a melhoria das questões ambientais, analisando os aspectos e impactos ambientais dos produtos desde a sua extração, passando pela transformação, consumo e disposição final.

As bases de dados disponíveis nos softwares utilizados para realização de ACV nem sempre possuem os processos e/ou as entradas (inputs) de materiais nem os produtos finais (outputs) requeridos para produtos moveleiros. Dessa forma, procura-se adotar novas metodologias que se adequem de forma mais simplificada e eficiente ao setor industrial estudado.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. SUSTENTABILIDADE E ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (ACV)

O histórico da ACV coincide com as iniciativas da sociedade em favor do meio ambiente, vale lembrar que a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente foi realizada devido à constatação da sociedade científica de que os graves problemas climáticos ocorriam em razão da poluição atmosférica provocada principalmente pelas indústrias e pelo desmatamento, o que ocasionou a organização da Conferência de Estocolmo, em 1972, considerada a primeira atitude mundial em tentar organizar as relações de Homem e Meio Ambiente (UNCSD, 2009).

A conferência gerou um documento chamado "Os Limites do Crescimento". E a importância disso foi que pela primeira vez o mundo se direcionou para o volume da população absoluta global, a poluição atmosférica e a intensa exploração dos recursos naturais e humanos.

Ao longo da década de oitenta foi desenvolvida a Agenda 21, que estabeleceu a importância de cada país em se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma como todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais.

Paralelo a tudo isso e devido ao desmatamento desenfreado das florestas tropicais a *Woodworkers Alliance for the Rainforest Protection* (WARP) em parceria com a *Rainforest Alliance* (NY), identificaram projetos florestais ao redor do mundo na forma de manejo sustentável, os quais foram chamados de "*The Good Wood List*". Em 1992, mais de 30 prefeituras na Inglaterra, cerca de 200 cidades na Alemanha e mais da metade dos municípios holandeses haviam banido o uso de madeiras tropicais (VIANA, 2003).

Os estudos e ações de duas décadas culminaram com a Eco 92, onde foi apresentada a Agenda 21. E entre os documentos oficiais lançou-se a Declaração sobre Conservação e Uso Sustentável de todos os tipos de Florestas, denominada da "Nova carta da Terra" (NAE, 2005).

Em 1997 como consequência de uma série de eventos lançou-se o Protocolo de Kyoto que se constituiu de um tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito estufa, considerados, de acordo com a maioria das investigações científicas, como causa antropogênica do aquecimento global (NAE, 2005)

Nessa mesma linha de eventos sobre o desenvolvimento sustentável, aconteceu a Rio +10 em Johannesburgo, e essa terceira edição serviu para fazer um balanço da anterior ECO-92. Seu objetivo era a adoção de um plano de ação sobre diversos temas: a pobreza e a miséria, o consumo, os recursos naturais e sua gestão, globalização e o cumprimento dos direitos humanos (PHILIPPI Jr. et al., 2004).

A última conferência da ONU sobre o meio ambiente foi a RIO +20, que teve como objetivo discutir sobre a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável e elaborou um documento intitulado "O

Futuro que Queremos” que trata da economia verde, do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza (INPE, 2012).

Pode-se constatar então, que a consolidação do movimento ambiental, que se iniciou em 1970 e teve seu apogeu a partir dos anos noventa, provocou transformações nas demandas da sociedade. Como consequência, os consumidores passaram a querer traduzir sua consciência ambiental em poder de compra e a optar, de forma crescente, por produtos que geravam menor impacto sobre o meio ambiente. (GUERON, 2003).

Paralelamente a este cenário surge a ACV, que consiste em levantar o desempenho ambiental de um produto avaliando todas as interações ocorridas entre o ciclo de vida do mesmo e o meio ambiente, e os impactos ambientais potencialmente associados a essas interações, conforme ABNT:

A ACV considera os impactos ambientais ao longo da vida do produto (do berço ao túmulo) desde a extração de matérias-primas até a produção, uso e disposição final. As categorias gerais de impactos ambientais a considerar incluem o esgotamento de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas (ABNT, 2012).

O termo ACV (Life Cycle Assessment – LCA) foi utilizado pela primeira vez nos Estados Unidos da América em 1990. No entanto, desde 1970 se praticava uma metodologia semelhante com a denominação de “*Resource and Environmental Profile Analysis*” (REPA), a qual foi desenvolvida pelo “*Midwest Research Institute*” (MRI) (FERREIRA, 2004).

Desde então, devido ao crescimento do interesse em se aplicar a ferramenta de ACV na Europa e nos EUA, sobretudo devido à escassez dos recursos naturais detectado no início da década de 90, a metodologia deixou de ser utilizada quase exclusivamente pelos grandes líderes industriais e estendeu-se a outros grupos de interesse. Exemplo disso foi que os fabricantes de menor porte viram oportunidade de evidenciar o seu desempenho ambiental e também os consumidores, que começaram a exigir informação acerca de critérios ambientais, de forma a poderem estabelecer o seu consumo com informações claras e conscientes (CURRAN, 1996).

Atualmente vários estudos de ACV continuam a seguir os mesmos objetivos, no sentido de identificar oportunidades de aperfeiçoamento de um produto ou processo, de forma a melhorar o perfil ambiental, embora com a preocupação de preencher algumas lacunas do método, como integrar as três componentes que a constituem: ambiental, econômica e social. (MATOS, 2012).

Os estudos da ACV são usados também como base para emissão da rotulagem ambiental, que comunica ao consumidor as características ambientais dos produtos, proporcionando um diferencial de mercado. Segundo Lemos e Barros (2006), há três tipos de rótulos determinados pelas normas ISO, a saber:

- Tipo I, baseados na NBR ISO 14024, determinam os princípios e procedimentos para o desenvolvimento de programas de rotulagem ambiental, e são concedidos àqueles que são ambientalmente preferíveis devido ao seu ciclo de vida (ACV). Não são obrigatórios, mas desejáveis. São multicriteriosos e são certificados por entidades de terceira parte, que estabelece os critérios e os monitora através de certificação, auditoria e processo.
- Tipo II, baseados NBR ISO 14021, especificam os requisitos para auto-declarações ambientais, são reivindicações ambientais que são feitas pelos próprios fabricantes, importadores ou distribuidores para os seus produtos, sem avaliação de organizações de 3ª Parte. São questionáveis e aceitos apenas como referência. São considerados como sendo os menos informativos das três categorias de selos ambientais
- Os selos Tipo III, baseados NBR ISO 14025, informam sobre dados ambientais de produtos, qualificados de acordo com os conjuntos de parâmetros previamente selecionados e baseados na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), são rótulos concedidos e licenciados por organizações externas de terceira parte.

O termo "produto" é tomado em seu sentido mais amplo - incluindo bens físicos e serviços; tanto a nível operacional como estratégico. É importante notar que em estudos comparativos de ACV, não são os próprios produtos que formam a base para a comparação, mas a função exercida por estes (GUINÉE, 2002).

Ainda segundo Guinée (2002), a ACV tem tanto quanto possível, um carácter quantitativo; onde isso não for possível, os aspectos qualitativos podem - e devem - ser levados em conta, de modo que uma imagem completa seja dada aos impactos ambientais envolvidos. Mais importante ainda, uma análise do berço ao túmulo envolve uma abordagem abrangente, mostrando os impactos ambientais em uma estrutura consistente, onde e quando esses impactos ocorreram, ou ocorrerão. Uma razão fundamental para a escolha de tal abordagem está relacionada ao fato de que o consumo final dos produtos passa a ser a força motriz da economia. Portanto, este consumo final oferece oportunidades centrais para a gestão ambiental indireta ao longo de toda a cadeia ou rede de processos unitários relativos a um produto.

Na ISO 14040, a ACV é definida como a "compilação e avaliação das entradas, saídas e impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida", sendo citados pontos de partida gerais para sua implantação como: foco em decisões estruturais de mudança orientada, que apoia principalmente as decisões no que diz respeito à: mudanças de um material para outro; decisões em relação à melhoria contínua; destaque sobre a principal função de um produto, em que outras possíveis funções são identificadas, mas realocadas em outra etapa e análise abrangendo todos os processos (do berço ao túmulo), assim como ao longo de todo o período de ciclo de vida, o que inclui extrações de recursos naturais, liberações de produtos químicos, uso da terra, e todos os impactos decorrentes dessas intervenções.

2.1.1. ETAPAS DA ACV

Segundo a ISO 14040 (2009) ACV é construída de quatro etapas: a primeira e última são qualitativas; e a segunda e terceira quantitativas.

A primeira etapa determina os objetivos do estudo de ciclo de vida e qual será a aplicação do estudo, assim como o seu escopo; ou seja, determina as fronteiras do sistema analisado, os fluxos que serão analisados, o nível de detalhamento do estudo, bem como sua unidade funcional de fluxo de referência.

A segunda etapa, o inventário de ciclo de vida (ICV), é construída com base na matriz insumo-produto, aplicando-se a unidade funcional aos fluxos de insumos, de produtos e de emissões.

Na terceira etapa, com base no ICV, a análise do inventário do ciclo de vida (AICV) é realizada de acordo com as dimensões da análise ambiental selecionada.

A quarta etapa é interpretativa e visa estabelecer o alcance e os limites dos resultados da análise feita (ICV ou AICV), tecendo recomendações para a melhoria do desempenho dos sistemas analisados, assim como as condições para o melhor uso das informações produzidas. Nesta fase podem ser propostos indicadores de sustentabilidades para os pontos críticos de vulnerabilidade ambiental (ISO 14040, 2009).

A ISO 14040 também define que a estrutura da ACV é composta de fluxos mássicos e energéticos por meio da compilação e avaliação das entradas e saídas e o potencial impacto ambiental de um sistema de produto durante a vida de um produto (inputs/outputs); estes são convertidos em categorias de impacto ambiental como, emissões; consumo de recursos e resíduos. Estes impactos por sua vez são avaliados de acordo com as normas, por meio de ponderação ou por análise de sensibilidade (Figura 3).

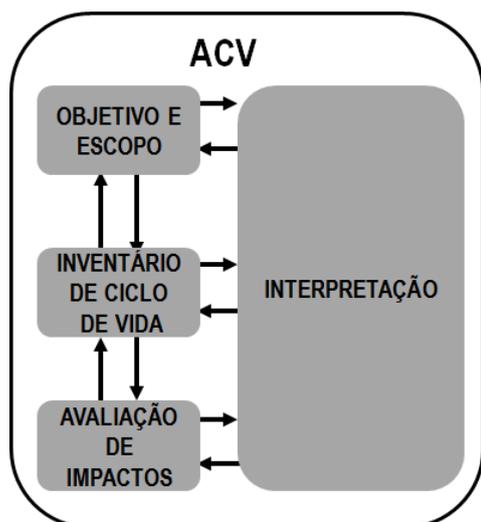


Figura 3. Estrutura da ACV

2.1.2. SOFTWARES E BASE DE DADOS PARA ACV

Há diversos softwares, base de dados e metodologias para a realização do cálculo de ACV. Essas ferramentas auxiliam nas informações sobre processos de produção e serviços. Os softwares, em sua maioria, utilizam informações de base de que são frequentemente atualizadas de forma a corrigir falhas de versões anteriores. A Tabela 15 descreve de forma resumida os programas mais utilizados (CAMPOLINA et al, 2015):

Tabela 15. Softwares e base de dados para realização de ACV

SimaPro	Desenvolvido pela empresa PRé-Consultants, tem usuários em mais de 80 países. Atualmente na versão 8, o SimaPro® conta com mais de 20 métodos de Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida e mais de 9 bibliotecas de inventários, que trazem informações acerca de dezenas de milhares de processos e produtos.
Umberto	Software que pode ser utilizado para Análise de Fluxo de Materiais e de Energia (AFM), Contabilidade de Custos, Planejamento e Otimização de sistemas de processos, Avaliação do Ciclo de Vida e demais estudos ambientais, o Umberto® é voltado a ganhos de eficiência econômico-ambientais. Tendo sido lançado em 1994, pela empresa alemã ifu Hamburg GmbH, o software possui diversos estudos de caso de sucesso em indústrias e universidades.
openLCA	É um software livre para a Avaliação da Sustentabilidade e do Ciclo de Vida, que possui insights muito detalhados sobre os resultados de

	cálculo e análise por processo, fluxo ou categoria de impacto. Utiliza melhoria contínua e implementação de novos recursos e é semelhante ao SimaPro, GaBi ou Umberto.
GaBi Software	Desenvolvido pelo PE Europe GmbH e IKP University of Stuttgart. É um software utilizado para realizar avaliação de aspectos ambientais, sociais, econômicos, processos e tecnologias associados ao ciclo de vida de um produto, sistema ou serviço. Utiliza o banco de dados Gabi que apresenta cobertura mundial, além do banco de dados do ecoinvent. É uma ferramenta utilizada para construir modelagem do ciclo de vida do produto e cálculos de balanços de massa e energia de diferentes produtos.
<i>ecoinvent</i>	O <i>ecoinvent</i> é uma ampla biblioteca de inventários com valores de cargas ambientais (entradas e saídas de materiais, substâncias e energia) associadas ao ciclo de vida de um grande número de produtos, processos, sistemas de energia, de transporte, de disposição de resíduos. É utilizada como base de dados auxiliar em vários softwares como: Método EcoBlok, SimaPro, GaBi, Umberto.
EcoBlok	É uma metodologia de agregação de indicadores, que utiliza a base de dados ecoinvent 2.0. O Índice EcoBlok converte as unidades dos indicadores numa área global, semelhante à área atribuída numa pegada ecológica. O que corresponde a uma área global virtual necessária para captura do excesso de poluição. (Melo et al, 2012)

2.1.3. ESTUDOS DE ACV DE MOBILIÁRIO

Keil (2012) realizou a avaliação do ciclo de vida dos produtos do mobiliário de madeira e derivados produzidos no norte catarinense, que se propõe “a identificar o impacto ambiental causado pelas matérias primas, materiais e processos produtivos, gasto energético e resíduo gerado pelo mobiliário em madeira e derivados de madeira, fabricados na Região do Planalto Norte Catarinense, através da análise de alguns produtos e por meio da avaliação do desempenho ambiental, propor melhorias”. Foi utilizada a ferramenta simplificada desenvolvida para o setor do mobiliário, pelo Politécnico de Milão, chamada *Simplified ACV Ecoindicator Tool for Furniture Sector*. O móvel analisado “foi cômoda, que possui gavetas e tem a finalidade

de guardar objetos e roupas”. O estudo chegou à conclusão sobre a complexidade de se avaliar mobiliário, devido à quantidade de variáveis independentes e “a ACV foi construída seguindo as informações obtidas em banco de dados de matérias-primas, materiais, processos produtivos e energia, de origem europeia, pois os mesmos não existem no país e podem levar a conclusões parciais”.

Já Silva et al (2013) teve como objetivo avaliar o desempenho ambiental de um roupeiro composto por material aglomerado (MDP) e propor melhorias ambientais com foco no seu ciclo de vida. O ciclo de vida considerado no estudo foi do tipo *cradle to gate*, pois se considerou as etapas de obtenção de matérias primas, manufatura e distribuição do roupeiro. Os resultados da ACV indicaram que os impactos ambientais mais significativos ocorrem nas etapas de obtenção de matérias primas e de distribuição do roupeiro, e as categorias de impactos mais relevantes foram Toxicidade Humana, Aquecimento Global e Acidificação, que somam 68,0% do impacto total do ciclo de vida. Assim, as ações de melhoria ambiental apresentadas nesse estudo visam à otimização da distribuição do produto, principalmente pelo uso de combustíveis menos poluentes e a redução das distâncias das rotas de transporte, e o estudo sobre a otimização no consumo do painel MDP como matéria-prima na produção do roupeiro, por exemplo, mesclando seu uso com outros materiais alternativos durante a manufatura dos móveis”.

Este outro estudo avaliou o desempenho ambiental de mobiliário ao nível de setor, empresa e produto. A análise foi feita por meio de seis indicadores ambientais que constituem a ferramenta Ecoblok e pelo Índice que lhe está associado. Ao nível de setor foi feita para o indicador GEE e permitiu compreender que as pressões adquiridas no setor são superiores às acrescentadas. Ao nível da empresa e do produto, a aplicação dos seis indicadores Ecoblok foi bem-sucedida no ano de 2011. Ao nível do produto, foi possível entrar-se na abordagem ecodesign, tendo-se realizado benchmarking ambiental, entre dois produtos de mobiliário (uma secretária e uma estante). Determinou-se ainda a Pegada Ecoblok de um escritório doméstico. Os resultados apontam para a necessidade de 0,31 ha globais de

terra fértil (para produzir recursos e absorver poluição), por ano de vida do mobiliário de escritório (MATOS, 2012).

Askham et al (2012) desenvolveu uma ferramenta combinando o Regulamento REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation of CHemicals*) com fatores ambientais e financeiros. O objetivo da ferramenta estratégica é analisar portfólios de produtos da empresa, identificando produtos que precisem de redesign por questões relacionadas a substâncias perigosas ou desempenho ambiental. Foi realizada uma ACV utilizando-se dados de berço a porta (*cradle to gate*) de declarações ambientais tipo III para 11 soluções de assentos. Os indicadores REACH de complexidade, risco para a saúde e classe ambiental foram combinados com dados financeiros e indicadores baseados em ACV. Foram investigadas as correlações entre o consumo de energia e os fatores de impacto ambiental para esses produtos. Os dados da ferramenta de estratégia foram mostrados para consumo de energia, depleção de ozônio potencial de oxidação potencial e fotoquímica. Os resultados para cadeiras de escritório e cadeiras de conferência/visitante são apresentados separadamente, pois os dois tipos de cadeiras atendem a diferentes funções. Concluiu-se que a correlação entre o consumo de energia e certos indicadores de impacto ambiental permite uma simplificação do processo de desenvolvimento do produto. Os resultados justificam os princípios reconhecidos do ecodesign. A minimização de energia e materiais melhora o desempenho ambiental - maior conteúdo de material reciclado e proporção de recursos de energia renovável também são benéficos.

A ACV comparativa de divisórias interiores já foi realizada também por Sanchez et al (2009), no entanto os produtos eram: uma divisória tradicional de 12 cm de espessura constituída por tijolos duplos, com extremidade de gesso e uma nova divisória de 10,6 cm de espessura formada por um painel de lã de rocha e dois painéis sanduíche cobertos por um revestimento de gel. Os resultados obtidos mostraram que o impacto ambiental é menor na parede divisória tradicional do que no material composto.

E Silva (2012) realizou ACV de painéis de MDF (*cradle to gate*) e os resultados mostraram que a UF (ureia formaldeído) aplicada como aglomerante na produção dos painéis, como sendo a causa do maior impacto

ambiental. A cadeia produtiva da madeira apontou como maior destaque a eutrofização, ecotoxicidade, causados pelo uso de fertilizantes e herbicidas no solo.

Como podem ser observados, todos os estudos avaliaram os resultados sob a abordagem do *Life Cycle Thinking* e do ecodesign como forma de minimizar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos produtos, de forma que não se pode dissociar a ACV do design sustentável.

2.2. PRODUÇÃO DE MOBILIÁRIO E SEUS IMPACTOS

A primeira fase considerada na produção de mobiliário é a sua concepção, á partir daí se somam as fases de extração de matéria-prima; transporte; beneficiamento da matéria-prima; transporte até a fábrica; fabricação do móvel (processo produtivo); gestão dos resíduos de produção (emissões); expedição, até o consumidor final; uso e fim de vida (podendo se considerar o reuso, reciclagem ou descarte) (BIRKELAND, 2004).

A indústria de mobiliário no Brasil é subdividida basicamente em vários segmentos: móveis para exportação e para consumo interno. Por sua vez cada uma dessas subdivisões pode ser segmentada de acordo com o uso (residencial, corporativo), tipo de mobiliário (retilíneos, trabalhados, colchões), por tipo de matérias-primas básicas (metais, madeira), ou ainda por tipo de consumidor (governo, varejo, empresas) (DEPEC, 2017).

Os impactos ambientais são significativos e todas as etapas de produção independentemente do tipo de mobiliário e estão mais relacionados à extração de matérias-primas, a e ao fim de vida, pois os produtores de móveis não são obrigados a organizar a retirada e disposição final de seus produtos. A reciclagem de partes (ou matéria-prima) de mobiliário não motiva o interesse por parte das empresas por ser economicamente inviável, sendo mais fácil e barato queimar ou descartar o mobiliário antigo (BESCH, 2005).

No caso de mobiliário de escritório produzido de madeira e derivados (mesas, armários, divisórias), temos os impactos associados aos materiais ao longo do ciclo de vida, conforma a Tabela 16.

Tabela 16. Materiais e seus impactos associados

MATERIAIS		IMPACTOS ASSOCIADOS
Madeira e derivados:	<p>Extração da madeira de forma não sustentável de florestas nativas e florestas plantadas (gestão florestal), utilização de produtos perigosos, falta de certificado de origem da madeira (cadeia de custódia), madeira proveniente de atividades florestais social e ambientalmente danosas (madeira controlada) (FSC, 2012).</p> <p>Uso de substâncias perigosas: resinas à base de formaldeído; retardantes de fogo; preservantes contra agentes xilófagos.</p>	<p>Perda de biodiversidade, erosão e degradação do solo, desflorestamento</p> <p>Toxicidade humana, ecotoxicidade, emissões (VOC's), emissões solo e água. (LANLY, 2003).</p>
Metais (alumínio, aço):	<p>Extração da bauxita e minério de ferro.</p>	<p>Contaminação do solo, água (lama vermelha), toxicidade humana, erosão do solo (KOPEZINSK, 2000).</p>
Acabamento de superfície (madeira e metais):	<p>Utilização de revestimento melamínico, tintas e vernizes, solventes orgânicos, selantes da madeira, catalizadores, tratamento antiferruginoso.</p>	<p>Toxicidade humana (metais pesados e COV's), emissões ao ar (COV's), água e solo. (USAID, 2007).</p>
Colas e adesivos:	<p>Adesivos a base de uréia-formaldeído, solventes orgânicos.</p>	<p>Toxicidade humana e ecotoxicidade.(USAID, 2007).</p>
Embalagem (plástico selado):	<p>Plásticos fabricados à partir polietileno, derivado de petróleo</p>	<p>Consumo de matéria-prima não renovável, produção de resíduos.</p>

Em adição às fases de extração de matéria-prima e disposição final dos produtos pode-se assinalar a fabricação em si, que é responsável pelo gasto energético, produção de resíduos sólidos e efluentes. Além disso, há as emissões de partículas, de compostos orgânicos voláteis, provenientes do

corte da madeira, de adesivos e tintas, ruídos e condições de trabalho muitas vezes insalubres. De forma geral a indústria de móveis de madeira utiliza vários processos e equipamentos (Tabela 17).

Tabela 17. Maquinário e processo realizado

SETOR	MAQUINÁRIO	PROCESSO REALIZADO
Metais (aço ¹ , alumínio ²)	Guilhotina ¹	Corte de chapas de aço galvanizado
	Perfiladeira ¹	Perfilagem do chapa a frio
	Serra circular policorte ^{1,2}	Corte do perfil na medida determinada
	Desengraxadeira ¹	Desengraxe do metal para efeito de pintura
	Cabine de pintura eletrostática ^{1,2}	Pulveriza a tinta epoxy pó, faz a secagem da tinta
Marcenaria (madeira ³ , painéis ⁴)	Esquadrejadeira ³	Corte longitudinal inicial da madeira
	Desempenadeira ³	Aplina as faces das peças de madeira de forma que fiquem 90 ⁰ em relação a face seguinte
	Desengrossadeira ³	Desbasta a peça de madeira para a espessura desejada
	Serra circular ³	Corte transversal das peças
	Tupia (fresa <i>finger joint</i>) ³	Corte finger joint para aproveitamento das aparas de madeira
	Batedor de cola ³	Passa cola na junção tipo <i>finger joint</i>
	Prensa manual ³	Prensa a madeira depois de colada
	Passadeira de cola ^{3,4}	Passa cola no painel de HDF no quadro de madeira e na preenchimento (<i>honeycomb</i> ou lã de rocha)
	Prensa hidráulica ^{3,4}	Prensa o quadro divisória simples (HDF, madeira, <i>honeycomb</i> , HDF). Ou divisória termo-acústica (MDF, MDP, lã de rocha MDF)
	Centro de Usinagem CNC (<i>Computer Numeric Control</i>) ⁴	Faz operações de corte, colagem de bordas plásticas, furação e rebaxos, por meio de programas CAD.
Embalagem	Embaladeira	Embala as peças com plástico laminado de polietileno
	Máquina de lacre	Lacra as embalagem à vácuo

FONTE: próprio autor.

2.3. GESTÃO AMBIENTAL

Há várias abordagens para gerir empresas, produtos e serviços de forma sustentável. Além da ACV e das rotulagens ambientais já citadas, alguns modelos e ferramentas podem auxiliar na gestão ambiental, tais como: produção mais limpa (P+L), economia circular, responsabilidade corporativa, avaliação de impacto ambiental, auditoria ambiental, sistemas de gestão ambiental, educação ambiental, avaliação e gerenciamento de risco, passivos ambientais, marketing ambiental (VILELA e DEMAJOROVIC, 2006).

Entre as demais se destacam o ecodesign e análise SWOT (do inglês: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) que é uma ferramenta de gestão estratégica, no entanto pode ser aplicada à gestão ambiental.

A abordagem da pegada ecológica também se tornou uma das ferramentas de análise de sustentabilidade mais amplamente consultadas em todo o mundo. A análise da pegada ecológica (EFA) é usada para calcular a área de terra necessária para sustentar o consumo humano e absorver os resíduos que dele resultam. Quando a pegada de uma população é menor que a biocapacidade disponível, ela é sustentável. Quando é maior, diz-se que essa população se envolve em uma superação ecológica insustentável ou com um equilíbrio ecológico negativo. Além do seu valor heurístico, o poder da EFA não está em valores absolutos, mas na sua capacidade de comparar as demandas de recursos de diferentes populações em uma moeda comum de produtividade global (VENETOULIS TALBERTH, 2005).

2.4. ECODESIGN

O design é a visualização criativa e sistemática dos processos de interação e das mensagens de diferentes atores sociais, além das diferentes funções de objetos de uso e sua adequação às necessidades dos usuários ou aos efeitos sobre os receptores (SCHNEIDER, 2010).

Portanto, o design para o ambiente se dá a partir da concepção de novos produtos, de forma a prevenir potenciais problemas ambientais causados durante todo o ciclo de vida desses produtos, desde a extração de materiais,

passando pela sua fabricação até o descarte. O impacto ambiental causado pelos resíduos e desperdício de materiais e energia, bem como gastos com as tecnologias "de final de vida" como, incineradores e estações de tratamento de efluentes podem ser evitados ou minimizados através da incorporação de critérios ecológicos (KURK e MCNAMARA, 2006).

Nesse cenário surge o ecodesign, como uma oportunidade para a inovação e distinção dos produtos relativamente ao seu desempenho ambiental, definida como:

“Uma atividade de design que visa ligar o que é tecnicamente possível, ao ecologicamente necessário, de modo a criar novas propostas cultural e socialmente aceitáveis” (Medina, 2003).

Há várias estratégias do ecodesign, tais como: utilização de materiais de baixo impacto, maior durabilidade do produto; poupança de recursos; desenho para a eficiência energética; processos de produção mais limpos; minimização dos impactos durante o transporte e distribuição; minimização dos impactos ambientais associados à utilização; desenho para a manutenção; desenho para reutilização; desenho para desmontagem e reciclagem; desenho para minimização dos impactos ambientais associados ao transporte e destino final (Kurk e McNamara, 2006). Ou seja, o design com foco na eficiência ambiental do produto pode ser considerado design para a sustentabilidade, ou melhor, ecodesign, conforme ilustrado na Figura 4.

Do ponto de vista do setor de mobiliário, há de se levar em conta os materiais normalmente usados na produção e seu potencial impacto ambiental.

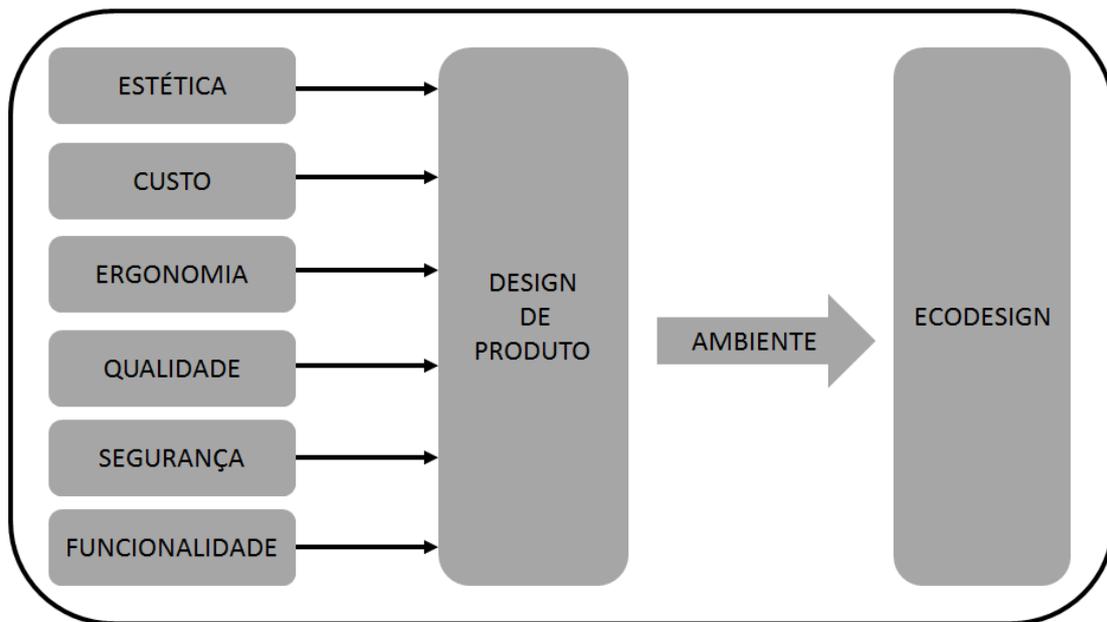


Figura 4. Design para sustentabilidade: Ecodesign . Adaptado de AEP, 2013.

Portanto, diante do novo paradigma ambiental, que se estabeleceu, as empresas estão sendo incentivadas a reduzirem os impactos ambientais em toda cadeia produtiva. Isso vem sendo buscado desde o projeto do produto com o DFA (*Design for Assembly and Dissassembly*), DFR (*Design for Recycling*) e DFE (*Design for Environment*), assim como na seleção de materiais e processos tecnológicos. Ou seja, quando um produto é desenvolvido com perspectiva da desmontabilidade, facilita a reciclabilidade, devido à segregação dos materiais, o que beneficia o ambiente, se produzindo menos resíduos e se extraindo menos matéria-prima virgem. A estratégia adotada nos centros de desenvolvimento de projetos das grandes empresas é de conceber não só o produto, mas o chamado sistema produto, considerando todo o ciclo de vida desde os *inputs* - matérias primas e energia - até os *outputs* - resíduos industriais, componentes, o próprio produto, seu uso e fim de vida (MEDINA, 2005).

Outra estratégia de ecodesign é a transformação da oferta de um produto em serviço, o chamado PPS (*Product-Service Systems*), em que se pode oferecer o *leasing* de mobiliário por um determinado espaço de tempo e trocá-lo ou repará-lo conforme a necessidade do consumidor. Isto minimizaria os impactos ambientais nas fases mais crítica do ciclo de vida de mobiliário: consumo de matéria-prima e descarte (BESCH,2005).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia geral adotada para ACV foi realizada em várias fases como demonstradas a seguir (Figura 5):

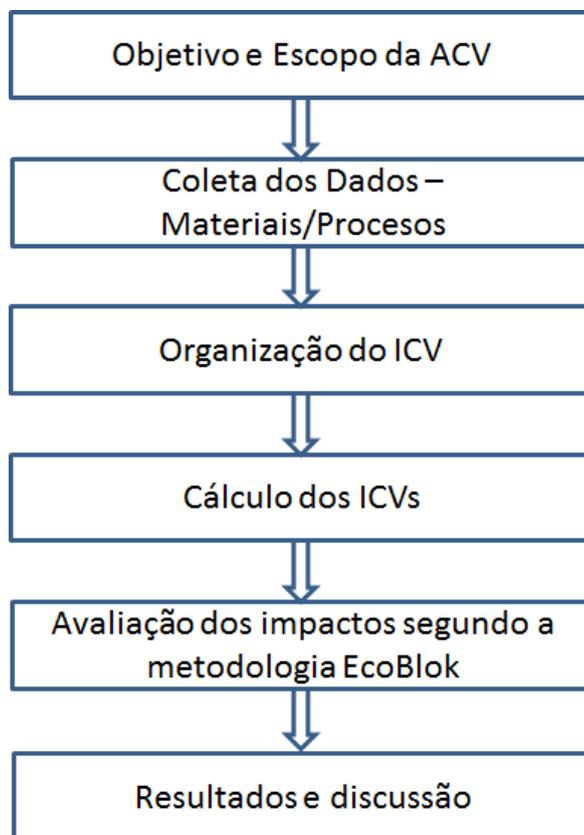


Figura 5. Metodologia geral da realização da ACV

3.1. OBJETIVO E ESCOPO DA ACV

Foi realizada uma ACV comparativa entres dois modelos de divisórias com o intuito de verificar o impacto ambiental dos materiais e processos utilizados nos produtos. Por meio dos resultados, propõe-se demonstrar que os critérios de compras em CPS podem resultar em produtos mais sustentáveis à medida que sejam exigidos materiais de origem renovável, ou processos que causem menor impacto ambiental.

A ACV foi realizada de portão a portão de fábrica tendo como unidade funcional um painel de divisória piso - teto de 1,20 m de largura por 2,11 m de altura, tendo como função dividir ambientes.

3.2. COLETA DE DADOS

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma empresa moveleira de Brasília DF, onde foram levantados dados para o estudo de ACV (Avaliação de Ciclo de Vida) tendo como produto, divisória corporativa do tipo piso - teto. Esse produto foi escolhido por ser um item representativo nas compras públicas governamentais

Foi realizada a avaliação de impactos ambientais com o método da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para os produtos selecionados, segundo a norma ISO 14040:2009 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura.

As informações recolhida *in loco* permitiram a realização da ACV do portão ao portão da empresa. Foi considerado um painel divisório de 2,532 m² como sendo a unidade funcional para ambas as divisórias. A unidade funcional requer que os produtos comparados tenham a mesma função, que nesse caso foi dividir ambientes internos. A estimativa de vida útil do produto é de dez anos.

3.3. MATERIAIS

Foi selecionada a empresa Espaço & Forma Móveis e Divisórias LTDA de fabricação de divisórias e móveis corporativos, situada em Águas Claras no Distrito Federal.

O escopo da ACV engloba as etapas de: desenvolvimento de produto, transporte da matéria prima até a fábrica, fabricação do produto, a embalagem e expedição ao consumidor final.

O mapeamento do processo produtivo foi realizado mediante o conhecimento do projeto dos produtos fabricados pela empresa e a análise do fluxograma de operações. Apesar da empresa fabricar vários tipos de divisórias, este estudo considerou dois tipos, nomeados de Modelos 1 e Modelo 2. A unidade funcional de cada tipo será 01 (um) painel divisório de

2,532 m², com a mesma função de dividir ambientes internos e foi considerada a vida útil de dez anos. A seguir temos a descrição técnica de cada modelo:

Modelo 1 - Painel simples de 35 mm de espessura possuindo elemento estruturante requadro de madeira, chapas de fibra e colmeia celulósica, complementado em sua montagem com perfis de aço conforme descrição abaixo e desenho esquemático (Figura 6).

- Contraplacamento: chapas de fibra de alta densidade (HDF) produzida com madeiras reflorestadas certificadas (acabamento em pintura alquímica melamínica);
- Requadro: madeira maciça de *Pinus sp*, seca proveniente de floresta de manejo sustentável;
- Miolo: *honey-comb*, constituído de papel Kraft de média gramatura
- Perfis: chapa de aço galvanizado de acordo com a norma NBR 7008:2003 – ZC, conformados através de processo automático de perfilação, com acabamento em pintura eletrostática epóxi-pó (processo de conformação e pintura realizado na fábrica).
- Adesivo à base de ureia-formaldeído.

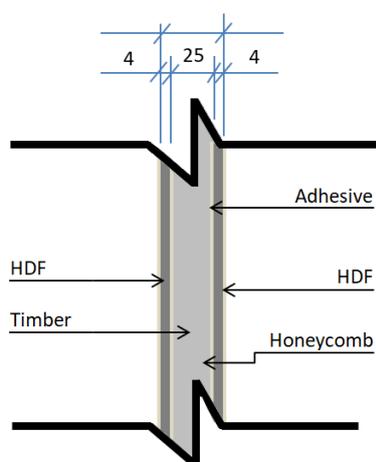


Figura 6. Desenho esquemático da divisória Modelo 1.

A Figura 7 mostra o fluxo da divisória Modelo 1 de portão de entrada ao portão de saída da fábrica (gate to gate) e as fronteiras do sistema.

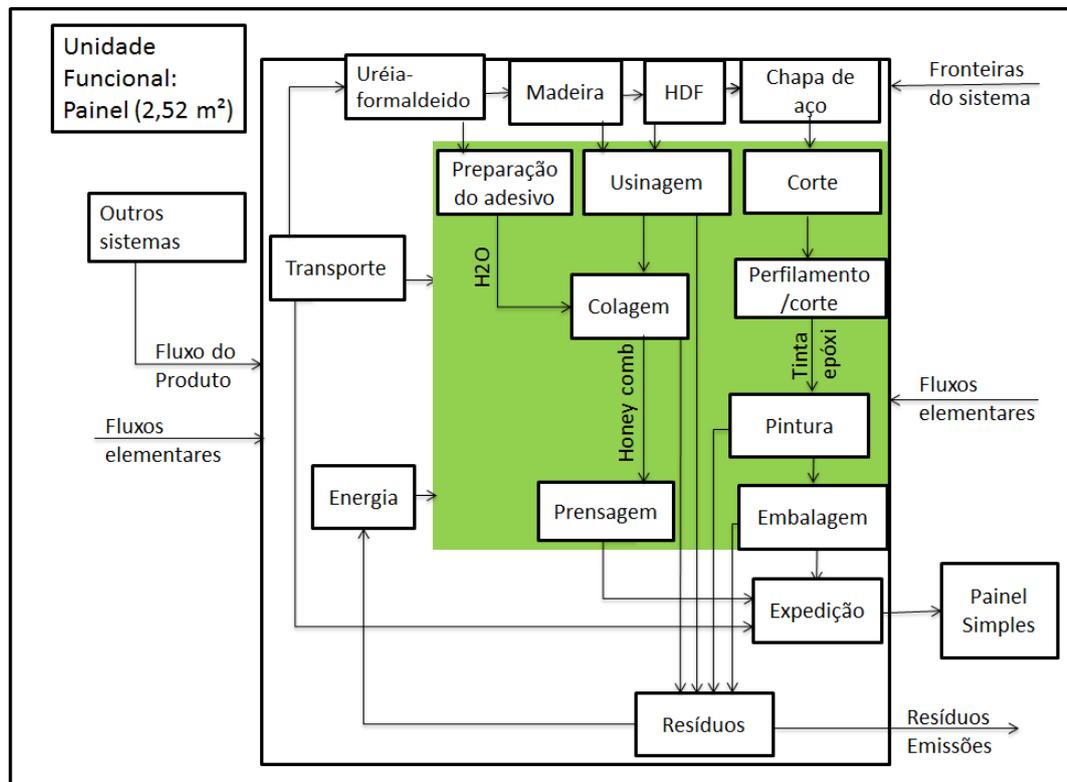


Figura 7. Fluxo do processo de divisória Modelo1 e as fronteiras do sistema.

As Figuras de 8 a 19 mostram partes do processo de fabricação do processo que envolve madeira e derivados e do processo metálico da divisória Modelo 1.



Figura 8. Matéria-prima – madeira (chegada na fábrica).



Figura 9. Preparação da madeira.



Figura 10. Passadeira de cola no HDF



Figura 11. Colagem da colmeia celulósica e do quadro de madeira



Figura 12. Prensagem das divisórias



Figura 13. Refilamento de bordas da divisória



Figura 14. Perfilamento do aço



Figura 15. Perfiladeira



Figura 16. Detalhe do processo de perfilamento.



Figura 17. Pintura dos perfis.



Figura 18. Embalagem com filme plástico LPDE



Figura 19. Estoque para expedição

Modelo 2 - Painel monobloco de 60 mm de espessura possuindo atenuante termoacústico e a sua composição e montagem se dá conforme descrição e desenho esquemático a seguir (Figura 20):

- Estrutura: perfis de alumínio extrudado, pintados epóxi-pó pelo processo de deposição eletrostática com polimerização em estufa;
- Painéis de madeira: painéis em fibra de madeira de média densidade (MDF) de 6 ou 15 mm com revestimento laminado melamínico termofundido à baixa pressão, bordas de poliestireno;
- Miolo atenuante acústico: constituído de lã de rocha de 40Kg/m³;

- Adesivo de contato à base de ureia formaldeído

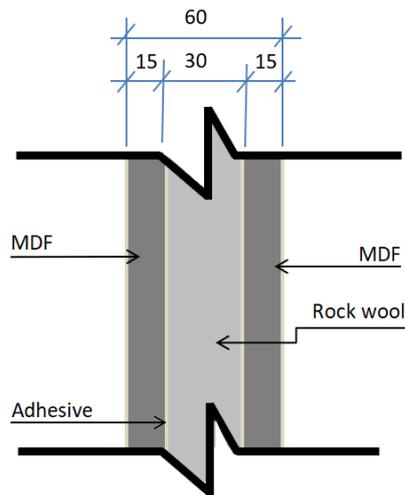


Figura 20. Desenho esquemático da divisória termoacústica (modelo 2).

A Figura 21 mostra o fluxo da divisória simples de portão de entrada ao portão de saída da fábrica (gate to gate). As imagens de fases do processo de produção podem ser vistas no Apêndice II - B.

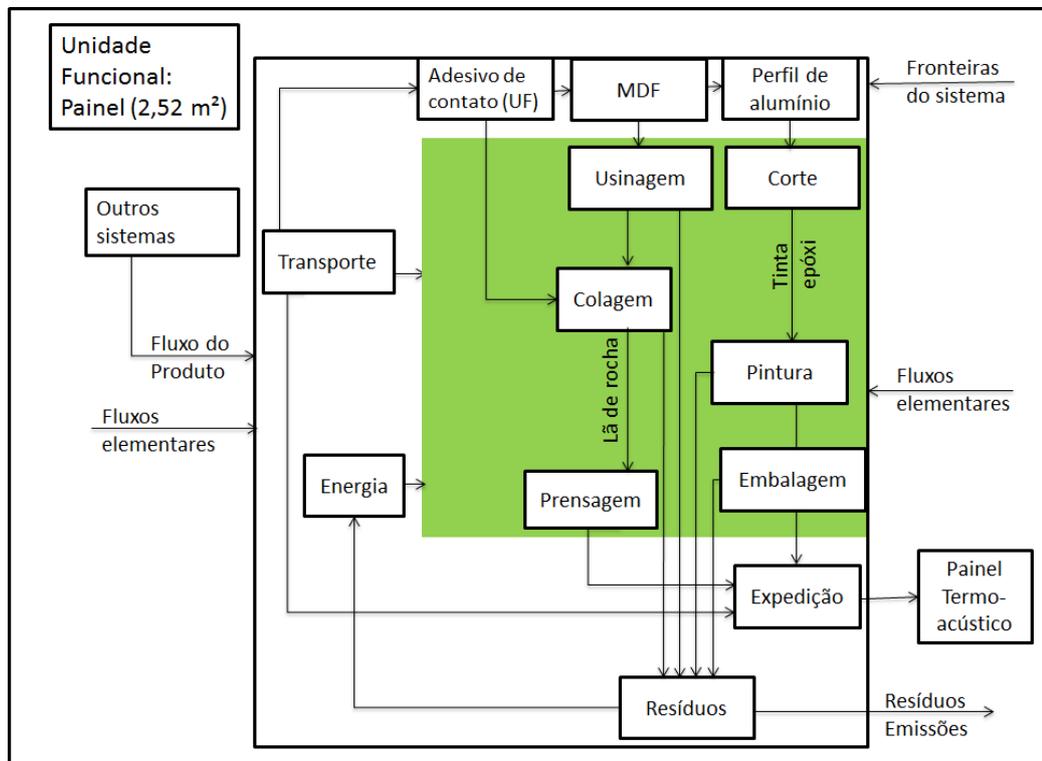


Figura 21. Fluxo do processo da divisória Modelo 2 e as fronteiras do sistema.

Nas Figuras de 22 a 31 se pode observar parte do processo de produção da divisória Modelo 2,



Figura 22. Estoque de MDF



Figura 23. Centro de usinagem CNC (corte, colagem de bordas PS)



Figura 24. Comando do centro de usinagem



Figura 25. Estoque Lã de rocha



Figura 26. Painel divisório montado



Figura 27. Resíduos coletados resultante do corte de painéis - cavaco



Figura 28. Estoque de perfis de alumínio



Figura 29. Linha de pintura epóxi pó



Figura 30. Embalagem dos perfis



Figura 31. Perfis embalados

Tanto para o Modelo 1 como para o Modelo 2, o fluxo representa os materiais passando através dos processos. Foi criado um fluxo contendo os inputs (materiais vindos da natureza, ou materiais processados) e outputs (produtos final, CO², emissões), a qual é chamada de fluxos elementares. Em seguida são alocados os processos da forma como eles se apresentam na produção das divisórias. Primeiramente a montagem dos quadros de madeira, em seguida a estrutura metálica a embalagem, expedição, e reaproveitamento de resíduos.

3.4. ORGANIZAÇÃO DO INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA (ICV)

A organização do ICV inclui os inputs e outputs de cada fase do ciclo de vida do produto, quais sejam: materiais (extração e processamento); processo de produção; uso; expedição e fim de vida (Tabela 18).

Tabela 18. Fases do ciclo de vida do produto.

Fases	Materiais	Inputs (materiais + energia)	Outputs
Materiais	Madeira e derivados (madeira plantada)	HDF ¹	Emissões atmosféricas; efluentes líquidos; resíduos sólidos; outras emissões (e.g. calor, ruído).
		MDF ²	
		Honeycomb (kraft) ¹	
	Metais	Madeira serrada ¹	
		Chapa de aço ¹ (Ferro)	
	Isolamento	Perfil de alumínio ² (Bauxita)	
		Lã de rocha ² (Basalto)	
		Plásticos (petróleo)	
	Revestimentos, tintas e adesivos	Filme para embalagem ^{1 2} (LPDE)	
		Revestimento melamínico de baixa pressão (BP) ^{1 2}	
Ureia formaldeído – Adesivo ^{1 2}			
Outros materiais	Epóxi-pó – tinta ^{1 2}		
	Materiais auxiliares de limpeza e manutenção, reciclados ^{1 2}		
Processos	Produção*	Inputs (equipamentos + processo + energia)	Outputs (produto final +resíduos)
	Corte painéis	Centro de usinagem CNC ²	Divisórias + emissões atmosféricas; efluentes líquidos; resíduos sólidos; outras emissões (e.g. calor, ruído).
	Corte de madeira maciça	Esquadrejadeira ¹	
		Serra circular ¹	
	Reaproveitamento de aparas de madeira	Tupia (fresa finger joint) ¹	
		Aplicador de cola ¹	
		Prensa hidráulica ¹	
	Perfilação do aço	Guilhotina ¹	
		Perfiladeira ¹	
		Serra circular policorte ¹	
Montagem do painel	Passadeira de cola ^{1 2}		
	Prensa manual ^{1 2}		
	Seccionadora ^{1 2}		
	Coladeira de borda ²		
Embalagem	Embaladeira ^{1 2}		
Distribuição	Transporte	Inputs (caminhão+combustível)	Outputs (transporte do produto+emissões)
	Deslocamento da carga (na fábrica)	Empilhadeira ^{1 2}	Recebimento de materiais + entrega do produto +emissões, ruídos, danos ao produto
	Transporte para cliente	Caminhão baú ^{1 2}	
	Transporte de materiais	Caminhão aberto ^{1 2}	
Gestão de resíduos	Resíduos de produção	Inputs (resíduos + energia)	
	Serragem	Cama de cavalo (hípica) ¹	Emissões atmosféricas, resíduos sólidos e
	Aparas de madeira	Valoração energética (olarias) ¹	

Aparas de metais	Reciclagem ^{1 2}	outros danos ambientais variáveis.
Embalagens	Papel, papelão, metais, vidros	
Fim de vida do produto	Inputs (resíduos+energia)	Outputs(resíduos sólidos + reciclagem)
Madeira e derivados	Aterro sanitário ou incineração ^{1 2}	Resíduos sólidos, efluentes líquidos, emissões atmosféricas, danos ambientais variáveis.
Metais	Reciclagem ^{1 2}	

¹Modelo 1

²Modelo 2

Para realização da ACV foram usados os critérios da ISO 14040 e a modelagem do ciclo de vida foi baseada na corrente mássica principal, dos materiais que compõem as divisórias, incluindo os produtos de madeira ou derivados, adesivos, os perfis metálicos utilizados e o material interno (miolo).

É preciso ressaltar, que não existe uma base de dados de inventários do ciclo de vida da indústria brasileira para os processos produtivos de base, tais como os da indústria de madeira e móveis. Assim foram utilizados os inventários existentes em bases internacionais comercialmente disponíveis, no caso, a base foi contida no *ecoinvent 2,0*.

A ACV foi realizada pelo método EcoBlok (com adaptações para as matérias primas utilizadas neste trabalho), que utiliza seis indicadores ambientais chave. O método EcoBlok foi escolhido devido a sua facilidade de utilização e por possuir características específicas, podendo ser assim mencionadas: os fatores de caracterização bem definidos e ajustáveis do método aos vários indicadores e os fatores de conversão, que normalizam os indicadores a uma unidade comum, representativa da Pegada Ecoblok (Tabela 19).

Cada um deles é calculado a partir de quantidades medidas de variáveis ambientais, ponderadas por fatores de equivalência adimensional (feq), que transmitem a significação ambiental para cada variável com base em critérios objetivos. A equação geral para os indicadores-chave é:

$$I = \sum Q_i \times feq_i \text{ (Equação Geral)}$$

Onde:

I – indicador em unidades equivalentes (e.g. IGEE, expresso em kg CO₂ eq.);

Q_i - quantidade física da variável i (e.g. emissão do GEE i);

feq_i - fator de equivalência para a variável i (e.g. o potencial de aquecimento global do gás i) (MELO et al, 2012).

Tabela 19. Indicadores chaves ambientais EcoBlok e fatores de conversão

Indicadores	Critérios para fatores de equivalência	Unidade /produto	Fator de conversão	Unidades
WA – Extração de água	Intensidade do uso da água	m ³ / unidade prod.	5	m ² .a /m ³
RE – Extração de recursos	Duração dos estoques e taxa de extração	kg/ unidade prod.	0.5	m ² .a /kg
LU- Uso do solo	Área ocupada ou utilizada da terra	ha.ano/ unidade prod.	0.5	m ² /m ²
GH – Gás efeito estufa	Potencial aquecimento global (GEE)	kg CO ₂ eq/ unidade prod.	2	m ² .a /kg CO ₂
PA – Emissões para o ar	Emissão de poluentes para o ar, exceto GEE	kg NO _x eq/ unidade prod.	3	m ² .a /kg NO _x
PW – Emissões para o solo e água	Emissão de poluentes para o solo e para recursos hídricos	kg N total/ unidade prod.	6	m ² .a /kg N

Adaptado de: MACEDO et al,2005

Para que os seis indicadores (possam ser comparados entre si, se faz necessários que sejam convertidos em uma unidade comum (m² global) e assim representar o Índice Geral EcoBlok. Para tanto, são utilizados os fatores de conversão definidos pela metodologia (Tabela 19).

Portanto, não se faz necessária a separação das fases para o cálculo da ICV. O método EcoBlok está descrito de forma detalhada no Anexo I.

A massa e balanço energéticos se referem ao uso de matéria-prima e transporte, fabricação e expedição. Desta forma, o fim de vida do produto foi estimado. Assim, foi presumido, que todos os modelos de divisórias estudados não requeiram nenhum tipo de manutenção durante seu uso.

A ACV realiza o levantamento, a compilação e a quantificação das entradas e saídas do sistema em termos de energia, recursos naturais e emissões para água, terra e ar, considerando as categorias de impacto de cada elemento.

A Análise do Inventário de Ciclo de Vida foi realizada a partir da coleta de dados e o estabelecimento dos procedimentos de cálculo, de modo a facilitar o agrupamento desses dados em categorias ambientais normalmente utilizáveis e comparáveis.

Tabela 20. Materiais equivalentes e processos utilizados na produção de divisórias Modelo 1.

MODELO 1			
ID	Inputs Ecoinvent	Quant.	Inputs relacionados
2445	fibreboard hard	0,012 m ³	HDF
10844	laminating, foil	5,064 m ²	laminado PB
1678	urea formaldehyde resin	0,75 kg	adesivo ureia formaldeído
2288	tap water	0.28 kg	água
2511	sawn timber, softwood, raw, kiln dried	0,01 m ³	madeira serrada, seca em estufa
1686	corrugated board base paper	0,8 kg	colmeia celulósica
8310	steel product manufacturing, average metal working	1,15 kg	aço perfilado
1167	powder coating, steel	0,083 kg	pintura epoxi pó
1854	packaging film, LDPE	0,03 kg	embalagem em filme LPDE
6688	electricity, production mix BR	1,75 kWh	eletricidade
188	transport, lorry 3,5 a 16 t	2 tkm	transporte

ID: Código *ecoinvent* 2.0

Considerou-se nessa fase, que tudo que entra deve ser igual ao que sai do sistema em estudo, em termos de energia ou massa, desde a extração das matérias-primas até o descarte final do produto.

Na determinação dos indicadores Ecoblok foram considerados os inputs (materiais e/ou processos) que mais se assemelhavam àqueles utilizados na produção das divisórias. Operações de produção e de energia para produção de um módulo de cada divisória, também foram levados em conta, assim como o transporte estimado (Tabela 20 e 21).

Tabela 21. Materiais equivalentes e processos utilizados na produção de divisórias Modelo 2.

Modelo 2			
ID	Inputs Ecoinvent	Quant.	Inputs relacionados
2479	medium density fibreboard	0,03 m ³	MDF
10844	laminating, foil	5,064 m ²	laminado PB
1678	urea formaldehyde resin	0,75 kg	adesivo ureia formaldeído
2288	tap water	0,28 kg	água
1722	polystyrene, general purpose	2,4 kg	fita de borda
1000	rock wool	3,57 kg	lã de rocha
1169	section bar extrusion, aluminium	4,52 kg	perfil de alumínio
1166	powder coating, aluminium sheet	0,55 kg	pintura epoxi pó
1854	packaging film, LDPE,	0,11 kg	embalagem em filme LPDE
6688	electricity, production mix BR	1,75 kWh	eletricidade
188	transport, lorry 3,5 a 16 t	2 tkm	transporte

ID: Código *ecoinvent* 2.0

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. AVALIAÇÃO DO INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA

Na interpretação de dados dos resultados se tem a possibilidade de identificar as oportunidades de melhorias de acordo com o objetivo e fornecer recomendações para aperfeiçoamento do próprio estudo de ACV. Com base na interpretação dos dados será apontado o melhor cenário para critérios de CPS no setor de mobiliário.

Foi feita a avaliação individual das divisórias de cada modelo para cada indicador EcoBlok. A análise foi feita de acordo com a quantidade de material e do processo de fabricação utilizado. Seguem os resultados de cada componente para ambos os modelos apresentados.

4.2. RESULTADOS REFERENTE ÀS DIVISÓRIAS MODELO 1

Os resultados apresentados foram obtidos para as pressões ambientais acrescentadas e adquiridas na produção de um painel da divisória Modelo 1. Os dados dos indicadores EcoBlok estão expressos em valores brutos (antes de serem convertidos para uma unidade comum - m² global.ano).

Tabela 22. Indicadores EcoBlok de materiais e processos para divisórias, Modelo 1.

Indicadores EcoBlok→	WA	RE	LU	GH	PA	PW
Inputs↓	(m ³ /ano)	(kg/ano)	(m ² eq)	(kg CO ₂ eq/ano)	(kg NO _x eq/ano)	(kg N eq/ano)
HDF	0.044	6.589	7.021	6.902	1.592	1.799
Laminado	0.001	0.054	0.002	0.063	0.008	0.021
Uréia Formaldeído	0.007	2.391	0.078	2.123	0.771	0.338
Água	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Madeira serrada e seca	0.007	2.283	24.187	0.675	0.816	0.158
Colmeia celulósica	0.008	0.504	0.058	0.648	1.472	0.134
Aço perfilado	0.033	2.361	0.202	2.052	0.444	1.141
PinturaEpoxi	0.002	0.347	0.009	0.377	0.128	0.061
Embalagem	0.001	0.109	0.006	0.080	0.109	0.007
Eletricidade	0.001	0.154	0.216	0.317	0.076	0.140
Transporte	0.003	0.967	0.055	0.512	0.459	0.052

WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

A Tabela 22 apresenta os valores obtidos por meio da inserção das quantidades de materiais no aplicativo baseada na base de dados do *ecoinvent* 2.0. Essa tabela permite relacionar, todos os inputs, dentro de cada

indicador EcoBlok, mas não comparar indicadores entre si, pois estão expressos em unidades referentes a cada impacto.

Para a comparação entre os indicadores de pressão ambiental se faz necessária a conversão dos dados em Índice EcoBlok (Tabela 23), que harmoniza todas as unidades dos indicadores, inicialmente calculados para Unidade produzida - UP, em m² global de acordo a Tabela 19 e com o detalhamento do método descrito no Anexo I.

Tabela 23. Índice EcoBlok de materiais e processos para divisórias, Modelo 1

Indicadores EcoBlok →	WA (m2 global)	RE (m2 global)	LU (m2 global)	GH (m2 global)	PA (m2 global)	PW (m2 global)	Total p/ Material
HDF	0.221735	3.294741	3.510745	13.80477	4.551910	10.79528	36.1792
Laminado	0.003410	0.026846	0.001108	0.125686	0.020844	0.126101	0.3040
UF	0.035787	1.195721	0.038780	4.246782	2.163318	2.028875	9.7093
Água	0.001586	0.000097	0.000012	0.000175	0.000036	0.000221	0.0021
Madeira	0.034137	1.141481	12.09326	1.350542	2.382152	0.946527	17.9481
Colmeia	0.038245	0.251759	0.028888	1.295290	4.396139	0.805740	6.8161
Aço	0.166446	1.180393	0.100891	4.103487	1.141940	6.846091	13.5392
Epoxi-pó	0.010636	0.173545	0.004554	0.754581	0.245972	0.367448	1.5567
Embalagem	0.002523	0.054381	0.002866	0.159415	0.324896	0.040011	0.5841
Eletricidade	0.006001	0.076833	0.107955	0.634432	0.222786	0.841243	1.8893
Transporte	0.012860	0.483495	0.027600	1.023340	1.346307	0.311456	3.2051
Total Indicador	0.533368	7.879291	15.91666	27.49850	16.79630	23.10900	91.7331

WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

Para melhor visualização dos resultados será mostrado o Índice EcoBlok dos inputs separadamente. Apesar de o método permitir a avaliação simultânea dos materiais e processos, a análise decorrerá segundo as categorias *ecoinvent 2.0*, conforme descrito na Tabela 24. É importante observar que a maioria dos materiais escolhidos na base de dados está atrelada aos processos produtivos.

Tabela 24. Definição das categorias para análise dos resultados para divisórias, Modelo 1.

Input	Eco-categoria
HDF; Madeira; Colmeia Celulósica	Extração
Laminado; Pintura; Embalagem	Processos
Ureia Formaldeído; Água; Aço; Eletricidade; Transporte	Produção

Vale ressaltar também, que, a quantidade usada de cada insumo altera o desempenho, o que pode levar a um resultado final não condizente com o impacto ambiental real de um material especificamente.

4.2.1. EXTRAÇÃO - MODELO 1

Na Figura 32 verifica-se que o HDF apresentou o maior Índice EcoBlock para a categoria extração, no caso, derivados da madeira. Na análise dos indicadores se destacaram o HDF e a madeira maciça serrada, a colmeia celulósica no total, apresentou baixa pressão ambiental. A análise dos indicadores está apresentada a seguir.

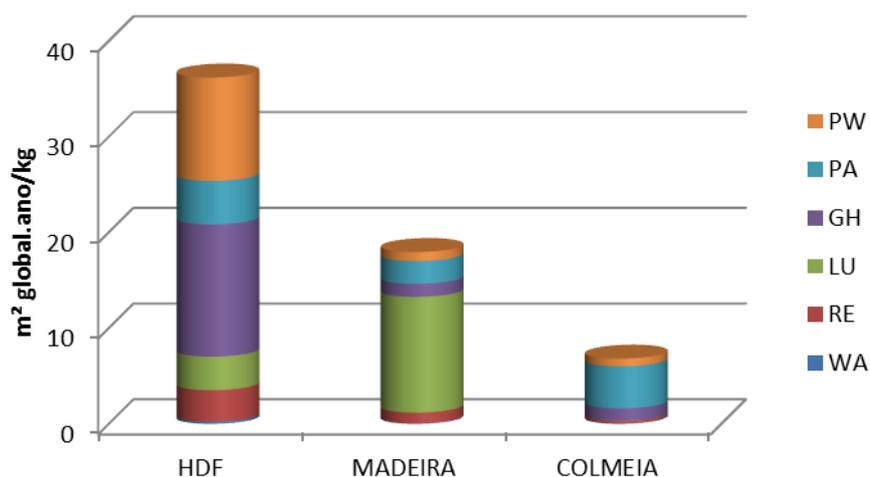


Figura 32 .Índice EcoBlok para categoria extração – Modelo 1.

WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

Em relação ao HDF (High Density Fiberboard), os indicadores GH e PW, apresentaram índices elevados (Figura 33). O valor do GH se deriva do processo de fabricação do HDF, que é utiliza a impregnação de resina termofixadas (UF – Ureia Formaldeido) por pressão e alta temperatura, gerando emissão de GEE (Gases Efeito Estufa). E o PW justifica-se pela contaminação da água, e conseqüentemente do solo, resultante do próprio processo de produção do HDF.

Pode-se observar ainda na Figura 33, que na madeira serrada (*sawn timber, softwood, raw, kiln dried*) as maiores pressões estão relacionadas com o uso do solo (LU). Isso se deve a monocultura do Eucalipto e do Pinus (desertos verdes), que causam a degradação do solo, devido aos ciclos ininterruptos da cultura, a adoção de operações de manejo não conservacionista de solo e o uso de agrotóxicos.

Na colmeia celulósica (*corrugated board base paper*) o indicador mais significativo foi PA (Figura 33), oriundos da queima de combustíveis para geração de calor e vapor, utilizados no processo de produção da celulose. O processo kraft, do qual é feita a colmeia, geram emissão de dióxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, material particulado e compostos orgânicos tóxicos

4.2.2. PROCESSOS - MODELO 1

Na avaliação da categoria processos a pintura epóxi-pó, mesmo apresentando pouca pressão ambiental, foi a mais impactante. Nota-se que GH, PA e PW se sobressaíram (Figura 34), tanto no processo de pintura, como no de embalagem, que em seguida serão analisados separadamente. O processo de revestimento do HDF (pintura alquímica), que também é um tipo de pintura apresentou baixo impacto ambiental.

As tintas em pó (*powder coating*) são praticamente livres de solventes e compostas basicamente de resina, no entanto os solventes usados para limpeza dos equipamentos emitem GEE e os demais poluentes para o ar (Figura 33).

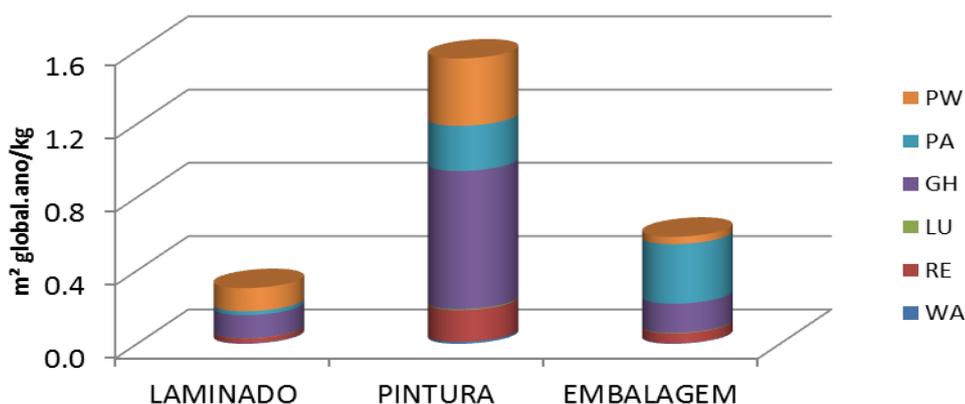


Figura 33. Índice EcoBlok para categoria processos – Modelo 1.

WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

O processo de embalagem (*packaging film, LDPE*) em inglês: *low density polyethylen* (Figura 34) mostrou maior pressão ambiental em emissões para o ar (PA e GH). Essas emissões atmosféricas estão associadas à produção da matéria-prima do LDPE, que como derivado do

petróleo, durante o processo de refino tem os seguintes poluentes associados: amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), ácido sulfídrico (H₂S), metais, óxidos de nitrogênio (NO_x), particulados ácidos, óxidos de enxofre (SO_x), compostos orgânicos voláteis (COVs), além de outros compostos orgânicos tóxicos.

4.2.3. PRODUÇÃO - MODELO 1

A avaliação dos itens da categoria produção (Figura 35) apontou o aço como o maior Índice EcoBlok, seguido da Ureia Formaldeido (UF), transporte e eletricidade respectivamente. O item água (*tap water*), devido à baixa quantidade inserida (apenas o usado na composição da cola por painel) apresentou valores próximos a zero (0,0021).

A análise por indicadores dos itens de produção mostra que o aço (*steel product manufacturing, average metal working*) teve como valor mais alto do PW seguido do GH (Figura 34). A extração do minério de ferro para a produção do aço implica supressão de vegetação e degradação do solo. Além do que, a siderurgia (processo de beneficiamento do aço) é um processo que emite grandes quantidades de CO₂, sendo responsável pelas emissões de GEE e os resultados do GH.

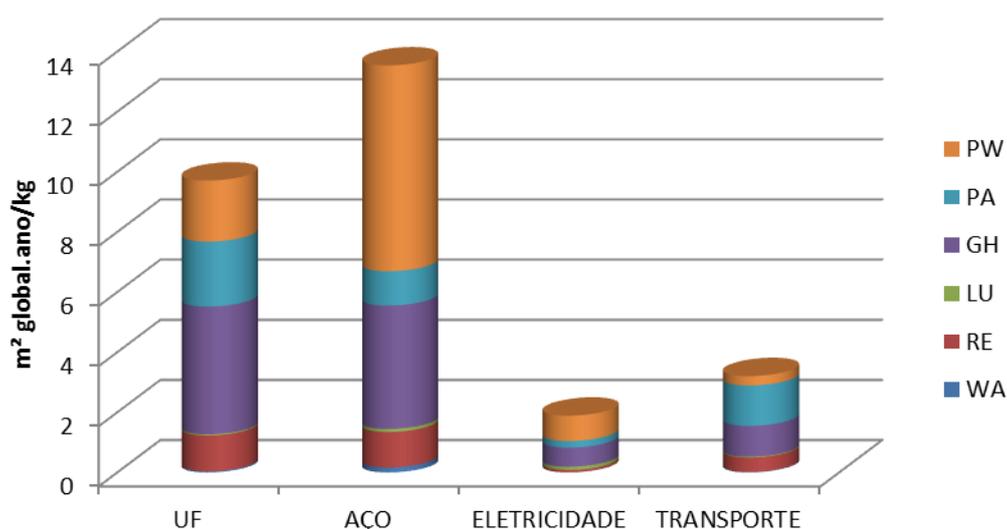


Figura 34. Índice EcoBlok para categoria de produção – Modelo 1. WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

No caso da UF (*urea formaldehyde resin*), os indicadores apontaram o GH e o PA como indicadores de maior pressão ambiental (Figura 35). No caso das divisórias, a UF é usada tanto na composição do adesivo que une as camadas das divisórias como na fabricação de painéis de fibra de madeira. O formaldeído é um composto orgânico volátil (VOC) e sua emissão se dá por causa da presença de formaldeído livre não reagido, bem como à presença de formaldeído formado pela hidrólise das ligações amino-metileno como resultado da temperatura e umidade relativa. A UF é prejudicial à saúde humana e em consequência de seu alto nível de toxicidade é considerado pela International Agency for Research on Cancer (IARC) como agente carcinogênico.

Transporte (*transport, lorry 3.5-16t*) e eletricidade (*electricity, production mix BR*), se comparados com os demais itens de produção das divisórias Modelo 1, apresentaram baixos valores em todos os indicadores.

4.2.4. PRESSÃO AMBIENTAL PARA CADA INSUMO - MODELO 1

Esta análise permite compreender que a HDF, a madeira, o aço e a ureia formaldeído são os materiais que exercem maior pressão ambiental dentro do conjunto analisado. Resumindo as análises anteriores, em relação ao HDF e à ureia formaldeído os resultados mais desfavoráveis estão relacionados com as emissões de GEE. No caso da madeira teve como maior impacto ambiental no uso da terra e o aço as emissões para água e solo (Figura 35).

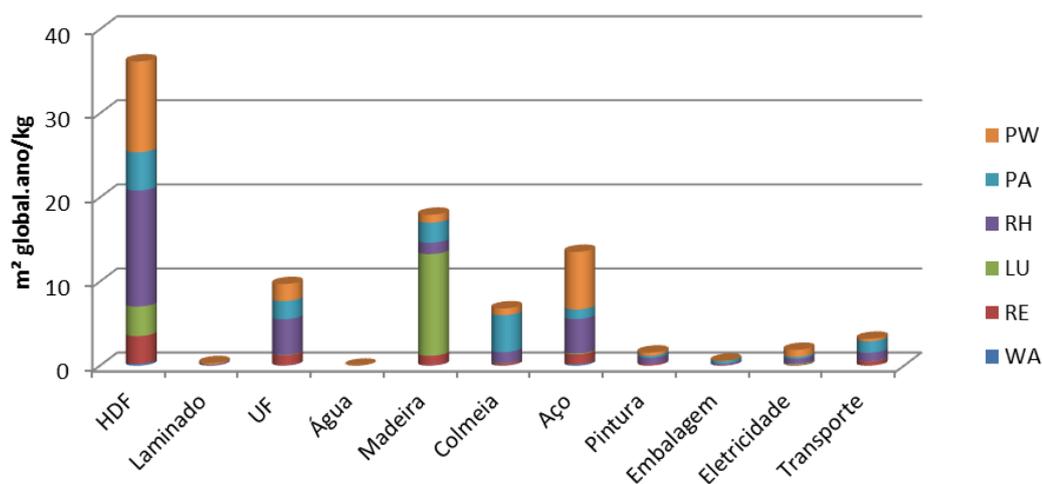


Figura 35. Desempenho ambiental por input – Modelo 1.

WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

4.3. RESULTADOS REFERENTE ÀS DIVISÓRIAS, MODELO 2

A Tabela 25 apresenta os resultados para as pressões acrescentadas e adquiridas na produção da divisória Modelo 2. Os dados dos indicadores EcoBlok estão expressos em valores brutos (antes de serem convertidos para uma unidade comum - m² global.ano) obtidos através da inserção das quantidades de materiais no aplicativo baseada na base de dados do *ecoinvent 2.0*.

Tabela 25. Indicadores EcoBlok de materiais e processos para divisórias, Modelo 2.

Indicadores EcoBlok→	WA (m ³ /ano)	RE (kg/ano)	LU (m ² eq)	GH (kg CO ₂ eq/ano)	PA (kg NO _x eq/ano)	PW kg N eq/ano)
Inputs↓						
MDF	0.100797	16.80282	14.16837	14.93253	3.998887	3.179253
Laminado	0.000682	0.053692	0.002217	0.062843	0.007607	0.021017
Uréia Formaldeído	0.007157	2.391441	0.077559	2.123391	0.771465	0.338146
Água	0.000317	0.000194	2.37E-05	8.75E-05	1.31E-05	3.69E-05
Bordas PE	0.052751	8.8755	0.00237	8.263653	0.081107	0.267605
Lã de rocha	0.039692	7.319646	0.451079	3.837091	4.317816	0.813893
Perfil de alumínio	0.048488	3.849345	0.749307	4.614981	2.34959	1.724516
Pintura epóxi	0.011742	1.73515	0.049842	2.068684	0.437098	0.472772
Embalagem	0.00185	0.398791	0.021019	0.292261	0.399458	0.024451
Eletricidade	0.0012	0.153666	0.215911	0.317216	0.075762	0.140207
Transporte	0.002572	0.96699	0.0552	0.51167	0.459297	0.051909
Total	0.267249	42.54723	15.7929	37.0244	12.8981	7.033806

WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

A Tabela 26 permite relacionar, os valores convertidos em Índice EcoBlok. É possível a comparação dos indicadores, pois todas as unidades são transformadas em m² global, de acordo com o detalhamento do método (Anexo I).

Tabela 26. Índice EcoBlok de materiais e processos para divisórias, Modelo 2.

Indicadores EcoBlok	WA (m2 global)	RE (m2 global)	LU (m2 global)	GH (m2 global)	PA (m2 global)	PW (m2 global)	Total p/ Material
MDF	0.503987	8.401409	7.084186	29.86506	11.23026	19.07552	76.16042
Laminado	0.00341	0.026846	0.001108	0.125686	0.020844	0.126101	0.303996
UF	0.035787	1.195721	0.03878	4.246782	2.163318	2.028875	9.709263
Água	0.001586	9.68E-05	1.19E-05	0.000175	3.57E-05	0.000221	0.002126
Bordas	0.263753	4.43775	0.001185	16.52731	0.02086	1.605627	22.85648
Lã de rocha	0.198458	3.659823	0.225539	7.674183	12.56242	4.88336	29.20378
Perfil Al	0.24244	1.924672	0.374654	9.229962	6.878472	10.3471	28.9973
Pintura	0.05871	0.867575	0.024921	4.137367	1.223555	2.83663	9.14876
Embalagem	0.009251	0.199395	0.01051	0.584522	1.191287	0.146708	2.141674
Eletricidade	0.006001	0.076833	0.107955	0.634432	0.222786	0.841243	1.889251
Transporte	0.01286	0.483495	0.0276	1.02334	1.346307	0.311456	3.205058
Total p/ indicador	1.336245	21.27362	7.89645	74.04881	36.86015	42.20284	183.6181

WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

O método permite a avaliação simultânea dos inputs e dos indicadores. No entanto, os resultados serão apresentados de acordo com as categorias do *ecoinvent 2.0*, da mesma forma que o modelo 1, conforme Tabela 27.

Tabela 27. Definição das categorias para análise dos resultados de divisórias, Modelo 2

Input	Eco-categoria
MDF; Poliestireno	Extração
Laminado PB; Pintura; Perfil de alumínio; Embalagem	Processos
Ureia Formaldeído; Água; Lã de rocha; Eletricidade; Transporte	Produção

A quantidade inserida de cada material altera a performance ambiental dos mesmos, pelo que, algum indicador pode parecer mais nocivo ao ambiente devido ao montante utilizado.

4.3.1. EXTRAÇÃO - MODELO 2

A Figura 36 apresenta os resultados totais e por indicadores para o MDF e bordas de poliestireno (PS) da categoria extração. O MDF (*Medium Density Fibreboard*) resultou em maior pressão nos indicadores GH e PW, isso se deve ao seu processo de fabricação, que, da mesma forma que o HDF, utiliza UF como aglomerante, o que reflete na emissão de GEE. Além disso, o uso

de fibras de madeiras de floresta plantada contribui para a eutrofização e ecotoxicidade, pelo uso de fertilizantes e herbicidas, além da perda de biodiversidade. Apenas o GH se destacou com maior pressão ambiental no item bordas de poliestireno (*polystyrene, general purpose*).

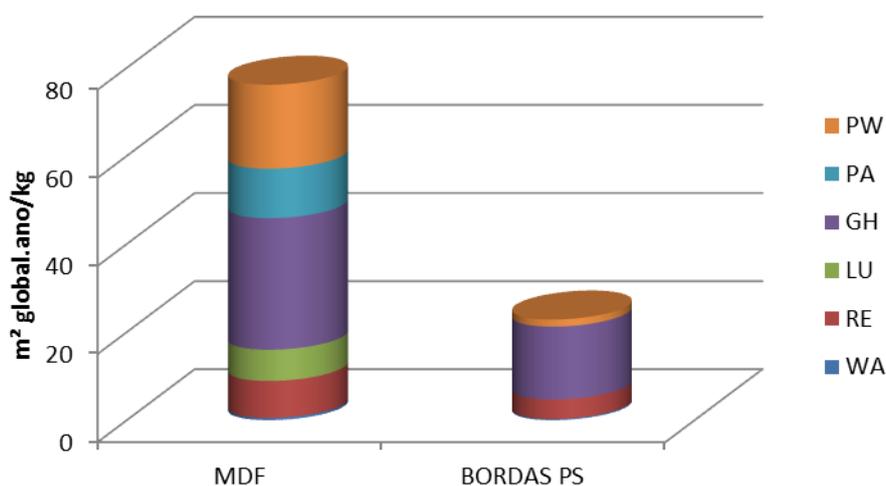


Figura 36. Índice EcoBlok para categoria extração – Modelo 2.
WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

4.3.2. PROCESSOS - MODELO 2

Na avaliação dos inputs categorizados como processos, percebe-se o Índice EcoBlok mais acentuado no item perfil de alumínio (Al), seguido da pintura, embalagem e laminado, respectivamente (Figura 37). Em seguida será apresentado a análise por indicadores de cada item.

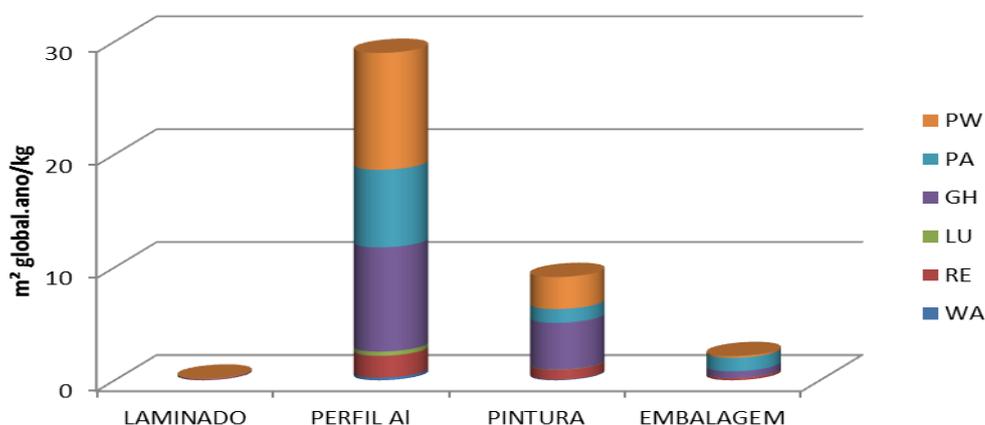


Figura 37. Índice EcoBlok para categoria processos – Modelo 2
WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

O perfil de alumínio (section bar extrusion, aluminium) possui forte pressão ambiental, em toda a cadeia produtiva, desde a exploração da bauxita que leva a supressão da vegetação, altera drasticamente a paisagem e perturba totalmente o ecossistema, o que vem justificar os resultados do PW (Figura 37), até processo produtivo de extrusão que utiliza grande dispêndio de energia, além de emissões para o ar (fluoretos e dióxido de enxofre) e GEE decorrentes da própria exploração do minério e do seu processamento, equivalentes aos indicadores PA e GH.

Apesar de ter a mesma composição usada na divisória Modelo 1, a pintura (*powder coating, aluminium*), mostrou maior pressão ambiental em razão da maior quantidade utilizada, no entanto manteve percentuais semelhantes dos indicadores, ressaltando o GH e PW (Figura 37). O mesmo se pode dizer da embalagem e do laminado, o que vem ratificar, que as quantidades utilizadas têm reflexo no resultado final.

4.3.3. PRODUÇÃO - MODELO 2

A categoria produção para divisória Modelo 2 apresentou o Índice EcoBlok mais elevado no input lã de rocha, seguido da ureia formaldeído (Figura 38). A eletricidade e o transporte apresentaram baixa pressão ambiental.

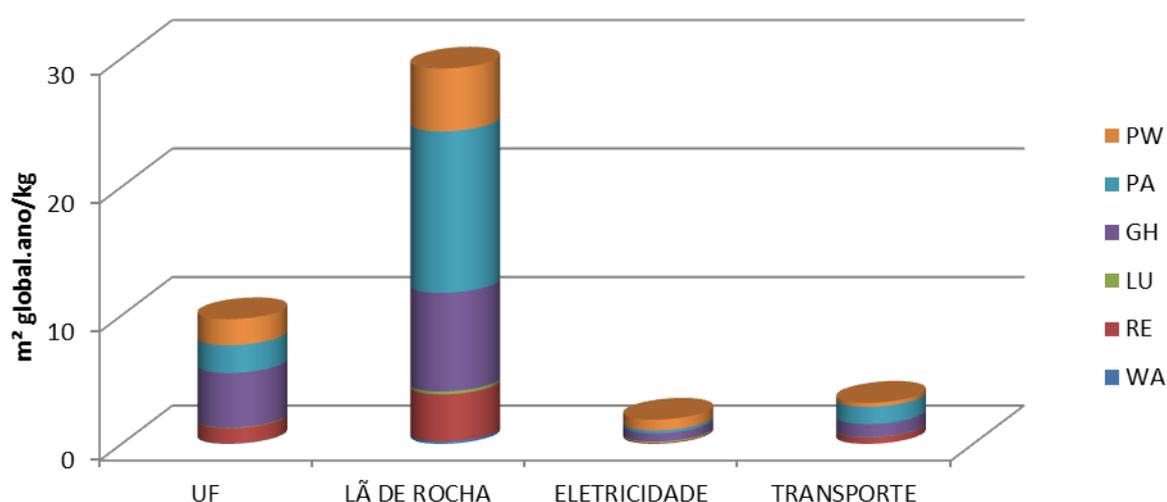


Figura 38. Índice EcoBlok para categoria produção – Modelo 2.
 WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

A ureia formaldeído (*urea formaldehyde resin*) não apresentou variação nos indicadores em relação ao Modelo 1 (Figura 38), da mesma forma, o GH aparece como mais significativo devido a liberação de COVs, não só durante a sua utilização na produção dos painéis e das divisórias, como durante o ciclo de vida do produto.

Em relação à lã de rocha, o PA e o GH foram os indicadores mais elevados (Figura 38), isso se deve ao fato da mesma ser produzida a partir de lã mineral extraída de rochas basálticas e outros minerais, a altas temperaturas, o que implica gasto de energia e gera emissões de CO₂ na sua produção. Quanto ao transporte e a eletricidade, ambos apresentam resultados semelhantes ao Modelo 1, ou seja, baixa influencia nos indicadores de produção.

4.3.4. PRESSÃO AMBIENTAL PARA CADA INSUMO - MODELO 2

Comparando todos os insumos pode-se perceber que no Modelo 2 o MDF, a lã de rocha, o perfil de alumínio e as bordas de poliestireno são os materiais que exercem maior pressão ambiental dentro do conjunto analisado. Resumindo as análises anteriores, em relação ao MDF e às bordas de poliestireno os resultados mais desfavoráveis estão relacionados com as emissões de GEE. No caso da lã de rocha o maior impacto ambiental foi relacionado às emissões para o ar e o perfil de alumínio às emissões para água e solo (Figura 39).

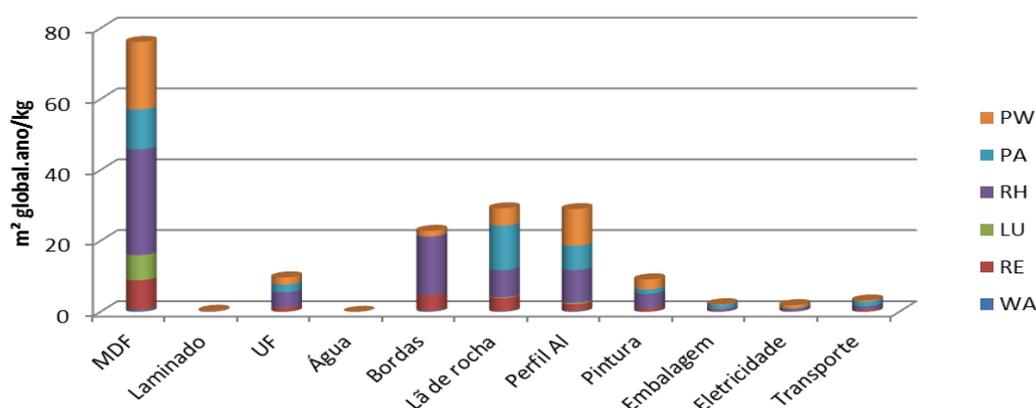


Figura 39. Desempenho ambiental por input – Modelo 2.

WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

4.4. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS DIVISÓRIAS MODELO 1 E O MODELO 2

A pegada global comparativa dos painéis divisórios Modelo 1 e do Modelo 2 é mostrado na Figura 39. Entre todos os indicadores ambientais do Índice EcoBlok, o maior valor foi encontrado no indicador GH (emissões de gases efeito estufa), em ambos os modelos, sendo que o Modelo 2 apresentou valores mais acentuados deste indicador.

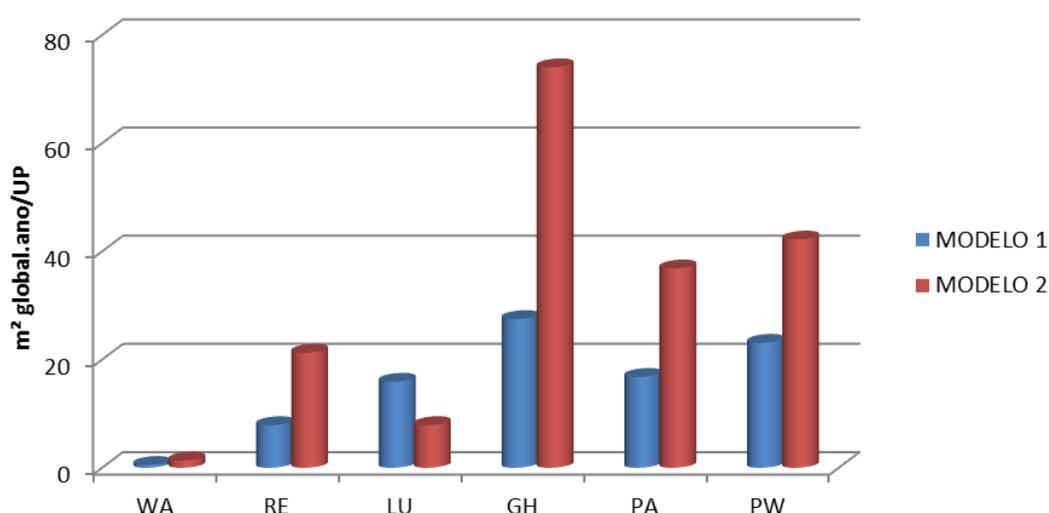


Figura 40. Comparação entre os dois modelos de divisórias
WA – extração da água, RE – extração de recursos, LU – uso do solo, GH – gás efeito estufa, PA – emissões para ao ar, PW – emissões para a água e para o solo.

O índice EcoBok, ou a pressão ambiental do Modelo 1 e do Modelo 2 correspondem respectivamente a 91,73 e 183,62 m² globais/UP (unidade produzida) ou 0,009 e 0,018 ha globais/UP. Isto significa que para a empresa fabricar uma unidade de ambos os modelos são necessários cerca de 275,35 m² de solo produtivo por ano para recuperar os danos ambientais gerados. Em termos comparativos a divisória Modelo 2 tem um desempenho 50% inferior ao Modelo 1 (Figura 40).

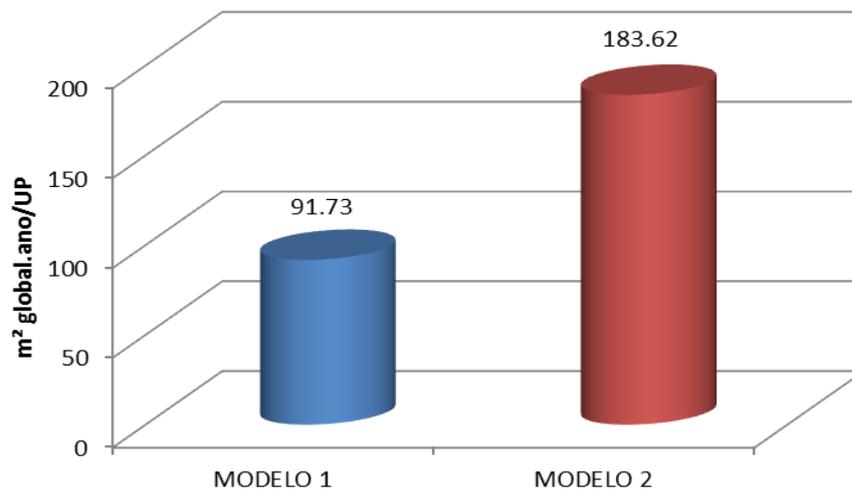


Figura 40. Pegada EcoBlok – Modelo 1 e Modelo 2
UP- Unidade produzida

4.5. PRESSÃO AMBIENTAL DA EMPRESA

De forma geral, a empresa estudada pode melhorar o seu desempenho ambiental, uma vez que utiliza materiais que podem ser reciclados, como é o caso dos metais (aço e alumínio). Isso se torna possível como a adoção de uma política de destinação final do produto (fim de vida), de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Sabe-se, que a empresa já utiliza boas práticas ambientais, como: a destinação do cavaco proveniente do corte de madeira e dos painéis de madeira (cama de cavalo e valoração energética em olarias); utiliza matéria-prima certificada; reutiliza a água de produção, otimiza o uso de materiais em razão da tecnologia CNC do seu centro de usinagem.

De acordo com dados do ano de 2015, a empresa utilizou 342.982 chapas de HDF e produziu 171.491 painéis do Modelo 1 no período de 06 de janeiro a 23 de dezembro de 2014(não foram disponibilizados dados de produção anual para o Modelo 2). Utilizando-se os mesmos inputs do Modelo 1, no referente ano, o Índice EcoBlok, que reflete a pressão ambiental, foi de 15.706.021 m² ou 1570,6 ha globais/UP (unidade produzida).

A seguir apresentam-se os Índices Ecoblock por input da divisória Modelo 1, para as unidades produzidas no ano. O resultado demonstra que o HDF é o material com maior pressão ambiental, seguida da madeira e dos perfis (Figura 41).

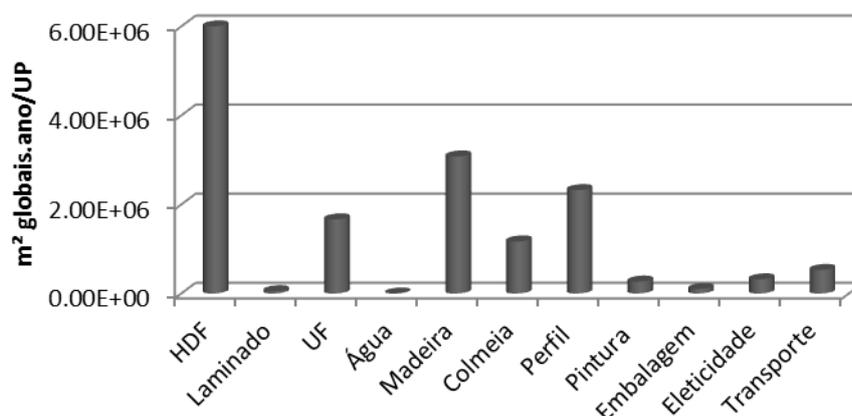


Figura 41. Pressões ambientais anual para a produção do Modelo 1

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Na ACV comparativa das divisórias Modelo 1 e Modelo 2, pode-se concluir que, ambas apresentaram pressões ambientais, tanto na extração de materiais, como no processamento dos mesmos. Isso foi demonstrado pelo resultado das emissões GEE, seguido das emissões para água e para o solo (PW) e das emissões para o ar (PA), que tiveram valores elevados nos dois modelos, com maior ênfase para o Modelo 2.

A intensidade de uso do solo (LU) se destacou no Modelo 1 em relação ao Modelo 2, devido ao fato da madeira e derivados serem usados naquele em maior quantidade.

O Modelo 2 apresentou um índice EcoBlok 50% maior que o Modelo 1, a soma dos índices Ecoblok que demonstra a pegada ambiental da soma das duas divisórias é de 275,35 m² globais. ano/UP (unidade produzida). Isto significa que são necessários cerca de 275,35 m² de solo produtivo por ano para recuperar os danos ambientais gerados pela produção de uma unidade de cada divisória.

Sugere-se a inclusão do critério da reciclabilidade e reuso dos materiais, aprimoramento no design e processo produtivo visando melhorar o desempenho ambiental das divisórias e torna-las mais competitivas no mercado, pois há uma busca cada vez maior por produtos ecoeficientes. Além disso, a adoção de uma política de gestão de resíduos de acordo com a PNRS, visando o fim de vida, seria eficaz para minimizar as pressões ambientais do produto.

Com o método EcoBlok, conseguiu-se comparar de forma simplificada e padronizada os fluxos principais do ciclo de vida dos produtos estudados.

A ACV contribuiu para apontar os maiores pontos de pressão ambiental do produto divisória modular, como emissões GH, PA e PW. Esses resultados podem ser estendidos para outros produtos de mobiliário que utilizem materiais e processos semelhantes.

A empresa fabricante das divisórias analisadas pode ter seu desempenho ambiental melhorado, tratando da disposição final do produto ao final do ciclo de vida de acordo com a PNRS.

Sugere-se também, que os materiais recicláveis (aço, alumínio, embalagens, entre outros) sejam recolhidos após o uso, com a adoção de uma política de logística reversa dos produtos para que por meio da recolha dos materiais, seja dada a destinação adequada a cada material.

Todas conclusões verificadas por meio da ACV de divisórias podem ser tomadas como recomendações para a escolha dos materiais e processos para compras públicas sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASKHAM, C., HANSSEN, O.J., GADE, A.L. et al. *Int J Life Cycle Assess* (2012) 17: 666. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0406-y>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 10004. *Resíduos sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 14001. *Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso*. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 14020. *Rótulos e declarações ambientais - Princípios gerais*. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 14024. *Rótulos e declarações ambientais - Rotulagem ambiental do tipo I - Princípios e procedimentos*. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 14040. *Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura*. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 14044. *Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações*. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR ISO 14045. *Gestão ambiental — Avaliação da ecoeficiência de sistemas de produto — Princípios, requisitos e orientações*.

ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL DE PORTUGAL. *Manual Prático de Ecodesign*. Lisboa, 2013.

BACCI, D.L.C.; LANDIM, P.M.B.; ESTON, S.M. *Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana*. *Revista Escola de Minas*. Ouro Preto, vol. 59 nº 1, jan. mar. 2006. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672006000100007&script=sci_arttext. Acesso em: 18/11/2015

BALDO, G. L. et al. *The carbon footprint measurement toolkit for the EU Ecolabel*. The International Journal of Life Cycle Assessment, v. 14, n. 7, p. 591-596, 2009.

BESCH, K. *Product Service Systems for Office Furniture - Barriers and Opportunities on the European Market*. Journal of Cleaner Production. Lund, Suécia, 2005.

BETIOL, L. S. *Responsabilidade Civil e Proteção ao Meio Ambiente*. Editora Saraiva. São Paulo, 2010.

BIRKELAND J. *Design for sustainability: A source of integrated ecological solutions*. USA: Earthcan Publications Ltd. 2004.

CAMPOLINA J. M., SIGRIST C. S. L., MORIS V. A. S. *Uma revisão de literatura sobre softwares utilizados em estudos de Avaliação do Ciclo de Vida*. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental e- ISSN 2236 1170 - V. 19, n. 2, mai-ago. 2015, p. 735-750. DOI: 105902/2236117015494. UFSM Santa Maria, 2015.

CAVICHIOLO, S. R. *Perdas de solo e nutrientes por erosão hídrica em diferentes métodos de preparo do solo em plantio de Pinus taeda*. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2005.

CURRAN, M. *Environmental Life-Cycle Assessment*. McGraw-Hill. Nova York, 1996.

DEL BORGHI A. *LCA and communication: Environmental Product Declaration*. Int J Life Cycle Assess. Genoa, 2013.

DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS – DEPC. *Indústria de Móveis*. Bradesco. Jun, 2017

EPEA Brasil. *Conceito “do berço ao berço”*: um novo paradigma para a indústria. Disponível em: http://www.epeabrasil.com/?page_id=23. Acesso em: Abr/2015.

FENKER, E. *Sustentabilidade Ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida do Produto*. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/sustentamb_ciclovida.pdf. Acesso em: 25/05/2013.

FERREIRA, J. *Análise do Ciclo de Vida de Produtos*. Instituto Politécnico de Viseu. Viseu, 2004.

GARCIA, R. P., FREIRE, F. M. C. *Avaliação de Ciclo de Vida de Painéis de Madeira: a influência do mix de matérias-primas e do final de vida*. In: encontro Nacional do Colégio de Engenharia Mecânica, 6., 2012, Coimbra, 2012.

GUÉRON A. L. *Rotulagem e Certificação Ambiental: uma Base para Subsidiar a Análise da Certificação Florestal no Brasil*. 2003. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.

GUINÉE J. B. et al. Handbook on. *Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards*. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS. Dordrecht, 2002.

HORA A. B., MELO L. *Panoramas Setoriais - Mudanças climáticas: Papel e Celulose*. BNDES. Rio de Janeiro, 2016.

HYDRO. *Aluminium: Environment and Society*, 2012. Disponível em: https://www.hydro.com/globalassets/1-english/about-aluminium/files/aluminium_environment-and-society.pdf . Acesso em: 11/3/2016

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *O futuro que queremos*. São José dos Campos, 2012.

JØRGENSEN R. B. *Introduction of a method for presenting health-based impacts of the emission from products, based on emission*

measurements of materials used in manufacturing of the products.
Environmental Impact Assessment Review. Elsevier Inc. Philadelphia. 2013.

KEIL, M. M.L. *Avaliação do Ciclo de Vida (Acv) do Mobiliário de Madeira e Derivados de Madeira Produzido na Região do Planalto Norte.* UFPR. Curitiba, 2012.

KOPEZINSKI, I. *Mineração X meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores.* Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000.

KOPPMANN, R. (Ed.). *Volatile organic compounds in the atmosphere.* John Wiley & Sons, 2008.

KURK, F., MCNAMARA, C. *Better by Design. An Innovation Guide: Using Natural Design Solutions,* Minnesota Pollution Control Agency, 2006.

LANLY, J. P. *Deforestation and Forest Degradation Factors.* XII World Forestry Congress, Québec, 2003.

LEMOS, H.; BARROS, R. L. P. *Ciclo de Vida dos Produtos, Certificação e Rotulagem Ambiental nas PMEs.* PNUMA. Rio de Janeiro, 2006.

MACEDO, L., SOBRAL N., MELO J.J. *Guia Ecoblok.* Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa, 2005.

MATOS B. I. L. *Avaliação do desempenho ambiental da produção de mobiliário em Portugal.* FTC – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2012.

MECHI, A.; SANCHES, D. L.. *Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo.* Estud. av., São Paulo , v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MEDEIROS, D. D. et al. *Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua.* Produção. v. 17, n. 1, p. 109-128, Jan./Abril. 2007.

MEDINA H. V., *A Análise de Ciclo de Vida Aplicada a Pesquisa e Desenvolvimento de Ecomateriais no Brasil.* Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, 2005.

MELO, J.J.; GALVÃO, A.; FLÔXO, M.J. *EcoBlok - a label to transfer standard environmental information along the product chain*. ISDRC 2012 - 18th Annual International Sustainable Development Research Conference: People progress and environmental protection. Hull, UK, 2012.

MOURARD, A. L. et al. *Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e aplicações*. CTEA, CEMPRE. Campinas, 2002.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *CADERNO NAE - Mudança do Clima, Volume I - Negociações internacionais, vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima*. Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica. Brasília. 2005.

PEREIRA, A. F., CARVALHO, L. S. C., PINTO, A. C. O. *Resíduo de madeira: limites e possibilidades de seu uso como matéria-prima alternativa*. 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo, 2010.

PHILIPPI Jr, A. P.; ROMÉRIO, M. de A.; BRUNA, G. C. *Curso de Gestão Ambiental*. 1ª. ed. São Paulo: Manole Ltda, 2004.

PIZZI, A., MITTAL, K. L. *Handbook of Adhesive Technology (2nd ed.)*. Marcel Dekker. New York, 2003.

SÁNCHEZ, N., GARCÍA, N., IRUSTA, R e MORAL, A. *Comparative LCA between traditional and new constructive elements used as partition walls*. Valladolid, 2009 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266080181>. Acesso em: 25/05/2016.

SCHENCK, R. *The outlook and opportunity for Type III environmental product declarations in the United States of America*. Institute for Environmental Research and Education: A Policy White Paper, 2009.

SCHNEIDER, B. *Design – uma introdução: O design no contexto social, cultural e econômico*. São Paulo: Blücher, 2010

SILVA, D. A. L. *Avaliação de ciclo de vida do painel de madeira MDF no Brasil*. EESC;USP. São Carlos, 2012.

SILVA, D. A. L. et al. *Avaliação do Ciclo de Vida de Roupeiro Composto por Material Aglomerado (MDP)*. USP. São Paulo, 2013. UNITED NATIONS CONFERENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *The History of Sustainable Development in the United Nations*. 2009. Disponível em: <http://www.uncsd2012.org/history.html>. (Acesso em: Abr/2014)

STEFFEN, W. L. et al. *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure.*: IGBP Secretariat. Stockholm, 2004. Disponível em: http://www.igbp.net/download/18.1b8ae20512db692f2a680007761/IGBP_ExecSummary_eng.pdf. Acesso em: 30/12/2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. Annual Report 2015. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8607/-UNEP%202013%20Annual%20Report-2014UNEP%20AR%202013-LR.pdf?sequence=8&isAllowed=y> (Acesso em: Out/2015)

UNITED STATES AGENCY INTERNATIONAL DEVELOPMENT. *Formaldehyde Emission Standards for Composite Wood Products*. Washington: U.S. Government Printing Office, 2013. Disponível em: <https://www.epa.gov/formaldehyde/formaldehyde-emission-standards-composite-wood-products#Formaldehyderegs> (Acesso em: Abr/2015).

VENETOULIS J., TALBERTH J. *Ecological Footprint of Nations 2005 Update*. Redefining Progress. Oakland, CA, 2005.

VIANA V. M. *História do FCS e perspectivas para a certificação florestal no Brasil* - In: Cadernos da Reserva da biosfera da Mata Atlântica: Série Políticas Públicas. Caderno 23. Organizadora: Luciana Lopes Simões. São Paulo. 2003.

VIEGAS A., FERREIRA J. V., DOMINGOS I. *O Contributo da Certificação Ambiental para o Aumento da Produtividade. Aplicação à Indústria do Mobiliário*. ESTV/Instituto Politécnico de Viseu. Viseu, 2005.

VILELA A. J., DEMAJOROVIC, J. *Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: desafios e perspectivas para as organizações*. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2006.

WASTE STUDIO F. *Design for Disassembly*. Disponível em:
<http://studiof-waste.weebly.com/design-for-disassembly.html>. (Acesso em:
Mar/2015).

ANEXO I - MÉTODO ECOBLOK

EcoBlok é um método desenvolvido pelo Centro de Investigação em Ambiente e Sustentabilidade – CENSE da Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT da Universidade Nova de Lisboa -UNL , que tem como objetivo transferir informações ambientais padronizadas de produtos, processos e organizações, pela adoção de seis indicadores de desempenho ambiental.

O EcoBlok foi baseado nas regras gerais de ACV, conforme estabelecido na norma ISO 14040, os indicadores são expressos de forma quantitativa em unidades físicas comuns.

O pequeno número de indicadores independentes justifica-se para evitar a dupla contagem de efeitos ambientais e melhorar a facilidade de utilização, ao mesmo tempo em que abrange a maior amplitude possível de questões ambientais (Tabela 1)

Tabela 1. Indicadores EcoBlock

Indicadores	Critérios	Unidade organizações	Unidade produto(up)
WA – Extração de água	Intensidade do uso da água	m ³ eq/ano	l eq/ up
RE – Extração de recursos	Duração dos estoques e taxa de extração	t eq/ano.	kg eq/ up
LU- Uso do solo	Área ocupada ou utilizada da terra	ha eq	m ₂ eq.ano/up
GH – Gás efeito estufa	Potencial aquecimento global	tCO ₂ eq/ano	kg CO ₂ eq/ up
PA – Emissões para o ar	Emissão de poluentes para o ar	t NO _x eq/ anp	kg NO _x eq/up
PW – Emissões para o solo e água	Emissão de poluentes para o solo e para recursos hídricos	t N total/ ano	kg N total/ano

Fonte: adaptado de Melo, 2017

Cada indicador chave é calculado a partir de uma ou mais variáveis, ponderadas por fatores de equivalência (feq) que transmitem o significado ambiental da variável. Os indicadores são calculados conforme a Equação 1.

$$I = \sum Q_j \cdot feq_j \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

I = indicador Ecoblok expresso em unidades equivalentes;

Q_j = quantidade mensurável da variável j para este indicador;

feq_j = factor de equivalência da variável j para este indicador

Os indicadores EcoBlok são apresentados a seguir:

1. Captura de água (WA)

Os recursos hídricos estão sujeitos a fortes pressões devido a grandes mudanças populacionais e à crescente demanda.

O indicador mais utilizado para os recursos hídricos na maioria dos estudos de ACV, a simples entrada de água, não é suficiente para avaliar os recursos hídricos de uma perspectiva de sustentabilidade (Owens, 2001).

O indicador de chave de abstração de água EcoBlok (WA) integra:

- Fator de quantidade: quantidade de água extraída de uma fonte natural;
- Fator de equivalência: com base na intensidade de exploração do recurso.

O EcoBlok define um índice de sustentabilidade da água relacionando água extraída com um nível sustentável de abstração (Equação 2). Uma proporção superior a 1 significa que a captação de água está acima do limiar de sustentabilidade (Tabela 2). Uma abordagem semelhante é utilizada em outros estudos, e no método Swiss Ecological Scarcity 2006 (Frischknecht et al., 2008) que aplica fatores diferenciados espacialmente para o uso de água doce, atribuindo pesos maiores a regiões de estresse hídrico elevado.

Tabela 2. Fator de caracterização para abstração de água

Intensidade de Captação (f_{wa})	Resultado do Quociente	Estado do recurso
$\frac{\text{Volume Abstraído}}{\text{Volume Sustentável para abstração}}$	>1	Abstração acima do sustentável
	≤1	Abstração sustentável

$$\text{Abstração de água} = \sum Q_{WA} * f_{WA} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Q_{WA} = quantidade de água de fonte natural

f_{qWA} = intensidade do uso do recurso

De acordo com a OCDE (2003), um índice de exploração de água superior a 10% pode indicar uma prática ambientalmente insustentável (dependendo do ecossistema e do tipo de uso humano); assim, qualquer exploração acima desse nível é penalizada.

2. Extração de recursos (RE)

A escassez de recursos naturais representa uma restrição de desenvolvimento tanto para o presente como para as gerações futuras. Portanto, uma avaliação do desempenho ambiental deve incluir uma medida de disponibilidade de recursos (ou depleção).

O indicador de chave de extração de recursos (RE) EcoBlok integra:

- Fator de quantidade: quantidade de material removido do local de extração primária;
- Fator de equivalência: com base na duração do estoque.

"Renováveis" e "não renováveis" não são antônimos, mas sim expressões que representam dois extremos de um *continuum*. Muitos recursos biológicos estão sendo explorados além dos limites da renovabilidade (por exemplo, pesca, florestas primárias); e alguns recursos minerais são tão abundantes e

onipresentes que a renovabilidade é irrelevante. EcoBlok não distingue entre a extração biológica e mineral *per se*, porque ambos representam a apropriação de recursos naturais para uso humano.

Ao olhar para a escolha de materiais, a disponibilidade em longo prazo é a questão-chave; portanto, EcoBlok usa a duração do estoque para comparar os recursos primários, um conceito que leva em consideração a renovabilidade e a abundância. Os recursos escassos são penalizados, enquanto os recursos abundantes ou facilmente renovados são preferidos.

A Equação 3 relaciona a duração do estoque, estoque disponível e taxas de extração e renovação.

$$\text{Extração de Recursos} = \sum Q_{RE} * feq_{RE} \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

Q_{RE} = quantidade de material extraído

feq_{RE} = tempo disponível do estoque e sua renovabilidade

Para qualquer recurso, a duração do estoque depende do mercado atual, da tecnologia, da taxa de extração, da formação de novos recursos, do preço e da demanda e deve ser prognosticada por três a cinco anos para diminuir as flutuações anuais. O estoque existente é aqui entendido como a quantidade de recursos que podem estar sujeitos a exploração legal, economicamente viável e ambientalmente aceitável. Os materiais reutilizados e reciclados têm um fator de equivalência igual a zero para evitar a dupla contagem.

3. Uso do solo (LU)

O solo não é consumido por atividades econômicas, mas pode ser degradado, pois sua apropriação para um uso pode não permitir outros usos presentes ou futuros (Getimis et al., 2000). Os problemas resultantes do uso inadequado do solo incluem a eliminação da biodiversidade, a desregulamentação do ciclo da água, a poluição ou erosão do solo, a desertificação e a degradação de paisagens, patrimônio cultural ou valores sociais (Van der Voet, 2001).

O indicador de chave EcoBlok uso da solo (LU) integra:

- Fator de quantidade: área ocupada por uma determinada atividade durante um período de tempo;
- Fator de equivalência: relacionado à intensidade do uso da terra, contabilização de serviços ambientais, valores ecológicos e sociais.

Os fatores de conversão estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Fator de conversão de uso do solo

Uso do solo	Valor de f_{LU}
Solo que provê serviços ecológicos ou sociais	0,1 – 1
Agricultura sustentável	1
Uso insustentável do solo (degradação)	1 – 4
Solo destruído (por má qualidade original)	4
Solo recentemente destruído	4 – 10

A Equação 4 demonstra o cálculo de uso do solo.

$$Uso\ do\ Solo = \sum A * feq_{LU} \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

A = área ocupada do solo

feq_{LU} = intensidade de uso do solo

4. Emissões de gases de efeito estufa (GH)

As emissões de gases com efeito de estufa (GEE) merecem um indicador chave por si só por duas razões: a mudança climática é uma das principais preocupações ambientais do nosso dia; e os GEE são únicos porque, ao contrário de outros indicadores, são relevantes a nível global e não regional.

O indicador-chave de emissões de gases de efeito estufa (GH) EcoBlok integra:

- Fator de quantidade: quantidade de gases de efeito estufa emitida (CO₂ equivalente);
- Fator de equivalência: com base no potencial de aquecimento global.

Para os GEE, foi adotado o conjunto de gases e métodos de agregação do Painel Intergovernamental para Alterações Climáticas IPCC (2001) seguindo o Protocolo de Quioto. Os fatores de equivalência baseiam-se no potencial de aquecimento global de cada gás por um período de cem anos. A informação para a maioria dos países está disponível nos inventários nacionais de GEE.

A Equação 5 demonstra para o cálculo do emissões de gases efeito estufa.

$$GH = \sum m_i * f_{GHi} \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

m_i = massa do gás efeito estufa

f_{GHi} = potencial de aquecimento global

5. Emissões de contaminação para o ar, água e terra (PA, PW)

A EcoBlok compreende três indicadores-chave relacionados com as emissões, que denotaram emissões perigosas para o ar, a água e a terra.

Os indicadores-chave EcoBlok de emissões de poluentes para o ar (PA), emissões poluentes para a água mais emissões poluentes para a terra (PW) integram:

- Fator de quantidade: quantidade de substância perigosa emitida, respectivamente, no ar, na água e na terra;
- Fator de equivalência: com base em periculosidade relativa de cada substância.

A periculosidade pode ser definida de várias formas: efeitos globais (por exemplo, depleção de ozono estratosférico), toxicidade humana aguda ou crônica (incluindo agentes cancerígenos e disruptores endócrinos), ecotoxicidade (que varia de acordo com o organismo e ecossistema), geração de poluição secundária (por exemplo, precursores de eutrofização ou de ozônio

troposférico), entre outros. Observe que o indicador da chave PA não inclui substâncias já consideradas no indicador da chave GH.

Estamos conscientes de que considerando uma abordagem baseada em efeitos (toxicidade e outros) teoricamente seria melhor definir fatores de equivalência. Infelizmente, os resultados diferem muito quando diferentes critérios de nocividade são considerados e a informação compatível é insuficiente para muitos poluentes.

O EcoBlok estabeleceu o PRTR, o Protocolo sobre Registros de Liberação e Transferência de Poluentes (UNECE, 2003), como a lista de poluentes e a fonte para a definição de fatores de equivalência, pois para este conjunto de poluentes mencionados acima é o que melhor se adapta. Com base nos limiares de notificação nos PRTR, os fatores de equivalência são definidos para todos os poluentes (excluindo GHG), dividindo um limiar de referência pelo limiar de cada poluente (Equação 6). Os fatores de equivalência refletem a periculosidade relativa de cada poluente: maior feq representa maior risco relativo.

$$feq_{ij} = \frac{RTREF_i}{RT_{ij}} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

feq_{ij} = fator de equivalência para poluente j, indicador chave i (i = PA, PW)

RTREF_i = limite de relatório para o poluente de referência para o indicador-chave i

RT_{ij} = limite de relatório para poluentes j, indicador-chave i

Índice EcoBlok

Embora seja essencial distinguir os seis indicadores-chave, porque eles representam diferentes tipos de consequências ambientais, um índice agregado é útil para alguns propósitos, por exemplo, informação do consumidor ou controle do desempenho ambiental dos fornecedores. Portanto, a pesquisa se estendeu para a construção de um índice EcoBlok agregado (Equação 7) .

Para derivar o Índice, os seis indicadores-chave são convertidos para a mesma unidade convencional: uma "área global", inspirada no conceito de Pegada Ecológica (Ewing et al., 2008).

Deve-se notar que a agregação em um índice pode sofrer uma margem de erro maior do que a agregação de várias variáveis em cada indicador-chave. Isso acontece porque (i) os critérios, embora objetivos, são menos suportados pelo conhecimento científico atual e (ii) os indicadores de pressão não são projetados para avaliar os efeitos cumulativos com relações complexas. Sempre que usar o índice EcoBlok, a análise de sensibilidade apropriada deve ser realizada (Tabela 4).

$$EBIX = \sum KI_i * f_{conv_i} \text{ (Equação 7)}$$

Onde:

EBIX = índice agregado

Kli = valor do indicador i

Fcovi = fator de conversão para o indicador i

Tabela 4. Fatores de conversão para agregação dos índices EcoBlok

KI	Fator de Conversão	Critério de conversão
WA	5	A terra disponível para produção biológica e mineral serve as três funções ao mesmo tempo
RE	0,5	
LU	0,5	
GH	2	Média mundial da captura de carbono (Pegada Ecológica)
PA	3	Área global necessária para absorver poluição, além da capacidade normal do ecossistema
PW	6	

ANEXO II – CALCULADORA EcoBLOK NA BASE DE DADOS ECOINVENT 2.0

Modelo 1.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the EcoBlok calculator overlaid. The calculator window has a title bar 'EcoBlok calculator (ecoinvent database)'. Inside, there is a prompt: 'Choose type of analyses & click here to create a workfile'. Below this prompt is a table with the following columns: ID, Confirm your ecoinvent ID, Amount, Unit, ID, Ecoinvent name, Amount, and Unit. The table contains several rows of data, with the last row highlighted in blue:

ID	Confirm your ecoinvent ID	Amount	Unit	ID	Ecoinvent name	Amount	Unit
2445					fibreboard hard, at plantLOCATION:RER	0.012	m3
10844					laminating, foil, with acrylic binderLOCATION:RER	5.064	m2
1678					urea formaldehyde resin, at plantLOCATION:RER	0.75	kg
2288					tap water, at userLOCATION:RER	0.28	kg
2511					sawn timber, softwood, raw, kiln dried, u=20%, at plantLO	0.01	m3
1686					corrugated board base paper, wellenstoff, at plantLOCATI	0.8	kg
8310					steel product manufacturing, average metal workingLOCAT	1.15	kg
1167					powder coating, steelLOCATION:RER	0.083	kg
1854					packaging film, LDPE, at plantLOCATION:RER	0.03	kg
6688					electricity, production mix BRLOCATION:BR	1.75	kWh
1941					transport, lorry 3.5-16t, fleet averageLOCATION:RER	2	ton

Below the table are three buttons: 'Add >>', '<< Remove', and 'Clear'. The background Excel spreadsheet shows a table with columns: #, DS ID, Name (en), Name (de), Unit, Locat, Infr, Category, and SubCategory. The first few rows are visible, showing data for passenger cars and transport systems.

Modelo 2

Arquivo | Página Inicial | Inserir | Layout da Página | Fórmulas | Dados | Revisão | Exibição

Calibri 11 | Geral | Formatação Condicional | Formatar como Tabela | Estilos de Célula | Inserir | Excluir | Formatar | AutoSoma | Preencher | Limpar | Classificar e Filtrar | Localizar e Selecionar

#	DS ID	Name (en)	Name (de)	Unit	Local	Infr	Category	SubCategory
4081	4080	11775	passenger car, electric, LiMn2O4, city car, at plant	unit	RER	1	transport systems	road
4082	4081	11776	operation, passenger car, electric, LiMn2O4, city car, certified electricity	km	CH	0	transport systems	road
4083	4082	11777	transport					road
4084	4083	11778	maintenanc					road
4085	4084	11779	disposal					road
4086	4085	11780	passeng					road
4087	4086	11781	operation					road
4088	4087	11782	transport					road
4089	4088	11783	maintenanc					road
4090	4089	11784	disposal					road
4091	4090	11785	separato					road
4092	4091	11786	single ce					road
4093	4092	11787	concent					road
4094	4093	11788	electric r					road
4095	4094	11789	operation					road
4096	4095	11790	transport					road
4097	4096	11791	polystyre					road
4098	4097	11792	polystyre					road
4099	4098	11793	polystyre					road
4100	4099	11795	ethanol					road
4101	4100	11796	ethanol					road
4102	4101	11797	petrol, 85					road
4103	4102	11798	liquefied					road
4104	4103	11799	ethanol					road
4105	4104	11800	electricity, wood, at usinery	kg	SE	0	biomass	fuels
4106	4105	11803	Cathode, lithium-ion battery, lithium manganese oxide, at plant	kg	CN	0	electronics	component
4107	4106	11804	Anode, lithium-ion battery, graphite, at plant	kg	CN	0	electronics	component
4108	4107	11805	disposal, spoil from lignite mining, in surface landfill	kg	GLD	0	waste management	others
4109	4108	11806	disposal, tailings from hard coal milling, in impoundment	kg	GLD	0	waste management	others
4110	4109	11807	disposal, spoil from coal mining, in surface landfill	kg	GLD	0	waste management	others
4111	4110	11808	methyl methacrylate, at plant	kg	RER	0	plastics	monomers
4112		6946	iron-nickel-chromium alloy, at plant	kg	RER	0	metals	extraction
4113		11809	Chrome plating (IDEMAT&ecoinvent)	m2	RER	0	metals	extraction
4114		11810	building, telheiro	m2	RER	1	construction processes	buildings

EcoBlok calculator (ecoinvent database)

ID	Confirm your ecoinvent ID	Amount	Unit	ID	Ecoinvent name	Amount	Unit
				2479	medium density fibreboard, at plant	0.03	m3
				10844	laminating, foil, with acrylic binder	5.064	m2
				1678	urea formaldehyde resin, at plant	0.75	kg
				2288	tap water, at user	0.28	kg
				1836	polystyrene, general purpose, GPPS, at plant	2.4	kg
				1000	rock wool, at plant	3.57	kg
				1169	section bar extrusion, aluminium	4.52	kg
				1166	powder coating, aluminium sheet	0.55	kg
				1854	packaging film, LDPE, at plant	0.11	kg
				6688	electricity, production mix BR	1.75	kWh
				1941	transport, lorry 3.5-16t, fleet average	2	tkm

Choose type of analyses & click here to create a workfile

Add >> << Remove Clear

unitProcesses | multiOutputProcesses | elementaryFlows | impactCategories | LocationCodes | BaseDataIndicator | BaseDataIndex

