

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

TESE

**PARÂMETROS TÉCNICOS E LEGAIS SOBRE A
UTILIZAÇÃO DE FORMALDEÍDO NOS PAINÉIS DE
MADEIRA E SEU IMPACTO NA LOGÍSTICA PÓS-USO**

José Carlos Cardozo

2023



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**PARÂMETROS TÉCNICOS E LEGAIS SOBRE A UTILIZAÇÃO DE
FORMALDEÍDO NOS PAINÉIS DE MADEIRA E SEU
IMPACTO NA LOGÍSTICA PÓS-USO**

JOSÉ CARLOS CARDozo

*Sob a Orientação do Professor
Alexandre Monteiro de Carvalho*

*e Coorientação dos Professores
Fenando José Borges Gomes
Larisso Aparecida Ribas Batalha*

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Doutor em
Ciências Ambientais e Florestais**, no
Curso de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais e Florestais, Área de
Concentração em Conservação da
Natureza

Seropédica, RJ
Abril de 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

c268p Cardozo, José Carlos, 1949-
Parâmetros técnicos e legais sobre a utilização de
formaldeído nos painéis de madeira e seu impacto na
logística pós-uso / José Carlos Cardozo. - Rio de
Janeiro, 2023.
94 f.

Orientador: Alexandre Monteiro de Carvalho.
Coorientador: Fernando José Borges Gomes.
Coorientadora: Larisse Aparecida Ribas Batalha.
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, PPGCAF, 2023.

1. Classificação de risco dos painéis derivados da
madeira. 2. Resinas aglutinantes em painéis fibrados
e ou particulados. 3. Volatilização/lixiviação do
formaldeído em painéis MDF/MDP. 4. Plano Nacional de
Resíduos Sólidos. 5. Descartes irregulares de resíduos,
restos e rejeitos dos painéis MDF/MDP na cidade do
Rio de Janeiro. I. Monteiro de Carvalho, Alexandre,
1971-, orient. II. Borges Gomes, Fernando José, 1983
, coorient. III. Ribas Batalha, Larisse Aparecida,
1987-, coorient. IV Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. PPGCAF. V. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

JOSÉ CARLOS CARDozo

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências Ambientais e Florestais**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

TESE APROVADA EM 20 de abril de 2023.

Alexandre Monteiro de Carvalho. Dr. UFRRJ
(Orientador)

João Vicente de Figueiredo Latorraca. Dr. UFRRJ

Vanessa Maria Basso. Dr^a. UFRRJ

Eduardo de Alvarenga Tavares. Dr. UFF

Marcos Cezar de Souza Lima. Dr. UVA



Emitido em 20/04/2023

TERMO N° 636/2023 - DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 04/06/2023 22:39)
ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)
Matricula: #44486643

(Assinado digitalmente em 05/06/2023 11:42)
JOAO VICENTE DE FIGUEIREDO LATORRACA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)
Matricula: #44416983

(Assinado digitalmente em 05/06/2023 19:25)
VANESSA MARIA BASSO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptSd (12.28.01.00.00.00.31)
Matricula: #44407844

(Assinado digitalmente em 05/06/2023 14:15)
EDUARDO DE ALVARENGA TAVARES
ASSINANTE EXTERNO
CPF: #444.444.117-44

(Assinado digitalmente em 06/06/2023 15:41)
MARCOS CESAR DE SOUZA LIMA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: #444.444.067-44

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: 636, ano: 2023, tipo: TERMO, data de emissão: 04/06/2023 e o código de verificação: 104ceb9fe1

DEDICATÓRIA

A Deus por me manter na fé e permitir combater sempre o bom combate.

Aos meus pais José e Idália (in memoriam), pela vida.

À minha querida mulher Leila, pelos 54 anos de convivência, parceria e dedicação que possibilaram construção e educação de nossa família.

Aos meus amados filhos Érica (in memoriam), José Carlos e Raquel, para quem deixo o exemplo desta produção.

Às minhas queridas netas Sophia, Luiza, Laura e Caroline pela alegria de viver e pela renovação sempre pautadas nos valores que norteiam a família.

Aos queridos professores do PPGCAF, pelo notável devotamento à educação e apoio incondicional aos alunos do Programa, razão de ser da Academia.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001.

À querida Professora Dra. Eliane Maria Ribeiro da Silva que me recebeu carinhosamente e indicou os melhores caminhos.

Ao Orientador, Professor Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho, sempre disponível para indicar os melhores caminhos da pesquisa, amigo de fé e irmão camarada.

Aos Coorientadores, Professores Dr. Fernando José Borges Gomes e Dr^a. Larisse Aparecida Ribas Batalha, incansáveis na orientação das pesquisas laboratoriais.

Aos ilustres Professores Doutores que compuseram a banca de Defesa da Tese e contribuíram significativamente para o aperfeiçoamento desta pesquisa e da ciência, meu sincero agradecimento.

Aos funcionários da UFRRJ que por desempenharem suas atividades com esmero facilitaram sobremaneira as tarefas de todas as atividades desenvolvidas.

Aos colegas das diversas turmas pelas ajudas incomensuráveis nos momentos de dificuldades, principalmente no que se refere às aulas de estatística.

Aos que não foram referenciados, mas contribuíram direta ou indiretamente para o êxito desta jornada, minha eterna admiração.

RESUMO

CARDOZO, José Carlos. **Parâmetros técnicos e legais sobre a utilização de formaldeído nos painéis de madeira e seu impacto na logística pós-uso.** 2023. 94 p. Tese. (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

Os painéis derivados da madeira se notabilizaram mundialmente como alternativa para a utilização da madeira, tanto no ramo da construção civil quanto no ramo do mobiliário em geral. A demanda, o interesse comercial e as possibilidades de utilização da madeira estimulam diuturnamente as pesquisas no setor, o que acarreta surgimento de novos produtos, a melhoria na qualidade dos já existentes e ainda estimula o aumento no consumo dos produtos madeireiros. Por outro lado, as principais resinas aglutinantes utilizadas para a confecção dos painéis derivados da madeira, formuladas à base de formaldeído, que é um componente volátil perigoso, interferem na classificação de risco da madeira e ainda sugerem preocupação para as administrações públicas nas cidades, principalmente no que concerne ao descarte dos resíduos sólidos urbanos. Neste contexto buscou-se identificar e mensurar os teores de formaldeído ainda remanescentes em painéis derivados da madeira, novos e degradados, dos tipos MDF – *Medium Density Fiberboard* e MDP – *Medium Density Particleboard*, por serem os tipos de painéis, particulados ou de fibras, mais consumidos. A pesquisa foi realizada no município-cidade do Rio de Janeiro - RJ, onde foram adquiridos os painéis novos. Quanto aos painéis degradados estes foram recolhidos por ocasião das visitas realizadas nas Estações de Transferências de Resíduos da COMLURB, no Centro de Tratamento de Resíduos (CTR Rio), que recebem todas as coletas de resíduos sólidos urbanos do município-cidade do Rio de Janeiro e recolhidos em acostamentos de vias públicas, terrenos baldios e em três pontos distintos da avenida Brasil. Na sequência foram produzidos os corpos de provas, no Laboratório de Processamento de Madeira (LPM), do Instituto de Florestas (IF), da UFRRJ, os quais foram utilizados em avaliações dos teores de formaldeído remanescentes, conforme pesquisa realizada no Laboratório de Química da Madeira, também do Instituto de Florestas, na UFRRJ. No processo de avaliação dos teores de formaldeído utilizou-se o “método dos frascos”, descrito na Norma Europeia - EN 717-3:1997. Os resultados das liberações de formaldeído nos corpos de provas avaliados indicaram significativas variações quando comparados os corpos de provas novos com os degradados, sendo possível depreender-se que a submissão de MDF/MDP às intempéries provoca aceleração da volatilização e ou lixiviação do formaldeído para o meio ambiente. Não foi mensurado o índice de impacto ambiental deste produto perigoso classe I, mas foram pesquisados os sistemas públicos de coleta, de recebimento e da destinação final dos resíduos sólidos urbanos adotado no município do Rio de Janeiro, bem como foi realizada pesquisa de campo para constatação de descartes dos resíduos, restos e rejeitos dos referidos painéis em via pública ou terrenos baldios. Foram cotejados os procedimentos de coleta, tratamento e destinação final dos resíduos com os sistemas normativos que versam sobre o tema, especialmente a lei federal 12.305-2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o sistema normativo municipal. Ao final observou-se a importância do aperfeiçoamento do sistema de fiscalização e coleta, para contribuir efetivamente na mitigação dos efeitos do formaldeído e/ou substituir as resinas aglutinantes utilizadas para fabricar os painéis derivados da madeira.

Palavras-chave: painel de madeira reconstituída, teor de formaldeído, descarte irregular de painéis MDF e MDP.

ABSTRACT

CARDOZO, Jose Carlos. **Technical and legal parameters on the use of formaldehyde in wood panels and its impact on post-use logistics.** 2023. 94 p. Thesis. (Doctorate in Environmental and Forest Sciences) Institute of Forests, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

Wood-derived panels are used worldwide as alternatives to the use of wood, both for civil construction and furniture. The demand, commercial interest and possibilities of using wood stimulate research in the sector, leading to the emergence of new products, improvement of the quality of existing ones and increasing the consumption of wood products. On the other hand, the main binder resins used to manufacture wood-derived panels are formulated based on formaldehyde, which is a dangerous volatile component. This can influence the risk classification of panels and heighten concern of municipal authorities, mainly with regard to the disposal of municipal solid waste. In this context, we sought to identify and measure the levels of formaldehyde still remaining in panels derived from wood, new and degraded, of the types MDF (medium density fiberboard) and MDP (medium density particleboard), since they are consumed the most. The research was carried out in the Campo Grande district of the city of Rio de Janeiro, where new panels were purchased. The degraded panels were collected during visits to the COMLURB Waste Transfer Station, which serves the Campo Grande district, and the Rio Waste Treatment Center (CTR Rio), which receives all urban solid waste from the city of Rio de Janeiro, as well as from the shoulders of public roads and vacant lots, at three different points on Avenida Brasil, all in the district of Campo Grande. Next, the specimens were produced at the Wood Processing Laboratory (LPM) of the Forest Institute of UFRRJ, for evaluation of the remaining formaldehyde content, carried out at the Wood Chemistry Laboratory, also at the Forest Institute, UFRRJ. The formaldehyde levels were determined by the “bottle method”, described in the European Standard EN 717-3:1997. The results of formaldehyde released from the specimens indicated significant variations between the new and degraded specimens, making it possible to infer that the submission of MDF/MDP to the weather causes acceleration of volatilization and/or leaching of formaldehyde to the environment. The environmental impact index of this class I dangerous product was not measured, but the public collection, receipt and final disposal systems of municipal solid waste adopted in the city of Rio de Janeiro were examined, including field research to verify disposal of this waste on public roads and vacant lots. Waste collection, treatment and final disposal

procedures were compared with the applicable rules, especially Federal Law 12,305/2010, which deals with the National Solid Waste Policy, and the municipal regulations. We observed the importance of improving the inspection and collection system, to better mitigate the effects of formaldehyde and/or to replace binder resins used to manufacture wood-derived panels.

Keywords: reconstituted wood panel, formaldehyde content, irregular disposal of MDF and MDP panels.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem ETR Santa Cruz mostrando MDF descartado pós-uso ao centro e canto inferior direito da imagem.....	19
Figura 2. Imagem do Aterro Sanitário CTR-Rio, na sequência de imagem mostrando o aterro, o tratamento do chorume e água recolhida após o tratamento.	20
Figura 3. Painéis derivados da madeira pós-uso do tipo MDF, descartados irregularmente em calçada de logradouro público, no Município do Rio de Janeiro, na Área de Planejamento 4 – Baixada de Jacarepaguá, sob coordenadas de Latitude Sul 22° 53' 30,3" e Longitude Oeste 43° 20'57,8".....	28
Figura 4. Mapa do município do Rio de Janeiro, com destaque dos pontos de coletas dos materiais utilizados para confeccionar os corpos de provas.....	55
Figura 5. Amostras de painéis de MDF de média densidade avaliados: novos e níveis de degradação 1, 2 e 3.....	57
Figura 6. Amostras de painéis de MDP de média densidade avaliados: novos e níveis de degradação 1, 2 e 3.....	57
Figura 7. Frasco utilizado nas experiências realizadas em laboratório.....	58
Figura 8. Espectrofotômetro UV utilizado nas experiências.	59
Figura 9. Valores de dispersão das emissões de formaldeído (mg/kg) encontrados nas amostras de MDF e MDP, incluindo a equação da linha de tendência.	61
Figura 10. Quadro sinótico da caracterização e classificação dos resíduos. Fonte: ABNT – NBR 10.004 – 2004.....	72
Figura 11. Descarte irregular de MDF às margens do rio localizado, coordenadas geográficas 22° 52' 34,368" de latitude sul e 43° 36' 45,552" de longitude oeste, Bairro de Campo Grande.....	74
Figura 12. Painéis derivados da madeira pós-uso do tipo MDF, descartados em calçada de logradouro público, no Município do Rio de Janeiro, na Área de Planejamento 4 – Baixada de Jacarepaguá, sob coordenadas de Latitude Sul 22° 53' 30,3" e Longitude Oeste 43° 20'57,8"....	83
Figura 13. Mapa do município do Rio de Janeiro legendado, onde foram plotados os pontos em que as visitas foram efetivamente encerradas, com as respectivas coordenadas geográficas....	84
Figura 14. Painel de madeira do tipo MDF pós-uso, oferecido para recolhimento juntamente com o resíduo sólido urbano (RSU) em calçada de logradouro público no bairro Pechincha, Município do Rio de Janeiro, Área de Planejamento 4 – Baixada de Jacarepaguá, sob coordenadas de Latitude Sul 22° 55' 58,3" e Longitude Oeste 43° 21' 04,6".....	86

Figura 15. Gráfico 1. Número de bairros amostrados por área da cidade e % de ocorrência de descartes de painéis MDF e MDP.....89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Quadro elaborado a partir de informações obtidas nos sites da Secretaria da Receita Federal, da Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro e da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, conforme apresentados no quadro oferecido, acesso em 25 de abril de 2023.....22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados obtidos nas avaliações de emissão de formaldeído de painéis de MDF...	60
Tabela 2. Resultados obtidos nas avaliações das emissões de formaldeído dos painéis MDP...	60
Tabela 3. Análise estatística da comparação das medias pelo teste de Scott-Knott, desconsiderando os valores das amostras de controle.	61
Tabela 4. Classificação dos resíduos perigosos de fontes específicas ABNT 10004/2004.....	71
Tabela 5. Citação do formaldeído na descrição de substâncias tóxicas, Fonte: ABNT–NBR 10004/2004 – Anexo E.....	71
Tabela 6. Demonstrativo da quantidade de bairros existentes por Área de Planejamento (AP) e sorteados.....	78
Tabela 7. Demonstrativo dos bairros sorteados em cada Área de Planejamento (AP).....	79
Tabela 8. Demonstrativo das ETR e CTR - Rio visitadas e tipo de material encontrado.....	80
Tabela 9. Visitas realizadas nas Áreas de Planejamentos, Bairros, Logradouros e os tipos de materiais encontrados ou locais onde se encerraram as visitas com as respectivas coordenadas geográficas.....	81
Tabela 10. Agrupamento das constatações dos descartes de MDF/MDP e respectivos percentuais.....	84
Tabela 11. Bairros do município visitados e agrupamento das constatações por tipo de painel com os respectivos percentuais.....	84
Tabela 12. Bairros visitados em cada área de planejamento e agrupamento das constatações por tipo de painel com os respectivos percentuais.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
AP	Área de Planejamento
AS	Aterro Sanitário
ASSISTAT	Programa científico de assistência estatística.
CDF	Certificado de Destinação Final
CFRB	Constituição da República Federativa do Brasil
CLT	<i>Cross Laminated Timber</i>
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho.
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNORP	Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos
CNPEM	Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
CNPJ	Cadastro Nacional das Pessoas Jurídicas.
COMLURB	Companhia Municipal de Limpeza Urbana
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONCLA	Comissão Nacional de Classificação
CONEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CPL	Consulta Prévia de Localização
CTF - APP	Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras
CTR - Rio	Central de Tratamento de Resíduos - Rio
EIRELI	Empresa Individual de Responsabilidade Limitada.
EN	Norma Nacional – União Europeia.
ETR	Estação de Transferência de Resíduos
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations.</i>
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
GCL	<i>Geosynthetic Clay Liner</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
GEL	Gerência Executiva Local
IARC	Agência Internacional de Pesquisa em Câncer
IBÁ	Indústria Brasileira de Árvores

IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços.
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IPP	Instituto Pereira Passos
IPTU	Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISS	Imposto Sobre Serviços
JISC	Comitê de Padrões Industriais japoneses
JUCERJA	Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro
LPM	Laboratório de Processamento de Madeira.
LSL	Madeira Laminada Serrada
LVL	Madeira Micro laminada
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MDP	<i>Medium Density Particleboard</i>
MLC	Madeira Laminada Colada
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos
NBR	Norma Brasileira
NLT	Madeira Laminada Pregada
NOP	Norma Operacional
NR	Normas Regulamentadoras da Consolidação das Leis do Trabalho
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
PEAD	Polietilileno de Alta Densidade
PEFC	<i>Programme for the Endorsement of Forest Certification</i>
PEM	Peças Engenheiradas de Madeira
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RCC	Resíduo da Construção Civil
RSU	Resíduo Sólido Urbano
RSE	Resíduo Sólido Extraordinário
SEAS	Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade
SFI	Iniciativa Florestal Sustentável
SNIF	Sistema Nacional de Informações Florestais
TCL	Taxa de Coleta domiciliar de Lixo
UE	União Europeia
UF	Ureia-formaldeído
UNECE	Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa.
UV	Ultravioleta
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. HIPÓTESES.....	2
3. OBJETIVO GERAL.....	2
3.1. Objetivos específicos.....	2
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
4.1. Surgimento e consolidação de painéis e outros produtos derivados da madeira.....	3
4.2. Perspectivas de mercado para os produtos madeireiros.	7
4.3. Resinas aglutinantes utilizadas nos painéis derivados da madeira.....	9
4.4. Classificação de risco dos painéis derivados da madeira dos tipos MDF/MDP.	11
4.5. Ciclo de vida dos painéis derivados da madeira (fibras e partículas)	13
4.6. A Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305/2010.	15
4.7. O Princípio do Poluidor-pagador.	16
4.8. Coleta de RSU, RSE e seletiva, no município do Rio de Janeiro, em face do Poder de Polícia.	18
4.9. A logística reversa.....	25
4.10. Descartes irregulares de MDF/MDP no município do Rio de Janeiro e suas vicissitudes.....	28
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
5.1. Local de estudo: Cidade do Rio de Janeiro.....	33
5.2. Tipos e origens dos materiais avaliados em laboratório.....	33
5.3. Sistema normativo e constatação de descartes irregulares na cidade.....	33
6. Referências bibliográficas.....	35
CAPÍTULO I.....	48
QUANTIFICAÇÃO DE FORMALDEÍDO RESIDUAL PRESENTES EM PAINÉIS DERIVADOS DE MADEIRA (MDF/MDP) CONSUMIDOS NO BRASIL, PÓS-USO E DESCARTES.....	48
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. OBJETIVO GERAL.....	54
2.1. Objetivos específicos.....	54
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	54

3.1. Área do estudo.....	54
3.2. Especificação dos painéis novos e usados obtidos em pontos de coletas.....	55
3.3. Testes laboratoriais.....	57
3.4. Análise estatística.....	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
5. CONCLUSÕES.....	63
6. RECOMENDAÇÕES.....	63
7. Referências bibliográficas.....	64
CAPÍTULO II.....	68
ANÁLISE DO DESCARTE DE PAINÉIS DERIVADOS DA MADEIRA MDF E MDP NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.....	68
RESUMO.....	69
ABSTRACT.....	70
1. INTRODUÇÃO.....	71
2. OBJETIVO GERAL.....	76
2.1. Objetivos Específicos.....	76
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	77
3.1. Local de estudo.	78
3.2. Visitas de constatações.	78
3.3. Seleção dos bairros para as visitas de constatações.....	79
3.4. Critérios adotados para as visitas de constatações.....	80
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4.1. Resultados.....	81
4.1.1. Material encontrado nas CTR Rio e ETRs visitadas.....	81
4.1.2. Material descartado irregularmente encontrado nos bairros visitados.....	81
4.2. Discussão dos resultados.	86
4.2.1. Recolhimento dos RSU na cidade do Rio de Janeiro.....	86
4.2.2. Sistema normativo e RSU na cidade do Rio de Janeiro.....	87
4.2.3. Visitas de constatação, significância e resultados obtidos.....	88
5. CONCLUSÕES.....	89
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	90
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
8. Referências bibliográficas.....	92

1 INTRODUÇÃO GERAL

O desenvolvimento econômico e tecnológico permitiu ao homem ampliar o conhecimento sobre o mundo em que vive, criar produtos e aperfeiçoá-los.

As resistências encontradas, inicialmente baseadas nos aspectos econômicos e utilitaristas, passaram a incluir sustentabilidade e conservação da natureza, revelados principalmente pela retórica política contemporânea da preservação ambiental para as futuras gerações.

Neste contexto a madeira utilizada como matéria prima, contida nos painéis de fibra MDF (*medium density fiberboard*) e de partículas MDP (*medium density particleboard*), substituiu com vantagem a madeira bruta. O surgimento dos novos produtos, como é o caso mais recente do CLT (*Cross Laminated Timber*), vem ampliando as perspectivas para uma possível substituição do concreto e do aço pela madeira, inclusive em construções de grande porte.

Não se pode negar as vantagens da madeira e dos produtos que a utilizam como matéria prima, devido principalmente às suas características de sustentabilidade, o que é reforçado pela existência de pesquisas buscando novas aplicações desta matéria prima bem; como pela busca de aglutinantes que não constituam perigo para a sobrevivência humana.

É preciso conhecer os riscos e pugnar no sentido de mitigá-los, porque a prensagem de lâminas, fibras e partículas, infelizmente ainda utiliza resina à base de formaldeído, que é um componente classificado como perigoso Classe I, pela norma ABNT NBR 10.004 – 2004, sendo assim reconhecido mundialmente.

A desejável substituição das resinas encontra obstáculos de toda ordem, principalmente representado pelo interesse de grupos econômicos consolidados, os quais sub-repticiamente fazem de tudo para não perder o mercado e manter altos lucros.

É de domínio público, que a classificação de risco para um produto será inferida pela classificação atribuída ao seu componente mais danoso, bem como que o sistema normativo da cidade, muitas vezes é considerado excelente e de vanguarda; mas pelo fato de não ser respeitado acaba provocando efeito adverso e impedindo que a norma alcance sua efetividade, conforme será exposto adiante.

Através do presente estudo foi possível gerar conclusões e considerações com a expectativa de contribuir para melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos da cidade do Rio de Janeiro, a qualidade de vida e estimular novos pesquisadores a ampliar o espectro dos debates sobre o tema.

2 HIPÓTESES

1. O formaldeído existente nas resinas aglutinantes utilizadas para produzir MDF/MDP volatiliza e ou lixivia para o meio ambiente.
2. Os descartes e a destinação final dos resíduos perigosos classes I, constituídos por MDF/MDP, na cidade do Rio de Janeiro obedecem ao preconizado no sistema normativo.

3 OBJETIVO GERAL

O trabalho teve como objetivo geral avaliar a efetiva volatilização / lixiviação do formaldeído utilizado na confecção dos painéis derivados da madeira dos tipos MDF/MDP, durante o ciclo de vida destes. Práticas administrativas da gestão pública de coleta e destinação final dos restos destes painéis, bem como o comportamento dos cidadãos quanto aos descartes dos RSU foram igualmente avaliados, com o propósito de inferir conclusões sobre a efetividade das normas em face das ações perpetradas pela administração pública local e da consequente sustentabilidade esperada.

3.1 Objetivos específicos

Na pesquisa foram ainda considerados os seguintes objetivos específicos:

- Mensurar os teores de formaldeído remanescentes em painéis novos, adquiridos no mercado e degradados, dos tipos MDF/MDP, recolhidos alhures, com o propósito de avaliar a variação das quantidades de formaldeído consequentes dos processos de volatilização/lixiviação ocorridos durante as degradações sofridas pelos materiais.
- Analisar o serviço de coleta dos resíduos sólidos urbanos, da coleta seletiva e da logística reversa em funcionamento no município do Rio de Janeiro, mediante constatações dos tratamentos e serviços prestados.
- Identificar eventuais ocorrências de descartes irregulares, de resíduos, restos e rejeitos dos painéis de madeira, na cidade do Rio de Janeiro, mensurando a variação destes descartes em cada área de planejamento da cidade.
- Avaliar o sistema normativo vigente no município do Rio de Janeiro, vinculado às ações administrativas e operacionais para a destinação final dos resíduos, bem como o comportamento dos cidadãos em relação aos restos e rejeitos, dos painéis derivados da madeira, dos tipos MDF/MDP, mediante o cotejamento das normas e a sintonia entre a retórica política e o resultado da efetiva ação da administração pública local.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Surgimento e consolidação de painéis e outros produtos derivados da madeira

A madeira sempre esteve presente na história do desenvolvimento humano, sendo utilizada para cozinhar alimentos, construir abrigos, aquecimento, mobiliário ou mesmo para produzir as embarcações que possibilitaram as grandes navegações e a conquista do mundo.

Material renovável e com características peculiares é um ótimo exemplo de material anisotrópico, uma vez que apresenta propriedades físicas diferentes durante o processo de avaliação, à medida em que ocorre mudança de direção no processo.

A madeira foi sendo estudada, conhecida e experimentada ao longo da história da civilização, o que possibilitou as adaptações necessárias para o seu uso, sempre de acordo com a necessidade humana em cada fase da evolução, eternizando-se como material versátil.

A investigação sobre o exato momento em que surgiu a iniciativa do homem para substituir a utilização da madeira bruta pelos painéis derivados da madeira, não encontrou uma data precisa; até porque a transição foi acontecendo de forma gradual. No entanto existe consenso entre os pesquisadores, no sentido de que inicialmente foram utilizados os painéis derivados da madeira do tipo compensado.

A história sobre a primeira laminação da madeira remonta ao Egito, tendo sido destinada para produzir pequenas peças do mobiliário e atender à nobreza. Somente na Idade Média, no período da Renascença, é que os trabalhos incluindo laminação ganharam repercussão. (ALBUQUERQUE, 1996).

O compensado é produzido através da compactação do número ímpar de lâminas, submetidas à colagem sob pressão e calor, apresentando disposição perpendicular das fibras em cada camada de lâmina, o que proporciona boa resistência ao material. (WAKIRI et al., 2012)

Nos primórdios as laminações eram realizadas com a utilização de serras circulares, o que impunha certas dificuldades, até que com o passar do tempo estas foram substituídas pelas serras de fita, com melhor desempenho. (ELEOTÉRIO et al., 1996)

Somente com a chegada do torno laminador é que efetivamente o compensado ganhou a sua dimensão industrial e transformou o mercado madeireiro. (VIEIRA, 2012)

A produção do painel compensado em escala industrial poderá ser dividida em três fases, a saber: o desenvolvimento da tecnologia básica, até 1935; a consolidação das indústrias, até 1965 e desde então a fase das inovações tecnológicas, caracterizada pela automação industrial, aperfeiçoamento de materiais e o desenvolvimento de secadores e prensas; sendo

que a quantidade do adesivo utilizado teve influência direta na construção das chapas. (BALDWIN, 1995)

O uso do compensado está consolidado para tapumes, formas de concreto, fechamentos e pisos, principalmente na construção civil brasileira; mas também tem intensa aplicação na indústria moveleira. (IWAKIRI, 2005).

A invenção dos diferentes tipos de máquinas com alta tecnologia e performance, permitiu avanços e superação de obstáculos, tais como: limitação na largura das peças quando se utiliza a madeira bruta, redução do desperdício e o desenvolvimento de novos produtos madeireiros. A existência de poderosos aglutinantes também contribuiu significativamente para o desenvolvimento dos diversos tipos de painéis derivados da madeira encontrados atualmente no mercado.

O surgimento dos painéis particulados de madeira aglomerada aconteceu na Alemanha, com o propósito de se aproveitar os resíduos madeireiros, no início da década de 40 do século passado; logo depois que o equipamento desfibrador contínuo “*asplund*” foi colocado no mercado, o que aconteceu na Suécia em 1931. (IWAKIRI, 2005)

No Brasil a produção do painel derivado da madeira, do tipo MDF, só teve início em 1970. (MENDES, 2003)

O acentuado desenvolvimento do mercado de painéis fibrados e particulados, que utilizam mais frequentemente as espécies de pinus, provoca escassez das madeiras apropriadas para laminação, fazendo-se necessário um permanente desenvolvimento de pesquisas, com espécies alternativas, a fim de suportar à demanda de matéria prima para os painéis compensados. (TAVARES; INO, 2017)

Apesar do frequente desenvolvimento de novos produtos com diversos tipos de matéria prima, a madeira ainda não perdeu sua aplicabilidade e importância, muito embora ao longo do tempo tenha ocorrido algumas mudanças no eixo de consumo, puxado principalmente pelo lançamento dos novos produtos madeireiros. (LESSMMAN, 2008)

No período compreendido entre 1961 e 2016 (55 anos), o Brasil experimentou considerável incremento na produção, exportação e consumo dos painéis de madeira reconstituída, os quais foram elaborados utilizando-se a madeira oriunda de plantações florestais certificadas, portanto sustentáveis. (SANQUETA et al. 2020)

É oportuno destacar a produção em larga escala de móveis residenciais, utilizando principalmente o painel de madeira reconstituída do tipo *médium density fiberboard* – MDF,

que conquistou a indústria moveleira desde a sua inserção no mercado europeu, na década de 80 do século passado. (FERREIRA, 2008)

A indústria moveleira utiliza grande variedade de matéria prima para produzir MDF, MDP, Compensado, OSB etc., bem como variados materiais e ferramentas, sem contar com a mão de obra, sendo certo que tudo isto contribuiu significativamente para a formação dos cognominados “Polos Moveleiros”, assim entendidos os locais onde se concentram as fábricas e todo o conjunto suporte que proporciona o seu funcionamento e produção. No Brasil identificam-se 46 Polos Moveleiros, distribuídos em 4 regiões, por 11 estados, com 86% dos fabricantes classificados dentre os que utilizam mais a madeira, sendo que no período compreendido entre 2009 e 2019 foram criadas 3.163 novas fábricas, representando um significativo crescimento para o setor. (BRAINER, 2021)

As Peças Engenheiradas de Madeira (PEM), conjugam desempenho e sustentabilidade porque foram melhoradas, de acordo com cada propósito de aplicação, sem perder de vista as novas perspectivas do mercado madeireiro; sendo certo que as peças de madeiras serradas poderão conter defeitos intrínsecos ou ainda os defeitos poderão surgir com o uso, como é próprio da madeira in natura. (CARLIN, 2017)

As pesquisas envolvendo madeira têm revelado ótimos resultados e novas perspectivas para a utilização desta matéria prima renovável nos sistemas construtivos; um mercado que se apresenta consolidado, bastante dinâmico e oferecendo novos produtos a cada dia.

A preocupação com a sustentabilidade e o desenvolvimento econômico têm motivado a aparição de novos produtos, principalmente no setor da construção civil, sendo razoável admitir novas perspectivas, tanto na produção quanto na aplicação de produtos madeireiros.

Dentre os recentes produtos com novas tecnologias, juntados às novas tendências PEM com aplicação nos Sistemas Construtivos Industrializados, merecem citação a madeira laminada cruzada (CLT), a madeira laminada colada (MLC), a madeira laminada pregada (NLT), a madeira laminada serrada (LSL), a madeira micro laminada (LVL) e a chapa de tiras de madeira orientadas (OSB), produtos estes que já contam com fabricantes bem estruturados no Brasil, permitem racionalizar a utilização da mão de obra e também reduzir os custos totais da construção. (LOPES et al., 2021)

Os Sistemas construtivos de paredes e coberturas a base de CLT, apresentam melhor desempenho térmico do que o sistema construtivo a base de cimento e tijolo, o que constitui nova tendência do mercado. (FRANÇA e BONGO, 2019)

Não se pode olvidar que a Constituição Federal de 1988 outorgou privativamente ao Presidente da República a competência para regulamentar leis¹, bem como que a lei 8.490 – 1992, ao dispor sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios abriu possibilidades normativas² para identificar e mensurar os setores produtivos da economia brasileira, conforme se constata na criação da Comissão Nacional de Classificação - CONCLA,³ destinada ao monitoramento das normas de utilização e padronização das classificações estatísticas nacionais. A Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE, foi o resultado de um trabalho conjunto das três esferas de governo do Federalismo Brasileiro, sob coordenação da Secretaria da Receita Federal e orientação técnica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, com o objetivo de identificar as atividades econômicas atreladas a um determinado Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, constituindo informação obrigatória para o preenchimento do formulário de solicitação da inscrição do CNPJ. A codificação CNAE é apresentada com sete dígitos, que representam na sequência: divisão, grupo, classe e subclasse o que possibilita o cruzamento de informações a partir de dados oficiais e contribui para diagnóstico da economia, permitindo o conhecimento das tendências e possibilitando avaliações do setor produtivo. A classificação relativa ao setor madeireiro, por exemplo, leva em consideração a matéria prima predominante, selecionando a classificação das empresas em quatro grupos, a saber: 1 - fabricação de móveis com predominância de madeira; 2 - fabricação de móveis com predominância de metal; 3 - fabricação de móveis de outros materiais, exceto madeira e metal e 4 - fabricação de colchões. (IBGE, 2022)

É oportuno lembrar que o consumo sustentável tem norteado a onda consumerista contemporânea, aparecendo como quesito valioso também no contexto do planejamento organizacional. (GOMES, 2017)

Nesta linha de entendimento a norma ABNT NBR ISO 14.001 - 2015, ao tratar dos Sistemas de Gestão Ambiental especifica requisitos com orientações para o uso, reforça esta

¹ Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, artigo 84. Compete privativamente ao Presidente da República: IV- sancionar, promulgar e fazer publicar as leis, bem como expedir decretos e regulamentos para sua fiel execução; VI – dispor, mediante decreto, sobre: a) organização e funcionamento da administração federal, quando não implicar aumento de despesa nem criação ou extinção de órgãos públicos;

² Lei 8.940, de 19 de novembro de 1992, artigo 30. O Poder Executivo disporá sobre a organização, a reorganização e o funcionamento dos ministérios e órgãos de que trata esta lei, mediante transformação das estruturas regimentais.

³ Decreto 1.264, de 11 de outubro de 1994, artigo 1º Fica criada, no âmbito da Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República – SEPLAN – PR, a Comissão Nacional de Classificação – CONCLA; artigo 5º A CONCLA será presidida pelo Presidente do IBGE que, em suas faltas e impedimentos, será substituído pelo Diretor da Diretoria de Pesquisa da referida fundação.

tendência e praticamente inclui a sustentabilidade no sistema de gestão e produção, o que é corroborado pela edição da Agenda 2030, para o desenvolvimento sustentável, que fazendo premonição para a próxima década, assinalou a importância da economia, da tecnologia, da sociedade e do meio ambiente integrados. (ONU, 2015)

Certificações ambientais proporcionam vantagens na competição pelos mercados globais (PEREIRA e MORAES, 2017) e contribuem para o aumento do lucro. (DOMINGUES, et al., 2019) estimulando cada vez mais o desenvolvimento de um círculo virtuoso.

4.2 Perspectivas de mercado para os produtos madeireiros.

A madeira brasileira sempre foi objeto da cobiça de outros países, conforme se constata ao estudar os movimentos de exploração da madeira pau-brasil, mantido do século XVI até 1875. (SOUZA, 1939)

Certamente a evolução dos produtos madeireiros perpassa pelo período compreendido entre 1885 e 1925, quando teve início a produção de papel no Brasil, muito embora a pasta de celulose ainda fosse importada em larga escala. Somente em 1934 é que o grupo Klabin deu início à instalação de uma fábrica de papel, passando a produzir a pasta de celulose mecanicamente, que foi a semi-branqueada em 1946, quando o Brasil se tornou autossuficiente na produção de papel. (SOTO, 1992)

Em 1961 foi produzido no Brasil o papel feito integralmente com celulose de fibra curta, quando pela primeira vez que se produziu celulose deste tipo no mundo; mas foi apenas em 1997 que o Brasil se tornou o maior produtor e exportador de celulose de eucalipto no mundo. (HILGENBERG e BACHA, 2000)

Apesar da lamination de madeira ser um processo bastante antigo, apenas entre as décadas 30/60 do século passado é que as indústrias dos painéis compensados se consolidaram, abrindo novas perspectivas para produtos madeireiros. Neste contexto merecem destaque os painéis derivados da madeira, dos tipos particulados *Medium Density Particleboard* - MDP e fibrados *Medium Density Fiberboard*- MDF, os quais se apresentam como os tipos mais produzidos no Brasil, haja vista que em 2020, dos 8,9 milhões de metros cúbicos de painéis derivados da madeira produzidos, 7,1 milhões de metros cúbicos ficaram com os painéis dos tipos MDF e MDP, sendo 4,2 milhões de metros cúbicos para o primeiro e 2,9 milhões de metros cúbicos para o segundo, representando aumento de 2,8% e 9,2% respectivamente, apesar da crise econômica desencadeada pela pandemia da Covid 19. (IBÁ, 2021).

A matéria-prima utilizada no Brasil para a produção dos Painéis de Madeira Reconstituída do tipo MDF, é de origem quase que exclusiva das florestas de pinus e eucalipto plantadas, sendo que as fábricas se localizam estrategicamente nas proximidades dos polos moveleiros, principalmente na região sul e sudeste. (FREIRE et al., 2015)

O Brasil possui a segunda maior floresta do mundo com 497 milhões de hectares (FAO, 2021), sendo que o Sistema Nacional de Informações Florestais Brasileiro – SNIF, consignou 489 milhões de hectares, em fevereiro de 2021. (SNIF, 2021)

O setor de árvores plantadas no Brasil ocupa cerca de 7,74 mil hectares e vem apresentando a maior produtividade mundial (40 metros cúbicos/hectare/ano), sendo ainda considerada a maior área de floresta plantada e certificada do mundo, com 4.000 hectares. A base florestal brasileira, preocupada com a sustentabilidade, optou pelo cumprimento dos programas de certificações, adequando-se às regras internacionais do *Forest Stewardship Council®* (FSC®); do *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC) e do *International Organization for Standardization* (ISO), o que contribui bastante para reforçar e consolidar a qualidade dos produtos madeireiros no Brasil. (IBA, 2022)

Os painéis de madeira do tipo MDF são utilizados em larga escala na indústria moveleira, e quando comparados com a madeira bruta apresentam vantagens, principalmente devido às possibilidades de suas dimensões, recebimento dos acabamentos e ainda por se tratar de um produto ecologicamente viável e garantidor da preservação florestal. (NASCIMENTO, 2015)

Por outro lado, não se pode olvidar que os painéis de madeira reconstituída MDF, durante o processo de fabricação, emitem considerável quantidade de formaldeído e continuam no processo de volatilização durante o ciclo de vida do produto. (TRIANOSKI, 2009).

As preocupações com a adequação da produção do MDF e do MDP aos índices de segurança previstos em normas de caracterização nacionais e internacionais, proporcionaram a consolidação destes produtos nos mercados.

No mesmo sentido se constata que o mercado de madeira está em alta, porque a produção total de painéis derivados da madeira na Europa, relativo a 50 países, no ano de 2020, foi de 71,6 milhões de metros cúbicos, sendo que a indústria do mobiliário foi a maior utilizadora final do produto, com absorção de 47% da produção. (UNECE, 2021)

Dentre os produtos madeireiros os painéis de madeira reconstituída têm sido utilizados intensamente em vários segmentos industriais, principalmente o MDF, considerado como um produto que se destaca no mercado. (MANTANIS et al., 2018)

Existem muitas possibilidades de uso da madeira na construção civil, o que tem motivado as pesquisas e contribuído para o rápido desenvolvimento de novos produtos, merecendo alusão a produção de madeira laminada cruzada (CLT), também conhecida como o concreto do futuro, que surgiu no início da década de 90, na Europa, mas que no Brasil a produção somente se iniciou em 2012. (OLIVEIRA, 2018)

4.3 Resinas aglutinantes utilizadas nos painéis derivados da madeira

Na época da primeira guerra mundial começaram a surgir os adesivos resistentes à água, mas foi na década de 30 que as resinas à base de fenol-formaldeído e ureia-formaldeído começaram a ser produzidas em escala industrial. (DIAS, 2004)

No mesmo período, adesivos à base de resorcinol foram misturados com adesivos de base fenólica e posteriormente, com o surgimento de grande variedade de polímeros, as indústrias começaram a produzir adesivos à base de resinas poliuretanas, vinílicas, de poliéster e outras. (CARRASCO, 1984)

Os adesivos orgânicos sintéticos gozam da preferência na indústria madeireira devido principalmente à sua resistência hídrica e às ações dos microrganismos (OLIVEIRA e FREITAS, 1995), mas é o adesivo termofixo ureia-formaldeído o mais empregado na produção de chapas compensadas e aglomeradas, embora apresentem o inconveniente da volatilização do formaldeído; que, por ser perigoso, limita a comercialização dos painéis com países que adotam rigoroso controle ambiental. (PIZZI, 1983)

Resinas e aditivos, quando se originam de processos químicos, não raro provocam danos ao meio ambiente, com impactos significativos. (COELHO, 2009).

Existem impedimentos para aproveitamento da serragem proveniente do MDF como forração para granjas, aplicação como energia térmica, adubo ou mesmo para incineração em fornos, tendo em vista a existência de substâncias tóxicas utilizadas na formulação das resinas adesivas, que em regra são produzidas a base de ureia-formaldeído, fenol-formaldeído, melamina-formaldeído ou ureia-formaldeído-melamina. (PEREIRA, 2005)

A ureia, a melamina e o formaldeído derivam do petróleo, sendo resistentes tanto à umidade quanto ao ataque de microrganismos; acontece que a prensagem a quente libera formaldeído, o que é muito combatido devido à elevada toxicidade deste produto. (CAMPOS, 2004.

A Conferência das Nações Unidas realizada em 1972 na cidade de Estocolmo, se constituiu em notável marco na consolidação da consciência ambiental global, introduzindo

definitivamente a sustentabilidade como elemento estrutural para o desenvolvimento econômico contemporâneo, o que certamente influenciou a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente no Brasil (Lei 6.938-1981) e o surgimento dos partidos verdes, que grassaram na Europa e hoje integram a arena política no mundo todo.

A onda de sustentabilidade ganha cada vez mais importância porque é alicerçada em princípios e valores universais, com propostas para proteger e garantir a vida no planeta, independentemente das ideologias ou dos modelos políticos adotados pelos governos.

Neste sentido a busca diurna por aglutinantes sustentáveis trava intensa batalha com o mercado, que muitas vezes pretere a segurança em favor do lucro, o que não raro é endossado pelos governos, que cedem às pressões de determinados grupos econômicos consolidados no mercado mundial.

A academia, através da pesquisa, vem se esforçando no sentido de obter aglutinantes sustentáveis, que possam substituir com vantagem os aglutinantes perigosos, conforme se constata ao analisar, dentre outros os seguintes trabalhos publicados:

1. “Aplicação de resina poliuretana à base de mamona na fabricação de painéis de madeira compensada e aglomerada.” A pesquisa revelou-se como alternativa promissora para fabricação de painéis compensados e aglomerados. (DIAS,2004)

2. “Substituição parcial do fenol por lignina *kraft* na síntese de resinas fenólicas” A pesquisa apresentou conclusão favorável quanto à substituição das resinas tradicionais por resina sustentáveis, produzidas com adesivos fenólicos, cujo desempenho foi semelhante ao do adesivo padrão à base de formaldeído. (XAVIER, 2021)

3. “Aditivos naturais para redução de emissões de formaldeído das resinas ureia-formaldeído”. O estudo apresentou conclusão no sentido de que a introdução da proteína de soja, quer em resinas UF ou na própria produção de painéis de madeira, provoca uma diminuição significativa do teor de formaldeído nos aglomerados resultantes, apresentando uma diminuição do teor de formaldeído nas placas em torno de 12,5 % nos painéis standard, sem aditivo. (PEREIRA, 2015)

4. “Cola verde”, descoberta em 2018 durante uma pesquisa desenvolvida no Laboratório Nacional de Tecnologia do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM, que foi patenteada. Trata-se da descoberta por acaso, de cola atóxica, à base de água; feita a partir de matérias primas naturais, abundantes e renováveis, tais como: látex de borracha natural, nano celulose e lignina. Em testes apresentou elevado potencial de aplicação para diversos tipos de materiais, mas ainda não se tem notícia do seu potencial de utilização para

produzir painéis derivados da madeira, em substituição aos aglutinantes à base de formaldeído. (GOUVEIA, 2019)

A polarização das discussões e das ações que gravitam em torno do desenvolvimento sustentável, calcadas em crenças contrárias e ideologizadas, tem proporcionado mais lentidão e retrocessos do que avanços (MARCONATTO, et al., 2013), haja vista que são fortemente marcadas por conflitos de opinião, visão política e naturalmente interesses econômicos. (HOPWOOD et al., 2005)

Os crimes ambientais não trazem efeito imediato, como ocorre no homicídio por exemplo, mas suas consequências afetam a todos os seres vivos porque alteram os biomas. É preciso cuidar e intervir para acabar com a crença contemporânea, sedimentada principalmente pelo sistema de justiça criminal e pelos formadores de opinião, no sentido de que os criminosos na prática são as vítimas. A prevalência deste entendimento acarreta impunidade e aniquila com a eficácia do combate ao crime. (MOTTA, 2022)

A predominar este entendimento, faz-se oportuno lembrar a frase do escritor e cronista carioca Sérgio Porto (1923-1968), o qual assinava sob o pseudônimo de Stanislaw Ponte Preta: “Restaure-se a moralidade ou locupletemo-nos todos!” (PORTO, 1999)

As ideologias servem aos interesses particulares, embora tendam a se apresentar como interesses universais e comuns para o conjunto do grupo. (BOURDIEU, 2011)

É certo que as novas tecnologias de comunicação e informação, lastreadas nas facilidades proporcionadas pela internet, que agrupa vários tipos de mídias, possibilitam que qualquer degradação ambiental hodierna, rapidamente seja difundida e ganhe repercussão mundial, o que implica em maior transparência e melhoria da cidadania, devido à acessibilidade instantânea das informações. (SANTOS et al., 2013)

Novas propostas de adesivos aglutinantes sustentáveis, que possam ser utilizados nos diversos produtos madeireiros, serão muito bem-vindas; mas certamente terão que superar os obstáculos oferecidos pelas narrativas em torno dos produtos já consolidados, bem como pela resistência dos fortes grupos econômicos que lutarão intensamente para manter a hegemonia no mercado e sobrestrar as decisões da administração pública.

4.4 Classificação de risco dos painéis derivados da madeira dos tipos MDF e MDP

O Brasil figura dentre os maiores produtores de madeira do mundo, por conseguinte está envolvido, tanto no atendimento da demanda quanto na redução dos impactos ao meio ambiente e à saúde humana, causados exatamente pela elevada produção. (SILVA, 2015)

Ao avaliar as perdas ocorridas na utilização da madeira serrada, estima-se o percentual de 45,3%, com o consequente aproveitamento de 54,7%, (CREPALDI, 2021) sendo gerados atualmente cerca de trinta milhões de toneladas de resíduos de madeira, dos quais 91% são produzidos pela indústria madeireira (AMORIM et al., 2021). É oportuno considerar a expectativa de que a demanda mundial por madeira deva quadruplicar, até 2050. (IBÁ, 2019)

O formol causa efeitos adversos à saúde humana, desde a simples irritação nas vias aéreas e olhos, até reações inflamatórias, além de induzir à formação de carcinomas nasais e causar mutações em células humanas. Este composto é considerado igualmente tóxico para organismos aquáticos e animais terrestres. (COELHO, 2009)

Vinte e seis cientistas de dez países formaram um grupo de trabalho, sob coordenação do diretor da *International Agency for Research on Cancer – World Health Organization*, para avaliar as evidências carcinogênicas do formaldeído. O parecer final concluiu que existem as suficientes evidências de que o formaldeído causa câncer nasofaríngeo em humanos. (IARC, 2004)

A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC), atualmente classifica o formol como agente carcinogênico para humanos e animais, sendo que os trabalhadores ocupacionais de diversos setores químicos e hospitalares, são considerados os principais afetados. (LADEIRA, 2009)

Não se pode olvidar que os resíduos do painel de madeira reconstituída MDF devido à sua formulação química, são classificados como resíduos perigosos Classe I, conforme previsto na NBR 10.004/2004 da ABNT, e terá sua destinação obrigatoriamente controlada. (TREIN, 2015)

Cumpre observar que as normas da ABNT NBR 15.316 - 2 (2019) e 14.810 - 2 (2018) que tratam respectivamente da caracterização dos painéis derivados da madeira dos tipos MDF e MDP, não apenas estabelecem valores limites para os teores de formaldeído, contidos nos painéis em produção, reconhecendo o grau de perigo, mas também convalidam os índices de utilização do formaldeído na fabricação dos painéis.

No que se refere à exposição de trabalhadores ao formaldeído, durante a jornada de trabalho, é oportuno destacar a classificação de perigo deste componente e previsão de limites para o tempo/índice de exposição, com atribuição de uma compensação indenizatória às atividades laborais que sejam desenvolvidas com a possibilidade de afetação. (MTP-NR 15, 1978)

Efetivamente a norma não impede ou evita a exposição ao perigo, mas tão somente remunera a exposição perigosa através do adicional de insalubridade.

A Constituição Federal de 1988 assegurou direitos e proteção aos trabalhadores,⁴ mas deixou o assunto para ser tratado na legislação infraconstitucional.

A Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, prevê de forma genérica medidas preventivas de medicina do trabalho determinando exames, acompanhamento e controle da saúde do trabalhador.⁵

Uma recente “Reforma Trabalhista” incrementou a terceirização, inclusive em atividades principais das empresas⁶ e outros temas, mas não trouxe grandes novidades quanto às decisões relativas ao problema de exposição do trabalhador ao risco, o que foi mais uma vez mitigado, prevalecendo a eterna queda de braço entre a necessidade de proteção da saúde do trabalhador, o interesse comercial e a decisão política.

4.5 Ciclo de vida dos painéis derivados da madeira (fibras e partículas)

A Conferência de Estocolmo, organizada em 1972 pela Organização das Nações Unidas (ONU), revelou uma sociedade de consumo crescente, o que afeta sobremaneira a saúde do planeta. Desde então grassaram muitos estudos acadêmicos versando sobre preservação ambiental, destacando-se também a preocupação de setores produtivos e governantes com a sustentabilidade, com especial destaque para o ciclo de vida dos produtos; modelo criado por Theodore Levitt, que apresentou as fases de desenvolvimento dos produtos, como sendo: a introdução / crescimento, a maturidade e o declínio. A partir de então o ciclo de vida dos produtos passou a integrar o epicentro das discussões sobre preservação ambiental. (SILVA et al., 2021)

Existe considerável dificuldade em plotar a destinação final dos painéis derivados da madeira, principalmente devido aos obstáculos inerentes ao rastreamento, porque estes painéis são utilizados em várias aplicações e tem ciclo de vida longo. (PIEKARSKI et al., 2017)

⁴ A Constituição da República Federativa do Brasil, de 15 de outubro de 1988, no artigo 7º trata dos direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, assegurando dentre outros os seguintes direitos: XXII - Redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança XXIII - Adicional de remuneração para as atividades penosas, insalubres ou perigosas, na forma da lei;

⁵ O Decreto-lei 5.452, de 1º de maio de 1943, aprovou a Consolidação das Leis do Trabalho -CLT, que estabelece no artigo 168 a obrigatoriedade de exame médico nos seguintes casos: I - a admissão II - na demissão III – periodicamente, de acordo com o risco da atividade e o tempo de exposição.

⁶ A Lei 13.467, 13 de julho de 2017, alterou a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, incluindo o artigo 4º-A, que considera prestação de serviços a terceiros a transferência feita pela contratante para execução de quaisquer de suas atividades, inclusive sua atividade principal.

Neste contexto as resinas utilizadas para a fabricação dos painéis derivados da madeira, no processo de aglutinação das partículas, fibras e lâminas, que em regra são formuladas à base de formaldeído, constituem o maior perigo ao longo de todo o ciclo de vida do produto. (NAKANO et al., 2018)

O ciclo de vida engloba todas as etapas do produto e apresenta-se para estudo em três fases distintas, considerando-se em primeiro lugar a extração e os beneficiamentos até chegar ao final do processo de fabricação, “do berço ao portão da fábrica” - *Cradle to gate*; a segunda etapa considera apenas a produção, ou seja, “do portão ao portão da fábrica” - *Gate to gate* e a terceira e última etapa considera a “distribuição, o uso e a disposição final do produto” - *Gate to grave*. (TODD e CURRAN, 1999)

Nesta pesquisa será abordada apenas a fase *Gate do grave*, com foco na avaliação dos painéis de fibras e partículas que se encontram alhures, em processo de degradação pós uso.

A peculiar conformação geográfica do município-cidade do Rio de Janeiro, onde ocorreu o estudo, localizado entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico, com suas comunidades subnormais, muitas vezes fixadas nas encostas dos morros e sofrendo na época das chuvas, porque ficam sujeitas a enchentes e desabamentos.

Enchentes urbanas não são um fenômeno específico de determinadas localidades, podendo ocorrer em diversas áreas urbanas do Brasil e do mundo. O problema é antigo, frequente e recorrente em diferentes trechos da cidade do Rio de Janeiro e, apesar dos inúmeros prejuízos de diferentes naturezas causados, ainda parece estar longe de ser resolvido ou mesmo atenuado. (COSTA et al., 2018)

Os painéis derivados da madeira, quando submersos em água, sofrem inchamentos tanto devido à higroscopicidade da madeira como também devido à liberação das tensões de compressão, utilizadas para sua compactação durante a prensagem na fábrica. Ao sofrer a ação da água e depois ser retirado para secar, ao final de algum tempo acontecerá o equilíbrio da umidade, podendo ser recuperado o inchamento higroscópico; mas o aumento de volume, resultante da liberação das tensões será irreversível, contribuindo para a perda da funcionalidade e sofrendo o descarte prematuro. (VALLE, 2018)

A época das chuvas no Rio de Janeiro, que ocorre no período de outubro até março, devido à conformação geográfica da cidade provoca inundações e desabamentos, colocando não raro o mobiliário dos locais afetados, confeccionado em sua maioria com painéis de madeira reconstituída dos tipos MDF/MDP, em contacto com a água. As fibras e partículas dos

painéis absorvem umidade e incham, favorecendo o aparecimento de fungos e degradando a peça, contribuindo para aumentar os descartes destes produtos.

É oportuno ressaltar que tanto a lei instituidora da Política Nacional de Resíduos Sólidos lei 12.305/2010, quanto a norma ABNT NBR ISO 14.040 – 2009 que tratou da Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e estrutura, fixaram o entendimento do que vem a ser “ciclo de vida do produto”, conceituando ainda outros termos vinculados à sustentabilidade e à preservação ambiental, jungidos à destinação final dos resíduos sólidos, justamente pelo seu potencial poluidor, o que será abordado adiante.

4.6 A Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei 12.305/2010.

A limpeza urbana é sem dúvida o ponto de partida da iniciativa do Poder Público para atender à coletividade citadina, que terá necessariamente o compromisso de desfrutar e preservar o meio ambiente para posteriormente entregá-lo às futuras gerações.

O preâmbulo da Constituição Federal de 1988, assevera que o Estado Democrático se destina a assegurar, dentre outros direitos, a liberdade, a segurança, o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade. Dentre os valores supremos certamente merece destaque a razão, que é a primeira virtude humana ao lado da honestidade, da integridade e da justiça.

Ao tratar do tema “igualdade” não se pode prescindir do ensinamento eternizado em “Oração aos moços”:

A regra da igualdade não consiste senão em quinhoar desigualmente aos desiguais, na medida em que se desigualam. Nesta desigualdade social, proporcionada à desigualdade natural, é que se acha a verdadeira lei da igualdade. O mais são desvarios da inveja, do orgulho, ou da loucura. (BARBOSA, 1999)

A Carta Magna, ao tratar dos direitos e deveres individuais e coletivos, garante tanto aos brasileiros quanto aos estrangeiros residentes no país, o direito à vida, à liberdade e à igualdade; fazendo-o de forma tão peremptória que impede qualquer alteração constitucional que possa ter a pretensão de abolir os direitos e garantias individuais já conquistados e proclamados, permitindo-se tão somente a sua ampliação.⁷

A legislação ambiental contemporânea, no mesmo diapasão, ao instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu alguns princípios em “*numerus clausus*”, dentre os

⁷A Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, incluiu no artigo 60 as denominadas “cláusulas pétreas” com a finalidade de assegurar os direitos e garantias individuais. § 4º Não será objeto de deliberação a proposta de emenda tendente a abolir: IV - os direitos e garantias individuais.

quais se destacam: prevenção, poluidor-pagador, protetor-recebedor, desenvolvimento sustentável, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, razoabilidade e o da proporcionalidade.⁸

Embora existam outros princípios não expressos em lei, é oportuno destacar que a lei municipal instituidora da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, aprovada quase dois anos antes da lei federal que dispôs sobre a PNRS, já estabeleceria como princípios para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos na cidade o desenvolvimento sustentável, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos; bem como previu diretrizes gerais visando a proteção ambiental, a partir da articulação entre as áreas de meio ambiente, saneamento, saúde e educação, incluindo a logística reversa.⁹

Os princípios, quando referidos à proteção dos direitos naturais e inalienáveis do homem, são eternizados e aparecem sistematicamente no sistema normativo, percebendo-se também que procuram despertar a consciência social para atribuir responsabilidade aos que afetam à sustentabilidade, na medida exata dessa afetação.

As normas em comento proclamam direta ou indiretamente princípios do poluidor-pagador, estabelecem sobre a destinação ambientalmente adequada dos RSU, a coleta seletiva e a logística reversa, temas que serão abordados adiante.

4.7 O Princípio do Poluidor-pagador

Desde a antiga Roma o jurista Eneu Domício Ulpiano, ensinava os preceitos do Direito como sendo: “Viver honestamente, não prejudicar a ninguém e atribuir a cada um o que é seu.” (PEREIRA, 2004)

Preceito é o que se recomenda praticar e princípio é o que efetivamente serve de base para alguma coisa. Os princípios gerais do direito constituem o verdadeiro alicerce do ordenamento jurídico, mesmo que não estejam expressos em normas legais. (REALE, 2003)

Princípios são os valores que direcionam uma sociedade e representam os postulados básicos que espelham os fins da Constituição. (BARROSO, 1999)

⁸ A lei federal 12.305, 02 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e no artigo 6º estabeleceu princípios, dentre os quais merecem destaque: I - a prevenção e a precaução; II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; IV - o desenvolvimento sustentável; VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

⁹A lei municipal do Rio de Janeiro 4.969, de 03 de dezembro de 2008, ao dispor sobre instrumentos, princípios e diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos, apresenta no artigo 5º os princípios gerais do desenvolvimento sustentável, onde se destacam: da redução, da reutilização, da reciclagem, do tratamento e da destinação final ambientalmente adequados, que constituem as diretrizes para a gestão integrada de resíduos sólidos e destaca no inciso XIII a aplicação da logística reversa, por cadeia produtiva, priorizada em função do porte da geração e da natureza do impacto à saúde pública e ao meio ambiente.

Neste sentido é oportuno evocar a Constituição Federal, que ao tratar da Administração Pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, determina obediência aos princípios da legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência.¹⁰ Do exposto depreende-se a enorme importância da obediência aos princípios, quando se trata do sistema normativo que versa sobre a liberdade individual e a proteção ambiental.

O princípio do poluidor-pagador apresenta-se devidamente incrustado, amparado e defendido por todo o sistema normativo brasileiro, razão pela qual espera-se que a adoção de medidas administrativas possa efetivamente preservar o ambiente humano e garantir-lhe sustentabilidade, mesmo que seja preciso punir o transgressor. Acredita-se também que o poluidor deva suportar naturalmente os custos da prevenção, do controle da poluição e de todas as medidas preservacionistas do ambiente humano.

O livre funcionamento do mercado muitas vezes sobrestá o respeito à natureza e tolera o afastamento dos valores fundamentais, o que traz consequências desastrosas. É preciso que sociedade e governo estejam alinhados, com o fito de estimular o uso racional dos recursos ambientais e protegê-los, eis as bases do princípio “Poluidor – Pagador”. Ademais, no regime democrático as leis são criadas para organizar a sociedade, representando sempre a vontade da maioria, pois que são elaboradas por representantes eleitos democraticamente.

Nas democracias consolidadas caberá aos governos fixar as diretrizes de exequibilidade das leis, o que ocorre através da regulamentação que indica as melhores práticas para se alcançar o cumprimento normativo, a fim de que se obtenha a desejada e necessária preservação ambiental prevista na lei.

Discussões envolvendo a adoção de práticas econômicas que não levaram em conta a qualidade ambiental, acarretaram o surgimento do “Princípio do Poluidor Pagador”, proposto que foi pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, ao adotar a Recomendação C (72) 128, do Conselho Diretor, em maio de 1972. (RODRIGUES, 2005)

O Conselho Diretor da OCDE, impulsionado pelos movimentos de proteção ambiental, lastreados nos princípios e movimentos ambientalistas que grassavam na época da Conferência de Estocolmo, em 1972, conhecida como Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, proclamou a Declaração de Estocolmo, um significativo marco voltado para a redução dos impactos ambientais, que influenciou a instituição do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA. (ONU, 2020)

¹⁰ A Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, determina no artigo 37 os princípios que a administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá: da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da publicidade e da eficiência.

A Política Nacional do Meio Ambiente, impôs tanto ao poluidor quanto ao predador a obrigação de recuperar ou indenizar o dano causado, em decorrência da utilização dos recursos ambientais com fins econômicos¹¹. O Código Civil Brasileiro tratou do enriquecimento sem causa, preservando valores comportamentais na sociedade e combatendo a usurpação.¹² Por derradeiro, a Política Nacional de Resíduos Sólidos enumerou princípios, dentre os quais se destacam o do “Poluidor-Pagador”, o do “Protetor-Recebedor” e o da “Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos”.

Constata-se que o sistema normativo pugna na direção do equilíbrio social e do desenvolvimento com responsabilidade, ratificando a importância dos princípios quando o assunto versa sobre o patrimônio ambiental e sustentabilidade; mas certamente caberá à Administração Pública, detentora do “poder de polícia”, a ação fiscalizadora a fim de que as normas cumpram as suas finalidades com eficácia e efetividade.

4.8 Coleta de RSU, RSE e seletiva, no município do Rio de Janeiro, em face do Poder de Polícia

O desenvolvimento desordenado causa verdadeiro massacre no processo de renovação natural, tornando-se imperativo refletir diuturnamente sobre as garantias constitucionais e cuidar para que as ações protetivas do ambiente humano, atribuídas ao poder público, cumpram a sua finalidade.¹³

Um grande desafio contemporâneo é manter a relação de equilíbrio entre produção e consumo; neste contexto depreende-se que a limpeza urbana é parte indissociável do meio ambiente saudável e equilibrado, sendo atribuição do poder público local a execução direta ou indireta dos serviços de coleta de lixo. (SOUTO, 1992)

Resíduo consiste na sobra de um processo produtivo, rejeito¹⁴ é o material descartado após um processo de avaliação e lixo é o material que não sofreu qualquer avaliação, mas foi descartado pelo seu proprietário. (CALDERONI, 2003)

¹¹ A lei federal 6.938, de 31 de agosto de 1981, ao dispor sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, estabelece: Artigo 4º: VII - imposição, ao poluidor e ao predador, quanto à obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados ao usuário, pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

¹² A lei federal 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil, ao tratar do enriquecimento sem causa, no artigo 884, estabelece para aquele que, sem justa causa, se enriquecer à custa de outrem, será obrigado a restituir o indevidamente auferido, feita a atualização dos valores monetários.

¹³ A Constituição da República Federativa do Brasil, 05 de outubro de 1988, ao tratar do meio ambiente estabelece no artigo 225 que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

¹⁴ A lei municipal do Rio de Janeiro 4.969, de 03 de dezembro de 2008, apresenta no Anexo I o conceito de rejeito: resíduo sólido que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos

A Gestão do Sistema de Limpeza Urbana, no município do Rio de Janeiro, estabeleceu que os resíduos sólidos constituem propriedade privada e ainda os classifica em Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Resíduos Sólidos Especiais (RSE).¹⁵

O serviço de coleta dos RSU na cidade do Rio de Janeiro obedece a roteiros preestabelecidos, com dias alternados e horários programados pela COMLURB.¹⁶ Os resíduos recolhidos são destinados inicialmente para as Estações de Transferência de Resíduos – ETR, localizadas estrategicamente no território municipal, a saber: ETR Caju, ETR Marechal Hermes, ETR Bangu, ETR Jacarepaguá e ETR Santa Cruz. Durante visita à Estação de Transferência (ETR) Santa Cruz, na Zona Oeste foi obtida a imagem do produto derivado de painel de madeira reconstituída do tipo MDF, pós-uso. (Figura 1)



Figura 1. Imagem ETR Santa Cruz mostrando MDF descartado pós-uso ao centro e canto inferior direito da imagem. (Fonte: próprio autor, 2022)

Todo RSU recolhido na cidade é concentrado inicialmente nas ETR, sendo posteriormente transportado por veículos com maior capacidade de carga para o aterro sanitário da COMLURB, (Central de Tratamento de Resíduos - CTR Rio) localizada no Município de Seropédica, que atende também aos Municípios de Seropédica, Mangaratiba, Itaguaí, São João de Meriti, Piraí e Miguel Pereira, recebendo aproximadamente 10.000 toneladas de RSU/dia. (CICLUS, 2022) A CTR – Rio recebe todo o recolhimento de lixo da cidade do Rio de Janeiro, trata o chorume resultante da putrefação dos resíduos orgânicos e o comercializa como fertilizante, conforme aparece na sequência das figuras. (Figura 2)

tecnológicos acessíveis e disponíveis, não apresentem outra possibilidade que não seja a sua disposição final ambientalmente adequada.

¹⁵A lei municipal 3.273, de 06 de setembro de 2001, que dispõe sobre a gestão do sistema de limpeza urbana no Rio de Janeiro, estabelece no artigo 1º, § 4º, que os resíduos sólidos gerados por qualquer pessoa física ou jurídica são considerados propriedade privada, permanecendo, portanto, sob sua inteira responsabilidade até a disposição final. No artigo 6º classifica estes resíduos em Urbanos e Especiais.

¹⁶A Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, ao tratar da coleta domiciliar de RSU, divulga a programação, especificando dias e horários para coleta no seguinte endereço eletrônico: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/comlurb/exibeconteudo?id=2815149>>



Figura 2. Imagem do Aterro Sanitário CTR-Rio, na sequência de imagem mostrando o aterro, o tratamento do chorume e água recolhida após o tratamento. (Fonte: próprio autor, 2022)

Quanto aos resíduos sólidos considerados especiais – RSE (oriundos de podas, de pequenas obras, os tipificados como domiciliares, mas que excedam aos limites previstos em lei e os que apresentam riscos potenciais à saúde pública e ou ao meio ambiente)¹⁷ terão a sua coleta realizada de acordo com padrões técnicos diferenciados, através de empresas especializadas que serão contratadas para esse fim, sempre observando-se a natureza dos resíduos.

A COMLURB controla o credenciamento das empresas especializadas que estejam interessadas em prestar os serviços de remoção dos RSE, bem como disponibiliza para os cidadãos a relação destes prestadores de serviços, no endereço eletrônico: <<https://comlurbnet.rio.rj.gov.br/extranet/credenciadas/listacredsEXTRANET.php>>. Assim, os geradores de resíduos que necessitem remover Resíduos Sólidos Especiais poderão contar com a garantia de serviço técnico, na certeza de que a sua destinação final será ambientalmente adequada e atenderá ao estabelecido na legislação.

No Estado do Rio de Janeiro foi criado o Instituto Estadual do Ambiente – INEA, através da lei estadual 5.101/2007, que se destina a executar as políticas estaduais de meio ambiente, recursos hídricos e florestais, registrando, fiscalizando e controlando a movimentação dos resíduos especiais. A NOp INEA 35/2018 e a Resolução CONEMA 79/2018, determinam que os geradores de RSE lancem as informações no sistema INEA – RJ, a fim de que sejam gerados e impressos os Manifestos de Transportes de Resíduos – MTR, documento que permanecerá com o motorista transportador dos resíduos durante todo o trajeto da carga.

¹⁷A lei municipal 3.273, de 06 de setembro de 2001, estabelece no artigo 8º que os resíduos sólidos especiais RSE abrangem: a parcela dos resíduos sólidos urbanos RSU, que excede aos limites definidos nesta lei ou estipulados pelo órgão ou entidade municipal competente; o lixo perigoso produzido em unidades industriais e que apresente ou possa apresentar riscos potenciais à saúde pública ou ao meio ambiente.

Ao final do trajeto o recebedor da carga transportada passará recibo, fechando o controle do transporte.¹⁸ O recebedor da carga acusará o recebimento também no sistema informatizado INEA – RJ e, em até 90 dias atestará a destinação final dos resíduos recebidos, o que permitirá ao gerador emitir/imprimir o “Certificado de Destinação Final” – CDF, documento comprobatório da destinação final ambientalmente adequada.¹⁹

Com a finalidade de testar a funcionalidade do sistema e constatar a sua efetividade, houve contato com uma empresa credenciada para o transporte dos resíduos sólidos especiais, que consta na relação oferecida pela COMLURB²⁰. A consulta foi realizada por telefone, sendo perguntado ao interlocutor sobre a remoção de resíduos sólidos extraordinários perigosos Classes I, dos tipos MDF/MDP, bem como qual seria a sua destinação final. Na oportunidade o interlocutor esclareceu que estes tipos de resíduos, (MDF/MDP) são recolhidos e encaminhados à uma empresa que produz *blend* para comercialização como combustível em fornos, tudo em conformidade com as exigências legais.

Dando continuidade ao processo de constatação dos procedimentos e destinação final dos resíduos madeireiros, foi localizada uma empresa no Município vizinho de Duque de Caxias, bairro Jardim Gramacho, que aluga caçambas, transporta e destina corretamente resíduos madeireiros em geral, produz cavacos de madeira e serragem comercializando-os para produção de vapor e geração de energia.²¹

Na mesma linha de entendimento, com o propósito de conhecer parcialmente o processo de licenciamento digital para abertura de empresa, no município do Rio de Janeiro, foi elaborado um quadro que permitirá identificar a sequência dos procedimentos para a concessão, conhecer os órgãos públicos envolvidos nas autorizações das concessões e, quando desejável as exigências documentais através do acesso aos endereços eletrônicos disponibilizados.

¹⁸ A lei estadual 5.101, 04 de outubro de 2007, criou o Instituto Estadual do Ambiente – INEA e o decreto 46.619, de 02 de abril de 2019 estabeleceu a sua regulamentação e estrutura organizacional.

¹⁹ A norma operacional do INEA 35(NOP-INEA 35) estabeleceu a metodologia do sistema online de manifesto de transporte de resíduos – Sistema MTR, de forma a subsidiar o controle dos resíduos sólidos gerados, transportados e destinados no Estado do Rio de Janeiro, que foi aprovado pela Resolução CONEMA 79, de 07 de março de 2018.

²⁰ A Companhia Municipal de Limpeza Urbana da cidade do Rio de Janeiro (COMLURB) disponibiliza a relação dos prestadores de serviço credenciados para transportar resíduos sólidos especiais (SER), no seguinte endereço eletrônico: <<https://comlurbnet.rio.rj.gov.br/extranet/credenciadas/listacredsEXTRANET.php>>

²¹ Chaco Vaco Transportes Comércio e Beneficiamento de Madeira Ltda., localizada na Rua Tocntins, 287 – Jardim Gramacho – Duque de Caxias, RJ, disponível em: <<https://www.chacovaco.com.br>> Acesso em 15 dez. 2022.

Procedimentos	Órgãos Públicos	Endereço eletrônico
Consulta do local/sede empresa	Prefeitura RJ - Alvará consulta prévia	< https://home.carioca.rio/ >
Consulta do nome da empresa	Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro (JUCERJA)	< https://www.jucerja.rj.gov.br/ >
Documento Básico de Entrada – DBE	Secretaria da Receita Federal	< https://www.gov.br/receitafederal/pt-br >
Apresentar contrato social para registro	Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro (JUCERJA)	< https://www.jucerja.rj.gov.br/ >
Obter inscrição CNPJ	JUCERJA informa regularidade à Secretaria da Receita Federal	< https://www.jucerja.rj.gov.br/ >
Obter inscrição ICMS	JUCERJA informa regularidade à Secretaria Estadual da Fazenda RJ	< https://www.jucerja.rj.gov.br/ >
Obter inscrição ISS	JUCERJA informa regularidade à Secretaria Municipal de Fazenda - RJ	< https://www.jucerja.rj.gov.br/ >
Recebimento contrato registrado – Início das Operações da Empresa	Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro (JUCERJA)	< https://www.jucerja.rj.gov.br/ >
Obter Autorização de Segurança	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro	< https://home.carioca.rio/ >
Obter Autorização do Órgão Estadual de Meio Ambiente	Prefeitura RJ - Alvará consulta prévia	< https://home.carioca.rio/ >
Obter Autorização do Órgão Municipal de Meio Ambiente	Prefeitura RJ - Alvará consulta prévia	< https://home.carioca.rio/ >
Obter Autorização do Órgão Municipal de Inspeção Sanitária	Prefeitura RJ – Licenciamentos Sanitários	< https://home.carioca.rio/ >

Quadro 1. Quadro elaborado a partir de informações obtidas nos sites da Secretaria da Receita Federal, da Junta Comercial do Estado do Rio de Janeiro e da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, conforme apresentados no quadro oferecido, acesso em 25 de abril de 2023.

O Ministério do Meio Ambiente, que é o órgão encarregado da política de meio ambiente, através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), normatizou a autorização para o coprocessamento de resíduos que apresentem concentrações de poluentes, sendo certo que a autorização somente será expedida quanto houver ganho ambiental, o que torna imperioso certificações técnicas abalizadas, mas possibilita a destinação ambientalmente adequada dos

resíduos, incluindo-se os provenientes dos painéis reconstituídos de madeira, dos tipos MDF e MDP.²²

A legislação em vigor impõe obrigações aos geradores dos resíduos sólidos urbanos - RSU no que concerne à coleta,²³ sendo obrigatória a segregação dos resíduos entre recicláveis e não-recicláveis, em sacos distintos e identificados.²⁴

A coleta seletiva na cidade do Rio de Janeiro é específica para os materiais potencialmente recicláveis (papel, plástico, vidro e metal), atendendo 122 bairros, com 26 roteiros diários de coletas conforme calendário e roteiros previamente divulgados.²⁵ Considerando os 164 bairros do Município,²⁶ observa-se que 25,61% dos bairros ainda não são atendidos por coleta seletiva e não raros citadinos descartam painéis dos tipos MDF/MDP sem atentar para os preceitos normativos que tratam do assunto.

Cabe lembrar que estes produtos também são suscetíveis de reaproveitamento como biomassa, conforme apresentado acima, existindo ainda outras possibilidades de reaproveitamento como matéria prima para novos produtos, como se constata nos artigos científicos “Incorporação de resíduo de madeira em ladrilho hidráulico vibrado.” (SAVAZZINI-REIS e FAGUNDES, 2020) e “Preparação de blocos porosos utilizando resíduos de MDF na formulação de massas cerâmicas estruturais.” (ALMEIDA, 2020).

Não se pode desprezar o aproveitamento dos resíduos, restos e rejeitos provenientes dos painéis de madeira reconstituída dos tipos MDF/MDP, diante da possibilidade de uso como matéria prima para confeccionar um novo tipo de produto, mas é imperativo respeitar a

²²A Resolução CONAMA 499, de 06 de outubro de 2020, estabelece no artigo 3º que o órgão ambiental competente poderá autorizar o coprocessamento de materiais e resíduos provenientes de passivo ambiental, como forma de destinação final ambientalmente adequada. No artigo 11 permite o coprocessamento em fornos de produção de clínquer, resíduos ou misturas de resíduos passíveis de serem utilizados como substituto de matéria-prima e/ou de combustível, desde que as condições do processo assegurem o atendimento às exigências técnicas comprovados a partir dos resultados práticos do Plano do Teste de Queima e no § 2º estabelece que os resíduos podem ser utilizados como substitutos de combustível, para fins de coprocessamento, desde que o ganho de energia seja comprovado.

²³A lei municipal 3.273, de 06 de setembro de 2001, estabelece no artigo 16 que o manuseio dos resíduos sólidos engloba as atividades de segregação na fonte, acondicionamento, movimentação interna, estocagem e oferta dos resíduos para coleta, esclarecendo no § 5º que a oferta dos resíduos implica na sua colocação em recipientes na calçada de frente do domicílio, junto ao meio-fio, ou em outro local especificamente designado pelo órgão ou entidade municipal competente.

²⁴A lei municipal do Rio de Janeiro 4.969, de 03 de dezembro de 2008, estabelece no artigo 12 que os geradores dos resíduos, pessoas físicas e jurídicas, públicas e privadas, são obrigadas a separação e acondicionamento do lixo em sacos de cores distintas, determinadas pelo órgão ou entidade municipal competente, conforme o tipo de resíduo e no § 1º estabelece que os resíduos serão separados e acondicionados em dois sacos distintos, distribuídos entre resíduos recicláveis e os não-recicláveis.

²⁵Disponível em: <<https://comlurb.prefeitura.rio/servico/coleta-seletiva/>> Acesso em: 15 dez. 2022.

²⁶Disponível em: <<https://www.data.rio/datasets/PCRJ::limite-de-bairros/explore?location=-23.418803%2C-42.025262%2C8.29>> Acesso em: 15 dez. 2022.

proporção de serragem e de madeira roliça, a fim de não comprometer as propriedades mecânicas e afetar a estabilidade do novo produto. (TORRELL, 2013)

Outra possibilidade para se utilizar os resíduos provenientes do produto painel de madeira MDF é a confecção de tijolos de solo-cimento; utilizando-se como matéria prima o solo, o cimento e as fibras oriunda dos resíduos de MDF, o que acarreta obtenção de um produto mais leve, com bom desempenho mecânico e capaz de controlar a propagação de fissuras. (SILVA, 2005)

Os restos de MDF poderão ainda integrar os compósitos de plástico-madeira, utilizando materiais recicláveis de qualidade e com larga aplicabilidade, pois não racham, não empenam e podem ser serrados facilmente. (YAMAJI, 2004)

De longa data juristas renomados têm abordado a questão da violência contra pessoas, bens e instituições, inclusive contra o próprio Estado, o que tem levado pânico a todos os segmentos sociais, inclusive às autoridades que têm o dever legal de combatê-la. (LAZZARINI et al., 1987)

A legislação que trata da Gestão do Sistema de Limpeza Urbana, na cidade do Rio de Janeiro, estabelece penalidades para quem perturbar, prejudicar ou impedir a execução de qualquer atividade de limpeza urbana,²⁷ mas não se percebe ações fiscalizadoras sistemáticas perpetradas pelos órgãos municipais. Sendo assim crescem os descartes irregulares de resíduos, restos e rejeitos dos produtos MDF/MDP, que são perigosos.

Há um consenso de que o Estado deve se organizar e agir juridicamente, tendo inclusive autorização para o uso da força, mas tão somente no exato limite da lei, sem excessos. Aliás, muito acertadamente, qualquer excesso praticado pelo agente público ensejará um procedimento penal para que este responda pelo crime de “abuso de autoridade”, previsto em lei.²⁸

O “poder de polícia” ingressou no ordenamento pátrio há cinquenta e seis anos e ainda não foi modificado, porque é pautado em valores universais próprios dos regimes democráticos, atende aos anseios do legislador contemporâneo e constitui uma excepcional prerrogativa outorgada exclusivamente à administração pública, no campo da restrição de direitos, interesses e liberdades, para atender aos anseios de uma convivência social harmoniosa.²⁹

²⁷A lei municipal 3.273, de 06 de setembro de 2001, no artigo 82, prevê a pena de multa a ser aplicada quando alguém perturbar, prejudicar ou impedir a execução de qualquer das atividades de limpeza urbana.

²⁸A lei federal 13.869, de 05 de setembro de 2019, Dispõe sobre os crimes de abuso de autoridade.

²⁹A lei 5.172, de 25 de outubro de 1966, no artigo 78 conceitua “poder de polícia” ao estabelecer: “Considera-se poder de polícia atividade da administração pública que, limitando ou disciplinando direito, interesse ou liberdade, regula a prática de ato ou abstenção de fato, em razão de interesse público concernente à segurança, à higiene, à ordem, aos costumes, à disciplina da produção e do mercado, ao exercício de atividades econômicas dependentes

Tratando-se de crime não apenas os servidores públicos, mas qualquer pessoa do povo poderá exercer o “poder de polícia”, conforme preceitua o Código de Processo Penal,³⁰ para prender quem esteja em flagrante delito cometendo um crime, desde que à infração cometida seja atribuída pena de reclusão ou detenção.

A CRFB adotou o princípio da responsabilidade objetiva do Estado,³¹ razão pela qual a crescente vulnerabilidade à proteção ambiental eventualmente poderá ser atribuída à omissão fiscalizadora do Estado, quando ocorrer dano ambiental.

Do exposto é possível inferir-se que o Estado Democrático de Direito não poderá ser dadivoso; governantes, agentes públicos e cidadãos não poderão tolerar o descumprimento da lei em favor do interesse de pequenos grupos; sob pena de praticarem o crime de omissão e contribuírem para a instalação de um “Estado Anárquico” de tendência totalitária.

Cabe lembrar o escritor, cronista, jornalista e humorista Sérgio Marcus Rangel Porto, mais conhecido pelo pseudônimo “Stanislaw Ponte Preta”, que se notabilizou na década de sessenta do século passado com suas frases bem-humoradas que se incorporaram à cultura carioca, dentre as quais merece a seguinte citação: “Ou restaure-se a moralidade ou locupletemo-nos todos!” (PORTO, 1999)

4.9 A logística reversa

A logística consiste em administrar o fluxo de materiais, produtos e pessoas de um local para outro, onde estes se façam necessários ou devam permanecer.

Os primeiros passos sobre o entendimento e a importância da logística, apresentaram-se pela necessidade do homem caçar para sobreviver, sendo que mais tarde foi vinculada à vertente militar, devido principalmente às necessidades de realizar grandes deslocamentos e ainda permanecer em condições de combater. (DIAS, 2005)

A logística revela-se dinâmica, na medida em que tem ligação direta com a produção para satisfazer às necessidades humanas. É preciso fazer com que o produto chegue ao seu destino e cumpra bem a sua finalidade.

de concessão ou autorização do Poder Público, à tranquilidade pública ou ao respeito à propriedade e aos direitos individuais ou coletivos.

³⁰O Decreto-lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941, Código de Processo Civil, estabelece no artigo 301: “Qualquer do povo poderá e as autoridades policiais e seus agentes deverão prender quem quer que seja encontrado em flagrante delito.”

³¹A Constituição da República Federativa do Brasil, 05 de outubro de 1988, no artigo 37 estabelece os princípios norteadores da administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, consagrando ainda no § 6º que as pessoas jurídicas de direito público e as de direito privado prestadoras de serviços públicos responderão pelos danos que seus agentes, nessa qualidade, causarem a terceiros, assegurado o direito de regresso contra o responsável nos casos de dolo ou culpa.

A sociedade contemporânea, vivendo na terceira fase da modernidade, caracteriza-se pelo consumismo, sendo que os mecanismos publicitários se prestam a ser capazes de manejar a mente dos consumidores, forçando-os a consumir mesmo que seja para atender necessidades nocivas e ou abusivas, (CAMPOLLO et al., 2020) o que contribui significativamente para o esgotamento dos recursos naturais devido ao aumento na produção, mas acarreta também o correspondente aumento do lixo produzidos nos grandes centros urbanos.

Por outro lado, a indústria, preocupada com o lucro e em satisfazer à fúria consumerista, parece não se preocupar com as consequentes poluições e afetação da sustentabilidade; até porque é bastante significativa a resistência do setor empresarial, quanto a aceitação da responsabilidade pela gestão dos produtos, na sua fase pós-consumo. (DA SILVA et. al, 2019)

Se a logística da disponibilização dos produtos aos consumidores finais representa um diferencial na vantagem competitiva, (CAMPOS, 2009) por outro lado a logística reversa surge como um desafio moderno a ser aperfeiçoado, com vistas à preservação ambiental e à sustentabilidade. Tudo isto ocorre, pari passu, num cenário marcado pela convocação da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, no ano de 1972, em Estocolmo (Suécia), que estabeleceu princípios, consolidados em um Manifesto Ambiental.

Na mesma linha desse entendimento, em 1983 o Secretário Geral da ONU convidou a médica Gro Harlem Brundtland, mestre em saúde pública, para estabelecer e presidir a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que gerou a publicação do relatório “Nosso Futuro Comum”, fixando e difundindo o conceito de desenvolvimento sustentável, que serviu como espeque para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, a qual ficou conhecida como “Cúpula da Terra” e adotou a “Agenda 21”. (ONU, 2020)

Cotejando os princípios que nortearam a elaboração das leis brasileiras de proteção ao meio ambiente com as diretrivas de sustentabilidade discutidas e defendidas na ONU, constata-se a imperiosa necessidade de estudos e adaptações para reformular as diretrizes da administração pública, que versem sobre logística reversa, com o propósito de preservar o ambiente humano e garantir a permanência da vida na terra.

É bastante consistente e incontroverso o argumento de que a atividade econômica somente poderá se desenvolver respeitando a sustentabilidade. Este foi o entendimento

predominante nas Casas Legislativas do Brasil ao instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos, haja vista a previsibilidade legal e a adoção do conceito de logística reversa.³²

Cabe lembrar que a citada lei estabeleceu diretamente a logística reversa para alguns produtos em “*numerus clausus*”³³ mas com relação aos demais produtos e embalagens deixou a decisão ao talante da administração pública ou para os acordos setoriais e termos de compromisso, que deverão considerar prioritariamente a viabilidade técnica, econômica, impacto à saúde e ao meio ambiente.³⁴

No sistema normativo brasileiro as leis são regulamentadas por decretos do Chefe do Poder Executivo,³⁵ que são atos administrativos consubstanciados de acordo com a política de governo, o que ficou evidenciado no Decreto Federal 10.388/2020, que instituiu recentemente o siso que ficou evidenciado no tema de logística reversa para medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, industrializados e manipulados, após o descarte pelos consumidores.³⁶

Considerando que a norma ABNT NBR 10.004/2004, classifica tanto o MDF como o MDP como produtos perigosos Classe I, seria desejável a implantação da logística reversa também para estes produtos, o que ainda não ocorreu devido à falta de vontade política.

No Estado do Rio de Janeiro foi aprovada a lei 8.151/2018 instituiu o Sistema de Logística Reversa para todos os tipos de embalagens e, mais recentemente, a Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade juntamente com o Instituto Estadual do Ambiente – INEA, lançaram o Programa Estadual de Logística Reversa “Retorna Rio”.³⁷ Acontece que nem a lei

³²A lei 12.305, 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, conceitua logística reversa no artigo 3º, XII “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.”

³³ No artigo 33 a mesma lei trata da logística reversa, determinando o retorno dos produtos e ou embalagens após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos de alguns produtos. Assim os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos seguintes produtos terão que cumprir o mandamento legal. I –Agrotóxicos, II - pilhas e baterias; III - pneus; IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

³⁴ Por derradeiro a lei em comento trata no §1º do mesmo artigo estabelecendo que o sistema de logística reversa obedecerá ao disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

³⁵A Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, estabelece no artigo 84, que compete privativamente ao Presidente da República sancionar, promulgar e fazer publicar as leis, bem como expedir decretos e regulamentos para sua fiel execução.

³⁶O decreto 10,388, de 05 de junho de 2020, regulamentou o § 1º do **caput** do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e instituiu o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores.

³⁷ Programa lançado no dia 21 de junho de 2022, fundamentado na Política Nacional de Resíduos Sólidos, com o objetivo fomentar políticas públicas sobre o conceito de Logística Reversa no Rio de Janeiro a partir de três eixos: a implementação,

estadual referenciada nem o programa lançado fizeram qualquer alusão que pudesse efetivamente alterar a destinação final dos produtos perigosos MDF/MDP, descartados no Estado do Rio de Janeiro.

No Município do Rio de Janeiro, a lei instituidora do PMGIRS (4.969/2008) é anterior à lei federal que instituiu o PNR (lei 12.305/2010) e já tratava da destinação ambientalmente adequada para pilhas, baterias, lâmpadas, produtos eletrônicos, resíduos dos serviços de saúde, da construção civil e pneus, o que foi ratificado e ampliado na legislação federal. Acontece que no município não há previsão de logística reversa nem existe norma específica, versando sobre a destinação e ou tratamento para os resíduos e rejeitos sólidos derivados dos painéis de madeira, dos tipos MDF/MDP, muito embora estes sejam classificados como Resíduos Sólidos Especiais e tenham a sua destinação final prevista em lei.

4.10 Descartes irregulares de MDF/MDP no município do Rio de Janeiro e suas vicissitudes

Os discursos políticos quanto à proteção do meio ambiente são eloquentes, mas as decisões que denotem a efetiva preservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida da população, quase sempre ficam postergadas e eventualmente são encontrados volumosos descartes dos painéis derivados da madeira dos tipos MDF/MDP pós-uso, em logradouros públicos da cidade. (Figura 3)



Figura 3. Descarte de MDF em logradouro público. Rua Capitão Menezes – Praça Seca – RJ. (Fonte: próprio autor, 2022)

Os painéis de madeira reconstituída, dos tipos MDF/MDP, ainda que não figurem expressamente no sistema normativo certamente integram a lista dos resíduos sólidos

a legislação e a fiscalização dessa atividade no Estado. Disponível em; <<http://www.inea.rj.gov.br/secretaria-de-estado-do-ambiente-e-sustentabilidade-e-inea-lancam-programa-estadual-de-logistica-reversa/>> Acesso em: 18 dez. 2022.

especiais,³⁸ devido principalmente à formulação das resinas aglutinantes utilizadas nas suas fabricações. No município do Rio de Janeiro a destinação final dos resíduos especiais está contida no PMGIRS.

O Sistema Normativo municipal relativo à logística reversa não apresenta qualquer diretriz voltada especificamente para os resíduos, restos ou rejeitos dos produtos painéis de madeiras reconstituídas dos tipos MDF/MDP, nem tão pouco estes produtos integram programas relativos à economia circular da cidade.

Por outro lado, em simples transitar pela cidade se percebe o contraste entre a beleza natural do espaço urbano e os descartes irregulares de resíduos sólidos em calçadas e ou em terrenos baldios. Mais do que isto, uma reportagem sobre a zona oeste da cidade, veiculada na mídia no ano de 2021,³⁹ revelou o flagrante do exato momento em que um caminhão, com a sigla “LR 9 Entulho” onde aparece inscrito na carroçaria do mesmo um número de telefone, estava saindo de um lixão clandestino. (REGUEIRA, 2021)

No ano de 2022, ao examinar a lista das empresas credenciadas para remoção de resíduos sólidos extraordinários, biológicos e sólidos inertes, disponibilizada pela COMLURB,⁴⁰ não constava o nome da empresa citada na reportagem, mas constava o nome “LR 9 Construções - EIRELI” como sendo empresa prestadora do serviço de remoção, localizada na zona oeste, com a disponibilidade do mesmo número do telefone que apareceu inscrito no veículo da reportagem. Devido a não aparecer o número de inscrição no CNPJ, não se poderá asseverar que se trate da mesma empresa ou grupo econômico, mas fica a dúvida.

A lei municipal 3.273/2001 prevê aplicação de multa para descartes irregulares do lixo nos espaços públicos⁴¹ e o seu regulamento, decreto 21.305/2002, designou os agentes públicos encarregados da fiscalização e autuação de infratores.⁴²

³⁸A lei municipal 3.273, de 06 de setembro de 2001, ao dispor sobre a gestão do sistema de limpeza urbana municipal, definiu no artigo 8º os Resíduos Sólidos Especiais – RSE como sendo os resíduos extraordinário e os perigosos devido às suas características físico-químicas.

³⁹A reportagem intitulada “Lixões clandestinos crescem na Região Metropolitana do Rio e são operados por tráfico e milícia, afirma especialista”, realizada pelo RJ2, jornalista Chico Regueira, no dia 14 de janeiro de 2021, revelou a existência de um lixão em que eventualmente ocorrem ilegalidades quanto aos descartes de resíduos na cidade. Disponível em:<<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/01/14/lixoes-clandestinos-crescem-na-regiao-metropolitana-do-rio-e-sao-operados-por-trafico-e-milicia-afirma-especialista.ghtml>>

⁴⁰Listagem das empresas credenciadas para remoção dos resíduos sólidos extraordinários, resíduos biológicos e resíduos sólidos inertes, disponibilizada pela COMLURB. <<https://comlurbnet.rio.rj.gov.br/extranet/credenciadas/listacredsEXTRANET.php>>

⁴¹A lei municipal 3.273, de 06 de setembro de 2001, estabelece no artigo 83 a pena de multa para quem depositar, permitir a deposição ou propiciar a deposição de lixo, bens inservíveis, entulho de obra ou resíduos de poda em terrenos baldios ou imóveis públicos ou privados, bem como em encostas, rios, valas, ralos, canais, lagoas, praias, mar, oceano, áreas protegidas ou em qualquer outro local não autorizado pelo Poder Público.

⁴²O decreto municipal 21.305, de 19 de abril de 2002 estabeleceu no artigo 4º que cabe aos Coordenadores Gerais de Regiões Administrativas, aos Administradores Regionais e aos Agentes de Fiscalização e Limpeza Urbana a

Apesar da previsão legal e alguma melhora na limpeza da cidade, as ações do poder público ainda não despontam como suficientes para resolver o problema da cultura dos descartes irregulares na via pública, percebendo-se que a tênue aplicação da norma acarreta a sua ineficácia. Eventualmente são veiculadas notícias sobre descartes irregulares de lixo e ações fiscalizadoras na cidade do Rio de Janeiro, como se constata nas reportagens: “Rio de Janeiro passa a multar quem joga lixo na rua.”⁴³ e ainda “Rio: 130 mil multados por jogar lixo e fazer xixi nas ruas.”⁴⁴

Encontra-se em tramitação no Senado Federal o projeto de lei 523 / 2013, propondo a inclusão do artigo 47-A na lei 12.305 / 2010, para proibir o descarte irregular de resíduos ou rejeitos em vias públicas, dando ao Distrito Federal e aos Municípios o prazo de dois anos para regulamentar a proibição. O projeto foi modificado e aprovado na Câmara dos Deputados, em 8 de novembro de 2017, sendo posteriormente devolvido ao Senado Federal, para apreciar e votar o substitutivo da Câmara dos Deputados, mas encontra-se aguardando designação do relator, desde 11 de setembro de 2019 até a presente data. (SENADO FEDERAL, 2013)

Foi observado que nos dias e horários previstos para a coleta dos resíduos sólidos urbanos ou para a coleta seletiva, nas portas de condomínios e ou residências unifamiliares existiam alguns sacos de lixo oferecidos para coleta que se apresentam rasgados e com o lixo completamente espalhado na calçada. Foi constatado também a existência de fragmentos de móveis construídos com MDF/MDP, oferecidos para coleta juntamente com o RSU.

A realidade é que catadores anônimos, conhecedores das rotinas dos recolhimentos programado pela COMLURB, perambulando pela cidade passam antes das coletas programadas, rasgam os sacos oferecidos, espalham o lixo, tiram os materiais de pequeno volume e com algum valor agregado que lhes interessa, como é o caso das “latinhas de alumínio”. A consequência destas ações é uma grande quantidade de lixo espalhado pelas ruas e calçadas dos bairros.

competência para fiscalizar e aplicar as multas, bem como ainda outorgou à COMLURB o poder de indicar agentes para esses misteres.

⁴³Reportagem do dia 20 de gosto de 2013, esclarece que as multas previstas pelo “Programa Lixo Zero” poderão variar de R\$ 157,00 (cento e cinquenta e sete reais) até R\$ 3.000,00 (três mil reais). Para coibir os descartes irregulares foram formadas cinquenta e oito equipes compostas por garis, guardas municipais e policiais militares. Disponível em: <<https://epoca.oglobo.globo.com/tempo/noticia/2013/08/rio-de-janeiro-passa-bmultar-quem-joga-lixob-na-rua.html>>

⁴⁴“Rio de Janeiro – Pelo menos 130 mil cariocas e turistas estão inadimplentes e podem ser incluídos no Serviço Central de Proteção ao Crédito (SCPC) por não pagarem multas emitidas pelo Programa Lixo Zero.” Reportagem de 22 de outubro de 2021, por Bruno Menezes. Disponível em: <<https://www.metropoles.com/brasil/rio-130-mil-multados-por-jogar-lixo-e-fazer-xixi-na-rua-vao-pro-scpc>>

É vedado por lei oferecer os resíduos sólidos especiais (RSE) para serem coletados juntamente com os resíduos sólidos urbanos (RSU),⁴⁵ mas quando eventualmente ocorrem as ofertas de MDF/MDP sem a devida segregação a COMLURB recolhe ambos os resíduos, sem restrições.

No município do Rio de Janeiro a coleta seletiva é obrigatória sob pena de multa, conforme previsto na lei que estabeleceu as diretrizes para elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos,⁴⁶ no entanto não se tem notícia de que as ações fiscalizadoras tenham sido eficazes no combate ao descumprimento da segregação determinada em lei.

O conceito de limpeza urbana está vinculado à Segurança Pública, uma vez que está contido no entendimento de ordem pública,⁴⁷ que é fiscalizado com fundamento no poder de polícia previsto na Constituição Federal e atribuído às policiais militares.⁴⁸

O custeio do Sistema de Limpeza Urbana, no Município do Rio de Janeiro, é suportado pela cobrança da Taxa de Coleta domiciliar de Lixo – TCL,⁴⁹ cobrada anualmente junto com a guia do Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana, devidamente discriminada na referida guia, sob a sigla TCL.

Sendo a taxa um tributo vinculado, fica difícil aceitar a existência de sua cobrança em face da precariedade do serviço prestado pela administração pública, o que tanto afeta ao ambiente humano.

“O problema fundamental em relação aos direitos do homem, hoje, [é] não tanto o de justificá-los, mas o de protegê-los. Trata- -se de um problema não filosófico, mas político”. (BOBBIO, 2004.)

⁴⁵A lei municipal 3.273, de 06 de setembro de 2001, no artigo 36 estabelece proibição quanto à oferta de resíduos sólidos urbanos junto a qualquer outro resíduo considerado especial.

⁴⁶A lei municipal do Rio de Janeiro 4.969, de 03 de dezembro de 2008, estabelece no artigo 12 que os geradores dos resíduos, pessoas físicas e jurídicas, públicas e privadas, são obrigadas a separação e acondicionamento do lixo separado e acondicionado em dois sacos distintos entre resíduos recicláveis e os não-recicláveis, sujeitando o infrator ao pagamento de multa.

⁴⁷O decreto 88.777, de 30 de setembro de 1983, estabelece o conceito de Ordem Pública: Consiste no conjunto de regras formais, que emanam do ordenamento jurídico da Nação, tendo por escopo regular as relações sociais de todos os níveis, do interesse público, estabelecendo um clima de convivência harmoniosa e pacífica, fiscalizado pelo poder de polícia, e constituindo uma situação ou condição que conduza ao bem comum.

⁴⁸A Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, no artigo 144 estabelece que a segurança pública é dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, sendo exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos: V - polícias militares e corpos de bombeiros militares. § 5º - às polícias militares cabem a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública.

⁴⁹Alei municipal 2.687, de 26 de novembro de 1998, estabelece no artigo primeiro que a taxa de coleta domiciliar do lixo, tem como fato gerador a utilização efetiva ou potencial do serviço público, prestado ou posto à disposição, de coleta domiciliar de lixo ordinário, a qual reúne o conjunto das atividades de recolhimento do lixo relativo ao imóvel, do transporte do lixo e de sua descarga.

O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil revela que 74,4% dos municípios brasileiros tem iniciativas de coleta seletiva, destacando-se os das regiões sul com 91,2% e da região sudeste com 90,6%. (ABRELPE, 2021)

É notório que o sistema de coleta seletiva tem triplo objetivo: o econômico, na medida em que os produtos são reciclados para retornar ao mercado; o ambiental, porque reduz a quantidade de lixo a ser tratado e prolonga a vida do aterro sanitário e o concorrencial, na medida em que as empresas aderentes à gestão sustentável ganham a preferência dos consumidores.

O Brasil é referência mundial na destinação adequada de embalagens de defensivos agrícolas, com um sistema de logística reversa bem estruturado, reciclando um total de 94% das embalagens colocadas no mercado, (ABRELPE, 2021) mas certamente são as embalagens de latas de alumínio, recicladas no Brasil, a maior referência da reciclagem mundial, com um percentual de 98,7%. (RECICLA LATAS, 2022)

No ano de 2020, os totais dos resíduos coletados no município do Rio de Janeiro que foram encaminhados para o sistema público municipal, excluindo-se o lixo extraordinário produzido pelos grandes geradores e os resíduos da construção civil (RCC), perfizeram a média diária de 7.634 toneladas; ao passo que a média diária da coleta seletiva dos materiais recicláveis, realizada com regularidade porta a porta nos logradouros e uma vez por semana, num período de dez anos (2011 - 2020), contabilizou o recolhimento total de 175.219 toneladas, equivalente à média diária de 48 toneladas, equivalente ao ínfimo percentual de 0,027%. (PMGIRS, 2021)

Reforçando o apoio à coleta seletiva e à reciclagem o Decreto Municipal - RJ 33.971 – 2011, dispôs sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos da construção civil - RCC em obras e serviços de engenharia realizados pelo Município do Rio de Janeiro. Neste sentido é factível a premonição de que no futuro a coleta seletiva se vinculará ao sistema de logística reversa, pois que a lei atribui essa responsabilidade a quem inicia o processo produtivo. (HOFFMANN, 2021)

O setor dos painéis de madeira reconstituída, que utiliza basicamente matéria prima procedente de florestas plantadas gera bastante resíduo, inclusive no pós-uso e evidencia a necessidade de intervenções preservacionistas, (ZENG et al., 2018) mas ainda não se identifica um programa de coleta seletiva e destinação específica para os painéis derivados da madeira dos tipos MDF/MDP.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do estudo: Cidade do Rio de Janeiro

Contextualizando o município-cidade do Rio de Janeiro é oportuno lembrar que está situado entre as coordenadas geográficas de latitude sul 22° 54' 13" e de longitude oeste 43° 12' 35", que tem sua topografia marcada por grande quantidade de morros e montanhas, que sofreu forte influencia política por ter sido a capital do Brasil durante 197 anos (1763 – 1960), que atualmente é a segunda cidade brasileira mais populosa, possuindo também a maior floresta urbana do mundo, duas baías, duas enseadas, uma restinga, cinco lagoas e 267 cursos d'água que igualmente lhe completam o o cenário físico-ambiental.⁵⁰

A ocupação desordenada nas encostas dos morros, a intensidade das enchentes que ocorrem na época das chuvas, o alto grau de higroscopicidade e a composição dos painéis de madeira reconstituída dos tipos MDF/MDP, motivaram sobremaneira a escolha do local e do material objeto desta pesquisa.

5.2 Tipos e origens dos materiais avaliados em laboratório.

O presente estudo buscou avaliar em laboratório a presença de formaldeído, que é um componente volátil perigoso, utilizado em larga escala nas resinas aglutinantes das fibras e partículas de madeira, para produzir os painéis derivados da madeira dos tipos MDF e MDP.

A presença do formaldeído, altera a classificação de risco da madeira e a pesquisa sobre a sua volatilização - lixiviação foi de capital importância para assinalar possíveis consequências danosas para a vida e o ambiente humanos.

Face ao exposto foram examinados fragmentos dos painéis referenciados, que foram obtidos em locais diversos e com diferentes aparências dos níveis de degradação, perpassando pelo material novo até atingir o que se apresentava mais degradado. Visitas aos diversos logradouros de bairros existentes no município foram realizadas, tudo com o propósito de identificar o comportamento da volatilização–lixiviação do formaldeído, durante o ciclo de vida dos painéis derivados da madeira.

5.3 Sistema normativo e constatação de descartes irregulares na cidade.

O Sistema normativo vigente no município-cidade foi avaliado denotando boa estruturação, mas quando confrontado com os processos de tratamento, descarte e destinação

⁵⁰ Manual dos rios, canais e corpos hídricos da cidade do Rio de Janeiro. Rio Águas - Prefeitura do Rio de Janeiro, 2020, 200 p. Disponível em: < www.rio.rj.gov.br/web/rio-aguas > Acesso em 15 de janeiro de 2023.

final do lixo urbano e a realidade dos descartes realizados pelos cidadinos, identificou-se certa distorção entre as previsões normativas e as práticas constatadas, sendo possível estimar-se uma possível afetação da saúde humana e do meio ambiente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil. 54 p. 2021. Disponível em:<<https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>> Acesso em: 20 out. 2022.

ALBUQUERQUE, C. E. C. Laminação: da madeira dos sarcófagos à moderna indústria. Revista da Madeira, Curitiba, v. 5, n. 29, p. 38-40, 1996.

ALMEIDA, Ester Pires de; GLVAO, Túlio; HEBER, Apolônio; NEVES, Carlos Ferreira Gelmires de Araújo E SANTANA, Lisiâne Navarro de Lima. “Preparação de blocos porosos utilizando resíduos de MDF na formulação de massas cerâmicas estruturais.” Revista Matéria (Rio de Janeiro) 25(1) 2020. 7 p. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rmat/a/DjppHvKVpfJB3pKq5XwKG6z/?lang=pt>>. Acesso em: 19 out. 2022.

AMORIM, E. P.; PIMENTA, A. S.; SOUZA, E. C. de. Use of forest harvest residues: state of the art and opportunities. Research, Society and Development, v. 10, n. 2, 20 p. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12175>. Acesso em: 15 set. 2021.

ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental, 20. ed. 1.080 p. – São Paulo: Atlas, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.040: Gestão Ambiental. Avaliação do ciclo de vida. – Princípios e estrutura, 2014. 21 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015. 41p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.810-2: Painéis de partículas de média densidade–Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2018. 83p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.316-2: Painéis de fibras de média densidade. – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2019. 95 p.

BALDWIN, R F. *Plywood and veneer-based products: manufacturing practices*. 388 p. San Francisco: Miller Freeman, 1995.

BARBOSA, Ruy. Oração aos moços. 1999, 51 p., 5^a ed., Edições Casa de Rui Barbosa. Edição popular anotada por Adriano da Gama Kury. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/arquivos/2021/3/67EAFA6D4D04FB_Oracao-aos-Mocos.pdf> Acesso em: 12 nov. 2022.

BARROSO, Luís Roberto. Interpretação e aplicação da Constituição: fundamentos de uma dogmática constitucional transformadora. 147 p. São Paulo, Editora Saraiva, 1999.

BOBBIO, Norberto; MATTEUCI, Nicola; PASQUINO, Gianfranco. Dicionário de Política, 5^a ed. Brasília: UnB, 1993, 2º v. 1.622 p. Tradução do original italiano Dizionario di politica, 1983.

BOBBIO, Norberto. A era dos direitos. Tradução Carlos Nelson Coutinho; apresentação de Celso Lafer. Nova ed. — Rio de Janeiro: Elsevier, 2004, 7^a reimpressão, 96 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/297730/mod_resource/content/0/norberto-bobbio-a-era-dos-direitos.pdf Acesso em: 15 mai. 2022.

BOURDIEU, Pierre. O Poder simbólico. 15^a ed. 159 p. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2011.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. Setor moveleiro: Brasil e área de atuação do BNB. Análise de aspectos gerais. Caderno Setorial ETENE, Ano 6, n. 169, jul., 2021. Disponível em: <<https://cultura.bn.br/s482-dspace/handle/123456789/827>> Acesso em: 13 ago. 2022.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constitucional/constituicacomposta.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011. Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 8.940, de 19 de novembro de 1992. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8490.htm> Acesso em: 10 nov. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm> Acesso em: 10 set. 2022

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional de Mudanças Climáticas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 13.467, de 13 de julho de 2017. Altera a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13467.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 13.869, de 05 de setembro de 2019. Dispõe sobre os crimes de abuso de autoridade. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/l13869.htm> Acesso em: 15 de outubro de 2022.

BRASIL. Lei nº 13.874, de 20 de setembro de 2019. Institui a Declaração de Direitos de Liberdade Econômica. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13874.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Decreto-Lei nº 3.689, de 03 de outubro de 1941. Código de Processo Penal. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3689.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Decreto-Lei nº 5.452, de 01 de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Decreto nº 1.264, de 11 de outubro de 1994. Cria a Comissão Nacional de Classificação – CONCLA e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1994/decreto-1264-11-outubro-1994-449497-publicacaooriginal-1-pe.html>> Acesso em: 10 nov. 2022.

BRASIL. Decreto nº 88.777, de 30 de setembro de 1983. Aprova o Regulamento para as Polícias Militares e Corpos de Bombeiros Militares. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d88777.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.388, de 05 de junho de 2020. Regulamenta o § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10388.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução 79, de 07 de março de 2018. Aprova a NOP INEA 35 – Norma Operacional para o Sistema online de Manifesto de Transporte de Resíduos – Sistema MTR. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=334> Acesso em 15 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução 264, de 26 de agosto de 1999. Define procedimentos, critérios e aspectos técnicos específicos de licenciamento ambiental para o coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer para a fabricação de cimento. Disponível em: <<http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/Conama-264-Co-processamento-de-residuo-para-fabricacao-de-cimento.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução 499, de 06 de outubro de 2020. Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=403295>> Acesso em: 15 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=334 Acesso em 15 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Portaria 3.214, de 08 de junho de 1978. NR 15 Atividades e Operações Insalubres. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>> Acesso em: 10 mai. 2022.

BRASIL, Senado Federal, Projeto de Lei 523 – 2013 que altera a lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, para acrescentar o artigo 47-A, proibindo o descarte irregular de resíduos ou rejeitos em vias públicas. Disponível em:<<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4055094&ts=1630414213597&disposition=inline>> Acesso em 23 de novembro de 2022. Texto original.

CALDERONI, S. Os bilhões perdidos no Lixo. 346 p. 4^a ed. São Paulo: Editora Humanitas. 2003.

CAMPELLO, Cynthia; VERBICARO, Dennis; MARANHÃO, Ney. Necessidades artificiais de consumo e o agravamento da vulnerabilidade obreira: análise à luz do capitalismo predatório e da indústria cultural. In: Revista de Direito do Trabalho (RDT). v. 211, mai.-jun. 2020. p. 79-92.

CAMPOS, Antônio Jorge da Cunha. A gestão da cadeia de suprimentos. 200 p. IESDE - Inteligência Educacional e Sistemas de Ensino Brasil S.A. Curitiba, 2009.

CAMPOS, C. I.; LAHR F.A.R. Estudo Comparativo dos Resultados de Ensaio de Tração Perpendicular para MDF Produzido em Laboratório com Fibras de Pinus e de Eucalipto Utilizando Ureia-Formaldeído. Revista Matéria, v. 9, n.1, pp. 29-40, 2004. Disponível em: <<http://www.materia-cooppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10592>>. Acesso em: 13 dez. 2020.

CARLIN, T. Avaliação experimental da influência da deformação por cisalhamento em vigas I-Joists. 2017. 86 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2017.

CARRASCO, E.V.M. Ligações Estruturais de Madeira por Adesivos. 1984. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 436 p.

CICLUS AMBIENTAL - CTR Rio. Central de Tratamento de Resíduos, 2022. Disponível em: <<https://ciclusambiental.com.br/sobre/>> Acesso em: 25 mar. 2021.

COELHO, M. C. S. D. M. O formaldeído em ambiente laboral: determinação do ácido fórmico em urina de trabalhadores de uma fabrica produtora de formaldeído. 2009. Dissertação (Mestrado em Toxicologia Analítica, Clínica e Forense). Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Porto, Portugal. 128 p.

COSTA, Alexander Josef Sá Tobias da; CONCEIÇÃO, Rodrigo da Silva; AMANTE, Fernanda de Oliveira. 2018. As enchentes urbanas e o crescimento da cidade do rio de janeiro: estudos em direção a uma cartografia das enchentes urbanas. 25 p. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/25685/25251>> Acesso em: 20 jul. 2022.

CREPALDI, Tifani Castanha. Avaliação do rendimento e trabalho produtivo de uma serraria no município de Morro Grande. 113 p. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

DA SILVA, Alexandra Fernanda, MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira. Logística reversa. Portugal, Espanha e Brasil: Uma revisão bibliográfica. Revista Internacional de Ciências, Rio de Janeiro, v. 09, n. 01, p. 35-52, jan-abr 2019. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/36108/29037> Acesso em: 19 ago. 2022.

DIAS, Fabricio Moura. Aplicação de resina poliuretana à base de mamona na fabricação de painéis de madeira compensada e aglomerada. 420 p. Tese de Doutorado, na Área de Ciência e Engenharia de Materiais, apresentada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

DIAS, João Quaresma. Logística Global e Micrologística. 584 p. Portugal-Lisboa, Edições Silabo, 2005.

DOMINGUES, C; GONÇALVES, M; SOUSA, B. O valor da marca e a perspectiva do cliente: um estudo aplicado ao setor de tecnologia da informação e documentação. European Journal of Applied Business Management, v. 5 (1), p. 31-49, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332100290_O_valor_da_marca_e_a_perspectiva_do_cliente_um_estudo_aplicado_ao_setor_de_tecnologia_da_informacao_e_documentacao> Acesso em: 13 mai. 2022.

ELEOTÉRIO, Jackson Roberto; STORCK, Lindolfo; LOPES, Sidnei José. Caracterização de peças de madeira produzidas em serraria visando o controle de qualidade. Ciência Florestal, Santa Maria, v.6, n.1, p. 95/98, 1996.

Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/328/196>>. Acesso em: 15 set. 2022.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. CEN EN 717-3: Wood-based panels – Determination of Formaldehyde Release – Part 3: Formaldehyde Release by the Flask Method. Brussels, 1997. 13 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Publications catalogue 2021: March. Rome. Disponível em: <<https://doi.org/10.4060/ca7988en>> Acesso em: 15 ago. 2022.

FERREIRA, Marcos José Barbieri; GORAYEB, Daniela Salomão; ARAÚJO, Rogério Dias de; MELLO, Carlos Henrique; BOEIRA, Jorge Luís Ferreira. Relatório de acompanhamento setorial da indústria moveleira. Trabalho em parceria, desenvolvido pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Novos cadernos, v. 1, jun., 2008. Disponível em: https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/RelatorioABDI/moveleira_vol_I_junho_2008.pdf. Acesso em: 22 mar. 2021.

FRANÇA, M. E. AMILCAR, J. B. Avaliação de conforto ambiental comparativa em edificações construídas em madeira lamelada colada cruzada (Painéis CLT) e em sistemas construtivos tradicionais. Labor e Engenho, Campinas, SP, v. 13, p. 1 -7, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/8654332>>. Acesso em: 30 de março de 2022.

FREIRE, A. L. F.; FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ROSA, M. F.; ARAUJO JÚNIOR. Impacto ambientais de painéis de madeira e derivados. Uma revisão da literatura. Espacios, v. 36, n. 10, p. 3, 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n10/15361004.html>>. Acesso em: 10 dez 2021.

GOMES, Marcos Vinicius Penado. Governança Transacional: Definições, Abordagens e Agenda de Pesquisa. Ver. adm. contemp., Maringá, v. 21(1), jan./fev 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2017150332>. Acesso em: 18 set. 2022.

GOUVEIA, Rubia Figueiredo; ORRA, Naíma. “Por dentro do CNPEM” Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais. 60 p., 2019. Disponível em: https://cnpem.br/wp-content/uploads/2019/09/Por-Dentro-CNPEM2_v02-1.pdf. Acesso em: 13 abr. 2022.

HILGENBERG, Emerson Martins; BACHA, Carlos José Caetano. A evolução da indústria brasileira de celulose e sua atuação no mercado mundial. Análise Econômica. Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, Porto Alegre, a. 18, n. 33, mar. 2000,

HOFFMANN, Anelise Todeschini; JACQUES, Jocelise Jacques de. “Coleta Seletiva e iniciativas de Logística Reversa em Porto Alegre” IX ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto. 12 p. UFSC. Florianópolis, mai. 2021. Disponível em:<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228948/vol%2003%20-200-211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

HOPWOOD, Bill.; MELLOR, M.; O'BRIEN, G. Sustainable development: mapping different approaches. Sustainable Development, v. 13, n. 1, p. 38-52, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.244>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

IARC. International Agency for Research on Cancer classifies formaldehyde as carcinogenic to humans. Press release, nº 153, 15 jun. 2004. Disponível em: <<https://www.kesla.de/wp-content/uploads/IARC-klassifiziert-Formaldehyd-als-krebsregend-für-Menschen-Presseveröffentlichung-Nr.-153-15.06.2004.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2022.

IBÁ, 2019. Indústria Brasileira de Árvores). Relatório Anual 2019. 80 p. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2021.

IBÁ, 2020. Indústria Brasileira de Árvores). Relatório Anual 2020. 122 p. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2020.pdf>> Acesso em: 15 dez. 2021.

IBÁ, 2021 - Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2021. 176 p. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2022.

IBÁ, 2022 - Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2022. 87 p. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2022-compactado.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Comissão Nacional de Classificação. IBGE-CONCLA, 2022. Disponível em:< <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

IWAKIRI, S. Painéis de Madeira Reconstituída. Curitiba: FUPEF, 2005. 247 p.

IWAKIRI, Setsuo et al., Produção de painéis compensados estruturais com diferentes composições de lâminas de Eucalyptus saligna e Pinus caribaea. Revista Árvore, Viçosa, v 36, n 3, p. 571-575, jun. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000300019>>. Acesso em: 15 set. 2022.

LADEIRA, C.A.F. Biomarcadores genotóxicos e polimorfismos genéticos em trabalhadores expostos ao formaldeído. 33 p. Dissertação Mestrado em Biologia Molecular Humana. Universidade de Lisboa, 2009. Lisboa. Disponível em:< <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/1800>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

LAZZARINI, Álvaro; TÁCITO, Caio; MOREIRA NETO, Diogo de Figueiredo; MEIRELLES, Hely Lopes; CRETELLA JÚNIOR, José e FERREIRA, Sérgio de Andréa. Direito Administrativo da Ordem Pública, 2^a ed. Rio de Janeiro: Forense, 137 p. 1987.

LESSMANN, V. E. Estudo da Reação de Cura de Resinas Uréia-Formol por Espectrometria de Ressonância Magnética Nuclear. 121 p. Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Química – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

LOPES, Shara Carvalho; CARMO, Murilo Elias Rosa do; SERRA, Sheyla Mara Baptista. Levantamento de soluções construtivas em madeira industrializada. 6 p. 3º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos realizado entre 18 e 19 ago., 2021. Disponível

em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/tecsic/article/view/1305/1068>> Acesso em: 13 ago. 2022.

MANTANIS, G.I.; ATHANASSIADOU, E.T.; BARBU, M.C. and WIJNENDAELE, K. Adhesive Systems used in the European Particleboard, MDF and OSB Industries. *Wood Material Science and Engineering*. V.13, n. 2, p. 104-116, 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480272.2017.1396622>> Acesso em: 30 jun. 2022.

MARCONATO, Diego Antônio Bittencourt; TREVISAN, M.; PEDROZO, E. A.; SAGGIN, K. D.; ZONIN, V. J. Saindo da trincheira do desenvolvimento sustentável: uma nova perspectiva para a análise e a decisão em sustentabilidade. 16 p. *Revista de Administração Mackenzie*, v. 14, nº 1, Jan/Fev 2013 Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1678-69712013000100002>> Acesso em: 21 jan. 2021.

MENDES, Lourival Marin; ALBUQUERQUE, Carlos Eduardo Camargo de; IWAKIRI, Setsuo. A indústria brasileira de painéis de madeira. *Revista da Madeira*, edição 71, maio 2003. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistademadeira_materia.php?num=331 Acesso em 20 jan 2022.

MOTTA, Filipe Mendes. Temporalidades em disputa: uma leitura deliberacionista de conflitos ambientais. 29 p. *Opinião Pública* 28 (2), mai. ago. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-01912022282357>> Acesso em: 28 set. 2022.

NAKANO, K.; ANDO, K.; TAKIGAWA, M.; HATTORI, N. Life cycle assessment of wood-based boards produced in Japan and impact of formaldehyde emissions during the use stage. *International Journal Life Cycle Assessment*, v. 23, p. 957-969, 2018. Disponível em:<<https://doi.org/10.1007/s11367-017-1343-6>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

NASCIMENTO, M. F. Painéis OSB fabricados com madeiras da Caatinga do Nordeste do Brasil. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 41-48, jan./mar. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/Wp4KWMk8jswN5RRPLD3vmSg/abstract/?lang=pt>> Acesso em: 12 jan. 2022.

OLIVEIRA, Gabriela Latufo. Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho. Recomendações para o processo de projeto arquitetônico. 194 p. Dissertação Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2018. Disponível em:<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-09012019-144057/pt-br.php>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

OLIVEIRA, J.T.; FREITAS, A.R. Painéis à base de madeira. Boletim técnico BT/PCC/149. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. EPUSP. 1995. 44p. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/paineis-a-base-de-madeira/4712539/>> Acesso em: 15 fev. 2021.

ONU - Organização das Nações Unidas. A ONU adota metas para o desenvolvimento sustentável. 2015. Disponível em: <<http://www.ods.cnm.org.br/agenda-2030>> Acesso em: 15 mar. 2021.

ONU - Organização das Nações Unidas. Relatório anual das Nações Unidas Brasil. 2020. A ONU e o meio ambiente. 20 p. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2021-10/RelatorioAnual_2020_ONUBrasil_WEB_0.pdf> Acesso em: 19 ago. 2022.

PEREIRA, A. F. Artigo publicado nos anais do III MADETEC - Seminário de Produtos Sólidos de Madeira de Eucalipto e Tecnologias Emergentes para a Indústria Moveleira. SIF - Sociedade de Investigações Florestais, UFV - Universidade Federal de Viçosa, 28 a 30 de setembro de 2005, Vitória, ES. 18 p. Disponível em: <https://andreafranco.com.br/blog/wp-content/uploads/2005_madetec.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

PEREIRA, Flávio José Costa. Aditivos naturais para redução de emissões de formaldeído de resinas ureia-formaldeído. 50 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2015. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/160238631.pdf>> Acesso em 12 fev. 2021.

PEREIRA, M. V. B; MORAES, C. S. B. Certificação ambiental e Impactos Socioambientais: As certificações Ambientais da empresa Natura e seus benefícios socioambientais. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro (SP), 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/157020>> Acesso em: 18 mai. 2022.

PEREIRA, Rodrigo da Cunha. Princípios fundamentais e norteadores para a organização jurídica da família. Tese de Doutorado em Direito, 157 p. Apresentada à Faculdade de Direito da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2004.

PIEKARSKI C.M.; FRANCISCO A.C.; LUZ L.M.; KOVALESKI J.L.; SILVA D.A.L. Life cycle assessment of medium-density fiberboard (MDF) manufacturing process in Brazil. Sci Total Environ. 2017, Jan. 1, 575: p.103-111. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.007. Epub 2016 Oct 10. PMID: 27736694. Disponível em:< <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27736694/>> Acesso em: 13 jun. 2022.

PIZZI, A. Wood adhesives: chemistry and technology. Marcel Dekker, Inc. New York. 1983. Cap.1. p.7– 57.

PORTO, Sérgio Marcus Rangel. "Dupla Exposição: Stanislaw Sérgio Ponte Porto Preta". 129 p. Ediouro Publicações, Rio de Janeiro, 1999.

REALE, Miguel. Noções Preliminares de Direito. 371 p. 27^a ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

RECICLA LATAS – Entidade gestora para o cumprimento de termo de compromisso da logística reversa das latas de alumínio para bebida, firmado com o Ministério do Meio Ambiente, em 2021. Disponível em: <<https://www.reciclalatas.com.br/quem-somos>> Acesso em: 31 ago. 2022.

REGUEIRA, Chico. "Lixões clandestinos crescem na Região Metropolitana do Rio e são operados por tráfico e milícia, afirma especialista". Reportagem RJ2, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/01/14/lixoes-clandestinos-crescem-na-regiao-metropolitana-do-rio-e-sao-operados-por-trafico-e-milicia-afirma-especialista.ghtml>> Acesso em: 15 de novembro de 2021.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Lei nº 4.191, de 30 de setembro de 2003. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Disponível em:

<<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1017211/DLFE229310.pdf>> Lei 4.1.9.1. _PoliticaEstadualRS.pdf Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Decreto nº 46.890, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento e demais Procedimentos de Controle Ambiental – SELCA. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=388039>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Lei nº 8.151, de 01 de novembro de 2018. Institui o Sistema de Logística Reversa de Embalagens e Resíduos de Embalagens. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/c8aa0900025feef6032564ec0060dff/d86640642dd11ae00325833d0055a11c?OpenDocument&Highlight=0,8151>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Decreto nº 46.619, de 02 de abril de 2019. Estabelece o novo Regulamento e a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em: <<https://ceivap.org.br/legislacao/decretos/rj/46619-2019.pdf>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). INEA - Instituto Estadual do Ambiente. NOP INEA 35, de 13 de marco de 2018. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/zeww/mtu0/~edisp/inea0154181.pdf> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Lei nº 5.101, de 04 de outubro de 2007. Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Meio Ambiente INEA. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/e9589b9aabd9cac8032564fe0065abb4/674aaff783d4df6b8325736e005c4dab?OpenDocument>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Lei nº 4.969, de 03 de dezembro de 2008. Dispõe sobre os objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos no Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cm-rio-de-janeiro.jusbrasil.com.br/legislacao/252720/lei-4969-08>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Decreto nº 21.305, de 06 de setembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 3.273, de 6 de setembro de 2001, que dispõe sobre a Gestão dos Serviços de Limpeza Urbana no Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1017211/DLFE229313.pdf>> DECRETON2.1.3.0.5.D E1.9.DEABRILDE2.0.0.2.pdf Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Decreto nº 33.971, de 13 de junho de 2011. Dispõe sobre a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados, oriundos de resíduos da construção civil - RCC em obras e serviços de engenharia realizados pelo Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=178267>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Lei nº 2.687, de 26 de novembro de 1998. Institui a Taxa de Coleta Domiciliar do Lixo. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=178206>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Lei nº 3.273, de 06 de setembro de 2001. Dispõe sobre a Gestão do Sistema de Limpeza Urbana no Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <

<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/2ed241833abd7a5b8325787100687ecc/bbe16e20923b6ca9032576ac0072e8a1?OpenDocument> Acesso em: 10 set. 2022.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DAS ÁGUAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Manual dos rios, canais e corpos hídricos da cidade do Rio de Janeiro. Rio Águas - Prefeitura do Rio de Janeiro, 2020, 200 p. Disponível em: <www.rio.rj.gov.br/web/rio-aguas>.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. Elementos de direito ambiental: parte geral. 2^a ed. Revista, atualizada e ampliada. 364 p. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.

SANQUETTA Carlos Roberto, MILDEMBERG Celine, DIAS Leticia Maria Sella Marques. Números atuais da certificação florestal no Brasil: BIOFIX ScientificJournal v. 7 n. 1 p. 1-8 2022. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/81042>> Acesso em: 15 nov. 2022.

SANTOS, Noemi de Freitas; BELINAZZO, C.; MACEDO, J.C.B. As novas mídias e o ativismo digital na proteção do meio ambiente: Análise do site Greenpeace.org. Revista eletrônica do Curso de Direito da UFSM .RS, v.8, 2013. pp 27-39. Edição Especial. I Congresso Internacional de Direito Ambiental e Ecologia Política. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8215> Acesso em: 15 out. 2022.

SAVAZZINI-REIS, Alessandra; FAGUNDES, Alana Franzin. Incorporação de resíduo de madeira em ladrilho hidráulico vibrado. Tecnol Metal Mater Min., vol.16, nº Especial, 6 p. 2020. São Paulo. Disponível em: <<https://www.tecnologiammm.com.br/article/10.4322/2176-1523.20201923/pdf/tmm-16-Especial-5f2066fc0e8825a54edc677b.pdf>> Acesso em: 12 out. 2022.

SILVA, Marcelo Moraes. Levantamento e avaliação de aspectos e impactos ambientais em uma indústria do setor madeireiro com base na ISO 14001. VI Encontro Paraense de Engenharia de Produção. EPAEP 2015. Belém. 11 p. Disponível em:<https://www.uepa.pa.gov.br/pt-br/noticia/divulgados-trabalhos-aprovados-no-encontro-paraense-de-engenharia-de-producao> Acesso em: 12 jul. 2022.

SILVA, S. R. da. Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira. Dissertação de Mestrado, 205 p. apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

SILVA, Vitor Uemura; NASCIMENTO, M. F.; OLIVEIRA, P. R.; PANZERAB, T. H.; REZENDE, M.O.; SILVA, D.A.L.; AQUINO, V.A. B.M.; LAHR, F.A.R. e CHRISTOFORO, A.L. *Circular vs. linear economy of building materials: A case study for particleboards made of recycled wood and biopolymer vs. conventional particleboards*, 2021. *Construction and Building Materials*, v. 285, 24 may. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821006668#!>> Acesso em: 08 jul. 2022.

SNIF - Sistema Nacional de Informações Florestais, 2021. Disponível em: <<https://snif.florestal.gov.br/pt-br/>> Acesso em: 24 mar. 2022.

SOTO, B.F.A. Da indústria do papel ao complexo florestal no Brasil: do caminho do corporativismo tradicional ao neocorporativismo. 52 p. Tese Doutorado apresentada à UNICAMP, São Paulo, 1992.

SOUTO Marcos Juruena Villela. Aspectos jurídicos da limpeza urbana, 1992. Revista De Direito Administrativo, v. 189, p. 79–84. Disponível em: <<https://doi.org/10.12660/rda.v189.1992.45283>> Acesso em: 13 ago. 2022.

SOUZA, B. J. O pau-brasil na história nacional. Companhia Editora Nacional. 155p. São Paulo 1939.

TAVARES, S F; INO, Akemi. Projeto e produção de painéis de revestimento vertical em madeira. caso: unidade 002. 14 p. Primeiro Workshop de Processos e Sistemas Construtivos – TECSIC, São Carlos, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/SimoneTavares/publication/319881384_projeto_e_producao_de_paineis_de_revestimento_vertical_em_madeira_caso_unidade_002_sao_carlos_sp/links/59c0333a458515e9cf54f82> Acesso em: 13 ago. 2022.

TODD, J. A.; CURRAN, M. A. (1999). *Streamlined life-cycle assessment: a final report from the SETAC north America streamlined LCA workgroup. Environmental Toxicology. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) and SETAC Foundation for Environmental Education.* 31 p. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=8ca0ac01b77b5f68a96df0de7b4d59cfc827b125>> Acesso em: 15 out. 2022.

TORRELL, Rebeca; HILLING, Everton; CORRADI, Giordano Marques; IWAKIRI, Setsuo. Influência da adição da serragem nas propriedades tecnológicas de painéis de madeira aglomerada de Pinus taeda. Ambiência: Guarapuava (PR) v.9, n.1, p. 57-72, jan./abr. 2013.

TREIN, Fabiano André; SANTOS Aguinaldo dos. Material compósito de resíduos de mdf e mdp estruturados em matriz e pvc para produtos alinhados pelo ecodesign. 2015. 5ºSimpósio de Design Sustentável, 11 a 13 de nov. PUC – Rio. Rio de Janeiro. P. 377-388. Disponível em:<http://pdf.blucher.com.br.s3saeast1.amazonaws.com/designproceedings/sbds15/4st701a.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2020.

TRIANOSKI, Rosilani. Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada. 128 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, apresentada à Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/tccpublicados/tccrosilani.pdf>>. Acesso em: 10 janeiro de 2022.

UNECE, 2021. Forest Products Annual Market Review, 2020-2021, Geneva, p. 85, Disponível em: <<https://unece.org/forests/publications/forest-products-annual-market-review-2020-2021>> Acesso em: 05 jul. 2022.

VALLE, Ana Caroline Margarido. Influência da adição de nanopartículas de dióxido de titânio (TiO₂) nas propriedades físico-mecânicas de painéis MDP. 51 p. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

IWAKIRI, Setsuo et al., Produção de painéis compensados estruturais com diferentes composições de lâminas de Eucalyptus saligna e Pinus caribaea. Revista Árvore, Viçosa, v 36, n 3, p. 571-575, jun. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000300019>>. Acesso em: 15 set. 2022.

VIEIRA, Michel Cardoso; BRITO, Edvá Oliveira Brito; GONÇALVES, Fabricio Gomes Evolução Econômica do Painel Compensado no Brasil e no Mundo. Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v.19, n. 3, p. 277-285, 2012. Disponível em:<<https://www.floram.org/article/10.4322/floram.2012.033/pdf/floram-19-3-277.pdf>> Acesso em: 13 ago. 2022.

XAVIER, Vitor Matheus Lagazzi. Substituição parcial do fenol por lignina kraft na síntese de resinas fenólicas. 60 p. Dissertação de Mestrado Profissional em Química, apresentada à Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. international agency for research on cancer. IARC,2019. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?q=International+Agency+for+Research+on+Cancer,+Press+Release+153&hl=pt-BR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart. Acesso em: 01 jul. 2022.

YAMAJI, Fábio Minoru. Produção de compósito plástico-madeira a partir de resíduos da indústria madeireira. 167 p. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, apresentada à Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004

ZENG, Qinzhi et al. Circular development of recycled natural fibers from medium density fiberboard wastes. Journal of Cleaner Production, v. 202, p. 456-464, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618325095>> Acesso em: 22 nov. 2022.

CAPÍTULO I

QUANTIFICAÇÃO DE FORMALDEÍDO RESIDUAL PRESENTES EM PAINÉIS DERIVADOS DE MADEIRA (MDF E MDP) CONSUMIDOS NO BRASIL, PÓS-USO E DESCARTE

Abril 2023

RESUMO

A crescente popularidade dos vários tipos de painéis de madeira e os avanços na tecnologia de fabricação aumentaram os usos da madeira. A união de fibras e partículas para formar painéis, no entanto, envolve impregnação com resinas, como os adesivos fenólicos de baixo custo, que conferem a qualidade desejável aos painéis, devido à sua insolubilidade em água e resistência ao calor entre outros; mas estes painéis também são reconhecidos como cancerígenos para humanos (IARC, 2004). Este estudo envolveu a medição dos níveis de formaldeído remanescentes em painéis de madeira novos e pós uso-descarte. Inicialmente foram avaliados painéis derivados da madeira novos e posteriormente examinados os degradados. Os resultados demonstraram significativa volatilização-lixiviação do formaldeído durante o processo de uso-degradação dos painéis, pois que o formaldeído remanescente mensurado nos painéis degradados, quando comparado com as amostras de controle dos painéis novos, revelaram perdas médias de até 74,83% para os painéis de MDF e 85,71% para painéis aglomerados de média densidade (MDP). Os resultados indicaram variações que permitem concluir quanto à transferência total deste elemento gasoso para meio ambiente, ao final do processo de degradação. Do exposto depreende-se que somente as pesquisas para obtenção de resinas sustentáveis poderão contribuir livrar a humanidade de consequências catastróficas.

Palavras-chave: produtos de madeira, adesivos para madeira, degradação da madeira, volatilização de compostos químicos.

ABSTRACT

The growing popularity of various types of wood paneling and advances in manufacturing technology have increased the uses of wood. The joining of fibers and particles to form panels, however, involves impregnation with resins, such as low-cost phenolic adhesives, which confer the desirable quality to the panels, due to their insolubility in water and resistance to heat, among others. But these resins are also recognized as carcinogenic to humans (IARC, 2004). This study involved measuring the remaining formaldehyde levels in new and discarded wood panels. Initially, new wood-derived panels were evaluated and later the degraded ones were examined. The results showed significant volatilization and/or leaching of formaldehyde during the use-degradation process, since the remaining formaldehyde measured in the degraded panels in comparison with the new control samples revealed average losses of up to 74.83% for medium density fiberboard (MDF) panels and 85.71% for medium density particleboard (MDP) panels. The results indicated variations in the transfer of this gaseous element to the environment during the end of the degradation process, at alarmingly high levels. Therefore, research is necessary to identify sustainable resins.

Keywords: wood products, wood adhesives, wood degradation, volatilization of chemical compounds.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o mercado internacional de produtos madeireiros tem se caracterizado pelo aumento da demanda e uso de madeira certificada oriunda de florestas plantadas, em linha com a crescente preocupação com a sustentabilidade em todos os setores produtivos. Nesse sentido, Canadá e Estados Unidos pretendiam obter a certificação de suas florestas urbanas até 2022 como parte da Iniciativa Florestal Sustentável (SFI, 2021), enquanto China, Índia, Indonésia e Holanda buscavam avaliação de árvores fora das florestas como parte do Programa de Endosso da Certificação Florestal (PEFC, 2021b).

No quesito certificação do setor madeireiro, destacam-se o Forest Stewardship Council (FSC) e o Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC), ambos sediados na União Europeia e com atuação global. A demanda do consumidor e o correspondente comportamento dos mercados certamente contribuíram tanto para a certificação quanto para outras eficiências, onde organizações e governos têm trabalhado juntos para reduzir conflitos, formar alianças que possam efetivamente proteger as florestas nativas e promover a sustentabilidade no sentido de garantir a sobrevivência humana. (FERNHOLZ, 2021)

O Brasil, que também é um importante polo de produtos florestais, tem alcançado avanços significativos na certificação de atividades florestais, mas ainda há muito espaço para crescer. (SANQUETA, 2022). Estas certificações têm múltiplas vantagens, inclusive contribuem para a educação ambiental, estimulando o respeito às leis, aos regulamentos e promovendo o consumo sustentável, tendências mundiais. (ALMEIDA, 2008)

Os selos de qualidade e os certificados de responsabilidade ambiental são sempre bem-vindos, pois indicam a busca pela excelência, mas essas conquistas não podem ser confundidas com a busca de lucros fáceis ou desconsideração dos resíduos sólidos gerados com o uso da madeira.

Apesar do desenvolvimento de novos plásticos e outros materiais de construção, ainda há forte demanda por madeira para o mobiliário e construção civil. Isso tem motivado as pesquisas e o rápido desenvolvimento de novos produtos, como é o caso da madeira laminada cruzada (CLT), também conhecida como o “concreto do futuro”, que foi introduzida na Europa na década de 1990, mas cuja produção no Brasil só começou em 2012. (OLIVEIRA, 2018)

Estima-se que a capacidade global de produção deste produto, que tem boa aceitação no mercado e ajuda a reduzir a quantidade de resíduos, chegue a 4 milhões de m³ por ano até 2025, sendo que os principais produtores estão localizados na Europa (48%), América do Norte (43%), Oceânia (6%) e Ásia (3%) (Forest Business Network, 2020).

Dentre os produtos madeireiros, destacam-se os painéis de madeira reconstituída, com utilização em diversos segmentos industriais, principalmente o MDF. (MANTANIS et al., 2018) Em 2021 as vendas de painéis de madeira no Brasil atingiram 8,2 milhões de metros cúbicos, representando aumento de 15,4 % em relação ao ano de 2020. (IBÁ, 2021)

A produção de painéis de madeira utiliza matérias-primas em diferentes estágios de desagregação (folheados, fibras ou partículas), que são unidas com resinas e outros componentes, conforme o caso, sob alta temperatura e pressão. Nesse contexto, o Brasil se destaca pela grande oferta da madeira de suas florestas, principalmente devido às características favoráveis de seus ecossistemas (VALVERDE, 2012). Esse é especialmente o caso das florestas plantadas de pinos e eucalipto nas regiões Sul e Sudeste. (FREIRE et al., 2015)

Quando resinas à base de ureia-formaldeído, fenol-formaldeído, melamina-formaldeído ou ureia-formaldeído-melamina, de amplo interesse industrial, são utilizadas na produção de painéis, os diversos resíduos destes não podem ser utilizados como adubo, cama de aviário ou geração de energia. (PEREIRA, 2005)

Por ser um biomaterial a madeira é a matéria-prima preferida para compor muitos novos produtos, como é o caso atual da madeira laminada cruzada (CLT), conforme demonstrado pelo grande número de artigos de pesquisa publicados sobre o tema. A geração de resíduos e suas consequências têm atraído a atenção do poder público no Brasil, levando à edição das normas técnicas ABNT NBR 15.316–2 (2019), para painéis de fibra de média densidade e ABNT NBR 14.810–2 (2018), para painéis de aglomerado de média densidade, onde a parte 2 das normas especificam respectivamente os requisitos, os métodos de ensaio e estabelecendo dos limites de formaldeído em painéis sem revestimento (intervalo entre 8 mg/100 g e 20 mg/100 g).

Na Europa, a EN 120-1 sobre os limites de formaldeído no MDF, estabelece dois níveis, sendo o mais baixo até 9 mg/100 g (BS EN, 1992), enquanto a norma alemã correspondente estabelece limites de 6,5 mg/100 g para painéis de partículas e 7 mg/100 g para painéis de fibras (ROFFAEL, 2006). Cumpre destacar que embora estes limites adotados na Alemanha sejam inferiores aos limites do Brasil e da Europa, as regulamentações de todos estes países permitem o uso de formaldeído nas resinas utilizadas para a produção de painéis derivados de madeira.

Embora a Organização Mundial da Saúde tenha indicado que a exposição ao formaldeído ocorre em muitos locais de trabalho fechados (OMS, 2010) e ainda não haja legislação nos EUA que classifique o formaldeído como cancerígeno; a partir de 2016 muitas empresas italianas começaram a monitorar a exposição dos trabalhadores a esse componente volátil,

atendendo à classificação da IARC e à decisão da Comissão Nacional de Toxicologia. (SCARSELLI, 2017)

No Brasil uma norma regulamentadora do Ministério do Trabalho, que trata das condições insalubres de trabalho nas atividades em geral, estabelece uma jornada máxima de trabalho de 48 horas semanais para os empregados expostos ao formaldeído em nível de até 1,6 p.p.m. ou 2,3 mg/m³, sendo que as horas de exposição excedentes serão remuneradas com maior valor de remuneração, mas ainda assim convalida o trabalho perigoso. (NR 15, 1978)

O formaldeído é classificado como um componente perigoso classe I, com riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, de modo que os resíduos de painéis derivados de madeira devem ser tratados adequadamente antes do descarte. (TREIN, 2015)

As resinas à base de formaldeído são amplamente utilizadas para a produção de painéis derivados de madeira, principalmente pelo seu baixo custo e bom desempenho, com cura rápida. No entanto, devem ser consideradas as normas regulamentadoras existentes (IARC, 2004 e NBR 10.004 – 2004 da ABNT). O segundo documento trata da classificação dos resíduos sólidos no Brasil e classifica o formaldeído como perigoso classe I, estipulando ainda que todo resíduo sólido deve ser classificado de acordo com sua substância mais nociva.

A União Europeia estabeleceu um programa de rotulagem ecológica de móveis produzidos com painéis, onde os limites de formaldeído para painéis de partículas de média densidade (MDP) foram fixados em 62 mg/m³ e para os painéis de fibras de média densidade (MDF) em 81 mg/m³ (Comissão Europeia, 2016).

No Brasil, onde esta pesquisa foi desenvolvida, a lei 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O seu artigo 30 dispõe sobre a responsabilidade partilhada do ciclo de vida dos produtos, atribuindo-a individualmente e em série aos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, prestadores de serviços públicos de limpeza urbana e gestores dos resíduos sólidos.

Há um engajamento acadêmico na busca por adesivos sustentáveis devido às restrições ambientais referenciadas, visto que a lignina tem se mostrado uma matéria-prima promissora, embora ainda existam desafios para sua utilização em escala industrial. (SOUZA et al., 2020)

A descoberta fortuita da “cola verde”, cuja fórmula não contém solventes e/ou outros compostos prejudiciais à saúde (GOUVEIA, 2019); o uso do ácido cítrico como aglutinante, contribuindo para a redução dos impactos ambientais (LEE et al., 2020); e a utilização de resíduos de madeira como fonte de bio resinas para produção de materiais de construção

circulares (SILVA, et al., 2021), indicam os esforços empreendidos para encontrar soluções sustentáveis para a indústria madeireira.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento da volatilização do formaldeído, que está presente em larga escala nas resinas fenólicas de ligação utilizadas para produzir painéis de fibra de média densidade (MDF) e painéis de partículas de média densidade (MDP). (LESSMANN, 2008; RIBASKI, 2018)

Sendo assim foram analisados painéis novos adquiridos no comércio e também painéis em processo de degradação irregularmente descartados, uma vez que o formaldeído é considerado um componente volátil perigoso, de acordo com padrões internacionais da norma europeia EN 13986:2004, Painéis à base de madeira para uso na construção - Características, avaliação de conformidade e marcação; da norma americana ANSI 208.1:2016, do *American National Standards Institute* e o padrão da norma japonesa JIS A 5908 e 5905.

2.1 Objetivos Específicos

1. Mensurar o teor de formaldeído remanescente em painéis de madeira reconstituída, dos tipos em estudo, na condição de novos e daqueles que se encontrem degradados, a fim de confrontar a aparência da degradação com os índices de volatilização encontrados.

2. Classificar visualmente todos os painéis de madeira reconstituída, dos tipos MDF e MDP, que se apresentem degradados, tendo como elemento diferenciador do nível de degradação a aparência, onde o menos degradado receberá a primeira classificação (Grupo 1) e o mais degradado receberá a última classificação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado na cidade do Rio de Janeiro que é a segunda mais populosa do país, com população estimada em 6.775.561 pessoas para o ano de 2021 (IBGE, 2022), que tem disponível um moderno aterro sanitário, o qual utiliza a tecnologia “osmose reversa” e recebe cerca de 8.423 toneladas dia de resíduos sólidos da cidade para processamento. (PMGIRS RJ 2021-2024)

Foram visitados os locais onde funcionam as cinco Estações de Transferências de Resíduos (ETR) da Companhia Municipal de Limpeza Urbana - COMLURB, a Central de

Tratamento de Resíduo do Município (CTR Rio – localizada no município de Seropédica) e logradouros públicos no bairro de Campo Grande, no período compreendido entre 13 de março e 31 de maio de 2022, tudo com o propósito de obter os materiais para produção dos corpos de provas a serem avaliados nos testes laboratoriais.

As amostras foram coletadas em quatro pontos diferentes, conforme se observa no mapa abaixo. Duas ficavam no bairro de Campo Grande (Av. Brasil ponto 1 – à beira da estrada em frente ao número 41.100, e Av. Brasil ponto 2 – esquina com a Estrada do Tingui, às margens do Canal do Melo). O terceiro e quarto pontos foram respectivamente em Estações de Transferências de Resíduos; uma no bairro de Bangu (Estação de Transferência de Resíduos de Bangu – ETR Bangu) e a outra em Santa Cruz (Estação de Transferência de Resíduos de Santa Cruz – ETR Santa Cruz).



Figura 4. Mapa do município do Rio de Janeiro, com destaque dos pontos de coletas dos materiais utilizados para confeccionar os corpos de provas.

Fonte: Google Maps, 2023.

3.2 Especificação dos painéis novos e usados obtidos nos pontos de coleta

Os dois tipos de painéis avaliados são amplamente utilizados por indústrias do segmento madeireiro brasileiro e também do mercado internacional, principalmente na indústria moveleira.

O painel de fibra de média densidade (MDF) utiliza fibras de madeira das espécies de crescimento rápido, obtido de reflorestamentos com ciclos de produção curtos. A matéria-prima

é constituída por um conjunto de fibras de madeiras desagregadas física e mecanicamente, gerando excelente aproveitamento da madeira, mas descartando-se as cascas de árvores, as folhas, os galhos e as raízes; sendo certo que este rendimento é muito superior ao da produção de espécies nativas de madeira serrada.

O painel aglomerado de média densidade (MDP) tem a particularidade de ser formado por “partículas” maiores do que as fibras utilizadas no painel MDF, apresentando-se como resultado do desenvolvimento tecnológico dos painéis aglomerados utilizados há algumas décadas. Ambos os tipos de painéis requerem adesivos e prensagem em plantas industriais e podem receber acabamentos com revestimentos melamínicos, que lhes conferem diferentes aspectos estéticos e com apresentações coloridas ou que se assemelham a padrões das espécies de madeira “in natura”, o que é muito bem aceito pelo mercado consumidor.

Tanto o MDF quanto o MDP, em condições de uso interno, isolados da umidade ou do contato com a água, podem ter grande durabilidade, superior a 20 anos, mas em condições de alta umidade, ou exposição ao meio externo, a degradação desses painéis é acelerada e sua durabilidade reduzida consideravelmente.

Os painéis novos, tanto os construídos a partir de fibra de média densidade (MDF) quanto os construídos com as partículas aglomeradas de média densidade (MDP), que são os dois tipos mais consumidos, foram adquiridos no dia 30 de abril de 2022, em loja comercial no bairro de Santa Cruz e serviram de controle nos experimentos.

Relativamente aos painéis usados/degradados/descartados, foram recolhidas três amostras de cada um dos dois tipos de painéis estudados (MDF/MDP), não sendo possível saber o tempo de exposição dos mesmos, nem as condições de degradação a que os painéis foram submetidos.

As amostras de painéis novos adquiridos bem como cada amostra coletada, com diferentes formatos e número de peças, foram suficientes para encher um saco plástico com capacidade para 30 litros.

A partir de cada local/amostra, foram geradas 20 subamostras com dimensões de 25 mm de comprimento, 25 mm de largura e 8 mm de espessura.

Durante as visitas não era raro encontrar amostras do mesmo tipo de painel no mesmo local. Devido à impossibilidade de determinar a data exata de fabricação, o tempo no ponto de descarte e as condições climáticas a que os materiais foram expostos, aplicamos uma classificação visual preliminar, sujeita a posterior medição dos níveis de formaldeído em laboratório para corroborar ou desmentir a classificação inicial. Foram adotadas então as

seguintes designações dos materiais coletados, de acordo com a classificação visual do grau de degradação: material novo - controle (L0); baixo nível de degradação (L1); nível médio de degradação (L2); e alto nível de degradação (L3)

As Figuras 5 e 6 apresentam amostras dos corpos de prova dos tipos de painéis avaliados.

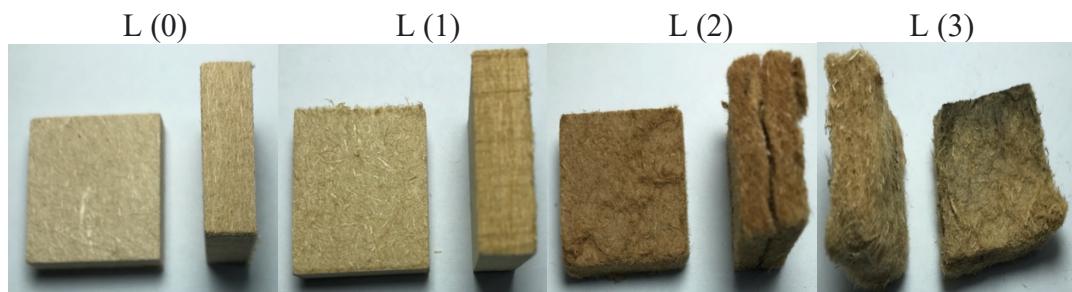


Figura 5. Amostras de painéis de MDF de média densidade avaliados: novos e níveis de degradação 1, 2 e 3. (Fonte: Próprio autor, 2022)

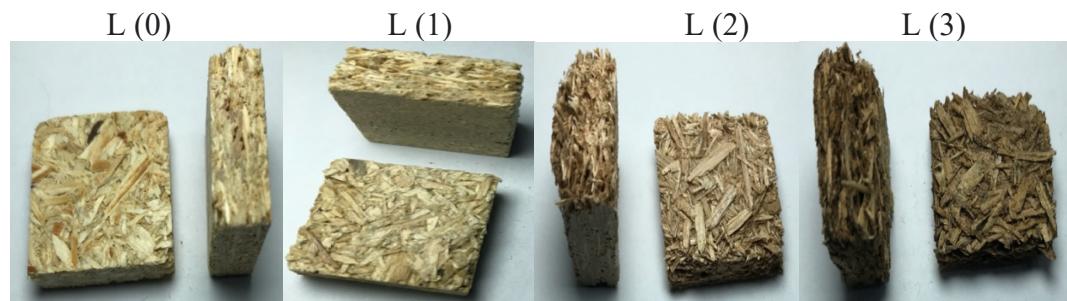


Figura 6. Amostras de painéis de MDP de média densidade avaliados: novos e níveis de degradação 1, 2 e 3. (Fonte: Próprio autor, 2022)

3.3 Testes laboratoriais

As subamostras foram preparadas em laboratório de acordo com a Norma Europeia EN 717-3:1997. As 20 subamostras de cada material considerado geraram repetições dos testes, caracterizando-as como “amostras compostas”. Após padronização, as subamostras foram acondicionadas em sacos plásticos, hermeticamente fechadas, etiquetadas e armazenadas em laboratório. Um total de 20 gramas de cada material foi utilizado nos ensaios para detecção de emissão do formaldeído, utilizando-se de 7 a 12 subamostras de cada material, para caracterizar as repetições de cada avaliação.

Todas as subamostras foram mantidas por 15 dias em área externa coberta em temperatura ambiente para aclimatação, sendo então pesadas. Após isso, as subamostras foram colocadas

em estufa de ar forçado a temperatura constante de 105º C por 6 horas. As subamostras secas foram novamente pesadas para obtenção do teor médio de umidade de cada tipo/local, conforme fórmula [(peso úmido – peso seco) *100/ peso seco].

A liberação de formaldeído foi medida pelo “método do frasco”, de acordo com a Norma Europeia EN 717-3:1997, que estabelece corpos de prova com massa conhecida de até 20 gramas serão fixados aproximadamente 40 mm acima da água em um recipiente hermeticamente fechado (frasco), mantido em temperatura constante. (Figura 7)



Figura 7. Frasco utilizado nas experiências realizadas em laboratório. (Fonte: Próprio autor, 2022)

O formaldeído liberado é absorvido pela água e posteriormente medido por espectrofotometria de extração com acetil acetona, sendo o resultado expresso em mg/kg de material seco do painel.

Nos ensaios, foram utilizados 11 frascos de polipropileno com altura de 15 cm e capacidade de 500 ml, com tampas do mesmo material. A boca de cada frasco possuía uma abertura que permitia a passagem do conjunto de amostras medindo 25 mm x 25 mm. As tampas dos frascos possuíam furos no centro com broca de 1/8”, permitindo a fixação de um gancho com comprimento de 5 cm, feito com aço inox de igual calibre, roscado para fixação segura aos frascos, com duas arruelas de aço inox e dois anéis de borracha, para proporcionar a estanqueidade necessária durante os testes.

Para medir a liberação de formaldeído, foram utilizados água de ionizada, acetato de amônio, varetas de vidro, balança analítica, bêqueres de 500 ml, frascos volumétricos de fundo

redondo de 1000 ml com tampas, frascos de vidro âmbar de 1000 ml com tampas e fechos, frascos Erlenmeyer de 500 ml com pipetas de 10 ml e folha de alumínio para reduzir a claridade.

Foi utilizado um espectrofotômetro UV para medir os valores de absorbância de cada mistura designada em uma planilha de controle, permitindo o cálculo da concentração de formaldeído na mistura, representando o formaldeído volatilizado das amostras de cada tipo de painel degradado. (Figura 8)



Figura 8. Espectrofotômetro UV utilizado nas experiências. (Fonte: Próprio autor, 2022)

3.4 Análise estatística

Visando a análise dos dados, comparou-se os níveis médios de emissão de formaldeído segundo os tipos de painéis, níveis de degradação e locais de amostragem.

Na interpretação estatística não foram considerados os resultados encontrados para os painéis novos. Esses dados foram utilizados como controle, com valores discrepantes em relação aos painéis degradados, conforme descrito nos itens a seguir. Os dados foram analisados por meio da aplicação do teste Scott-Knott para comparação de médias, realizado com o pacote estatístico Assistat versão 7.7 beta (Silva & Azevedo, 2016). O teste de Scott-Knott é um teste para análise univariada, portanto, mais indicado quando há apenas uma variável em estudo, e a variável analisada foi a volatilização/lixiviação de formaldeído; a grande vantagem desse teste é a ausência de ambiguidade presente em procedimentos de comparação múltipla.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da presença de formaldeído nos corpos de provas são apresentados nas Tabelas 1 a 3 e representados graficamente na Figura 3, referentes às médias das amostras de cada tipo de painel, grau de degradação e local de coleta/amostragem, bem como suas interações.

Tabela 1. Resultados obtidos nas avaliações de emissão de formaldeído de painéis de MDF*:

Emissão de Formaldeído (mg/kg painel seco)	L0 (teste)	L 1	L 2	L 3
Média geral por nível de degradação	10,37 (0,007)	2,87 (2,651)	2,92 (1,709)	2,04 (0,862)
Emissão de Formaldeído (mg/kg painel seco)	Av. Brasil 1	Av. Brasil 2	ETR Bangu	ETR Santa Cruz
Média geral por local de coleta	1,96 (0,781)	4,99 (1,760)	2,10 (1,095)	1,25 (0,326)
Emissão média de formol por local de coleta e nível de degradação aparente	Av. Brasil 1	Av. Brasil 2	ETR Bangu	ETR Santa Cruz
L 1	2,72	6,67	1,17	0,94
L 2	2,01	5,14	3,31	1,23
L 3	1,16	3,16	1,84	1,59

* Os valores entre parênteses indicam o desvio padrão dos dados. Nos dados da interseção entre “localização” e “nível de degradação”, alguns dados apresentaram uma única medida, portanto, nestes, o desvio padrão não foi calculado.

Tabela 2. Resultados obtidos nas avaliações das emissões de formaldeído dos painéis de MDP**:

Emissão de Formaldeído (mg/kg painel seco)	L0 (teste)	L1	L2	L3
Média geral por nível de degradação	19,45 (1,605)	2,14 (1,043)	4,70 (2,151)	1,51 (0,682)
Emissão de Formaldeído (mg/kg painel seco)	Av. Brasil 1	Av. Brasil 2	ETR Bangu	ETR Santa Cruz
Média geral por local de coleta	2,23 (1,148)	2,49 (2,699)	1,70 (0,891)	1,88 (0,646)
Emissão média de formaldeído por local de coleta e nível de degradação aparente	Av. Brasil 1	Av. Brasil 2	ETR Bangu	ETR Santa Cruz
L 1	3,17	0,76	2,66	1,98
L 2	2,57	5,60	0,90	1,19
L 3	0,95	1,11	1,54	2,47

** Os valores entre parênteses indicam o desvio padrão dos dados. Nos dados da interseção entre “localização” e “nível de degradação”, alguns dados apresentaram uma única medida, portanto, nestes, o desvio padrão não foi calculado.

Tabela 3. Análise estatística da comparação das medias pelo teste de Scott-Knott, desconsiderando os valores das amostras de controle. ***:

Emissão de Formaldeído (mg/kg painel seco)	MDF	MDP		
Média geral dos painéis amostras	2,58 a (1,772)	2,08 a (1,374)		
Emissão de Formaldeído (mg/kg painel seco)	L1 (baixa)	L2 (media)	L3 (alta)	
Média geral por nível de degradação	2,51 a (1,905)	2,74 a (1,808)	1,73 a (0,754)	
Emissão de Formaldeído (mg/kg painel seco)	Av. Brasil 1	Av. Brasil 2	ETR Bangu	ETR Santa Cruz
Média geral por local de coleta	2,10 b (0,890)	3,74 a (2,726)	1,90 b (0,869)	1,57 b (0,572)

*** Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os valores entre parênteses indicam o desvio padrão dos dados.

Os resultados obtidos possibilitaram a obtenção dos valores de dispersão das emissões de formaldeído ocorridas tanto no MDF quanto no MDP. (Figura 9)

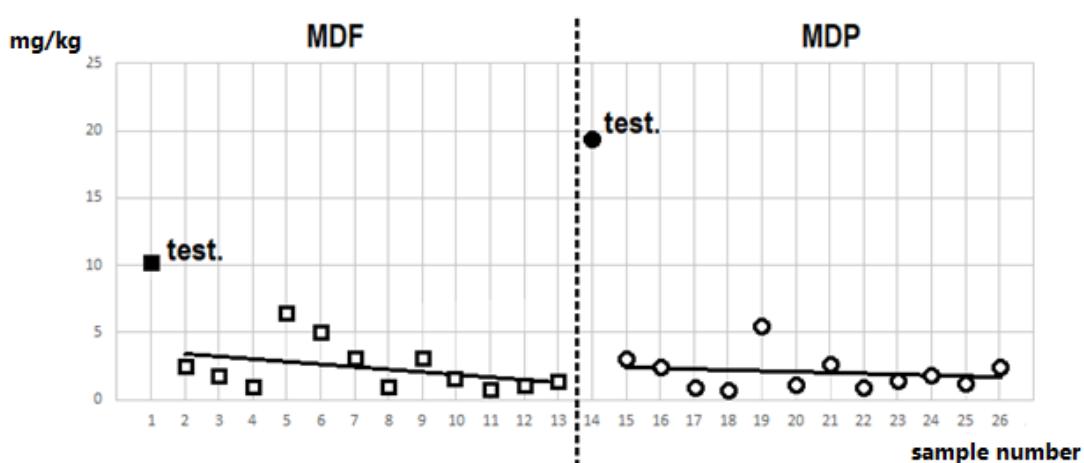


Figura 9. Valores de dispersão das emissões de formaldeído (mg/kg) encontrados nas amostras de MDF e MDP, incluindo a equação da linha de tendência.

As amostras de controle de painéis novos, dos tipos MDF e MDP, classe II, adquiridos no mercado, ao final da avaliação referente à medição da emissão de teores de formaldeído em mg/kg de painel seco, indicaram respectivamente os valores de 10,37 mg/kg e 19,45 mg/kg (Tabela 1 e 2).

As normas brasileiras que estabelecem os limites de emissão de teores de formol, pelo método do perfurador, para os tipos de painéis, (ABNT NBR 15.316-2:2019 e ABNT NBR 14.810-2:2018) estabelecem o mesmo limite de emissão para a classe E I, (até ≤ 8 mg/100g -

correspondendo a 80 mg/kg), bem como para painéis Classe E II. ($>8 \text{ mg}/100 \text{ g} \leq 20 \text{ mg}/100 \text{ g}$ - correspondendo a $>80 \text{ mg}/\text{kg} \leq 200 \text{ mg}/\text{kg}$). Existem poucas referências internacionais atuais para comparação de resultados; no trabalho dos autores CHEW e ONG (1989) para painéis fabricados na Malásia, os autores encontraram valores muito variáveis para painéis aglomerados, variando de 45 a 106 mg/100g pelo método do perfurador.

Outro é o trabalho de HE et al. (2012) que também avaliaram a emissão de liberação de formaldeído, mas em diferentes etapas de produção de painéis derivados de madeira, e também relataram que poucas informações foram publicadas a seu respeito. Os autores descreveram uma correlação direta entre a quantidade de formaldeído utilizada para produzir os painéis (especialmente o uso de resinas à base de uréia-formaldeído) e as taxas de emissão de formaldeído, encontrando uma relação linear.

Neste estudo a degradação visual que foi pré-estabelecida para os painéis de MDF, classificados como L (0) novo-controle; L (1) baixo nível de degradação; L (2) médio nível de degradação e L (3) alto nível de degradação, recolhidos nos dois locais de amostragem, foram confirmadas após os testes laboratoriais, devido aos índices formaldeído remanescente encontrados nas amostras novas até as que apresentavam alto nível de degradação. No entanto, assumiu-se que fatores locais podem ter influenciado o nível de emissão de formaldeído encontrado nos painéis. De qualquer forma, os valores não diferiram significativamente do ponto de vista estatístico.

Em contraste com o resultado de emissão de formaldeído encontrado na amostra controle (painéis de MDF novos), de 10,37 mg/kg, os valores para os painéis de MDF descartados variaram de 0,94 mg/kg a 6,67 mg/kg. Portanto, o formaldeído é uma substância liberada dos painéis de MDF ao longo de sua vida útil. De acordo com os dados obtidos neste estudo, os valores podem chegar a 9% do total, sendo esta a maior diferença encontrada entre a amostra controle e o material descartado com menor emissão de formaldeído.

Destaca-se que mesmo em situações de alta degradação, os painéis de MDF/MDP descartados ainda continham formaldeído, assinalando preocupação quanto aos descartes em aterros sanitários ou para reaproveitamento junto com outros materiais.

Com relação aos painéis de MDP, as amostras de controle apresentaram maior média de emissão de formaldeído, 19,45 mg/kg, versus uma faixa para painéis descartados de 0,90 mg/kg a 5,60 mg/kg. Portanto, a emissão de formaldeído durante o ciclo de vida do MDP foi menor do que nos painéis de MDF, significando que os painéis de MDP retiveram mais formaldeído durante o seu ciclo de vida.

Os resultados encontrados foram obtidos a partir de amostras coletadas em condições sem dados de referência de painéis descartados após o uso. Conforme afirmado por ZHANG et al., 2018, vários fatores podem influenciar a emissão de formaldeído de painéis derivados de madeira. Esses fatores vão além do tipo de painel, e incluem aspectos como espécie de madeira, tipo de adesivo, temperatura, umidade e velocidade do vento a que os painéis são expostos, além da quantidade de resinas e variáveis do processo produtivo.

5 CONCLUSÕES

As amostras de painéis novos (referência comercial) dos tipos MDF, classe II e MDP submetidas a ensaios laboratoriais pelo método do frasco, continham teores de formaldeído remanescente inferiores aos limites máximos especificados, tanto nas normas brasileiras (ABNT NBR 15.316-2:2019 e ABNT NBR 14.810-2:2018) quanto na Norma Europeia (EN 13986:2004).

A classificação visual quanto ao nível de degradação estabelecido para os painéis recolhidos foi confirmada, após o resultado dos testes laboratoriais realizados nos corpos de provas que foram produzidos, devido aos teores de formaldeído remanescentes encontrados.

6 RECOMENDAÇÕES

É necessário estudar alternativas pós-uso que considerem o formaldeído residual nos painéis, mesmo após longos ciclos de uso e altos níveis de degradação. Práticas comuns para resíduos de madeira, incentivadas em alguns locais, como compostagem, produção de biomassa e cobertura morta, entre outras, pode resultar em alta toxicidade devido à presença de resíduos em painéis como MDF e MDP.

Mais pesquisas são necessárias para avaliar os níveis de formaldeído em painéis derivados de madeira imediatamente após a produção, uma vez que o formaldeído se volatiliza continuamente durante o ciclo de vida, conforme encontrado nos vários materiais degradados examinados neste estudo.

Não há dúvida de que todo o formaldeído empregado na colagem de resinas acabará por estar presente no ambiente humano. Por isso, pesquisadores e o público em geral precisam exercer pressão para a substituição de resinas adesivas perigosas por substâncias sustentáveis e ecologicamente corretas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. Normatização, certificação e auditoria ambiental. Rio de Janeiro: Thex, 2008.

ANSI – American National Standards Institute - A208.1:2016. Fibre and particle board. Gaithersburg: ANSI, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190-6:2022 Projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 2022. 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.810-2: Painéis de partículas de média densidade–Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2018. 83p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.316-2: Painéis de fibras de média densidade. – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2019. 95 p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Portaria 3.214, de 08 de junho de 1978. NR 15 Atividades e Operações Insalubres. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/securanca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>> Acesso em: 10 mai. 2022.

BS EN 13986:2004+A1:2015 - Padrão Britânico. Painéis derivados de madeira para uso na construção. Características, avaliação da conformidade e marcação. 2015.

BS EN 120:1992. Padrão Britânico. Painéis derivados de madeira. Determinação do teor de formaldeído. Método de extração chamado método perfurador. 1992.

CEN EN 717-3 (Comitê Europeu de Normatização): Painéis derivados de madeira – Determinação da liberação de formaldeído – Parte 3: Liberação de formaldeído pelo método do frasco. Bruxelas; 1997.

CHEW L. T.; ONG C. L. Emissão de formaldeído de painéis derivados de madeira da Malásia. Journal of Tropical Forest Science 1989; vol. 1(4), p. 336-340.

CONNIFF R. Madeira esverdeada: Como a certificação florestal sustentável falhou. Yale Environment360, 2018. Disponível em: <https://e360.yale.edu/features/greenwashed-timber-how-sustainable-forest-certification-has-failed>. Acesso em: 16 jul. 2022.

DEPOORTER C.; MARX A. Vendo as árvores para a floresta: Dinâmica de adoção do Forest Stewardship Council. Perspectivas Econômicas Aplicadas e Política. Wiley Agricultural & Applied Economics Association, 2022 p. 1-19. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/aep.13263>> Acesso em: 12 dez. 2022.

FAO. Avaliação Global de Recursos Florestais - 2020 – Principais conclusões. Roma. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca8753en>. Acesso em: 15 set. 2022.

FERNHOLZ, Kathryn; et al. Atualização de certificação florestal 2021: o ritmo da mudança. JAAEA Dovetail Partners 2021. P.1-14. Disponível em: <<https://dovetailinc.org/upload/tmp/1611160123.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2022.

FREIRE, A. L. F.; FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ROSA, M. F.; ARAUJO JÚNIOR. Impacto ambientais de painéis de madeira e derivados. Uma revisão da literatura. Espacios, v. 36, n. 10, p. 3, 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n10/15361004.html>>. Acesso em: 10 dez 2021.

GOUVEIA, Rubia Figueiredo; ORRA, Naíma. “Por dentro do CNPEM” Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais. 60 p., 2019. Disponível em: https://cnpem.br/wp-content/uploads/2019/09/Por-Dentro-CNPEM2_v02-1.pdf. Acesso em: 13 abr. 2022.

HE Z: ZHANG Y; WEI W. Emissões de formaldeído e VOC em diferentes etapas de fabricação de painéis derivados de madeira. Construção e Ambiente 2012; (47) p.197-204.

IARC. International Agency for Research on Cancer classifies formaldehyde as carcinogenic to humans. Press release, nº 153, 15 jun. 2004. Disponível em: <<https://www.kesla.de/wp-content/uploads/IARC-klassifiziert-Formaldehyd-als-krebsverregend-für-Menschen-Presseveröffentlichung-Nr.-153-15.06.2004.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2022.

IBÁ, 2021 - Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2021. 176 p. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama – Cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>. Acesso em: 15 mai. 2022.

JIS A 5905 (Padrões Industriais Japoneses): Placas de fibras. Associação de Normas Japonesas, Tóquio; 2003.

JIS A 5908 (Padrões Industriais Japoneses): Aglomerado. Associação de Normas Japonesas. Tóquio, 2003.

LEE S.H.; MD TaHIR P.; LUM W.C.; TAN L.P.; BAWON P.; PARK B. D. et al. Uma revisão sobre o ácido cítrico como agente modificador verde e aglutinante para madeira. Polímeros. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4360/12/8/1692#cite>. Acesso em: 15 jan. 2022.

LESSMANN, V. E. Estudo da Reação de Cura de Resinas Uréia-Formol por Espectrometria de Ressonância Magnética Nuclear. 121 p. Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Química – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MANTANIS, G.I.; ATHANASSIADOU, E.T.; BARBU, M.C. and WIJNENDAELE, K. Adhesive Systems used in the European Particleboard, MDF and OSB Industries. Wood Material Science and Engineering. V.13, n. 2, p. 104-116, 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17480272.2017.1396622>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

OLIVEIRA, Gabriela Latufo. Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho. Recomendações para o processo de projeto arquitetônico. 194 p. Dissertação Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2018. Disponível em:<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-09012019-144057/pt-br.php>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

OMS - Organização Mundial de Saúde. Diretrizes para a qualidade do ar interior. Poluentes selecionados. Copenhague Escritório Regional da OMS para a Europa; 2010. Disponível em: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf.> Acesso em: 13 set. 2022.

PEFC - Programa de Endosso da Certificação Florestal. 2021. Consultas públicas. Disponível em: <https://cdn.pefc.org/pefc.org/media/2022-05/1fe342be-b583-426a-8f37-5cc5d6b0a264/56947599-1a1c-599e-b60a-63b1111c2171.pdf>. Acesso em: 23 out. 2022.

PEREIRA, A. F. Artigo publicado nos anais do III MADETEC - Seminário de Produtos Sólidos de Madeira de Eucalipto e Tecnologias Emergentes para a Indústria Moveleira. SIF - Sociedade de Investigações Florestais, UFV - Universidade Federal de Viçosa, 28 a 30 de setembro de 2005, Vitória, ES. 18 p. Disponível em: <https://andreafranco.com.br/blog/wp-content/uploads/2005_madetec.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

RIBASKI N. G. Conhecendo o setor florestal e perspectivas para o futuro. Revista Brasileira de Pesquisa Animal e Ambiental. 2018: (1). 15 p. Disponível em:<<https://brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/329>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

ROFFAEL E. Compostos orgânicos voláteis e formaldeído na natureza, madeira e painéis derivados de madeira. Holz als Roh-und Werkstoff 2006; 64(2): p.144-149.

SANQUETTA Carlos Roberto, MILDEMBERG Celine, DIAS Letícia Maria Sella Marques. Números atuais da certificação florestal no Brasil: BIOFIX ScientificJournal v. 7 n. 1 p. 1-8 2022. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/81042>> Acesso em: 15 nov. 2022.

SCARSELLI A.; CORFIATI M.; MARZIO D.; LAVICOLI S. Estimativas nacionais de exposição ao formaldeído em locais de trabalho italianos. Anais de Exposições no Trabalho e Saúde 2017; (61) 1: p. 33-43. Disponível em:< <https://doi.org/10.1093/annweh/wxw004>> Acesso em: 13 fev 2022.

SFI - Iniciativa Florestal Sustentável. 2021: Padrão de sustentabilidade florestal urbana e comunitária 2021. Disponível em: <www.forests.org/sfi-urban-and-community-forest-sustainability-standard> Acesso em: 10 mai. 2022.

SILVA F. A. S.; AZEVEDO C. A. V. O Software Assistat Versão 7.7 e sua utilização na análise de dados experimentais. Jornal Africano de Pesquisa Agrícola 2016; (11) 39: p. 3733-3740.

SILVA, Vitor Uemura; NASCIMENTO, M. F.; OLIVEIRA, P. R.; PANZERAB, T. H.; REZENDE, M.O.; SILVA, D.A.L.; AQUINO, V.A. B.M.; LAHR, F.A.R. e CHRISTOFORO, A.L. Circular vs. linear economy of building materials: A case study for particleboards made of recycled wood and biopolymer vs. conventional particleboards, 2021. Construction and Building Materials, v. 285, 24 may. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821006668#!> Acesso em: 08 jul. 2022.

SOUZA R. E.; GOMES F. J. B.; BRITO E. O. et al., Uma revisão sobre fontes e usos de lignina. *J Appl Biotechnol Bioeng.* 2020; 7(3):100-105. DOI: 10.15406/jabb.2020.07.00222

TREIN, Fabiano André; SANTOS Aguinaldo dos. Material compósito de resíduos de mdf e mdp estruturados em matriz e pvc para produtos alinhados pelo ecodesign. 2015. 5ºSimpósio de Design Sustentável, 11 a 13 de nov. PUC – Rio. Rio de Janeiro. P. 377-388. Disponível em:<http://pdf.blucher.com.br.s3saeast1.amazonaws.com/designproceedings/sbds15/4st701a.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2020.

UE 1332, Decisão da Comissão de 28 jul. 2016. Estabelece os critérios ecológicos para a atribuição do rótulo ecológico da UE para mobiliário. 2016. 50 p. Disponível em:< <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016D1332&from=PT>> Acesso em: 15 mar 2022.

UNECE/FAO (Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa) - Revisão Anual do Mercado de Produtos Florestais, 2020-2021. 100 p. Disponível em: <https://unece.org/forests/publications/forest-products-annual-market-review-2020-2021>> Acesso em: 15 setembro de 2022.

VALVERDE S. R. Silvicultura brasileira: oportunidades e desafios da economia verde. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável BNDES 2012. 40 p. Disponível em:< <https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14985>> Acesso em: 14 jun. 2022.

ZHANG J.; SONG F.; TAO J.; ZHANG Z.; SHI Q. Progresso da pesquisa sobre a emissão de formaldeído do painel à base de madeira. *Jornal Internacional de Ciência de Polímeros.* 2018. P. 1-8. Disponível em: <https://downloads.hindawi.com/journals/ijps/2018/9349721.pdf>.> Acesso em: 12 ago. 2022.

ZHANG J.; XU Q. F.; XU Y. X.; ZHANG M. Pesquisa sobre capacidades de flexão residual de membros de madeira usados com base na correlação entre resultados de testes não destrutivos e as propriedades mecânicas da madeira. *Jornal da Universidade de Zhejiang - Ciência A (Física Aplicada e Engenharia)* 2015, v. 16 (7) p. 541-550.

CAPÍTULO II

ANÁLISE DO DESCARTE DE PAINÉIS DERIVADOS DA MADEIRA MDF E MDP NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Abril 2023

RESUMO

O objetivo do presente estudo consistiu em investigar os descartes de painéis *Medium Density Fiberboard* e *Medium Density Particleboard* pós-uso, no período de 2021 a 2023 na cidade do Rio de Janeiro onde a coleta e a destinação do lixo passou por transformações. Atualmente, a Companhia Municipal de Limpeza Urbana do município do Rio de Janeiro realiza estas tarefas e destina os Resíduos Sólidos Urbanos ao Aterro Sanitário de Seropédica, que conta com a tecnologia da osmose reversa, aceita universalmente. Os resíduos sólidos oriundos dos painéis derivados da madeira, dos tipos MDF/MDP, foram escolhidos porque utilizam resinas aglutinantes que os elevam à categoria de resíduos sólidos perigosos classes I, em consonância com o que estabelece a norma ABNT NBR 10.004-2004, mais precisamente o seu anexo B, quando apresenta o formaldeído como constituinte perigoso classificado como tóxico, quanto às características de periculosidade. A legislação municipal que trata do tema é aceita como moderna e satisfatória, a prefeitura cobra a taxa de coleta do lixo, muito embora não raro sejam constatados descartes que desrespeitam o comando legal. Foram pesquisados o sistema de coleta, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, bem como cinquenta bairros correspondendo ao percentual de 30% (trinta por cento) dos bairros no município. Dentre os bairros pesquisados 84% (oitenta e quatro por cento) apresentou ocorrência positiva de descartes irregulares, bem como foram encontrados materiais dos tipos em apreço em todas as Estações de Transferências de Resíduos visitadas e na Central de Tratamento de Resíduos (CTR Rio). Acredita-se que a educação ambiental da cidade, a reestruturação do sistema de recolhimento, da destinação e da fiscalização dos descartes irregulares precisam ser melhorados porque estão carecendo de intervenções a serem perpetradas pela administração pública local.

Palavras-chave: Descarte irregular, Painel de madeira, MDF e MDP pós-uso.

ABSTRACT

The objective of the present study was to investigate the disposal of post-use medium density fiberboard and medium density particleboard panels, from 2021 to 2023, in the city of Rio de Janeiro, where the collection and disposal of waste has undergone transformations. Currently, the Municipal Urban Cleaning Company of Rio de Janeiro performs these tasks and sends municipal solid waste to the Seropédica Sanitary Landfill, which uses reverse osmosis technology, as is universally accepted. Solid waste from wood-based panels of the MDF/MDP types were chosen because they use binder resins that elevate them to the category of hazardous solid waste class I, according to the ABNT NBR 10.004-2004 standard, more precisely its annex B, which indicates that formaldehyde is a dangerous constituent, classified as toxic. The municipal legislation that deals with the subject is accepted as modern and satisfactory. The municipal government collects garbage and trash in return for a collection fee, although it is not rare to find discards that disrespect the legal rules. The system of collection, treatment and final disposal of municipal solid waste was studied, and the situations were analyzed in 50 districts in the city of Rio de Janeiro, accounting for 30% of the districts. Among the surveyed districts, 84% had a positive occurrence of irregular disposal, and materials of the types in question were found in all Waste Transfer Stations visited and at the Waste Treatment Center (CTR Rio). We believe the city's environmental education needs to be improved, along with restructuring of the collection and disposal system and the inspection of irregular disposal.

Keywords: Irregular disposal, wood panel, MDF and post-use MDP

1 INTRODUÇÃO

A madeira faz parte da existência humana e certamente foi utilizada como meio de defesa desde a era paleolítica. A racionalidade permitiu ao *homo sapiens*, desde então, utilizar a madeira para diversos fins com destaque para a construção de abrigos, melhorar a funcionalidade da convivência em família, perceber a existência da roda e realizar as grandes navegações que conquistaram o mundo.

O desenvolvimento tecnológico e as peculiaridades da madeira permitiram significativas modificações para atender às necessidades humanas sempre crescentes, merecendo destaque as técnicas de desagregação da madeira em fibras e partículas, para ulterior aglutinação com o emprego de resinas adesivas.

Assim surgiram os painéis derivados da madeira, que ampliaram as possibilidades de utilização da madeira e conquistaram mercados mundo afora.

Não se pode olvidar a existência das normas brasileiras ABNT NBR 15.316 – (2019) e ABNT NBR 14.810 – 2 (2018), que tratam respectivamente dos painéis *Medium Density Fiberboard* (MDF) e *Medium Density Particleboard* (MDP), bem como das normas estrangeiras que igualmente estabelecem limites de formaldeído para a fabricação de painéis.

Acontece que a norma da ABNT NBR 10.004 (2004), ao tratar da classificação de risco dos resíduos sólidos no Brasil, no anexo B, classifica o formaldeído como constituinte perigoso. (Tabela 4)

Tabela 4. Classificação dos resíduos perigosos de fontes específicas, ABNT–NBR 10004/2004:

Fonte geradora	Código de identificação	Resíduo perigoso	Constituintes perigosos	Características de periculosidade
Químicos orgânicos	K 009	Resíduos de fundo de destilação originados na produção de acetaldeído a partir do etileno	Clorofórmio, formaldeído , diclorometano, cloreto de metila, paraldeído, ácido fórmico	Tóxico

Fonte: Anexo B, ABNT - NBR 10.004-2004.

O formaldeído faz parte da formulação de aglutinantes e figura no rol das substâncias tóxicas, apresentadas no anexo E da norma ABNT–NBR 10004:2004. (Tabela 5)

Tabela 5. Citação do formaldeído na descrição de substâncias tóxicas, ABNT–NBR 10004/2004:

Substâncias	Código de identificação	CAS (<i>Chemical Abstrat Substance</i>)
Formaldeído	U 122	50-00-0

Fonte: Anexo E, norma da ABNT - NBR 10.004-2004 – Substâncias Tóxicas.

É pacífico o entendimento de que um produto elaborado terá a sua classificação de risco determinada pelo seu componente mais danoso, como é o caso dos painéis derivados da madeira em apreço, classificados necessariamente como Perigosos - Classes I.

Com o propósito de esclarecer e reforçar o entendimento da classificação de risco dos painéis derivados da madeira, a norma da ABNT NBR 10.004:2004 oferece um quadro sinótico que facilita este entendimento, conforme se apresenta na Figura 10.

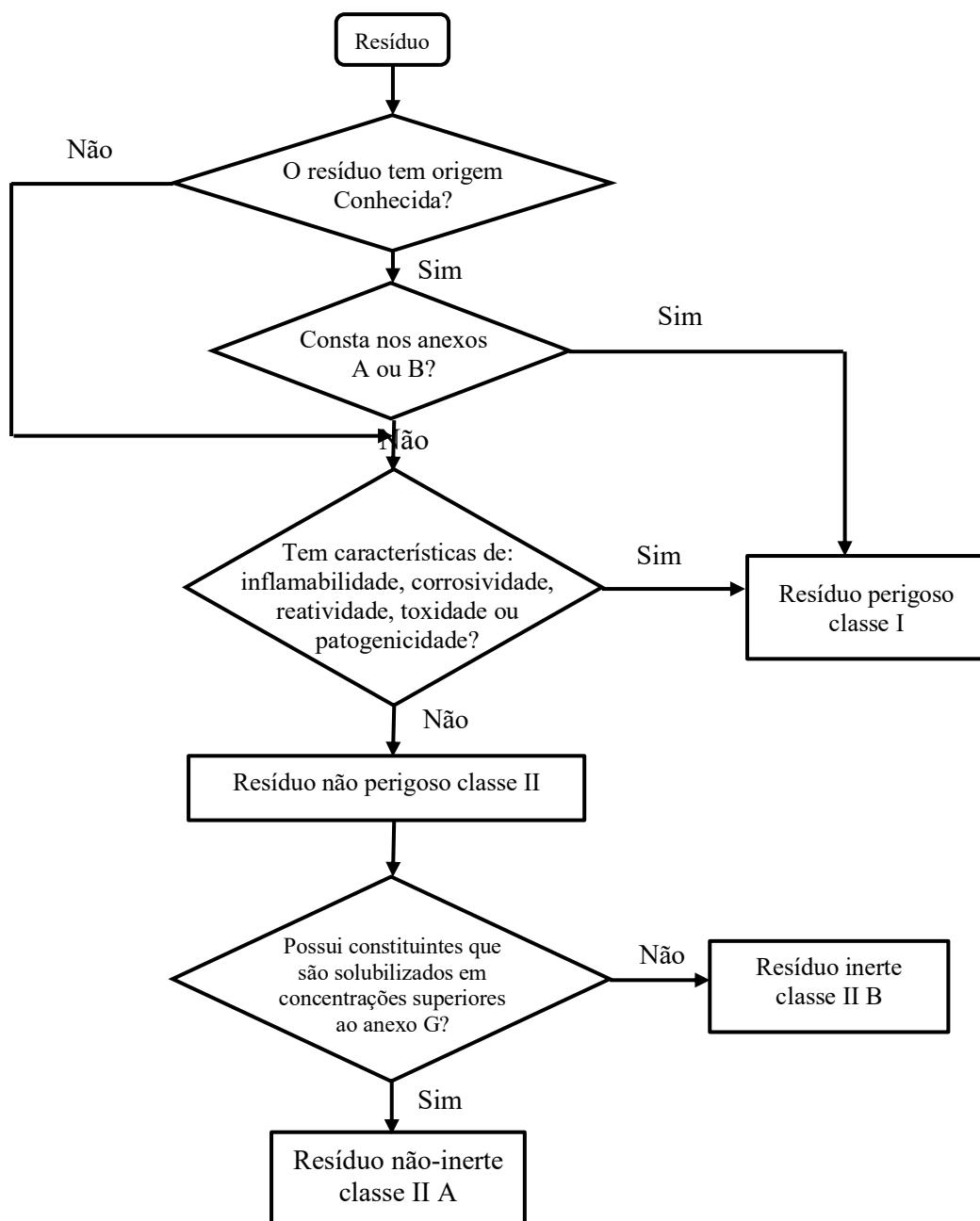


Figura 10. Quadro sinótico da caracterização e classificação dos resíduos. Fonte: ABNT - NBR 10.004-2004

Ainda que existam estudos visando a substituição do formaldeído utilizado em compostos das resinas aglutinantes utilizadas para a fabricação dos painéis de madeira reconstituída, 90% (noventa por cento) destes ainda são produzidos com as resinas contendo ureia formaldeído (SOUZA et. al., 2017), principalmente devido ao seu baixo custo e eficácia, que são muito bem aceitos pela indústria do setor, principalmente porque otimizam os lucros.

Resinas e aditivos, quando se originam de processos químicos não raro provocam danos ao meio ambiente com impactos significativos, sendo certo que o formol causa efeitos adversos à saúde humana, perpassando desde a simples irritação nas vias aéreas e olhos até reações inflamatórias, além de induzir à formação de carcinomas nasais e causar mutações em células, (COELHO, 2009) até porque, vinte e seis cientistas de dez países formaram um grupo de trabalho, sob coordenação do diretor da *International Agency for Research on Cancer – World Health Organization*, para avaliar as evidências carcinogênicas do formaldeído e o parecer final concluiu que existem as suficientes evidências de que o formaldeído causa câncer nasofaríngeo em humanos. (IARC, 2004)

Durante o processo de fabricação, principalmente na prensagem, os painéis de madeira reconstituída emitem considerável quantidade de formaldeído e continuam no processo de volatilização/lixiviação durante todo o ciclo de vida do produto. (TRIANOSKI, 2009)

O desenvolvimento tecnológico proporciona aumento da produção e do consumo, mas traz como consequências as preocupações de governos e sociedades quanto ao tratamento dos resíduos sólidos urbanos. É certo que a elevada densidade demográfica na cidade do Rio de Janeiro⁵¹ conjugada com a sua configuração geográfica, interferem no processo educacional, de segurança e de gestão pública, incrementados pelo governo local.

Por outro lado, a acentuada ocupação irregular, principalmente nas encostas dos morros onde se desenvolveram muitas comunidades subnormais, acarreta aos cidadãos severo sofrimento no período das chuvas, porque ocorrem inundações e deslizamentos de encostas, com enormes danos às residências e aos mobiliários em geral, reduzindo consideravelmente o tempo de vida útil dos móveis fabricados com MDF/MDP, devido ao alto índice de higroscopidez destes produtos.

⁵¹ O município do Rio de Janeiro com população estimada de 6.775.561 em 2021, apresenta densidade demográfica de 5.265,82 habitantes por Km² conforme dados do IBGE cidades, disponível em:
< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama> > Acesso em: 20 de dezembro de 2022.

O planejamento, a organização, todos os procedimentos de coleta, de destinação final dos resíduos sólidos urbanos e fiscalização constituem uma prestação de serviço público remunerada, suportada que é, pela taxa de coleta domiciliar do lixo (TCL)⁵².

Considerando que taxa é um tributo contraprestacional, específico e divisível⁵³, não se pode aceitar que o ente público deixe de prestar o serviço cobrado, sob pena de estar transgredindo tanto a lei tributária quanto a lei ambiental, devido aos impactos ambientais que a omissão poderá causar.

O município do Rio de Janeiro possui um moderno Centro de Tratamento de Resíduos sólidos urbanos (CTR Rio), que conta com a tecnologia “osmose reversa”, a qual consiste em adaptação dos sistemas de separação por membranas, derivado da filtração clássica, onde estas possuem poros com diâmetros muito inferiores aos processos tradicionais, (SILVA, A., 2002) mas o simples caminhar por logradouros públicos de alguns bairros proporciona a constatação de descartes irregulares de peças do mobiliário fabricadas com MDF/MDP, nos locais mais inusitados, como se observa por exemplo, no bairro de Campo Grande (RJ), à margem de um rio que corta a avenida Brasil. (Figura 11)



Figura 11. Descarte irregular de MDF às margens do rio localizado sob coordenadas geográficas 22° 52' 34,368" de latitude sul e 43° 36' 45,552" de longitude oeste, no bairro de Campo Grande, o mais populoso da cidade. (Fonte: próprio autor, 2022)

⁵² A Lei 2.687, de 26 de novembro de 1998, instituiu a taxa de cobrança domiciliar do lixo (TCP), que é cobrada por inserção do valor na mesma guia de cobrança do imposto sobre a propriedade territorial urbana (IPTU).

⁵³ Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966, estabelece no Art. 77 “As taxas cobradas pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal ou pelos Municípios, no âmbito de suas respectivas atribuições, têm como fato gerador o exercício regular do poder de polícia, ou a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição.”

A situação dos resíduos sólidos no Brasil não é muito diferente porque no ano de 2022 foram recolhidas 76.118.317 toneladas, com média per capita de 354 kg/habitante/ano, sendo que 39% dos resíduos coletados (29,7 milhões de toneladas) ainda tiveram destinação final ambientalmente inadequada. (ABRELPE, 2022)

Neste contexto não se pode prescindir do notável exemplo japonês, oferecido ao mundo por ocasião de jogos em diversos campeonatos de futebol, quando ao término das partidas os torcedores recolhem todo o lixo dos estádios, com fundamento na educação e tradições que passam de uma geração para a outra. (JUCÁ et. al., 2014).

A gestão japonesa de resíduos é lastreada em um sistema piramidal estabelecido em lei. Os processamentos e gerenciamentos dos resíduos sólidos naquele país lograram êxito devido à colaboração entre população e entidades privadas, o que se tornou exequível devido ao bom projeto de educação ambiental, implementado nas escolas japonesas pari passu com a aplicação de severas multas, prevista na legislação para coibir os descartes irregulares dos resíduos sólidos urbanos. (SILVA et.al., 2018)

O sistema normativo brasileiro determina obediência aos princípios,⁵⁴ o que é reforçado pela boa doutrina jurídica, que segue o mesmo diapasão.

Violar um princípio é muito mais grave que transgredir uma norma qualquer. A desatenção ao princípio implica em ofensa não apenas a um específico mandamento obrigatório, mas a todo o sistema de comandos. É a mais grave forma de ilegalidade ou de inconstitucionalidade. (MELLO, 2000)

Na mesma linha deste entendimento a Lei municipal do Rio de Janeiro dispõe sobre a gestão do sistema de limpeza urbana, estabelecendo que qualquer resíduo sólido gerado, por pessoa física ou jurídica, é propriedade privada e permanecerá sob responsabilidade do gerador até a destinação final, bem como determinou a classificação dos resíduos sólidos em urbanos e especiais, onde estes englobam o lixo extraordinário, o perigoso, o infectante, o químico, o radioativo e outros resíduos que sejam objeto de legislação específica. Esta coleta e destinação será necessariamente realizada por entidade municipal competente, empresa habilitada para tal finalidade ou até mesmo pelo próprio gerador, desde que a destinação final seja ambientalmente adequada consoante o que estabelece a legislação. (RIO DE JANEIRO (RJ) LEI 3.273 - 2001), razão pela qual houve a necessidade do cotejamento normativo acompanhado da pesquisa de campo realizada, objetivando avaliar os descartes realizados e a destinação final destes produtos perigosos.

54 A Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988 apresenta no Art. 37: A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência.

A regulamentação da citada lei⁵⁵ outorgou as atividades de fiscalização, emissão de auto de constatação, intimação, auto de infração e aplicação de multas aos Coordenadores Gerais das Regiões Administrativas; aos Administradores Regionais e aos agentes que forem indicados e ou designados pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana da cidade (COMLURB).

O recolhimento do lixo residencial funciona muito bem, sendo realizado de acordo com o planejamento feito e por delegação de competência à COMLURB, porta a porta, através de equipes que utilizam caminhões compactadores, em dias alternados e em dois turnos de recolhimentos. Cumpre destacar a disponibilidade de consulta pública para conhecer sobre os dias da semana, os nomes dos logradouros públicos e os horários aproximados de recolhimento dos resíduos, consta em endereço eletrônico, atendendo ao princípio da publicidade, como segue: <<https://comlurbnet.rio.rj.gov.br/Extranet/ConsultaColetaLograd/index.asp>>.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa foi cotejar o sistema normativo da cidade do Rio de Janeiro com os efetivos descartes de painéis de madeira reconstituída, dos tipos MDF/MDP pós-uso, com o propósito de avaliar a relação entre a norma e a eficácia do serviço público prestado.

2.1 Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos alcançados merecem destaque:

- Identificar a funcionalidade do serviço de coleta, tratamento e destinação final dos RSU no município do Rio de Janeiro;
- Avaliar a pertinência e adequação do sistema normativo de coleta e tratamento dos resíduos sólidos urbanos da cidade;
- Determinar os índices estatísticos de descartes irregulares de painéis dos tipos MDF/MDP pós-uso, classificados como perigosos classes I, realizados em logradouros públicos de bairros do município;
- Avaliar a ocorrência de descartes, por áreas de planejamentos adotadas pela administração da Companhia Municipal de Limpeza Urbana da cidade;

⁵⁵ O Decreto municipal 21.305, de 19 de abril de 2002, do município do Rio de Janeiro Regulamenta a lei 3.273, de 06 de setembro de 2001, que dispõe sobre a gestão dos serviços de limpeza urbana e dá outras providências.

- Avaliar a oferta de materiais classificados como perigosos misturados ao lixo urbano, para recolhimento e destinação final;
- Identificar como ocorre o serviço público de coleta urbana, que foi evidenciado com a obtenção de materiais descartados que foram encontrados nas ETRs e na CTR Rio, denotando certa tolerância da administração da cidade com o descumprimento da lei, o que reforça a tendência do desleixo quanto aos descartes de materiais perigosos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada pesquisa de campo em logradouros públicos municipais com o propósito de constatar e avaliar eventuais descartes irregulares dos produtos objeto da pesquisa, uma vez que o processo de volatilização do formaldeído é permanente até a completa degradação dos painéis e afeta o meio ambiente.

Igualmente houve visitas às instalações das Estações de Transferência de Resíduos no município do Rio de Janeiro, onde foram identificados e recolhidos materiais provenientes dos painéis de madeira reconstituída dos tipos MDF e MDP pós-uso, que se encontravam misturados com os resíduos sólidos urbanos (RSU).

No Aterro Sanitário (CTR Rio), local de tratamento do lixo urbano municipal, administrado pela empresa Ciclus Ambiental do Brasil S.A., também houve visita e recolhimento de painéis derivados da madeira MDF/MDP pós-uso.

Estes fatos evidenciaram ocorrências de descartes irregulares de produtos perigosos classe I sem a devida segregação, o que contraria o sistema normativo vigente na cidade e sugeriu a necessidade de aprofundar as investigações nos bairros do município, tudo com o propósito de mensurar fatos relacionados aos descartes irregulares para eventualmente oferecer alguma diretriz que possa servir de espeque à melhoria da saúde humana, da limpeza urbana, da educação e da conservação do meio ambiente na cidade.

Foi elaborado um amplo plano de visitas aos bairros do município a fim de constatar eventuais descartes irregulares dos materiais em estudo, catalogando-se os resultados obtidos com a anotação dos logradouros, de suas coordenadas geográficas e a fotografia destes locais onde os materiais foram encontrados.

Os resultados permitiram inferir avaliações fundamentadas em padrões estatísticos consagrados, que certamente servirão para um diagnóstico relacionado aos descartes irregulares dos painéis de madeira dos tipos MDF e MDP pós-uso; descortinando novos horizontes que certamente incentivarão futuros pesquisadores,

3.1 Local de estudo

O estudo foi realizado no município-cidade do Rio de Janeiro – RJ, com Latitude Sul 22° 54' 13" e Longitude Oeste 43° 12' 35", consistindo em visitas de constatações realizadas no período de 13 de março até 31 de maio de 2022 às instalações das ETR Caju (Latitude Sul 22° 52'37,7" e Longitude Oeste 43° 13'42.1"), Bangu, (Latitude Sul 22° 51'18.7" e Longitude Oeste 43° 29'36,2"), Jacarepaguá (Latitude Sul 22°59'11.4" e Longitude Oeste 43°27'10.9"), Santa Cruz (Latitude Sul 22° 58'35.4" e Longitude Oeste 43° 37'47,8"), da Central de Tratamento de Resíduos CTR Rio, localizada no município de Seropédica, (Latitude Sul 22°47'11.1" e Longitude Oeste 43°46'06.6") e ainda em cinquenta bairros do município. A ETR de Marechal Hermes não foi visitada, muito embora bairros localizados em sua área de abrangência tenham sido pesquisados.

Dentre os cento e sessenta e quatro bairros existentes no município, distribuídos pelas Áreas de Planejamentos⁵⁶, foram sorteados 50 bairros para visitas, distribuídas por 5 áreas de planejamento, correspondendo ao percentual de 30% dos bairros em cada área, o que possibilitou a construção da (Tabela 6), conforme se demonstra.

Tabela 6. Demonstrativo da quantidade de bairros sorteados, apresentados por Área de Planejamento (AP) e Zonas da cidade, com a indicação da quantidade de bairros sorteados:

Áreas de Planejamento	Zonas da Cidade	Quantidade Bairros do Município	Bairros Sorteados
Área 1	Central	16	5
Área 2	Sul	26	8
Área 3	Norte	80	24
Área 4	Baixada de Jacarepaguá	20	6
Área 5	Oeste	22	7
Total		164	50

3.2 Visitas de constatações

Foram realizadas visitas de constatações nas instalações de apoio (ETR), de destinação final do lixo urbano (CTR Rio) e em diversos logradouros públicos e terrenos baldios dos

⁵⁶ A Lei Complementar 111, de 1 de fevereiro de 2011, que dispõe sobre a política urbana e ambiental e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro, estabeleceu para efeito de planejamento e de controle do desenvolvimento urbano, as Áreas de Planejamento (AP) formadas pela divisão do território a partir de critérios de compartimentação ambiental, características histórico-geográficas e de uso e ocupação do solo.

bairros sorteados, com o propósito de identificar a existência de descartes irregulares dos restos e rejeitos dos painéis derivados da madeira pós-uso, dos tipos MDF e ou MDP, conforme se observa na Tabela 7.

Tabela 7. Demonstrativo dos locais de gerenciamento/controle/destinação final dos RSU onde foram realizadas as visitas de constatações com a assinalação do resultado obtido:

CTR Rio / ETR	MDF	MDP
CTR Rio – Seropédica (RJ) Rodovia Raphael de Almeida Magalhães, km,107	Não encontrado	X
ETR Caju - Rio de Janeiro (RJ) Rua Carlos Seidl, 1.388	X	X
ETR Bangu - Rio de Janeiro (RJ) Rodovia Governador Mário Covas, 453- 600	X	X
ETR Jacarepaguá - Rio de Janeiro (RJ) Rua Américo de Souza Braga, 647	X	X
ETR Santa Cruz - Rio de Janeiro (RJ) Estrada da Pedra de Guaratiba, 2.100	X	X

3.3 Seleção dos bairros para as visitas de constatações

A seleção dos bairros, em cada área de planejamento, deu-se por sorteio realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Instituto de Floresta, Laboratório de Processamento de Madeira. Foram produzidas cento e sessenta e quatro cédulas iguais, em papel cartolina branco, tamanho 12 cm x 4 cm, sendo inscrito em cada cédula o nome de um bairro do município do Rio de Janeiro.

As cédulas foram separadas em cinco grupos, onde cada grupo correspondeu à uma Área de Planejamento. As cédulas correspondentes a cada AP foram colocadas por vez em um saco de flanela, preto, tamanho 40cm x 20 cm, a fim de que fosse realizado o sorteio dos bairros que seriam visitados.

Após o sorteio dos cinquenta bairros, correspondentes ao percentual de 30% dos bairros em cada AP, foi obtido o seguinte resultado apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Demonstrativo dos bairros que foram sorteados para visita, em cada Zona da Cidade / Área de Planejamento (AP):

Área de Planejamento	Zona / Bairros
Área de Planejamento 1	Zona Central (5 bairros): Santa Teresa, Catumbi, Benfica, Imperial de São Cristóvão e Mangueira.
Área de Planejamento 2	Zona Sul (8 bairros): Tijuca, Alto da Boa Vista, Vila Isabel, Grajaú, Leme, Catete, Leblon e São Conrado.
Área de Planejamento 3	Zona Norte (24 bairros): Meier, Engenho de Dentro, Pilares, Olaria, Ramos, Del Castilho, Penha, Madureira, Cascadura, Bento Ribeiro, Oswaldo Cruz, Engenheiro Leal, Cavalcante, Vicente de Carvalho, Irajá, Quintino, Coelho Neto, Rocha Miranda, Honório Gurgel, Anchieta, Guadalupe, Tauá, Ribeira e Zumbi.
Área de Planejamento 4	Baixada de Jacarepaguá (6 bairros): Praça Seca, Vila Valqueire, Barra da Tijuca, Taquara, Itanhangá e Gardênia Azul.
Área de Planejamento 5	Zona Oeste (7 bairros): Deodoro, Jardim Sulacap, Senador Camará, Bangu, Pedra de Guaratiba, Campo Grande e Paciência.

3.4 Critérios adotados para as visitas de constatações

Foi estabelecido que cada visita de constatação teria a duração máxima de 20 minutos, com percurso realizado de automóvel em velocidade variável até o limite máximo de 40 km/hora.

A visita em cada bairro foi iniciada sempre em um logradouro escolhido aleatoriamente, sendo percorridos logradouros contíguos até que fosse encontrado algum material objeto da pesquisa ou se esgotasse o tempo de 20 minutos, estabelecido como limite para a pesquisa.

O nome do logradouro constante no mapa de controle das visitas é o local onde se encontrou material objeto da pesquisa ou ainda onde se encerrou a visita por decurso de prazo sem coleta de material. (20 minutos)

As visitas de constatações foram realizadas entre os meses de setembro e novembro de 2022, utilizando-se um automóvel como meio de transporte e câmera fotográfica com a finalidade de registrar os fatos e ainda conhecer as efetivas localizações das coordenadas geográficas dos locais onde foram encontrados os descartes irregularidades ou encerradas as visitas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

4.1.1 Material encontrado na CTR Rio e nas ETRs visitadas

Durante as visitas de constatações ao Aterro Sanitário, Central de Tratamento de Resíduos – CTR Rio e às Estações de Transferências de Resíduos - ETR da COMLURB, locais que recebem lixo em caráter definitivo ou transitoriamente, forma recolhidos materiais provenientes dos painéis derivados da madeira dos tipos MDF/MDP, o que revela a inexistência de um plano municipal de segregação para separar os resíduos sólidos urbanos dos resíduos classificados como perigosos Classe I.

4.1.2 Material descartado irregularmente encontrado nos bairros visitados

As visitas de constatações realizadas nos logradouros públicos dos cinquenta bairros sorteados permitiram a construção da Tabela 9 e ainda a obtenção da Figura 12, onde se constata um volumoso descarte de painéis derivados da madeira, do tipo MDF pós-uso, descartado em calçada de logradouro público, o que comprova a assertiva.

Tabela 9. Visitas realizadas nas Áreas de Planejamentos, Bairros, Logradouros com assinalação dos tipos de materiais encontrados (X) ou locais onde se encerraram as visitas sem encontrar material (-), com as respectivas coordenadas geográficas:

AP	NOME DO BAIRRO	LOGRADOURO Rua, Av., etc..	MDF	MDP	COORDENADAS GPS
1 Centro	Santa Teresa	Almirante Alexandrino	-	X	22°55'33.8"S 43°11'27.0"W
1 Centro	Catumbi	Barão de Petrópolis	X	-	22°55'38.6"S 43°12'15.1"W
1 Centro	Benfica	Couto de Magalhães	-	X	22°53'34.1"S 43°14'19.8"W
1 Centro	Imperial de São Cristóvão	Gotemburgo	-	X	22°54'14.3"S 43°12'44.0"W
1 Centro	Mangueira	Visconde de Niterói	X	-	22°54'09.7"S 43°14'29.4"W
2 Sul	Tijuca	José Higino	X	-	22°55'47.0"S 43°14'15.8"W

Tabela 9. Cont.

2 Sul	Alto da Boa Vista	Raimundo Castro Maia	X	-	22°56'55.8"S 43°15'35.3"W
2 Sul	Vila Isabel	Barão de S Francisco	X	-	22°54'54.9"S 43°15'06.7"W
2 Sul	Grajaú	Visconde de Santa Isael	-	X	22°55'01.8"S 43°15'49.6"W
2 Sul	Leme	Gustavo Sampaio	-	-	22°57'46.1"S 43°10'11.9"W
2 Sul	Catete	Tavares Bastos	-	X	22°55'31.8"S 43°10'49.3"W
2 Sul	Leblon	Borges de Medeiros, 693	-	X	22°58'52.2"S 43°12'53.2"W
2 Sul	São Conrado	Almirante Álvaro Alberto	-	-	22°59'47.3"S 43°15'29.2"W
3 Norte	Meier	Joaquim Meier	-	X	22°54'22.9"S 43°16'51.1"W
3 Norte	Engenho de Dentro	Gustavo Reidl x Ana Leonídia	X	-	22°53'58.9"S 43°18'01.4"W
3 Norte	Pilares	Djalma Dutra	-	X	22°53'02.4"S 43°17'45.0"W
3 Norte	Olaria	Carlina	-	X	22°50'25.9"S 43°15'55.5"W
3 Norte	Ramos	Teixeira de Castro	-	X	22°51'11.6"S 43°15'07.0"W
3 Norte	Del Castilho	Eduardo	X	-	22°52'42.1"S 43°16'07.1"W
3 Norte	Penha	Aimoré	-	X	22°50'27.1"S 43°16'54.0"W
3 Norte	Madureira	Agostinho Barbalho	-	X	22°52'29.8"S 43°20'32.6"W
3 Norte	Cascadura	Nerval de Gouveia	-	X	22°52'58.8"S 43°19'41.2"W
3 Norte	Bento Ribeiro	João Vicente	-	X	22°51'56.6"S 43°21'23.1"W
3 Norte	Oswaldo Cruz	João Vicente	X	-	22°52'07.2"S 43°21'05.6"W
3 Norte	Engenheiro Leal	Enaldo dos Santos Araújo	-	X	22°52'35.6"S 43°19'15.1"W
3 Norte	Cavalcante	Antônio Saraiva	X	-	22°52'20.0"S 43°18'50.7"W
3 Norte	Vicente de Carvalho	Cesar Muzio	-	-	22°51'14.9"S 43°19'00.9"W
3 Norte	Irajá	Amandiú	-	-	22°50'46.3"S 43°19'56.6"W
3 Norte	Quintino	Cupertino	X	-	22°53'14.2"S 43°19'24.0"W
3 Norte	Coelho Neto	dos Italianos	X	-	22°50'01.8"S 43°20'48.1"W
3 Norte	Rocha Miranda	Tacaratu	-	X	22°50'59.7"S 43°21'33.3"W
3 Norte	Honório Gurgel	Américo da Rocha	-	X	22°51'09.9"S 43°21'42.2"W
3 Norte	Anchieta	Engenho Novo	-	X	22°49'29.5"S 43°24'17.3"W
3 Norte	Guadalupe	Loasa	X	-	22°50'54.5"S 43°22'45.9"W
3 Norte	Tauá	Professor Hilarião da Rocha	-	-	22°47'46.6"S 43°11'05.1"W

Tabela 9. Cont.

3 Norte	Ribeira	Fernandes da Fonseca	-	-	22°49'26.7"S 43°10'11.0"W
3 Norte	Zumbi	Gaspar de Souza	-	-	22°49'14.0"S 43°10'35.6"W
4 Baixada de Jacarepaguá	Praça Seca	Capitão Menezes	X	-	22°53'30.3"S 43°20'57.8"W
4 Baixada de Jacarepaguá	Vila Valqueire	Quiririm	-	X	22°53'05.5"S 43°21'22.5"W
4 Baixada de Jacarepaguá	Barra da Tijuca	General Guedes da Fontoura	-	X	23°00'45.7"S 43°18'20.0"W
4 Baixada de Jacarepaguá	Taquara	Marques de Jacarepaguá	-	X	22°55'26.2"S 43°22'05.2"W
4 Baixada de Jacarepaguá	Itanhangá	Itanhangá	X	-	22°59'50.9"S 43°19'06.5"W
4 Baixada de Jacarepaguá	Gardênia Azul	das Lagoas	-	X	22°57'29.8"S 43°21'08.8"W
5 Oeste	Deodoro	Engenheiro Nicanor Pereira	-	-	22°51'11.3"S 43°22'56.7"W
5 Oeste	Jardim Sulacap	Euzébio de Almeida	-	X	22°53'31.5"S 43°23'38.6"W
5 Oeste	Senador Camará	Rua dos Coqueiros	-	X	22°52'20.9"S 43°30'18.4"W
5 Oeste	Bangu	Ceres	X	-	22°52'29.9"S 43°27'58.0"W
5 Oeste	Pedra de Guaratiba	da Matriz	-	X	22°59'40.5"S 43°36'52.1"W
5 Oeste	Campo Grande	Brasil	-	X	22°51'44.3"S 43°33'31.7"W
5 Oeste	Paciência	Duartina	-	X	22°55'40.4"S 43°38'05.0"W



Figura 12. Painéis derivados da madeira pós-uso do tipo MDF, descartados em calçada de logradouro público, no Município do Rio de Janeiro, na Área de Planejamento 4 – Baixada de Jacarepaguá, sob coordenadas de Latitude Sul 22° 53' 30,3" e Longitude Oeste 43° 20'57,8". (Fonte: próprio autor, 2022)

Ao final das visitas de constatações realizadas nos bairros sorteados foi elaborado um mapa do município do Rio de Janeiro legendado, onde foram plotados os pontos em que as visitas foram efetivamente encerradas, obedecendo-se às coordenadas geográficas de latitude e longitude para cada ponto. (Figura 13)

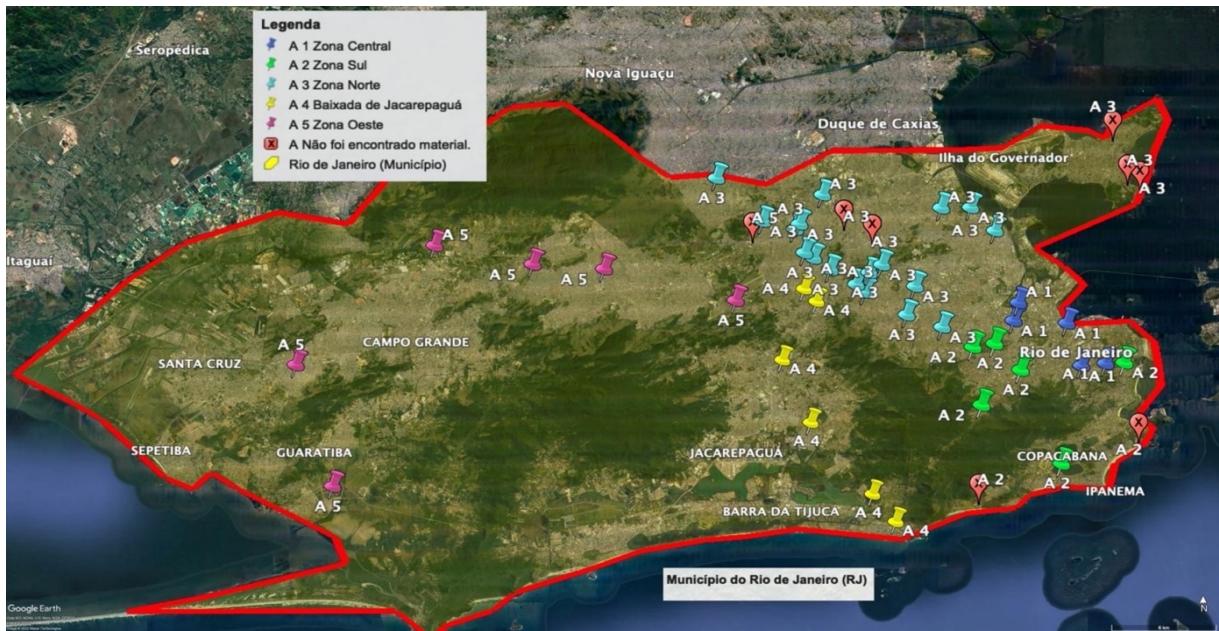


Figura 13. Mapa do município do Rio de Janeiro legendado, onde foram plotados os pontos em que as visitas foram efetivamente encerradas, com as respectivas coordenadas geográficas. Fonte: Google Maps, 2022.

A Tabela 10 apresenta os agrupamentos percentuais das constatações dos descartes irregulares realizados em via pública e ou em terrenos baldios, obtidos ao final das visitas realizadas nos 50 bairros sorteados.

Tabela 10. Agrupamento das constatações dos descartes de MDF/MDP e respectivos percentuais:

Bairros visitados	50 bairros	100%
Bairros com ocorrência positiva MDF/MDP	42 bairros	84%
Bairros sem ocorrência MDF/MDP	08 bairros	16%

Na Tabela 11 aparecem os agrupamentos quantitativos e percentuais das constatações positivas e negativas, por tipos de material encontrado nos bairros pesquisados.

Tabela 11. Bairros do município visitados e agrupamento das constatações por tipo de painel com os respectivos percentuais:

Bairros visitados/tipos de ocorrências	50 bairros	100%
Bairros sem ocorrência positiva de MDF ou MDP	08 bairros	16%
Bairros com ocorrência positiva de MDF	15 bairros	30%
Bairros com ocorrência positiva de MDP	27 bairros	54%

A Tabela 12 oferece os agrupamentos quantitativos e percentuais das constatações por área de planejamento e tipos de material.

Tabela 12. Bairros visitados em cada área de planejamento e agrupamento das constatações por tipo de painel com os respectivos percentuais:

Área de planejamento 1 - Centro		
Bairros visitados/tipos e % de ocorrências	5	100%
Bairros sem ocorrência positiva de MDF ou MDP	0	100%
Bairros com ocorrência positiva de MDF	2	40%
Bairros com ocorrência positiva de MDP	3	60%
Bairros com ocorrência positiva de MDF e ou MDP	5	100,0%
Área de planejamento 2 - Sul		
Bairros visitados/tipos e % de ocorrências	8	100%
Bairros sem ocorrência positiva de MDF ou MDP	2	25%
Bairros com ocorrência positiva de MDF	3	37,5%
Bairros com ocorrência positiva de MDP	3	37,5%
Bairros com ocorrência positiva de MDF e ou MDP	6	75%
Área de planejamento 3 - Norte		
Bairros visitados/tipos e % de ocorrências	24	100,0%
Bairros sem ocorrência positiva de MDF ou MDP	5	20,8%
Bairros com ocorrência positiva de MDF	7	29,2%
Bairros com ocorrência positiva de MDP	12	50,0%
Bairros com ocorrência positiva de MDF e ou MDP	19	79,2%
Área de planejamento 4 – Baixada de Jacarepaguá		
Bairros visitados/tipos e % de ocorrências	6	100,0%
Bairros sem ocorrência positiva de MDF ou MDP	0	100,0%
Bairros com ocorrência positiva de MDF	2	33,3%
Bairros com ocorrência positiva de MDP	4	66,7%
Bairros com ocorrência positiva de MDF e ou MDP	6	100,0%
Área de planejamento 5 - Oeste		
Bairros visitados/tipos e % de ocorrências	7	100%
Bairros sem ocorrência positiva de MDF e ou MDP	1	14,3%
Bairros com ocorrência positiva de MDF	1	14,3%
Bairros com ocorrência positiva de MDP	5	71,4%
Bairros com ocorrência positiva de MDF e ou MDP	6	85,7%

4.2 Discussão dos Resultados

4.2.1 Recolhimento dos RSU na cidade do Rio de Janeiro

Durante a realização das visitas de constatações aos bairros que foram sorteados, foi possível observar e efetivamente confirmar que a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) realiza a coleta dos resíduos sólidos urbanos (RSU) cumprindo fielmente a programação prevista, que inclusive é disponibilizada ao público em geral no endereço: <<https://comlurbnet.rio.rj.gov.br/Extranet/ConsultaColetaLograd/index.asp>>.

Foi também identificado que algumas vezes cidadãos oferecem fragmentos de mobiliário, geralmente fabricados com painéis derivados de madeira reconstituída, dos tipos MDF/MDP misturados ao lixo, conforme se observa na Figura 14, obtida na área de planejamento 4, em dia/horário previsto para recolhimento do lixo urbano.



Figura 14. Painel de madeira do tipo MDF pós-uso oferecido para recolhimento juntamente com o resíduo sólido urbano (RSU) em calçada de logradouro público, no bairro Pechincha, Município do Rio de Janeiro, Área de Planejamento 4, baixada de Jacarepaguá, sob coordenadas de Latitude Sul 22° 55' 58,3" e Longitude Oeste 43° 21' 04,6". (Fonte: próprio autor, 2022)

Os painéis de madeira reconstituída, dos tipos MDF/MDP, descartados pós-uso, classificados como perigosos classes I, muito embora sejam oferecidos para recolhimento em desacordo com o sistema normativo municipal, são recolhidos pelos agentes que compõem as equipes dos caminhões da Companhia Municipal de Limpeza Urbana sem contestação. Na sequência são encaminhados primeiramente para as ETRs e a seguir para o Aterro Sanitário (Central de Tratamento de Resíduos - CTR Rio) sem qualquer segregação, o que se evidenciou nas visitas realizadas.

Outro fato que chamou atenção durante as visitas aos bairros foi a ação de catadores anônimos, que conhecendo previamente os roteiros, horários e programações para os

recolhimentos do lixo urbano, se antecipam, violam os sacos de lixos colocados nas portas das residências e ou condomínios, retiram materiais com pequeno volume e algum valor agregado, como é o caso das latinhas de alumínio e outros materiais, deixando o local “em petição de miséria”.

A consequência é desastrosa porque o lixo fica completamente espalhado pelas ruas e calçadas dos bairros, sendo certo que a tolerância da administração fica evidente com a ausência da fiscalização aos atos praticados, o que contribui sobremaneira para o agravamento da situação.

4.2.2 Sistema normativo e RSU na cidade do Rio de Janeiro

Ao avaliar o sistema normativo que trata dos resíduos sólidos urbanos (RSU), no município do Rio de Janeiro, constata-se que é remunerado e funciona razoavelmente, com estrutura para atender aos propósitos de coleta e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, a cargo da administração pública local, mas cuja execução é delegada à Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB).

Acontece que a norma não tem o condão de se fazer cumprir espontaneamente, sem a interveniência da força coercitiva que é outorgada somente à administração pública,⁵⁷ ao passo que negligenciar no cumprimento da lei acarreta terríveis consequências para a população, chegando mesmo a comprometer a saúde pública.

Não se deseja um Estado Policiaresco, mas é imperativo que os cidadãos tenham algum temor reverencial à lei e aos agentes públicos encarregados da sua aplicação, bem como que estes agentes exijam o cumprimento da lei, sob pena de se caminhar para um Estado Anárquico, com terríveis consequências para o meio ambiente e para a democracia.

Crises sociais e econômicas não autorizam os governos ao descumprimento da lei, pelo contrário o seu cumprimento ajuda no processo educacional e evita desperdícios.

A legislação municipal prevê a segregação do lixo urbano, determina separação entre recicláveis e não recicláveis, bem como que os resíduos deverão ser oferecidos para coleta em

⁵⁷ Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966, estabelece no Art. 78: “Considera-se poder de polícia atividade da administração pública que, limitando ou disciplinando direito, interesse ou liberdade, regula a prática de ato ou abstenção de fato, em razão de interesse público concernente à segurança, à higiene, à ordem, aos costumes, à disciplina da produção e do mercado, ao exercício de atividades econômicas dependentes de concessão ou autorização do Poder Público, à tranquilidade pública ou ao respeito à propriedade e aos direitos individuais ou coletivos.”

sacos plásticos de cores diferentes. No entanto, ao transitar pelas ruas da cidade, em dias e horários programados para coleta, constata-se o descumprimento deste dispositivo normativo e outros, com a agravante do oferecimento de resíduos perigosos misturados aos resíduos domiciliares.

4.2.3 Visitas de constatação, significância e resultados obtidos

O município do Rio de Janeiro possui 164 bairros, distribuídos por 5 áreas de planejamento. Foram sorteados e visitados 30% do total de bairros de cada área de planejamento, totalizando 50 bairros, sendo catalogado apenas um ponto por bairro, no caso o local onde foi encontrado painel derivado da madeira pós-uso, dos tipos MDDF/MDP, ou ainda quando a visita tenha sido encerrada por decurso de prazo.

O programa de visitas identificou 42 bairros onde foram encontrados painéis de madeira reconstituída descartados pós-uso, correspondente a 84% dos bairros visitados, (Tabela 7) sendo que em 15 pontos foram encontrados apenas MDF (30%); em 27 pontos encontrados apenas MDP (54%) e em 8 bairros, correspondente ao percentual de 16%, não foi encontrado material descartado irregularmente após as visitas realizadas nas diversas ruas e avenidas, que foram percorridas durante o tempo previsto. (Tabela 8)

Nas áreas de planejamentos 1 - Zona Central, com cinco bairros visitados e 4 - baixada de Jacarepaguá, com seis bairros visitados, foram encontrados materiais descartados irregularmente em todos os bairros. Nas áreas de planejamentos 2 - Zona Sul, com oito bairros visitados; 3 - Zona Norte, com vinte e quatro bairros visitados e 5 - Zona Oeste, com 7 bairros visitados, não foram encontrados painéis derivados da madeira descartados irregularmente em apenas 8 bairros. (Tabela 9).

A partir do número de bairros amostrados em cada área de planejamento da cidade e considerando-se o percentual de ocorrência positiva dos descartes de MDF e MDP, foi produzido o gráfico que aparece na Figura 15.

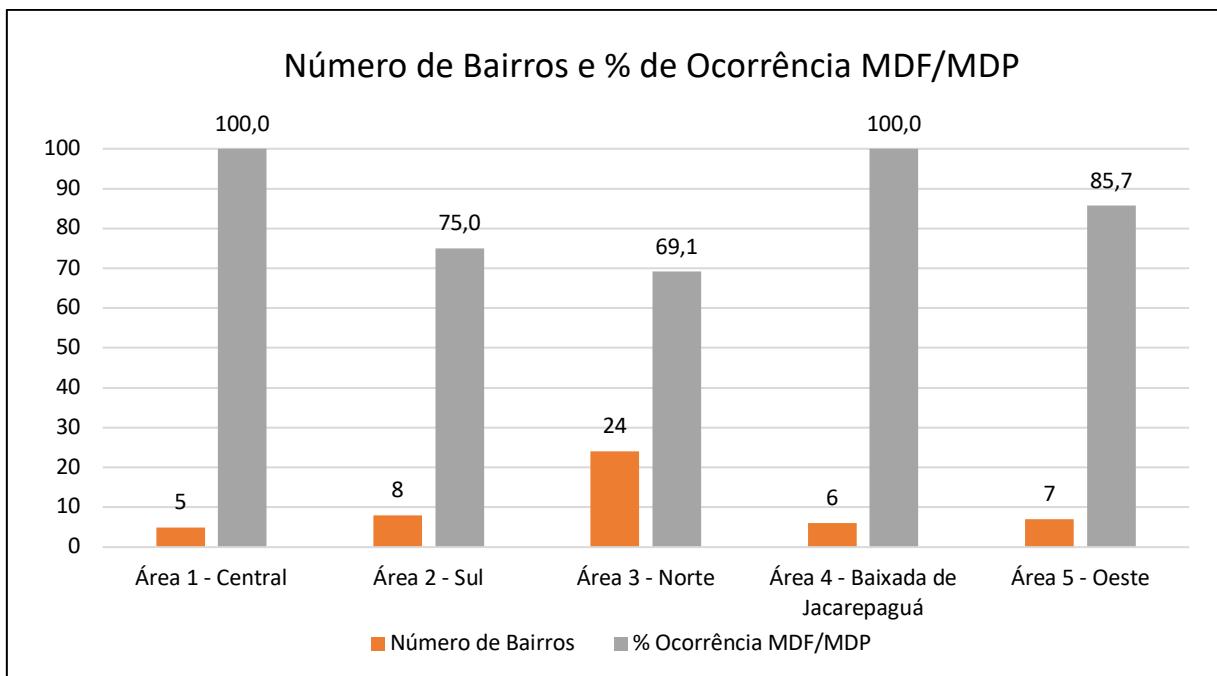


Figura 15. Número de bairros amostrados por área da cidade e % de ocorrência de descartes de painéis MDF e MDP.

5 CONCLUSÕES

As pesquisas bibliográficas e normativas, bem como as de campo permitiram asseverar que não raro ocorrem descartes do material pesquisado em desacordo com a previsão normativa adotada no município do Rio de Janeiro.

A constatação que 84% (oitenta e quatro por cento) dos bairros no município pesquisado apresentaram ocorrência do descarte irregular dos resíduos, restos e rejeitos de pinéis de madeira reconstituída, dos tipos MDFD/MDP, assinala enorme desafio para a administração pública municipal, denota fragilidade tanto no serviço de limpeza urbana quanto da ação fiscalizadora para coibir os descartes irregulares dos produtos referenciados.

A existência de um aterro sanitário que disponha de moderna tecnologia não resolverá por si só as questões de conservação da natureza. Sem vontade política para incrementar as ações necessárias, todo o investimento em tecnologia se transformará em simples narrativa, num processo contínuo de “lavar as mãos”.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Esta pesquisa vinculada à área de concentração “Conservação da Natureza” do PPGCAF - IF – UFRRJ, lastreada em conhecimentos e pesquisas desenvolvidos na área da Engenharia Florestal, percorreu um caminho pouco usual no contexto do conhecimento científico das Ciências Agrárias I, perpassando por pesquisas bibliográficas, laboratoriais e de campo vinculou resultados e conclusões com o sistema normativo, suportado por interpretações jurídicas e das ações perpetradas pela administração pública municipal.

Todo o percurso teve o propósito de identificar possíveis afetações ambientais e da saúde humana, provocadas devido à utilização de formaldeído na composição das resinas aglutinantes utilizadas em larga escala para a fabricação dos painéis de madeira reconstituída, dos tipos MDF/MDP.

Pesquisas laboratoriais evidenciaram que, os corpos de provas dos painéis novos apresentaram os teores de formaldeído dentro dos limites estabelecidos pelas normas da ABNT; bem como que, o formaldeído remanescente nos corpos de provas dos painéis degradados, apresentaram índice de formaldeído remanescente muito reduzido, quando comparado com o índice do corpo de prova do material novo.

Sendo assim é possível inferir-se que o formaldeído, componente perigoso classe I, causador de câncer nasofaringeo, utilizado na fabricação dos painéis de madeira reconstituída será completamente transferido para o meio ambiente, ao final da degradação do painel; quer por volatilização e ou por lixiviação.

O cotejamento do sistema normativo em vigor no município do Rio de Janeiro, as práticas gerenciais e de fiscalização adotadas pela administração municipal e aos altos índices de descartes irregulares realizados pelos cidadãos, revelaram que existe uma urgente necessidade de melhorar os procedimentos de fiscalização, recolhimento e destinação final dos resíduos sólidos na cidade, pari passu com a inclusão do tema conservação da natureza nos programas da educação de base, a fim de que se promova a transformação necessária para a conservação da natureza.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A academia é viva e eterna, porque sua decisão sempre foi pautada nos resultados da pesquisa, da ética e da razão. Assim permanecerá enquanto não se deixar influenciar por narrativas ou ideologias políticas, porque o seu desiderato é a intensa busca da verdade, sem amarras.

Neste sentido as considerações finais deste título consistem simplesmente no aviso de que a primeira tarefa foi concluída, mas que a jornada ainda não acabou; simplesmente continuará esperando por novos pesquisadores que decidam reabrir as discussões sobre os temas apresentados, utilizando as novas tecnologias que certamente surgirão para atualizar conhecimento.

Acredita-se que o trabalho desenvolvido possa estimular novos pesquisadores, alertar gestores públicos quanto à necessidade de incrementar programas educacionais eficazes, bem como cuidar dos resíduos sólidos urbanos com esmero, recolhendo-os, tratando-os e fiscalizando o fiel cumprimento da lei, único limite aceitável no Estado Democrático de Direito.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil. 54 p. 2021. Disponível em:<<https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>> Acesso em: 20 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.810-2: Painéis de partículas de média densidade–Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2018. 83p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.316-2: Painéis de fibras de média densidade. – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2019. 95 p.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03//Constituicao/Constituicao.htm> Acesso em: 10 dez. 2022.

BRASIL. Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 10 set. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama – IBGE, 2020. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>> Acesso em: 15 mar. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese IBGE sobre o Brasil e o Japão. Disponível em:<<https://países.ibge.gov.br/#/>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2023.

COELHO, M. C. S. D. M. O formaldeído em ambiente laboral: determinação do ácido fórmico em urina de trabalhadores de uma fabrica produtora de formaldeído. 2009. Dissertação (Mestrado em Toxicologia Analítica, Clínica e Forense). Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Porto, Portugal. 128 p.

IARC. International Agency for Research on Cancer classifies formaldehyde as carcinogenic to humans. Press release, no 153, 15 jun. 2004. Disponível em: <<https://www.kesla.de/wp-content/uploads/IARC-klassifiziert-Formaldehyd-als-krebsverregend-für-Menschen-Presseveröffentlichung-Nr.-153-15.06.2004.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2022.

JUCÁ, J. F. T.; LIMA, J.; MARIANO, M.; FIRMO, A.; LIMA, D.; LUCENA, L.; FARÍAS, P.; JUNIOR, F.; CARVALHO, E.; FERREIRA, J. et al. Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Fundação de Apoio ao Desenvolvimento - FADE, 2014. Disponível em: <http://www.bnDES.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bnDES_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_residuos_solidos_Relat_Final.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2022.

MELLO, Celso Antônio Bandeira de. Curso de Direito Administrativo. 12^a edição. Malheiros, SP, 2000.

ONU. II Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como Rio-92 ou Cúpula da Terra, realizada entre 3 e 14 de junho de 1992. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/arquivo/sites-tematicos/rio20/eco-92> Acesso em: 15 dez. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Lei 2.687, de 26 de novembro de 1998. Institui a taxa de coleta domiciliar do lixo Disponível em:

<<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1017211/DLFE229313.pdf>> DECRETOS 2.1.3.0.5.D E1.9.DEABRILDE2.0.0.2.pdf> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Lei nº 4.969, de 03 de dezembro de 2008. Dispõe sobre os objetivos, instrumentos, princípios e diretrizes para a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos no Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cm-rio-de-janeiro.jusbrasil.com.br/legislacao/252720/lei-4969-08>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Decreto 48.940, de 4 de junho de 2021. Institui o plano de desenvolvimento sustentável e ação climática da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://doweb.rio.rj.gov.br/apifront/portal/edicoes/imprimir_materia/735764/4974> Acesso em: 02 dez. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Decreto 50.868, de 31 de maio de 2022. Atualiza o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS. Disponível em: <https://doweb.rio.rj.gov.br/apifront/portal/edicoes/imprimir_materia/839313/5359> Acesso

RIO DE JANEIRO (RJ). Lei nº 3.273, de 06 de setembro de 2001. Dispõe sobre a Gestão do Sistema de Limpeza Urbana no Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/2ed241833abd7a5b8325787100687ecc/bbe16e20923b6ca9032576ac0072e8a1?OpenDocument>> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Decreto nº 21.305, de 06 de setembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 3.273, de 6 de setembro de 2001, que dispõe sobre a Gestão dos Serviços de Limpeza Urbana no Município do Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1017211/DLFE229313.pdf>> DECRETOS 2.1.3.0.5.D E1.9.DEABRILDE2.0.0.2.pdf> Acesso em: 10 set. 2022.

RIO DE JANEIRO (RJ). Lei Complementar 111 de 01 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em:<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=178079>> Acesso em: 18 dez. 2022.

SILVA, Tamires Raquel et al. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos no Japão: História e Atualidade. Conexões - Ciência e Tecnologia, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 72-78, mar. 2018. ISSN 2176-0144. Disponível em: <<http://www.conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1082/1171>>. Acesso em: 06 jan. 2023. doi:<https://doi.org/10.21439/conexoes.v12i1.1082>.

SILVA, A. C. Tratamento do percolado de aterro sanitário e avaliação da toxicidade do efluente bruto tratado. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ. 2002.

SOUZA, Lívia Dal Sasso et. al., Adesivos ureia-formaldeído e sua aplicação na produção de painéis de madeira. III CBCTEM – Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira. Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://cbctem2017.galoa.com.br/br/node/299>> Acesso em: 02 dez. 2022.

TRIANOSKI, Rosilani. Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada. 128 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, apresentada à Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/tccpublicados/tccrosilani.pdf>>. Acesso em: 10 janeiro de 2022.

* * *