

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NAS INDÚSTRIAS DE
MÓVEIS DO DISTRITO FEDERAL**

CLARISSA MELO LIMA

ORIENTADOR: JOAQUIM CARLOS GONÇALEZ

COORIENTADOR: AUGUSTO CÉSAR DE MENDONÇA BRASIL

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO PPGEFL.TD-080/2017

BRASÍLIA/DF: DEZEMBRO- 2017

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

“SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NAS INDÚSTRIAS DE MÓVEIS NO
DISTRITO FEDERAL”

CLARISSA MELO LIMA

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



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



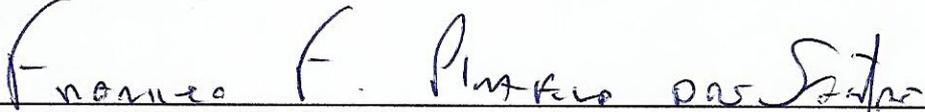
PhD. Prof. Dr. AUGUSTO CÉSAR DE MENDONÇA BRASIL (Programa de Pós-Graduação em Transportes - PPGT/UnB);
(Coorientador)



Prof. Dr. EVALDO CESAR CAVALCANTE RODRIGUES (Departamento de Administração de Empresas – ADM/UnB);
(Examinador Externo)



Prof. Dr. REGINALDO SÉRGIO PEREIRA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)



Prof. Dr. FRANCISCO FRANCIELLE PINHEIRO DOS SANTOS (Departamento de Engenharia de Produção – UFPI);
(Examinador Externo)

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

Brasília-DF, 20 de dezembro de 2017.

FICHA CATALOGRÁFICA

LIMA, CLARISSA MELO

Sustentabilidade ambiental nas indústrias de móveis do Distrito Federal. 2017, 211p, 210 x 297 mm (ENE/FT/UnB, Minuta de Tese de Doutorado – Universidade de Brasília.

Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Distrito Federal

2. Sustentabilidade

3. Indústria de móveis

4. Gestão ambiental

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, C. M. (2017). Sustentabilidade ambiental nas indústrias de móveis do Distrito Federal. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Publicação PPGEFL.TD-080/2017, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 211p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: Clarissa Melo Lima.

TÍTULO: Sustentabilidade ambiental nas indústrias de móveis do Distrito Federal.

GRAU/ANO: Doutora/2017

É concedida à Universidade de Brasília-UnB permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias, com o propósito exclusivamente acadêmico e/ou científico. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Clarissa Melo Lima

Endereço eletrônico: limaclarissa@yahoo.com.br

“Se engana quem acha que a riqueza e o status atraem inveja... as pessoas invejam mesmo é o Sorriso fácil, a Luz própria, a Felicidade simples e sincera e a Paz interior.”

*Engenheiro Químico Jorge Mario Bergoglio
(Papa Francisco)*

DEDICATÓRIA

Dedico, com todo meu amor, esta tese A DEUS: razão de minha existência.

Aos meus pais, Maria do Socorro Alves Lima e João Batista Melo Lima, pelo estímulo e dedicação ao estudo, sobretudo com ênfase em almejar sempre um grau maior de sabedoria e cultura.

Mamãe e Papai: Tudo em minha vida. Muito obrigada por intercederem incessantemente a Deus por mim em suas orações. Eu amo vocês. Minha eterna gratidão.

Ao meu marido, Tito, pelo apoio, pelas valiosas contribuições e pelo carinho que sempre me dedicou, tornando nossa convivência um lar pleno de amor, paz, compreensão e alegria.

Às minhas irmãs: Diana, Joana e Rayssa, pela amizade incondicional e pelo companheirismo em toda a trajetória de preparação desta nova fase em minha vida.

À minha querida afilhada, Myrthes Cecília, que preenche meu coração com amor, alegria e ternura. Te amo!

À minha saudosa Mãe Bia.

Ao Divino Espírito Santo, que me concebeu a graça de ser filha primogênita, conduzindo-me sempre pelo caminho da responsabilidade, da determinação e da confiança em todos os momentos da minha vida.

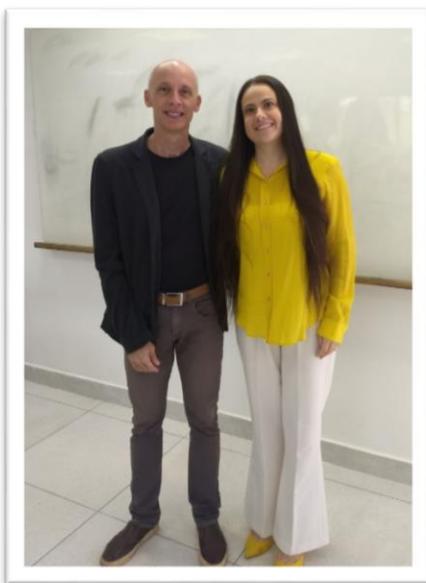
AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Joaquim Carlos Gonzalez, professor Titular da UnB, pela orientação desta tese – meu profundo e reconhecido agradecimento durante essa árdua jornada de desafio, construção e amadurecimento que se tornaria impossível se não fosse seu desempenho humano e profissional. Pude, através de sua intensa convicção, enfrentar e vencer todos os obstáculos, inclusive os de situações inesperadas. Foi nesses momentos que encontrei o profissional humanizado que me fez seguir “sem desânimo, sem desfalecimento e sobretudo com dignidade”. Com exatidão e desenvoltura você me mostrou que uma tese é a extensão da vida de quem a escreve, até porque o efeito proativo advém primeiro da valorização de si. Eu e minha tese somos uma obra consistente com o resultado produzido. Por esse motivo, meu sincero e mais profundo agradecimento aos seus ensinamentos e orientações, compreensão e incondicional apoio. Você é parte fundamental e inerente nessa vitória.



Ao meu coorientador, Professor Augusto César de Mendonça Brasil, vai além de um muito obrigada que transcende gentilezas e cordialidades, e, é independentemente superior a qualquer interesse. É um enorme sentimento de gratidão por todo excelente profissionalismo dedicado à metodologia deste trabalho. Através de sua experiência socioacadêmica, passou-me segurança na produção de textos estruturados e legitimados em contextos efetivos, reais e atualizados. Estabeleceu-se, então, uma relação profissional incólume a qualquer adversidade.

Reconheço com todo respeito seu valor e potencial empreendido para a execução desta Tese sem exigir e sem pedir nada em troca, apenas estudo e muito estudo – simplesmente pela responsabilidade e compromisso engajados no desempenho de coorientador. Suas avaliações foram sublimes e virtuosas, diria até que sua experiência profissional é por excelência um propulsor de motivação e aprofundamento de todo o conteúdo exposto.



Ao Professor Evaldo Cesar Cavalcante Rodrigues, agradeço com enorme prazer e alegria a sua valiosa e imprescindível participação na banca examinadora da tese. É uma honra ter um profissional de relevante desempenho acadêmico compondo o quadro de doutores da banca. Além de não medir esforços com correções indispensáveis à elaboração da conclusão da tese. Eu agradeço imensamente.



Ao Professor Francisco Francielle Pinheiro dos Santos, pelas significativas contribuições aos atributos técnicos desta tese. Profissional com expressiva atuação acadêmica e exemplo como pesquisador e professor.



Ao Professor Reginaldo Sérgio Pereira, meu orientador nos tempos de mestrado, pelo profissionalismo e comentários importantes para melhoria deste estudo.



Ao Professor Ailton Teixeira do Vale, pelo apoio em diversos momentos críticos desta longa jornada e pela sábia, transparência e proativa gestão como coordenador da pós-graduação do departamento de engenharia florestal. Dedico todo o meu reconhecimento ao seu trabalho, e com gratidão receba os meus efusivos parabéns.



Ao Professor Oscar de Moraes Cordeiro Netto, pelos conhecimentos repassados durante as duas relevantes disciplinas das quais fui sua aluna (Gestão Ambiental e Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental) e pela brilhante participação na banca de qualificação desta Tese.



Ao Professor Álvaro Nogueira de Souza, por ter composto a banca para o exame de qualificação desta tese. Obrigada pela força e sugestões de melhoria.

Agradeço à Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas (FACE), que por meio de sua estrutura física e acadêmica, tive a oportunidade de ingressar, amadurecer meus conhecimentos e aprimorar a minha desenvoltura profissional, por intermédio de experiências construtivas em sala de aula. Durante todo esse período, convivi e interagi com excelentes profissionais. Dentre eles: Professora Olinda Maria Gomes Lesses, Professor Roque Magno de Oliveira, Professor Carlos Rosano Peña, Professora Danielle Sandi Pinheiro, Professor Rafael Rabelo Nunes e todos os outros funcionários que

compõem a FACE e que contribuíram com o meu crescimento profissional. Sou grata e honrada pelos ensinamentos que recebi e pela clarividência da contribuição árdua desses mestres para as devidas transformações no cumprimento proativo das metas alcançadas. Essa relação profissional harmoniosa foi um alvéolo entre o aprendizado e o prazer de perpassar o conteúdo com prática e sabedoria. Meu sincero agradecimento à FACE pela minha primeira oportunidade como docente da UnB, sobretudo por ter aberto um leque de oportunidades e pela convivência laboral extremamente agradável.



Ao Professor Josefino Cabral, professor titular da UFRJ, pelas orientações profissionais e pessoais.

Ao Professor Marcos Ronaldo Albertin, Departamento de Engenharia de Produção da UFC, que tive a honra e o prazer de tê-lo como mestre.

Ao Professor Paulo Celso Gomes dos Reis, Departamento de Engenharia de Produção da UnB, e ao Engenheiro Luiz Roberto Pires Domingues Júnior, pela contribuição imprescindível ao disponibilizar condições essenciais para este trabalho.

Ao Professor Thomas Ludewigs, do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), pelos valiosos ensinamentos no campo dos indicadores e parâmetros da sustentabilidade.

Ao Professor Francisco de Assis da Silva Mota, do Departamento de Engenharia de Produção da UFPI, agradeço por toda sua valiosa colaboração.

Ao Professor Flávio Elias de Deus, do Departamento de Engenharia Elétrica da UnB, pelo apoio profissional.

Ao Professor Djiby Mane, da Faculdade de Planaltina, pelo apoio na elaboração do *résumé*.



À Professora Rosilei Justiniano Carayannis, pelo apoio na elaboração do *resumen*.

Ao Professor Eder Pereira Miguel, do Departamento de Engenharia Florestal, pelo convite para me tornar revisora de uma revista científica.

À Professora Fabiana Vieira Gauy; você, com sua experiência e sabedoria, me elevou a um patamar de imprescindível luta, coragem e enfrentamento. Receber sua força, conselhos e ensinamentos é extraordinário, é estar apta a crescer.

Aos Professores que colaboraram de alguma forma para a efetivação deste trabalho, meu afetuoso agradecimento.

À Engenheira Química, Auditora da Vigilância Sanitária de Fortaleza, Lianna Campos De Souza.

Ao Engenheiro de Processamento Pleno, Pesquisador no Centro de Pesquisas da Petrobrás (CENPES) do estado do Rio de Janeiro, Marcelo Ramalho Amora Júnior.

Ao Engenheiro de Petróleo Pleno da Petrobrás responsável pela Intervenção e perfuração de poços do estado do Rio Grande do Norte, Francisco Rafael Teixeira Braga.

Ao Engenheiro Químico, Supervisor de Pesquisa e Desenvolvimento da Lonza Agro Ingredients, Antônio Márcio Bezerra.

À Engenheira Química Ana Karine Silva Viana.

À Engenheira Química Deise Eliana Teixeira César.

Ao Engenheiro Químico João Marcelo Costa Barbosa.

Às Engenheiras Florestais Amanda, Roberta, Edilene e Bruna.

Aos Engenheiros Florestais Francis e Breno.

Aos demais colegas dos departamentos de Química da UnB, Engenharia Química da UFC, de Engenharia Elétrica da UFC, Faculdade de Direito da UnB, Recursos Hídricos da UFC, Recursos Hídricos e Engenharia Civil da UnB, Engenharia Florestal da UnB, Departamento de Administração da UnB e Engenharia de Produção da UFPI, muito obrigada por tudo.

À Universidade de Brasília e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização do curso.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pelo atendimento de qualidade nas questões administrativas.



Agradeço aos meus orientandos de trabalho de conclusão de curso de graduação da UnB por terem me escolhido como orientadora, pelo amor e reciprocidade no aprendizado registrados dentro e fora de sala de aula. Todo o nosso convívio se resume em gratidão pelo trabalho mútuo entre a Professora Clarissa e o orientando.

Agradeço, de forma não menos importante, aos demais alunos que cursaram minhas disciplinas até o presente momento (Administração de Produção e Operações; Sistema de Gestão da Qualidade; Gestão de Responsabilidade Sócioambiental; Tópicos Contemporâneos em Administração de Empresas) que, através de suas perguntas, dos seminários e da atenção dispensada durante as aulas, fizeram com que eu, na condição de professora, aprendesse mais e mais, proporcionando uma troca contínua de conhecimento, sempre despertando minha curiosidade e meu aprofundamento.



À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Às vinte e nove indústrias estudadas e aos seus colaboradores, por terem me proporcionado boas condições para a realização deste trabalho.

Ao Revisor de Textos, Carlos “Kdu” Sena, que fez a revisão ortográfica do meu trabalho.

A todos que colaboraram para a efetivação deste trabalho, meu afetuoso agradecimento.

Paraphrasing Clarisse Lispector, a alguns eu não posso e nem quero explicar, EU OS AGRADEÇO IMENSAMENTE!

RESUMO

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NAS INDÚSTRIAS DE MÓVEIS DO DISTRITO FEDERAL

Autora: Clarissa Melo Lima

Orientador: Joaquim Carlos Gonzalez

Coorientador: Augusto César de Mendonça Brasil

Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal

Brasília, dezembro de 2017.

Os indicadores de sustentabilidade ambiental de indústrias moveleiras, têm grande influência e determinam as principais diferenças entre as empresas mais, ou menos, sustentáveis no setor. Este trabalho teve como objetivo analisar os parâmetros de sustentabilidade ambiental que devem ser considerados pela indústria moveleira do Distrito Federal e sua inserção no conceito de desenvolvimento sustentável. Para atingir o objetivo, realizou-se uma pesquisa de campo dividida em duas etapas. A primeira etapa consistiu na aferição dos fatores poluidores ou tóxicos presentes nas indústrias madeiro-moveleiras. Foram monitorados e avaliados a poluição sonora gerada, a concentração de gases presentes nas atividades e a concentração de partículas tóxicas em suspensão. Subsidiariamente, avaliou-se nessa etapa as condições de iluminação e conforto térmico das indústrias. A segunda etapa teve como foco a realização de entrevista com representantes de indústrias do segmento moveleiro do Distrito Federal com o objetivo de levantar o perfil dessas empresas, com o foco nas questões de responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável. Analisou-se também os pontos fortes, pontos fracos, ameaças e oportunidades por meio da metodologia SWOT. As medições para a aferição dos fatores poluidores ou tóxicos deu-se em duas indústrias de porte distintos, sendo a primeira representativa das microempresas que majoritariamente atuam neste setor e a segunda uma empresa de porte médio com atuação nacional. Os resultados obtidos confirmaram a existência de poluição sonora pontual e a presença de partículas tóxicas de forma generalizada nas indústrias investigadas. Não foi constatada a presença significativa de gases. Aferiu-se que os níveis de iluminação estavam inadequados em relação aos padrões normativos existentes. O resultado das entrevistas permitiu traçar o perfil das indústrias do segmento com o foco nas questões ambientais. Tratam-se, principalmente, de microempresas que produzem mobiliários para escritórios e residências por encomenda para abastecimento do mercado local. Essas indústrias possuem pouco conhecimento sobre a temática ambiental, pouca disponibilidade de recursos para capacitação e nas suas práticas produtivas não se preocupam com o uso eficiente da energia ou com a gestão de resíduos produtivos. A análise SWOT mostrou-se efetiva para avaliação dos aspectos ambientais e de sustentabilidade. As respostas dos especialistas ratificaram as observações exploratórias quanto a existência de partículas tóxicas em suspensão nas indústrias analisadas e revelaram aspectos competitivos importantes para o desenvolvimento sustentável das indústrias moveleiras locais. Os parâmetros analisados na primeira e na segunda etapa desta pesquisa mostraram que a prática de sustentabilidade ambiental, passa obrigatoriamente por estas variáveis, devendo ter uma campanha de conscientização junto as empresas, mostrando não somente os ganhos ambientais, mas também os ganhos sociais e econômicos que as empresas terão com a sustentabilidade.

Palavras-chave: Indústria de móveis, Distrito Federal, Gestão Ambiental Sustentabilidade.

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THE FEDERAL DISTRICT FURNITURE INDUSTRIES

Author: Clarissa Melo Lima

Advisor: Joaquim Carlos Gonçalves

Co-Advisor: Augusto César de Mendonça Brasil

Doctor's Degree Program in Forest Science

Brasília, december 2017.

The environmental sustainability indicators of furniture factories have had great influence and have determined the main differences among more or less sustainable companies in the sector. This thesis has as its main objective to analyse the environmental sustainability parameters which should be considered by the furniture industry in the Federal District, and its insertion in the sustainable development concept. To reach the objective it was carried out some exploratory field research divided into two stages. The first stage consisted of assessing pollutant factors or toxic factors found in the wooden furniture industry. The noise pollution generated, the concentration of gases present in the activities and the concentration of toxic particles in suspension were monitored and evaluated. Alternatively, the lighting conditions and thermal comfort of the industries were evaluated at that stage. The second stage was focused on the interviews with representatives of the furniture industry of the Federal District in order to raise the profile of these companies, focusing on issues of environmental responsibility and sustainable development. Strengths, weaknesses, threats and opportunities were also analyzed through the SWOT methodology. Measurements of pollutants or toxic factors occurred in two distinct industries, being the first representative of the microenterprises that mainly operate in this sector and the second a medium-sized company with a national presence. The results obtained confirmed the existence of punctual sound pollution and the presence of toxic particles in a generalized way in the investigated industries. There was no significant presence of gases. It was checked that the levels of illumination were inadequate in relation to the existing normative standards. The result of the interviews allowed us to outline the profile of the industries in the segment with a focus on environmental issues. These are mainly small businesses that produce furniture for offices and homes for supplying the local market. These industries have little knowledge about environmental issues, lack of availability of resources for training, and in their productive practices do not worry about the efficient use of energy or the management of productive waste. SWOT analysis was effective for assessing environmental and sustainability aspects. The experts' responses confirmed the exploratory observations regarding the existence of toxic suspended particles in the industries analyzed and revealed important competitive aspects for the sustainable development of the local furniture industries. The parameters analyzed in the first and second phases of this research show that the practice of environmental sustainability must go through these variables, and should have an enlightening awareness campaign with the companies, showing not only the environmental gains but also the social and economic gains that companies will have with sustainability.

Keywords: Furniture industry, Federal District, Environmental Sustainability Management

RÉSUMÉ

DURABILITÉ ENVIRONNEMENTALE DANS LES INDUSTRIES MOBILIÈRE DU DISTRICT FÉDÉRAL

Auteur: Clarissa Melo Lima

Directeur de thèse: Joaquim Carlos Gonçalves

Co-directeur de thèse: Augusto César de Mendonça Brésil

Programme d'études supérieures en génie forestière

Brasília, décembre 2017.

Les indicateurs de durabilité environnementale des industries mobilières ont une grande influence et déterminent les principales différences entre les entreprises plus ou moins durables du secteur. L'objectif de ce travail est d'analyser les paramètres de durabilité environnementale qui doivent être pris en compte par l'industrie mobilière du District Fédéral et son insertion dans le concept de développement durable. Pour atteindre cet objectif, une étude de terrain a été réalisée en deux étapes. La première étape a consisté à évaluer les facteurs polluants ou toxiques présents dans les industries mobilières. La pollution sonore générée, la concentration de gaz présents dans les activités et la concentration des particules toxiques en suspension ont été vérifiées et évaluées. Les conditions d'éclairage et le confort thermique des industries ont été subventionnellement évalués à ce stade. La deuxième étape est concentrée sur l'entretien avec des représentants de l'industrie mobilière du District Fédéral afin de faire connaître ces entreprises, en se concentrant sur les questions de responsabilité environnementale et de développement durable. Les forces, les faiblesses, les menaces et les opportunités ont également été analysées à travers la méthodologie SWOT. Les mesures pour l'analyse des facteurs polluants ou toxiques ont été réalisées dans deux industries distinctes: la première représente des micro-entreprises qui opèrent principalement dans ce secteur et la seconde une entreprise de taille moyenne ayant une présence nationale. Les résultats obtenus ont confirmé l'existence d'une pollution sonore ponctuelle et la présence généralisée de particules toxiques dans les industries étudiées. Il n'y avait pas de présence significative de gaz. Nous avons vérifié que les niveaux d'éclairage étaient insuffisants par rapport aux règles normatives existantes. Le résultat des entretiens nous a permis de définir le profil des industries du secteur en misant sur les questions environnementales. Ce sont principalement des micro-entreprises qui produisent des meubles pour des bureaux et maisons sur mesure pour approvisionner le marché local. Ces industries ont peu de connaissances sur les questions environnementales, le manque de ressources disponibles pour la formation et, dans leurs pratiques productives, ne s'inquiètent pas de l'utilisation efficace de l'énergie ou de la gestion des déchets productifs. L'analyse SWOT a été efficace pour évaluer les aspects environnementaux et de durabilité. Les réponses des experts ont confirmé les observations exploratoires concernant l'existence de particules toxiques en suspension dans les industries analysées et ont révélé des aspects compétitifs importants pour le développement durable des industries mobilières locales. Les paramètres analysés dans la première et la deuxième étape de cette recherche ont montré que la pratique de la durabilité environnementale doit passer ces variables et doit avoir une campagne de sensibilisation auprès des entreprises, en montrant non seulement les bénéfices environnementaux mais aussi sociaux et économiques que les entreprises auront avec la durabilité.

Mots-clés: industrie mobilière, District fédéral, gestion environnementale, durabilité.

RESUMEN

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LAS INDÚSTRIAS DE MUEBLES DEL DISTRITO FEDERAL

Autora: Clarissa Melo Lima

Director: Joaquim Carlos Gonçalves

Codirector: Augusto César de Mendonça Brasil

Programa de Pos-grado en Ingeniería Forestal

Brasília, diciembre de 2017.

Los indicadores de sostenibilidad medioambiental de Industrias de muebles tienen una gran influencia y determinan las principales diferencias entre las empresas más o menos sostenibles en el sector. Este trabajo ha tenido como objetivo analizar los parámetros de sostenibilidad ambiental que deben ser considerados por la Industria de muebles del Distrito Federal y su inserción en el concepto de desarrollo sostenible. Para alcanzar este objetivo, se realizó una investigación de campo dividida en dos etapas. La primera etapa consistió en la medición de los factores contaminadores o tóxicos presentes en las Industrias de muebles de madera. Se monitorearon y evaluaron la contaminación acústica generada, la concentración de gases presentes en las actividades y la concentración de partículas tóxicas en suspensión. Subsidiariamente, en esta etapa se evaluaron las condiciones de iluminación y bienestar térmico de las Industrias. La segunda etapa tuvo como objetivo la realización de entrevista con representantes de Industrias del sector de muebles del Distrito Federal con la finalidad de verificar el perfil de esas empresas, con especial atención en cuestiones de responsabilidad medioambiental y desarrollo sostenible. Se analizaron también los puntos fuertes y los débiles, las amenazas y oportunidades por medio de la metodología SWOT. Las mediciones para la estimación de los factores contaminadores o tóxicos se realizó en dos Industrias de portes distintos, siendo la primera representativa de las microempresas que mayoritariamente actúan en este sector y la segunda, una empresa de porte mediano con actuación nacional. Los resultados obtenidos confirmaron la existencia de contaminación acústica puntual y la presencia de partículas tóxicas de forma generalizada en las Industrias investigadas. No se constató la presencia significativa de gases. Se verificó que los niveles de iluminación estaban inadecuados en relación con los patrones normativos existentes. El resultado de las entrevistas permitió identificar el perfil de las Industrias del sector con enfoque en las cuestiones ambientales. Se trata, principalmente, de microempresas que producen mobiliarios para oficinas y viviendas por encargo para abastecimiento del mercado local. Estas Industrias poseen poco conocimiento sobre la temática medioambiental, poca disponibilidad de recursos para capacitación y en sus prácticas productivas no se preocupan con el uso eficiente de la energía o con la gestión de residuos productivos. El análisis SWOT se mostró efectivo para la evaluación de los aspectos medioambientales y de sostenibilidad. Las respuestas de los especialistas han ratificado las observaciones exploratorias en cuanto a la existencia de partículas tóxicas en suspensión en las Industrias analizadas y han revelado aspectos competitivos importantes para el desarrollo sostenible de las Industrias de muebles locales. Los parámetros analizados en la primera y en la segunda etapa de esta investigación han mostrado que la práctica de sostenibilidad medioambiental se relaciona obligatoriamente con estas variables y que hay la necesidad de realizar una campaña de concientización junto a las empresas, enseñándoles no solo las ganancias medioambientales, sino las ganancias sociales y económicas que las empresas obtendrán con la sostenibilidad.

Palabras-claves: Industria de muebles, Distrito Federal, Gestión medioambiental Sostenibilidad.

ZUSAMMENFASSUNG

ÖKOLOGISCHE NACHHALTIGKEIT IN DEN MÖBELINDUSTRIEN DES BUNDESDISTRIKTS (DISTRITO FEDERAL)

Autorin: Clarissa Melo Lima

Berater: Joaquim Carlos Gonalez

Mitberater: Augusto C3sar de Mendonça Brasil

Postgraduiertenprogramm in Forstwirtschaft

Bras3lia, im Dezember 2017.

Die Indikatoren bezuglich 3kologischer Nachhaltigkeit bei M3belindustrien haben einen gro3en Einfluss und bestimmen die Hauptunterschiede zwischen den mehr oder weniger nachhaltigen Unternehmen dieser Branche. Das Ziel vorliegender Studie war eine Bewertung der von der M3belindustrie des Bundesdistrikts zu ber3cksichtigenden Parametern bezuglich 3kologischer Nachhaltigkeit und deren Einbeziehung in das Konzept von nachhaltiger Entwicklung. Zu diesem Zweck erfolgte eine Feldforschung in zwei Etappen. In der ersten Etappe wurden die Verschmutzungs- oder Giftigkeitsfaktoren bei der M3belindustrie ermittelt. 3berwacht und bewertet wurden die L3rmbel3stigung sowie die Konzentration von Gasen und giftigen Schwebeteilchen. Die Beleuchtung und thermische Behaglichkeit in den Fabriken wurden ebenfalls in dieser Etappe bewertet. Die zweite Etappe hatte als Schwerpunkt ein Interview mit Vertretern der M3belindustrie des Bundesdistrikts. Ziel war es, das Profil der jeweiligen Unternehmen zu ermitteln, mit Fokus auf Umweltverantwortung und nachhaltige Entwicklung. Dar3berhinaus wurden St3rken, Schwachstellen, Gef3hrdungen und M3glichkeiten anhand der SWOT-Methode bewertet. Die Messungen zur Ermittlung der Verschmutzungs- oder Giftigkeitsfaktoren erfolgten in zwei unterschiedlich gro3en Fabriken, wobei die erste repr3sentativ f3r die in dieser Branche vorherrschenden Kleinunternehmen ist und die zweite ein Unternehmen mittlerer Gr33e mit T3tigkeit auf nationaler Ebene. Die Ergebnisse best3tigten punktuelle L3rmbel3stigung sowie Vorhandensein von giftigen Partikeln in den untersuchten Fabriken. Es wurde kein bedeutsames Vorkommen von Gasen festgestellt. Die Beleuchtung entsprach nicht den Normen. Das Ergebnis der Interviews erm3glichte die Erstellung eines Profils der Industrien der Branche mit Fokus auf Umweltfragen. Es handelt sich haupts3chlich um Kleinunternehmen, die auf Anfrage B3ro- und Wohnungsm3bel f3r den lokalen Markt herstellen. Diese Fabriken verf3gen 3ber nur wenige Kenntnisse in Bezug auf Umweltfragen und 3ber geringe Qualifizierungsmittel. Bei der Produktion wird nicht auf effiziente Anwendung von Energie noch auf geeignete Abfallbeseitigung geachtet. Die SWOT-Methode war f3r die Bewertung der Umwelt- und Nachhaltigkeitsfragen effektiv. Die Antworten der Spezialisten best3tigten die Beobachtungen bezuglich des Vorhandenseins von giftigen Schwebeteilchen in den untersuchten Fabriken und deckten wichtige Wettbewerbsaspekte f3r die nachhaltige Entwicklung der lokalen M3belindustrie auf. Die in der ersten und zweiten Etappe dieser Forschung bewerteten Parameter zeigen, da3 die 3kologische Nachhaltigkeit von diesen Variablen abh3ngt. Dabei sollten die Unternehmen nicht nur 3ber die Umweltgewinne, sondern auch 3ber die sozialen und wirtschaftlichen Gewinne aufgekl3rt werden, welche die Nachhaltigkeit mit sich bringt.

Schl3sselw3rter: M3belindustrie, Bundesdistrikt, Umweltmanagement, Nachhaltigkeit.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo Geral.....	4
HIPÓTESE	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Sustentabilidade	6
2.2 O conceito de desenvolvimento sustentável – evolução internacional.....	8
2.3 Agenda 21 e o desenvolvimento sustentável	13
2.4 A indústria moveleira e a sustentabilidade	17
2.4.1 Matéria-prima da indústria moveleira	19
2.4.1.1 Metais	19
2.4.1.2 Madeira.....	19
2.4.1.2.1 Madeira Processada Mecanicamente.....	20
2.4.1.2.2 Madeira Nativa	21
2.4.1.2.3 Painéis de madeira Reconstituída.....	21
2.4.1.3 Impactos ambientais das matérias-primas utilizadas na indústria moveleira	22
2.4.2 A sustentabilidade e a indústria moveleira internacional.....	23
2.4.3 O panorama do setor moveleiro nacional.....	24
2.4.4 A indústria moveleira do Distrito Federal.....	26
2.5 O setor moveleiro e a Certificação Florestal	27
2.6 A preocupação ambiental na indústria madeiro-moveleira	28
2.7 Experiências internacionais com rotulagem, certificação ambiental e acordos....	32
2.8 Gestão Ambiental	36
2.9 Avaliação do risco ambiental.....	42
2.9.1 Gases	44
2.9.2 Qualidade do ar	49
2.9.3 Estresse Térmico	53

2.9.4	Iluminação	55
2.9.5	Ruído	56
2.10	A análise SWOT	57
3	MATERIAIS E MÉTODOS	60
3.1	Caracterização do local de estudo.....	60
3.2	Etapa 1: Medição de parâmetros de sustentabilidade ambiental	61
3.2.1	Caracterização das atividades desenvolvidas na Indústria 1	62
3.2.2	Caracterização das atividades desenvolvidas na Indústria 2.....	64
3.2.3	Coleta de dados dos fatores ambientais.....	66
3.2.3.1	Medição de gases e fumaça	70
3.2.3.2	Medição de ruídos	71
3.2.3.3	Medição de estresse térmico.....	71
3.2.3.4	Medição de iluminância.....	72
3.2.3.5	Medição de material particulado em dispersão	73
3.3	Etapa 2: Aplicação de Questionário.....	74
3.3.1	Coleta de dados por meio de questionário	75
3.4	Delineamento estatístico	75
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4.1	Análise descritiva dos fatores ambientais (Etapa 1)	77
4.1.1	Pressão sonora	78
4.1.1.1	Pressão sonora – análise por áreas da Indústria 1.....	83
4.1.1.2	Pressão sonora – análise por áreas da Indústria 2.....	88
4.1.2	Partículas em dispersão	98
4.1.2.1	Partículas em dispersão – análise por áreas da Indústria 1	107
4.1.2.2	Partículas em dispersão – análise por áreas da Indústria 2.....	114
4.1.3	Gases	123
4.1.4	Análise quanto à condição de conforto térmico e iluminação	128

4.1.4.1	Conforto térmico	128
4.1.4.2	Iluminação	129
4.2	Análise da aplicação de questionários (Etapa 2)	130
4.2.1	Análise quanto à Identificação das empresas pesquisadas.....	130
4.2.2	Análise quanto à caracterização da produção das empresas pesquisadas	134
4.2.3	Análise quanto à postura ambiental das empresas pesquisadas	142
4.2.4	Análise SWOT: identificação de pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças das empresas pesquisadas	162
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	169
6	REFERÊNCIAS	176
	APÊNDICE	197
	I. Questionário aplicado sobre práticas ambientais no polo moveleiro do Distrito Federal.	197
	II. Relação entre os gases encontrados	210

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Principais materiais usados na produção de mobiliário e seus impactos ambientais.....	22
Tabela 2.2 – Principais Características de Móveis de Madeira.....	26
Tabela 2.3 – Certificação e rotulagem nos países da OCDE.....	32
Tabela 2.4 – Subsídios para o controle da poluição nos países da América Latina e Caribe.	34
Tabela 2.5 – Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).	37
Tabela 2.6 – Divisão dos riscos ambientais capazes de caracterizar um ambiente insalubre.	43
Tabela 2.7 – Relação entre teor de CO do ar e a formação de Carboxihemoglobina (COHb) no sangue.....	46
Tabela 2.8 – Efeito do Sulfeto de Hidrogênio nos Seres Humanos.	47
Tabela 2.9 – Limites de Tolerância de gases em dispersão.....	48
Tabela 2.10 – Parâmetros de qualidade do ar utilizados nos EUA (BRAGA et al., 2005). 51	
Tabela 2.11 – Relação do IQA com a qualidade do ar (BRAGA et al., 2005).....	52
Tabela 2.12 – Fatores de reflexão das diversas cores (refletância).	56
Tabela 4.1 – Resumo das medições realizadas.....	77
Tabela 4.2 – Resumo estatístico das medições realizadas na Indústria 1.....	78
Tabela 4.3 – Resumo estatístico das medições realizadas na Indústria 2.....	81
Tabela 4.4 – Resumo estatístico das medições de ruídos realizadas na Indústria 1 com detalhamento por áreas.	83
Tabela 4.5 – Resumo estatístico das medições de pressão sonora realizadas na Indústria 2 com detalhamento por áreas.	89
Tabela 4.6 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 1.....	98
Tabela 4.7 – Resultado do teste Kolmogorov-Smirnov.	99
Tabela 4.8 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 1 utilizando transformação logarítmica.....	100
Tabela 4.9 – Valores de referência para partículas em dispersão considerados na Resolução Conama nº 3/1990.	102
Tabela 4.10 – Valores de referência transformados para partículas em dispersão considerados na Resolução Conama nº 3/1990.....	102

Tabela 4.11 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 2, utilizando transformação logarítmica.	104
Tabela 4.12 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 1 utilizando transformação logarítmica.	107
Tabela 4.13 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 2 utilizando transformação logarítmica.	114
Tabela 4.14 – Resumo estatístico das medições de concentração de gases realizadas na Indústria 1.	123
Tabela 4.15 – Resumo estatístico das medições de concentração de gases realizadas na tupa, área 13 da indústria 1.	124
Tabela 4.16 – Resumo estatístico das medições de concentração de gases realizadas na Indústria 2.	124
Tabela 4.17 – Resumo estatístico das medições de concentração de CO por área realizadas na Indústria 2.	125
Tabela 4.18 – Resumo das estatístico das medições de concentração de CO na área 2 da Indústria 2.	126
Tabela 4.19 – Resumo estatístico das medições de concentração de CO na área 3 da Indústria 2.	127
Tabela 4.20 – Informações coletadas para a construção do perfil das indústrias amostradas	130
Tabela 4.21 – Descrição Estatística das variáveis analisadas.	131
Tabela 4.22 – Percentis das variáveis analisadas.	131
Tabela 4.23 – Informações coletadas para a caracterização da produção das indústrias amostradas.	134
Tabela 4.24 – Participação das empresas na aplicação do questionário para construção do perfil ambiental.	142
Tabela 4.25 – Informações coletadas para a construção Matriz SWOT.	162
Tabela 4.26 – Pontos fortes indicados a partir da Matriz SWOT.	163
Tabela 4.27 – Deficiências indicadas a partir da Matriz SWOT.	164
Tabela 4.28 – Oportunidades indicadas a partir da Matriz SWOT.	166
Tabela 4.29 – Ameaças indicadas a partir da Matriz SWOT.	168

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxograma da Cadeia Produtiva da Indústria de Móveis (FERREIRA et al., 2008).....	17
Figura 2.2 – Fluxograma Esquemático de Obtenção de Madeira Serrada (ABIMCI, 2009).	20
Figura 2.3 – Histórico da produção e consumo de painéis de madeira industrializada no Brasil, 2002-2012 (ABIPA, 2012).....	25
Figura 2.4 – Normas ISO 14000 orientadas para produtos e para processos (POMBO; MAGRINI, 2008).	28
Figura 2.5 – Modelo PDCA.....	29
Figura 2.6 – Evolução das políticas ambientais na Brasil.	37
Figura 2.7 – Sistema de teto e comércio (Fonte: Autora).....	40
Figura 2.8 – Definição dos particulados poluentes por tamanho (VESILIND; MORGAN, 2011).....	50
Figura 2.9 – Matriz SWOT.....	58
Figura 3.1 – Indicação das regiões administrativas de Brasília-DF onde se situam as indústrias estudadas (GDF, 2017).	60
Figura 3.2 – Fluxograma do processo de produção de móveis (NOBRE; CAMILO; ALVES, 2013).....	61
Figura 3.3 – Unidade produtiva analisada: (a) plaina elétrica; (b) desengrosso; (c) serra circular; (d) serra de fita; (e) tupia; (f) lixadeira; (g) bancada de trabalho; (h) seccionadora; (i) filtro de armazenagem do exaustor de pó de serragem; (j) furadeira elétrica de bancada vertical (k) vista geral do setor de serralheria; (l) pintura.	62
Figura 3.4 – Etapas do processo produtivo: (a) máquina de dobra de aço; (b) perfiladeira; (c) pintura com forno eletrostático; (d) montagem de divisórias; (e) prensa hidráulica.....	64
Figura 3.5 – Disposição das áreas analisadas na “Indústria 1”.	66
Figura 3.6 – Detalhamento da Área 1 da “Indústria 1”.	67
Figura 3.7 – Detalhamento da Área 2 da “Indústria 1”.	67
Figura 3.8 – Detalhamento da Área 3 da “Indústria 1”.	67
Figura 3.9 – Disposição das áreas analisadas na “Indústria 2”.	68
Figura 3.10 – Detalhamento do interior da Área 1 da “Indústria 2”.	68
Figura 3.11 – Detalhamento do interior da Área 2 da “Indústria 2”.	69
Figura 3.12 – Detalhamento do interior da Área 3 da “Indústria 2”.	69

Figura 3.13 – Multidetector de gás RAE® QRAEII (Função: análise de gases).	70
Figura 3.14 – Medidor de ruído Casella 35X (Função: medição de ruídos).	71
Figura 3.15 – Medidor de stress térmico TDG-400 Instrument (Função: medição de stress térmico).....	72
Figura 3.16 – Luxímetro Minipa MLM-1011 (Função: medição de iluminância).....	72
Figura 3.17 – Medidor de partículas em dispersão TSI DustTrack (Função: medição de partículas em dispersão).	73
Figura 4.1 – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 1 (a) pico; e (b) contínua.	79
Figura 4.2 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na Indústria 1.	79
Figura 4.3 – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 2 (a) pico; e (b) contínua.	81
Figura 4.4 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na Indústria 2.	82
Figura 4.5 – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 1: (a) área 1, pico; (b) área 1, contínua; (c) área 2, pico; (d) área 2, contínua; (e) área 3, pico; e (f) área 3, contínua.....	84
Figura 4.6 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 1 da Indústria 1.	85
Figura 4.7 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 2 da Indústria 1.....	85
Figura 4.8 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 3 da Indústria 1.....	86
Figura 4.9 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico em equipamentos da área 3 da Indústria 1.....	87
Figura 4.10 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora contínua em equipamentos da área 3 da Indústria 1.....	87
Figura 4.11 – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 2: (a) área 1, pico; (b) área 1, contínua; (c) área 2, pico; (d) área 2, contínua; (e) área 3, pico; e (f) área 3, contínua.....	89
Figura 4.12 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 1 da Indústria 2.	91

Figura 4.13 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico em equipamentos da área 1 da Indústria 2.....	92
Figura 4.14 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora contínua em equipamentos da área 1 da Indústria 2.....	92
Figura 4.15 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 2 da Indústria 2.....	93
Figura 4.16 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 3 da Indústria 2.....	94
Figura 4.17 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico em equipamentos da área 3 da Indústria 2.....	95
Figura 4.18 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora contínua em equipamentos da área 3 da Indústria 2.....	96
Figura 4.19 – Distribuição de frequências para medições de partículas na Indústria 1: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).....	99
Figura 4.20 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na Indústria 1: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).....	101
Figura 4.21 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de partículas em dispersão na Indústria 1.....	103
Figura 4.22 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na Indústria 2: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).....	105
Figura 4.23 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de partículas em dispersão na Indústria 2.....	106
Figura 4.24 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 1 da Indústria 1: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).....	108
Figura 4.25 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 2 da Indústria 1: (a) partículas inaláveis grossas (PM10); e (b) partículas inaláveis finas (PM2,5).....	108
Figura 4.26 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 3 da Indústria 1: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).....	109

Figura 4.27 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições partículas na área 1 da Indústria 1.....	110
Figura 4.28 – Diagrama de caixas e bigodes as medições partículas na área 2 da Indústria 1.	110
Figura 4.29 – Diagrama de caixas e bigodes as medições partículas na área 3 da Indústria 1.	111
Figura 4.30 – Diagrama de caixas e bigodes por equipamento para medições partículas finas na área 3 da Indústria 1.....	112
Figura 4.31 – Diagrama de caixas e bigodes por equipamento para medições de partículas totais na área 3 da Indústria 1.	113
Figura 4.32 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 1 da Indústria 2: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).	115
Figura 4.33 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 2 da Indústria 2: (a) partículas inaláveis grossas (PM10); e (b) partículas inaláveis finas (PM2,5).	115
Figura 4.34 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 3 da Indústria 2: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).	116
Figura 4.35 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições partículas na área 1 da Indústria 2.....	117
Figura 4.36 – Diagrama de caixas e bigodes as medições partículas na área 2 da Indústria 2.	117
Figura 4.37 – Diagrama de caixas e bigodes as medições partículas na área 3 da Indústria 2.	118
Figura 4.38 – Diagrama de caixas e bigodes por equipamento para medições de partículas totais na área 3 da Indústria 2.	120
Figura 4.39 – Diagrama de caixas e bigodes por equipamento para medições de partículas finas na área 3 da Indústria 2.....	121
Figura 4.40 – IBUTG e taxas de metabolismo segundo os parâmetros da NR 15 (LIMA, 2013).	129
Figura 4.41 – Heterogeneidade de faturamento anual das empresas analisadas.	132
Figura 4.42 – Heterogeneidade quanto ao número de funcionários das empresas analisadas.	133

Figura 4.43 – Resposta quanto ao tipo de mobiliário produzido pela empresa.....	135
Figura 4.44 – Resposta quanto à forma de produção adotada.	136
Figura 4.45 – Resposta quanto à exportação ou não da produção.....	136
Figura 4.46 – Resposta quanto à importação ou não de produtos	137
Figura 4.47 – Resposta quanto à venda de mobiliário para outras unidades da federação	138
Figura 4.48 – Resposta quanto aos principais estados de destinos dos produtos	138
Figura 4.49 – Resposta quanto à compra de componentes de mobiliário de outras unidades da federação.....	139
Figura 4.50 – Resposta quanto aos estados de origem dos produtos adquiridos.....	140
Figura 4.51 – Resposta quanto aos canais de distribuição utilizados para a venda de produtos	141
Figura 4.52 – Resposta quanto aos conhecimentos do termo sustentabilidade ambiental	143
Figura 4.53 – Resposta quanto à postura da empresa em face às questões ambientais.....	144
Figura 4.54 – Resposta quanto à escolha de fornecedores e a observação dos aspectos ambientais.....	145
Figura 4.55 – Respostas quanto à existência de SGA e o conhecimento da legislação ambiental.	146
Figura 4.56 – Respostas quanto à percepção de necessidade de informação e disponibilidade para custear cursos na área ambiental.....	147
Figura 4.57 – Respostas quanto ao maior entrave para ingresso em um programa de sustentabilidade ambiental.....	148
Figura 4.58 – Medição do conhecimentos das empresas quanto ao programa de compras governamentais Esplanada Sustentável.	149
Figura 4.59 – Aferição quanto ao maior agravante ambiental das empresas pesquisadas.	150
Figura 4.60 – Conhecimento do termo desenvolvimento sustentável.	150
Figura 4.61 – Conhecimento das normas ambientais e da certificação ambiental de suas atividades.	151
Figura 4.62 – Aferição quanto à existência ou não de sistemas de tratamento e gestão de resíduos e sistemas de reaproveitamento de energia	153
Figura 4.63 – Responsabilidade e destino dos resíduos sólidos.	154
Figura 4.64 – Matérias-primas utilizadas na fabricação dos produtos das indústrias moveleiras.....	155
Figura 4.65 – Principais matérias-primas utilizadas na fabricação dos produtos.....	156
Figura 4.66 – Vida útil dos produtos, segundo os fabricantes.....	157

Figura 4.67 – Uso e reuso de embalagens	158
Figura 4.68 – Tipo de material utilizado nos casos de reutilização de embalagens pelas indústrias moveleiras pesquisadas.	159
Figura 4.69 – Utilização de aspiradores coletores de pós nas plantas produtivas e uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).	160
Figura 4.70 – Percepção quanto à rotulagem ambiental e a preocupação com a sustentabilidade no desenvolvimento de novos produtos.....	161

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

%	Percentual
% LEL	<i>Lower Explosive Limit Percentual</i>
ABIMCI	Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente
ABIPA	Associação Brasileira das Indústrias de Painéis de Madeira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ACGIH	<i>Association Advancing Occupational and Environmental Health</i>
CDS	Comissão para o Desenvolvimento Sustentável
Cerflor	Certificação Florestal
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIE	International Commission on Illumination
CISBE	<i>The Chartered Institution of Building Services Engineers</i>
cm	Centímetros
CO	Monóxido de Carbono
COC	Cadeia de Custódia
COHb	Carboxihemoglobina
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
CV	Coefficiente de Variação
dB	Decibéis
DF	Distrito Federal
DOD	<i>United States Department of Defense</i>
EMAS	<i>Eco-Management and Audit Scheme</i>
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPRI	<i>Electric Power Research Institute</i>
FD	Fator de desvio para o agente químico
Fe	Ferro
FM	Manejo Florestal
FOFA	Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças

FSC	Norma de Certificação de Cadeia de Custódia de Múltiplos Sites
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
GEN	<i>Global Ecolabelling Network</i>
h	Hora
H ₂ O	Água
H ₂ S	Sulfeto de Hidrogênio
Hb	Hemoglobina
HCFC	Hidrofluorcarbonetos
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
IBÁ	Indústria Brasileira de Árvores
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasília Ambiental
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IEA	<i>International Ergonomics Association</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
IQA	Índice de Qualidade do Ar
IR	Imposto de Renda
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IUCN	<i>Internacional Union Conservation of Nature</i>
IVA	Imposto sobre o Valor Agregado
kcal/h	Quilocalorias por hora
kg	Quilo
LT	Limite de Tolerância
Lux	Unidade de iluminância
m ²	Metro quadrado
MDF	<i>Medium Density Fiberboard (Placa de fibra de média densidade)</i>
MDP	<i>Medium Density Particleboard (Placa de partículas de média densidade)</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente

MP	Material Particulado
MPS	Material Particulado em suspensão
MSHA	<i>Mine Safety and Health Administration</i>
N	Número de amostras
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
NR	Norma Regulamentadora
O ₂	Oxigênio
O ₃	Ozônio
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
PCP	Pentaclorofenol
PM	<i>Particulate Matter</i>
PPM	Partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado
PRONAR	Programa de controle de qualidade do ar
R\$	Real
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e pequenas Empresas
SINDIMAM	Sindicato das indústrias da madeira e do mobiliário do Distrito Federal
SO ₂	Dióxido de Enxofre
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SWOT	<i>Strengths</i> (forças), <i>Weaknesses</i> (fraquezas), <i>Opportunities</i> (oportunidades) e <i>Threats</i> (ameaças)
US\$	Dólar Americano
UTM	Universal Transverso de Mercator
WHO	<i>World Health Organization</i>

1. INTRODUÇÃO

É difícil localizar na história uma causa que tenha adquirido tamanha convergência e em tão pouco tempo como o desenvolvimento sustentável. A noção de sustentabilidade aparece como apelo à razão e como inspiração para uma mudança de rumos, de modos de relação com a natureza, de forma a alcançar equilíbrio entre a busca do bem-estar no presente e o respeito às próprias condições que asseguram a possibilidade de bem-estar às futuras gerações (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012).

Nesse contexto, empresa sustentável é a que procura incorporar os conceitos e objetivos relacionados com o desenvolvimento sustentável em suas políticas e práticas de modo consistente (CHARNOV et al., 2012). A política e a gestão ambiental aparecem como vetores necessários à construção da base institucional e dos mecanismos de regulação das práticas humanas, na busca da razão perdida e da inclusão do habitat (*oikos*) na lógica (*logia*) e de organização (*nomia*) do progresso humano (BURSZTYN; PERSEGONA, 2008).

A pressão exercida pelas legislações ambientais contribuiu para que as empresas passassem a controlar a poluição, via de regra, por meio do uso de tecnologias de remediação e de captação e tratamento dos poluentes no final dos processos produtivos (tecnologia *end-of-pipe*). A constatação de que os poluentes são matéria-prima e energia compradas e desperdiçadas propiciou uma nova abordagem de gestão, baseada na prevenção da poluição (CHARNOV et al., 2012).

Entretanto, o entendimento da questão ambiental é ainda um objeto em construção, mas o fato é que o desenvolvimento sustentável é um vetor importante para se entender e enfrentar os problemas atuais da humanidade cujas mazelas são claramente sentidas por nós, algumas delas são geradas pelas atividades humanas tais como: as emissões de gases, materiais particulados em suspensão, resíduos, ruídos, etc.

Para Mieli (2007), as últimas décadas têm sido marcadas por uma evolução nas discussões sobre as questões ambientais, alterando o panorama mundial em relação ao meio ambiente. As empresas têm sido diretamente afetadas por essas mudanças, tendo em vista que o mercado começa a valorizar produtos que interfiram minimamente no meio ambiente, tornando-se tão temido quanto os próprios órgãos de meio ambiente.

Para os institucionalistas é possível que a chave para se alcançar o crescimento e o desenvolvimento econômico e social, estável e sustentável, não esteja apenas na manipulação das variáveis macroeconômicas e, sim, na lenta reelaboração das instituições

que regem o comportamento e as relações entre os indivíduos e as suas atividades cotidianas no interior das empresas e do Estado (ENRÍQUEZ, 2010).

No setor moveleiro, o conceito de desenvolvimento sustentável tem um peso adicional. Essa indústria, em nível global, foi uma das mais cobradas quanto à responsabilidade ambiental. Durante a década de 1990 houve boicotes de países desenvolvidos a madeiras de origem tropical (COUTINHO; MACEDO-SOARES, 2002). Posteriormente essa estratégia evoluiu para a exigência de certificação de manejo responsável das florestas. Essa certificação embora não seja uma obrigação legal, tornou-se uma exigência de mercado levando diversas empresas a buscar ação de forma ambientalmente mais responsável voluntariamente (NARDELLI, 2001).

Uma das formas de se verificar a sustentabilidade de uma indústria é analisar seus processos produtivos. Essa análise pode envolver aspectos relacionados aos riscos físicos e químicos existentes.

Nesse diapasão, medições de grandezas relacionadas à poluição da indústria moveleira podem ser consideradas fundamentais no processo produtivo. Um exemplo são os materiais particulados. Sabe-se que a atividade de marcenaria produz pó de madeira que, se não controlado, representa um risco à saúde dos trabalhadores e uma ameaça ao meio ambiente.

Outro fator relevante é a exposição aos gases. A origem de gases na indústria moveleira pode estar na preparação de solventes, seladores, reagentes ou mesmo colas de uso industrial. Dependendo do tipo de máquina utilizada na indústria, pode haver também a emissão de gases nocivos. Há diversos estudos que evidenciam os efeitos catastróficos que alguns gases podem provocar ao meio ambiente e aos trabalhadores.

A presença de ruídos também é fator de preocupação. O maquinário utilizado na indústria pode produzir níveis de ruído acima dos limites toleráveis pelo ser humano. Nesse caso, o uso de equipamentos de proteção individual é uma forma bem eficiente de evitar danos desse tipo.

A sustentabilidade não se limita a poluição. Existem também aspectos relacionados ao desenvolvimento socioeconômico. A qualidade do ambiente de trabalho é um fator que afeta diretamente o bem-estar do trabalhador e, por consequência, o seu desenvolvimento social. Sob essa ótica, a avaliação do conforto térmico e a qualidade de iluminação neste ambiente são fatores relevantes.

A percepção dos trabalhadores e empresários quanto à importância do desenvolvimento sustentável também pode ser aferida. Uma das formas de fazer isso é

utilizar a matriz de SWOT. Por meio desse mecanismo é possível identificar potenciais internos sinérgicos a um ambiente externo favorável, de forma a maximizar as virtudes de uma companhia. Da mesma forma, pelo mapeamento das fraquezas e ameaças, evitam-se situações desfavoráveis à indústria.

A ferramenta SWOT utilizada no enfoque do desenvolvimento sustentável permite avaliar oportunidades, ameaças, fraquezas e virtudes, para que uma empresa ou mesmo um segmento empresarial, como é o caso do segmento moveleiro do Distrito Federal, atinja seus objetivos econômicos com responsabilidade ambiental.

É importante mencionar a preocupação das indústrias moveleiras, particularmente às do Distrito Federal, por estar na Capital do país e ter como um dos principais clientes o governo, em se adaptar para atender o programa que o Governo Federal chamou de “esplanada sustentável”. Apesar deste programa ainda estar em fase de concepção, algumas compras governamentais, já tem exigido parâmetros de sustentabilidade na aquisição de produtos, como é o caso de móveis e divisórias.

Nesse trabalho aborda-se o conceito de desenvolvimento sustentável relacionado às variáveis ambientais na indústria moveleira. Foram analisadas empresas com perfis distintos. Uma indústria com um perfil mais comum, representando o universo de pequenas empresas espalhadas pelo Brasil, muitas até informais. A segunda indústria tem um porte médio e trabalha de forma especializada e verticalizada. Representa um menor universo de empresas que se dedicam ao atendimento de grandes consumidores corporativos e que combinam diferentes matérias-primas na confecção dos seus móveis.

Segundo informações obtidas junto ao Sindicato das Indústrias da Madeira e do Mobiliário do Distrito Federal – SINDIMAM, no Distrito Federal (DF), o segmento é formado por três categorias de indústrias de móveis, baseado na classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE¹: microempresa (em torno de 85%), empresa de pequeno porte (em torno de 8%) e empresa de médio porte (7%). O DF não tem empresa de grande porte neste segmento industrial.

¹ O critério por número de empregados do IBGE é utilizado para classificação do porte das indústrias, para fins bancários, ações de tecnologia, exportação e outros (SEBRAE, 2016):

Micro: com até 19 empregados

Pequena: de 20 a 99 empregados

Média: 100 a 499 empregados

Grande: mais de 500 empregados

As potencialidades do segmento moveleiro do DF quanto ao desenvolvimento sustentável também foram objeto de análise. Nesse caso, as discussões e conclusões tem a utilidade de mapear de forma estratégica o setor, sugerindo ações relevantes de melhorias, colaborando com a inclusão das indústrias neste tema. Devido às similaridades de características das indústrias deste segmento no Brasil com este assunto, certamente as conclusões e sugestões poderão ser replicados para outras regiões do país.

1.1. Objetivo Geral

Avaliar parâmetros de sustentabilidade ambiental que devem ser considerados pela indústria moveleira do DF em sua inserção no desenvolvimento sustentável.

Os objetivos específicos foram:

- Monitorar e analisar a poluição sonora gerada em atividades da indústria de móveis;
- Monitorar e analisar a concentração de gases em atividades da indústria de móveis;
- Monitorar e analisar a concentração de partículas em suspensão em atividades da indústria de móveis;
- Avaliar oportunidades, ameaças, fraquezas e virtudes, para que as indústrias deste segmento engajem com responsabilidade no desenvolvimento sustentável e
- Recomendar ações e melhoria relacionadas com a prática do desenvolvimento sustentável no segmento moveleiro.

HIPÓTESE

- O conhecimento de variáveis ambientais envolvidas na indústria moveleira de uma região contribui para a sua sustentabilidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo discorre-se sobre a sustentabilidade e o conceito de desenvolvimento sustentável. São apresentadas e discutidas as principais certificações existentes e as experiências internacionais quanto a certificação ambiental. Finalmente, expõe-se sobre a gestão ambiental e a avaliação dos riscos ambientais. Todos esses temas são tratados sob o foco da indústria madeiro-moveleira.

2.1 Sustentabilidade

A origem do vocábulo *sustentabilidade* vem do latim *sustentare* que significa *sustentar, suportar, suster, preservar, proteger, defender, refrear, conter, fazer parar, aguentar, resistir, adiar, procrastinar, alimentar, manter, cuidar e conservar* (REZENDE; BIANCHET, 2014). Esses três últimos verbos embasam melhor a significação atual de sustentabilidade utilizada neste trabalho.

Para Boff (2011), a sustentabilidade como adjetivo é agregada a qualquer coisa sem mudar a natureza da coisa. Exemplo: posso diminuir a poluição química de uma fábrica, colocando filtros melhores em suas chaminés que emitem gases. Mas a maneira como a empresa se relaciona com a natureza, de onde tira os materiais para a produção, não muda; ela continua devastando; a preocupação não é com o meio ambiente, mas com o lucro e com a competição que tem de ser garantida. Portanto a sustentabilidade é apenas de acomodação, e não de mudança; é adjetiva, não substantiva.

Para Amado (2017), será sustentável apenas o desenvolvimento que observe a capacidade de suporte da poluição pelos ecossistemas, respeitando a perenidade dos recursos naturais, a fim de manter bons padrões de qualidade ambiental.

A sustentabilidade substantiva exige uma interação entre o ser humano e natureza. Se poluir o ar, adoeço e reforço o efeito estufa, de onde se deriva o aquecimento global. Preservam-se as águas, aumento seu volume e melhora minha qualidade de vida, dos pássaros e dos insetos que polinizam as árvores frutíferas e as flores do jardim (BOFF, 2011).

Para Bursztyn e Bursztyn (2012), o conceito de sustentabilidade ainda está à mercê de ambiguidades e incertezas.

Por essa linha, a afirmação de uma importante organização não governamental de apoio à sustentabilidade, a Rede de Cooperação para a Sustentabilidade – CATALISA

(CHARNOV et al., 2012) reforça os aspectos social, econômico e ambiental, e desdobra ainda o conceito de sustentabilidade em mais sete pontos:

- Sustentabilidade social: melhoria na qualidade de vida da população, redução das diferenças sociais, combate à alienação por meio da formação e da participação popular;
- Sustentabilidade econômica: viabilidade econômica de atuação no mercado pelas organizações públicas e privadas, capacidade de equilíbrio em seu balanço de pagamentos, comportamentos conscientes e éticos da produção e do consumo e acesso a ciência e tecnologia;
- Sustentabilidade ecológica: redução de resíduos e impactos ambientais, uso de formas de energias renováveis, tecnologias limpas e técnicas de proteção aos recursos ambientais;
- Sustentabilidade cultural: valorização e respeito das especificidades culturais locais;
- Sustentabilidade espacial: busca pelo equilíbrio entre o urbano e o rural, combatendo as migrações, estímulo de práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente e manejo de reflorestamento e de práticas Industriais descentralizadas;
- Sustentabilidade política: busca por práticas mais participativas e democráticas, construção de espaços públicos e defesa da autonomia de governos locais por meio da descentralização do uso dos recursos;
- Sustentabilidade ambiental: conservação geográfica, proteção de ecossistemas, erradicação da pobreza, da exclusão e da alienação humana e respeito aos direitos humanos à integração social.

Já a União Internacional para a Conservação da Natureza, com base nas estratégias da vida sustentável, indica princípios para o futuro da vida sustentável (AMADO, 2017; MILARÉ, 2005):

- Respeitar e cuidar da comunidade dos seres vivos;
- Melhorar a qualidade da vida humana;
- Conservar a vitalidade e a diversidade do planeta;
- Minimizar o esgotamento de recursos não renováveis;
- Permanecer nos limites da capacidade de suporte do planeta Terra;
- Modificar atitudes e práticas pessoais;

- Permitir que as comunidades cuidem de seu próprio meio ambiente;
- Gerar uma estrutura nacional para a integração de desenvolvimento e conservação;
- Construir uma aliança global.

2.2 O conceito de desenvolvimento sustentável – evolução internacional

A década de 1940 foi marcada por diversas reuniões, com o objetivo de discutir a proposta de criação de uma organização internacional de proteção da natureza e preparar uma conferência científica das Nações Unidas sobre Conservação e Utilização de Recursos Naturais. A conferência realizada em 1948 é considerada a primeira grande reunião de caráter ambiental em escala internacional. Neste ano foi criada, em Gland (Suíça), a União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012).

A IUCN (World Conservation International Union Conservation of Nature) ofertou ao mundo um trabalho que, pela primeira vez, utilizou a expressão “desenvolvimento sustentável” (AMADO, 2017).

Afirma, Fernandes (2008), que o delineamento do princípio do Desenvolvimento Sustentável surgiu na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano realizada em Estocolmo na Suécia, em 1972, e cuja Declaração a ele se referiu da seguinte forma: “os recursos não renováveis do Globo devem ser explorados de tal modo que não haja risco de serem exauridos e que as vantagens extraídas de sua utilização sejam partilhadas a toda a humanidade”.

Dubois (2014) entende que, em 1972, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, em absoluto, não solucionou a equação de desenvolvimento sustentável, em vez disso, ele desenhou um véu sobre ele para habilitar o consenso.

Neste consenso, muitas vezes até conflitante, de um padrão global comum para se alcançar um desenvolvimento sustentável, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) criou em 1983 uma Comissão Mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento, que publicou em 1987 o relatório internacional surpreendentemente crítico, porém muito bem embasado em promover, pela primeira vez, o conceito de desenvolvimento sustentável.

O relatório *Brundtland* ou *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum) tem vários capítulos, mas é constituído de três partes: preocupações comuns, problemas comuns e esforços comuns. O relatório documenta a responsabilidade dos países ricos em ajudar

os países pobres, no processo de transição de um desenvolvimento predatório para outro, com base na sustentabilidade. Em âmbito internacional, dentre as metas propostas, tem-se a adoção de estratégia de desenvolvimento sustentável pelas organizações de desenvolvimento, isto é, órgãos e instituições de financiamento e implantação de um programa de desenvolvimento sustentável pela ONU (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012).

Segundo Dubois (2014), a comissão *Brundtland* das Nações Unidas descreve o princípio do desenvolvimento sustentável como um desenvolvimento que equilibra as necessidades das gerações presentes e futuras. Mais precisamente, delimita o desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de sustentar suas próprias necessidades”.

Em 1992, no Brasil, foi realizado um encontro que reuniu a participação significativa da comunidade internacional. No entanto a declaração desse encontro não teve validação jurídica direta, uma vez que não trouxe a lume nenhuma divulgação inovadora do atual ordenamento constitucional, pois já se encontrava definida por lei, no Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente. A Declaração do Rio, assim intitulada, pois o encontro foi celebrado na cidade do Rio de Janeiro, colaborou notabilissimamente com a enumeração de vinte e sete princípios para sacramentar, em escala planetária, determinados princípios do desenvolvimento sustentável.

No que concerne aos princípios da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, são dignos de nota e, portanto, vale transcrever integralmente os princípios proclamados para uma gestão sustentável de uma utilização e exploração dos recursos do planeta. Ei-los (MMA, 2012):

- Princípio 1: Os seres humanos estão no centro das preocupações com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza.
- Princípio 2: Os Estados, de acordo com a Carta das Nações Unidas e com os princípios do direito internacional, têm o direito soberano de explorar seus próprios recursos segundo suas próprias políticas de meio ambiente e de desenvolvimento, e a responsabilidade de assegurar que atividades sob sua jurisdição ou seu controle não causem danos ao meio ambiente de outros Estados ou de áreas além dos limites da jurisdição nacional.

- Princípio 3: O direito ao desenvolvimento deve ser exercido de modo a permitir que sejam atendidas equitativamente as necessidades de desenvolvimento e de meio ambiente das gerações presentes e futuras.
- Princípio 4: Para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção ambiental constituirá parte integrante do processo de desenvolvimento e não pode ser considerada isoladamente deste.
- Princípio 5: Para todos os Estados e todos os indivíduos, como requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável, cooperarão na tarefa essencial de erradicar a pobreza, a fim de reduzir as disparidades de padrões de vida e melhor atender às necessidades da maioria da população do mundo.
- Princípio 6: Será dada prioridade especial à situação e às necessidades especiais dos países em desenvolvimento, especialmente dos países menos desenvolvidos e daqueles ecologicamente mais vulneráveis. As ações internacionais na área do meio ambiente e do desenvolvimento devem também atender aos interesses e às necessidades de todos os países.
- Princípio 7: Os Estados irão cooperar, em espírito de parceria global, para a conservação, proteção e restauração da saúde e da integridade do ecossistema terrestre. Considerando as diversas contribuições para a degradação do meio ambiente global, os Estados têm responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Os países desenvolvidos reconhecem a responsabilidade que lhes cabe na busca internacional do desenvolvimento sustentável, tendo em vista as pressões exercidas por suas sociedades sobre o meio ambiente global e as tecnologias e recursos financeiros que controlam.
- Princípio 8: Para alcançar o desenvolvimento sustentável e uma qualidade de vida mais elevada para todos, os Estados devem reduzir e eliminar os padrões insustentáveis de produção e consumo, e promover políticas demográficas adequadas.
- Princípio 9: Os Estados devem cooperar no fortalecimento da capacitação endógena para o desenvolvimento sustentável, mediante o aprimoramento da compreensão científica por meio do intercâmbio de conhecimentos científicos e tecnológicos, e mediante a intensificação do desenvolvimento, da adaptação, da difusão e da transferência de tecnologias, incluindo as tecnologias novas e inovadoras.

- Princípio 10: A melhor maneira de tratar as questões ambientais é assegurar a participação, no nível apropriado, de todos os cidadãos interessados. No nível nacional, cada indivíduo terá acesso adequado às informações relativas ao meio ambiente de que disponham as autoridades públicas, inclusive informações acerca de materiais e atividades perigosas em suas comunidades, bem como a oportunidade de participar dos processos decisórios. Os Estados facilitarão e estimularão a conscientização e a participação popular, colocando as informações à disposição de todos. Será proporcionado o acesso efetivo a mecanismos judiciais e administrativos, inclusive no que se refere à compensação e reparação de danos.
- Princípio 11: Os Estados adotarão legislação ambiental eficaz. As normas ambientais e os objetivos e as prioridades de gerenciamento deverão refletir o contexto ambiental e de meio ambiente a que se aplicam. As normas aplicadas por alguns países poderão ser inadequadas para outros, em particular para os países em desenvolvimento, acarretando custos econômicos e sociais injustificados.
- Princípio 12: Os Estados devem cooperar na promoção de um sistema econômico internacional aberto e favorável, propício ao crescimento econômico e ao desenvolvimento sustentável em todos os países, de forma a possibilitar o tratamento mais adequado dos problemas da degradação ambiental. As medidas de política comercial para fins ambientais não devem constituir um meio de discriminação arbitrária ou injustificável, ou uma restrição disfarçada ao comércio internacional. Devem ser evitadas ações unilaterais para o tratamento dos desafios internacionais fora da jurisdição do país importador. As medidas internacionais relativas a problemas ambientais transfronteiriços ou globais deve, na medida do possível, basear-se no consenso internacional.
- Princípio 13: Os Estados desenvolverão legislação nacional relativa à responsabilidade e à indenização das vítimas de poluição e de outros danos ambientais. Os Estados irão também cooperar, de maneira expedita e mais determinada, no desenvolvimento do direito internacional no que se refere à responsabilidade e à indenização por efeitos adversos dos danos ambientais causados, em áreas fora de sua jurisdição, por atividades dentro de sua jurisdição ou sob seu controle.
- Princípio 14: Os Estados devem cooperar de forma efetiva para desestimular ou prevenir a realocação e transferência, para outros Estados, de atividades e

substâncias que causem degradação ambiental grave ou que sejam prejudiciais à saúde humana.

- Princípio 15: Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.
- Princípio 16: As autoridades nacionais devem procurar promover a internacionalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais.
- Princípio 17: A avaliação do impacto ambiental, como instrumento nacional, será efetuada para as atividades planejadas que possam vir a ter um impacto adverso significativo sobre o meio ambiente e estejam sujeitas à decisão de uma autoridade nacional competente.
- Princípio 18: Os Estados notificarão imediatamente outros Estados acerca de desastres naturais ou outras situações de emergência que possam vir a provocar súbitos efeitos prejudiciais sobre o meio ambiente destes últimos. Todos os esforços serão envidados pela comunidade internacional para ajudar os Estados afetados.
- Princípio 19: Os Estados fornecerão, oportunamente, aos Estados potencialmente afetados notificação prévia e informações relevantes acerca de atividades que possam vir a ter considerável impacto transfronteiriço negativo sobre o meio ambiente, e se consultarão com estes tão logo seja possível e de boa fé.
- Princípio 20: As mulheres têm um papel vital no gerenciamento do meio ambiente e no desenvolvimento. Sua participação plena é, portanto, essencial para se alcançar o desenvolvimento sustentável.
- Princípio 21: A criatividade, os ideais e a coragem dos jovens do mundo devem ser mobilizados para criar uma parceria global com vistas a alcançar o desenvolvimento sustentável e assegurar um futuro melhor para todos.
- Princípio 22: Os povos indígenas e suas comunidades, bem como outras comunidades locais, têm um papel vital no gerenciamento ambiental e no desenvolvimento, em virtude de seus conhecimentos e de suas práticas tradicionais.

Os Estados devem reconhecer e apoiar adequadamente sua identidade, cultura e interesses, e oferecer condições para sua efetiva participação no atingimento do desenvolvimento sustentável.

- Princípio 23: O meio ambiente e os recursos naturais dos povos submetidos à opressão, dominação e ocupação serão protegidos.
- Princípio 24: A guerra é, por definição, prejudicial ao desenvolvimento sustentável. Os Estados, por conseguinte, respeitarão o direito internacional aplicável à proteção do meio ambiente em tempos de conflitos armados e cooperarão para seu desenvolvimento progressivo, quando necessário.
- Princípio 25: A paz, o desenvolvimento e a proteção ambiental são interdependentes e indivisíveis.
- Princípio 26: Os Estados solucionarão todas as suas controvérsias ambientais de forma pacífica, utilizando-se dos meios apropriados, de conformidade com a Carta das Nações Unidas.
- Princípio 27: Os Estados e os povos cooperarão de boa fé e imbuídos de um espírito de parceria para a realização dos princípios consubstanciados nesta Declaração, e para o desenvolvimento progressivo do direito internacional no campo do desenvolvimento sustentável.

2.3 Agenda 21 e o desenvolvimento sustentável

A Agenda 21, documento também proveniente da Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, traz inúmeros dispositivos que destacam a necessidade de desenvolvimento de tecnologias para fins de se alcançar o desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA; SAMPAIO, 2012).

Os quarenta capítulos da Agenda 21 se constituem em um plano voluntário de ações que esboça o roteiro para o avanço mundial em direção ao desenvolvimento sustentável (THOMAS; CALLAN, 2012). Destaque deve ser dado ao capítulo 31, denominado “A comunidade científica e tecnológica”. Ele ressalta o importante papel da ciência e da tecnologia, bem como a necessidade de fortalecimento das abordagens multidisciplinares visando o desenvolvimento de estudos interdisciplinares entre a comunidade científica e tecnológica e os responsáveis por decisões. Assim, cumprem aos governos fortalecer e apoiar os programas de difusão dos resultados das pesquisas de universidades e das

instituições de pesquisa voltadas para o desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA; SAMPAIO, 2012).

As questões principais tratadas pelas 900 páginas da Agenda 21 incluem:

- Financiamento aos países emergentes;
- Preservação e desenvolvimento sustentável das florestas;
- Prevenção e minimização dos resíduos perigosos e sólidos;
- Avaliação e manejo dos riscos de produtos químicos tóxicos.

Matos (2012) entende que foi através da Agenda 21 (Convenção do Rio de 1992) que o ritmo do consumo foi confrontado com a desigualdade da distribuição dos recursos em termos globais, da afetação desmedida destes e dos riscos ambientais e sociais associados. Assim, confrontaram-se assuntos como os “limites do crescimento” e desenvolvimento sustentável, face ao consumo desmedido.

Um dos pontos mais polêmicos da Rio 92 foi a votação do capítulo 33, que trata dos mecanismos financeiros da Agenda 21. Para supervisionar a aplicação da Agenda 21, foi criada uma Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CDS), vinculada ao Conselho Econômico e Social da ONU, que se reúne uma vez por ano até os dias de hoje, entretanto não tem conseguido fazer a devida promoção da Agenda 21, para que o desenvolvimento sustentável fosse seriamente considerado, frustrando as expectativas (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012).

Vale ressaltar que uma década depois da Rio 92, em Johannesburgo, no ano de 2002, foi elaborada a declaração final para o desenvolvimento sustentável sob a ótica como um objetivo comum.

Por fim, afirmam de forma crítica, Bursztyn e Bursztyn (2012), que a declaração de Johannesburgo sobre o desenvolvimento sustentável compreende vinte e sete alíneas, agrupadas em seis pontos: das origens ao futuro; de Estocolmo a Johannesburgo, passado pelo Rio de Janeiro; os desafios que enfrentamos; nosso compromisso com o desenvolvimento sustentável; o multilateralismo é o futuro; e, da intenção à ação.

Em 2005, foi elaborada a Carta Constitucional Francesa Ambiental que, em seu Art.6º, especifica que para assegurar o desenvolvimento durável, as alternativas para atender às necessidades do presente não devem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Segundo Dubois (2014), esta fórmula provém diretamente do Relatório de *Brundtland*, que compatibiliza duas ideias principais. A

primeira concepção de durabilidade, e a segunda acepção do equilíbrio entre os três pilares: meio ambiente, economia e sociedade.

Para Matos (2012), a durabilidade de um produto é um aspecto ambiental de grande importância para o ambiente e conservação dos produtos, uma vez que lhe estarão associando menor uso de matéria-prima e menor poluição relacionada com a produção e menor geração de resíduo, já que terão de ser substituídos com menor frequência.

Edith Brow definiu a durabilidade como um conceito de equidade Inter geracional (DUBOIS, 2014). Nesse contexto, Amado (2017) sintetiza o princípio ambiental solidariedade intergeracional como: as atuais gerações devem preservar o meio ambiente e adotar políticas ambientais para a presente e as futuras gerações, não podendo utilizar os recursos ambientais de maneira irracional, de modo que prive seus descendentes do seu desfrute. Solow (1991), em Thomas e Callan (2012), afirma que a sustentabilidade deve ser permitida aplicando o conceito de equidade intergeracional, ou equidade distribucional no decorrer do tempo, nos preceitos das políticas. Por último, ele argumenta que se a política for orientada por essa ideia de equidade intergeracional, para que seja consistente, precisa também considerar a equidade intrageracional, com um claro esforço empregado para reduzir a pobreza atual.

Matos (2012) afirma que, na metodologia a ser avaliada para uma Política de sustentabilidade está intrínseco o conceito de “*triple bottom line*”, com o intuito de se enfatizar a importância da interligação e sustentação das três vertentes (ou pilares) da sustentabilidade. De logo, convém ressaltar que, adaptando a análise de vários autores, a Carta Francesa tratou expressamente da complexidade política pública para impulsionar o desenvolvimento sustentável, conciliando os três pilares: proteção e o desenvolvimento do ambiente, desenvolvimento econômico e o progresso social.

Dubois (2014) compreende ser difícil dar direitos às gerações que ainda não existem. A autora faz um impecável questionamento: será que se consegue, com excessiva jurisprudência no planeta, colocar o princípio do desenvolvimento sustentável, conciliando os três pilares, em prática? Como debater sobre direitos de gerações que ainda não existem? Existe ainda a dificuldade de tentar prever tanto as preferências quanto a capacidade tecnológica das gerações futuras, o que não é uma tarefa fácil em qualquer medida (THOMAS; CALLAN, 2012).

Vinte anos depois da realização da Conferência no Rio de Janeiro (RJ), a ONU divulgou, em suas vinte e uma páginas, o documento “O Futuro que Queremos”. Segundo Fernandes (2008), o texto reforça acordos e protocolos anteriormente firmados entre os

líderes mundiais e a sociedade civil organizada em diversas partes do mundo. O documento também reafirma os princípios que constavam nos documentos da Rio 92, assim como planos que foram traçados e dialogados de outros encontros.

O documento “O Futuro que Queremos” (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012) chama a atenção para a valorização do que é apresentado como *Major Groups*, que desempenham papel relevante no desenvolvimento sustentável e cuja participação nos processos decisórios deve ser valorizada: mulheres, crianças e jovens, povos indígenas, organizações não governamentais, autoridades locais, trabalhadores e sindicatos, negócios e indústrias, a comunidade científica e tecnológica, e agricultores. O assunto economia verde, na amplitude do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza, teve notório realce no documento.

Por fim, analisando o tema, Charnov et al. (2012) ressalta que o desenvolvimento sustentável tem sido visto, pela maioria dos estudiosos do assunto, como uma forma de desenvolvimento capaz de prover as necessidades das gerações atuais, mas de maneira a garantir o abastecimento das necessidades das futuras gerações, ou seja, sem esgotar as fontes de recursos naturais. Por isso, propõe-se a busca pelo desenvolvimento por meio do crescimento econômico, social e ambiental, de maneira conjunta.

Para Nusdeo (2012), o sentido amplo enfatiza o caráter tridimensional do conceito (os três pilares ambiental, econômico e social), enquanto em sentido estrito, o conceito é colocado numa perspectiva unidimensional, que determina a proteção aos recursos naturais. As duas diferentes linhas expostas apresentam conclusões diferentes quanto às características do desenvolvimento sustentável como um princípio jurídico.

O autor define ainda que o primeiro é criticado pela amplitude que carrega. Além disso, em razão da vagueza da noção de sustentabilidade, corre-se o risco de se esvaziar em processos de sopesamento que venham a legitimar qualquer ato, projeto, empreendimento ou decisão como “sustentável”, desde que promova algum incremento de caráter econômico ou social. Corresponderia a um princípio de caráter geral, que atribui sentido e legitimidades às regras do direito ambiental, sem ser vinculante, e servem da mesma forma que objetivos políticos desempenham funções heurísticas e também como uma ajuda de orientação geral.

Em definição ao sentido estrito de desenvolvimento sustentável, o autor compreende o segundo conceito como uma afirmação do predomínio da perspectiva ambiental. Embora se possa deduzir que implicaria na desconsideração aos aspectos econômicos e sociais; e, portanto, a questões de equidade entre classes sociais, países e regiões, isso não

necessariamente ocorre. A segunda linha adota um princípio vinculativo, consagrado no direito ambiental de vários países do mundo moderno, cujas normas mais específicas permitem sua efetivação, criando mecanismos para a rejeição de práticas ecologicamente degradadoras, a exemplo de normas sobre o licenciamento ambiental ou de imposição de penalidades administrativas e penais.

2.4 A indústria moveleira e a sustentabilidade

O setor moveleiro se caracteriza pela diversidade de produção, matérias-primas e produtos finais acabados. No que concerne às matérias-primas, destacam-se a madeira e os metais, sendo a madeira a principal fonte, com cerca de 72% de participação (ROSA et al., 2007).

Os móveis de madeira são segmentados em dois grupos: os retilíneos e os torneados. Os móveis de madeira retilíneos são lisos, com desenhos simples de linhas retas e cuja matéria-prima principal se constitui de aglomerados e painéis de compensados. Os móveis de madeira torneados possuem detalhes mais sofisticados, misturando linhas curvas e retas e cuja matéria-prima principal é a madeira maciça (LEÃO; MANFREDI, 1998).

O setor moveleiro se caracteriza pela predominância de pequenas e médias empresas em um mercado bastante segmentado. É uma indústria intensiva em mão de obra e apresenta baixo valor adicionado em comparação com outros setores (GORINI, 1998).

A cadeia produtiva da indústria de móveis pode ser resumida por meio do fluxograma da Figura 2.1.

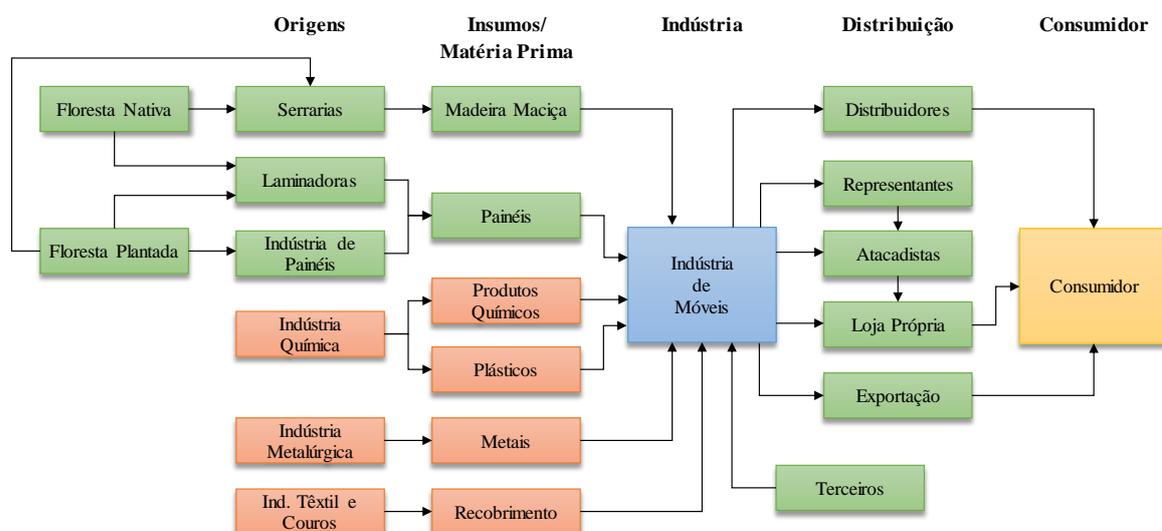


Figura 2.1 – Fluxograma da Cadeia Produtiva da Indústria de Móveis (FERREIRA et al., 2008).

Segundo o IBGE (2014), a indústria brasileira de móveis é formada por quase 10 mil micro, pequenas e médias empresas, que geram em torno de 265 mil empregos, na grande maioria de capital nacional.

A demanda por móveis varia de acordo com o nível de renda da população e com o comportamento dos demais setores da economia, em particular o da construção civil. Os gastos com móveis se situam na faixa de 1% a 2% da renda das famílias (GORINI, 1998), podendo variar ainda de acordo com o estilo de vida da população, os aspectos culturais, o ciclo de reposição e investimento em marketing.

A atualização tecnológica na indústria de móveis é difundida e acessível. Contudo, como o processo produtivo não é contínuo, a modernização pode ocorrer muitas vezes somente em etapas da produção. A qualidade do produto final é percebida, principalmente, segundo as variáveis: material, design e durabilidade (FERREIRA et al., 2008).

As três variáveis associadas com a qualidade do produto têm relação intrínseca com o conceito de sustentabilidade. A preocupação com material vai desde a origem até a chegada ao consumidor (ALVES et al., 2009). O design se relaciona com a redução do uso de matérias-primas e simplicidade de produção (DEVIDES, 2006). A durabilidade está associada à diminuição de frequência de substituição do produto, o que resulta em desvincular o consumo do desenvolvimento e reduzir as cargas ambientais (JOHN et al., 2001).

Uma forma de aferir a sustentabilidade é por meio de indicadores. No Brasil, essa prática pode ser exemplificada pelos indicadores de Tarapoto, que consistem de 12 critérios e 77 indicadores de sustentabilidade da floresta Amazônica, agrupados em três categorias: Nível Nacional, Nível da Unidade de Manejo Florestal (UMF) e Nível Global (MMA, 2006).

À medida que mais tecnologias que reconhecidamente signifiquem maior sustentabilidade ambiental, social e econômica são adotadas, mais próximo fica o país de alcançar a sustentabilidade. Uma tecnologia que tenha sustentabilidade ambiental deverá considerar os processos ecológicos do ecossistema e a sua manutenção, ou seja, os efeitos decorrentes de uso não devem inviabilizar a capacidade de resiliência do ecossistema em resposta às intervenções.

Quanto à sustentabilidade social, a tecnologia deve proporcionar ou ser compatível com a melhoria da qualidade de vida, a geração de empregos e distribuição de renda para a população local, incluindo-os no processo de desenvolvimento. Finalmente, para ter sustentabilidade econômica, o investimento na aquisição e aplicação desta tecnologia não

poderá inviabilizar o retorno econômico da atividade. Quando determinadas tecnologias utilizadas para os mesmos fins são comparadas entre si, estas podem diferir quanto ao seu potencial de proporcionar redução dos impactos ambientais, utilização de mão-de-obra local ou ainda na redução de custos ou agregação de valor aos produtos advindos das atividades (MMA, 2006).

Assim, quando se verifica ao longo do tempo o aperfeiçoamento ou o surgimento de novas tecnologias que possuem maior potencial de proporcionar ganhos sociais, econômicos ou ambientais, isto pode ser considerado um indicativo de que está ocorrendo uma evolução tecnológica em direção à sustentabilidade, isto é uma evolução no indicador de Tarapoto. A partir do inventário das tecnologias existentes e da percepção de seu grau de utilização, será possível verificar se tecnologias mais apropriadas estão surgindo e sendo aplicadas, e se aquelas consideradas inadequadas estão sendo abandonadas (MMA, 2006).

2.4.1 Matéria-prima da indústria moveleira

A seguir, discorre-se sobre as matérias-primas utilizadas na produção de móveis.

2.4.1.1 Metais

Os insumos metálicos utilizados na indústria moveleira não diferem significativamente daqueles utilizados em outros setores. Esses insumos podem ser classificados em dois grupos principais: elementos estruturais e ferragens.

Os elementos estruturais constituem os móveis propriamente ditos e são compostos essencialmente por tubos e chapas.

As ferragens são produzidas principalmente em latão, liga de cobre e zinco. São utilizada como partes de móveis de metal ou de outros materiais e se constituem em importante ferramenta para o design de móveis (ROSA et al., 2007).

2.4.1.2 Madeira

A produção de madeira para uso industrial atingiu 187 milhões de m³ em 2016 (IBGE, 2017a). Desse volume, 170 milhões de m³ advieram de florestas plantadas e outros 17 milhões de m³, de florestas nativas (IBÁ, 2015).

As boas práticas de utilização da madeira visam à diminuição do desperdício, sua má utilização e a geração de resíduos, associada a sua gestão adequada, promove sua reutilização, reciclagem e cuidados antes da destinação final, separando-os por tipo, desta forma, é possível tornar a madeira um produto alinhado ao desenvolvimento sustentável (ABIPA, 2012).

2.4.1.2.1 Madeira Processada Mecanicamente

O setor de madeira mecanicamente processada é composto pelas indústrias de madeira sólida produtoras de madeira serrada, laminados e compensados, e demais produtos de maior valor agregado, tais como portas, janelas, molduras, partes para móveis, entre outros produtos beneficiados.

A estrutura produtiva do setor está bastante pulverizada, uma vez que é constituído por um grande número de empresas de pequeno porte com estrutura de produção tipicamente familiar. Os principais segmentos consumidores do mercado brasileiro são as indústrias de móveis e da construção civil (ABRAF, 2013).

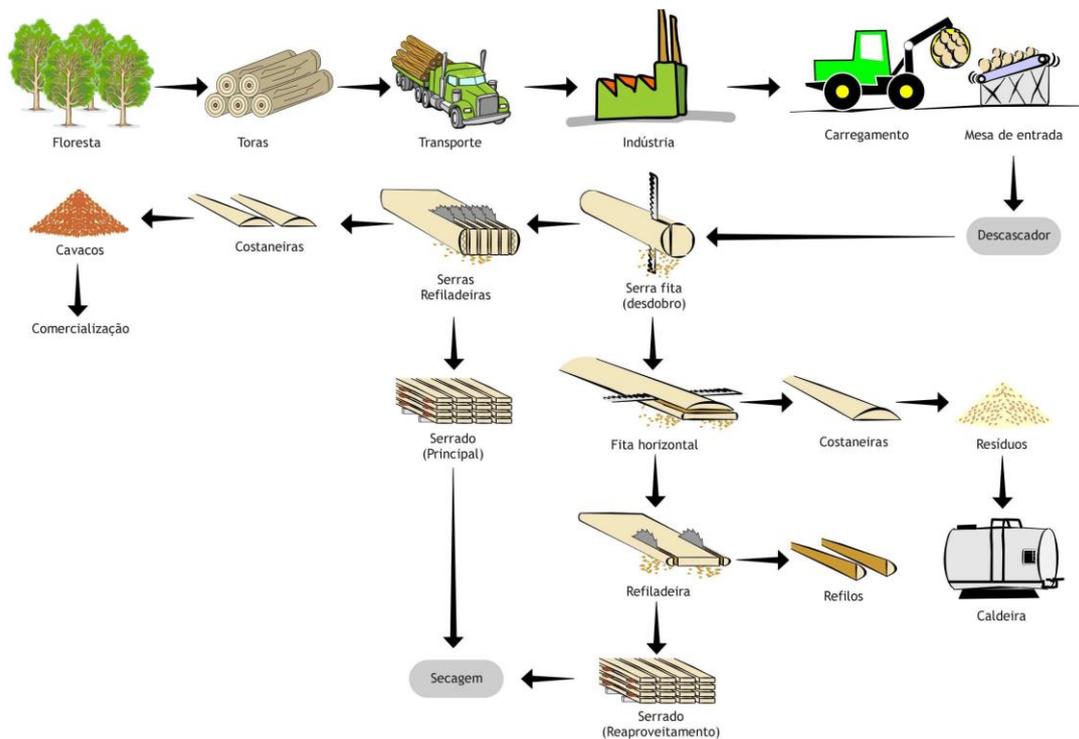


Figura 2.2 – Fluxograma Esquemático de Obtenção de Madeira Serrada (ABIMCI, 2009).

Nesse segmento, podem ser utilizadas madeiras de lei ou madeiras oriundas de florestas plantadas, principalmente de Eucalipto e Pinus. Trata-se de um segmento importante para o comércio exterior brasileiro, totalizando somente em 2015 US\$ 2,4 bilhões comercializados, sendo 95% desse valor correspondente a exportações (REZENDE et al., 2016).

2.4.1.2.2 Madeira Nativa

A madeira nativa ou madeira de lei tem como características principais a aparência diferenciada, a alta resistência física, a durabilidade e a usinagem. As principais madeiras de lei utilizadas são o jacarandá, o mogno, a imbuia, a cerejeira, o freijó e o marfim (ROSA et al., 2007).

Com a evolução tecnológica, as madeiras maciças passaram a ser utilizadas sobre painéis (aglomerados, MDF), o que otimiza a utilização dessa matéria-prima, observando, portanto, o conceito de sustentabilidade. O maior volume fica por conta de painéis produzidos com madeira de reflorestamento, principalmente devido às crescentes restrições de caráter ambiental para o uso de madeira de lei (D'AMBROS, 2011).

Nesse ponto, cabe destacar o excelente potencial brasileiro, uma vez que a maior parte das florestas plantadas no país se destina exclusivamente à produção da fibra de celulose (BIAZUS; HORA; LEITE, 2011).

2.4.1.2.3 Painéis de madeira Reconstituída

O setor de painéis de madeira reconstruída é formado pelas indústrias produtoras de painéis de MDP, MDF, OSB e chapas de fibra. As indústrias desse segmento são importantes fornecedoras de matéria-prima para as indústrias de móveis, construção civil e embalagens (MATTOS; GONÇALVES; CHAGAS, 2008).

Nos últimos anos, a produção e o consumo da indústria de painéis de madeira industrializada apresentaram o maior crescimento médio anual dentre os produtos florestais do Brasil. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira (ABIPA, 2012), esse aumento foi devido ao incremento do consumo doméstico e aos investimentos significativos realizados pelas indústrias do setor, as quais dobraram a capacidade nominal instalada na última década.

A substituição do uso de compensados pelos painéis de madeira industrializada na produção moveleira tem interferido de maneira expressiva no desenvolvimento do setor.

O crescimento do mercado de painéis na última década está fortemente ligado ao cenário econômico interno, em que o aumento de renda e o crescimento da construção civil são fatores que impulsionam o mercado imobiliário e o consumo de bens duráveis, implicando, conseqüentemente no aumento da demanda das indústrias por painéis de

madeira industrializada para a fabricação de produtos de consumo (TORQUATO, 2010).

2.4.1.3 Impactos ambientais das matérias-primas utilizadas na indústria moveleira

Uma peça de mobiliário pode ser feita de uma grande diversidade de materiais, o que por si só pode ser uma dificuldade para os produtores cumprirem com todos os requisitos ambientais necessários. Geralmente, os impactos ambientais são maiores na produção e tratamento das matérias-primas do que propriamente na produção. Assim, é lógico analisar os impactos ambientais do produto pelos principais materiais utilizados (MATOS, 2012), conforme a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Principais materiais usados na produção de mobiliário e seus impactos ambientais.

Material	Problema/Impacto ambiental
Madeira maciça	Gestão legal e sustentável das florestas originárias; tratamento superficial; uso de pesticidas (nas florestas plantadas); retardantes de fogo; tratamento com fungicidas. Impacto específico: perda de biodiversidade, erosão e degradação do solo e desmatamento.
Derivados de madeira	Práticas florestais, cola e acabamentos. Os acabamentos costumam incorporar resinas de formaldeído, melamina, resinas de poliuretano, acetato de vinil e etileno, epoxy; adição de retardadores de fogo (substância perigosa).
Metais (alumínio, aço inoxidável e ferro)	Extração (obtenção de bauxita para o alumínio e minério de ferro): contaminação de fontes de água, emissão de poeiras e ruído (durante a produção). Transformação: consumo de energia, liberação de metais pesados, emissão de poeiras, dióxido de azoto, dióxido de enxofre; Tratamento superficial (galvanização, pintura, lacagem, esmaltagem): emissão de metais pesados e outros compostos.
Plásticos	Consumo de energia; uso de aditivos (estabilizadores, plastificantes ou retardadores de fogo); liberação de substâncias perigosas (na produção e tratamento dos resíduos de plásticos). Emissão de hidrofluorcarbonetos (HCFC), susceptíveis de provocar depleção da camada do ozono, entre outros efeitos nocivos para o ambiente e saúde humana.
Têxteis e couro	Fase de cultivo (no caso das fibras naturais): uso de pesticidas; Fase de produção (no caso das fibras sintéticas): emissão de COV para o ar; Tratamento de fibras ou de pele (para produzir couro): emissão de corantes, pigmentos, fungicidas, compostos clorados, entre outros, para a água; Produção: liberação de substâncias perigosas como

	formaldeído e metais pesados, para obtenção do produto final. Inclui-se ainda a poluição da água decorrente do uso de corantes, pigmentos e fungicidas.
Materiais de acolchoamento e enchimento	Processo de produção utiliza substâncias perigosas e tóxicas (presentes nos materiais); Emissões de formaldeído.
Revestimento de superfície	Emissões de COV e substâncias tóxicas (principalmente metais pesados). Derrame/desperdício de revestimentos líquidos e em pó. Emissões resultantes da galvanização de metais. O excesso de tinta ou verniz no processo de pintura com spray pode chegar aos 80% do total aplicado. O melhor destino para estes resíduos é a incineração e não o aterro.

Fonte: Matos (2012)

2.4.2 A sustentabilidade e a indústria moveleira internacional

A introdução de equipamentos automatizados com base em controles numéricos concorreu para o incremento da produtividade na indústria de móveis. O ganho de escala resultante dessa transformação suprimiu o caráter artesanal da produção até então existente, eliminando desperdícios (DALLABRIDA, 2015).

Além dos avanços tecnológicos, o aumento da verticalização, ou seja, a presença de muitos produtores especializados na produção de componentes, também vem contribuindo para a flexibilização da produção (SOUZA; WEBER; CAMPOS, 2015).

Tanto na Europa como nos Estados Unidos, há uma grande concentração da produção final de móveis nas grandes empresas, enquanto que as pequenas e médias se especializaram no fornecimento de partes de móveis ou em segmentos específicos do mercado (SILVA, 2008).

O uso de novas matérias-primas e a crescente preocupação ambiental também são características no setor moveleiro internacional. A tendência observada é a mistura de diferentes materiais na confecção de um móvel, por exemplo, o MDF na região frontal que exige melhor acabamento, enquanto que nos fundos usem chapa dura ou até aglomerados. Assim, os diversos tipos de materiais são complementares uns aos outros e não concorrentes entre si (GORINI, 1998).

O novo estilo de vida na sociedade moderna prioriza uma maior funcionalidade e conforto. Desta forma, novos conceitos foram introduzidos ao conjunto, como o *ready to assemble* e *do it yourself*, ainda na década de 50 nos Estados Unidos, eliminando a necessidade de um profissional especializado em montagem (KENDALL, 2013).

Uma tendência importante dos países desenvolvidos é a especialização em design.

Até o fim da década de 1970, esses países eram grandes aquisitores e processadores de madeira bruta adquiridas de países em desenvolvimento. Contudo, a partir da década de 1980 os países em desenvolvimento passaram a fabricar móveis, aproveitando-se dos baixos custos de matéria-prima e mão de obra. Tornou-se imperativa a diferenciação via design e tecnologia, quesitos nos quais se destacaram os italianos (D'AMBROS, 2011).

É importante destacar que o design na indústria moveleira não se restringe à estética dos produtos. As inovações que surgem do desenvolvimento de um novo design provocam a diminuição do uso de insumos, do número de partes e peças envolvidas e do tempo de fabricação (DEVIDES, 2006). Pode-se afirmar que a combinação desses fatores torna a indústria de móveis mais sustentável.

2.4.3 O panorama do setor moveleiro nacional

A indústria brasileira passou por intensas modificações nas últimas décadas, mas ainda apresenta uma incipiente difusão de tecnologia de ponta e grande verticalização da produção (ROCHA et al., 2015). Muito embora um número considerável de empresas tenha investido em tecnologia de ponta principalmente a partir da década de 1990, essas ainda são poucas em relação ao universo de empresas desatualizadas (PAULA et al., 2010). Além disso, como não há muitas empresas especializadas na fabricação de partes, existe a verticalização, que aumenta o custo da produção doméstica.

Outro ponto de destaque é a elevada informalidade existente no setor moveleiro, em que são fracas as barreiras de entradas de novos *players*. A informalidade gera desotimização em toda cadeia produtiva, dificultando, por exemplo, a inserção de normas técnicas para padronização de móveis ou mesmo a certificação ambiental (SILVA, 2006).

Observa-se ainda, no panorama nacional, um grande potencial para difusão da madeira oriunda de florestas plantadas. É importante destacar que as florestas plantadas podem ser consideradas poços de carbono, que são responsáveis por produzir madeira de qualidade com características que têm potencial de substituir a madeira nativa nas aplicações destas em sistemas construtivos, contribuindo assim com a sustentabilidade do planeta (GERALDO, 2016).

O pleno aproveitamento desse potencial é dificultado pelo fácil acesso às florestas nativas, a carência de fornecedores experientes no plantio especializado e os baixos investimentos no projeto e design moveleiro.

A indústria de móveis nacional é composta por mais de 16 mil estabelecimentos, dos quais mais de 77% estão localizados nos principais polos moveleiros, na região Sul e

nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Com relação ao comércio exterior, destacam-se os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que juntos respondem por 71% das exportações nacionais.

Estima-se que em 2012 a indústria de móveis tenha gerado 126 mil empregos diretos e outros 94 mil indiretos. Se considerarmos a produção de madeira oriunda de florestas plantadas destinadas à produção de móveis, adiciona-se 113 mil empregos diretos e outros 85 mil indiretos (ABRAF, 2013).

Em 2011, o faturamento de toda a cadeia moveleira atingiu R\$ 35,1 bilhões, 11,4% a mais do que em 2010. Destaca-se o crescimento do mercado de painéis de madeira industrializada. No período entre 2002 e 2012 (10 anos), a produção anual de painéis de madeira industrializada cresceu de 3,1 milhões de toneladas para 7,3 milhões, um crescimento médio de 8,9% a.a. Da mesma forma, o consumo anual de painéis de madeira também cresceu de 2,8 milhões de toneladas, para 7,2 milhões, com incremento médio de 9,9% a.a. Em 2012, a produção de painéis de madeira industrializada cresceu 12,3% e o consumo, 10,8% (Figura 2.3).

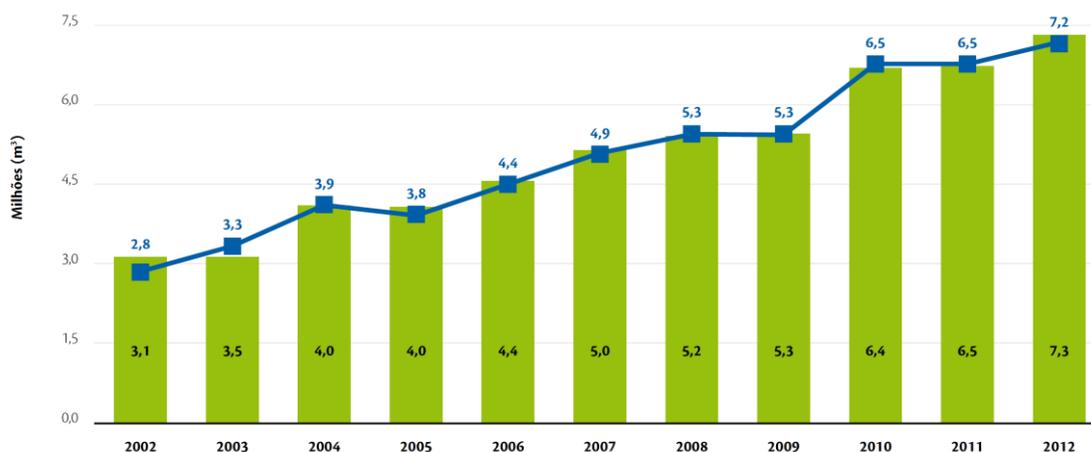


Figura 2.3 – Histórico da produção e consumo de painéis de madeira industrializada no Brasil, 2002-2012 (ABIPA, 2012).

O consumo nacional de móveis é suprido quase que integralmente pela produção doméstica, sendo o volume de exportações equivalente a US\$ 462 milhões em 2015 (REMADE, 2016). Os móveis residenciais respondem por 60% da produção total do setor, seguido dos móveis para escritórios (25%) e dos móveis institucionais (11%) (GARCIA; RODRIGUES; LEAL, 2015).

Assemelhando-se aos padrões internacionais, a indústria brasileira apresenta grande segmentação e se caracteriza pelo pequeno porte da grande maioria de seus

estabelecimentos Industriais. As micros e pequenas empresas representam 88% dos estabelecimentos e 16% do valor bruto da produção. As empresas de médio porte representam 12% dos estabelecimentos e 75% do valor bruto da produção (GORINI, 1998).

A Tabela 2.2 mostra a segmentação da indústria de móveis de madeira para residência.

Tabela 2.2 – Principais Características de Móveis de Madeira.

Tipo de móvel	Produção	Matéria-prima predominante	Porte das empresas	Principal mercado consumidor	Grau de tecnologia
Torneado	Seriada	Madeira de reflorestamento, especialmente serrado de pinus	Médias e grandes	Exportação	Alto
	Sob encomenda	Madeira de lei, em especial serrado de folhosas	Micros e pequenas	Mercado nacional, em especial para as classes média e alta	Baixo, quase artesanal
Retilíneo	Seriada	Aglomerado	Médias e grandes	Mercado nacional, em especial para as classes média e baixa	Alto
	Sob encomenda	Compensado e aglomerado	Micros e pequenas	Mercado nacional, em especial para as classes média e baixa	Médio

Fonte: ROSA et al. (2007)

2.4.4 A indústria moveleira do Distrito Federal

A indústria madeiro-moveleira do Distrito Federal se desenvolveu de forma mais acentuada nas décadas de 1980 e 1990 e totaliza cerca de 200 empresas legalmente constituídas. O segmento responde por 0,5% da produção nacional e ocupa a 3ª posição na região Centro-Oeste. Estima-se que o setor empregue diretamente mais de 3,5 mil trabalhadores, sendo um dos segmentos que mais emprega no DF (SEBRAE, 2007).

Em que pese o elevado número de empregos gerados, a falta de uma política clara para o setor moveleiro relega as indústrias do Distrito Federal a um patamar de pouca relevância em nível regional e nacional. Essa falta de incentivo contribui negativamente para o aperfeiçoamento da cadeia produtiva (SABLOWSKI et al., 2007).

A indústria se caracteriza por uma preponderância de pequenas empresas, com decisões de investimentos tomadas localmente. Além disso, toda a capacidade de inovação tecnológica se situa dentro do território, com difusão heterogênea. A fonte de matérias-primas é externa e as vendas se destinam tanto ao mercado interno quanto ao externo (SEBRAE, 2007).

2.5 O setor moveleiro e a Certificação Florestal

No setor florestal, as pressões relativas ao meio ambiente são bem nítidas, principalmente em função dos constantes desmatamentos ocorridos no passado. A primeira reação àquela realidade foi o boicote aos produtos oriundos de florestas tropicais pelos países desenvolvidos (COUTINHO; MACEDO-SOARES, 2002).

Com o passar dos anos, observou-se que essa não era uma medida eficaz. Passou-se então a outra estratégia: premiar o bom manejo. Essas práticas deveriam ser comprovadas por meio de certificação voluntária, homologada por uma organização independente (NARDELLI, 2001).

Para convencer o exigente consumidor, a certificação de manejo florestal requer um sistema que garanta a rastreabilidade da origem do produto, desde a floresta até a prateleira do mercado varejista (ALVES et al., 2009).

A certificação florestal tem sido aplicada em diversas indústrias, com destaque para a moveleira. Esse segmento passou a ser um requisito estratégico em parte das indústrias, em especial naquelas focadas no mercado de exportação (ALVES et al., 2009).

No Brasil, um dos maiores entraves à difusão da certificação florestal tem sido a escassez de matéria-prima certificada, o que encarece o produto regularizado. Outro fator é a baixa exigência do mercado interno, causada pela falta de conhecimento da certificação florestal por parte do consumidor.

Contudo Jacovine et al. (2006) constataram que o período de tempo gasto na implementação da certificação é considerado breve, além de os custos serem acessíveis para as empresas, no geral.

Um dos principais certificadores florestais no país é o Forest Stewardship Council (FSC), com sede na Alemanha e atuação no Brasil desde 2001 por meio do Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC Brasil). Atualmente no país, há mais de 30 mil selos FSC emitidos.

A certificação se baseia em duas exigências (ALVES et al., 2009):

- O Manejo Florestal (FM), que garante que a floresta é manejada de forma responsável, de acordo com os princípios e critérios próprios da certificação FSC; e
- A Cadeia de Custódia (COC), que garante a rastreabilidade desde a produção da matéria-prima que sai das florestas até chegar ao consumidor final.

A certificação é emitida por intermédio de instituições certificadoras credenciadas

e os requisitos para adequação estão dispostos na norma de Certificação de Cadeia de Custódia de Múltiplos Sites (FSC, 2014).

2.6 A preocupação ambiental na indústria madeiro-moveleira

As empresas do setor madeiro-moveleiro, preocupadas com a sua imagem diante de seu mercado alvo, buscam pela aquisição do certificado ambiental, cedido pela ISO 14001, uma maior vantagem competitiva diante de seus concorrentes, além de melhorar a imagem da marca e cooperarem de fato com a preservação do meio ambiente (QUEIROZ, 2013).

A ISO 14001 é uma norma certificável para o sistema de gestão ambiental. Ela pode ser utilizada para qualquer tipo de organização (indústria ou serviços). A ideia é que uma organização que busque excelência em gestão ambiental adote a ISO 14001 como referência. A certificação não é obrigatória. A empresa pode usar a ISO 14001 como diretriz de seu sistema de gestão e decidir não certificá-lo. Em geral, são atribuídas certificações por plantas, ou seja, uma organização com mais de uma planta pode ter mais de uma certificação ISO 14001 (OLIVEIRA, 2013).

Apenas 5% das empresas do ramo moveleiro possuem certificados ambientais concedidos pela ABNT no Brasil (MARCOVITCH, 2012). Esse fato não diminui a importância do tema em face ao histórico de desmatamento das florestas brasileiras (SCARCELLO; BIDONE; LACERDA, 2005).

A família de normas ISO 14000, que trata de gerenciamento ambiental, indica as empresas o que fazer para diminuir os impactos ambientais de seus processos produtivos e melhorar o seu desempenho ambiental (RIEKSTI, 2012). As normas ISO 14000 podem ser divididas conforme a Figura 2.4.

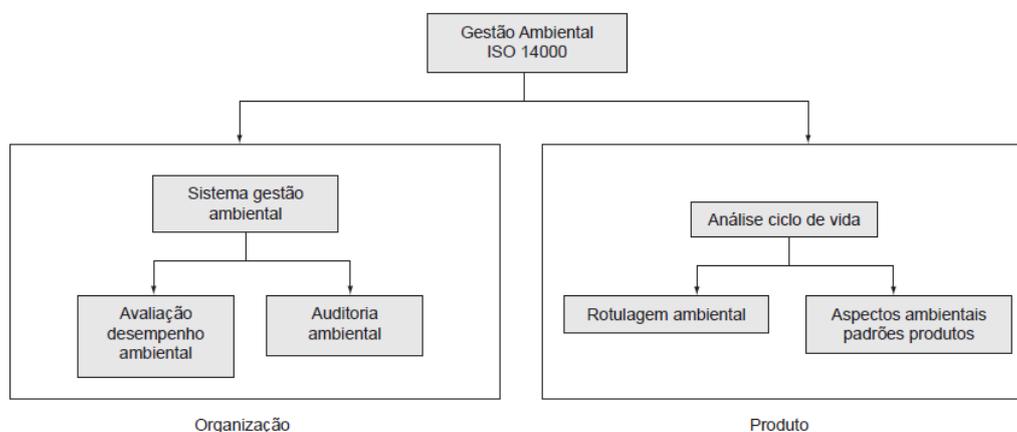


Figura 2.4 – Normas ISO 14000 orientadas para produtos e para processos (POMBO; MAGRINI, 2008).

Segundo a ISO 14000, o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é um conjunto de procedimentos e técnicas que visam a fornecer a uma empresa as ferramentas necessárias para definição de sua política ambiental, considerando os requisitos:

- Comprometimento com a melhoria contínua e a prevenção à poluição;
- Comprometimento com o atendimento à legislação ambiental do País e outros requisitos dos mercados que se deseja atingir;
- Estabelecimentos de objetivos e metas ambientais;
- Avaliação e monitoramento do atendimento aos seus objetivos e às metas ambientais;
- Conscientização e treinamento de todo o pessoal envolvido;
- Comunicação a todas as partes interessadas (acionistas, empregados e consumidores);
- Avaliação crítica do desempenho ambiental e adoção de medidas corretivas.

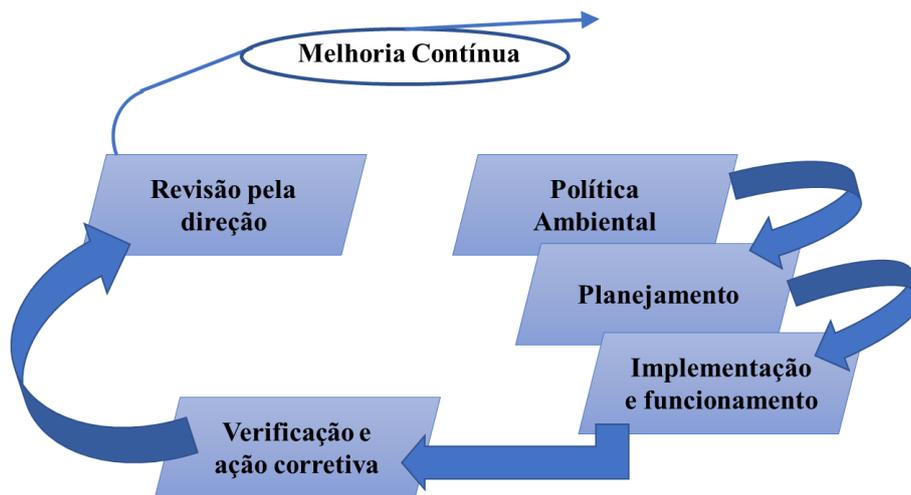


Figura 2.5 – Modelo PDCA.

Uma complementação à certificação ISO 14001 é o EMAS (Sistema Comunitário de Eco-Gestão e Auditoria). O EMAS tem por objetivo melhorar a performance ambiental e financeira das organizações e comunicar os êxitos na área do ambiente às partes interessadas e à sociedade em geral (VIEGAS; FERREIRA; DOMINGOS, 2005).

A Comissão Europeia reconheceu que a ISO 14001 pode proporcionar um “degrau” para o EMAS. Os requisitos da Norma ISO 14001: 2014 são uma parte integrante do EMAS. No entanto, o EMAS tem em consideração elementos adicionais para apoiar as organizações na melhoria contínua e significativa do seu desempenho ambiental (NOCTULA, 2017).

Nesse sentido, a rotulagem ambiental vem apoiar um esforço contínuo para melhorar e/ou manter a qualidade ambiental através da redução do consumo de energia e de materiais, bem como da minimização dos impactos de poluição gerados pela produção, utilização e disposição de produtos e serviços (ABNT, 2015)

Na indústria moveleira, a rotulagem é um procedimento de caráter voluntário que visa a demonstrar a conformidade da fabricação de um produto, segundo os critérios estabelecidos nas famílias de normas ABNT NBR ISO/IEC 9000, 14000 e 17000 (ABNT, 2009).

No caso dos produtos mobiliários, foi desenvolvido um programa de Rotulagem Ambiental da ABNT. A certificação tem por objetivo melhorar a qualidade ambiental através da redução do consumo de energia e de materiais, bem como da minimização dos impactos de poluição gerados pela produção, utilização e disposição de produtos e serviços (ABNT, 2009).

Os requisitos exigidos para a rotulagem estão em consonância com a visão geral sobre a avaliação do ciclo de vida do produto, conforme estabelecido na norma ABNT NBR ISO 14024, para programas de rotulagem ambiental do tipo I, e em informações de especificações para produtos similares de outros programas de rotulagem ambiental, desenvolvidos por outros membros do Global Ecolabelling Network – GEN (ABNT, 2015).

Os critérios técnicos para obtenção da certificação são muitos. A principal exigência diz respeito à origem da madeira e seus derivados. A pretendente deve evidenciar a origem legal do produto, garantindo a sustentabilidade desde a floresta até a fábrica.

Ainda segundo a ABNT, outra exigência diz respeito à vedação do uso de substância perigosa na produção de derivados de madeira. Os produtos vetados não podem ser utilizados nem mesmo em atividades de limpeza do local de produção, tais como:

- Solventes orgânicos halogenados ou agentes de ligação;
- Aditivos para polímeros de flúor ou cloro;
- Aziridina ou poliaziridinas;
- Pigmentos e aditivos que contenham estanho, chumbo, arsênio, cromo, cobre, cádmio;
- Mercúrio, estanho, antimônio e seus compostos orgânicos;
- Pentaclorofenol (PCP);

Com relação às madeiras naturais, são vedados tratamentos com fungicidas ou inseticidas classificados pela *International Agency for Research on Cancer* (IARC) como de periculosidade dos tipos 1 e 2 (WHO, 2015).

Caso o produto tenha tecidos em sua composição, há restrição para uso de determinados tipos de corantes.

Com relação ao local de produção, o fabricante não pode fazer uso formaldeído. Deve-se assegurar que o material particulado (pó de madeira), emitido no processo de produção, não seja liberado para a atmosfera. O fabricante deve ainda assegurar a proteção do pessoal envolvido em atividades potencialmente emissores de material particulado. A concentração de material particulado no ar deve ser menor que 3 mg/m³ para material respirável e menor que 10 mg/m³ para material inalável (ABNT, 2015).

Existem ainda especificações para armazenagem de produtos químicos, embalagem, rotulagem de produtos e descarte de resíduos gerados no processo produtivo.

Quanto aos resíduos gerados pela indústria moveleira, são várias as experiências que demonstram a viabilidade do uso comercial desses em processos Industriais. Hillig; Schneider e Pavoni (2009) apresentaram coletânea de estudos sobre o tema, desenvolvidos durante o projeto “Resíduo Moveleiro” que compreendeu o diagnóstico da geração de resíduos de 92 empresas do polo moveleiro da Serra Gaúcha. Os trabalhos apresentam experiências sobre geração de energia, gestão ambiental e fabricação de compostos com uso dos resíduos da indústria moveleira.

Para Moreira (2001), a implantação dos Sistemas de Gestão Ambiental enfrentou e ainda enfrenta resistências dos empresários do setor, em questões como:

- É caro e não dá retorno;
- Demanda muito tempo e esforço da empresa;
- Pode ser uma ameaça, uma vez que seus problemas ambientais são expostos e passam a requerer soluções em curto prazo;
- Controles ambientais exigem altos investimentos;
- Obter certificação exige comprometimento verdadeiro com a questão ambiental, e o empresário duvida de sua capacidade de sustentar isso.

Algumas empresas buscam superar barreiras, saindo na frente com a mídia ambiental. Contudo a aceitação da responsabilidade ambiental passa por uma tomada de consciência do seu papel social.

Segundo Colby (1991), são cinco os paradigmas de gestão ambiental:

- Fronteira Econômica – Progresso e infinito crescimento econômico assegurando a prosperidade.
- Proteção Ambiental – Negociações entre crescimento econômico e meio ambiente.
- Gestão de Recursos – Sustentabilidade como restrição necessária ao crescimento verde.
- Eco-desenvolvimento – co-desenvolvimento de homem e natureza.
- Ecologia Profunda – anticrescimento da sociedade para garantir harmonia com a natureza.

2.7 Experiências internacionais com rotulagem, certificação ambiental e acordos

No grupo de países da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico): Canadá, Coréia do Sul, Dinamarca, República Eslovena e República Tcheca – foram encontradas experiências com rotulagem e certificação ambiental. Sendo que é interessante notar, para os dois últimos países, a existência de múltiplos programas de rotulagem, abrangendo uma gama enorme de produtos e serviços. Conforme a Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Certificação e rotulagem nos países da OCDE.

País	Instrumento
Canadá	Programa de rotulagem ambiental para produtos e serviços (Environmental Labelling – EcoLogo): para ter o selo, o produto ou serviço, em sua produção ou função, deve melhorar a eficiência energética, reduzir a geração de substâncias ou produtos perigosos, usar materiais reciclados, ser reutilizável ou prover algum outro benefício ambiental.
Coréia do Sul	Certificação de produtos agrícolas ambientalmente amigáveis Certificação de edificações verdes Certificação para o uso de selo ambiental
Dinamarca	Rotulagem energética de edificações
República Eslovena	Rotulagem ambiental para: roupa de cama 100% algodão; agentes anticongelantes; embalagens plásticas biodegradáveis; máquinas de lavar; fontes elétricas de luz; aquecedores a combustível gasoso; grandes pranchas de madeira; detergentes para tecidos; detergentes líquidos; papel reciclado; calcário; pneus para veículos de passageiros; refrigeradores e congeladores domésticos; banheiras de metal esmaltadas e boxes de banheiro; papel higiênico de fibras 100% recicladas; adesivos hidrossolúveis; revestimentos hidrossolúveis

País	Instrumento
República Tcheca	Programas de rotulagem para: lavadoras de roupa e de louça; refrigeradores e congeladores; aquecedores de água; limpadores a vácuo; televisores; computadores; impressoras; copiadoras; fontes de luz; aparelhos multifuncionais; espelhos; produtos feitos de papel; papel e papelão; sacolas de compras; produtos têxteis; calçados; revestimentos de soalho, parede e escrivatinhas; adesivos e revestimentos à base de água; tubos e canos; produtos de limpeza líquidos; detergentes têxteis; agentes anticorrosivos; material para manutenção de inverno das estradas; adsorventes; lubrificantes e condutores e isolantes térmicos; móveis de metal; adubos; briquetes de madeira; aglomerados de madeira; brinquedos de madeira; material de escrita e desenho; escolas e instituições escolares; acampamentos; e serviços de acomodação de turistas.

Fonte dos dados: Banco de dados OCDE/EEA (JURAS, 2009).

Na Costa Rica, foi criado em 1994 o Programa de “Bandeira Ecológica”, que consiste na outorga de uma distinção às empresas que contribuem para a proteção do meio ambiente e a limpeza dos rios. Há três categorias:

- Tipo A, para o cumprimento das normas mínimas de qualidade quanto ao produto ou serviço e alcance da pontuação mínima requerida;
- Tipo AA, para o qual, além de cumprir os requisitos da bandeira anterior, deve alcançar a pontuação exigida e ter uma política de educação ambiental dirigida a todos os níveis da empresa ou instituição e estendê-la à comunidade, além de propiciar que as relações de trabalho, higiene, recreação, incentivos, promoção e estabilidade se situem no conceito de sustentabilidade;
- TipoAAA, para o qual deve cumprir os requisitos da bandeira anterior, alcançar a pontuação exigida e ter um sistema de gestão ambiental próprio, que cumpra os parâmetros e pontuações estabelecidos pela Comissão Nacional de Bandeira Ecológica, além de que seus produtos e serviços devem alcançar padrões mínimos de qualidade internacionais (JURAS, 2009).

Outras experiências em países da América Latina e Caribe são destacadas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Subsídios para o controle da poluição nos países da América Latina e Caribe.

País	Objeto	Propósito	Observações
Argentina	Energias renováveis	Regime Nacional de Energia Eólica e Solar: promover o uso da energia solar e eólica.	Postergação do pagamento do IVA para investimentos em energia solar e eólica; preço preferencial para o kWh gerado; aporte de recursos do Fundo para o Desenvolvimento Elétrico do Interior
	Energias renováveis	Projeto de Energia Renovável nas Áreas Rurais: promover o uso sustentável de energia ambientalmente adequada na área rural	Subsídio. Recursos de 120,5 milhões de dólares.
	Geral	Projeto de Gestão da Contaminação: apoiar a implantação de sistemas de gestão ambiental em pequenas e médias empresas.	Subvenções
	Geral	Programa de Apoio à Indústria de Maquinaria não Contaminante: apoiar o desenvolvimento da indústria de equipamentos não poluentes	Financiamento (aportes não reembolsáveis) a empresas que adquiram equipamentos, bens e serviços não poluentes de outras empresas argentinas
	Pesquisa e Desenvolvimento	Apoiar o desenvolvimento de projetos de alto risco tecnológico, com menor produção de resíduos	Aportes não reembolsáveis e empréstimo subsidiado para pequenas e médias empresas
	Camada de ozônio	Apoiar a conversão de indústrias	Doação
Barbados	Energia	Incentivar a economia de energia, com a instalação de aquecedores de água	Subsídios (isenção de impostos)
	Água	Incentivar a economia de água, com a instalação de coletores de água pluvial	Subsídios (isenção de impostos)
		Incentivar a economia de água, por meio de instalação de equipamentos de redução de consumo em hotéis	Subsídios (isenção do imposto de importação) para os equipamentos de redução de consumo de água
Chile	Camada de Ozônio	Incentivar a proteção da camada de ozônio	Subsídios parciais
	Geral	Incentivar tecnologias limpas	Créditos preferenciais para investimento em tecnologias limpas
Colômbia	Geral	Isenção do IVA para maquinaria ou equipamento importado para controle e melhoramento do meio ambiente.	-

País	Objeto	Propósito	Observações
		Isenção do IVA para os equipamentos e elementos, nacionais ou importados, relacionados a sistemas de controle e monitoramento necessários ao cumprimento das normas e padrões ambientais	
		Deduções do IR para investimento em controle e melhoramento do meio ambiente.	
	Energia renovável	Isenção do IR para a renda gerada pela venda de energia eólica.	-
	Ecoturismo	Isenção do IR para a renda gerada pelo ecoturismo.	-
Cuba	Geral	Plano de Investimentos em Meio Ambiente	Investimentos em meio ambiente (água, atmosfera, setor florestal, solo, resíduos sólidos e outros) Fundo Geral Nacional de Meio Ambiente
		Fundo Nacional de Meio Ambiente	Financiamento de projetos o Financiamento de projetos ou atividades, de interesses nacional, orientados para a proteção ou restauração do meio ambiente.
	Controle de poluição	Incentivar tecnologias limpas.	Desconto de até 50% do imposto de importação de equipamentos que promovam a redução da contaminação.
		Incentivar a melhoria das condições ambientais pelas indústrias	Créditos subsidiados para empresas que mais contaminam
Guatemala	Geral	Fundo Guatemalteco do Meio Ambiente	Financiamento para projetos nas áreas de saneamento, educação ambiental, recursos naturais, agricultura sustentável, mudanças climáticas, tecnologia limpa, qualidade ambiental e estratégias nacionais de meio ambiente e biodiversidade.
México	Geral	Isenção de tarifa alfandegária para investimento em equipamentos de controle ou prevenção da contaminação quando não haja produção de substitutos competitivos no México	O preço de importação desses equipamentos se reduz entre 15% e 20%.
	Geral	Depreciação acelerada de até 100% do investimento em equipamentos ambientais.	-

País	Objeto	Propósito	Observações
Venezuela	Geral	Isenção de impostos para investimento em tecnologias limpas e programas destinados à melhoria do ambiente – compensação de até 10% do total do custo mediante isenções fiscais durante cinco anos consecutivos e 10% adicional para programas e atividades de melhoramento ambiental na área de influência da unidade de produção.	-

Fonte dos dados: Banco de dados OCDE/EEA (JURAS, 2009).

No Brasil, há diversos programas de certificação, além dos pertencentes à área florestal, como FSC e Cerflor, também se destaca um acordo firmado em 1995, Protocolo Verde, mediante o qual as agências financeiras oficiais de fomento assumiram o compromisso de não financiar projetos potencialmente danosos ao meio ambiente e também de aumentar o suporte a iniciativas ambientalmente sustentáveis. Mais recentemente, o Governo federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente, iniciou uma série de diálogos com o setor produtivo, com acordos já firmados com vários setores dentre os quais se destaca os relacionados com setores da madeira, minério, indústrias de São Paulo, bancos públicos, brevemente com setores de bancos privados e Federação das Indústrias do Rio de Janeiro.

2.8 Gestão Ambiental

Integrar questões ambientais às estratégias de negócios, decorre da visão gestão ambiental como um diferencial competitivo e um fator de melhoria organizacional (D'AMBROS, 2011).

A gestão ambiental pode ser entendida como o somatório da política ambiental, do planejamento ambiental e do gerenciamento ambiental. A gestão ambiental é o processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço com vistas a garantir adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais, naturais, econômicos e socioculturais – às especificidades do meio ambiente, com base em princípios e diretrizes previamente definidos (NETTO, 2014).

O planejamento ambiental é o estudo prospectivo que busca adequar o uso, o controle e a proteção ambiental às aspirações sociais ou governamentais. O gerenciamento ambiental são as ações de gestão, sob iniciativa de agentes governamentais, incluindo a

participação da sociedade. A política ambiental trata-se do conjunto de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais ou governamentais no que concerne a regulamentação ou modificação no uso, controle e proteção do meio ambiente (NETTO, 2014).

Para Nusdeo (2012), os estudos sobre a evolução das políticas ambientais no Brasil apontam a existência de quatro etapas, conforme ilustra a Figura 2.6.

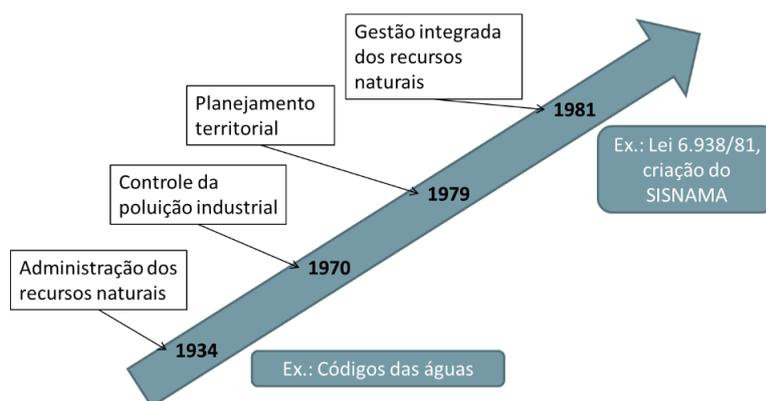


Figura 2.6 – Evolução das políticas ambientais no Brasil.

No início a preocupação estava restrita a administração dos recursos naturais (Códigos de Águas, por exemplo). Na década de 1970 passou a existir uma preocupação com poluição industrial e o planejamento territorial, culminando, já nos anos de 1980, com conceito de gestão integrada dos recursos naturais.

No Brasil, a política do meio ambiente é definida pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. O aspecto mais importante desta Lei é trabalhar em sistemas (Tabela 2.5), prevendo a atuação dos estados e outras áreas da administração pública.

Tabela 2.5 – Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

Tipo de órgão	Composição
Órgão Superior	Conselho de governo
Órgão Consultivo e Deliberativo	CONAMA
Órgão Central	Ministério do Meio Ambiente
Órgãos Executores	IBAMA e ICMBio
Órgãos Setoriais	Órgãos da administração pública com atribuições afins
Órgãos Seccionais	Órgãos estaduais
Órgãos Locais	Órgãos municipais

Fonte: Netto (2014)

O Órgão Superior (Conselho de Governo) tem a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais (AMADO, 2017).

O Órgão Consultivo e Deliberativo (CONAMA) tem a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais. Tem também como função deliberar sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente. Pode determinar a realização de estudos das alternativas e das possíveis consequências ambientais de projetos; homologar acordos visando transformar penalidades pecuniárias em obrigação de executar medidas de interesse para a proteção ambiental; determinar a restrição ou perda de benefícios fiscais concedidos pelo poder público; estabelecer normas e padrões nacionais para controle de poluição gerada por veículos automotores; e estabelecer normas e padrões relativos ao controle e a qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos naturais, em especial os hídricos (AMADO, 2017).

O Órgão Central (Ministério do Meio Ambiente) tem por finalidade planejar, coordenar e supervisionar a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente. Os Órgãos Executores (IBAMA e ICMBio) tem por missão executar e fazer executar as diretrizes e as políticas governamentais fixadas para o meio ambiente. Os Órgãos Seccionais (Estaduais e do Distrito Federal) são responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar degradação ambiental. Os Órgãos Locais (municipais) têm funções similares aos Órgãos Seccionais, mas limitados as suas respectivas jurisdições (AMADO, 2017).

A legislação ambiental brasileira apresenta o conceito de desenvolvimento sustentável na Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, na qual o art. 2º dispõe:

“A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”.

No art. 4º inciso I, a Política Nacional do Meio Ambiente visará:

“à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico. Essa lei estrutura o quadro legal e institucional da proteção ambiental no país”.

É importante salientar sobre a Política nacional do meio ambiente que em 1988 a Constituição Federal em seus artigos 170 e 225 considerou o conceito de desenvolvimento sustentável dado pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (SILVESTRE, 2004).

Os objetivos dos princípios que norteiam a gestão ambiental são: eficiência econômica, conservação ambiental, geração de benefícios, distribuição de renda e financiamento da gestão. Os instrumentos de gestão ambiental são: econômicos, de regulamentação, de persuasão, ações de educação, investimentos públicos e sistemas de informações ambientais (relatórios de qualidade ambiental). São condições para implantação dos instrumentos de gestão: simplicidade dos instrumentos adotados, facilidade de implementação e aceitabilidade política e social dos instrumentos propostos (BURSZTYN; BURSZTYN, 2013; NETTO, 2014).

Os instrumentos de comando e controle estabelecem normas, regras, procedimentos e padrões determinados para assegurar o cumprimento dos objetivos da política em questão, por exemplo, reduzir a poluição do ar ou da água (MOTTA, 2006).

Diferentemente dos instrumentos de comando e controle, o econômico tem o caráter indutor por meio da imposição de tributos e preços públicos, da criação de subsídios ou ainda, da possibilidade de transação sobre direitos de poluir ou créditos de não poluir (NUSDEO, 2006).

A regulamentação do tipo comando e controle tem sido a base dos sistemas de gestão do meio ambiente em quase todos os países do mundo. Os problemas da implementação das normas e regulamentos são comuns à maioria dos países em desenvolvimento, seja qual for seu nível de renda ou de crescimento econômico (MARGULIS, 1996).

Os instrumentos de mercado estabelecem direitos transacionáveis entre os agentes ou a negociação em mercado aberto. Tais direitos podem se referir à emissão de substâncias poluentes, a créditos decorrentes de práticas ou reposição de recursos naturais ou, ainda, de comprovada redução da emissão de substâncias poluentes ou de aquecimento da atmosfera (NUSDEO, 2012).

Para o funcionamento dos instrumentos de mercado há necessidade de criação de um sistema de teto e comércio: a autoridade ambiental estabelece um limite total de emissões

de um determinado poluente para um conjunto de fontes (NUSDEO, 2012). A partir daí estabelece-se o fluxo da Figura 2.7.



Figura 2.7 – Sistema de teto e comércio (Fonte: Autora).

Finalmente, a autoridade compara as emissões das empresas com suas quotas e impõe penalidades se aquelas ultrapassarem essas.

Os instrumentos de persuasão podem ser definidos como estímulos que levam a ações de indivíduos, grupos ou empresas que visam proteger o meio ambiente. Não são diretamente forçadas pela lei, tampouco induzidas por mecanismos financeiros (NOGUEIRA; PEREIRA, 2013). A ISO 14.000 – Requisitos para o Sistema de Gestão Ambiental – pode ser entendida como um exemplo de instrumento de persuasão. Outros exemplos típicos de instrumentos de persuasão são a difusão de informações, a educação ambiental, a negociação direta e o acordo voluntário.

São tipos de princípios ambientais: poluidor – pagador; usuário – pagador; prevenção; precaução; e participação.

O princípio do poluidor-pagador: estabelece que ao poluidor devem ser imputados os custos necessários à prevenção e ao combate à poluição. O princípio do usuário-pagador estabelece que os usuários de recursos naturais devem estar sujeitos à aplicação de instrumentos econômicos para que o uso e o aproveitamento desses recursos se processem em benefício da coletividade. Os princípios do poluidor-pagador e do usuário-pagador são utilizados para fundamentar a sustentabilidade (CASA; ZANINI; VASCONCELLOS, 2013).

Embora a Constituição de 1988 dedique todo um capítulo ao meio ambiente, nele não se defende a adoção de instrumentos econômicos: a mesma Constituição proíbe a criação de novos tributos, de modo que o princípio do poluidor-pagador não pode ser implementado sem uma emenda constitucional. Ainda assim, algumas taxas e multas fazem parte do sistema de controle, com o valor arbitrado pelo órgão de controle ambiental (MARGULIS, 1996). Além disso, o princípio do poluidor-pagador já foi utilizado para fundamentar o desenvolvimento sustentável no âmbito de julgados nos tribunais superiores brasileiros.

O México tem uma lei nacional do meio ambiente mais recente, que já incorpora o princípio do poluidor-pagador. Há pouco, o país instituiu em todo o território multas por desobediência às regras de controle de poluição da água (MARGULIS, 1996).

O princípio da prevenção contempla a ideia de que é melhor prevenir os danos ambientais do que remediá-los. De acordo com esse princípio, cabe ao empreendedor público ou privado: adotar ações de prevenção de danos ambientais comprovados, graves irreversíveis, a um custo economicamente aceitável (BURSZTYN; BURSZTYN, 2013).

O princípio da precaução complementa o princípio de prevenção. O princípio da prevenção se baseia numa avaliação de riscos, em função de certezas científicas vigentes, sabendo que o risco existe e que o dano acontecerá se nenhuma ação for empreendida. Já o princípio da precaução permite agir mesmo na ausência de toda certeza científica, ou seja, a falta de certeza científica não deve justificar a falta de ação (BURSZTYN; BURSZTYN, 2013).

O princípio da participação foi inscrito de forma explícita na Declaração do Rio, 1992, quando se afirmou, no princípio 10, que as questões ambientais são mais eficazmente tratadas quando envolvem a participação, em nível apropriado, de todos os cidadãos implicados. Afirma que os Estados devem facilitar e incentivar a conscientização e participação do público, mediante ampla divulgação das informações cabíveis. Os Estados também devem estimular a participação ativa da sociedade no processo decisório e nas ações de prevenção e controle ambiental (BURSZTYN; BURSZTYN, 2013).

O fornecimento de informações pode ser uma ferramenta útil. Produtores ou consumidores, muitas vezes, ignoram medidas de controle ambiental que reduzem, ao mesmo tempo, seus gastos totais. Em outras palavras, seria vantajoso adotar a prática, mas mesmo assim o consumidor ou produtor não a adota. Redução de desperdício no consumo doméstico de energia elétrica é um exemplo típico. Substituição de lâmpadas e de certos aparelhos elétricos seriam gastos que poderiam ser mais do que compensados pela redução com as despesas com o consumo de energia elétrica. Persuadir as pessoas a implementar essas mudanças dependeria, basicamente, de difusão de informações por meio de campanhas publicitárias e educativas (NOGUEIRA; PEREIRA, 2013).

As políticas ambientais devem estar integradas com as políticas macroeconômicas do governo, com os incentivos e regras do governo para os setores econômicos. Este é um aspecto crucial do sucesso de qualquer política. Os governos muitas vezes concedem fortes

incentivos ao fomento da atividade econômica e do emprego, por exemplo, e muitas vezes esses incentivos conflitam com alguma regra ambiental. Na ausência de regras muito claras e de uma boa coordenação dos incentivos governamentais, é típico dos agentes econômicos desconsiderarem as regras mais inibidoras (MARGULIS, 1996).

A escolha de instrumentos ambientais na realidade brasileira deve possuir algumas características básicas: (i) pluralismo (diferentes métodos, perspectivas, alternativas e soluções); (ii) natureza multidimensional da realidade que deve ser incorporada aos procedimentos; (iii) reconhecimento da subjetividade dos resultados; (iv) reflexividade (permitindo revisão e avaliação contínuas) e (v) transparência (permitindo a participação do mais amplo público possível). Fica evidente que temos um longo caminho para que possamos atingir um autêntico estágio de gestão ambiental no Brasil (NOGUEIRA; PEREIRA, 2013).

2.9 Avaliação do risco ambiental

O risco foi definido por Dagnino e Carpi Júnior (2007) como um evento, esperado ou não esperado, que se torna realidade. A ideia de que algo pode vir a ocorrer já se configura como um risco. Para Ittelson (1973), tudo que “circunda, envolve e engole” o trabalhador é classificado como ambiente.

Moura (2016) conceitua o risco ambiental como toda e qualquer possibilidade de que algum elemento ou circunstância existente em um dado processo e ambiente de trabalho possa causar dano à saúde, seja através de acidentes ou ainda através da poluição ambiental.

Dessa forma, os riscos ambientais resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território (VEYRET, 2007).

O sentido de risco ambiental pode ser restringido para meio físico no qual se efetua as atividades do trabalhador. O ruído, as vibrações, o calor, o frio, a altitude, os produtos tóxicos, quando excedem certos limites, podem provocar doenças ou alterar o bem-estar (LIMA, 2013).

Para Iida (2005), há uma série de fatores ligados ao projeto de máquinas e equipamentos, ao ambiente físico (iluminação, temperatura, ruídos, vibrações), ao relacionamento humano e diversos fatores organizacionais que podem ter uma forte influência sobre o desempenho do trabalho humano, provocando inclusive acidentes.

Rocha (1993) definiu o risco ambiental como “uma denominação genérica que se dá aos possíveis agentes de doenças profissionais que se pode encontrar em uma determinada atividade ou local de trabalho”. As relações entre os lugares e a produção de doenças resultam de um acúmulo de situações históricas, ambientais e sociais (SANTOS; NORONHA, 2001). Pela NBR 12543 (ABNT, 1999), os agentes químicos ou biológicos presentes em um determinado ambiente que tenham potencial de causar um efeito adverso direto ou indireto a um sistema biológico, dependendo de sua concentração no ambiente, é definido como contaminante. Portanto o contaminante ambiental possui propriedades capazes de induzir o surgimento de doenças, conforme ilustra a Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Divisão dos riscos ambientais capazes de caracterizar um ambiente insalubre.

Contaminantes de um determinado ambiente	Tipos
Agentes Químicos	Aerodispersóides, Gases, Líquidos, Sólidos e Vapores
Agentes Físicos	Iluminação, Temperatura, Sobrecarga Térmica, Radiação, Ruído, Vibração e Pressão atmosférica ambiente
Agentes Biológicos	Atividades de contatos permanentes do indivíduo com micro e macroganismos patogênicos que produza efeito adverso ao metabolismo humano.
Agentes ambientais diversos	Influências nocivas à saúde de ambientes considerados insalubres ao indivíduo

Fonte: ABNT (1999); Dellarosa e Colcaioppo (1994); e Lima (2013).

O reconhecimento de um risco à saúde do trabalhador requer o conhecimento detalhado dos métodos de trabalho, processos e operações, matérias-primas e produtos finais ou secundários (DELLAROSA; COLCAIOPPO, 1994).

Como exemplo de estudo, a identificação e descrição das atividades impactantes relacionadas ao polo madeireiro de Ubá foram realizadas utilizando uma Matriz de Interação, contendo as atividades impactantes em suas linhas e os fatores ambientais relevantes em suas colunas. A principal conclusão é a de que tal método se mostrou eficiente para avaliação de impactos ambientais do empreendimento em questão (SOUZA et al., 2011).

2.9.1 Gases

Os gases são substâncias que, nas condições normais de temperatura ambiente e pressão de uma atmosfera, se mostram em estado gasoso e não condensam. Entendem-se por vapores aqueles gases que podem se condensar nas mesmas condições (FELLEMBERG, 2011).

Os agentes químicos: neblina, névoa, poeira, fumos e fumaças, podem ser diferenciados segundo as definições da NBR 12543 (ABNT, 1999) e de acordo com suas propriedades físicas. A neblina é constituída por partículas líquidas formadas por condensação. A névoa é constituída por partículas líquidas formadas por ruptura mecânica de um líquido. Por sua vez, a neblina e a névoa exibem partículas líquidas com dimensões de 5 a 100 micrometros. A poeira é constituída por partículas sólidas, com dimensões de 0,5 a 10 micrometros, formada por ruptura mecânica de um sólido. Os fumos são partículas sólidas com dimensões que variam de 0,1 a 0,3 micrometros formados pela condensação de vapores de origem orgânica. De acordo com a NBR 12543 (ABNT, 1999), a neblina, a névoa, a poeira e os fumos são aerodispersóides.

Segundo a FUNDACENTRO (2007), as fumaças são aerodispersóides resultantes da combustão incompleta de materiais orgânicos e constituídas por partículas com diâmetro inferior a 1 micrometro. Portanto a aceção de fumaça é complexa, mas pode ser compreendida como uma mistura de sólidos em suspensão, vapores e gases, identificados quando um material sofre o processo de pirólise ou combustão.

O conjunto dos produtos de combustão que escapam por chaminés ou outros meios, aceleram suas próprias transformações físico-químicas, modificando-se e alterando trechos volumosos da atmosfera e, em seguida, os seus subprodutos, poluentes secundários e terciários invadem outros meios receptores: as nuvens, as neblinas, as chuvas, o solo, o subsolo, as águas, as plantas, os animais e as pessoas (LORA, 2000).

As partículas de fuligem constituem um problema à parte porque são capazes de adsorver substâncias químicas tóxicas em suas superfícies irregulares. As partículas de fuligem predominam no gás de combustão do diesel ou na fumaça da queima da madeira.

A NBR 6016 (ABNT, 1986) prescreve o método de avaliação do teor de fuligem no gás de escape de motor alternativo de combustão interna, ciclo diesel, de injeção

direta ou indireta, com ou sem superalimentação e em qualquer condição usual de trabalho, utilizando a escala de Ringelmann² reduzida.

A NR 15 (BRASIL, 1978), em seu Anexo XIV, menciona a relação das atividades que envolvem os agentes biológicos. Essa norma caracteriza a insalubridade pela avaliação qualitativa através do trabalho ou operações em contato permanente com os agentes biológicos. De acordo com a NR 15, o trabalho ou operações em contato permanente com paciente em isolamento por doenças infectocontagiosas, com lixo urbano (coleta e industrialização), esgotos (galerias e tanques), resíduos de animais deteriorados, contato em laboratórios com animais destinados ao preparo de soro, vacina e outras formas de contato citados pela norma, caracterizam um ambiente possuidor de insalubridade de grau máximo ou de grau médio.

Faria et al. (2006) estudaram as condições ambientais do trabalho rural, em especial a exposição às poeiras orgânicas e minerais. Esse trabalho abrangeu 1.397 trabalhadores e concluiu que o trabalho agrícola envolve com frequência grande exposição a vários tipos de poeiras orgânicas e minerais. Os agricultores que trabalhavam em ambientes com maior concentração de poeiras, em especial os avicultores, tinham mais sintomas respiratórios de asma e de doença respiratória crônica.

Ferreira et al. (2012) estudaram os efeitos auditivos da exposição combinada do monóxido de carbono (CO) e o ruído. Efeitos auditivos significantes foram identificados na audição dos trabalhadores expostos ao CO e naqueles expostos somente ao ruído.

Presente nos processos Industriais como alto-forno, o CO é membro da categoria dos asfixiantes químicos, pois impede a obtenção do oxigênio do ar atmosférica e bloqueia a utilização do oxigênio para os tecidos, mesmo que haja concentração suficiente de oxigênio presente no ar. Segundo Lee (1996), o monóxido de carbono é um gás perigoso, incolor, inodoro e tóxico. Forma-se na combustão de carbono em quantidade limitada de ar. É produzido pela combustão incompleta de matérias carbonáceas orgânicas, como o

² Escala impressa, constituída de seis campos de densidade colorimétrica, 0, 20, 40, 60, 80 e 100%, determinados por reticulados de 1 cm de linhas negras e de espessura definidas, sobre fundo branco fosco e que devem ser observados a uma distância que permita a visualização das tonalidades de modo uniforme (ABNT, 1986).

carbono, a madeira, o papel, o óleo, o gás e a gasolina (LACERDA; LEROUX; MORATA, 2005).

A existência de uma intoxicação crônica ao CO, resultante de uma exposição prolongada a baixas concentrações, pode ocasionar efeitos tóxicos cumulativos, como insônia, cefaleia, fadiga, diminuição da capacidade física, tonturas, vertigens, náuseas, vômitos, distúrbios visuais, alterações auditivas, doenças respiratórias, anorexia, síndrome de Parkinson, isquemia cardíaca, cardiopatias e arteriosclerose (LACERDA; LEROUX; MORATA, 2005).

A Tabela 2.7 relaciona os sintomas clínicos relacionados à concentração de COHb no sangue.

Tabela 2.7 – Relação entre teor de CO do ar e a formação de Carboxihemoglobina (COHb) no sangue.

Concentração de CO no ar	Proporção de COHb no sangue	Sintomas Clínicos
60 ppm ou 0,006% em vol.	10%	Indícios de dificuldade visual, dor de cabeça leve.
130 ppm ou 0,013% em vol.	20%	Dores abdominais e de cabeça, cansaço, primeiras manifestações de perda de sentidos.
200 ppm ou 0,020% em vol.	30%	Desmaio, paralisia, primeiros distúrbios respiratórios, às vezes colapso das funções respiratórias.
660 ppm ou 0,066% em vol.	50%	Coma, paralisia, bloqueio das funções respiratórias.

Fonte: Felleberg (2011).

De acordo com a Tabela 2.4, presente no ar, o monóxido de carbono, uma vez inalado, promoverá no processo respiratório do indivíduo uma disputa entre CO e O₂ para formarem ligações com as moléculas de hemoglobina. No entanto as moléculas de hemoglobina reagem mais fortemente com o CO do que com o O₂. Em suma, as moléculas de hemoglobina perdem sua função de transporte de oxigênio no sistema circulatório.

O sítio ativo com Fe na hemoglobina se liga com CO 320 vezes mais firmemente do que com o O₂ (SPIRO; STIGLIANI, 2008). A reação do CO com a hemoglobina segue a lei de ação das massas, constitui-se em uma reação de equilíbrio químico $CO_{ar} \leftrightarrow CO - Hb$.

Pela tabela, quando a concentração ambiente de CO atinge 130 ppm, a ocupação percentual da carboxihemoglobina nos sítios de ligação de hemoglobina no sangue do indivíduo se eleva para 20%.

Assim, os valores de COHb da Tabela 2.4 só serão atingidos se uma pessoa em repouso estiver exposta as correspondentes concentrações de CO durante 10 horas. Com crescente intensidade de respiração, este equilíbrio se estabelece mais rapidamente. Como regra aproximada, pode-se admitir que o dobro da frequência respiratória seja atingido na metade do tempo; com o triplo da frequência, em um terço do tempo (FELLEMBERG, 2011).

Além do CO, existem outros gases potencialmente perigosos, como é o caso do sulfeto de hidrogênio (H₂S). O H₂S é um gás incolor, de cheiro desagradável característico que, devido a sua toxidez, é capaz de irritar os olhos e/ou atuar no sistema nervoso e respiratório, podendo matar, de acordo com a concentração, um ser humano em questão de minutos. É bastante inflamável e sua temperatura de autoignição é de 260°C, enquanto que o limite de baixa explosividade é da ordem de 4,3% no ar em volume (MAINIER; ROCHA, 2003). O composto H₂S possui ponto de fusão e ponto de ebulição de -86°C e -60°C respectivamente (LEE, 1999).

Tabela 2.8 – Efeito do Sulfeto de Hidrogênio nos Seres Humanos.

Concentração H ₂ S(ppm)	Tempo de Exposição	Efeito nos Seres Humanos
0,05 – 5	1 min	Detecção do odor característico
10 – 30	6 – 8h	Irritação dos olhos
50 – 100	30 min – 1h	Conjuntivite, dificuldades de respiração
150 – 200	2 – 15 min	Perda de olfato
250 – 350	2 – 15 min	Irritação dos olhos
350 – 450	2 – 15 min	Inconsciência, convulsão
500 - 600	2 – 15 min	Distúrbios respiratórios e circulatórios
700 - 1500	0 – 2 min	Colapso, morte

Fonte: Mainier e Rocha (2003).

Quando se respira, o H₂S penetra pelos pulmões e chega à corrente sanguínea. O sistema de proteção do organismo oxida o H₂S, transformando-o em um produto inócuo. Mas o H₂S reage com enzimas que contêm elementos metálicos, como o cobre, o zinco e

o ferro formando sulfetos metálicos, e, conseqüentemente, acarreta na perda de sensibilidades importantes ao indivíduo. O excesso de H₂S age no centro nervoso do cérebro que comanda a respiração, resultando na paralisação do sistema respiratório. Os pulmões param de trabalhar e a pessoa se asfixia e acaba morrendo (MAINIER; ROCHA, 2003).

Freitas, Porte e Gomez (1995) fizeram um estudo sobre acidentes envolvendo substâncias perigosas nas atividades de transporte, armazenamento e produção industrial de produtos químicos. Nesse estudo, o sulfeto de hidrogênio foi classificado como um gás extremamente perigoso para a saúde humana.

A literatura relata ainda que a medição de gases CO, H₂S e combustíveis geralmente vem acompanhada de outros gases, conforme exposto no Apêndice II. Estudos anteriores relatam amplamente as situações de risco ambiental por exposição a agentes químicos, em especial ao monóxido de carbono, em carvoarias.

A NR 15 (BRASIL, 1978), Anexo XI, traz os limites de tolerâncias para exposição a agentes químicos no ambiente de trabalho. Dependendo da concentração de gases, a norma estabelece um fator de desvio. O valor máximo admissível para o gás dado pela equação (2):

$$\text{Valor máximo} = LT \times FD \qquad \text{Equação 1}$$

Em que:

LT – Limite de Tolerância para o agente químico

FD – Fator de desvio para o agente químico

No nosso estudo, foram analisadas as concentrações de monóxido de carbono e sulfeto de hidrogênio. Os valores máximos estabelecidos pela NR 15 estão dispostos na Tabela 2.9.

Tabela 2.9 – Limites de Tolerância de gases em dispersão.

Gás	Concentração até 48h/semana (ppm)	Grau de insalubridade em caso de caracterização
Monóxido de carbono	39	Máximo
Sulfeto de hidrogênio	8	Máximo

Fonte: NR 15, Anexo XI, Quadro I. Brasil (1978).

A NR 15 (BRASIL, 1978) em seu Anexo XI, no quadro nº 1, traz todos os valores fixados dos agentes químicos como “Asfixiantes Simples” que determinam que nos ambientes de trabalho, em presença dessas substâncias, o nível mínimo de concentração de oxigênio no ar deverá ser de 18% em volume. As situações nas quais a concentração de oxigênio estiver abaixo desse valor serão consideradas de risco grave e iminente.

Fantoni (2014) realizou estudo de caso em uma indústria do ramo moveleiro na cidade de Curitiba/PR, onde foi analisado um dos setores mais críticos na fabricação de móveis: as cabines de pintura e os riscos envolvidos na armazenagem e manuseio de líquidos inflamáveis. Nesse trabalho foram identificadas situações de risco quanto à presença de gases inflamáveis ou tóxicos nas operações de transferência de líquidos inflamáveis, enchimento de recipientes ou de tanques. A autora identificou que, para controle desses riscos, a empresa estudada dispunha apenas de ventilação natural e mecânica.

2.9.2 Qualidade do ar

A qualidade do ar de uma região é influenciada diretamente pelos níveis de poluição atmosférica, os quais estão vinculados a um complexo sistema de fontes emissoras estacionárias, como indústrias, queima de lixo, emissões naturais, etc.; e móveis, como veículos automotores, aviões, trens, etc. A magnitude do lançamento dessas emissões, seu transporte e diluição na atmosfera, determinam o estado atual da qualidade do ar atmosférico (LMQA, 2000).

Além dos compostos de enxofre, halogenados, nitrogenados, monóxidos de carbono, o material particulado é considerado um poluente do ar. A Matéria Particulada Suspensa (MPS) é uma mistura de compostos no estado sólido ou líquido.

A matéria particulada suspensa pode ser descrita como variedades de partículas e gotas (aerossóis) pequenas e leves o suficiente para permanecerem suspensas na atmosfera durante períodos curtos (partículas grandes) ou períodos longos (partículas pequenas), causando também fumaça, pó e neblina (MILLER JR, 2014).

A Figura 2.8 demonstra a relação entre o tamanho da partícula e a definição usual do material particulado.

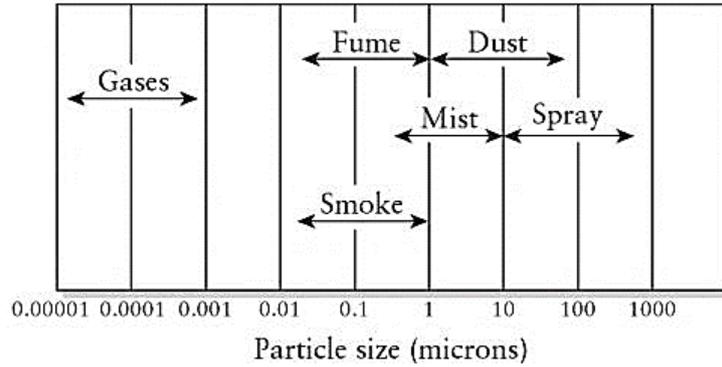


Figura 2.8 – Definição dos particulados poluentes por tamanho (VESILIND; MORGAN, 2011)

Segundo Morgan (2013), a maior parte do conhecimento dos efeitos da poluição do ar estão associados ao estudo de episódios traumáticos como o Caso Donora³. Mesmo nesses casos, os cientistas tiveram dificuldades para definir o elemento responsável pelas intoxicações. No caso Donora acredita-se que a ação combinada de particulados com o dióxido de enxofre produziu os problemas de saúde e até mortes, principalmente nas populações que já sofriam com problemas cardiorrespiratórios. A tragédia obrigou o estado da Pensilvânia e o governo federal americano a enviar ao congresso, em 1955, a Lei do Ar Limpo, que só foi aprovada em 1972.

O material particulado produzido no interior de uma indústria de móveis pode ser conduzido pelo vento para poluir o ar exterior. Da mesma forma, os poluentes do ar exterior, oriundos de processos naturais ou pela ação humana, podem se infiltrar no interior dos edifícios residenciais ou comerciais, e, sobretudo, podem reagir com outras substâncias químicas, utilizadas ou produzidas dentro de um determinado ambiente interno, para formar novos poluentes. Miller Jr. (2014) afirma que especialistas em análise de risco

³ A cidade de Donora está localizada às margens do Rio Monongahela, em um vale cercado de altos rochedos. Em 25 de outubro de 1948, uma nuvem de poluição, que era comum na cidade, coincidiu com uma inversão térmica. Essa condição meteorológica, sem relação com a poluição, limitou o movimento ascendente do ar e criou uma espécie de barreira sobre o vale. Como consequência, houve um episódio de intoxicação do ar em larga escala, conhecido como *smog*, acrônimo de *smoke* (fumaça) e *fog* (neblina). O smog levou mais da metade da população de 15 mil habitantes aos hospitais e matou 21 pessoas num intervalo de poucas horas.

classificam a poluição do ar interior e exterior como problemas de saúde humana de alto risco.

A Portaria n. 231, de 27 de abril de 1976, do Ministério do Interior, estabelece padrões nacionais de qualidade do ar para material particulado.

A Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989, criou o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (PRONAR), com o propósito de promover a orientação e o controle da poluição atmosférica no Brasil, envolvendo estratégias de cunho normativo, como o estabelecimento de padrões nacionais de qualidade do ar e de emissão na fonte, a implementação de uma política de prevenção de deterioração da qualidade do ar e o desenvolvimento de inventários de fontes e poluentes atmosféricos.

A Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, estabeleceu padrões de qualidade do ar, determinando as concentrações de poluentes atmosféricos que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora, à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

A Resolução CONAMA nº 8, de 6 de dezembro de 1990, estabeleceu, em nível nacional, limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) para processos de combustão externa em fontes novas fixas de poluição com potências nominais totais até 70MW (setenta megawatts) e superiores.

Para Braga et al. (2005), a legislação brasileira segue muito de perto a legislação norte americana. A Tabela 2.10 apresenta os padrões de qualidade do ar adotado nos EUA.

Tabela 2.10 – Parâmetros de qualidade do ar utilizados nos EUA (BRAGA et al., 2005).

Poluente	Amostragem	Padrões Primários	Padrões Secundários
Monóxido de Carbono (CO)	Média de 8h	9ppm (10mg/m ³)	
	Média de 1h	35ppm (40mg/m ³)	
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Média Aritmética Anual	0,053 ppm (100µg/m ³)	0,053 ppm (100µg/m ³)
Ozônio (O ₃)	Média de 1h	0,12 ppm (235 µg/m ³)	0,12 ppm (235 µg/m ³)
	Média de 8h	0,08 ppm (157 µg/m ³)	0,08 ppm (157 µg/m ³)
Chumbo	Média trimestral	1,5 µg/m ³	1,5 µg/m ³
Material Particulado < 10 mm	Média Aritmética Anual	50 µg/m ³	50 µg/m ³

Poluente	Amostragem		Padrões Primários	Padrões Secundários
	Média de 24h		(150 µg/m ³)	150 µg/m ³)
Material Particulado < 2,5 µm	Média Aritmética Anual		15 µg/m ³	15 µg/m ³
	Média de 24h		65 µg/m ³	65 µg/m ³
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Média Aritmética Anual		0,03 ppm (80 µg/m ³)	
	Média de 24h		0,14 ppm (365 µg/m ³)	
	Média de 3h			0,50 ppm (1300 µg/m ³)

Para manter o público informado sobre a qualidade do ar em situações críticas, a Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), utiliza o chamado Índice de Qualidade do Ar (IQA). Esse índice é obtido dividindo-se a concentração de um determinado poluente pelo seu padrão primário de qualidade (Tabela 2.10), multiplicando-se o resultado por 100. O resultado é classificado conforme a Tabela 2.11.

Tabela 2.11 – Relação do IQA com a qualidade do ar (BRAGA et al., 2005).

IQA	Qualidade do ar
0-50	Boa
51-100	Aceitável
101-199	Inadequada
200-299	Má
300-399	Péssima
Maior que 400	Crítica

No caso da Cetesb, são monitorados o CO, SO₂, O₃ e Material Particulado (MP), sendo considerado o pior caso para classificação da qualidade do ar (BRAGA et al., 2005).

No Estado de São Paulo, a Cetesb aumentou a vigilância sobre as indústrias através do seu sistema de monitoramento de qualidade do ar. Quando este sistema identifica altas concentrações de poluentes, é posto em prática um plano de redução da produção nas indústrias, objetivando diminuir a emissão dos poluentes Industriais.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) em parceria com Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), os órgãos estaduais de meio ambiente de oito estados e o Distrito Federal, elaboraram o Primeiro Diagnóstico da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil. O MMA apoiou tecnicamente o trabalho que começou em 2013 e faz

referência ao período de 2000 a 2012. O estudo mostrou a cobertura da rede de monitoramento de qualidade do ar, operada pelo poder público nas regiões metropolitanas e demais localidades onde há monitoramento da qualidade do ar, nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Sergipe, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná e no Distrito Federal (INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2014)

Nobre, Camilo e Alves (2013) realizam um estudo para a elaboração de uma proposta de melhoria de qualidade do ar interno de uma indústria moveleira existente na cidade de Missal, estado do Paraná. O trabalho concluiu que todas as máquinas devem ser ligadas às tubulações de coleta, além de melhorias no sistema de exaustão, com o objetivo de melhorar a segurança dos colaboradores.

2.9.3 Estresse Térmico

O desconforto térmico no local de trabalho ocasiona perda do rendimento de trabalhador em função de indisposição e fadiga. No extremo, pode inclusive ocasionar acidentes (WEINER, 1971). Para Lida e Guimarães (2016), os postos de trabalho devem conter termostato, sendo a temperatura ajustável ao esforço físico do trabalhador.

A sobrecarga térmica é a situação em que o organismo está ganhando determinada quantidade de calor, devido ao metabolismo ou as condições ambientais desfavoráveis, ao utilizar a evaporação para perder esse calor (SOUZA; MINETTE; SILVA, 2008).

A NR 17 (BRASIL, 1978) estabeleceu que o índice de temperatura efetiva nos locais de trabalho deve estar entre 20°C e 23°C; o limite máximo de velocidade do ar de 0,75 m/s, e limite mínimo de umidade relativa de 50%. Já Grandjean (1986) sugeriu que a temperatura de trabalho mais confortável seria 24°C.

A NR 15 (BRASIL, 1978), em seu Anexo IX, afirma que as atividades ou operações executadas no interior de câmaras frigoríficas ou em locais que apresentam condições similares, expõem os trabalhadores ao frio. Também em seu Anexo X, faz alusão à umidade, mostrando que as atividades ou operações executadas em locais alagados ou encharcados, com umidade excessiva, capazes de produzir danos à saúde dos trabalhadores, são consideradas insalubres.

A NR 15 (BRASIL, 1978) trouxe ainda o conceito de exposição ao calor. Segundo a norma, a exposição ao calor deve ser avaliada através do "Índice de Bulbo Úmido

Termômetro de Globo" (IBUTG). De acordo com as medições, as atividades devem ser classificadas em leves, moderadas e pesadas.

Os aparelhos que devem ser usados nesta avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum.

O IBUTG é calculado por meio das equações 3 e 4 que se seguem (EQUIPE ATLAS, 2015):

- Ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$IBUTG = 0,7 \times tbn + 0,3 \times tg \quad \text{Equação 2}$$

- Ambientes externos com carga solar:

$$IBUTG = 0,7 \times tbn + 0,2 \times tg + 0,2 \times tbs \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

tbn - temperatura de bulbo úmido natural

tg - temperatura de globo

tbs - temperatura de bulbo seco.

A temperatura de globo é aquela medida por um termômetro convencional de mercúrio, cujo bulbo se encontra seco e protegido por uma esfera oca pintada externamente de preto fosco. Essa medida não considera a radiação e a velocidade do vento.

A temperatura de bulbo seco é similar à de globo, salvo pela ausência de proteção do termômetro. Nessa medição, são consideradas a influência da radiação e do vento.

A temperatura de bulbo úmido é aquela medida com um termômetro de mercúrio convencional, com o bulbo envolto por um pano umedecido. A temperatura de bulbo úmido é a que se sente quando a pele está molhada e está exposta à movimentação de ar. Ao contrário da temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido é uma indicação da quantidade de umidade no ar. Quanto menor a umidade relativa do ar, maior o resfriamento.

Teixeira (2013) propôs um método para medição e caracterização de poeiras suspensas no ar durante o corte do MDF. O experimento foi realizado em fábricas de móveis de Lavras/MG e foram analisados e correlacionados os fatores ambientais

temperatura, umidade do ar, iluminação, ruído e poeiras suspensas no ar. Os fatores temperatura, ruído e poeira extrapolaram os limites de tolerâncias das normas específicas. A iluminância, que pode causar ofuscamento da visão dos trabalhadores, apresentou forte amplitude de variação.

2.9.4 Iluminação

A iluminância ou intensidade de iluminação pode ser entendida como a relação entre o fluxo luminoso incidente sobre uma superfície e a área desta. O Inmetro denomina essa grandeza de iluminamento. A unidade de iluminância é o lux (lx), definido como a iluminância de uma superfície de 1 m² recebendo uma fonte puntiforme, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen uniformemente distribuído (NISKIER; MACINTYRE, 2000).

$$E \text{ (lux)} = \frac{\Phi \text{ (lúmen)}}{S \text{ (metro quadrado)}} \quad \text{Equação 4}$$

De acordo com a NBR 5413 (ABNT, 1992), uma boa iluminância para ambiente de trabalho interno é de aproximadamente 1.000 lux. Como referência, um dia ensolarado de verão, em local aberto, tem iluminância de 100.000 lux.

Souza et al. (2008) ponderaram que a iluminância ideal para as diferentes atividades florestais deve se enquadrar na faixa de 100 a 300 lux. Por outro lado, a NBR 5101 (ABNT, 2012) estabelece que vias com baixa movimentação devem ter iluminação de 3 a 5 lux, dependendo da existência ou não de tráfego de veículos. A iluminância depende ainda das cores das paredes, do piso e do teto. A Tabela 2.12 apresenta os fatores de reflexão de diversas cores.

Seguindo a NBR 15215-4 (ABNT, 2004), as medições de iluminância podem ser realizadas em ambientes reais ou em modelos físicos executados em escala reduzida.

Melo et al. (2003) aferiram que os trabalhadores do setor de distribuição de energia elétrica percebiam a deficiência da iluminação como uma das principais ameaças a realização de um trabalho seguro. Minette et al. (2007) constataram que as principais máquinas de colheita florestal possuíam iluminação interna. Aferiu-se ainda que, no caso

do feller buncher (tratores florestal derrubador, acumulador e embandeirador), a plataforma e os degraus de acesso à cabine não possuíam iluminação.

Tabela 2.12 – Fatores de reflexão das diversas cores (refletância).

Cor	Refletância (%)
Branco	75 a 85
Marfim	63 a 80
Creme	56 a 72
Amarelo Claro	65 a 75
Marrom	17 a 41
Verde Claro	50 a 65
Verde Escuro	10 a 22
Azul Claro	50 a 60
Rosa	50 a 58
Vermelho	10 a 20
Cinza	40 a 50

Fonte: Niskier e Macintyre (2000).

Souza et al. (2008) afirmaram que na colheita florestal, é comum encontrar locais de trabalho e máquinas incorretamente iluminados, que podem contribuir para o aumento da fadiga visual, erros e acidentes, além de uma influência psicológica negativa sobre os trabalhadores e, conseqüentemente, na produtividade das máquinas.

Oliveira et al. (2007) analisaram uma indústria moveleira de pequeno porte, tendo como referência a fabricação de um “pufe” não estruturado chamado “pufe gota”. Por intermédio de observação e medição in loco, foi analisado todo o processo de fabricação sob a ótica dos níveis de iluminação. Os resultados do estudo indicaram que a referida empresa poderia melhorar significativamente seu processo produtivo por meio de uma reestruturação física e de melhorias na iluminação e modificação no layout da área de produção.

2.9.5 Ruído

A exposição continuada a elevados níveis de pressão sonora pode ocasionar uma perda auditiva induzida por ruído e, conseqüentemente, provocar efeitos na qualidade de vida do indivíduo. A conseqüência decorrente de uma perda auditiva é uma alteração psicossocial caracterizada por isolamento, estresse, dificuldades nas relações familiares, ansiedade, dificuldade de sono, diminuição de autoestima e depressão (HOLANDA; LIMA; FIGUEIROA, 2011).

A perda auditiva ocupacional representa um importante problema de saúde pública, devido à alta prevalência nos mais diversos segmentos Industriais (ALVES; FIORINI, 2012). Grandjean (1986) afirmou que a partir dos 50 anos, os indivíduos homens apresentam perdas auditivas consideráveis.

Cunha et al. (2012) compararam ruídos produzidos por tratores não cabinados com diferentes tempos de uso. Seu estudo concluiu que ambos os tratores produziam ruídos acima do limite de 85 dB para 8 horas de exposição diárias. Servilha e Delatti (2012) investigaram a correlação entre ruído no ambiente de trabalho e sintomas auditivos e extra auditivos. O estudo concluiu que o ambiente universitário era ruidoso, porém não houve associação com doenças extra-auditivas.

A NR 15 (BRASIL, 1978) aborda os limites de ruído permitidos em função do tempo de exposição do trabalhador. Além disso, estabelece que os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A", circuito de resposta lenta (SLOW) e com as leituras capturadas próximas ao ouvido do trabalhador.

O Anexo I da NR 15 (BRASIL, 1978) relata que não é permitida a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos. De acordo ainda com o Anexo I as atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído, contínuo ou intermitente, superiores a 115 dB, sem proteção adequada, oferecerão riscos grave e iminente. Também no Anexo I, são estabelecidas as normas para o ruído que não seja de impacto. A mesma norma, em seu Anexo II, estabelece que o ruído de impacto apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo a intervalos superiores a 1 (um) segundo e, ainda conforme o Anexo II, o limite de tolerância para ruído de impacto será de 130 dB, que pode ser feito com a leitura de resposta rápida (FAST); e ultrapassado esse limite, o risco é grave e iminente.

Girardi e Sellitto (2011) realizaram um estudo com objetivo de identificar e quantificar a magnitude do risco físico ruído no setor de usinagem de uma empresa moveleira de médio porte localizada na região da Serra Gaúcha. Foi registrada a presença de níveis de ruídos no ambiente considerados excessivos.

2.10 A análise SWOT

A análise SWOT é uma metodologia criada pelos Professores da Harvard Business

School, Kenneth Andrews e Roland Christensen, com o objetivo de realizar análises dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças para tomadas de decisão (BUCHANAN; O'CONNELL, 2006).

A sigla SWOT representa as iniciais das palavras inglesas Strengths (forças), Weaknesses (fraquezas), Opportunities (oportunidades) e Threats (ameaças) (SOUZA; YONEMOTO, 2010).

Essa metodologia considera a concepção de um plano de negócios que permita aperfeiçoar a relação entre as capacidades internas e as possibilidades externas (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2010).

O método (Tabela 2.6) consiste em criticar as capacidades internas de um processo ou organização por meio da identificação de pontos fortes e deficiências. O ambiente externo é avaliado sob a ótica de oportunidades e ameaças. Os quadrantes das forças e deficiências são determinados pelos fatores internos. As ameaças e oportunidades são antecipações do que poderá vir a acontecer e estão relacionados aos fatores externos (D'AMBROS, 2011).



Figura 2.9 – Matriz SWOT.

A matriz SWOT (ou matriz FOFA) é considerada ferramenta simples e efetiva, que tem por função primordial possibilitar a escolha de uma estratégia adequada, a partir de uma avaliação crítica dos ambientes interno e externo da empresa (SERRA; TORRES; TORRES, 2003).

A metodologia também pode ser considerada versátil, dada à diversidade de estudos envolvendo o tema.

Moreira et al. (2015) utilizaram a análise SWOT como ferramenta de planejamento estratégico na pecuária de corte.

D'Ambros (2011) aplicou a técnica para identificação de pontos fortes, deficiências

oportunidades e ameaças à formação de um polo moveleiro na região central do Estado de Tocantins.

Barboza e Rojo (2015) utilizaram a análise SWOT para realização de uma consultoria em uma pequena empresa do setor moveleiro. O uso da ferramenta objetivou identificar a atual situação da organização no mercado.

Calderon (2012) aplicou um questionário de avaliação, baseado na técnica de análise SWOT, com o objetivo de obter a opinião de especialistas sobre os pontos fortes, deficiências, oportunidades e ameaças relacionadas à instalação de um polo moveleiro na região do Alto Juruá/AC.

No âmbito do Desenvolvimento Sustentável, a análise SWOT também tem diferentes casos de aplicação. Beni (2006) aplicou a análise SWOT para alcançar a definição de uma estratégia integrada para o desenvolvimento sustentável do potencial turístico de uma região.

Ávila e Wilke (2008) utilizaram a análise SWOT para evidenciar os fatores limitantes ao desenvolvimento turístico da cidade de Paranaguá, cidade litorânea do estado do Paraná.

Angelo et al. (2014) utilizaram a análise SWOT para determinar os pontos fortes e fracos e as oportunidades e ameaças do manejo florestal na Amazônia. O trabalho identificou que o principal ponto forte esteve relacionado ao manejo, servindo como forma de manutenção da cobertura florestal. O principal ponto fraco tem relação com a frágil fiscalização sobre a extração ilegal de madeira. A principal oportunidade identificada foi a grande quantidade de áreas disponíveis para o manejo florestal. Por fim, a principal ameaça percebida foi a competição desleal com a madeira de origem legal.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida junto às indústrias moveleiras do Distrito Federal. Para alcançar os objetivos propostos, a pesquisa foi dividida em duas etapas:

- Etapa 1: Parâmetros de sustentabilidade ambiental medidos em duas indústrias moveleiras do DF (uma indústria de pequeno porte (marcenaria) e outra indústria de médio porte). Estas indústrias representam mais de 90% dos tipos de empreendimento do segmento no DF.
- Etapa 2: Aplicação de um questionário junto às indústrias moveleiras das principais Regiões Administrativas (RA) do DF, para avaliação do perfil das indústrias do segmento sob o ponto de vista de sustentabilidade. Para esta etapa, utilizou-se a técnica de aplicação de questionários e aplicação da metodologia SWOT.

Na Figura 3.1, encontra-se a localização das duas indústrias envolvidas na Etapa 1 da pesquisa, assim como também as regiões administrativas do Distrito Federal onde foram aplicados os questionários da Etapa 2.



Figura 3.1 – Indicação das regiões administrativas de Brasília-DF onde se situam as indústrias estudadas (GDF, 2017).

3.1 Caracterização do local de estudo

A pesquisa se realizou em indústrias moveleiras do Distrito Federal, que se situam nas coordenadas geográficas 15°47' 38" S, 47° 52' 58" W e têm população de mais de 3 milhões de habitantes, equivalente a 19,1% da população da Região Centro-Oeste e 1,5%

da população brasileira (IBGE, 2017). A região apresenta IDH 0,824, considerado elevado para os padrões brasileiros, e PIB per capita de R\$ 62,8 mil, o maior do país (GDF, 2017).

3.2 Etapa 1: Medição de parâmetros de sustentabilidade ambiental

Para avaliar os parâmetros de sustentabilidade ambientais, tomaram-se como base os agentes poluidores: materiais particulados em dispersão, os gases e fumaça, e o ruído. Estes dados foram obtidos por meio de capturas em pontos de trabalho diferentes da indústria, representando todas as áreas de trabalho.

Para esta etapa, a pesquisa se desenvolveu em duas indústrias moveleiras: uma localizada na região administrativa I (Brasília) e outra na região administrativa XX (Águas Claras). A primeira indústria envolvida no estudo (microempresa) possuía um sistema de produção mais artesanal. A segunda indústria, considerada de médio porte, possuía um processo produtivo parcialmente automatizado. Os dois tipos de indústrias representam mais de 90% dos estabelecimentos deste segmento no DF. Por razões práticas, denomina-se a indústria com características mais artesanais como “Indústria 1” e a segunda, cujo processo produtivo possui elevado nível automação, de “Indústria 2”.

Para ambas as empresas, o processo produtivo pode ser resumido conforme a Figura 3.2.

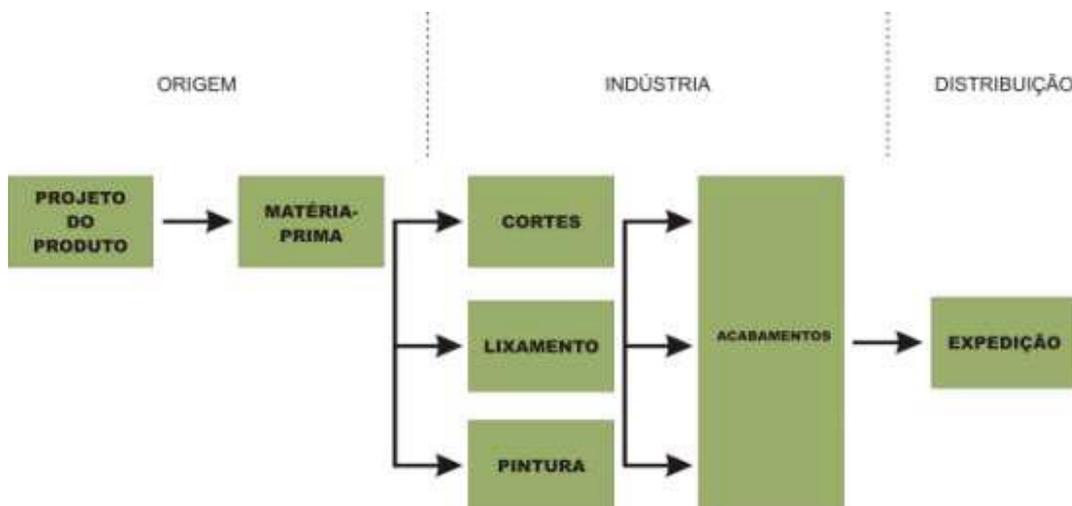


Figura 3.2 – Fluxograma do processo de produção de móveis (NOBRE; CAMILO; ALVES, 2013).

3.2.1 Caracterização das atividades desenvolvidas na Indústria 1

A Indústria 1 é uma microempresa composta por um conjunto de máquinas que processa madeira e painéis de madeira. A produção é toda por encomenda e os produtos fabricados são variados (armários, mesas, estantes, gaveteiros, racks, biombos, camas, etc.).

As principais matérias-primas utilizadas são o MDF e a madeira maciça. O maquinário, na sua maioria, tem tempo de uso superior a 20 anos.

A unidade produtiva dispõe de galpão de recepção de matéria-prima, pátios de marcenaria, pátio de serralheria e área de expedição. A configuração representada também corresponde a grande maioria das indústrias moveleiras encontradas no Brasil (Figura 3.3).

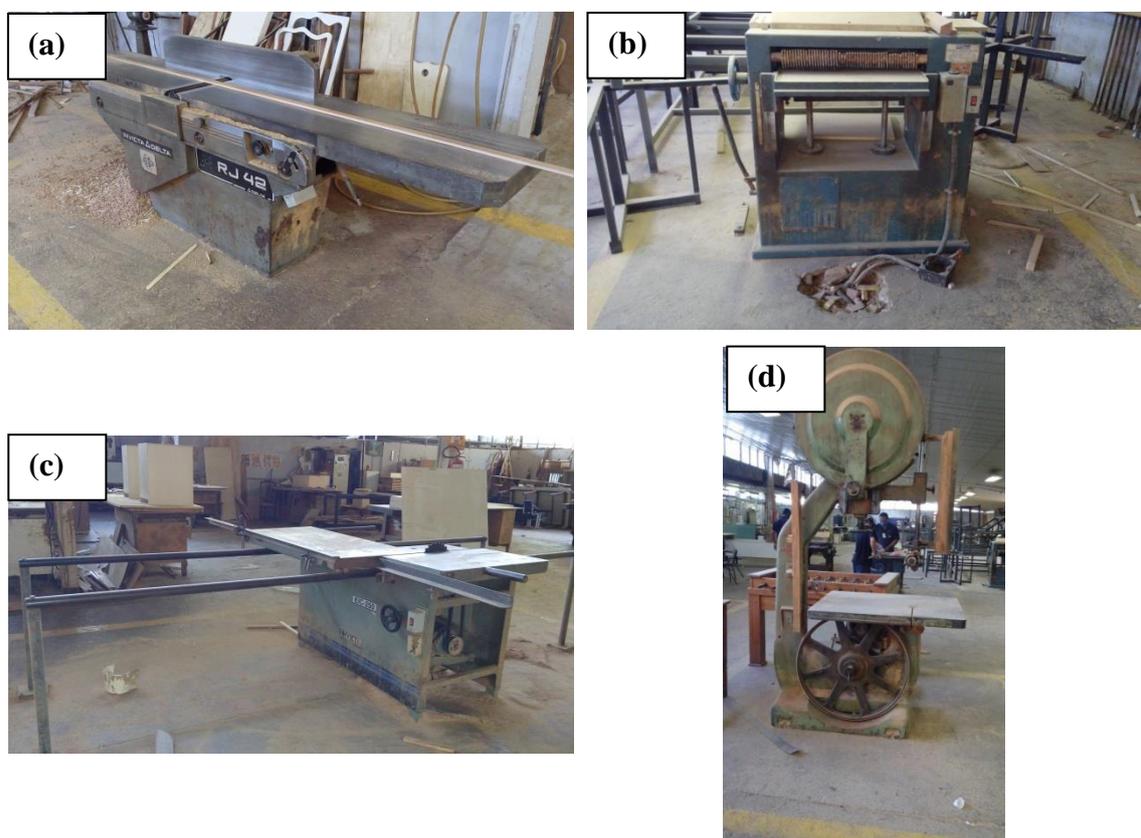


Figura 3.3 – Unidade produtiva analisada: (a) plaina elétrica; (b) desengrosso; (c) serra circular; (d) serra de fita; (e) tupia; (f) lixadeira; (g) bancada de trabalho; (h) seccionadora; (i) filtro de armazenagem do exaustor de pó de serragem; (j) furadeira elétrica de bancada vertical (k) vista geral do setor de serralheria; (l) pintura.

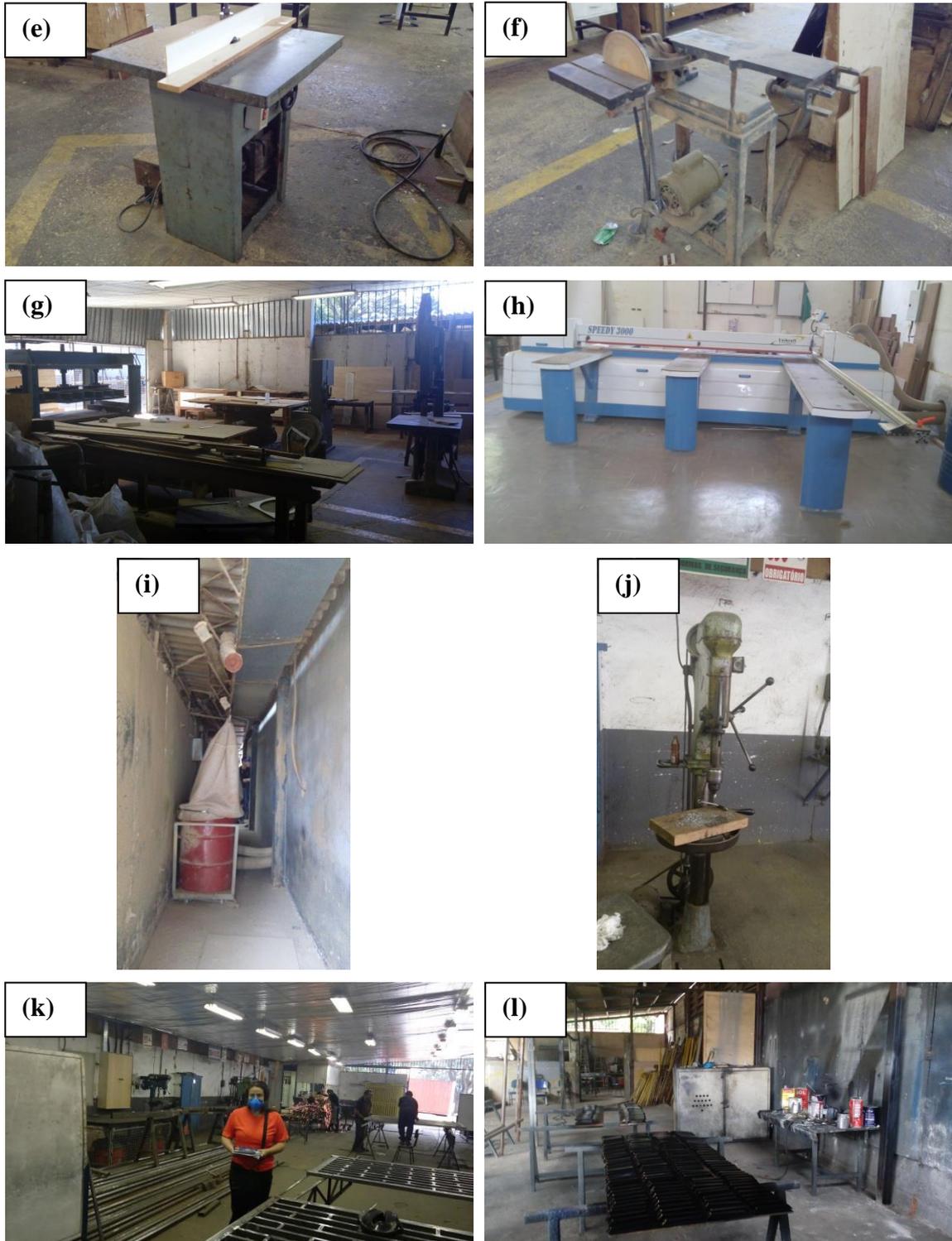


Figura 3.3 (continuação) – Unidade produtiva analisada: (a) plaina elétrica; (b) desengrosso; (c) serra circular; (d) serra de fita; (e) tupia; (f) lixadeira; (g) bancada de trabalho; (h) seccionadora; (i) filtro de armazenagem do exaustor de pó de serragem; (j) furadeira elétrica de bancada vertical (k) vista geral do setor de serralheria; (l) pintura.

3.2.2 Caracterização das atividades desenvolvidas na Indústria 2

O principal produto produzido na indústria 2 são divisórias para uso em escritórios. Esta empresa também produz móveis (armários, mesas, estantes, gaveteiros, etc.) como atividade secundária. Trata-se de uma empresa de porte médio.

As principais matérias-primas utilizadas são: painéis de madeira (chapas de fibra dura, MDF ou MDP), colmeias de papel, pranchas de madeira serrada, farinha de trigo, resinas e outros aditivos utilizados na colagem. Todas as matérias-primas de origem madeireira possuem certificação de origem, emitida pela Forest Stewardship Council - FSC.

O processo produtivo se divide em etapas de descarga de materiais, beneficiamento de pranchas de madeira serrada, colagem e montagem de divisórias, descanso em prensa hidráulica e fase de acabamento (Figura 3.4).

A fase de acabamento é realizada com auxílio de uma máquina de serragem automática. Esta máquina utiliza controle numérico e efetua cortes precisos nas extremidades das divisórias, de forma a atender às medidas exatas previamente especificadas.

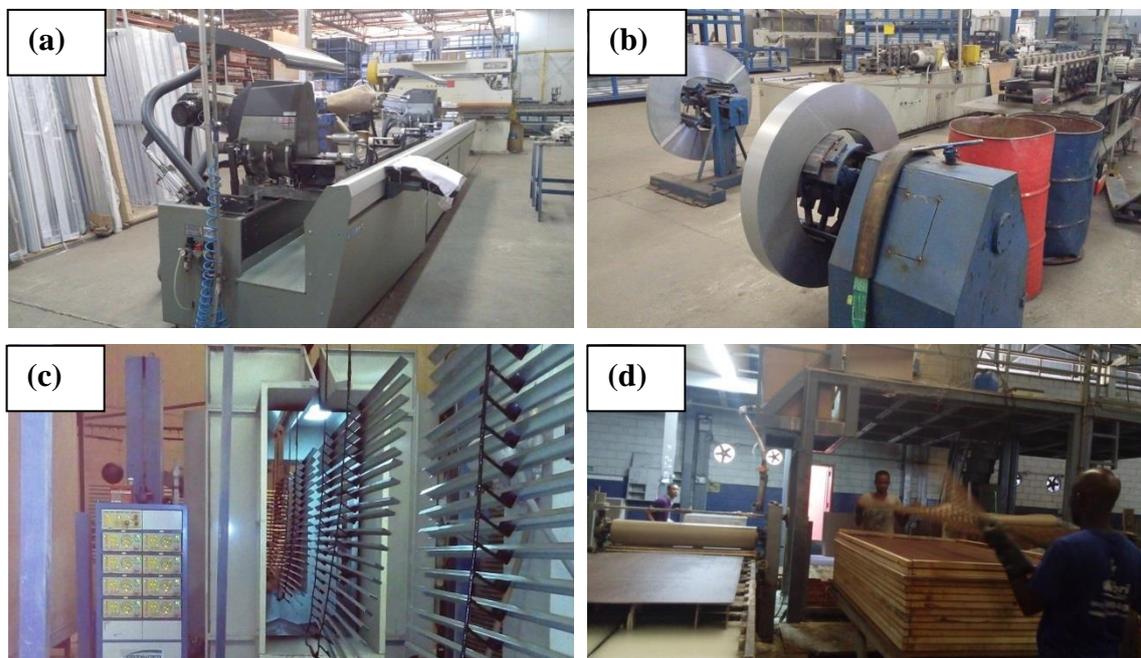


Figura 3.4 – Etapas do processo produtivo: (a) máquina de dobra de aço; (b) perfiladeira; (c) pintura com forno eletrostático; (d) montagem de divisórias; (e) prensa hidráulica.



Figura 3.4 (continuação) – Etapas do processo produtivo: (c) pintura com forno eletrostático; (d) montagem de divisórias; (e) prensa hidráulica; (f) serragem de precisão para acabamento; (g) maquina de cortes especiais; (h) máquina de embalagem de produtos acabados; (i) empilhadeira transportando insumos produtivos; (j) almoxarifado de produtos acabados, (k) silos de pó de serragem; (l) armazenamento de pós de serragem.

É importante destacar que o pó de serragem produzido nessa etapa de produção é sugado por aspiradores Industriais e depois é vendido pela indústria para outros estabelecimentos interessados.

3.2.3 Coleta de dados dos fatores ambientais

A avaliação da exposição profissional a uma substância é composta de duas fases distintas: inicialmente realiza-se uma medição instrumental e, a seguir, compara-se o resultado com os limites de exposição (DELLAROSA; COLCAIOPPO, 1994).

Foram realizadas medições em pontos específicos em cada uma das indústrias. Os locais escolhidos para as medições representavam áreas envolvidas na cadeia produtiva. Dentro dessas áreas, foram escolhidos pontos aleatórios, conforme ilustra a Figura 3.5 e a Figura 3.9.

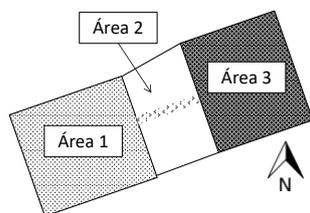


Figura 3.5 – Disposição das áreas analisadas na “Indústria 1”.

Para a “Indústria 1”, analisou-se três áreas com as seguintes características:

- Área 1 – pátio coberto destinado à recepção e estoque de matérias-primas e produtos acabados;
- Área 2 – região predominantemente ao ar livre, destinada à armazenagem de ferragens e circulação de funcionários;
- Área 3 – pátio coberto onde funciona a marcenaria e serralheria da empresa. Nesse local estão dispostas máquinas variadas divididas em bancadas.

A Figura 3.6 até a Figura 3.8 detalham o interior das áreas 1, 2 e 3.

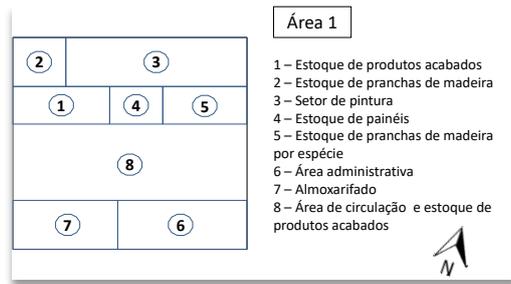


Figura 3.6 – Detalhamento da Área 1 da “Indústria 1”.

A Figura 3.7 ilustra, além dos processos produtivos em si, a presença de arborização no interior da indústria.

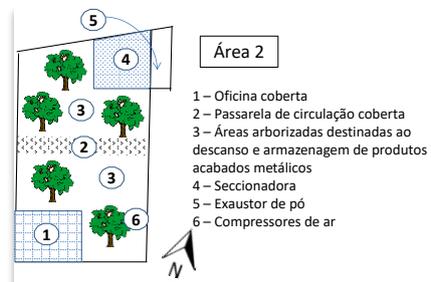


Figura 3.7 – Detalhamento da Área 2 da “Indústria 1”.

A Figura 3.8 detalha o layout produtivo da Área 3 da “Indústria 1”.

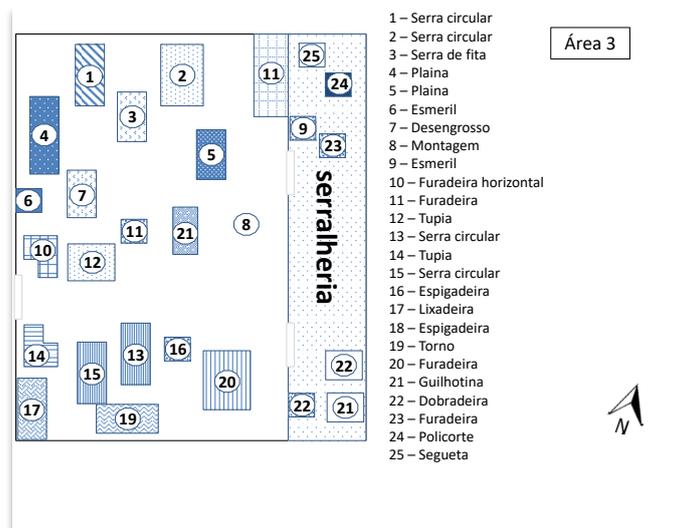


Figura 3.8 – Detalhamento da Área 3 da “Indústria 1”.

Para a “Indústria 2”, as áreas analisadas têm as seguintes características:

- Área 1 – pátio coberto destinado a montagem e acabamento de produtos, setor de serralheria e almoxarifado de matérias-primas e produtos acabados;
- Área 2 – região ao ar livre destinada a carga e descarga de materiais, oficina mecânica de apoio e silos de armazenagem de resíduos dos processos de marcenaria;
- Área 3 – pátio coberto onde funciona a marcenaria da empresa. Nesse local estão dispostas as máquinas de menor sofisticação de suporte a produção.

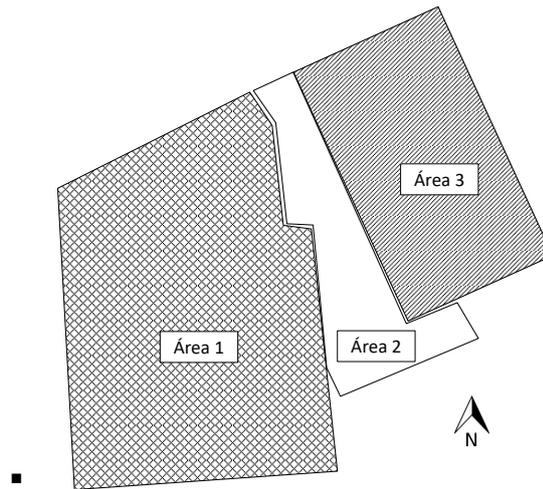


Figura 3.9 – Disposição das áreas analisadas na “Indústria 2”.

A Figura 3.10 até a Figura 3.12 detalham o interior das áreas 1, 2 e 3 da Indústria

2.

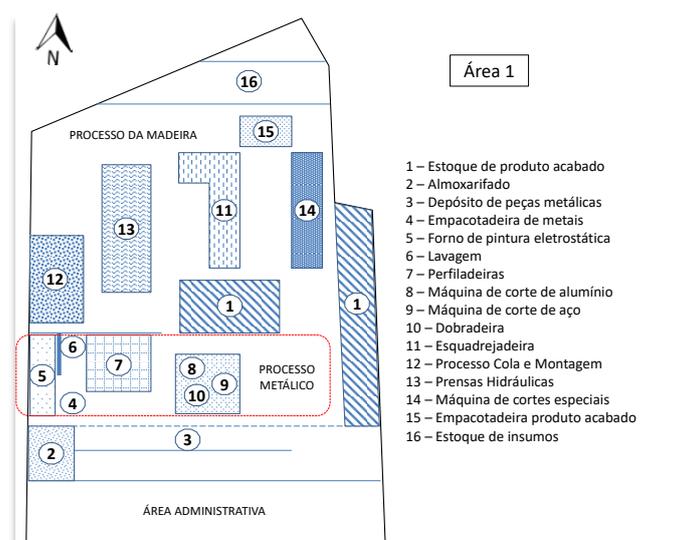


Figura 3.10 – Detalhamento do interior da Área 1 da “Indústria 2”.

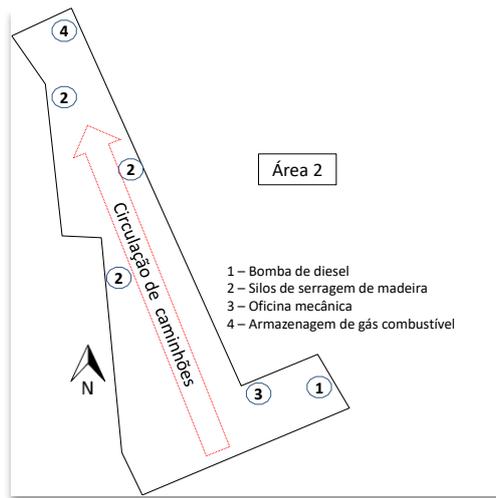


Figura 3.11 – Detalhamento do interior da Área 2 da “Indústria 2”.

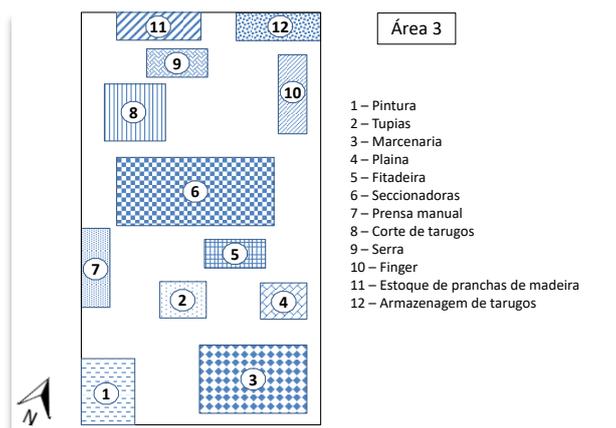


Figura 3.12 – Detalhamento do interior da Área 3 da “Indústria 2”.

As medições de materiais particulados em dispersão, gases e fumaça, além do ruído, foram realizadas de forma conjunta e sincronizada e em pontos aleatórios das áreas 1, 2 e 3 da Indústria 2. Foram escolhidos dias aleatórios para a coleta de dados, mas sempre em dias úteis e em horário entre às 8:00h e 18:00h (horário e funcionamento da indústria).

A taxa de amostragem das medições utilizada foi de uma captura por minuto, ou seja, a cada minuto os aparelhos de medição armazenavam uma medição, representando a média dos pontos daquele minuto. A quantidade de pontos captados para o cálculo dessa média variou de acordo com aparelho. Foram realizadas ainda medições de estresse térmico

e iluminância nos ambientes de trabalho. Essas medições tiveram por objetivo avaliar o conforto dos trabalhadores durante suas atividades.

3.2.3.1 Medição de gases e fumaça

Para a análise de gases e fumaça, foram coletados dados de concentração de oxigênio, monóxido de carbono, sulfeto de hidrogênio, além de outros gases explosivos. Os dados foram capturados com o uso do equipamento multidetector de gás QRAE II (Figura 3.13). O equipamento funcionou com um datalogger acoplado a um sensor de concentração de gases que captura os gases em dispersão na área de análise (RAE SYSTEMS, 2013).



Figura 3.13 – Multidetector de gás RAE® QRAEII (Função: análise de gases).

O equipamento utiliza sensores eletroquímicos⁴ para as medições dos gases oxigênio (O₂), monóxido de carbono (CO) e sulfeto de hidrogênio (H₂S). No caso da detecção de gases inflamáveis (% LEL) o sensor é do tipo catalítico protegido. O fabricante fornece tabelas de correlação para associação dos percentuais de gases inflamáveis com os tipos de gases em específico (RAE SYSTEMS, 2013).

⁴ Os sensores eletroquímicos se baseiam em reações espontâneas de oxidação e redução, que envolvem um determinado gás para medição de sua concentração. Estas reações geram a circulação de uma corrente entre os eletrodos, que é proporcional à concentração do gás que se deseja mensurar (MACHADO, 2011).

3.2.3.2 Medição de ruídos

As medições de ruídos foram efetuadas com a zona auditiva do colaborador, à altura do plano horizontal que contém o canal auditivo e em locais específicos selecionados, junto com os demais equipamentos de medição. O medidor profissional de Nível de Pressão Sonora CEL-35X de fabricação da Casella CEL (Figura 3.14) foi usado para medições, considerando intervalos de tempos regulares a cada minuto.



Figura 3.14 – Medidor de ruído Casella 35X (Função: medição de ruídos).

O equipamento medidor de ruído funcionou de acordo com os padrões OSHA, MSHA, DOD, ACGIH e ISO. O medidor pode também ser usado em modo de SLM (medição de nível de som), em que os níveis de pressão de som são monitorados de 65 a 140 dB.

O modo SLM (medição de nível de som) possui uma função de registro de dados que pode registrar até cem mil leituras, que podem ser descarregadas em um computador para serem analisadas (CASELLA CEL, 2015). Para avaliação das medições, foi utilizado o método qualitativo previsto no Apêndice I da Norma Regulamentadora nº 15, de 8 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho. Segundo a norma, os ruídos devem ser medidos com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW). Em regime contínuo não devem exceder 85 dB e em condição instantânea não podem exceder 115 dB.

3.2.3.3 Medição de estresse térmico

As medições de estresse térmico foram realizadas com o datalogger TGD-400 (Figura 3.15). Esse equipamento utiliza um sensor de bulbo seco que mede a temperatura

ambiental, e um sensor de bulbo úmido que avalia a taxa de evaporação, indicando os efeitos da umidade no indivíduo.



Figura 3.15 – Medidor de stress térmico TDG-400 Instrument (Função: medição de stress térmico).

O globo térmico promove uma indicação da exposição ao calor do indivíduo, devido à luz direta e aos outros objetos radiantes de calor no ambiente. O medidor converte essas medições para um número mais simplificado, o IBUTG. Esse índice pode ser usado em conjunto com a norma desenvolvida por ACGIH, Marinha americana, EPRI, ISO e outros (INSTRUMENT, 2010).

3.2.3.4 Medição de iluminância

A avaliação da iluminância foi realizada considerando os grupos homogêneos de risco definidos de acordo com os setores. Para avaliação da iluminância em postos de trabalho, foram realizadas medições em uma quantidade de pontos suficiente para caracterizar adequadamente tal plano.



Figura 3.16 – Luxímetro Minipa MLM-1011 (Função: medição de iluminância).

Utilizou-se o luxímetro Minipa MLM-1011 (Figura 3.16) com precisão básica de 4% da leitura, com mudança de faixa manual, resposta espectral fotóptica CIE, sensor tipo foto diodo⁵ de silício e valor corrigido pela regra do cosseno. O equipamento realizou medidas de iluminação ambiente em lux nas faixas de 2000/20000/100000 lux (MINIPA, 2007).

3.2.3.5 Medição de material particulado em dispersão

Os materiais particulados em dispersão foram coletados com o auxílio do Medidor de partículas em dispersão TSI DustTrack (Figura 3.17).



Figura 3.17 – Medidor de partículas em dispersão TSI DustTrack (Função: medição de partículas em dispersão).

O equipamento funciona como um datalogger e mede simultaneamente massa e tamanho de partículas em dispersão correspondente a 1,0 PM, 2,5 PM e 10 PM, além das partículas totais em dispersão (TSI, 2014).

⁵ Se uma junção pn (silício tipo p e silício tipo n) reversamente polarizada é iluminada, isto é, exposta à luz incidente, o impacto de fótons sobre a junção causa a quebra de ligações covalentes e, portanto, gera pares elétron-lacuna na camada de depleção. O campo elétrico na camada de depleção atrai elétrons livres para o lado n e as lacunas para o lado p, levando a uma corrente reversa através da junção. Esta corrente, conhecida por foto corrente, é proporcional à intensidade de luz incidente. Tal diodo, conhecido por foto diodo, pode ser usado para converter sinais luminosos em corrente (SEDRA; SMITH, 2000).

3.3 Etapa 2: Aplicação de Questionário

Para a identificação do perfil das indústrias do segmento moveleiro do Distrito Federal quanto à sustentabilidade, foi desenvolvida uma pesquisa descritiva exploratória junto com os atores envolvidos neste segmento. O instrumento utilizado foi um questionário de perguntas objetivas e dissertativas (Apêndice I). As perguntas foram elaboradas por meio de consultas a empresários, docentes e profissionais do setor, com o objetivo de identificar os principais fatores estratégicos relacionados à cadeia produtiva sustentável do segmento.

O questionário utilizou a técnica de análise SWOT, avaliando-se oportunidades, ameaças, fraquezas e virtudes para o desenvolvimento sustentável do segmento moveleiro (BICHO; BAPTISTA, 2006). Esses atributos foram mensurados por meio de uma escala Likert, que consiste em uma gradação de respostas amplamente utilizadas em questionários em geral (NORMAN, 2010).

Os questionários se dividiram em quatro partes: Identificação da empresa pesquisada; Caracterização da produção; Postura ambiental; e Identificação de pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças.

A identificação da empresa pesquisada consistiu na identificação da empresa e do responsável pelo fornecimento das informações, o quantitativo de funcionários envolvidos, o ano de início das atividades, o número de colaboradores existentes, o faturamento da empresa no ano de 2016, a associação ou não às entidades setoriais, a área do terreno onde se situa a empresa e a sua área total construída.

A caracterização da produção teve como objetivo traçar o perfil produtivo das plantas pesquisadas e consistiu de perguntas quanto ao tipo de produtos produzidos, a forma de produção e a caracterização da sua cadeia de suprimentos.

A pesquisa de Postura ambiental buscou aferir os conhecimentos das empresas quanto aos temas relacionados à sustentabilidade ambiental, à postura das empresas quanto ao tema, à influência da sustentabilidade na formação da sua cadeia de suprimentos, à existência de práticas sustentáveis nas atividades produtivas, à sustentabilidade dos produtos acabados e de suas embalagens e aos cuidados com a saúde dos trabalhadores.

A quarta etapa consistiu na aplicação de um questionário SWOT com objetivo de identificar os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças, relacionadas a influências da sustentabilidade ambiental nos mercados onde atuam cada empresa. As assertivas foram avaliadas por meio de uma escala Likert com escala de números inteiros positivos de 1 a 10, em que 1 significa: discordo totalmente da assertiva, e 10 significa: concordo totalmente com a assertiva.

As assertivas foram avaliadas por meio da soma aritmética das notas atribuídas pelos especialistas. As assertivas com maiores pontuações indicam os pontos fortes, pontos fracos, ameaças e oportunidades identificadas pelos especialistas.

3.3.1 Coleta de dados por meio de questionário

Os dados para a análise SWOT foram coletados por meio de entrevistas individuais estruturadas com o auxílio de um questionário padronizado. As perguntas foram feitas de maneira idêntica para todos os atores e seguiram o questionário do Apêndice I.

As entrevistas foram realizadas por uma única pessoa nos meses de julho a setembro de 2017. Os questionamentos foram realizados nos locais de trabalho dos entrevistados onde foi possível conhecer de perto as atividades realizadas e vivenciar as condições ambientais a que eles estão submetidos.

3.4 Delineamento estatístico

Para a Etapa 1 foram escolhidos dias úteis aleatórios para a coleta de dados, em horário entre às 8h e 18h (horário de funcionamento das indústrias). A taxa de amostragem das medições utilizada foi de uma (1) captura por minuto. As coletas foram realizadas ao longo de quatro (4) meses e totalizaram mais de 271 horas ininterruptas, realizadas em 77 pontos diferentes, com uma média de 211 medições por ponto. No total, foram realizadas 16.298 medições, proporcionando um erro amostral de 0,55%, considerando uma distribuição normal, um grau de confiança de 95% e $p=q=0,5$.

Os dados foram analisados estatisticamente com o uso do software IBM SPSS® versão 20, em que foram determinadas as estatísticas descritivas: médias, desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximos e mínimos (MENDENHALL; SINCICH, 2006).

Os dados foram avaliados quanto às hipóteses dos testes paramétricos de distribuição normal, homogeneidade da variância e dados por intervalo (FIELD, 2009). Os valores médios das variáveis medidas foram comparados com normas existentes. Foi adotado o nível inferior a 5% ($P < 0,05$) de significância estatística.

Os percentis⁶ foram utilizados como parâmetro para identificação de áreas e equipamentos críticos em cada uma das indústrias analisadas.

Para a Etapa 2 foram preenchidos 29 questionários ao longo de quatro meses de pesquisa. Considerando a existência estimada de 200 empresas moveleiras legalmente instituídas no Distrito Federal (SEBRAE, 2003), essa amostra proporciona um erro amostral de 18%, considerando uma distribuição normal, um grau de confiança de 95% e $p=q=0,5$.

Os dados foram analisados estatisticamente com o uso do software IBM SPSS® e também processados com o uso do software MS Excel®, onde foram determinadas as estatísticas descritivas: médias, desvio padrão e coeficiente de variação (MENDENHALL; SINCICH, 2006).

No caso da Matriz SWOT os dados analisados foram provenientes das notas atribuídas pelos entrevistados correspondentes às 28 variáveis constantes na pesquisa. Realizou-se uma análise de frequência simples colocando-se em evidência os itens com maior pontuação em relação à nota total (D'AMBROS, 2011).

⁶ O percentil (ou centil) é um modo de expressar o parâmetro de dispersão, cada vez mais preferido pelos pesquisadores. Representam pontos estimativos de uma distribuição de frequência que determinam uma dada porcentagem de indivíduos que se localizam abaixo ou acima deles (MARCONDES, 1979).

Os percentis são unidades desiguais de medição e por isso não podem ser tratadas aritmeticamente (ao contrário dos desvios-padrões): não é correto obter médias aritméticas entre percentis ou realizar com eles operações matemáticas. Porém eles são fáceis de compreender, informam sobre a posição de um indivíduo em relação à população pertencente e sobre a probabilidade de pertencer a uma determinada categoria de variável (MARCONDES, 1982). Além disso, os percentis podem ser utilizados para análise de dados em qualquer tipo de distribuição estatística.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Recorda-se que este trabalho foi dividido em duas etapas: uma para mensuração e avaliação dos agentes poluidores encontrados no processo industrial e outra para identificação do perfil das indústrias do Distrito Federal, levando em consideração, principalmente, o ponto de vista de sustentabilidade.

4.1 Análise descritiva dos fatores ambientais (Etapa 1)

A análise dos fatores ambientais das indústrias foi feita por meio de estatística descritiva. As medições realizadas foram analisadas considerando três níveis de integração: empresa, áreas das empresas e blocos de medição.

A empresa representa o maior nível de integração e contempla todas as medições realizadas durante a fase de campo. A integração por “área da empresa” teve por objetivo diferenciar os espaços físicos analisados dentro da empresa, conforme divisão apresentada na Figura 3.5 e Figura 3.9 (págs 66 e 68).

Os blocos de medição correspondem a um conjunto de dados coletados em um mesmo ponto, escolhidos conforme destacado na Figura 3.6, Figura 3.8, Figura 3.10 e Figura 3.12 (págs. 67 a 69). As medições de um bloco se limitam a um turno de trabalho (manhã ou tarde). A integração de dados por blocos de medições permite diferenciar os níveis de emissões por atividade e por intervalo de tempo. Uma mesma atividade pode ter níveis de emissões diferenciadas de acordo com intensidade dela.

A análise descrita foi realizada para cada tipo de emissão poluidora. A Tabela 4.1 resume as medições realizadas.

Tabela 4.1 – Resumo das medições realizadas.

Local da medição	Número de medições coletadas
Indústria 1	8156
Indústria 2	8142
Total	16298

Cada medição coletada correspondeu a um minuto. As medições de emissões de ruído (ou pressão sonora), partículas em dispersão e gases foram realizadas de forma

sincronizada. A escolha dessas grandezas para medição foi empírica a partir da observação das atividades desenvolvidas nas empresas analisadas e do tipo de emissões existentes.

4.1.1 Pressão sonora

As medições de pressões sonoras foram realizadas utilizando equipamento com sensibilidades para captação de ruídos contínuos na faixa entre 65 e 140,3 dB e para ruídos contínuos ou intermitentes na faixa entre 95 e 143,3 dB. Quando as emissões ruídos se situam fora dessa faixa, o equipamento não registra medição para aquele minuto.

Na Tabela 4.2, encontra-se o resumo estatístico das medições realizadas na Indústria 1.

Tabela 4.2 – Resumo estatístico das medições realizadas na Indústria 1.

Parâmetro		PicoC*	LAeq*
N	Válidas	1789	2084
Média		109,81	79,38
Mediana		108,90	77,80
Desvio padrão		9,84	11,17
Variância		96,78	124,66
Mínimo		95,00	64,00
Máximo		143,50	109,00
	25	101,20	69,70
Percentil	50	108,90	77,80
	75	117,50	87,18

*Valores em dB, com exceção de N, que corresponde ao número de medições realizadas para o parâmetro.

A medição de PicoC corresponde ao pico de nível sonoro na ponderação C, ou seja, seguindo a IEC 61252 (IEC, 1993), a ponderação C considera um conjunto de frequências audíveis e é considerada para medição de pico do nível de pressão sonora.

A medição LAeq considera o ruído contínuo equivalente na ponderação A. Seguindo a IEC 61252 (IEC, 1993), a ponderação A considera um padrão de frequências audíveis de forma contínua (CASELLA, 2015).

A distribuição de frequências das medições realizadas é apresentada na Figura 4.1. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

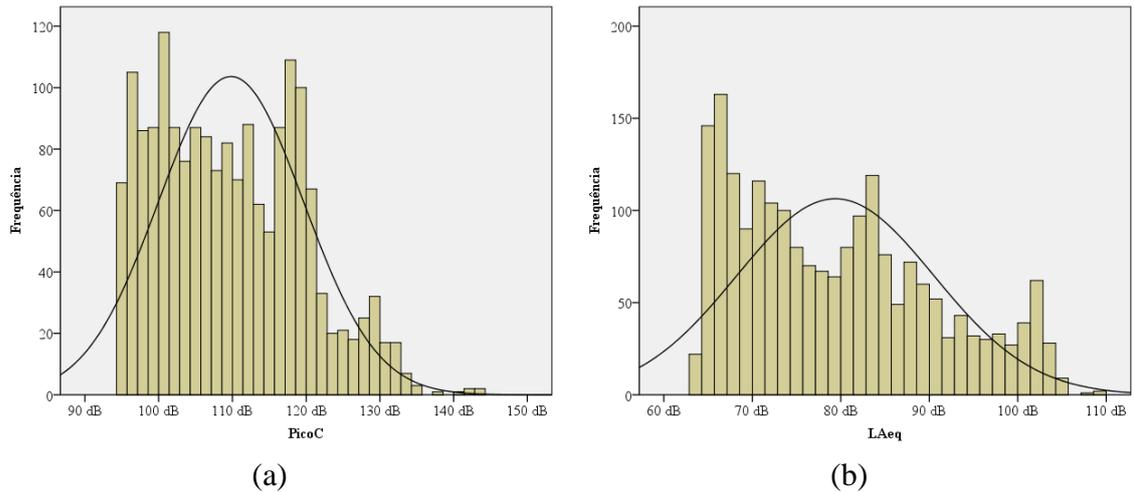


Figura 4.1 – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 1
(a) pico; e (b) contínua.

Na sequência, a Figura 4.2 apresenta um diagrama de caixas e bigodes das medições realizadas.

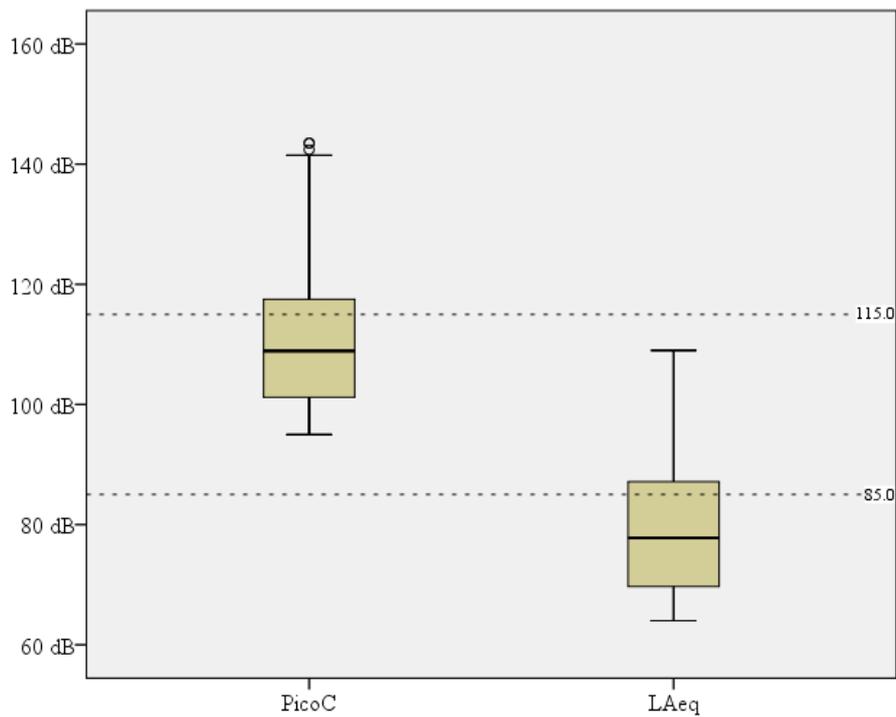


Figura 4.2 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na Indústria 1.

O diagrama de caixas e bigodes da Figura 4.2 resume os resultados das medições de pressão sonora na Indústria 1. Na mesma figura observa-se duas linhas tracejadas com

indicação de 85 e 115 dB, correspondente aos limites estabelecidos na NR 15 para emissões de ruído contínuas e de pico, respectivamente.

Para as emissões de ruído contínuas, percebe-se que a mediana ficou abaixo do limite de 85dB, o que significa que a maioria das medições realizadas na empresa não identificou transgressão dos limites de poluição sonora estabelecidos pela NR 15. De outra forma, observando o percentil 75, correspondente à extremidade superior da caixa, percebe-se que há mais de 25% das medições válidas com superação do limite de poluição sonora. Considerando a Tabela 4.2 observou-se que o percentil 75 para o LAeq ficou em 87 dB.

Na média, as emissões de ruído contínuas na Indústria 1 ficaram em 79,38 dB (abaixo do limite de 85 dB da NR 15), com erro padrão de $\pm 0,244$ dB e intervalo de confiança de 95%.

Para emissões de ruído de pico, também se observou a mediana abaixo do limite de 115 dB, indicando que a maioria das medições comprovou a regularidade da instalação quanto à emissão de ruídos de pico. Contudo, o percentil 75 ficou em 117,5 dB (Tabela 4.2), acima do limite estabelecido pela NR 15. Assim restou claro que ao menos 25% das medições apresentaram problemas em relação aos limites regulares.

Para as medições de ruído de pico, observaram-se também a presença de outliers, indicando a necessidade de investigação mais refinada para as emissões de ruído de pico.

Pode-se afirmar que, na média, as emissões de ruído de pico na Indústria 1 ficaram em 109,81 dB (abaixo do limite de 115 dB da NR 15), com erro padrão de $\pm 0,235$ dB e intervalo de confiança de 95%.

Com relação à Indústria 2, a Tabela 4.3 apresenta o resumo estatístico das medições realizadas.

Tabela 4.3 – Resumo estatístico das medições realizadas na Indústria 2.

Parâmetro		PicoC*	LAeq*
N	Válidas	4237	4830
Média		108,98	80,76
Mediana		107,40	81,80
Desvio padrão		8,70	7,59
Variância		75,64	57,63
Mínimo		95,00	64,00
Máximo		143,50	120,90
	25	102,70	76,00
Percentil	50	107,40	81,80
	75	113,70	86,10

*Valores em dB, com exceção de N, que corresponde ao número de medições realizadas para o parâmetro.

A distribuição de frequências das medições realizadas é apresentada na Figura 4.3. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

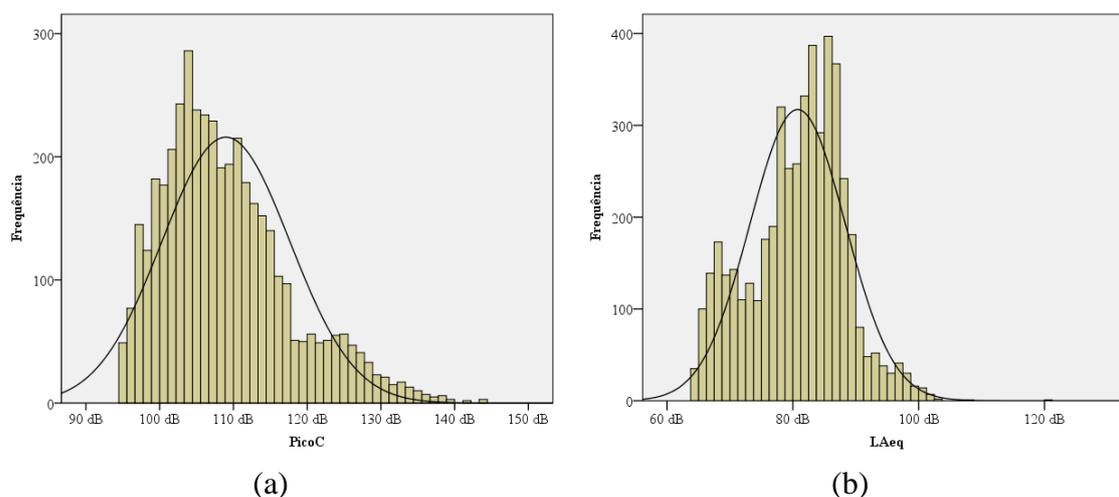


Figura 4.3 – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 2

(a) pico; e (b) contínua.

Na sequência, a Figura 4.4 apresenta um diagrama de caixas e bigodes das medições realizadas.

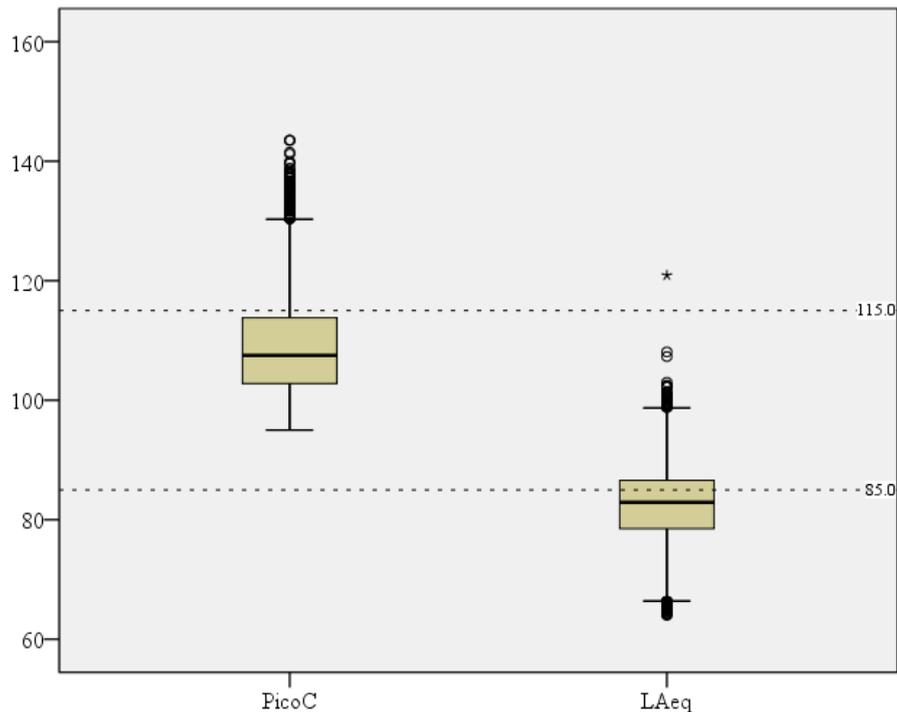


Figura 4.4 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na Indústria 2.

Para a medição de ruído contínuo, observamos que a mediana (81,80 dB) ficou abaixo do limite estabelecido pela NR 15 (85 dB), indicando que a maioria das fontes emissoras de ruído operam dentro da faixa aceitável. Contudo, assim como na Indústria 1, o percentil 75 (86,1 dB) ficou acima do limite tolerável, indicando que há pontos de emissões de ruído contínuo preocupantes. Observou-se também outliers e valor atípico para ruído contínuo, o que sugere uma melhor investigação dessa fonte poluidora.

Pode-se afirmar que, na média, as emissões de ruído contínuas na Indústria 2 ficaram em 80,76 dB (abaixo do limite de 85 dB da NR 15), com erro padrão de $\pm 0,109$ dB, considerando um intervalo de confiança de 95%.

Com relação aos ruídos de pico, tanto a mediana (107,4 dB) quanto o percentil 75 (113,7 dB) ficaram abaixo do limite estabelecido pela NR 15 (115 dB), o que sugere uma menor preocupação quanto a esse tipo de emissão para Indústria 2. Mesmo assim, realizou-se uma análise mais apurada quanto à emissão de ruído de pico na Indústria 2.

Pode-se afirmar que, na média, as emissões de ruído de pico na Indústria 2 ficaram em 108,98 dB (abaixo do limite de 115 dB da NR 15), com erro padrão de $\pm 0,134$ dB e intervalo de confiança de 95%.

Comparando os resultados entre as empresas analisadas, percebe-se um desempenho levemente superior da Indústria 2, tanto em homogeneidade dos dados quanto em desempenho, já que o percentil 75 para ruídos de pico ficou abaixo dos limites da NR 15. As máquinas utilizadas na Indústria 2 são mais modernas que as da indústria 1 e isso pode explicar o desempenho observado.

4.1.1.1 Pressão sonora – análise por áreas da Indústria 1

Conforme destacado na Figura 3.5 (pág. 66), a Indústria 1 foi dividida em três áreas, de acordo com suas características específicas. As emissões de ruído por área podem ser resumidas por meio da Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Resumo estatístico das medições de ruídos realizadas na Indústria 1 com detalhamento por áreas.

Parâmetro	Área 1		Área 2		Área 3		
	PicoC*	LAeq*	PicoC*	LAeq*	PicoC*	LAeq*	
N	Válidas	23	41	402	512	1364	1531
Média		98,94	68,37	103,01	73,76	111,99	81,55
Mediana		97,60	66,00	101,40	71,70	112,10	80,70
Desvio padrão		4,89	5,70	6,24	7,22	9,73	11,53
Variância		23,89	32,49	38,90	52,06	94,76	132,98
Mínimo		95,10	64,10	95,00	64,00	95,00	64,00
Máximo		114,90	83,40	132,10	95,60	143,50	109,00
Percentil	25	96,00	64,60	98,50	67,43	104,40	71,60
	50	97,60	66,00	101,40	71,70	112,10	80,70
	75	99,30	69,60	106,73	81,40	118,80	90,00

*Valores em dB, com exceção de N, que corresponde ao número de medições realizadas para o parâmetro.

As distribuições de frequências das medições realizadas são apresentadas na Figura 4.5. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

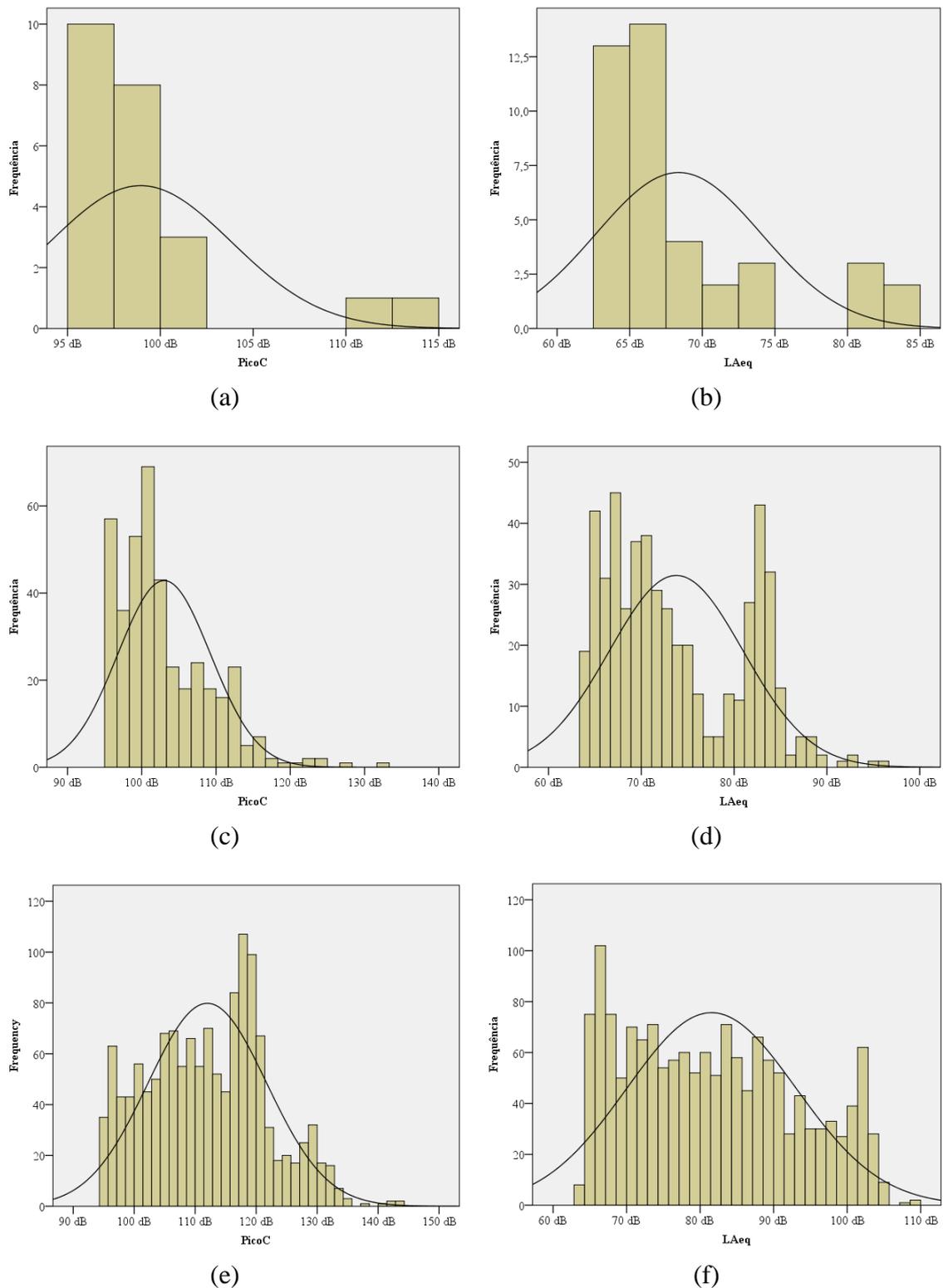


Figura 4.5 – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 1: (a) área 1, pico; (b) área 1, contínua; (c) área 2, pico; (d) área 2, contínua; (e) área 3, pico; e (f) área 3, contínua.

Na sequência, a Figura 4.6 e a Figura 4.8 apresentam um diagrama de caixas e bigodes das medições de ruídos realizadas nas áreas estudadas.

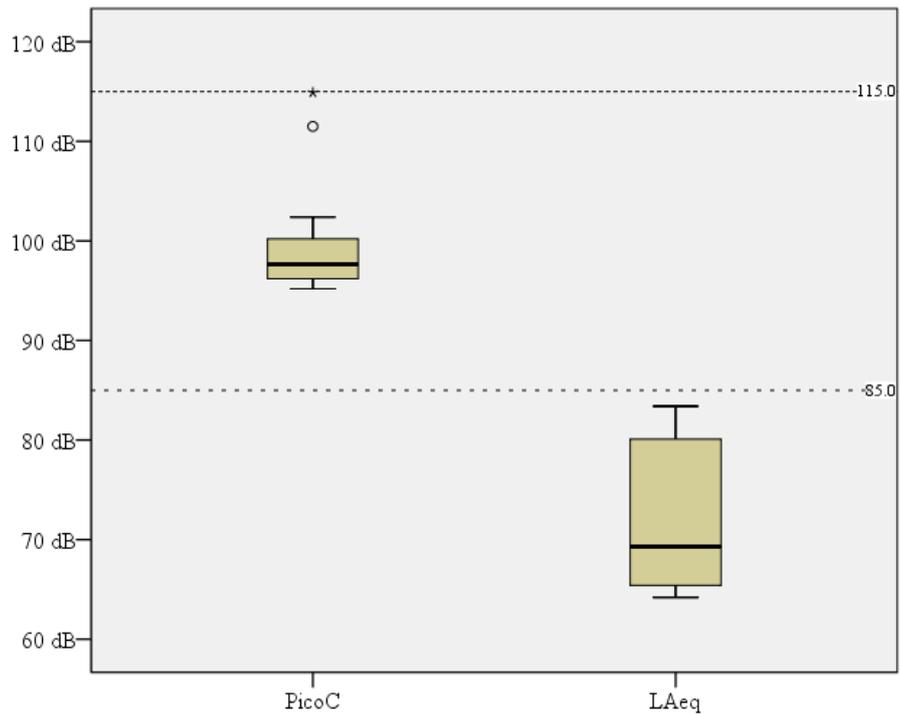


Figura 4.6 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 1 da Indústria 1.

Observando a Figura 4.6, fica claro que as emissões de ruído capturadas para a área 1 estão bastante inferiores aos limites, tanto para a situação de pico como contínua.

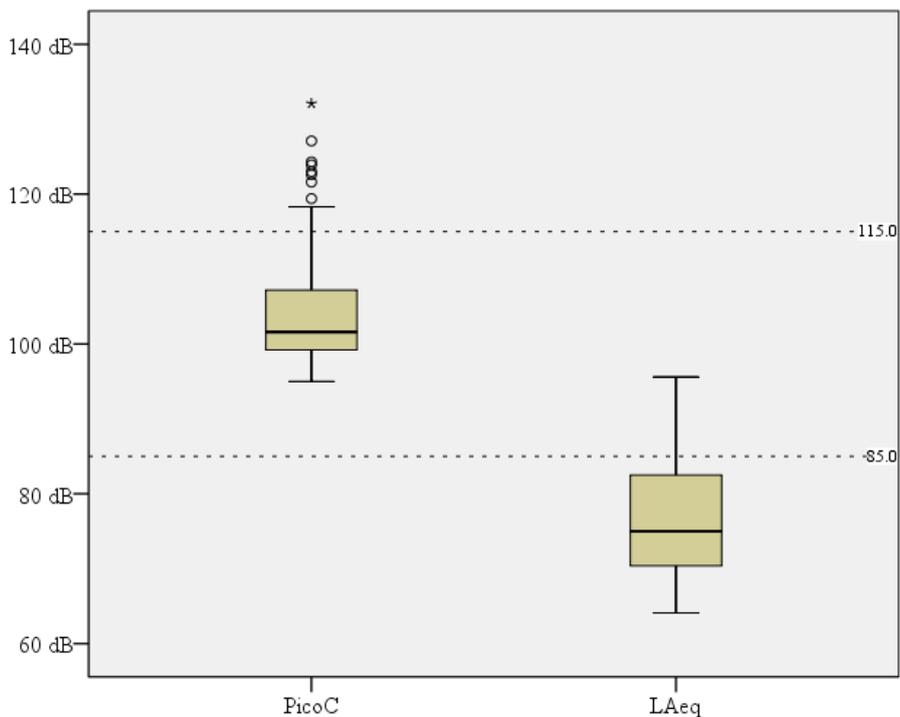


Figura 4.7 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 2 da Indústria 1.

Observando a Figura 4.7, é nítido que as emissões de ruído capturadas para a área 2 não representam criticidade relevante. No caso dos ruídos de pico, apenas outliers e valores atípicos superaram o limite de 115 dB. Para o ruído contínuo, observou-se que o percentil 75 estava abaixo do limite de 85 dB, indicando que mais de $\frac{3}{4}$ das medições estavam dentro dos limites de tolerância.

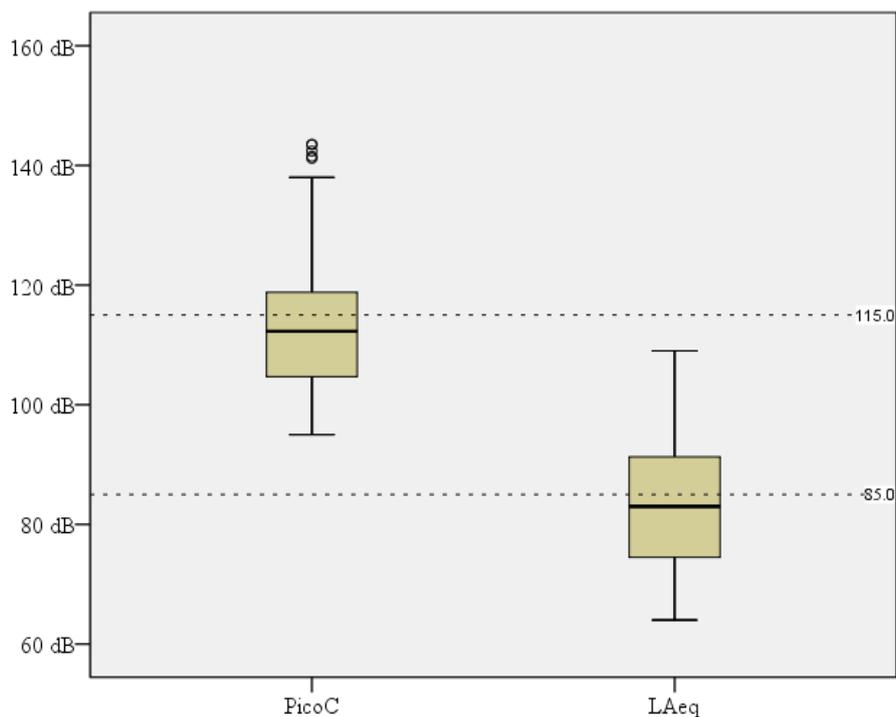


Figura 4.8 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 3 da Indústria 1.

A Figura 4.8 demonstra presença significativa de fontes emissoras de ruídos acima dos limites de tolerância. Tanto para medição de ruído contínuo como de pico, observou-se o percentil 75 acima dos limites de tolerância. Isso significa que há uma quantidade representativa de medições problemáticas.

A área 3 da Indústria 1 concentra 25 equipamentos de marcenaria e serralheria distribuídos conforme a Figura 3.8 (pág.67). Para melhor entendimento de quais equipamentos representam maior risco relativo à emissão excessiva de ruídos, faz-se necessária uma análise detalhada dos níveis de poluição por ponto de medição (Figura 4.9 e Figura 4.10).

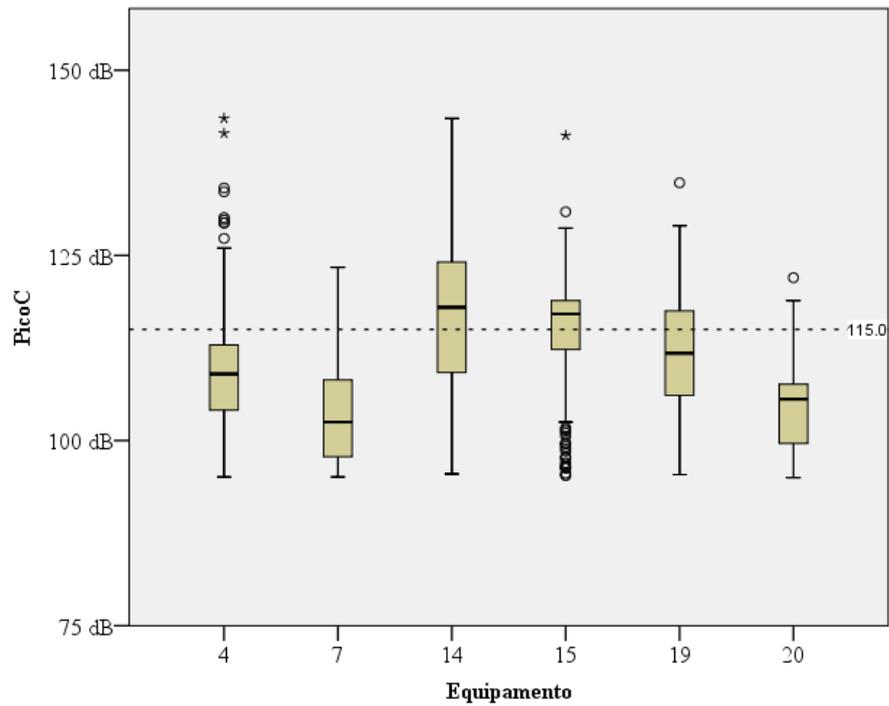


Figura 4.9 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico em equipamentos da área 3 da Indústria 1.

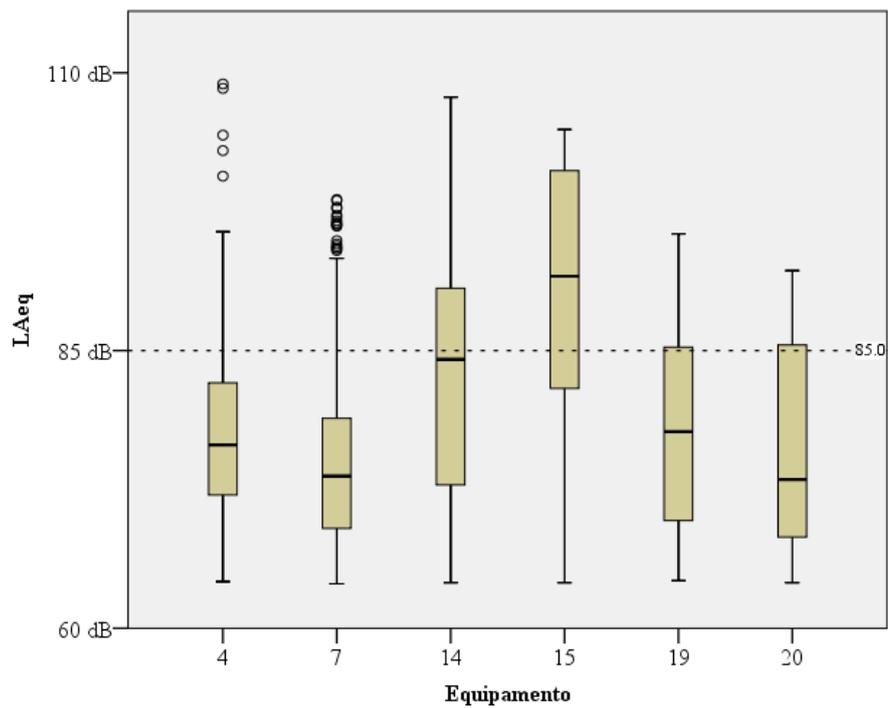


Figura 4.10 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora contínua em equipamentos da área 3 da Indústria 1.

Para a Figura 4.9 e Figura 4.10, os números indicados no eixo das abscissas correspondem aos equipamentos listados na legenda da Figura 3.8 (pág.67). Assim, para as emissões de ruído de pico, os equipamentos que apresentaram medições significativas acima dos limites foram a tupia, a serra circular e o torno (equipamentos 14, 15 e 19 respectivamente). No caso da tupia, na média, as emissões de ruído de pico ficaram em 116,73 dB (acima do limite de 115 dB da NR 15), com erro padrão de $\pm 0,454$ dB, considerando um intervalo de confiança de 95%.

Considerando os ruídos contínuos, observou-se que a serra circular (equipamento 15) foi o equipamento mais crítico. A mediana das medições para esse equipamento ficou bastante acima do limite de 85 dB. Na média, as emissões de ruído contínuo para a serra circular ficaram em 90,05 dB (acima do limite de 85 dB da NR 15), com erro padrão de $\pm 0,66$ dB e intervalo de confiança de 95%.

A tupia (equipamento 14) também apresentou uma quantidade de medições significativas acima do limite de 85 dB, ficando a mediana com valor bastante próximo deste limite. O torno e a furadeira (equipamentos 19 e 20 respectivamente) também apresentaram valores acima do limite, contudo em quantidades menores. Para os demais equipamentos analisados (plaina e desengrosso), não foram identificadas medições preocupantes.

Assim, os equipamentos tupia, serra circular, torno e furadeira devem ser operados com protetor auricular. Medidas de proteção individual em cada equipamento (capa protetora) e de manutenção (lubrificação de partes girantes) também devem ser consideradas pelas empresas. Dado o layout da planta produtiva, até mesmo os equipamentos adjacentes aos identificados como críticos, devem ser operados com a proteção as proteções mencionadas.

4.1.1.2 Pressão sonora – análise por áreas da Indústria 2

Conforme destacado na Figura 3.9, a Indústria 2 também foi dividida em três áreas, de acordo com suas características específicas. As emissões de ruído por área podem ser resumidas segundo a Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Resumo estatístico das medições de pressão sonora realizadas na Indústria 2 com detalhamento por áreas.

Parâmetro	Área 1		Área 2		Área 3		
	PicoC*	LAeq*	PicoC*	LAeq*	PicoC*	LAeq*	
N	Válidas	3148	3565	76	112	1013	1153
Média		107,72	80,07	101,46	70,60	113,45	83,89
Mediana		106,70	80,80	100,30	69,00	111,60	85,60
Desvio padrão		7,57	6,86	5,03	5,71	10,37	8,45
Variância		57,26	47,07	25,30	32,63	107,53	71,46
Mínimo		95,00	64,00	95,10	64,00	95,00	64,20
Máximo		143,50	108,10	117,00	91,60	143,50	120,90
Percentil	25	102,10	75,90	97,35	66,20	105,00	80,50
	50	106,70	80,80	100,30	69,00	111,60	85,60
	75	112,20	85,00	103,70	73,65	122,10	88,00

Registra-se que o baixo número de capturas válidas para a área 2 ocorreram devido ao limite mínimo de sensibilidade do equipamento de captura de ruídos não ter sido atingido. Ou seja, na maior parte do tempo as emissões de ruído ficaram abaixo de 65 dB.

As distribuições de frequências das medições realizadas são apresentadas na Figura 4.11. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

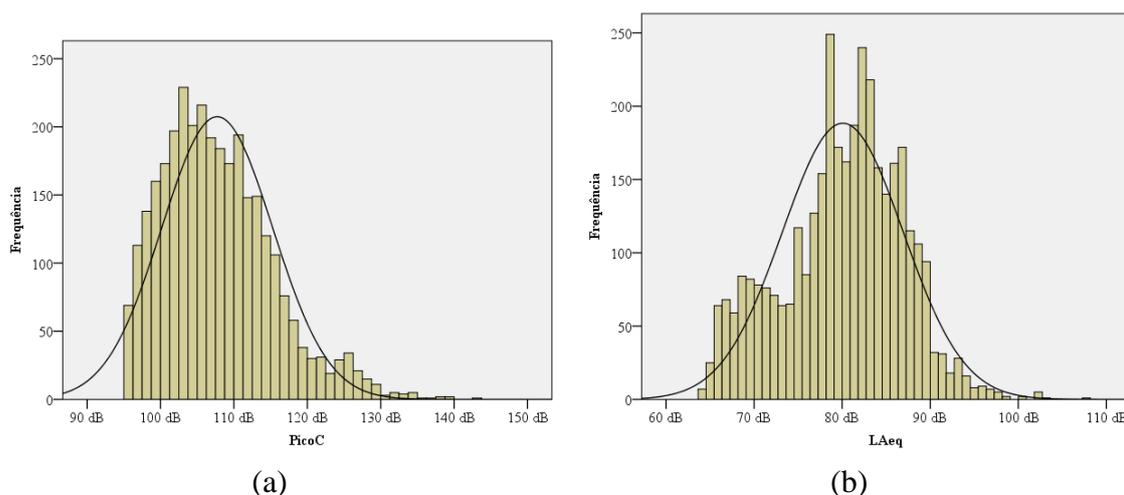
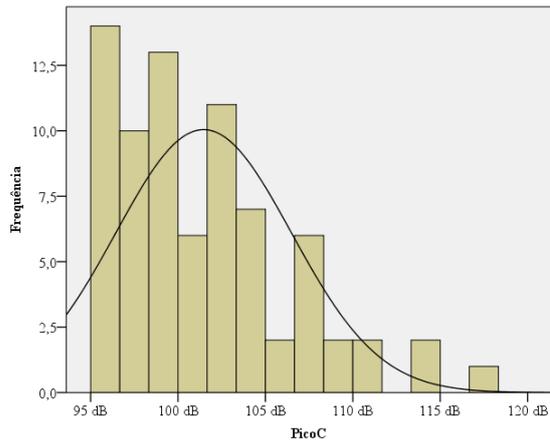
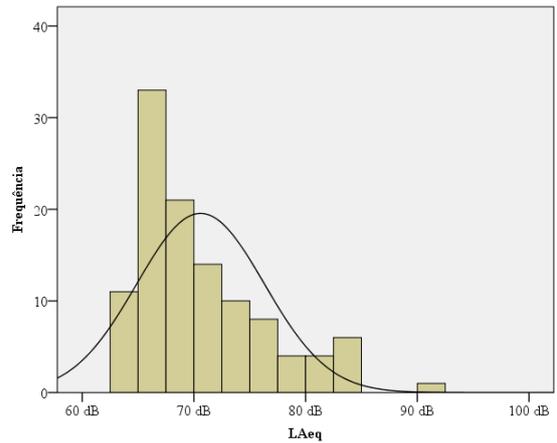


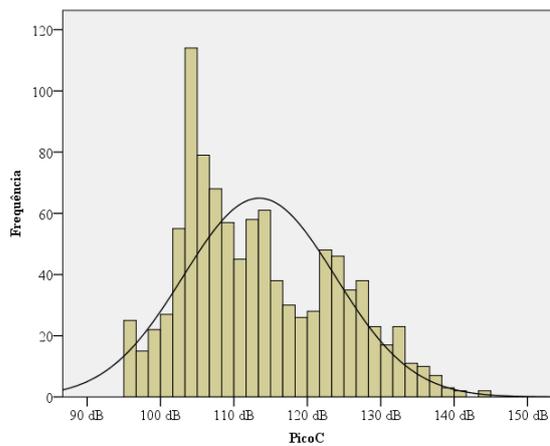
Figura 4.11 – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 2: (a) área 1, pico; (b) área 1, contínua; (c) área 2, pico; (d) área 2, contínua; (e) área 3, pico; e (f) área 3, contínua.



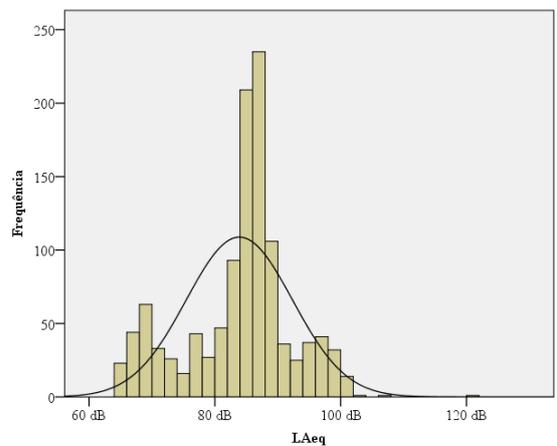
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 4.11 (continuação) – Distribuição de frequências para medições de pressão sonora na Indústria 2: (a) área 1, pico; (b) área 1, contínua; (c) área 2, pico; (d) área 2, contínua; (e) área 3, pico; e (f) área 3, contínua.

Na sequência, a Figura 4.12 apresenta os diagramas de caixas e bigodes das medições de ruídos realizadas na área 1 da Indústria 2.

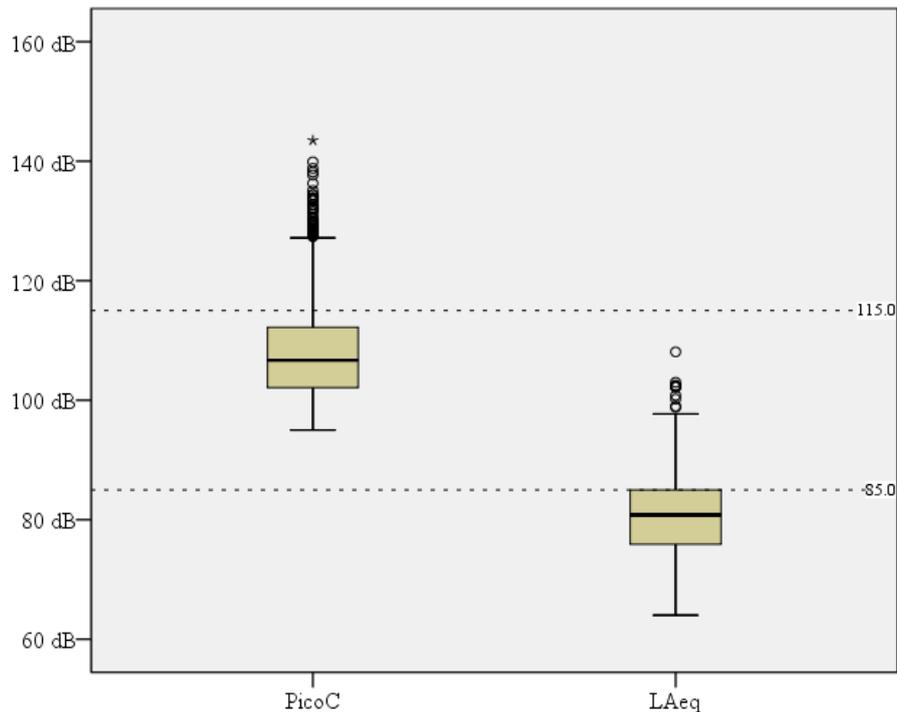


Figura 4.12 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 1 da Indústria 2.

Observando a Figura 4.12 verifica-se que mais de 75% das capturas de emissões de ruído contínuo e de pico estão abaixo dos limites. Isso significa que esse fator de poluição não é crítico para a área analisada.

Analisando a área 1 por setor (Figura 4.13 e Figura 4.14), fica claro que apenas a “lavagem” (ponto 6) excede os limites de ruído de pico em mais de 25% das medições. Pode-se afirmar que, na média, as emissões de ruído contínuo para o processo de lavagem de peças metálicas ficaram em 112,79 dB (abaixo do limite de 115 dB da NR 15), com erro padrão de $\pm 0,416$ dB e intervalo de confiança de 95%.

É importante destacar que o equipamento realizou as capturas posicionado no ponto 6; contudo, adjacente a esse ponto, está o setor de perfiladeiras, que é sensivelmente mais ruidoso que o setor de lavagem. É possível inferir que as capturas de ruído de pico acima dos limites estejam, provavelmente, relacionadas às perfiladeiras.

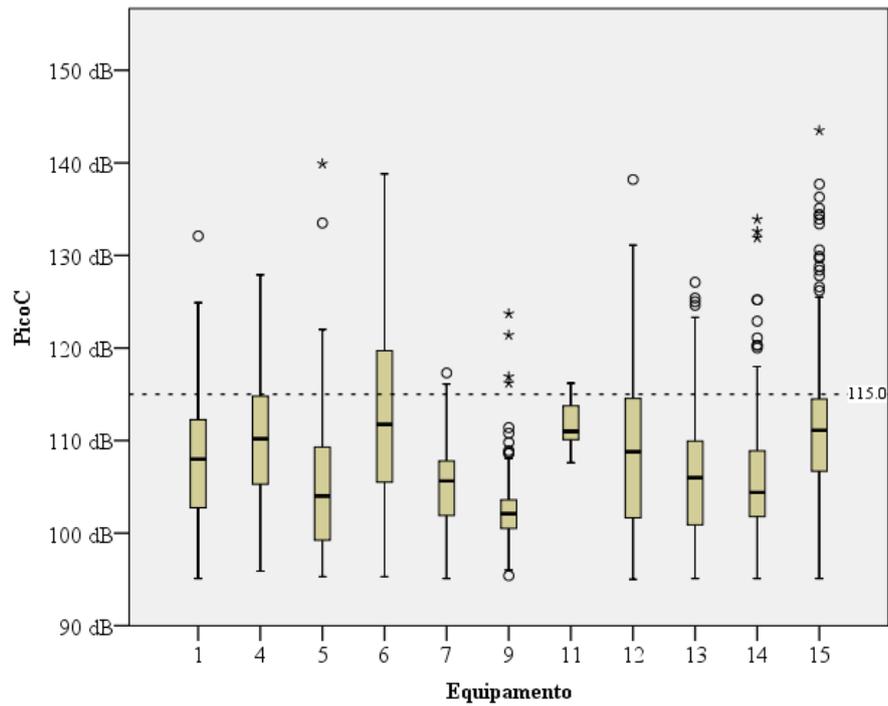


Figura 4.13 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico em equipamentos da área 1 da Indústria 2.

Na sequência, mostram-se as medições setorizadas para ruído contínuo.

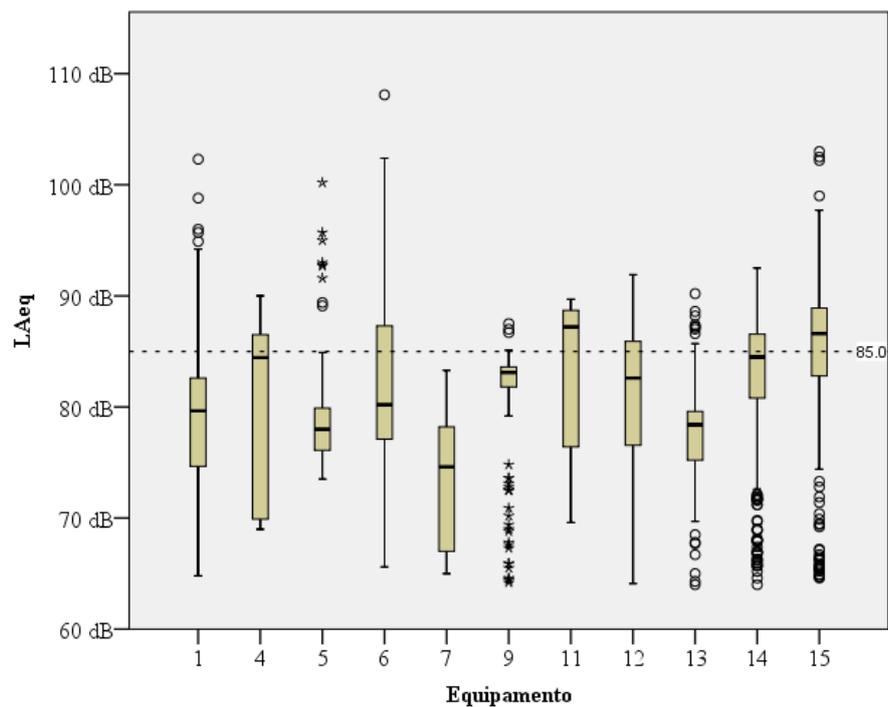


Figura 4.14 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora contínua em equipamentos da área 1 da Indústria 2.

A análise do ruído contínuo nessa mesma área permite observar transgressão significativa dos limites em cinco setores: empacotadeira de metais (ponto 4), lavagem (ponto 6), esquadrejadeira (ponto 11), processo de cola e montagem (ponto 12), máquina de cortes especiais (ponto 14) e empacotadeira de produtos acabados (ponto 15). Nos setores “esquadrejadeira” e “empacotadeira de produtos acabados”, observou-se transgressão em mais de 50% das capturas.

Na média, apenas a empacotadeira de produtos acabados apresentou medições acima do limite de 85 dB da NR 15 e ainda assim dentro da margem de erro. A média observada foi de 84,51 dB, com erro padrão de $\pm 0,50$ dB e intervalo de confiança de 95%.

Na sequência são mostrados os resultados para a área 2 da Indústria 2.

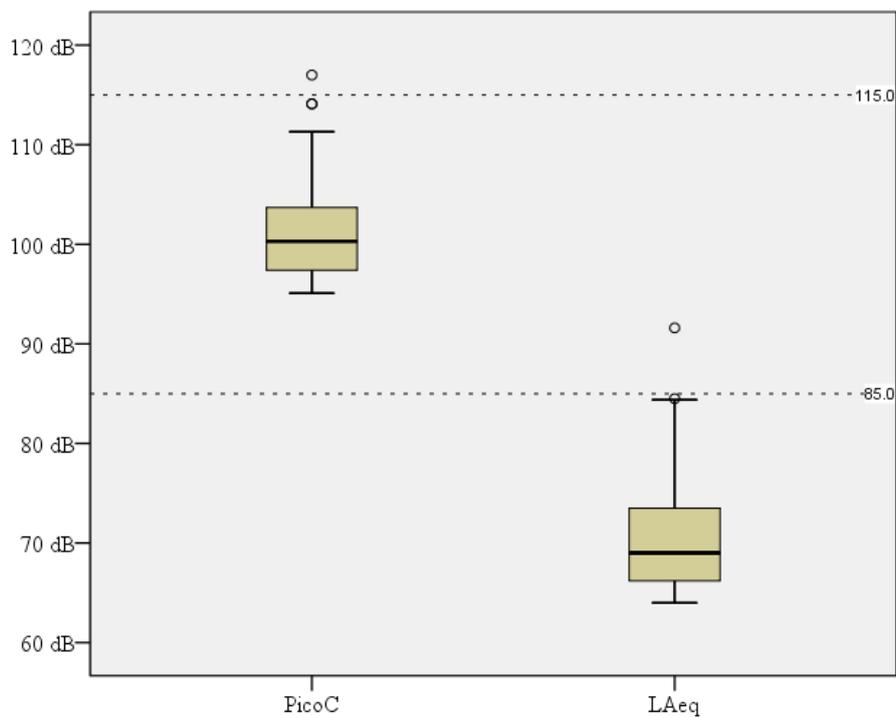


Figura 4.15 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 2 da Indústria 2.

Observando a Figura 4.15, verifica-se que as emissões de ruído capturadas para a área 2 não representam criticidade relevante. O diagnóstico vale tanto para os ruídos contínuos como os de pico. Essa figura demonstra que até mesmo os bigodes correspondentes às medições ficaram abaixo dos limites. Isso quer dizer que mesmo os eventuais outliers referentes às medições poderiam ficar abaixo dos limites de 85 e 115 dB para ruídos contínuos e intermitentes, respectivamente. No caso concreto, tanto para os

ruídos contínuos como os de picos, observou-se um outlier abaixo do limite e outro acima do limite.

Infere-se que, além dos tipos de equipamentos utilizados, foi determinante para os resultados o fato de se tratar de uma área a céu aberto.

Na sequência, apresentam-se os resultados para a área 3 da Indústria 2.

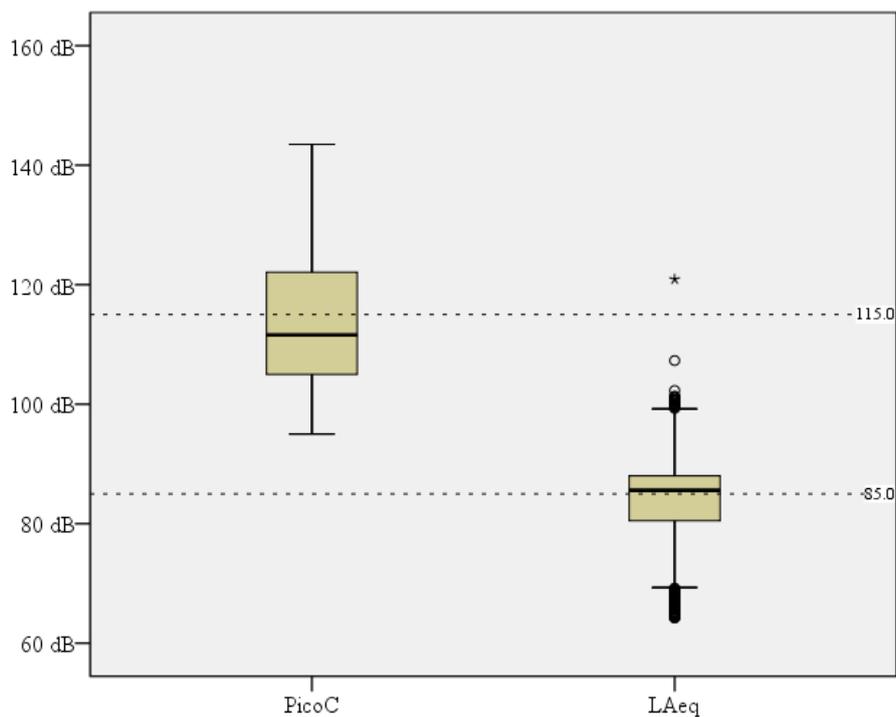


Figura 4.16 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico e contínua na área 3 da Indústria 2.

Conforme demonstrado na Figura 4.16, foram capturadas emissões de ruídos acima dos limites na área analisada. Para ruído de pico, identificou-se que a quantidade de capturas acima do limite de 115 dB se situou entre a mediana e o percentil 75%. Ou seja, entre 25% e 50% das capturas infringiram o limite. Para o ruído contínuo, a mediana correspondente às capturas ficaram acima do limite de 85 dB. Isso quer dizer que a maioria das medições infringiu o limite. Observa-se a necessidade da análise em nível de equipamentos para essa área.

A Figura 4.17 demonstra os resultados para ruídos de pico na área 3 da Indústria 2.

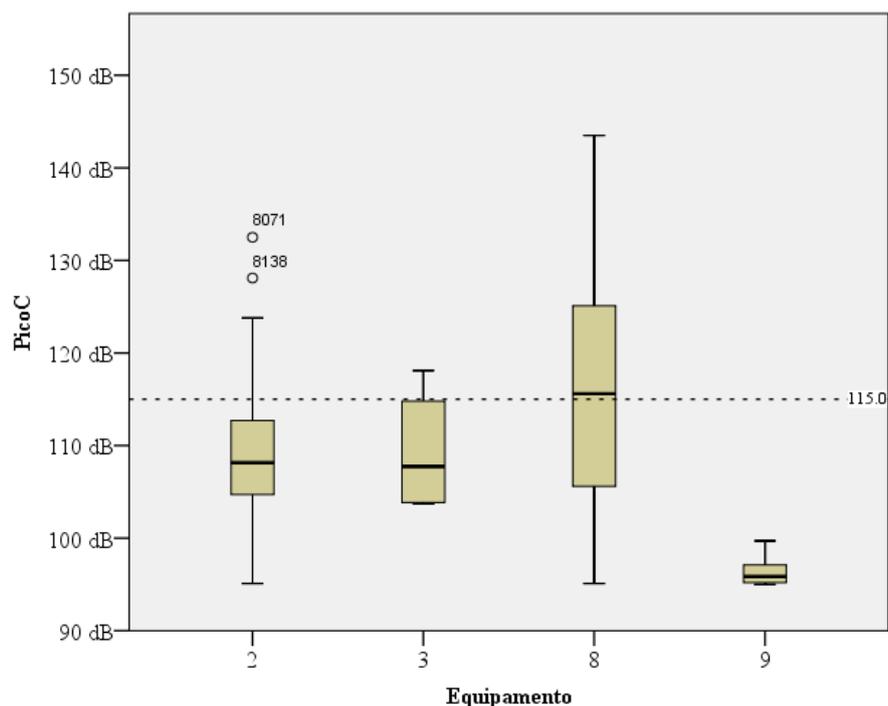


Figura 4.17 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora de pico em equipamentos da área 3 da Indústria 2.

Pela análise do diagrama de caixas e bigodes, verifica-se que o setor com emissões de ruído de pico acima do limite é o de “corte de tarugos” (ponto 8). Neste caso, as transgressões superam a linha da mediana em mais de 50% das capturas realizadas.

Na sequência (Figura 4.18), apresentam-se os resultados setorizados para ruído contínuo na área 3 da Indústria 2.

Considerando os ruídos contínuos, três dos quatro setores analisados apresentaram problemas: tupias (ponto 2), marcenaria (ponto 3) e corte de tarugos (ponto 8). É importante observar que, em todos os casos, a linha da mediana estava acima do limite de 85 dB. No caso da marcenaria, todas as medições registram transgressão aos limites de ruído contínuo.

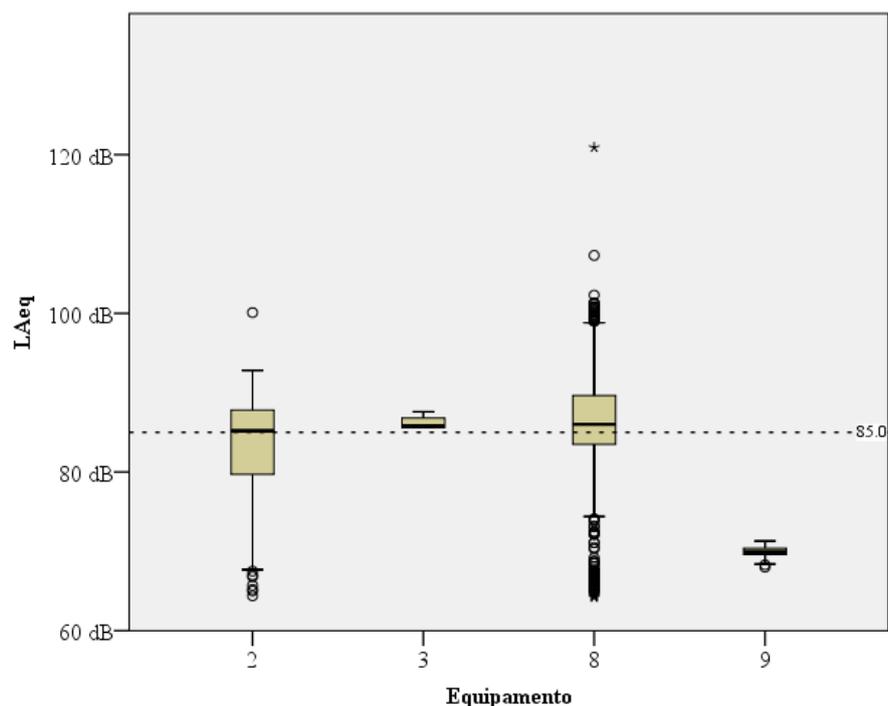


Figura 4.18 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de pressão sonora contínua em equipamentos da área 3 da Indústria 2.

Embora existam poucos estudos relacionados à presença de ruídos na indústria moveleira (CAVALCANTE; FERRITE; COSTA, 2013), os resultados observados quanto ao excesso de ruídos também já foram relatados em estudos similares realizados em indústrias no Rio Grande do Sul (GIRARDI; SELBITTO, 2011) e em Rondônia (LOPES et al., 2009).

Girardi e Sellitto (2011) identificaram excesso de ruído contínuo em indústrias moveleiras em equipamentos como a tupia, serra circular e plaina de desengrosso. O trabalho concluiu que o ambiente de trabalho de uma indústria de móveis apresenta níveis elevados de pressão sonora.

Lopes et al. (2009) aferiu que 44,75% dos trabalhadores de indústrias madeireiras possuíam audiogramas alterados, o que sugere deficiência auditiva envolvendo o ruído. A proporção foi considerada alarmante, visto que a deficiência auditiva de origem ocupacional pode ser prevenida.

De forma geral, os resultados obtidos estão em consonância com estudos anteriores sobre o tema. Em ambas as indústrias estudadas, foram identificadas as fontes pontuais de ruído. No caso da Indústria 1, foram identificadas fontes poluidoras em uma das três áreas estudadas. Os principais equipamentos identificados como problemáticos foram a tupia, a

serra circular e o torno. No caso da Indústria 2, as fontes poluidoras estavam distribuídas em duas das três áreas analisadas. Os principais processos identificados como problemáticos foram a lavagem, corte de tarugos, marcenaria e tupia.

4.1.2 Partículas em dispersão

As medições de partículas em dispersão (ou material particulado, abreviado como PM7) foram realizadas utilizando equipamento com sensibilidades para captação de partículas inaláveis de PM_{2,5} (também denominadas partículas inaláveis finas) e PM₁₀ (também denominadas partículas inaláveis grossas), além de Partículas Totais (PT) em dispersão. Na Tabela 4.6, encontra-se o resumo estatístico das medições realizadas na Indústria 1.

Tabela 4.6 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 1.

Parâmetro	PT*	PM10*	PM2,5*
N Válidas	2137	1890	4129
Média	305,97	352,16	90,94
Mediana	84,00	44,00	41,00
Desvio padrão	1909,61	1374,54	212,86
Variância	3646611,27	1889358,19	45307,62
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	60200,00	17600,00	5170,00
Percentil 25	37,00	27,75	34,00
Percentil 50	84,00	44,00	41,00
Percentil 75	249,00	136,00	75,00

*Valores em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com exceção de N, que corresponde ao número de medições realizadas para o parâmetro.

**Partículas Totais (PT); PM_{2,5} - partículas em dispersão com diâmetro menor que 2,5 μm ; PM₁₀ - partículas em dispersão com diâmetro menor que 10 μm

Na sequência (Figura 4.19), são mostradas as curvas de distribuição de frequências para as variáveis analisadas. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

Observando-se a Figura 4.19, percebe-se que os dados coletados não correspondem a uma distribuição normal. Isso ocorre devido à presença de valores atípicos em quantidade representativa. Ao tentar executar análises descritivas a partir desses dados, os valores podem ficar excessivamente distorcidos, levando a conclusões errôneas.

⁷ sigla em inglês, PM, de *particulate matter*

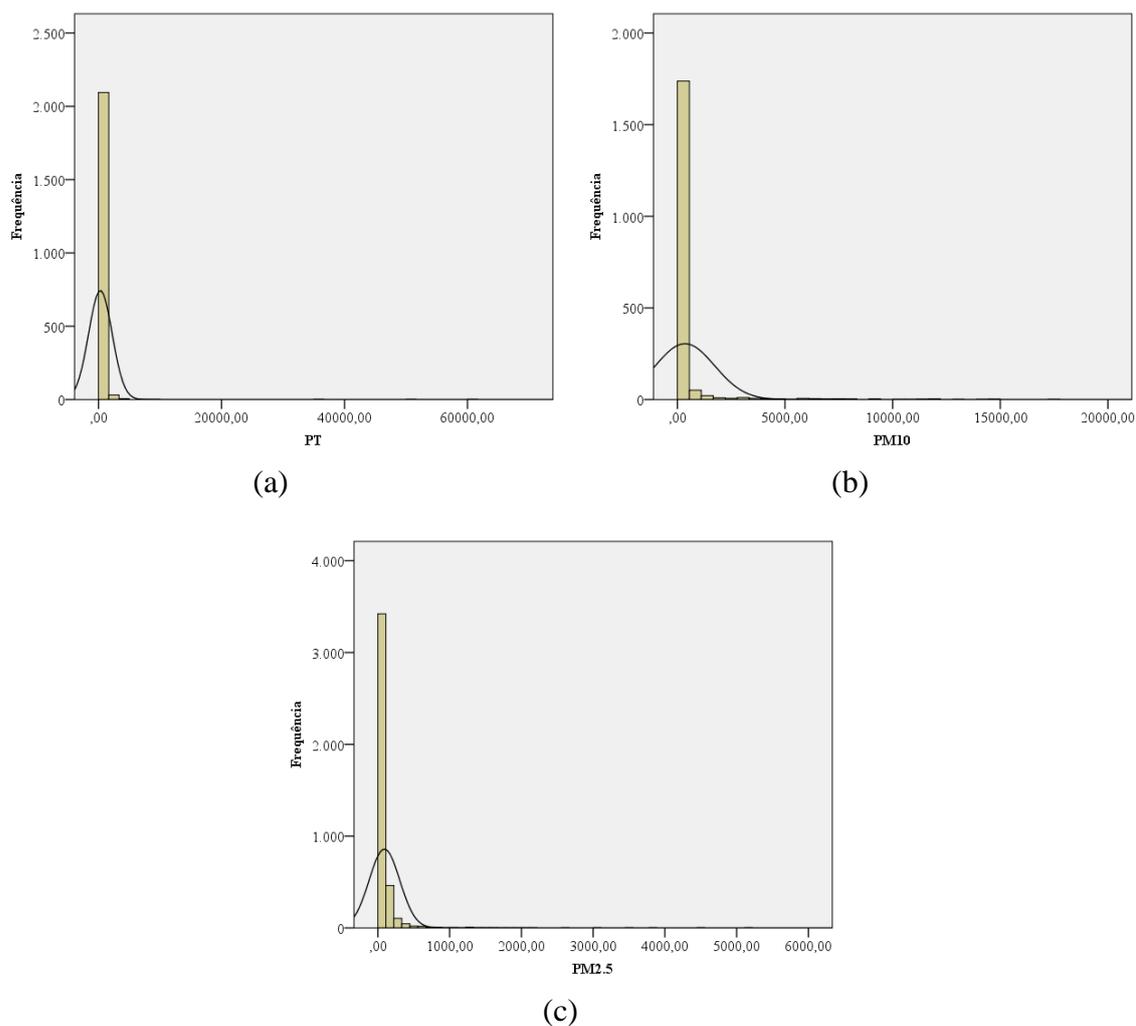


Figura 4.19 – Distribuição de frequências para medições de partículas na Indústria 1: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).

Para validar a inferência, foi executado o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para as variáveis estudadas. Os resultados do teste são apresentados na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Resultado do teste Kolmogorov-Smirnov.

Variável	Kolmogorov-Smirnov		
	Estatística	Grau de Liberdade	Significância
PT	0,44	2137,00	0,00N.S.
PM10	0,40	1890,00	0,00N.S.
PM2,5	0,36	4129,00	0,00N.S.

N.S – Não Significativo.

Para o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S), uma significância inferior a 0,05 indica um desvio da normalidade (FIELD, 2009). Percebe-se que as três variáveis ficam abaixo do nível de significância desejado, isto é, as três variáveis não foram significativas.

Para lidar com esta situação e tirar informações mais precisas, aplicou-se uma transformação logarítmica nos dados analisados. A transformação logarítmica tem o potencial de esmagar a cauda à direita da distribuição normal (FIELD, 2009). É uma técnica bastante utilizada em estudos de diversas áreas do conhecimento (ARRUDA et al., 2014; DANDA; QUEIROZ; HOFFMANN, 2016; VAZ; CENTENO; DELGADO, 2016). A transformação logarítmica consiste em calcular o logaritmo na base 10 em cada ponto de dados da medição conforme a Equação 5 a seguir:

$$y = \log_{10}(x) \quad \text{Equação 5}$$

Onde “y” é o valor transformado e “x” é o valor original. As referências normativas também podem ser transformadas da mesma forma, sem resultar em qualquer prejuízo para análise dos dados.

A Tabela 4.6 mostra o resumo estatístico das medições realizadas na Indústria 1 após a transformação logarítmica.

Tabela 4.8 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 1 utilizando transformação logarítmica.

Parâmetro		PT*	PM10*	PM2,5*
N	Válidas	2135	1881	4123
Média		2,03	1,81	1,74
Mediana		1,92	1,64	1,61
Desvio padrão		0,52	0,63	0,35
Variância		0,27	0,40	0,12
Mínimo		1,15	0,78	0,30
Máximo		4,78	4,25	3,71
	25	1,57	1,45	1,53
Percentil	50	1,92	1,64	1,61
	75	2,40	2,13	1,88

*Valores em $\log_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$, com exceção de N, que corresponde ao número de medições realizadas para o parâmetro.

**Partículas Totais (PT); PM2,5 - partículas em dispersão com diâmetro menor que 2,5 μm ; PM10 - partículas em dispersão com diâmetro menor que 10 μm .

A seguir apresentam-se as distribuições de frequência dos três conjuntos de medições utilizando a transformação logarítmica. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

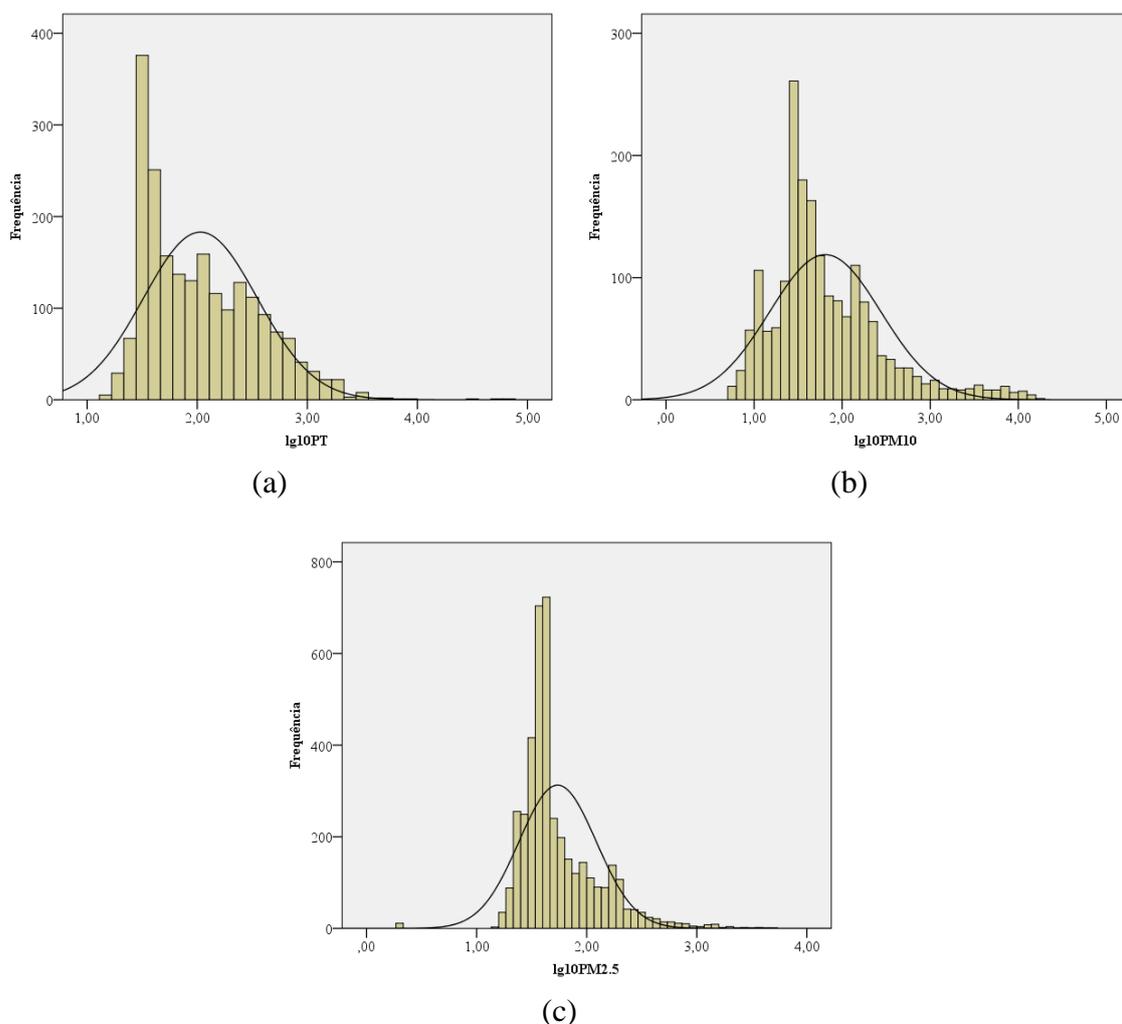


Figura 4.20 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na Indústria 1: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).

Apesar do teste K-S, após a transformação, apresentar valores de significância para normalidade abaixo de 0,05, as figuras analisadas permitem inferir que houve significativa melhora nas distribuições das frequências. Além disso, por se tratar de populações com elevados graus de liberdade, prosseguiu-se com a análise descritiva das variáveis.

A Resolução Conama nº 3/1990 (BRASIL, 1990) foi utilizada como referência para os limites de material particulado em dispersão. A Tabela 4.9 demonstra os limites de material particulado em dispersão considerado para análise dos ambientes Industriais.

Tabela 4.9 – Valores de referência para partículas em dispersão considerados na Resolução Conama nº 3/1990.

Padrão	Partículas	Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentração média geométrica anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Primário	Totais	240	80
	Inaláveis	150	50
Secundário	Totais	150	60
	Inaláveis	150	50

Fonte: Brasil (1990)

Neste trabalho, realizou-se o monitoramento descontínuo das emissões, procedimento previsto na Resolução Conama nº 382/2006 (BRASIL, 2006). Para efeito deste procedimento, não faz sentido utilizar os padrões anuais como referência. Assim, nas análises subsequentes utilizaremos apenas a referência diária, considerando apenas os períodos de efetiva operação das indústrias.

A Tabela 4.10 apresenta os limites transformados conforme a Equação 5.

Tabela 4.10 – Valores de referência transformados para partículas em dispersão considerados na Resolução Conama nº 3/1990

Padrão	Partículas	Concentração média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentração média diária ($\lg_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$)
Primário	Totais	240	2,3802
	Inaláveis grossas	150	2,1760
	Inaláveis finas*	60	1,7781
Secundário	Totais	150	2,1760
	Inaláveis	150	2,1760

*Padrão estabelecido pela CETESB/SP por meio do Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013 (SÃO PAULO, 2013).

Os padrões primários são aqueles que, se excedidos, causam prejuízos à saúde; e os padrões secundários, quando superados, causam efeitos adversos (MOREIRA et al., 2014).

A Norma Federal não diferencia as partículas inaláveis finas (PM_{2,5}) das grossas (PM₁₀). Sabe-se que o tamanho das partículas está diretamente associado ao seu potencial para causar problemas à saúde. Quanto menores as partículas, maiores os efeitos provocados à saúde (RODRIGUES et al., 2015).

Para efeito de referência deste trabalho, utilizou-se como referência primária para partículas inaláveis finas os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela CETESB, por meio do Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013 (SÃO PAULO, 2013).

Na sequência, a Figura 4.21 apresenta os diagramas de caixas e bigodes das medições de partículas em dispersão na Indústria 1.

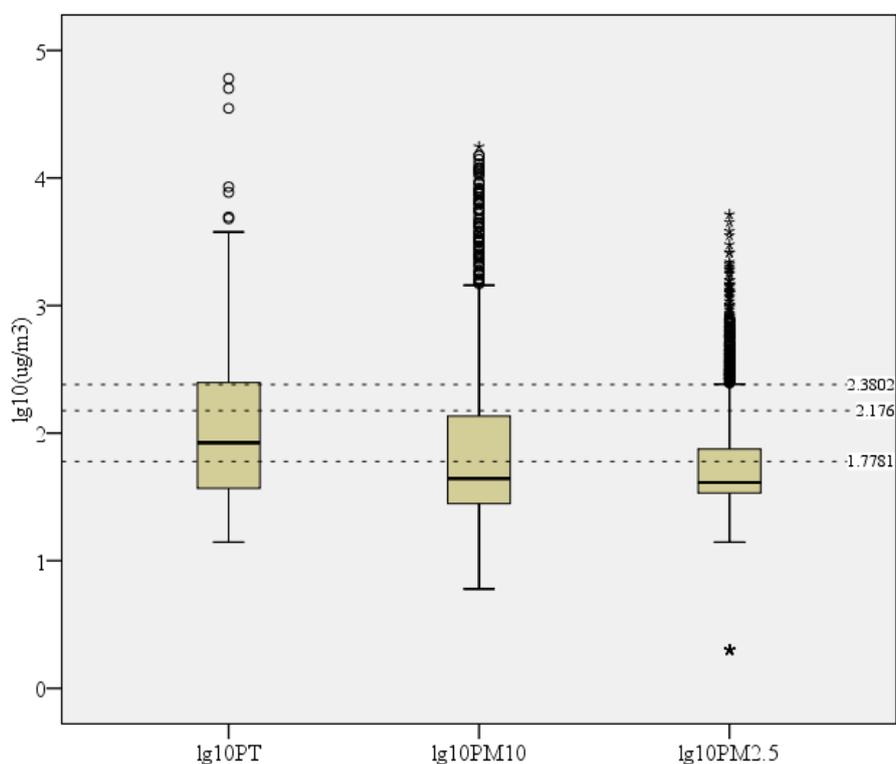


Figura 4.21 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de partículas em dispersão na Indústria 1.

O diagrama de caixas e bigodes da Figura 4.21 demonstra a existência de outliers e valores atípicos para as três variáveis transformadas analisadas (PT, PM10 e PM2,5). Na mesma figura, observaram-se três linhas tracejadas com indicação dos limites de partículas em dispersão fornecidos na Tabela 4.10. Percebe-se que ao menos 25% das medições de Partículas Totais (PT) transgrediram os limites primários, e um número ainda maior de medições transgrediram também os limites secundários. Para as Partículas Inaláveis Grossas (PM10) houve transgressão dos limites primários e secundários em número inferior a 25% das medições. Para as Partículas Inaláveis Finas (PM2,5) houve transgressão dos limites primários em mais de 25% das medições. Os limites secundários foram transgredidos em menos de 25% dos pontos, e em quantidade inferior a todos os demais

tipos de partículas. Fica clara a necessidade de um estudo mais aprofundado quanto às partículas em dispersão na Indústria 1. Esse estudo foi feito analisando os dados coletados por área ou por equipamento, seguindo a rotina realizada para análise das emissões de ruído.

Na sequência (Tabela 4.11), apresentam-se os resultados obtidos para a Indústria 2. Os resultados já são demonstrados na base transformada, conforme a Equação 5.

Tabela 4.11 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 2, utilizando transformação logarítmica.

Parâmetro		PT*	PM10*	PM2,5*
N	Válidas	1533	2617	3968
Média		2,02	1,82	1,81
Mediana		2,00	1,76	1,74
Desvio padrão		0,45	0,34	0,32
Variância		0,20	0,11	0,10
Mínimo		1,08	0,00	1,00
Máximo		4,54	4,32	3,40
Percentil	25	1,66	1,61	1,60
	50	2,00	1,76	1,74
	75	2,25	2,02	1,94

*Valores em $\log_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$, com exceção de N, que corresponde ao número de medições realizadas para o parâmetro.

**Partículas Totais (PT); PM2,5 - partículas em dispersão com diâmetro menor que 2,5 μm ; PM10 - partículas em dispersão com diâmetro menor que 10 μm .

A Figura 4.22 apresenta as distribuições de frequência dos três conjuntos de medições utilizando a transformação logarítmica. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

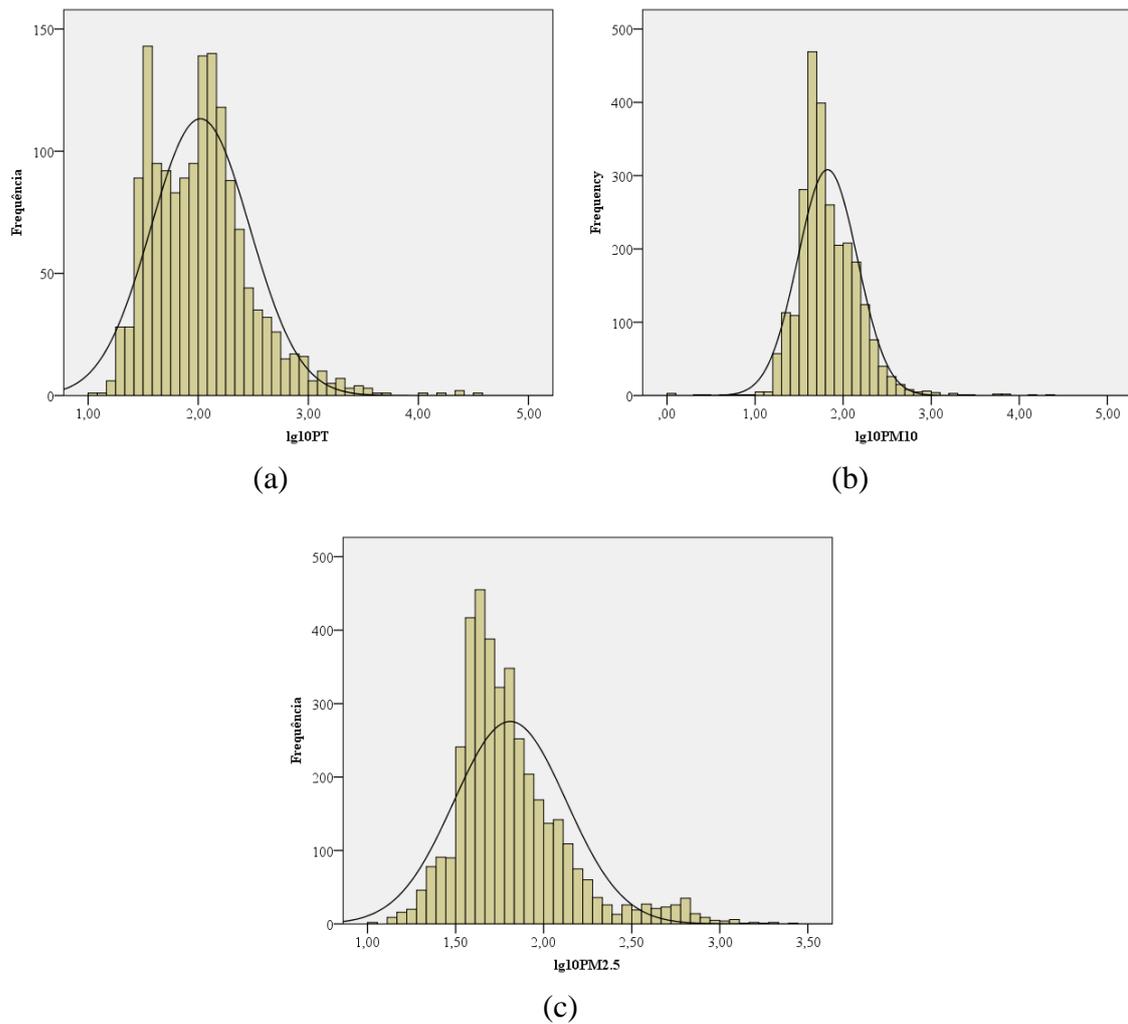


Figura 4.22 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na Indústria 2: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).

A Figura 4.23 apresenta os diagramas de caixas e bigodes das medições de partículas em dispersão na Indústria 2.

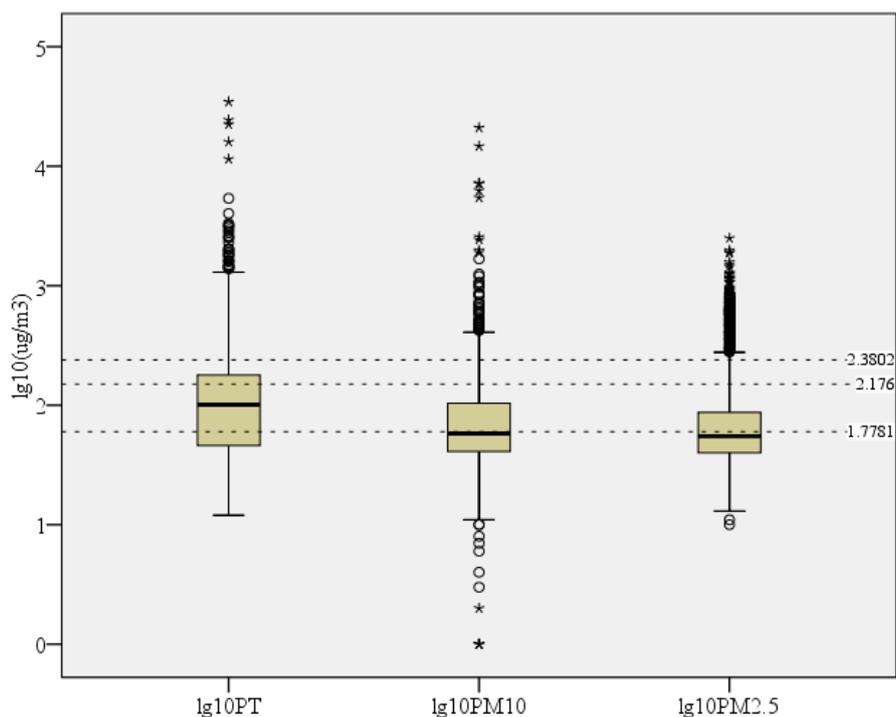


Figura 4.23 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições de partículas em dispersão na Indústria 2.

O diagrama de caixas e bigodes da Figura 4.23 demonstra a existência de outliers e valores atípicos para as três variáveis transformadas analisadas (PT, PM10 e PM2,5). Os outliers e valores atípicos encontrados estão relacionados ao desvio de normalidade demonstrado Figura 4.22.

Na Figura 4.23, observam-se três linhas tracejadas com indicação dos limites de partículas em dispersão fornecidos na Tabela 4.10. Os resultados são bastante similares aos encontrados na Indústria 1.

Percebe-se que ao menos 25% das medições de Partículas Totais (PT) transgrediram os limites primários, e um número ainda maior de medições transgrediram também os limites secundários. Para as Partículas Inaláveis Grossas (PM10), houve transgressão dos limites primários e secundários em número inferior a 25% das medições. Para as Partículas Inaláveis Finas (PM2,5), houve transgressão dos limites primários em quase 50% das medições. Os limites secundários foram transgredidos em menos de 25% dos pontos, e em quantidade inferior a todos os demais tipos de partículas.

É nítida a necessidade de um estudo mais aprofundado quanto às partículas em dispersão também na Indústria 2.

4.1.2.1 Partículas em dispersão – análise por áreas da Indústria 1

Conforme destacado na Figura 3.5 (pág. 66), a Indústria 1 foi dividida em três áreas, segundo suas características específicas. As emissões de partículas por área estão resumidas na Tabela 4.12.

Tabela 4.12 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 1 utilizando transformação logarítmica.

Parâmetro		Área 1			Área 2		Área 3		
		PT*	PM10*	PM2,5*	PM10*	PM2,5*	PT*	PM10*	PM2,5*
N	Válidas	806	129	394	574	2116	1329	1177	1612
Média		1,65	1,49	1,69	1,52	1,70	2,26	1,98	1,80
Mediana		1,58	1,46	1,60	1,26	1,60	2,23	1,79	1,72
Desvio padrão		0,25	0,15	0,26	0,60	0,29	0,50	0,61	0,43
Variância		0,06	0,02	0,07	0,36	0,08	0,25	0,38	0,18
Mínimo		1,20	1,23	1,32	0,78	1,23	1,15	1,30	0,30
Máximo		3,32	2,54	3,29	3,11	3,42	4,78	4,25	3,71
Percentil	25	1,51	1,45	1,54	1,04	1,56	1,90	1,54	1,49
	50	1,58	1,46	1,60	1,26	1,60	2,23	1,79	1,72
	75	1,72	1,52	1,73	2,13	1,72	2,59	2,20	2,01

*Valores em $\log_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$, com exceção de N, que corresponde ao número de medições realizadas para o parâmetro.

**Partículas Totais (PT); PM2,5 - partículas em dispersão com diâmetro menor que 2,5 μm ; PM10 - partículas em dispersão com diâmetro menor que 10 μm .

Da Figura 4.24 até a Figura 4.27 a seguir, apresentam as distribuições de frequências das medições de partículas em dispersão, por área, da Indústria 1. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

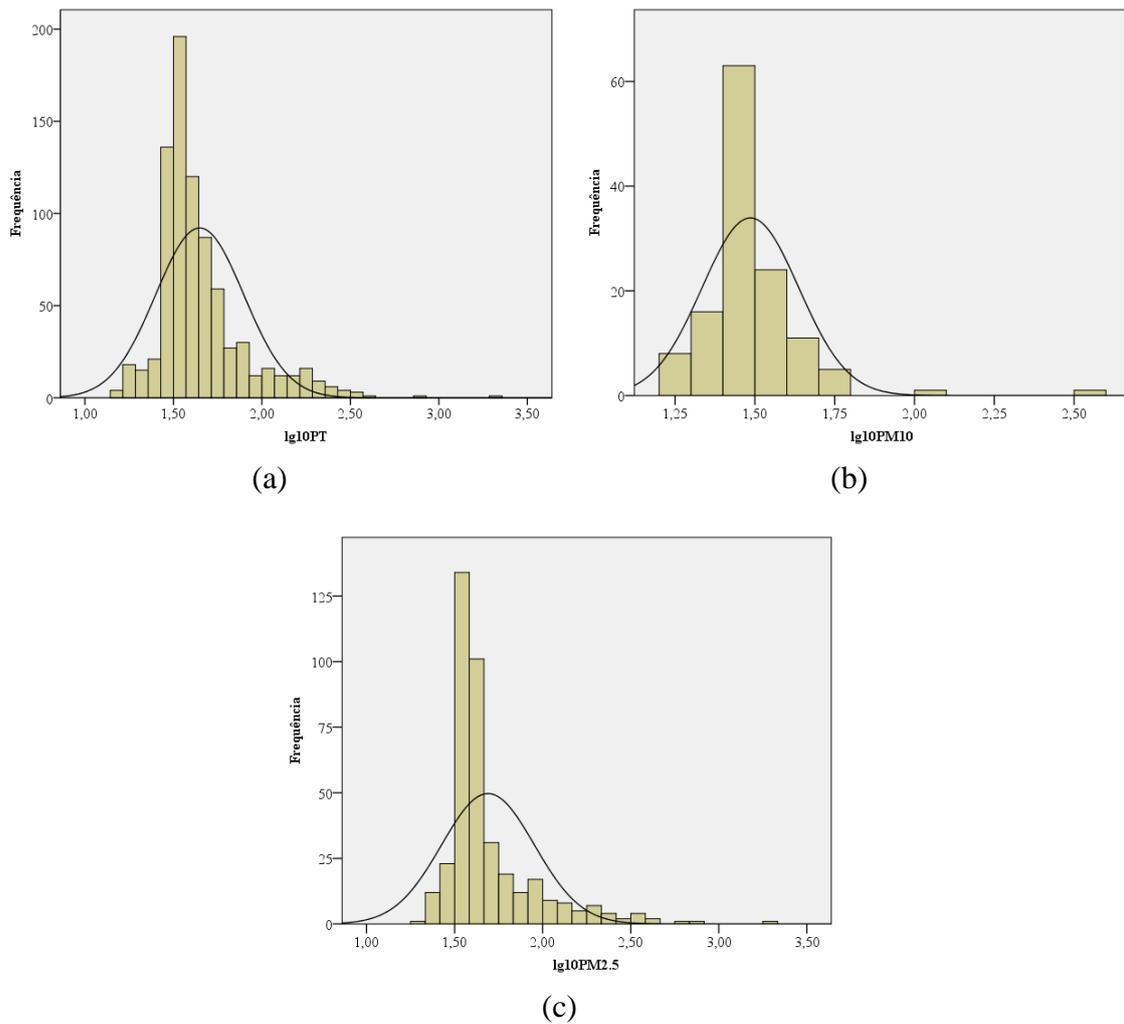


Figura 4.24 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 1 da Indústria 1: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).

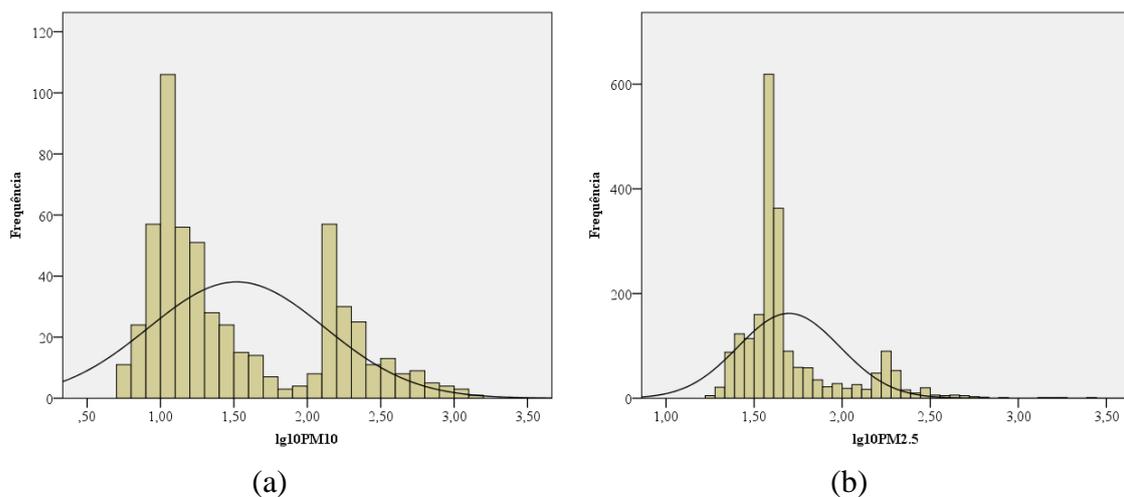


Figura 4.25 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 2 da Indústria 1: (a) partículas inaláveis grossas (PM10); e (b) partículas inaláveis finas (PM2,5).

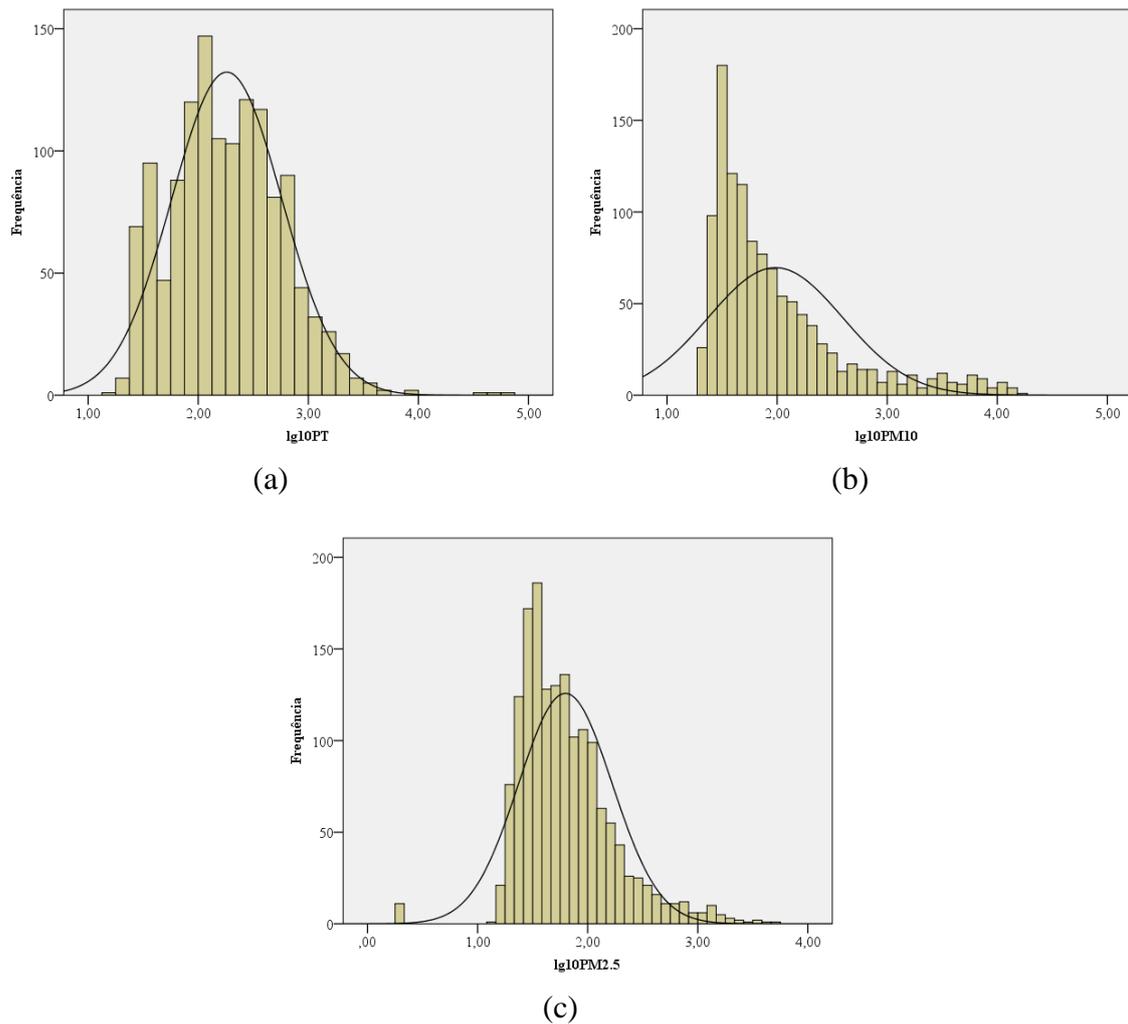


Figura 4.26 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 3 da Indústria 1: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).

Na sequência, as Figuras 4.27 até a Figura 4.29 apresentam-se os diagramas de caixas e bigodes das medições de ruídos realizadas nas três áreas da Indústria 2.

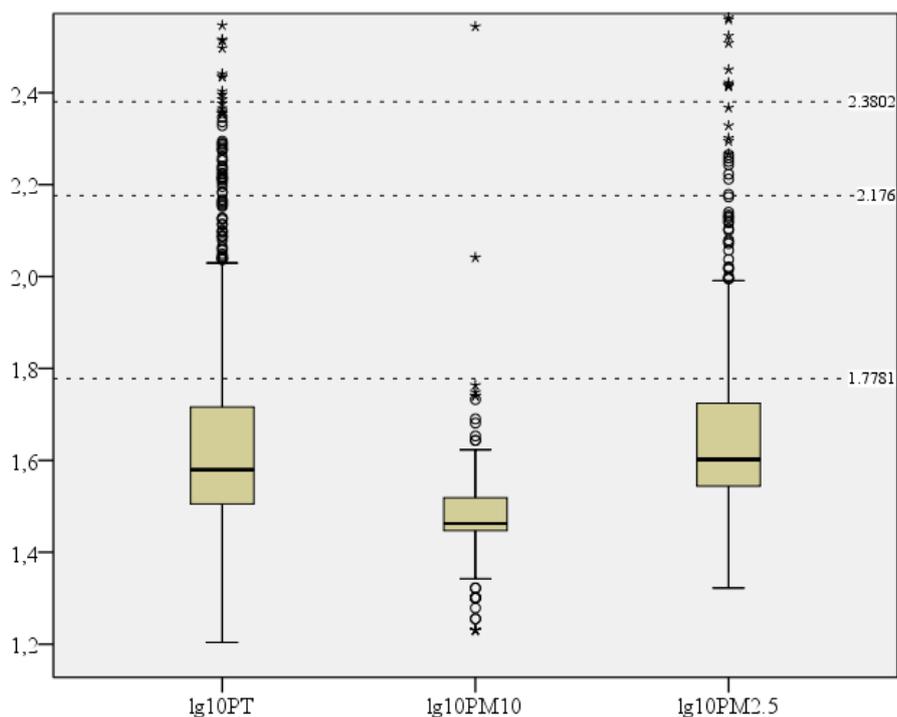


Figura 4.27 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições partículas na área 1 da Indústria 1.

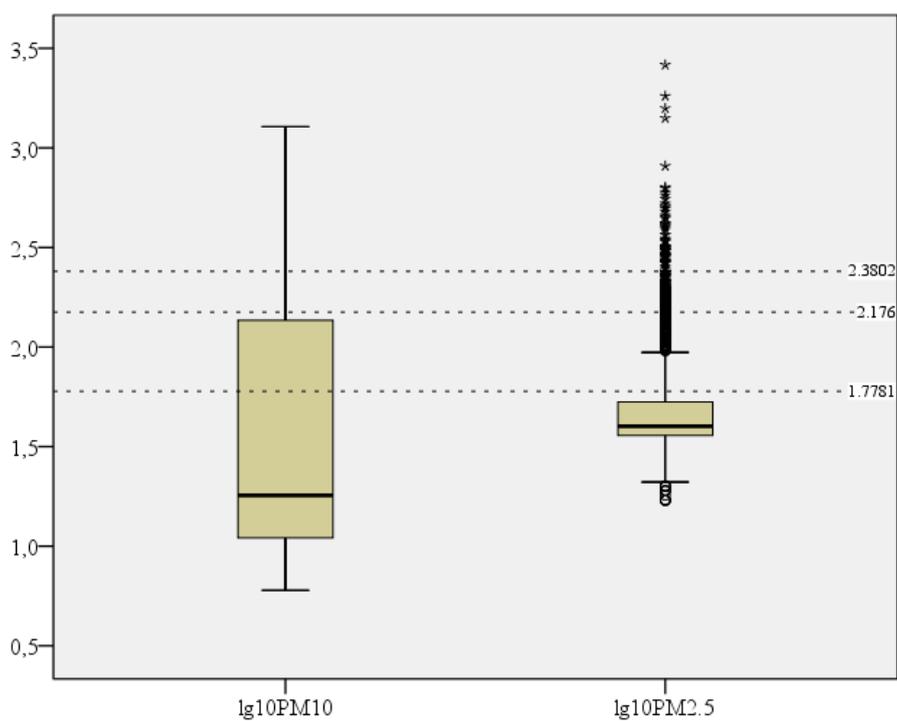


Figura 4.28 – Diagrama de caixas e bigodes as medições partículas na área 2 da Indústria 1.

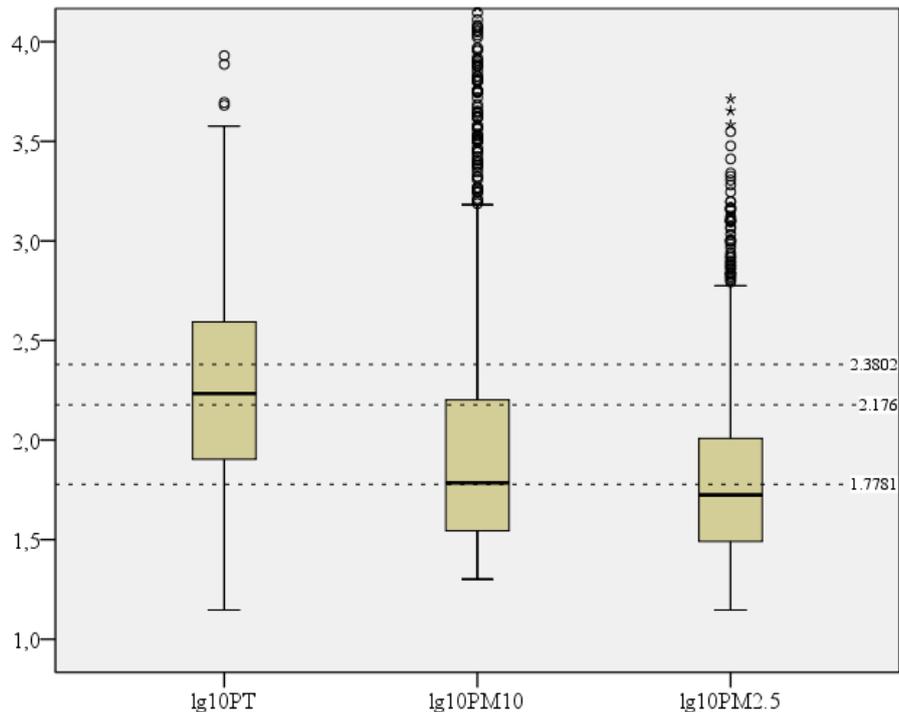


Figura 4.29 – Diagrama de caixas e bigodes as medições partículas na área 3 da Indústria 1.

Observando a Figura 4.27, percebe-se que, na área 1 da Indústria 1, as medições de partículas totais e inaláveis ficaram abaixo dos padrões primários e secundários demonstrados na Tabela 4.10 em 100% das capturas válidas. Assim, essa área da empresa não apresenta quantidades preocupantes de partículas em dispersão.

Analisando a área 2 da Indústria 1, observou-se que a presença de capturas de partículas inaláveis (PM2,5) está acima dos padrões primários, em menos de 25% das medições válidas. Contudo, como os padrões da Resolução Conama nº 3/1990 consideram médias, pode-se afirmar que as partículas inaláveis finas não representam uma preocupação para essa área da Indústria 1. Com relação às partículas inaláveis grossas (PM10), houve transgressão dos padrões primário e secundário em menos de 25% das capturas. No entanto, considerando a média, não há descompasso entre os valores medidos e os padrões.

Com relação à área 3, percebe-se que há transgressão do padrão primário para partículas inaláveis finas em menos de 50% das capturas. Contudo se observa que a linha indicativa do limite padronizado ficou bastante próxima da mediana para essas medições, indicando que o valor médio das capturas infringiu o padrão. Observando a Tabela 4.12, percebe-se que média ficou em 1,8 $\log_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$, acima do limite de 1,78 $\log_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$.

Assim, faz-se necessário um estudo mais detalhado das emissões de partículas finas nessa área da empresa.

Levando-se em consideração as partículas grossas, observou-se que pouco mais de 25% das medições atingiram os padrões primários e secundários da Resolução Conama nº 3/1990. No entanto, considerando a média, não houve transgressão.

Com relação às partículas totais, observou-se a superação do padrão secundário em mais de 50% das capturas, indicando valores médios também inferiores ao padrão, conforme demonstra a Tabela 4.12. Verificando-se os padrões primários, houve transgressão em menos de 50% das capturas. No entanto, para esse caso, a média das capturas ficou em $2,26 \log_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$, abaixo do limite de $2,38 \log_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$.

Em resumo, para a Indústria 1, as emissões de partículas em dispersão atingem níveis preocupantes somente na área 3, para as partículas grossas (PT) e partículas inaláveis finas (PM_{2,5}). Na sequência, apresenta-se análise por equipamento para essas variáveis.

O diagrama de caixas e bigodes a seguir (Figura 4.30) demonstra o comportamento das emissões para as partículas finas inaláveis para a área 3 da Indústria 1.

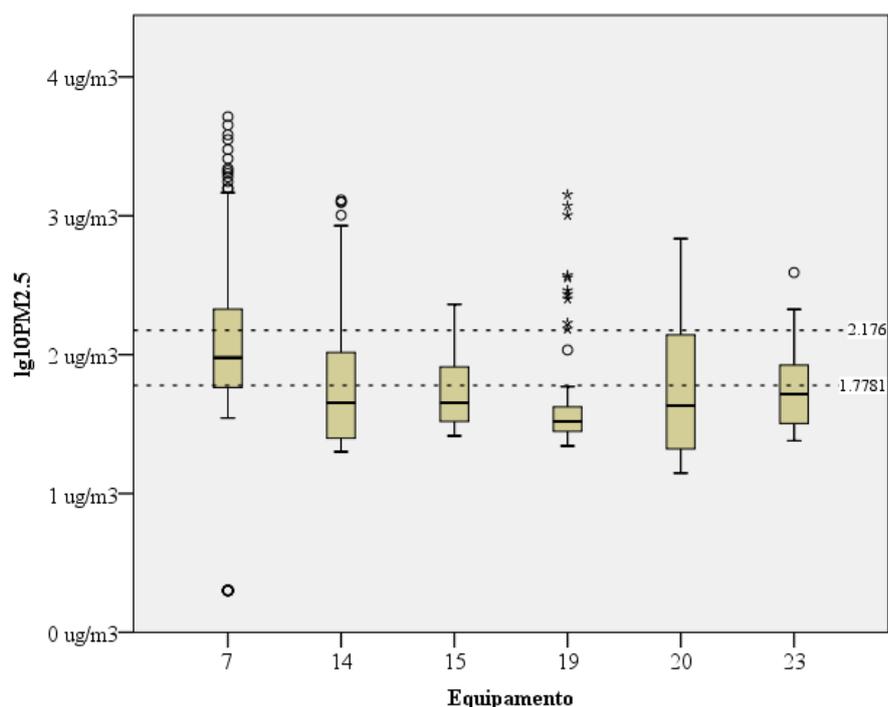


Figura 4.30 – Diagrama de caixas e bigodes por equipamento para medições partículas finas na área 3 da Indústria 1.

Na Figura 4.30, os números da abscissa correspondem aos equipamentos relacionados na Figura 3.8 (pág. 67). Analisando as medições quanto aos padrões

secundários, observa-se que não houve transgressões significativas. A única exceção é o equipamento 7 (máquina de desengrosso) em que houve superação de limites em mais de 25% das medições. Com relação aos padrões primários, observa-se transgressão aos padrões em mais de 75% das capturas para o equipamento 7 (máquina de desengrosso) e transgressões em mais de 25% das capturas para os equipamentos 14, 15, 20 e 23 (tupia, serra circular, e furadeiras, respectivamente). Para o equipamento 19 (torno), não houve captura acima do padrão.

Com relação às partículas totais, o diagrama de caixas e bigodes da Figura 4.31 demonstra o comportamento das emissões.

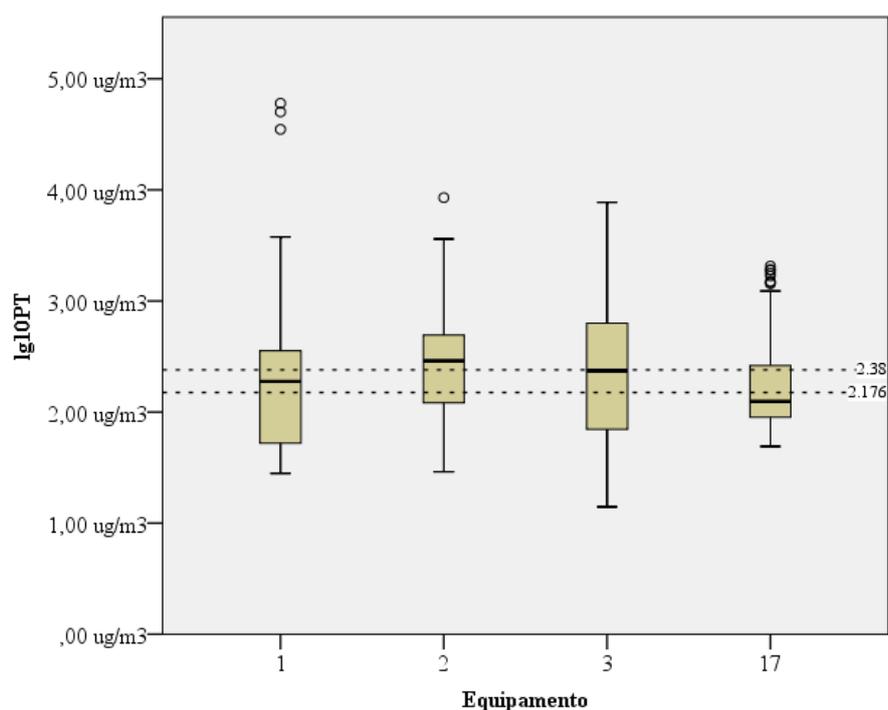


Figura 4.31 – Diagrama de caixas e bigodes por equipamento para medições de partículas totais na área 3 da Indústria 1.

Analisando-se as medições quanto aos padrões secundários, observa-se que houve transgressões em mais de 50% das capturas para os equipamentos 1, 2 e 3 (serras circulares e serra de fita) e em pouco menos de 50% das capturas para o equipamento 17 (lixadeira). Considerando-se o padrão primário, houve transgressão em mais de 25% de capturas para todos os equipamentos analisados, sendo o destaque o equipamento 2 (serra circular) com mais de 50% das capturas com transgressões. Conclui-se que todos os equipamentos

analisados na área 3 da Indústria 1 produzem partículas grossas acima dos limites aceitáveis.

4.1.2.2 Partículas em dispersão – análise por áreas da Indústria 2

Conforme destacado na Figura 3.9 (pág. 68), a Indústria 2 também foi dividida em três áreas, segundo características específicas. As emissões de ruído por área estão resumidas na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 – Resumo estatístico das medições de partículas em dispersão realizadas na Indústria 2 utilizando transformação logarítmica.

Parâmetro		Área 1			Área 2		Área 3		
		PT*	PM10 *	PM2,5 *	PM10 *	PM2,5 *	PT*	PM10 *	PM2,5 *
N	Válidas	716	1943	2308	181	766	817	493	894
Média		1,78	1,82	1,75	1,64	1,76	2,23	1,89	2,01
Mediana		1,72	1,76	1,70	1,60	1,71	2,18	1,86	2,00
Desvio padrão		0,36	0,35	0,29	0,15	0,22	0,42	0,33	0,39
Variância		0,13	0,12	0,08	0,02	0,05	0,17	0,11	0,15
Mínimo		1,08	0,00	1,00	1,45	1,45	1,38	0,85	1,26
Máximo		4,20	3,74	3,30	2,54	3,20	4,54	4,32	3,40
Percentil	25	1,54	1,61	1,59	1,54	1,61	2,01	1,69	1,76
	50	1,72	1,76	1,70	1,60	1,71	2,18	1,86	2,00
	75	1,96	2,06	1,85	1,70	1,86	2,41	2,00	2,15

*Valores em $\log_{10}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$, com exceção de N, que corresponde ao número de medições realizadas para o parâmetro.

**Partículas Totais (PT); PM2,5 - partículas em dispersão com diâmetro menor que 2,5 μm ; PM10 - partículas em dispersão com diâmetro menor que 10 μm

As distribuições de frequências das medições de partículas em dispersão realizadas, por área, na indústria 2, são apresentadas na Figura 4.32 até a Figura 4.34. As curvas de distribuição normal (linha contínua) são representadas apenas de forma ilustrativa.

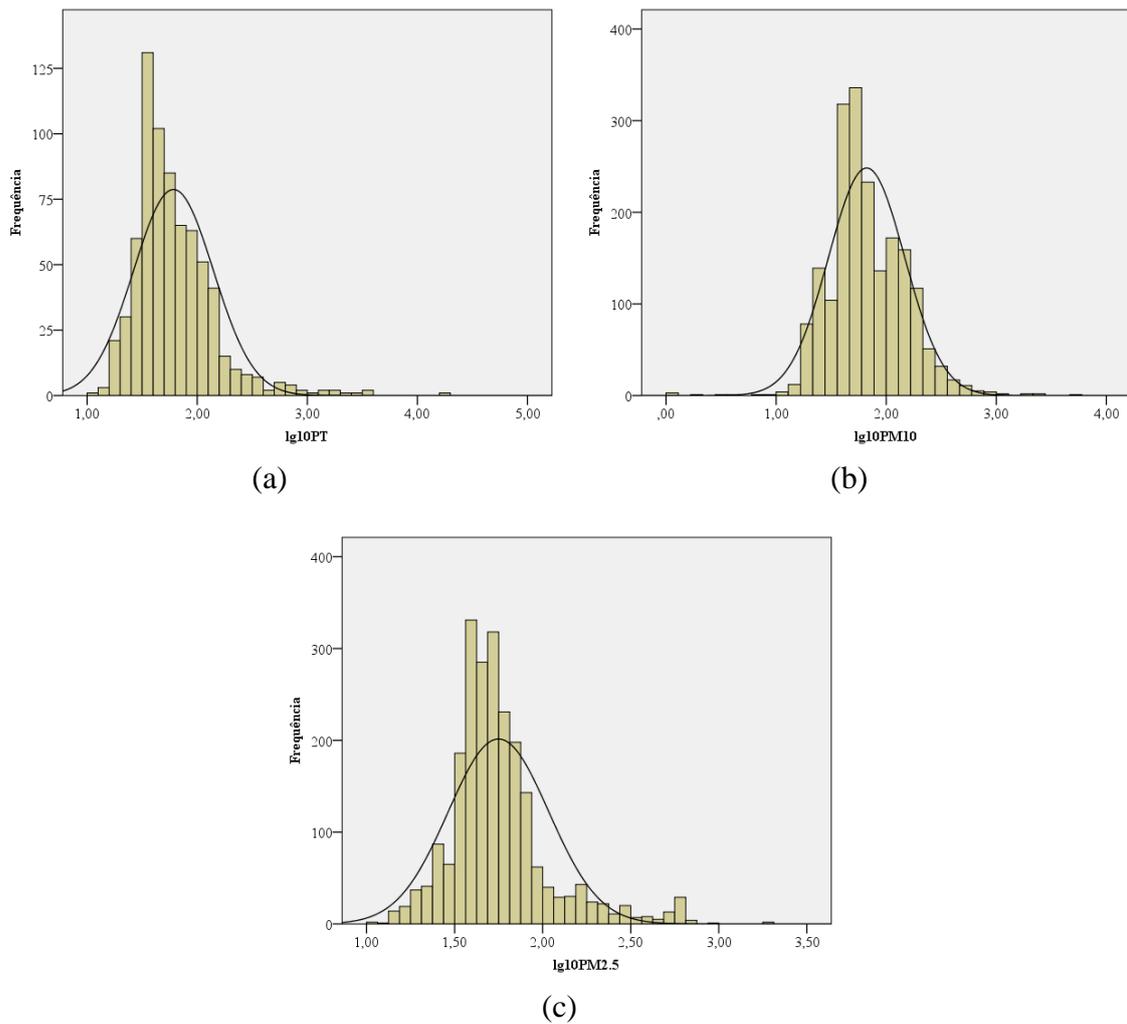


Figura 4.32 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 1 da Indústria 2: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).

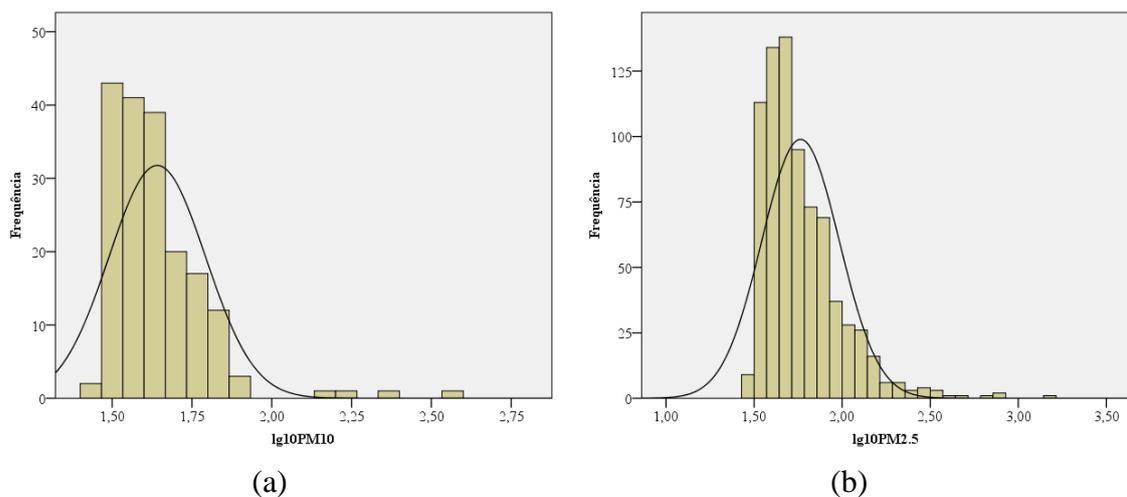


Figura 4.33 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 2 da Indústria 2: (a) partículas inaláveis grossas (PM10); e (b) partículas inaláveis finas (PM2,5).

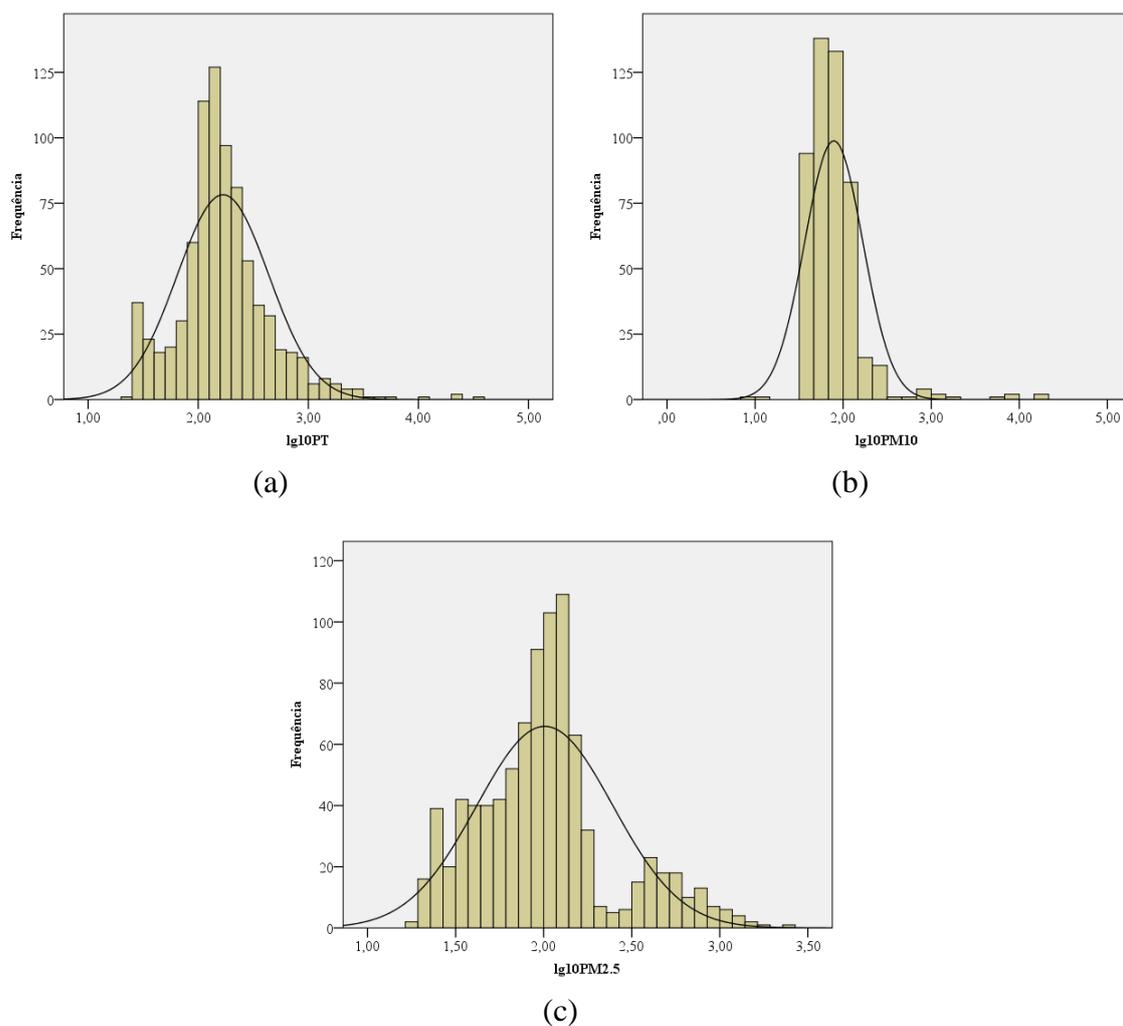


Figura 4.34 – Distribuição de frequências após a transformação logarítmica na área 3 da Indústria 2: (a) Partículas Totais (PT); (b) partículas inaláveis grossas (PM10); e (c) partículas inaláveis finas (PM2,5).

Na sequência, a Figura 4.35 até a Figura 4.37 apresentam os diagramas de caixas e bigodes das medições de partículas em dispersão realizadas nas três áreas da Indústria 2.

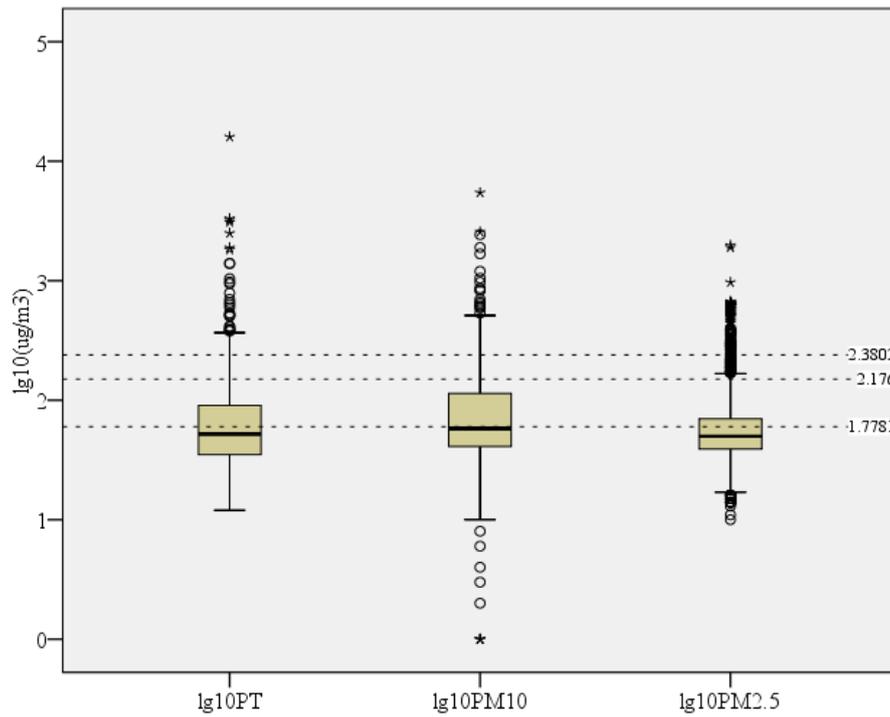


Figura 4.35 – Diagrama de caixas e bigodes para as medições partículas na área 1 da Indústria 2.

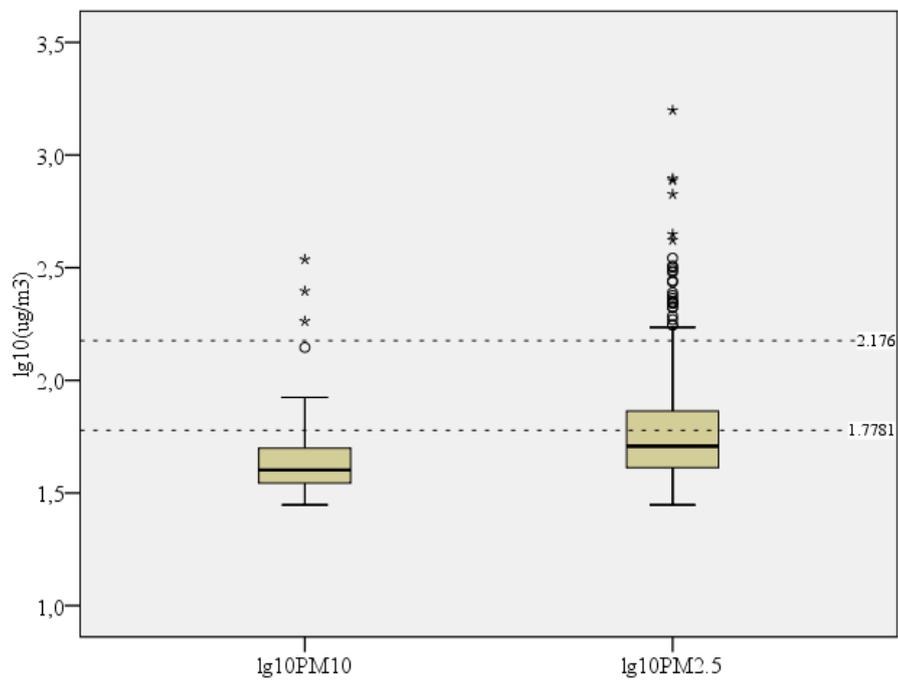


Figura 4.36 – Diagrama de caixas e bigodes as medições partículas na área 2 da Indústria 2.

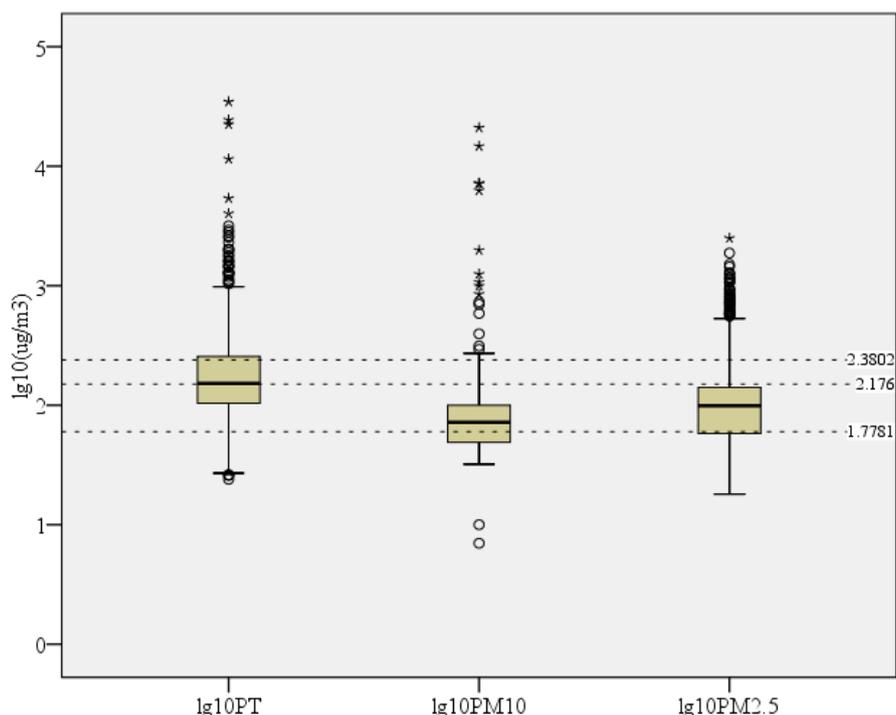


Figura 4.37 – Diagrama de caixas e bigodes as medições partículas na área 3 da Indústria 2.

Observando a Figura 4.35, percebe-se que, na área 1 da Indústria 2, as medições de partículas totais e inaláveis grossas ficaram abaixo dos padrões primários e secundários demonstrados na Tabela 4.10 em mais de 75% das capturas válidas. Já para partículas inaláveis finas, observou-se a ultrapassagem dos limites da Tabela 4.10 em menos de 50% das capturas.

A área 2 da Indústria 2 foi analisada quanto a partículas inaláveis. Sobre esse aspecto, observou-se presença de partículas finas em concentração superior aos padrões primários toleráveis em menos de 50% das capturas válidas.

A área 3 da Indústria 2 foi analisada quanto à presença de partículas totais e partículas inaláveis grossas e finas. Nessa área da indústria estão localizados os equipamentos com menor grau de tecnologia. Considerando às partículas totais, constatou-se um nível mais elevado que o do padrão secundário em mais de 50% das capturas e superação do padrão primário em mais de 25% das capturas. Para as partículas inaláveis grossas, observou-se conformidade com os padrões secundário e primário em mais de 75% das medições. Para partículas inaláveis finas, houve ultrapassagem dos padrões primários em mais de 75% das capturas.

Os resultados demonstram que, nas três áreas da Indústria 2, há presença de material particulado em quantidade significativa e acima dos padrões descritos na Tabela 4.10. Esses resultados podem estar associados a maior produtividade da planta industrial, que tem escala bastante superior à da Indústria 1. No entanto os resultados demonstraram que, mesmo com o maior emprego de tecnologias preventivas, como por exemplo o uso de aspiradores de pó Industriais, há necessidade de medidas preventivas adicionais.

No caso das áreas 1 e 2, o problema identificado foi a presença de partículas inaláveis finas, ou seja, PM_{2,5}. Pela Tabela 4.13, percebe-se que a média para partículas finas na área 1 ficou em 1,75 log₁₀(μg/m³), e na área 2 em 1,76 log₁₀(μg/m³). Os coeficientes de variação dessas médias ficaram em 16,75% e 12,5% para as áreas 1 e 2, respectivamente. Considerando-se que se analisa dados colhidos em exploração de campo, os coeficientes de variação podem ser classificados como aceitáveis. Como os padrões da Resolução Conama nº 3/1990 consideram médias, pode-se afirmar que as partículas inaláveis finas para as áreas 1 e 2 da Indústria 2 não representam uma preocupação imediata.

Pela Tabela 4.13 para a área 3, percebe-se que os valores médios para partículas totais foram de 2,23 log₁₀(μg/m³), acima do padrão secundário da Tabela 4.10, que é de 2,176 log₁₀(μg/m³). Para partículas inaláveis finas, os valores médios das capturas válidas ficaram em 2,01 log₁₀(μg/m³), acima do padrão primário de 1,77 log₁₀(μg/m³). Nesses casos, há necessidade de detalhamento dos resultados. Na sequência, apresenta-se análise por equipamento para partículas totais e inaláveis finas para a área 3 da Indústria 2.

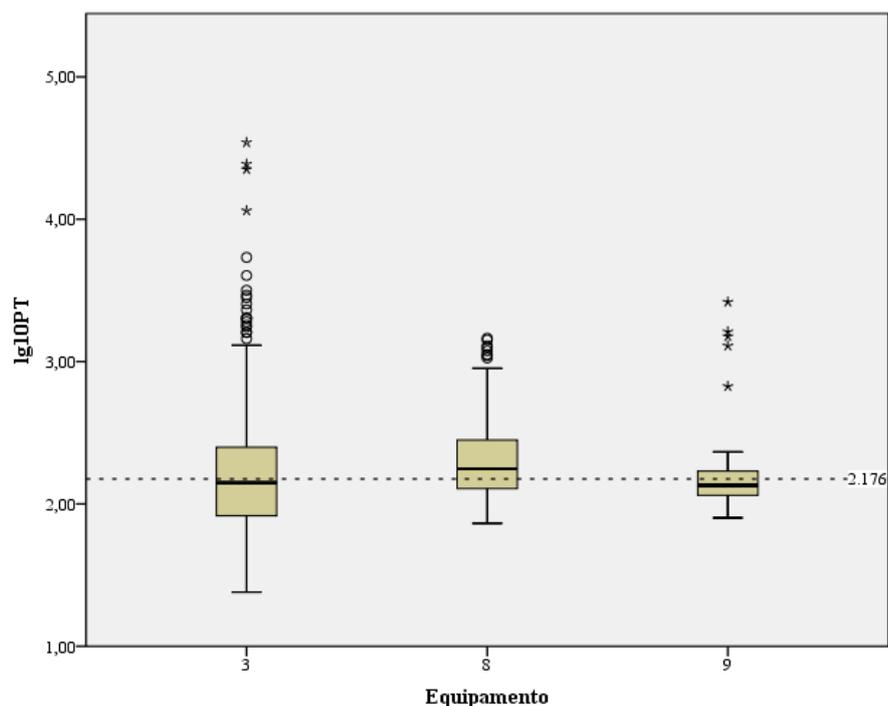


Figura 4.38 – Diagrama de caixas e bigodes por equipamento para medições de partículas totais na área 3 da Indústria 2.

Com relação às partículas totais, o diagrama de caixas e bigodes da Figura 4.38 demonstra o comportamento das emissões por equipamento e em comparação aos limites secundários.

Analisando a Figura 4.38, percebe-se que ocorreu uma quantidade maior que a dos padrões secundários de partículas totais, em capturas realizadas nos três equipamentos/processos analisados: marcenaria (3), corte de tarugos (8) e serra (9). Comparativamente, o processo de corte de tarugos apresentou maior número de capturas acima dos padrões (mais de 50%).

Em relação às partículas finas inaláveis, o diagrama de caixas e bigodes a seguir (Figura 4.39) demonstra o comportamento das emissões por equipamento e em comparação aos limites primários.

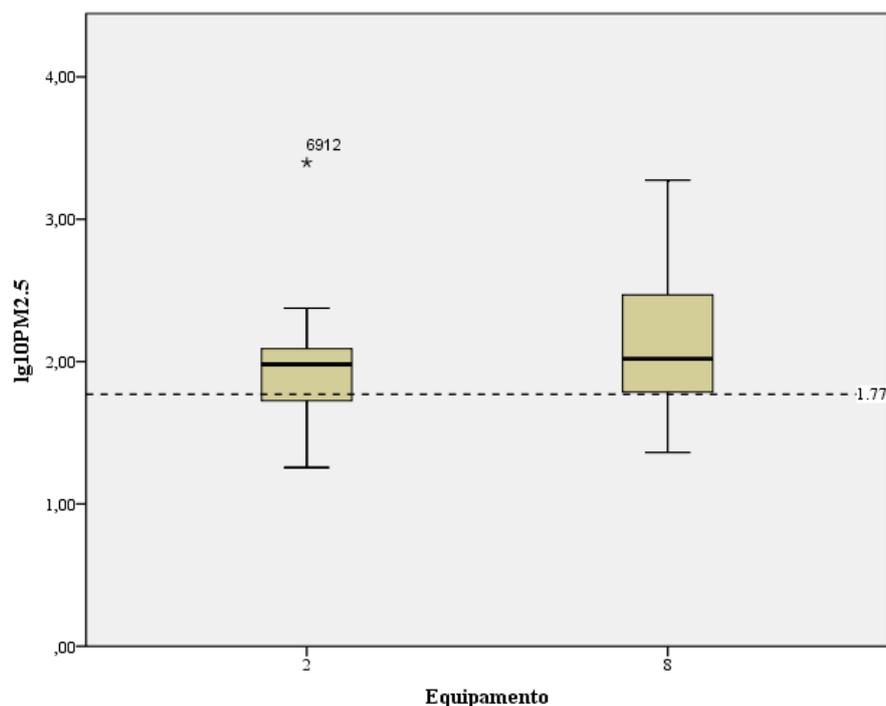


Figura 4.39 – Diagrama de caixas e bigodes por equipamento para medições de partículas finas na área 3 da Indústria 2.

Analisando-se a Figura 4.39, percebe-se que os padrões primários de partículas inaláveis finas foram superados pelos dois equipamentos/processos analisados: tupa (2) e corte de tarugos (8). Nesse caso, a proporção de medidas com transgressão foi bastante próxima nos dois casos, com ligeira predominância no processo de corte de tarugos, onde mais de 75% das capturas indicaram ultrapassagem dos padrões.

A presença de partículas tóxicas foi identificada em ambas as indústrias. Destacou-se a incidência de partículas inaláveis finas, dado o perigo que esse tipo de material representa para a saúde dos trabalhadores.

No caso da Indústria 1, observou-se que em uma das três áreas analisadas houve detecção representativa de partículas tóxicas inaláveis finas. Os equipamentos emissores foram a máquina de desengrosso, a tupa e a serra circular.

Na Indústria 2, detectou-se a incidência de partículas tóxicas inaláveis finas em todas as áreas analisadas. Esse resultado pode ser associado à maior intensidade produtiva da planta industrial. Os processos que se destacaram negativamente foram a marcenaria, o corte de tarugos e a tupa.

É importante frisar que outros estudos (NOBRE; CAMILO; ALVES, 2013; SCHIRMER; CORTEZ; KOZAK, 2008; SILVA, 2016) sobre a indústria moveleira também identificaram a presença de partículas tóxicas em níveis elevados. As medidas

sugeridas para mitigação desses problemas envolvem o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC), a implantação de sistemas de ventilação industrial, a interligação das máquinas às tubulações de coleta de material particulado e o redimensionamento dos sistemas exaustores existentes.

4.1.3 Gases

As medições de concentração de gases foram realizadas utilizando equipamento com sensibilidades para captação de concentração de monóxido de carbono – CO (ppm), sulfeto de hidrogênio – H₂S (ppm), Oxigênio (%) e gases combustíveis – LEL (Lower Explosive Limit). A Tabela 4.6 apresenta o resumo estatístico das medições realizadas na Indústria 1.

Tabela 4.14 – Resumo estatístico das medições de concentração de gases realizadas na Indústria 1.

Parâmetro	CO (ppm)	H ₂ S (ppm)	Oxig. (%)	LEL (%)
N	Válidas	3179	3179	3179
	Com erro	4977	4977	4977
Média	0,05	0,00	20,90	0,00
Mediana	0,00	0,00	20,90	0,00
Desvio padrão	0,47	0,00	0,00	0,00
Variância	0,22	0,00	0,00	0,00
Mínimo	0,00	0,00	20,90	0,00
Máximo	13,00	0,00	20,90	0,00
Percentil	25	0,00	0,00	20,90
	50	0,00	0,00	20,90
	75	0,00	0,00	20,90

Observando-se a Tabela 4.14, constata-se que em nenhuma das capturas foi detectada a presença de sulfeto de hidrogênio (H₂S) ou de gases combustíveis (LEL). Também, em todas as capturas, a concentração de oxigênio no ar ficou em 20,9%, nível encontrado na atmosfera e sem riscos para a saúde humana (SERRÃO; QUELHAS; LIMA, 1998).

Com relação ao monóxido de carbono (CO) foram realizadas detecções em 63 capturas de um total de 3179 capturas válidas (1,98%). Todas essas detecções foram realizadas em um bloco de medições de cerca de 8 horas, realizadas nas adjacências do equipamento tupa (ponto 14 da Figura 3.8, pág. 67) localizado na área 3 da Indústria 1. Pode-se analisar esse conjunto de medições de forma individual, conforme a Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Resumo estatístico das medições de concentração de gases realizadas na tupa, área 13 da indústria 1.

Parâmetro		CO (ppm)
N	Válidas	475
	Com erro	0,00
Média		0,34
Mediana		0,00
Desvio padrão		1,18
Variância		1,40
Mínimo		0,00
Máximo		13,00
Percentil	25	0,00
	50	0,00
	75	0,00

A análise dos dados demonstra que a concentração de monóxido de carbono ao longo das 8 horas foi de 0,34 ppm, muito abaixo do limite de 35 ppm utilizado como padrão primário nos EUA para medições de 8 horas (BRAGA et al., 2005) ou do limite de 39 ppm utilizado como referência para medições de 48 horas na NR 15 (BRASIL, 1978). Isso demonstra que as concentrações de monóxido de carbono na Indústria 1 não representam um fator de risco ambiental.

A Tabela 4.16 apresenta o resumo estatístico das medições de gases realizadas na Indústria 2.

Tabela 4.16 – Resumo estatístico das medições de concentração de gases realizadas na Indústria 2.

Parâmetro		CO (ppm)	H2S (ppm)	Oxig. (%)	LEL (%)
N	Válidas	6857	6858	6858	6858
	Com erro	1285	1284	1284	1284
Média		0,66	0,00	20,90	0,00
Mediana		0,00	0,00	20,90	0,00
Desvio padrão		2,99	0,00	0,03	0,00
Variância		8,94	0,00	0,00	0,00
Mínimo		0,00	0,00	20,40	0,00
Máximo		140,00	0,00	22,00	0,00
Percentil	25	0,00	0,00	20,90	0,00
	75	0,00	0,00	20,90	0,00

Analisando-se a Tabela 4.16 verifica-se que os resultados encontrados para a Indústria 2 têm bastante similaridade com os detectados na Indústria 1. Em nenhuma das capturas foi detectada a presença de sulfeto de hidrogênio (H₂S) ou de gases combustíveis (LEL). Não houve capturas em quantidade significativa de concentração de oxigênio no ar abaixo de 20,9%, nível encontrado na atmosfera.

Com relação ao monóxido de carbono (CO), foram realizadas detecções em 873 capturas de um total de 6857 capturas válidas (12,73%). Essas detecções foram feitas em diferentes dias e horários e serão analisadas com mais detalhes na sequência.

Na Tabela 4.17, encontram-se os resultados das medições de monóxido de carbono por área na Indústria 2.

Tabela 4.17 – Resumo estatístico das medições de concentração de CO por área realizadas na Indústria 2.

Parâmetro	CO (ppm) por áreas			
	1	2	3	
N	Válidas	4522	949	1386
	Com erro	465	1	819
Média	0,49	0,73	1,14	
Mediana	0,00	0,00	0,00	
Desvio padrão	1,79	5,00	4,05	
Variância	3,19	25,05	16,39	
Mínimo	0,00	0,00	0,00	
Máximo	28,00	140,00	65,00	
Percentil	25	0,00	0,00	0,00
	50	0,00	0,00	0,00
	75	0,00	0,00	0,00

Considerando-se o limite de 35 ppm utilizado como padrão primário nos EUA para medições de 8 horas (BRAGA et al., 2005) ou o limite de 39 ppm utilizado como referência para medições de 48 horas na NR 15 (BRASIL, 1978), pode-se descartar a presença significativa de CO na área 1, tendo em vista que dentre as 4522 capturas, a máxima concentração detectada foi de 28 ppm.

Limitando-se a análise somente à área 2 da Indústria 2, temos os seguintes resultados:

Tabela 4.18 – Resumo das estatísticas das medições de concentração de CO na área 2 da Indústria 2.

Parâmetro		CO (ppm) área 2 por equipamento	
		2	3
N	Válidas	769	180
	Com erro	0	1
Média		0,87	0,12
Mediana		0,00	0,00
Desvio padrão		5,54	0,59
Variância		30,73	0,34
Mínimo		0,00	0,00
Máximo		140,00	4,00
Percentil	25	0,00	0,00
	50	0,00	0,00
	75	0,00	0,00

Para a área 2 da Indústria 2, é possível concluir que as maiores concentrações de monóxido de carbono foram encontradas em capturas realizadas junto aos silos de serragem de madeira (ponto 2 da Figura 3.11, pág. 69). Esse resultado provavelmente está associado à circulação de caminhões no local, conforme ilustra a Figura 3.11. Por sua característica e destinação, os silos em si não podem ser considerados fontes emissoras de CO. É importante destacar que as medições realizadas no ponto 2 (silos de serragem de madeira), em específico, totalizaram 12 horas. Nesse período, a média de concentração de CO foi de 0,87 ppm, portanto sem risco ao meio ambiente ou à saúde dos trabalhadores.

Considerando-se a área 3 da Indústria 2, tem-se os resultados apresentados na Tabela 4.19.

Tabela 4.19 – Resumo estatístico das medições de concentração de CO na área 3 da Indústria 2.

Parâmetro		CO (ppm) área 3 por equipamento	
		2	8
N	Válidas	906	480
	Com erro	1	248
Média		0,44	2,47
Mediana		0,00	0,00
Desvio padrão		1,30	6,44
Variância		1,69	41,48
Mínimo		0,00	0,00
Máximo		11,00	65,00
Percentil	25	0,00	0,00
	50	0,00	0,00
	75	0,00	2,00

Para a área 3 da Indústria 2, observa-se que as maiores concentrações de monóxido de carbono foram encontradas em capturas realizadas junto ao processo de corte de tarugos (ponto 8 da Figura 3.12, pág. 69). Assim como nos casos dos silos, esse resultado provavelmente também está associado à circulação de caminhões. Embora esteja em área distinta de onde passam os caminhões, o processo de corte de tarugos está localizado próximo à entrada do galpão industrial, em frente aonde se dá a circulação dos veículos. Neste caso há um agravante, já que o galpão (área 3) é fechado e não tem a mesma facilidade de circulação de ar observada na área 2 (ao ar livre). Não por acaso, nesse ponto foi encontrada a maior concentração média de CO da Indústria 2, correspondente a 2,47 ppm, em 8 horas de medições.

Apesar do exposto, considerando-se o limite de 35 ppm utilizado como padrão primário nos EUA para medições de 8 horas (BRAGA et al., 2005) ou do limite de 39 ppm utilizado como referência para medições de 48 horas na NR 15 (BRASIL, 1978), observa-se que os níveis de CO encontrados não oferecem riscos significativos ao meio ambiente ou ao trabalhador.

4.1.4 Análise quanto à condição de conforto térmico e iluminação

As análises de conforto térmico e iluminação do ambiente de trabalho foram realizadas de forma complementar à avaliação dos agentes poluidores. O objetivo das medições foi avaliar as condições laborais das indústrias e identificar oportunidades de melhorias que possam levar a um aumento de produtividade e da segurança no trabalho.

4.1.4.1 Conforto térmico

No interior da Indústria 1 foram realizadas 24 capturas de IBUTG (Índice de Bulbo Úmido e Termômetro de Globo) ao longo de quatro meses de medições. Pode-se afirmar que na média, o IBUTG aferido na indústria 1 ficou em 21,31°C, com erro padrão de $\pm 0,32^\circ\text{C}$, considerando um intervalo de confiança de 95%.

No interior da indústria 2 foram realizadas 19 capturas de IBUTG ao longo de quatro meses de medições. Na média, o IBUTG aferido na indústria 2 ficou em 22,43°C, com erro padrão de $\pm 0,34^\circ\text{C}$, a um intervalo de confiança de 95%.

Considerando os índices de IBUTG aferidos e as taxas de metabolismos referenciadas na NR 15 (BRASIL, 1978), que considera 500 kcal/h uma taxa de metabolismo para trabalhos pesados, pode-se afirmar que não foram identificadas áreas de sobrecargas térmicas nas indústrias analisadas (Figura 4.40).

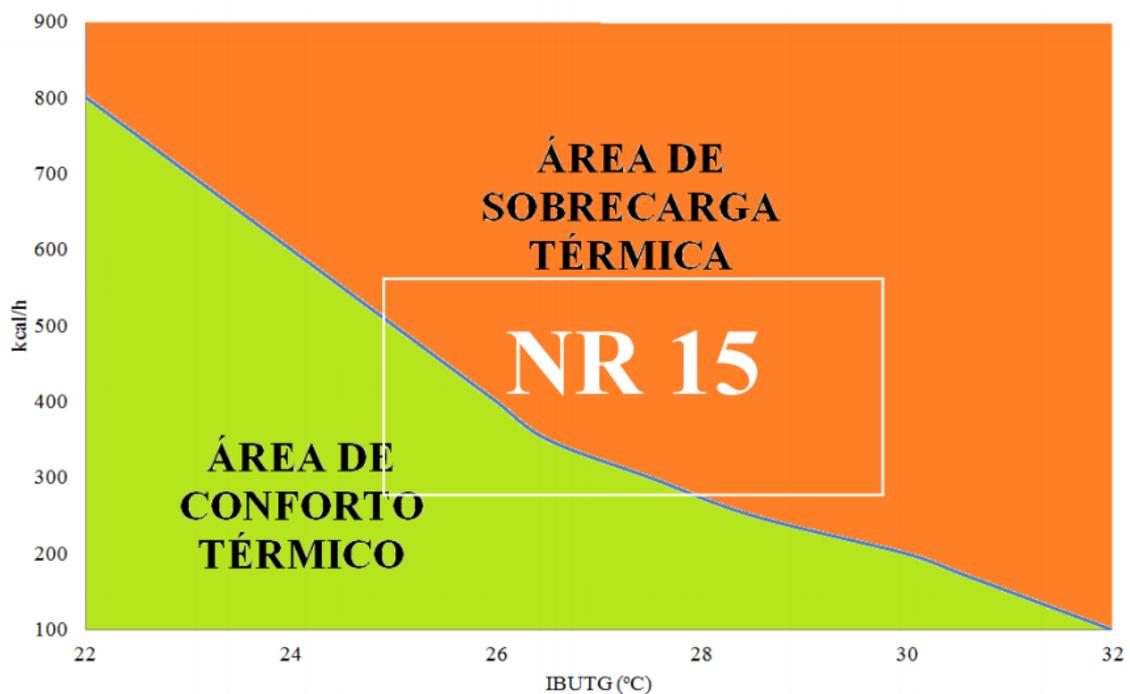


Figura 4.40 – IBUTG e taxas de metabolismo segundo os parâmetros da NR 15 (LIMA, 2013).

Os resultados obtidos convergem com o estudo de Claudino (2017), que realizou avaliação de ambientes de trabalho em marcenarias e movelarias de Dois Vizinhos/PR. Nesse estudo, a exposição térmica, não atingiu valores superiores a 25 °C, não apresentando risco eminente ao trabalhador.

4.1.4.2 Iluminação

As medições de iluminância foram realizadas nas áreas cobertas das indústrias 1 e 2. Para as áreas ao ar livre, considera-se que o nível de iluminância presente era de 100.000 lux, correspondente ao dia ensolarado.

Na indústria 1, foram realizadas 126 capturas de iluminância em diferentes pontos das áreas 1 e 3 (indoor). Na média, as iluminâncias na indústria 1 ficaram em 80,39 lux, com erro padrão de $\pm 5,52$ lux, e um intervalo de confiança de 95%.

Na indústria 2, também foram realizadas 126 capturas de iluminância em diferentes pontos das áreas 1 e 3 (indoor). Aferiu-se uma média de 88,78 lux, com erro padrão de $\pm 6,07$ lux, e intervalo de confiança de 95%.

De acordo com a NBR 5413 (ABNT, 1992), uma boa iluminância para ambiente de trabalho interno é de aproximadamente 1.000 lux. Dessa forma, em ambas as indústrias analisadas, a iluminação aferida estava abaixo dos níveis desejados.

Os níveis de iluminância aferidos não correspondem nem a 10% da referência normativa. Assim, recomenda-se adaptações arquitetônicas nas instalações, de forma a maximizar a iluminação natural dos ambientes. Em locais cuja a readequação arquitetônica for inviável, sugere-se a revisão da iluminação artificial.

A iluminação inadequada é apontada como uma deficiência frequente nas indústrias moveleiras. Com a aplicação de questionários, Valentin (2017) identificou demandas ergonômicas definidas como bancadas de trabalho inadequadas e iluminação deficiente em indústrias moveleiras da Grande Florianópolis. Souza et al. (2017), em estudo das indústrias moveleiras do Rio de Janeiro, relataram a iluminação inadequada como um dos riscos ergonômicos encontrados.

4.2 Análise da aplicação de questionários (Etapa 2)

Relembrando que esta parte do trabalho foi denominada na metodologia como etapa 2, ou seja, aplicou-se um questionário junto às indústrias moveleiras das principais Regiões Administrativas (RA) do DF para avaliação do perfil das indústrias do segmento, principalmente sob o ponto de vista de sustentabilidade. Para atingir este objetivo utilizou-se a técnica de aplicação de questionários e aplicação da metodologia SWOT

A análise dos resultados dos questionários foi feita em quatro partes, seguindo a estrutura: Identificação das empresas pesquisadas; Caracterização da produção; Postura ambiental; e Identificação de pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças.

4.2.1 Análise quanto à Identificação das empresas pesquisadas

A identificação das empresas pesquisadas teve como objetivo traçar um perfil da amostra analisada. As variáveis consideradas, assim como o número de respostas para cada uma, estão demonstradas na Tabela 4.20.

Tabela 4.20 – Informações coletadas para a construção do perfil das indústrias amostradas

Variáveis	Número de respostas
Nome da empresa	29
Nome do responsável pelo preenchimento do questionário	29
Número de colaboradores existentes na empresa	29
Ano de início de atividades da empresa	26
Faturamento da empresa em 2016	29
Nome da associação setorial da qual a empresa faz parte, se houver	29
Área total do terreno onde situa-se a empresa (m ²)	11
Área total construída (m ²)	11

Nem todos os entrevistados souberam responder por completo ao questionário, razão pela qual há variáveis com menos de 29 respostas. Ainda assim, as variáveis “Nome da empresa”, “Nome do responsável pelo preenchimento do questionário” e “Nome da associação setorial da qual a empresa faz parte, se houver” são do tipo nominal e não possuem significado estatístico.

Apenas 3 das 29 empresas (10,3%) indicaram participar de alguma associação setorial, sendo possível aferir (com 95% de confiança) que no universo estimado de 200 empresas (SINDIMAM, 2009), o percentual de empresas associadas a entidades setoriais é menor ou igual a 27,3%.

Com relação às demais variáveis, na Tabela 4.21, encontra-se a descrição estatística dos resultados encontrados, considerando um intervalo de confiança de 95%.

Tabela 4.21 – Descrição Estatística das variáveis analisadas.

Variável	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
Número de Colaboradores	29	14,76	29,31	5,44
Idade das empresas (ano)	26	19,23	14,84	2,91
Faturamento em 2016	29	R\$2.708.602,17	R\$9.185.653,38	R\$1.705.733,01
Área do Terreno	12	1938,33	2392,88	690,76
Área Construída	21	897,14	1423,12	310,55

Para o caso da variável “Faturamento em 2016”, fez-se uso dos percentis para sua descrição, cujos resultados são demonstrados na Tabela 4.22.

Tabela 4.22 – Percentis das variáveis analisadas.

Parâmetro Estatístico	Número de Colaboradores	Idade das empresas (ano)	Faturamento em 2016 (R\$)	Área do Terreno	Área Construída	
Percentil	25	4,00	6,75	416.400,00	405,00	210,00
	50	7,00	17,00	619.200,00	1000,00	380,00
	75	11,50	24,25	1.275.000,00	2750,00	1000,00

Analisando a Tabela 4.22, pode-se afirmar que 75% das indústrias pesquisadas tiveram faturamento inferior a R\$ 1,275 milhões/ano. Ainda, 25% dessas indústrias faturaram menos de R\$ 416,4 mil no ano de 2016. Esses resultados demonstram que há uma heterogeneidade de faturamentos entre as empresas pesquisadas (Figura 4.41).

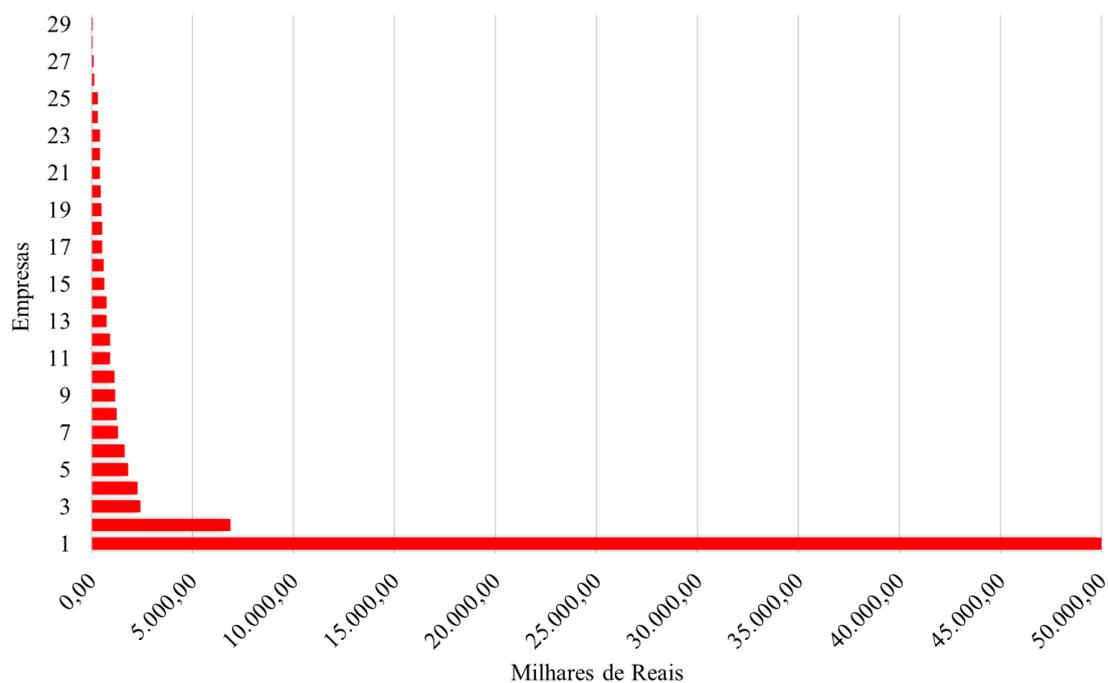


Figura 4.41 – Heterogeneidade de faturamento anual das empresas analisadas.

Com base nas informações coletadas pode-se estimar um perfil das indústrias pesquisadas. São empresas com menos de quinze funcionários (Figura 4.20), consideradas microempresas segundo o critério do IBGE (SEBRAE, 2016). Esse resultado valida o que foi observado por Gorini (1998), que afirmou que a indústria moveleira brasileira se caracteriza pelo pequeno porte, correspondente a 88% dos estabelecimentos, assemelhando-se ao que é encontrado nos demais países. A mediana de faturamento encontrada foi de R\$ 619,2 mil. Em sua maioria, as empresas possuem mais de 19 anos de existência, operando em terrenos inferiores a 2 mil metros quadrados e com menos de 900 metros quadrados de área construída.

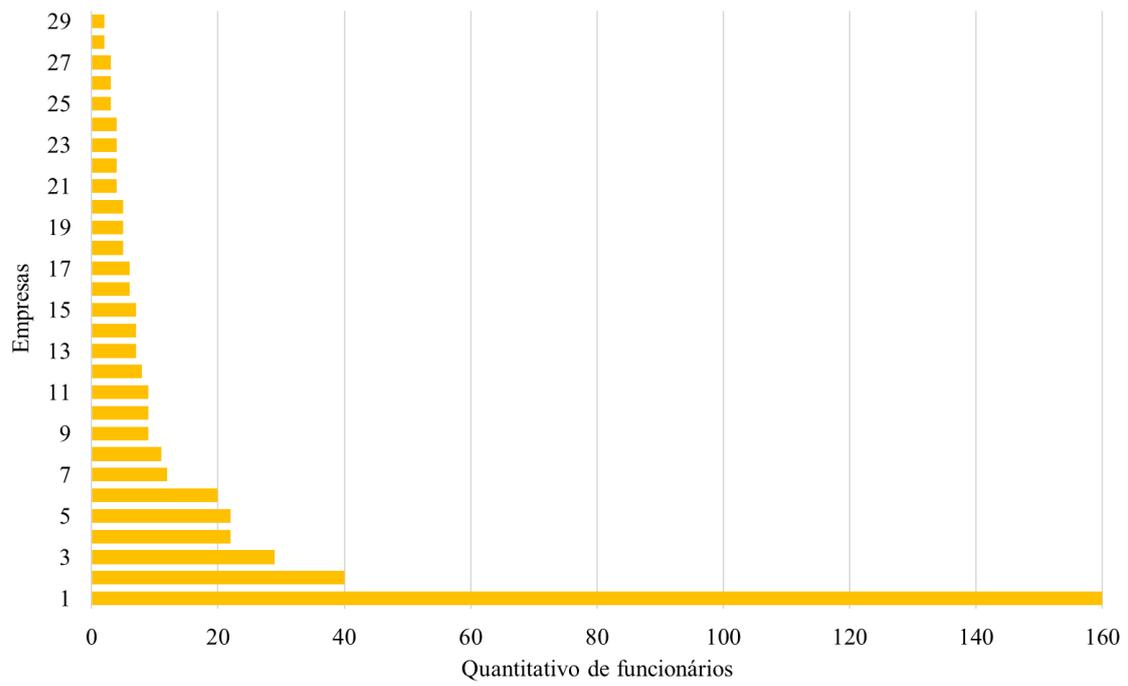


Figura 4.42 – Heterogeneidade quanto ao número de funcionários das empresas analisadas.

4.2.2 Análise quanto à caracterização da produção das empresas pesquisadas

A caracterização da produção das empresas teve como objetivo conhecer o que produzem as empresas pesquisadas. As variáveis consideradas e o número de empresas participantes estão demonstrados na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 – Informações coletadas para a caracterização da produção das indústrias amostradas.

Variáveis	Número de respostas
Qual o tipo de mobiliário produzido pela empresa?	131
Qual a forma de produção adotada?	29
A empresa exporta mobiliário?	29
A empresa importa mobiliário?	29
Quais são os principais componentes importados?	29
Quais os principais países de origem dos componentes importados?	29
A empresa vende mobiliário para outras unidades da federação?	29
Quais são os principais produtos vendidos para outras unidades da federação?	29
Quais os principais estados de destino desses produtos?	41
A empresa compra mobiliário de outras unidades da federação?	29
Quais são os principais produtos comprados de outras unidades da federação?	31
Quais os principais estados de origem desses produtos?	36
Indique os canais de distribuição utilizados?	46

Nessa parte do questionário, foi permitido aos entrevistados assinalar mais de um item de resposta, razão pela qual há variáveis com mais de 29 respostas. As variáveis estudadas nessa parte do questionário possuem escala nominal e seus atributos representam nomes.

A seguir, apresentam-se os resultados de cada um dos itens pesquisados.

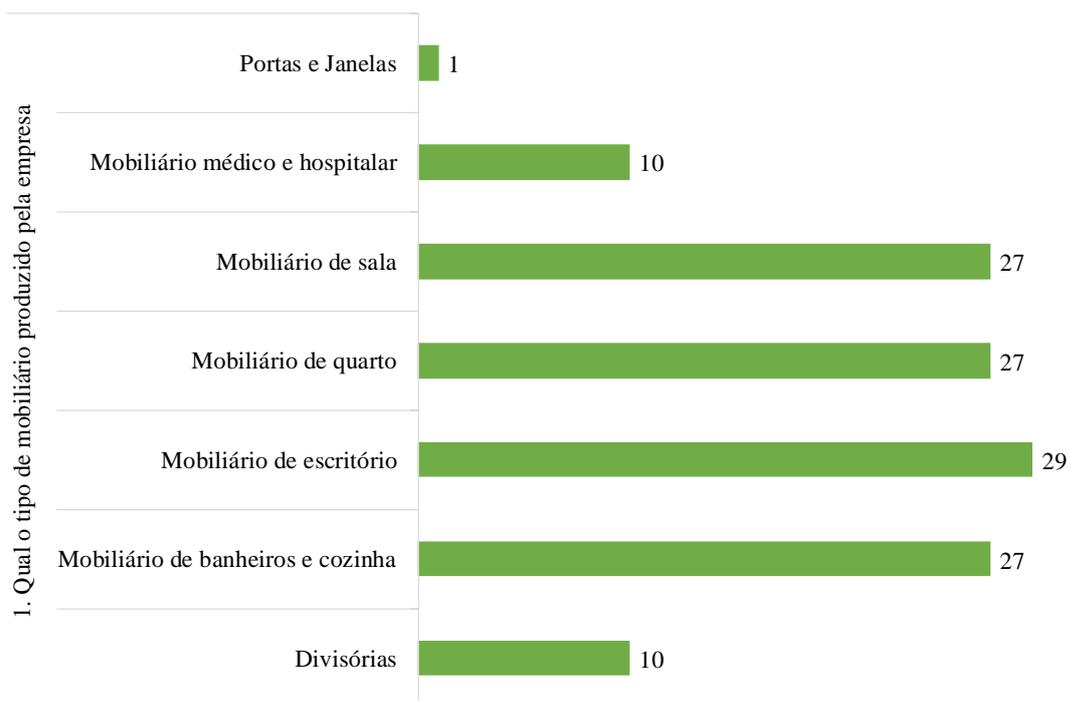


Figura 4.43 – Resposta quanto ao tipo de mobiliário produzido pela empresa.

Percebe-se que a produção das empresas pesquisadas (Figura 4.43) se concentra nos itens de mobiliário para escritório (29 citações) e mobiliários para quarto, sala, banheiros e cozinhas (27 citações cada). A produção de divisórias e de mobiliário médico hospitalar foram citadas 10 vezes cada. Apenas uma indústria produz portas e janelas.

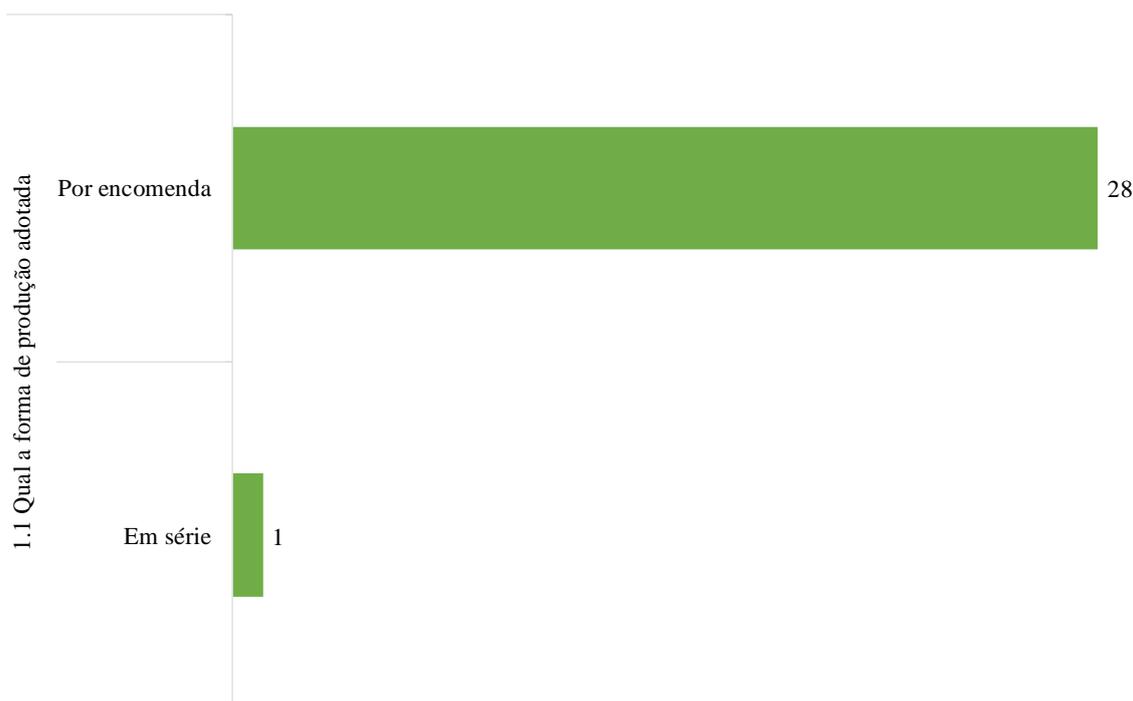


Figura 4.44 – Resposta quanto à forma de produção adotada.

Em absoluta maioria (96,6%), as empresas produzem seus produtos por encomenda (Figura 4.44). Apenas uma das empresas entrevistadas declarou possuir uma produção em série. Esse resultado indica que os produtos finais têm elevado grau de customização e flexibilidade. Esse perfil industrial é típico de micros e pequenas empresas, em que a produção é função da encomenda diária, dificultando a sustentabilidade do negócio.



Figura 4.45 – Resposta quanto à exportação ou não da produção.

Apenas uma das empresas entrevistadas (3,4%) declarou exportar parte da sua produção (Figura 4.45). Esse resultado indica que o foco das indústrias moveleiras do Distrito Federal está no mercado doméstico, novamente, característica de micros e pequenas empresas.

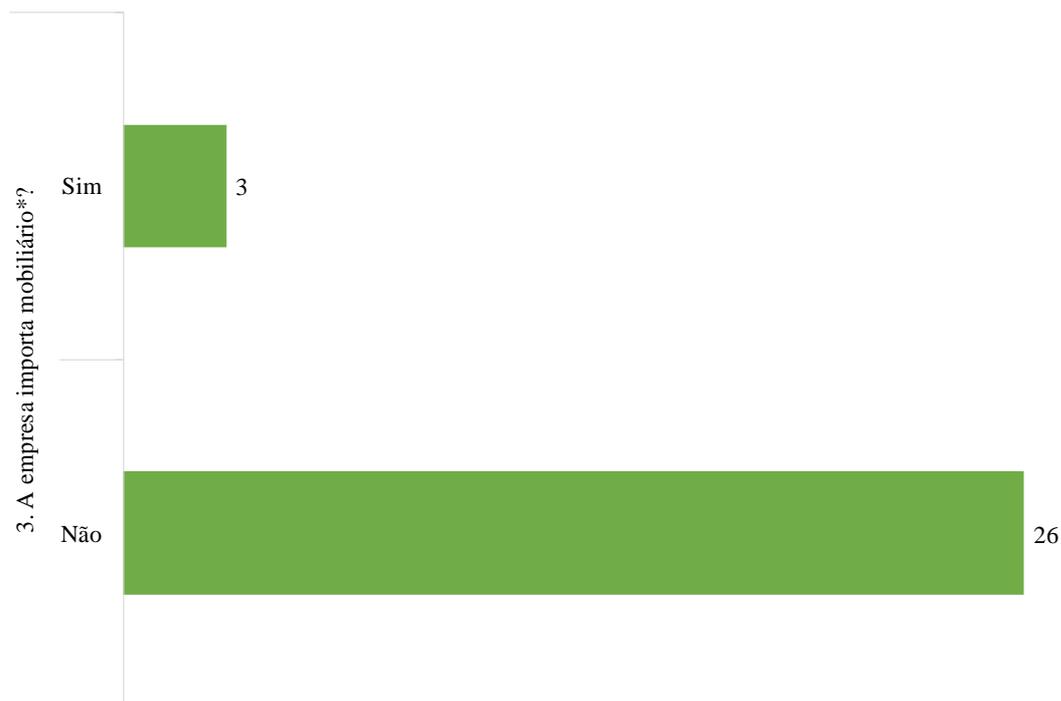


Figura 4.46 – Resposta quanto à importação ou não de produtos

Três indústrias (10,3%) declararam importar componentes que irão compor os móveis. Quando questionadas sobre os tipos de produtos importados, as três empresas declararam importar componentes de mobiliários para quartos. Com relação à origem dos produtos, as empresas apontaram os EUA como fornecedores.

Na Figura 4.47, mostra-se que treze indústrias (44,8%) declararam vender produtos para outras unidades da federação, e outras dezesseis (55,2%) declararam atuar apenas no Distrito Federal. Os estados mais citados como destinatários dos produtos (Figura 4.48) foram Goiás (8 citações) e Rio de Janeiro (4 citações). Minas Gerais, Bahia e São Paulo foram citados duas vezes cada. Rio Grande do Sul, Paraná e Pernambuco foram citados uma vez cada. A predominância do estado de Goiás como destinatário dos produtos não é uma surpresa, dada a integração econômica existente entre o Distrito Federal e o conjunto de cidades do estado de Goiás localizadas no seu entorno.



Figura 4.47 – Resposta quanto à venda de mobiliário para outras unidades da federação

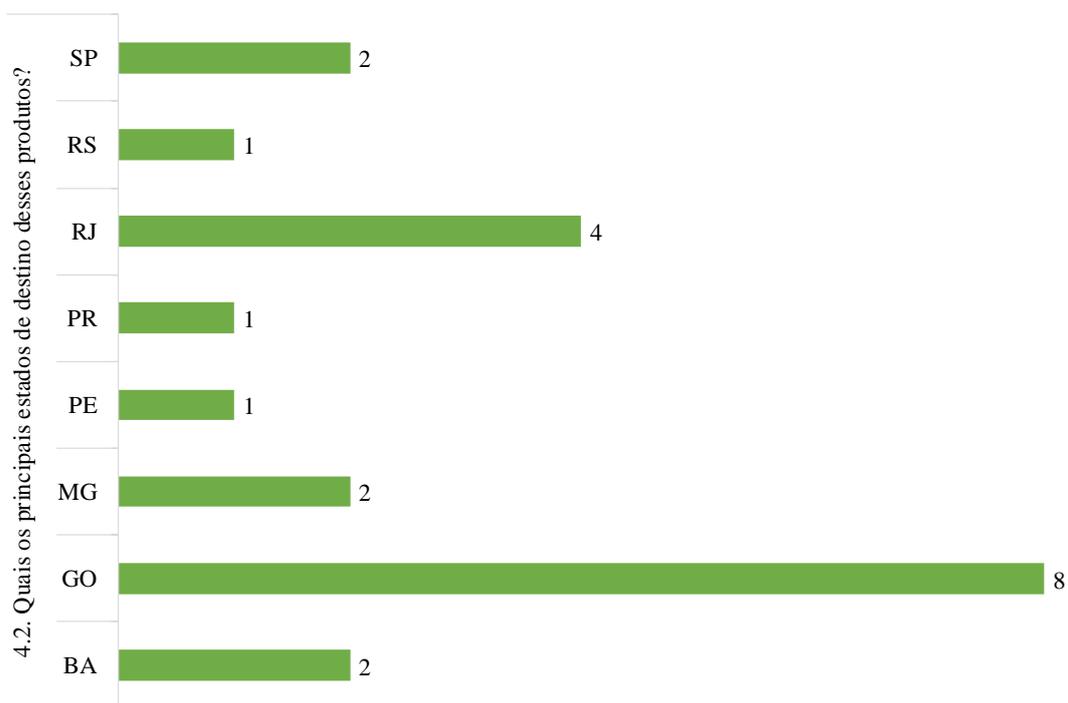


Figura 4.48 – Resposta quanto aos principais estados de destinos dos produtos

A Figura 4.49 mostra que quatro indústrias (14,8%) declararam comprar componentes de mobiliário de outras unidades da federação. Os produtos adquiridos são o MDF, ferragens específicas e itens de mobiliário já acabados.



Figura 4.49 – Resposta quanto à compra de componentes de mobiliário de outras unidades da federação

Os principais estados de origem desses produtos (Figura 4.50) são o Rio Grande do Sul (3 citações), São Paulo (2 citações) e Minas Gerais (2 citações). Também foram citados pelo menos uma vez os estados do Paraná, da Bahia, de Santa Catarina e de Goiás.

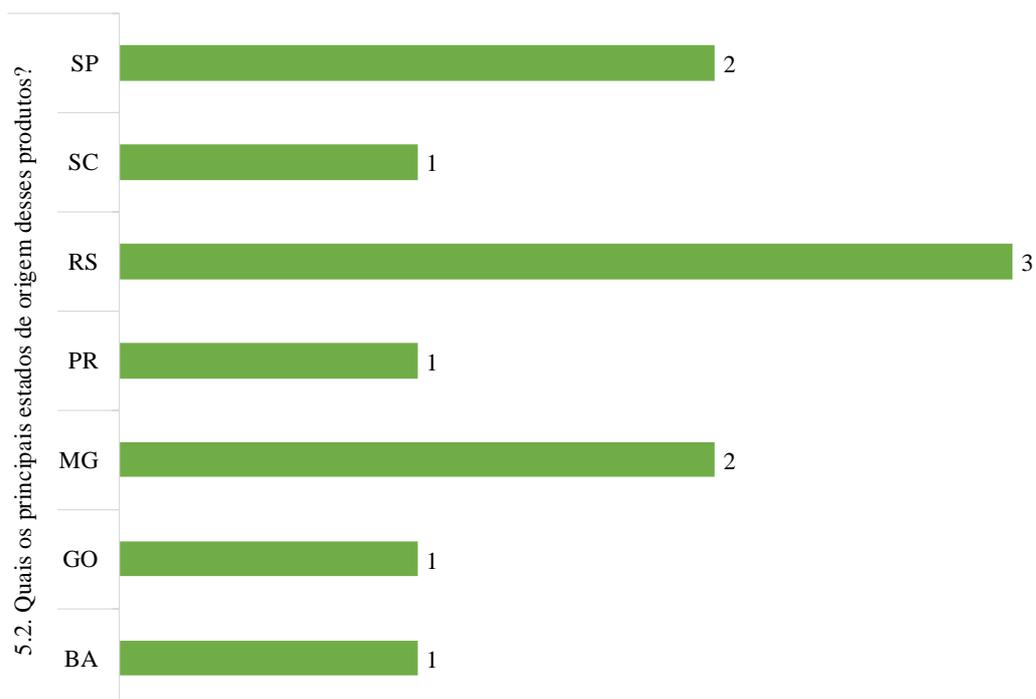


Figura 4.50 – Resposta quanto aos estados de origem dos produtos adquiridos

Também foram citados pelo menos uma vez os estados do Paraná, da Bahia, de Santa Catarina e de Goiás.

Com relação aos canais de distribuição utilizados para vendas de produtos (Figura 4.51) uma maioria expressiva das indústrias declarou fazer uso de “loja própria” (22 citações). Na sequência, as “indicações” (7 citações) foram apontadas como canal de vendas, seguido da “internet” (5 citações). Decoradores e arquitetos também foram citados como canais de vendas (4 e 3 citações respectivamente). As lojas de mobiliário de terceiros foram citadas duas vezes e as licitações públicas e privadas receberam apenas uma citação cada. Percebe-se aqui a dificuldade de micros e pequenas empresas e até mesmo empresas de médio porte em participar de processos licitatórios. É sabido no mercado que as exigências em termos de documentos é a maior barreira que estas empresas enfrentam para participar deste mercado. Muitas destas empresas não possuem a documentação básica de funcionamento, quanto mais uma documentação complementar. Uma campanha de esclarecimento e incentivo destes organismos governamentais e privados que utilizam da licitação como meio de compra poderia colaborar para a inserção dessas empresas nesse mercado.

É interessante observar que a maioria dos fabricantes de móveis possuem lojas próprias para vendas de seus produtos. O que se percebeu também é que nem sempre a empresa tem a unidade física “loja” e a venda é feita diretamente ao consumidor quando

da encomenda do produto. Infere-se que os entrevistados, para estes casos, entendem que suas indústrias, funcionam também como loja. Também chamou atenção o número de empresas que já citaram a internet como canal de vendas, evidenciando o potencial desse tipo de mídia para o crescimento de vendas das empresas.

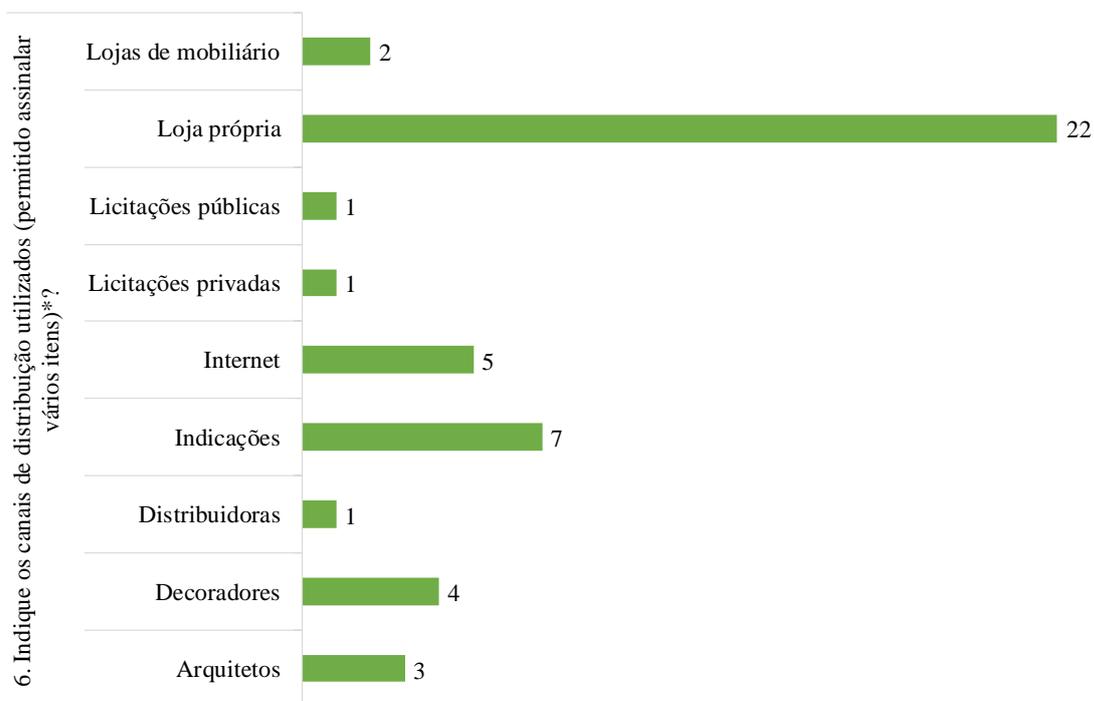


Figura 4.51 – Resposta quanto aos canais de distribuição utilizados para a venda de produtos

Baseando-se nos dados coletados é possível estabelecer um perfil quanto à característica de produção das empresas analisadas.

Em sua maioria são micros e pequenas empresas que produzem mobiliários para escritórios e residências por encomenda. O foco das empresas é o mercado local, embora exista uma parcela significativa de vendas para outras unidades da federação, em especial para o estado de Goiás. Praticamente não há exportação de produtos e a importação ocorre em pequena escala, para produtos e componentes específicos. As empresas têm como principal canal de vendas as suas “lojas próprias”.

4.2.3 Análise quanto à postura ambiental das empresas pesquisadas

A caracterização da postura ambiental das empresas pesquisadas teve como objetivo aferir o grau de conhecimento das empresas quanto à temática da sustentabilidade, bem como quanto à responsabilidade de suas práticas. A Tabela 4.24 mostra o número de respostas dadas pelas empresas em função do questionário aplicado.

Tabela 4.24 – Participação das empresas na aplicação do questionário para construção do perfil ambiental

Variáveis	Número de respostas
Você já ouviu falar em sustentabilidade ambiental?	28
Relativamente às questões ambientais, qual das opções abaixo melhor representa a posição da empresa?	25
Na escolha de fornecedores, são tidos em conta alguns aspectos ambientais?	29
A empresa possui Sistema de Gestão Ambiental em alguma de suas atividades?	29
A sua empresa conhece a legislação ambiental relacionada ao seu produto?	29
Você acha que sua empresa necessita de informação na área ambiental?	29
A sua empresa está disposta a custear cursos, treinamentos ou palestras sobre responsabilidade ambiental?	29
A sua empresa já ouviu falar sobre o programa governamental que trata de aquisição de produtos sustentáveis (Esplanada Sustentável)?	29
Na sua opinião, qual o maior entrave para ingresso num programa de sustentabilidade ambiental?	37
Para sua empresa, qual o maior agravante ambiental, em sua opinião?	12
A empresa conhece o significado do termo ‘desenvolvimento sustentável’?	29
Que tipo de normas relacionadas ao meio ambiente a sua empresa conhece?	30
A empresa encontra-se certificada por alguma das seguintes normas (permitido assinalar vários itens)?	29
A empresa utiliza algum método de reaproveitamento de Energia?	29
A empresa utiliza algum método de gestão de Resíduos?	29
O que é feito com o resíduo?	17
Quem se responsabiliza pela destinação dos resíduos produzidos?	27
A empresa possui Sistema de Tratamento de Águas Residuais?	29
Quais são as matérias-primas usadas na fabricação dos produtos (permitido assinalar vários itens)?	130
Destaque as três matérias-primas principais	35
Qual o material da embalagem dos produtos?	43
As embalagens são reaproveitadas?	27
Qual a durabilidade média estimada para os móveis fabricados pela empresa?	29
Você tem coletor de pó na sua indústria?	29
Os funcionários da sua indústria utilizam EPIs?	29

Variáveis	Número de respostas
Há uma preocupação com a sustentabilidade no desenvolvimento de novos produtos?	29
A empresa vê na rotulagem ambiental um importante fator de diferenciação de seus produtos?	29

Nem todos os entrevistados souberam responder por completo ao questionário, razão pela qual há variáveis com menos de 29 respostas. Também, nessa parte do questionário, foi permitido aos entrevistados assinalar mais de um item de resposta, razão pela qual há variáveis com mais de 29 respostas. As variáveis estudadas nessa parte do questionário possuem escala nominal e seus atributos representam nomes.

Na sequência (Figura 4.52 a Figura 4.70) apresentam-se os resultados das entrevistas, considerando a postura ambiental das empresas.

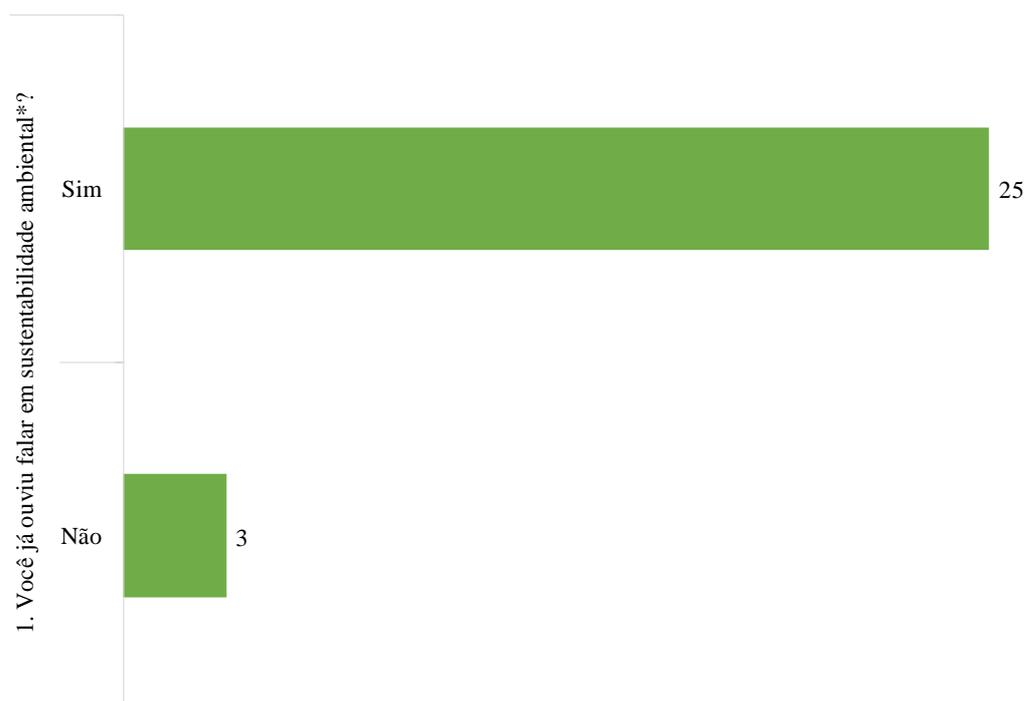


Figura 4.52 – Resposta quanto aos conhecimentos do termo sustentabilidade ambiental

A Figura 4.52 demonstra que 89,3% das empresas respondentes conhecem o termo sustentabilidade ambiental. Embora o percentual seja elevado, somente com esse questionamento não é possível aferir o nível de conhecimento das empresas sobre o tema.

Em conversas informais pode-se perceber que muitas destas empresas ouviram falar no termo, mas não sabe o significado.

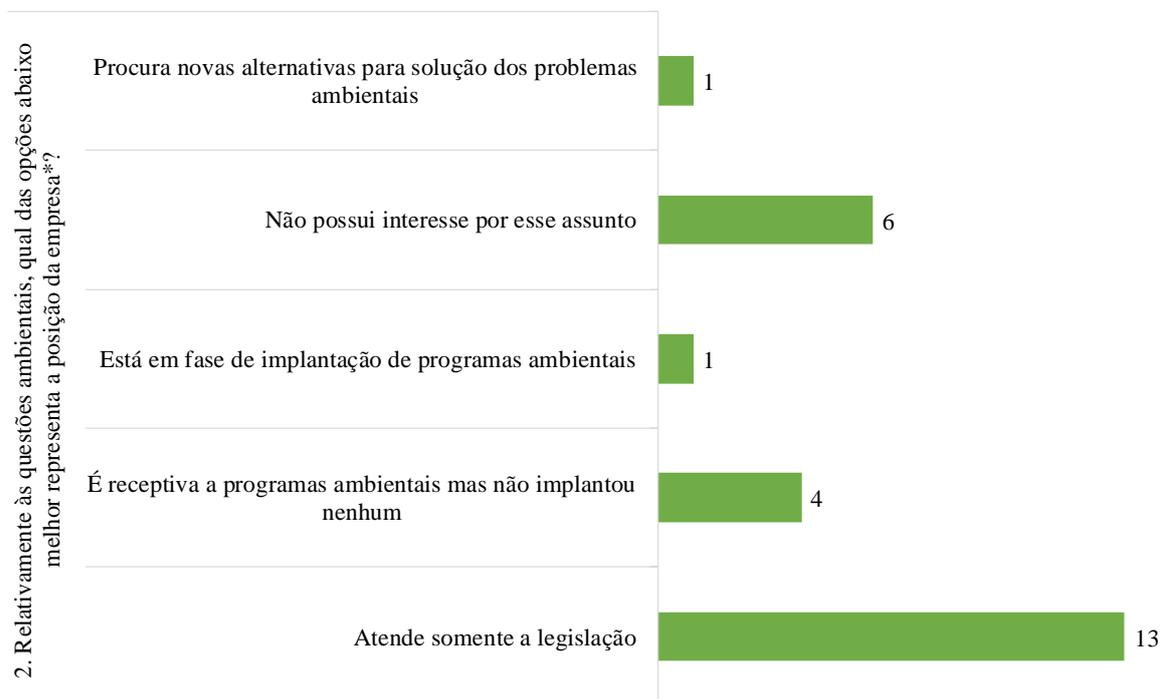


Figura 4.53 – Resposta quanto à postura da empresa em face às questões ambientais

Referente à postura das empresas em face às questões ambientais (Figura 4.53), a maioria das respondentes (52%) declarou atender somente à legislação. Esse resultado demonstra a importância da legislação e da regulação ambiental, para promoção de uma maior responsabilidade ambiental das empresas. Outras 24% das respondentes declararam não possuir interesse no assunto, enquanto que as demais (24%) declararam ser receptivas a programas ambientais, procurar novas alternativas para solução dos problemas ambientais ou estão em fase de implantação de algum programa ambiental. Os resultados demonstram haver um bom espaço para conscientização dos empresários do segmento quanto à sua responsabilidade com relação ao meio ambiente. Neste sentido, uma maior participação dos órgãos ambientais em conjunto com as indústrias poderia ajudar no entendimento da importância deste assunto para seu negócio, favorecendo à sociedade.

O questionamento seguinte diz respeito ao cuidado das empresas com seus fornecedores, no que concerne aos aspectos ambientais. A Figura 4.54 demonstra que 75,9% das empresas levam em consideração algum cuidado com o meio ambiente na escolha dos fornecedores. O principal aspecto considerado é a utilização de madeira certificada, apontado por 65,5% das respondentes. A adoção de Sistema de Gestão

Ambiental (SGA) por parte do fornecedor foi citada por 6,9% e o conteúdo reciclado dos materiais recebeu 3,44% das citações. Percebe-se pelos resultados que as certificações de origem da madeira já estão bem difundidas e são bem aceitas no mercado moveleiro. Isso também é decorrente que os principais fornecedores de matéria-prima para a indústria moveleira, como a Duratex, a Eucatex, a Masisa, produtores de madeiras plantadas, possuem certificados de origem como, por exemplo, o FSC e o Cerflor, colaborando para o percentual mais elevado deste item. O mesmo não se pode dizer das certificações de SGA (por exemplo, a ISO 18000, rotulagem ambiental, etc), ainda pouco conhecida ou com baixa aceitação nesse mercado. Neste caso, as indústrias têm de entrar diretamente nessas certificações, envolvendo fatores que praticamente impedem suas participações, sendo o principal deles, o custo.

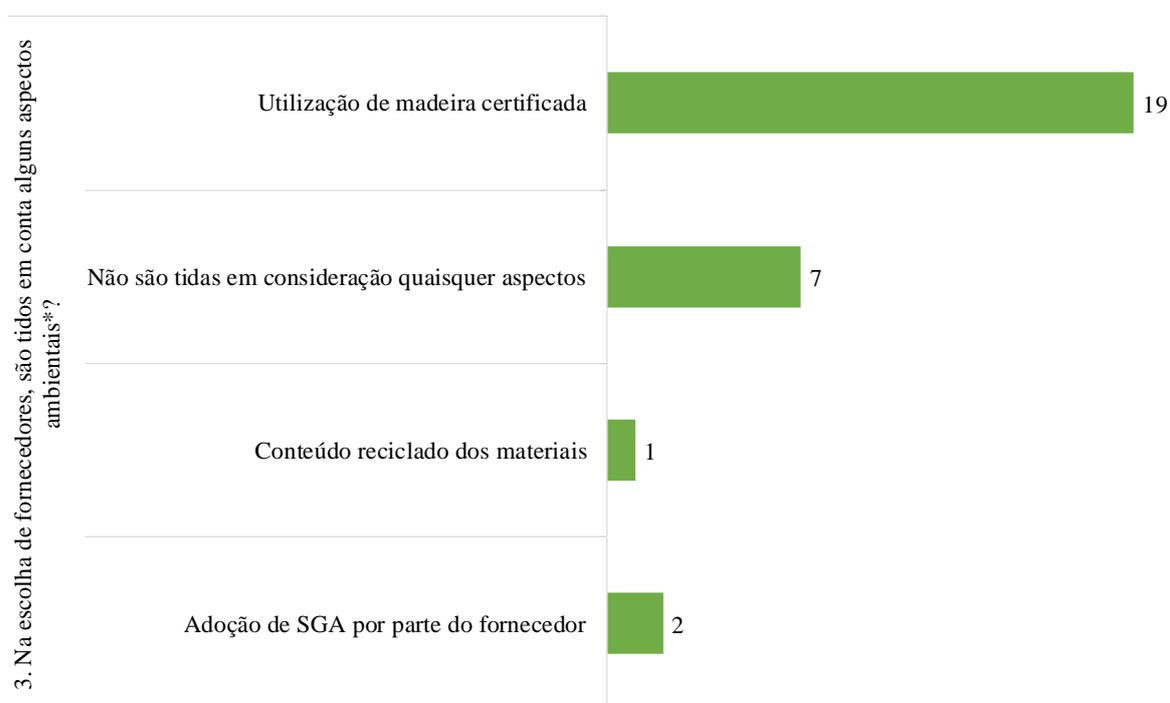


Figura 4.54 – Resposta quanto à escolha de fornecedores e a observação dos aspectos ambientais.

Houve ainda uma parcela importante de respondentes (24,1%) que declararam não levar em consideração quaisquer aspectos ambientais na escolha de seus fornecedores. O resultado reforça a constatação de que há bastante espaço para conscientização dos empresários do segmento quanto à sua reponsabilidade com relação ao meio ambiente.

A Figura 4.55 apresenta resultados de dois questionamentos. O primeiro diz respeito à existência de SGA na empresa e o segundo investiga se a empresa conhece a legislação ambiental relacionada ao seu produto.

Apenas uma empresa (3,4%) declarou possuir SGA em alguma de suas atividades. O resultado reforça a constatação de que as certificações de SGA ainda são pouco conhecidas ou com baixa aceitação nesse mercado. Pode-se inferir que a baixa aceitação está relacionada, principalmente, ao custo de se implementar um SGA em microempresas e em empresas de pequeno porte, como é o perfil das empresas estudadas.

Com relação ao conhecimento da legislação ambiental, 72,4% das respondentes declaram não a conhecer. Este resultado parece paradoxal quando lembramos que a maioria das empresas declarou atender somente a legislação quando questionadas sobre a posição da empresa atinentes as questões ambientais. Uma leitura que se pode fazer dos resultados é que as empresas pesquisadas não possuem segurança quanto à legislação ambiental e só cumprem o que é conhecido. Essa interpretação sugere que as campanhas de divulgação das obrigações ambientais podem ser de suma importância para o incremento da responsabilidade ambiental para o setor madeiro-moveleiro.

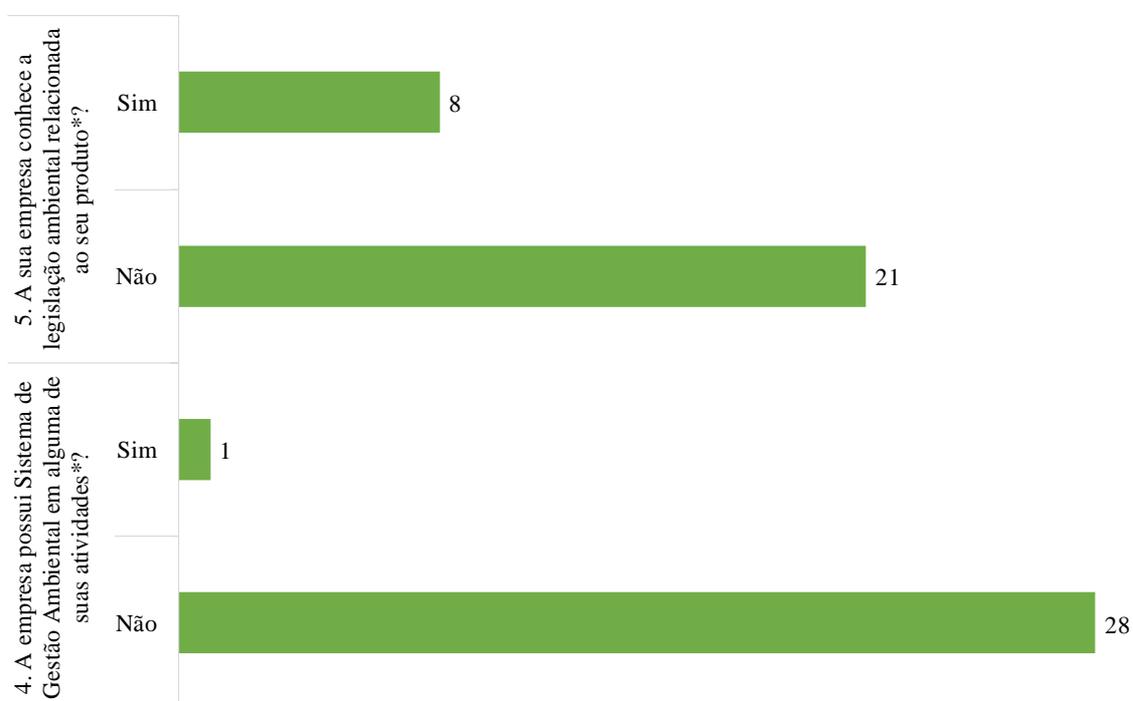


Figura 4.55 – Respostas quanto à existência de SGA e o conhecimento da legislação ambiental.

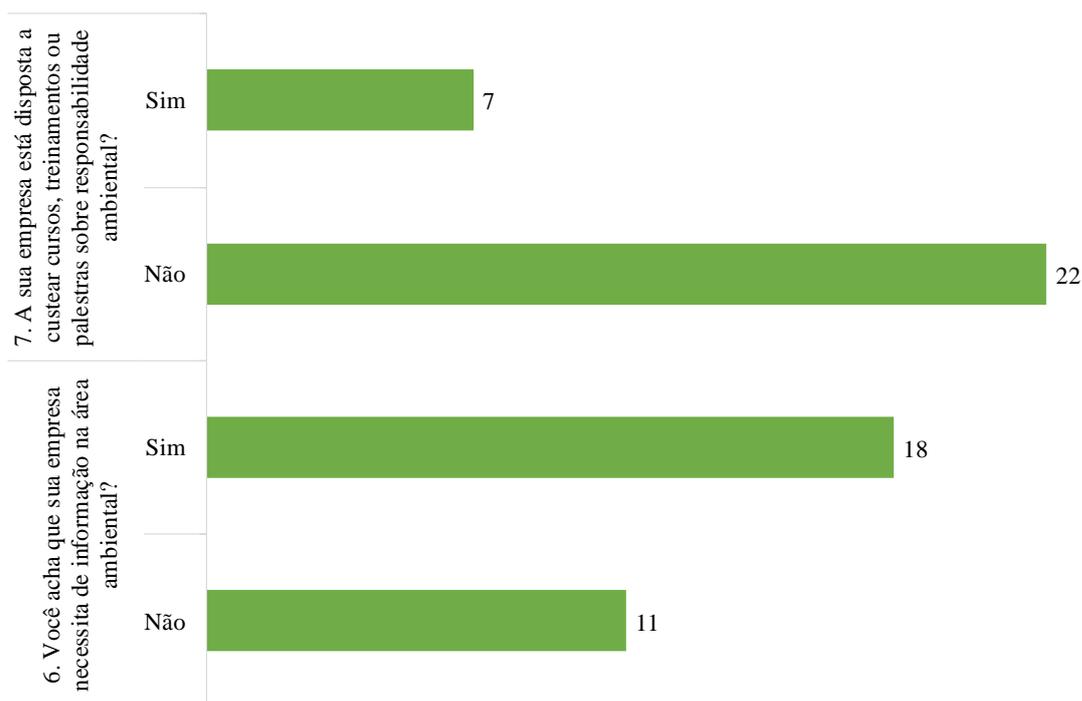


Figura 4.56 – Respostas quanto à percepção de necessidade de informação e disponibilidade para custear cursos na área ambiental.

A Figura 4.56 demonstra que as empresas entrevistadas entendem que necessitam de mais informações na área ambiental (62%), mas que não estão dispostas a custear cursos e treinamentos sobre o tema (75,9%). Os resultados indicam claramente a necessidade de um subsídio governamental para capacitação quanto ao tema. As microempresas do segmento moveleiro não possuem capacidade financeira para arcar sozinhas com as despesas de capacitação quanto ao tema ambiental. Talvez a compensação com gastos das empresas com a área ambiental no abatimento dos impostos ou em suas declarações de imposto de renda, poderiam ser alternativas. As associações e os sindicatos deste segmento também poderiam participar nesta conscientização ambiental.

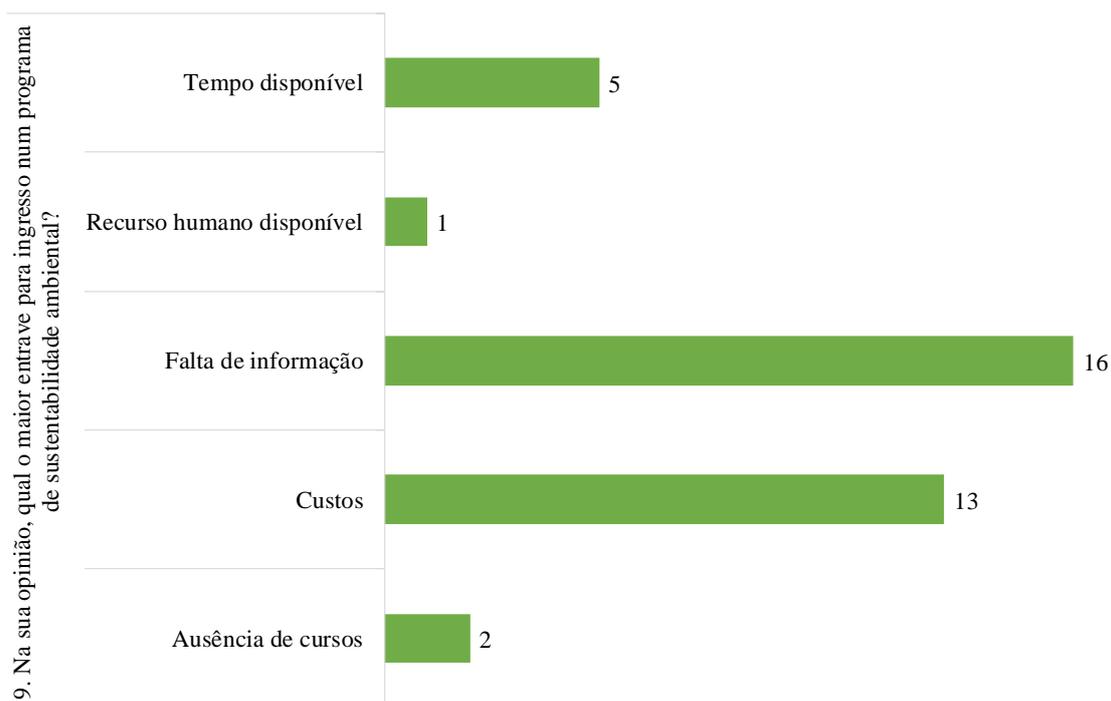


Figura 4.57 – Respostas quanto ao maior entrave para ingresso em um programa de sustentabilidade ambiental.

A Figura 4.57 demonstra que os maiores entraves para ingresso em programas de sustentabilidade ambiental citados pelas empresas foram a falta de informação (43,2%) e os custos (35,1%). Os resultados reforçam o potencial de melhorias existentes para o tema, bem como a necessidade de um fomento governamental para o tema.

A Figura 4.58 apresenta a aferição do conhecimento das empresas quanto ao programa de compras governamentais Esplanada Sustentável. Por meio desse programa, o governo federal começou a realizar compra de mobiliários de empresas que atendem a requisitos de sustentabilidade. Apenas duas empresas que participaram da pesquisa (6,9%) declararam conhecer o referido programa. O resultado já era esperado devido o baixíssimo índice de empresas que declaram realizar vendas por meio de licitações. O governo precisa urgentemente fazer uma maior divulgação deste programa e, principalmente, ajudar as empresas a se capacitarem para poder participar. Caso contrário, a grande parte das micros e pequenas empresas deste segmento ficarão alijadas deste programa.



Figura 4.58 – Medição do conhecimentos das empresas quanto ao programa de compras governamentais Esplanada Sustentável.

A Figura 4.59 mostra uma questão para opinar qual é o maior agravante ambiental. Verifica-se que apenas 12 empresas se manifestaram quanto ao tema. Isso mostra mais uma vez que, quando o entrevistado é estimulado a opinar nas questões ambientais, desponta a falta de conhecimento sobre o assunto. Das 12 empresas que responderam ao questionamento, 9 disseram que o entulho de material descartado é o seu maior problema ambiental. Este é um dos problemas que mais afeta o meio ambiente, não só da indústria moveleira, mas da maioria dos segmentos Industriais. Mostrar que estas empresas estão perdendo dinheiro com o descarte de resto de materiais e apontar alternativas de utilizações, são formas de mitigar este problema. Sem dúvida nenhuma, a sustentabilidade de qualquer negócio, passa por esta questão, devendo toda a sociedade se empenhar na apresentação de soluções.

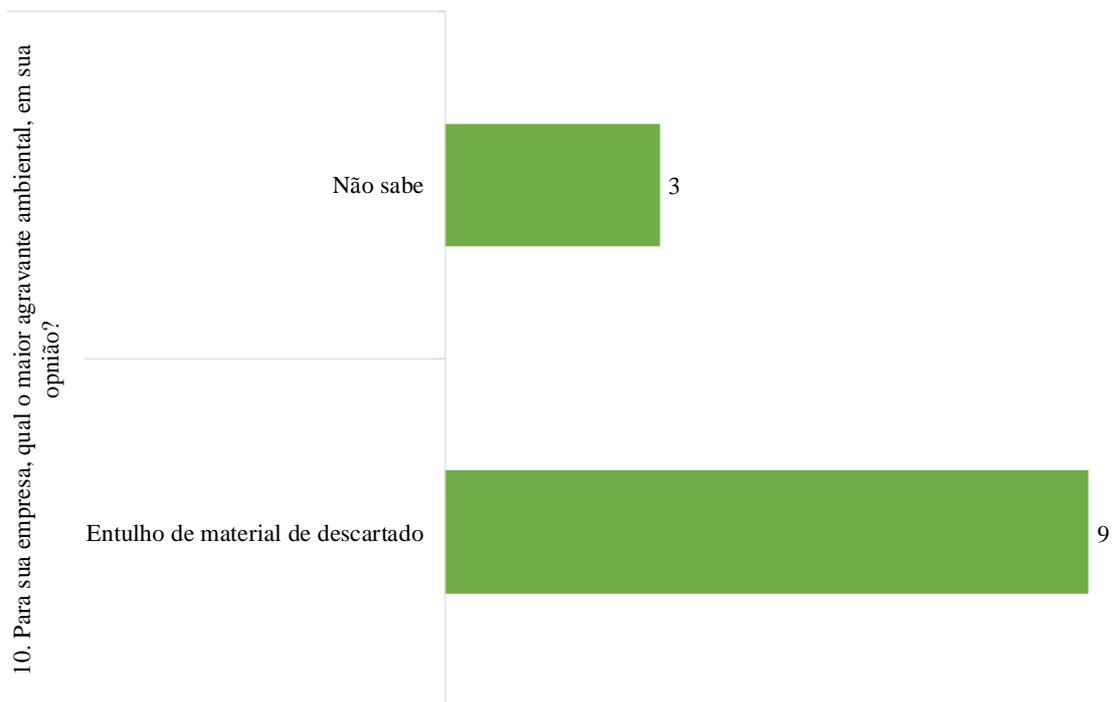


Figura 4.59 – Aferição quanto ao maior agravante ambiental das empresas pesquisadas.



Figura 4.60 – Conhecimento do termo desenvolvimento sustentável.

A Figura 4.60 mostra a reação das entrevistadas quanto ao conhecimento do termo desenvolvimento sustentável. A ampla maioria das empresas (89,6%) declarou não

conhecer o significado termo. O resultado mostra o oposto do apresentado na Figura 4.52, quando 89,3% declararam já ter ouvido falar em sustentabilidade ambiental.

Os dois questionamentos medem graus de conhecimentos distintos. O “ouvir falar” em sustentabilidade ambiental denota um conhecimento superficial, quase equivalente ao saber da existência da expressão e não necessariamente saber defini-la ou praticar a sustentabilidade ambiental. Por outro lado, o “conhece o significado do termo” desenvolvimento sustentável implica em um maior grau de entendimento, até mesmo teórico da expressão. O desenvolvimento sustentável não se limita à esfera ambiental e contempla também os pilares social e econômico.

A Figura 4.61 apresenta o conhecimento por parte das indústrias moveleiras das normas relacionadas ao meio ambiente e da existência da certificação de processos por parte das empresas.

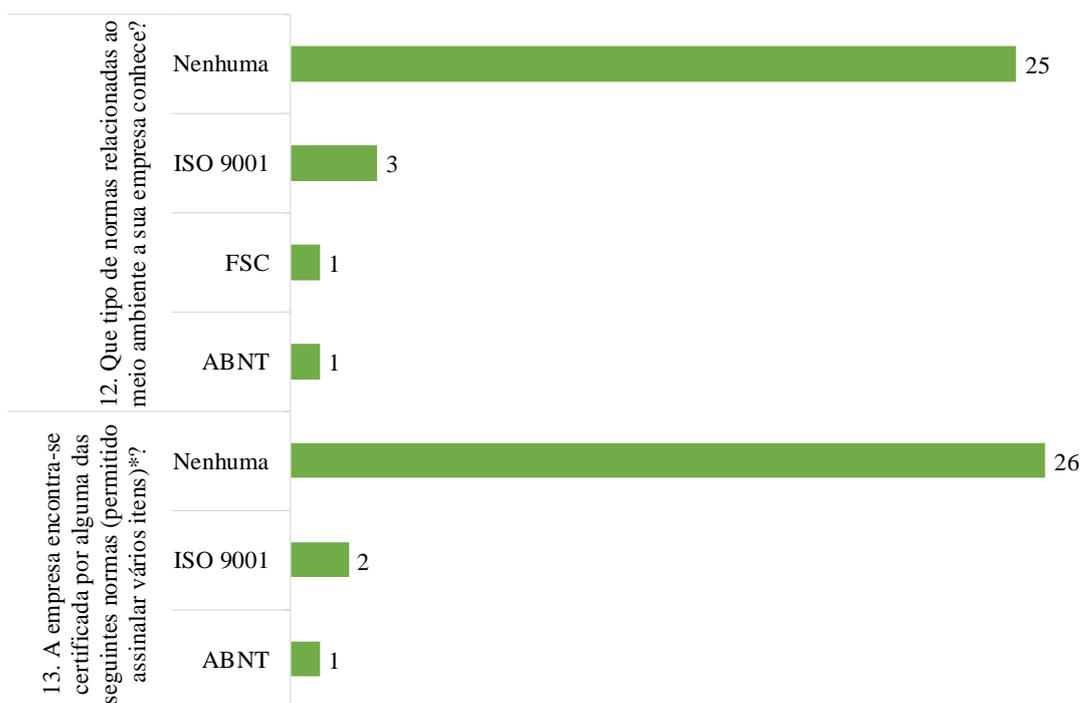


Figura 4.61 – Conhecimento das normas ambientais e da certificação ambiental de suas atividades.

Constata-se que 83,3% das respondentes declararam não conhecer nenhuma norma relacionada ao meio ambiente, e 89,6% declaram não possuir nenhum processo certificado com base em normas ambientais.

Aqueles que, de alguma forma declararam conhecer normas ambientais, citaram a ISO 9001 como referência. Essa norma, embora trate de sistema de melhoria contínua em uma visão ampla, não pode ser considerada uma norma ambiental. Tanto que a Organização Internacional de Normalização (ISO) lançou em 2004 a ISO 14001, conjunto de normas que alia os princípios da melhoria contínua, por meio do ciclo PDCA, às questões ambientais, propondo o SGA (Sistema de Gestão Ambiental).

Fica claro que a ampla maioria das empresas sequer conhece as normas ambientais e muito menos possuem qualquer um de seus processos certificados. O resultado é bastante coerente com o grau de conhecimento da temática ambiental já discutida anteriormente.

Na sequência (Figura 4.62), são apresentados os resultados quanto à existência ou não de sistemas de tratamento e gestão de resíduos e sistemas de reaproveitamento de energia, todos conceitos exigidos em Sistemas de Gestão Ambiental.

Todas as empresas declararam não possuir sistema de tratamento de águas residuais e declararam também não utilizar qualquer método de reaproveitamento de energia.

Com relação aos sistemas de tratamento de água residuais, é importante destacar que, segundo dados do censo demográfico 2010 no Distrito Federal, realizado pelo IBGE, 88,9% das residências urbanas possuem saneamento adequado e 10,9% semi-adequado. Esses dados sugerem que o Distrito Federal possui o maior índice de cobertura de saneamento no Brasil (CAESB, 2017). Portanto, mesmo as micros e pequenas empresas do Distrito Federal que estejam conectadas à rede de esgoto podem ser consideradas como possuidoras de sistema de tratamento de águas residuais por meio de serviço terceirizado com a companhia de saneamento.

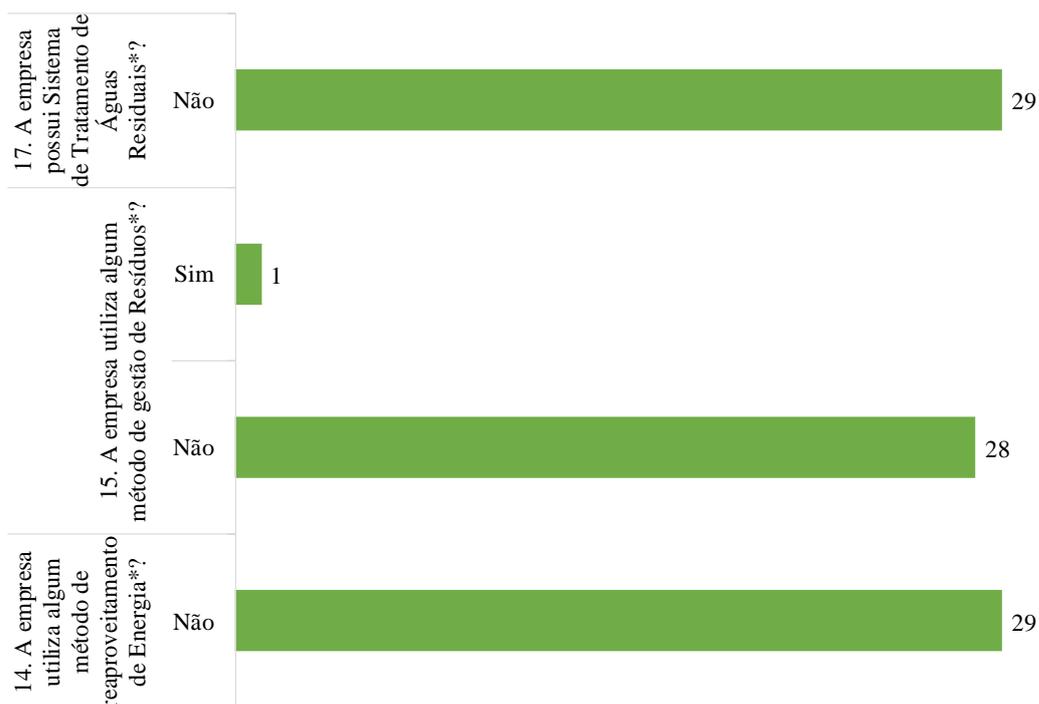


Figura 4.62 – Aferição quanto à existência ou não de sistemas de tratamento e gestão de resíduos e sistemas de reaproveitamento de energia

Com relação ao reaproveitamento de energia, convém destacar que o segmento madeiro-moveleiro não é considerado um segmento industrial eletro-intensivo, ou seja, aqueles que demandam grandes quantidades de energia na sua atividade produtiva (BAJAY et al., 2009). Talvez, por este fato, não exista uma preocupação com o tema por parte das indústrias do segmento. Não obstante, durante a aplicação dos questionários, observou-se que a maior parte dos equipamentos elétricos que são utilizados na indústria madeiro-moveleiro se constituem de máquinas motrizes. Além disso, observou-se a necessidade de iluminação artificial dos ambientes, em função da produção em ambientes cobertos. Com base no exposto, pode-se inferir que há potencial de eficiência energética no segmento, principalmente no que concerne ao aproveitamento de iluminação natural, por meio de adaptações arquitetônicas nas construções. Considerando as máquinas motrizes, há um programa de governo federal, denominado Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que promove o uso eficiente da energia elétrica e combate ao seu desperdício (ELETROBRÁS, 2017a). No âmbito desse programa, os equipamentos elétricos são certificados e classificados conforme seus níveis de eficiência. As empresas podem observar os padrões de eficiência energética ao decidir comprar novos equipamentos elétricos e não apenas o seu preço de aquisição. No site do PROCEL há uma

lista com os equipamentos elétricos aptos a receber o selo do programa (ELETROBRÁS, 2017b). Para o segmento industrial, são disponibilizados treinamentos, manuais e ferramentas computacionais voltados para a redução do desperdício de energia, com a otimização dos sistemas produtivos.

Considerando-se agora a gestão de resíduos sólidos, apenas uma das respondentes (3,5%) declarou possuir algum tipo de gestão deste tipo. Nesse caso, a empresa declarou que utiliza os resíduos de madeira para geração de energia, por meio de empresa parceira. A Figura 4.63 demonstra o que as empresas declararam fazer com os resíduos gerados nas atividades produtivas e a responsabilidade pela destinação desses resíduos.

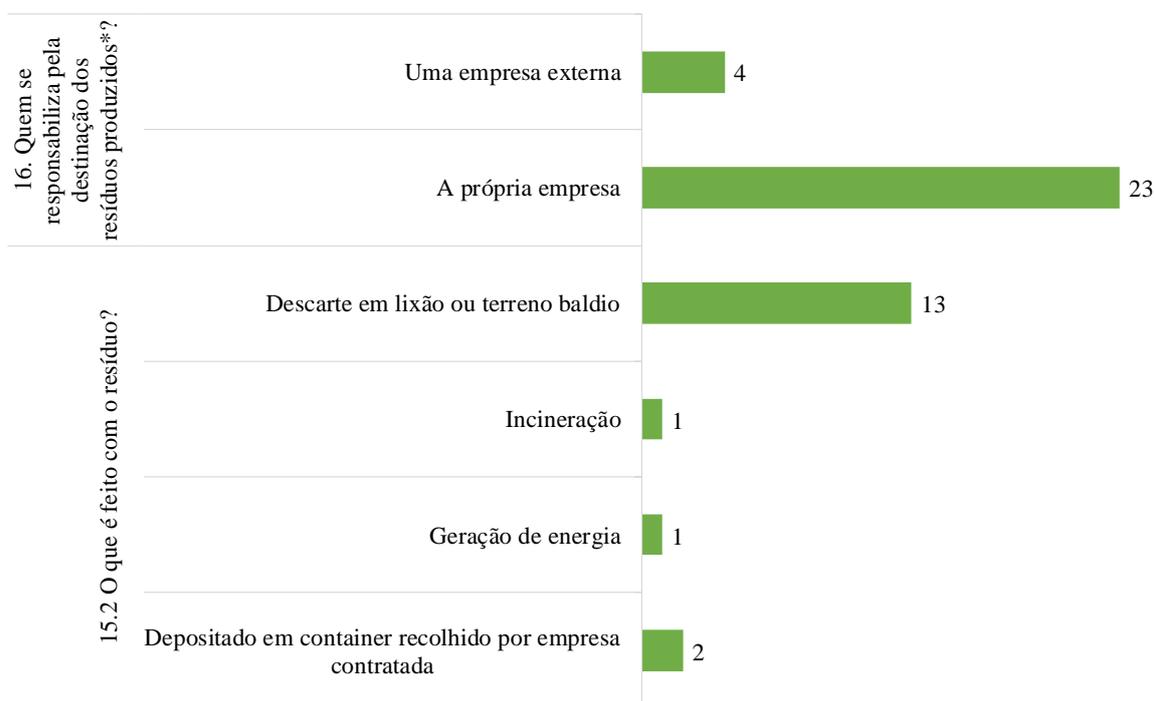


Figura 4.63 – Responsabilidade e destino dos resíduos sólidos.

Os resultados demonstram que a regra é a própria empresa se encarregar do descarte dos resíduos (85,2% das empresas). O descarte em lixão ou terrenos baldios foi o destino mais citado para esse tipo de resíduo (76,4% das respostas). É importante destacar o possível potencial econômico que está sendo ignorado aqui. Os tipos de madeiras mais usados na indústria moveleira são as de pinus e eucalipto e os painéis aglomerados e de chapas de fibras de média densidade (MDF). Em geral, dessa matéria-prima são gerados resíduos que se apresentam, principalmente, na forma de retalhos e serragem e que podem ser utilizados para geração de energia e na forma de compósito polímero-madeira (HILLIG et al., 2008). O uso de descartes moveleiros e as serragens mais secas são os preferidos

para a fabricação de briquetes, pois 76,63% de toda energia da fabricação desses são usados para a secagem. No caso do descarte moveleiro, a madeira já está seca, portanto, ideal para fabricação de briquetes (GENTIL, 2008).

Ainda com relação ao descarte em lixão, esse foi o principal agravante ambiental citado pelas empresas pesquisadas. Infere-se que há uma boa oportunidade de pesquisa em logística reversa para a indústria madeiro-moveleira do Distrito Federal, de forma a estudar a viabilidade comercial dos resíduos gerados no processo produtivo. Corrêa e Duarte (2016) também perceberam essa oportunidade ao estudar as indústrias moveleiras de Belo Horizonte. Kozak et al. (2017) apontaram o pó, o cepilho e as aparas de painéis como os principais resíduos de uma indústria moveleira. Caetano et al. (2017) aferiram que há uma elevada quantidade de resíduos sólidos gerados ao longo da cadeia produtiva moveleira e que o percentual de perda de matéria-prima é superior a 20%.

A Figura 4.64 mostra as matérias-primas utilizadas na fabricação dos produtos das indústrias moveleiras.

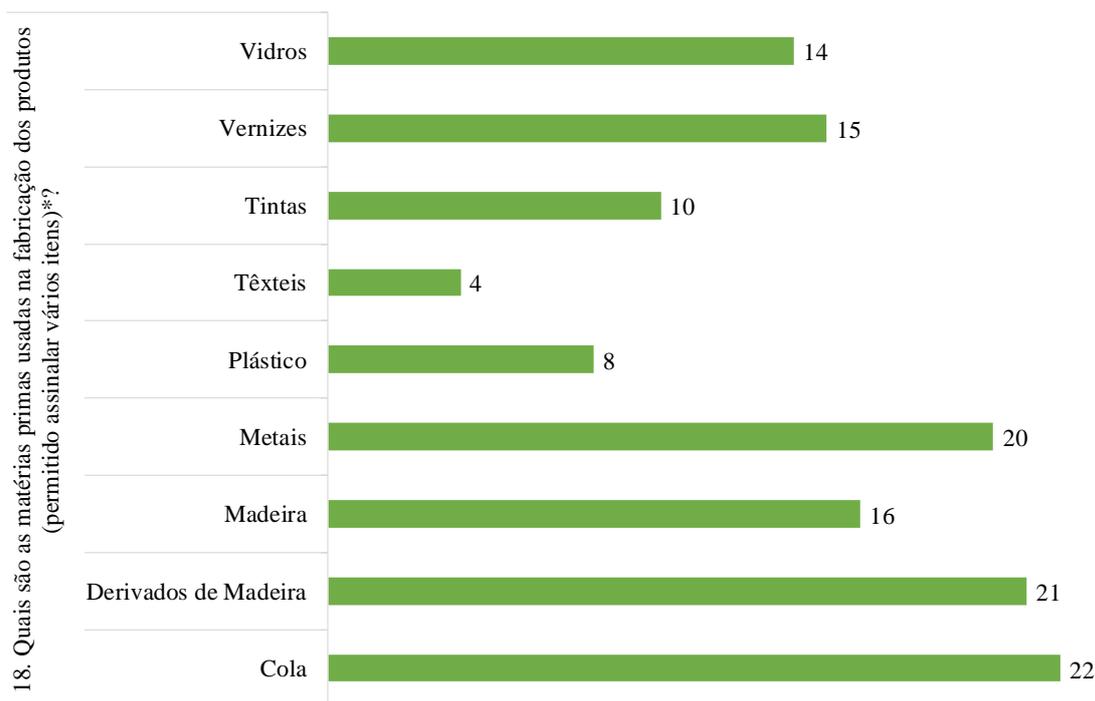


Figura 4.64 – Matérias-primas utilizadas na fabricação dos produtos das indústrias moveleiras.

A cola, derivados de madeira (painéis) e os metais foram as matérias-primas mais presentes na produção de móveis. A madeira em si, foi a quarta mais citada, com 16

menções. Não obstante, quando provocados a enumerar os três principais componentes necessários para a produção de móveis (Figura 4.65), os entrevistados elegeram a madeira como a principal matéria-prima (10 citações), seguidos da cola e metais com 7 citações cada. Esses resultados reforçam a constatação de que há um potencial mercado para os resíduos da indústria madeiro-moveleira ainda subproveitado. Por outro lado, resíduos provenientes da cola e de metais se tornam uma preocupação constante ao meio ambiente.

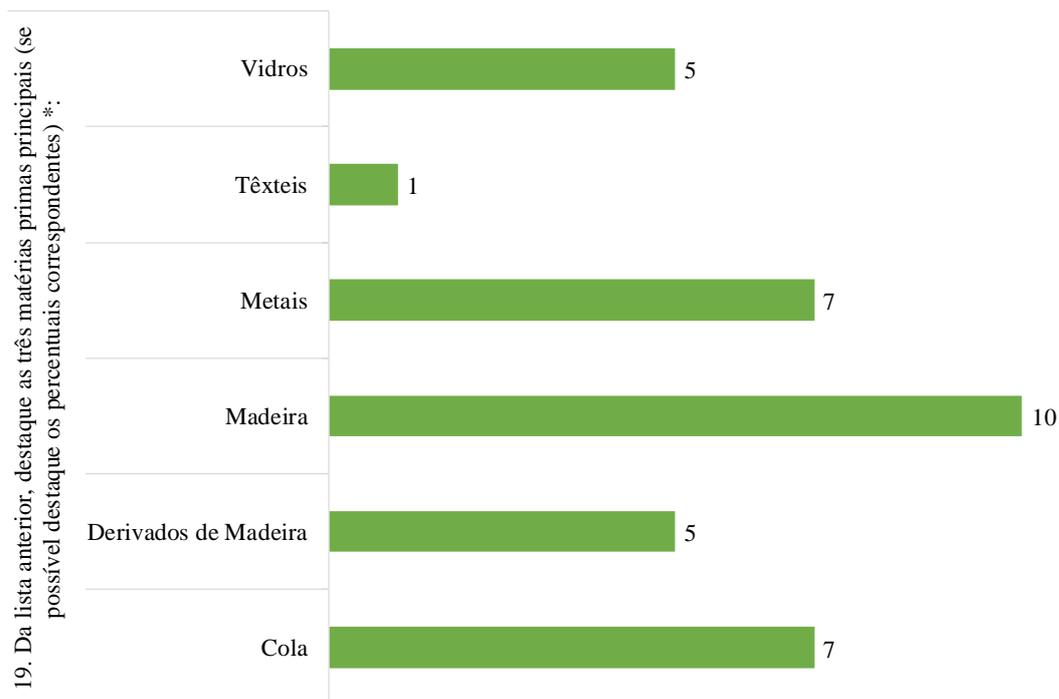


Figura 4.65 – Principais matérias-primas utilizadas na fabricação dos produtos.

Ainda em relação aos produtos fabricados, foi questionado às empresas qual seria a vida útil de seus móveis (Figura 4.66).

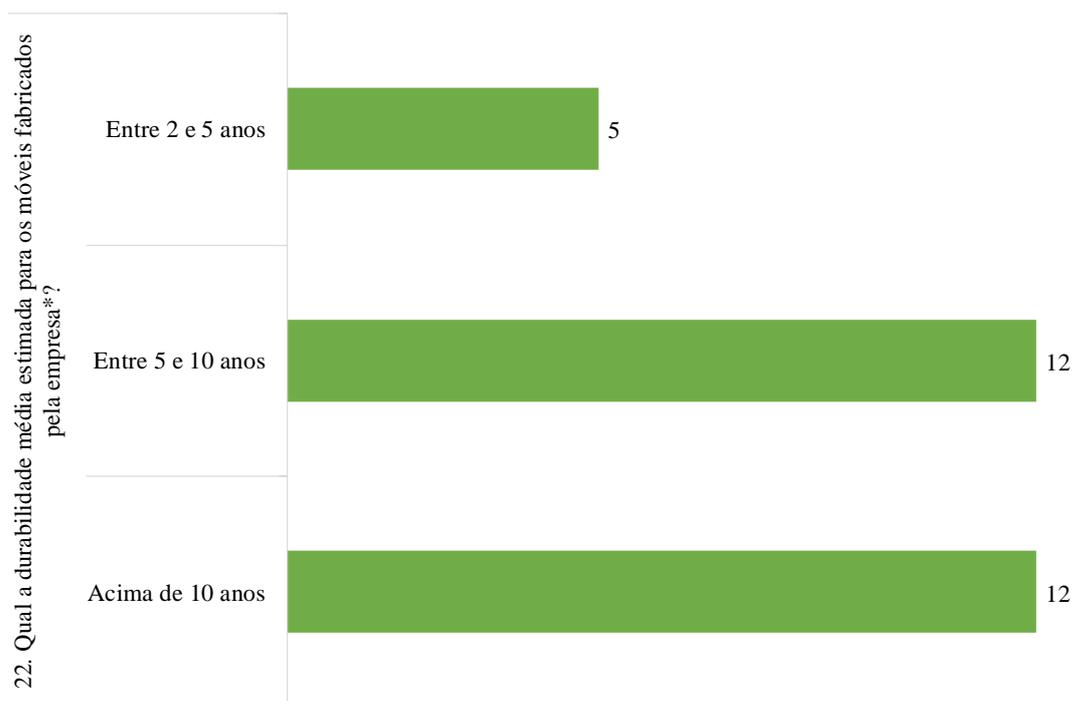


Figura 4.66 – Vida útil dos produtos, segundo os fabricantes

Em grande maioria (82,6%), as empresas declararam que seus produtos teriam vida útil superior a cinco anos. Destes, 41,3% das empresas declaram que seus produtos possuem vida útil superior a dez anos. Os resultados são muito bons, pois indicam que os produtos moveleiros tem alta durabilidade. Esse é um aspecto ambiental de grande importância para o meio ambiente e conservação dos produtos, uma vez que lhe estarão associando ao menor uso de matéria-prima, menor poluição relacionada com a produção e menor geração de resíduo, já que terão de ser substituídos com menor frequência.

Outro aspecto importante a ser considerado quando o assunto é cuidado com meio ambiente e sustentabilidade são as embalagens dos produtos. No caso da indústria madeiro-moveleira pesquisada, o uso e o reaproveitamento das embalagens também foi investigado (Figura 4.67).

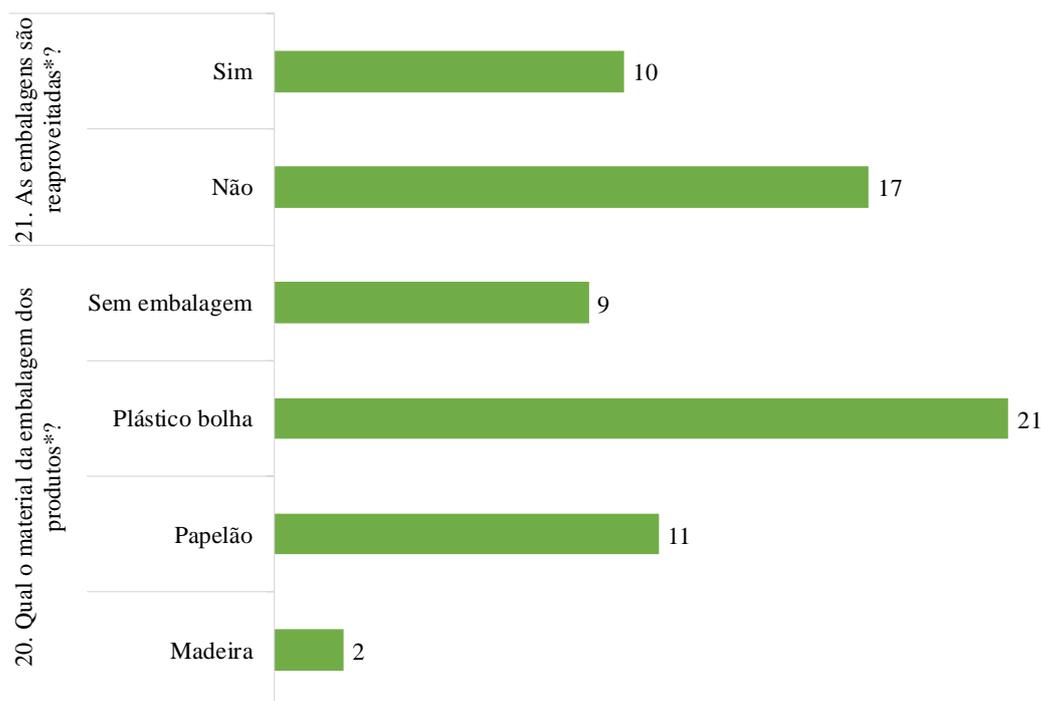


Figura 4.67 – Uso e reuso de embalagens

O plástico bolha foi o material mais citado para a embalagem de produtos, seguido do papelão e da madeira. Destaca-se também um bom número de empresas que declararam não utilizar embalagens em seus produtos. O incentivo ao uso de embalagens que podem ser recicladas deve de ser uma prática constante às políticas ambientais.

A reutilização de embalagens pelas empresas moveleiras é praticada por 37% das empresas. As demais afirmaram que não reaproveitam as embalagens utilizadas.

Os resultados indicam que há espaço para melhoria da responsabilidade ambiental no uso de embalagens. Um bom caminho de investigação está indicado na Figura 4.68. Na maior parte das vezes (70%) em que há reutilização de embalagens, o material utilizado foi o papelão. A madeira também é destaque, já que todas as vezes em que foi utilizada como embalagem, foi reutilizada.

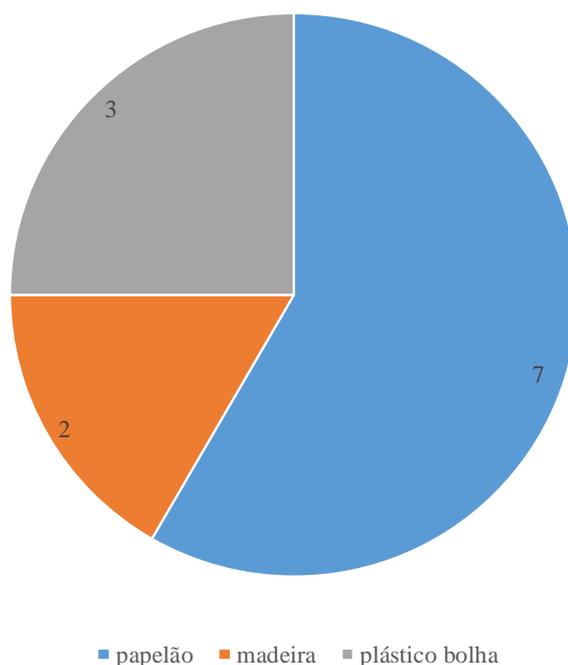


Figura 4.68 – Tipo de material utilizado nos casos de reutilização de embalagens pelas indústrias moveleiras pesquisadas.

A Figura 4.69 apresenta os resultados quanto à utilização de aspiradores coletores de pó de serragem nas plantas produtivas e ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) em suas atividades. Percebe-se que há uma parcela expressiva de indústrias (41,4%) que não possuem coletores de pó em suas plantas. Esse é um resultado muito preocupante em função de presença de partículas em dispersão presentes nos ambientes Industriais, analisados na seção correspondente às partículas em dispersão (pág. 98). Para correção deste ponto em específico, far-se-ão necessárias ações educativas junto às empresas do segmento, bem como o aperfeiçoamento de requisitos para o licenciamento desse tipo de atividade. O custo de implantação destes equipamentos (coletores de pó) também é um fator a considerar, pois micros e pequenas empresas não possuem capitais disponíveis para esta ação.

O percentual de entrevistados que declaram não fazer uso de EPIs nas atividades produtivas também foi elevado (44,8%). As medidas corretivas para essa discrepância passam por ações educativas e também a realização de campanhas de fiscalização por parte dos órgãos competentes.

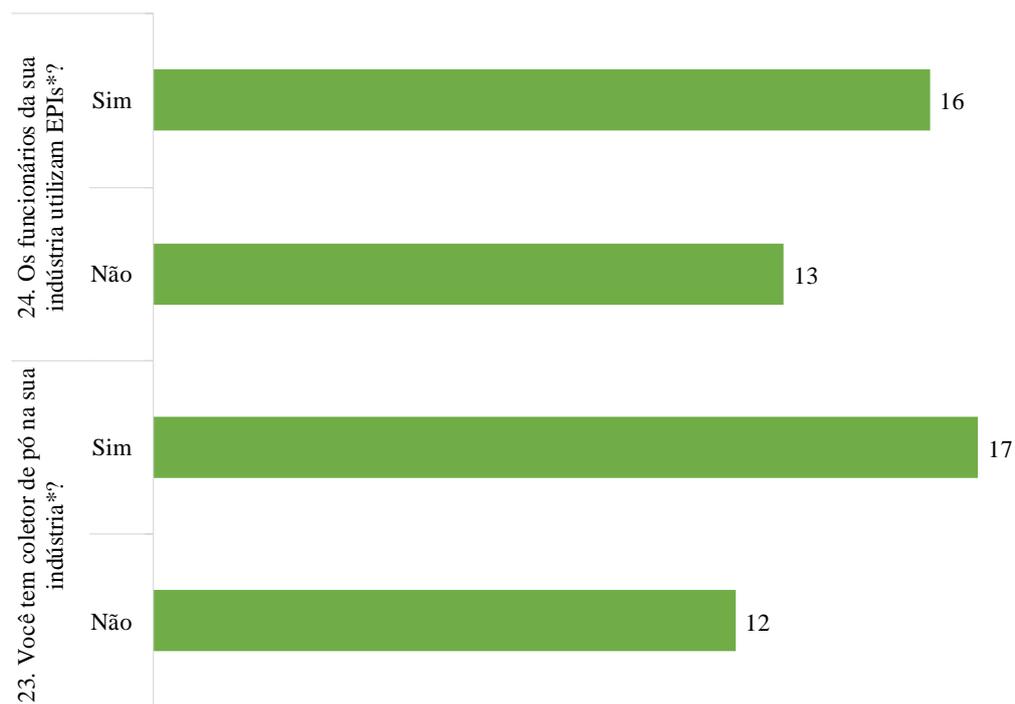


Figura 4.69 – Utilização de aspiradores coletores de pó nas plantas produtivas e uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

Finalmente tentou-se capturar uma visão de futuro das empresas quanto à rotulagem ambiental e a preocupação com a sustentabilidade dessas, quanto ao desenvolvimento de novos produtos (Figura 4.70).

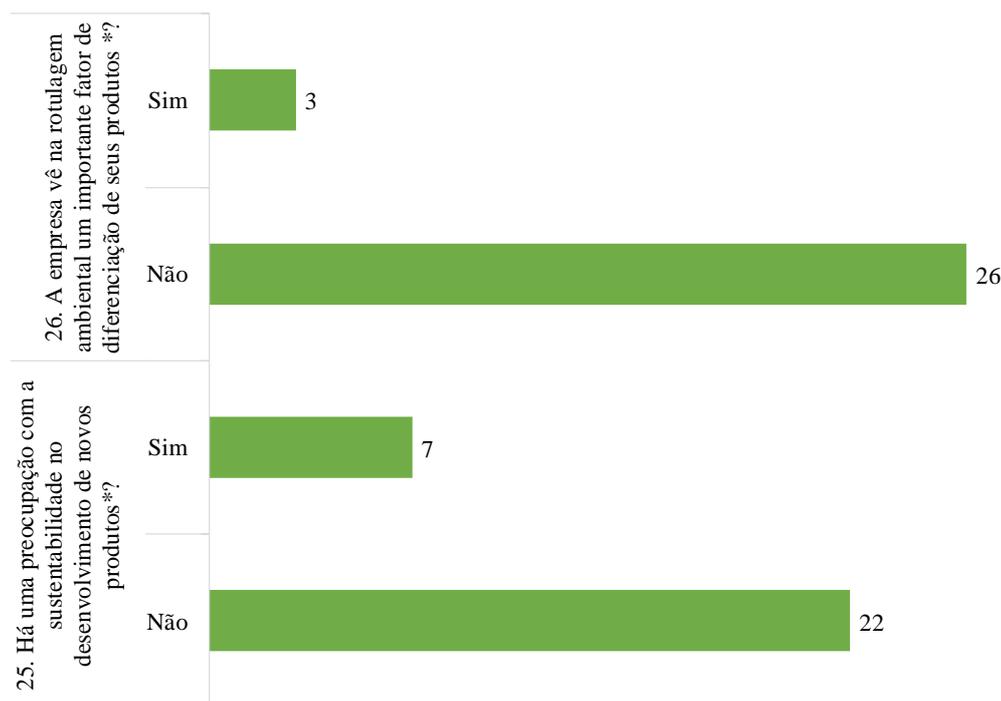


Figura 4.70 – Percepção quanto à rotulagem ambiental e a preocupação com a sustentabilidade no desenvolvimento de novos produtos

Em relação a rotulagem ambiental, programa de certificação de sustentabilidade, regulamentado pela ABNT, 89,7% dos entrevistados declararam não perceber na rotulagem ambiental um fator de diferenciação dos seus produtos. Esse resultado reforça a constatação de que impera uma falta de conhecimento no segmento sobre a temática ambiental e, em alguma medida, explica a pouca projeção da indústria de móveis do Distrito Federal em outras unidades da federação, ou até mesmo em outros países. Se considerarmos o fato de que no Distrito Federal é inegável a influência do Governo Federal como importante comprador de produtos de qualquer natureza, e que esse mesmo governo utiliza como critério de seleção de seus fornecedores a responsabilidade ambiental (por exemplo o Programa Esplanada Sustentável), fica fácil concluir que ao não dar atenção ao tema, as empresas moveleiras do Distrito Federal se privam de um importante mercado em potencial.

Ao não perceber a rotulagem ambiental como fator de agregação de valor aos seus produtos, fica fácil entender a falta de preocupação com a sustentabilidade no desenvolvimento de novos produtos, citada por 75,9% das empresas entrevistadas.

4.2.4 Análise SWOT: identificação de pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças das empresas pesquisadas

A análise SWOT permitiu a identificação de pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças das empresas pesquisadas, considerando a temática ambiental. Os dados levantados estão demonstrados na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 – Informações coletadas para a construção Matriz SWOT.

	Pontos Fortes	Deficiências
Interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. A madeira e materiais naturais utilizados no produto não são tratados ou impregnados com fungicidas e inseticidas. 2. Existe controle do material particulado (ex. poeira e pó de madeira) gerado na indústria em que trabalho. 3. As embalagens dos produtos finais são feitas de material reciclável. 4. O produto fabricado é reciclável. 5. Existe controle para correta destinação dos resíduos do processo produtivo. 6. A empresa em que trabalho possui profissional específico voltado para as questões ambientais. 7. Os funcionários da empresa estão preparados para trabalhar com as variáveis de sustentabilidade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. O desperdício de material na empresa em que trabalho é elevado. 2. O ruído no meu ambiente de trabalho é elevado. 3. Os gases presentes no meu ambiente de trabalho são excessivos. 4. A poeira ou pó de madeira existente no meu ambiente trabalho incomodam. 5. Acredito que as máquinas e ferramentas disponíveis no meu ambiente de trabalho possuem um elevado consumo energético. 6. Os equipamentos de proteção individual disponibilizados são insuficientes ou inadequados. 7. A empresa em que trabalho não possui equipamentos para medição de iluminação, ruído, estresse térmico e partículas em suspensão.
	Oportunidades	Ameaças
Externo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Os consumidores estão dispostos a pagar mais por um produto fabricado levando em conta a responsabilidade ambiental. 2. A localização da indústria facilita o transporte dos produtos até os centros consumidores. 3. Há disponibilidade de madeira e painéis oriunda de florestas plantadas a médio e longo prazo. 4. Existe disponibilidade de financiamentos (governo e bancos) para ampliação da produção e aumento da produtividade. 5. Há conhecimento de sua empresa para compra de produtos de origem sustentada. 6. Há uma interação entre as empresas do segmento moveleiro nas discussões ambientais. 7. O governo tem a preocupação de levar informações sobre a sustentabilidade para as empresas do segmento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. O custo da sustentabilidade ambiental pode afetar o faturamento da empresa. 2. O custo de implantação de sistemas de controle ambiental pode inviabilizar a atividade da empresa. 3. O cenário de restrição ao crédito diminui o poder de compra dos consumidores. 4. A elevada carga tributária diminui a competitividade da indústria no mercado. 5. Os prazos dados pelos órgãos de fiscalização para correção de eventuais não conformidades são inviáveis. 6. A falta de representatividade de pequenas e médias indústrias no CNI dificulta que os pleitos desse segmento sejam atendidos pelo governo. 7. A falta de incentivos governamentais dificulta o desenvolvimento sustentável na indústria em que trabalho.

Pela análise desenvolvida a partir das respostas dos entrevistados, identificaram-se questões consideradas pontos fortes (Tabela 4.26) a serem consideradas na gestão ambiental, sob o ponto de vista da sustentabilidade, do segmento madeiro-moveleiro do Distrito Federal.

Tabela 4.26 – Pontos fortes indicados a partir da Matriz SWOT

Variável	Ponto Forte	Pontuação Total
X2	Existe controle do material particulado (ex. poeira e pó de madeira) gerado na indústria em que trabalho.	130
X1	A madeira e materiais naturais utilizados no produto não são tratados ou impregnados com fungicidas e inseticidas.	105
X3	As embalagens dos produtos finais são feitas de material reciclável.	73
X7	Os funcionários da empresa estão preparados para trabalhar com as variáveis de sustentabilidade.	53
X4	O produto fabricado é reciclável.	50
X5	Existe controle para correta destinação dos resíduos do processo produtivo.	47
X6	A empresa em que trabalho possui profissional específico voltado para as questões ambientais.	37

O ponto forte com maior pontuação foi o correspondente à variável X2, que corresponde a “existência de controle do material particulado gerado na indústria em que trabalho”. A pontuação referente a esse item seguramente adveio das indústrias que declaram possuir coletores de pó. É interessante esta preocupação das indústrias, pois este é um fator muito poluente, quando não controlado. E, certamente, também é um fator negativo sob o ponto de vista da sustentabilidade deste segmento.

A segunda variável com maior pontuação foi a X1, correspondentes ao não uso de fungicidas ou inseticidas na madeira para produção de móveis. O resultado indica uma boa oportunidade de mídia positiva para o segmento madeiro-moveleiro do Distrito Federal. Esta questão tem sido motivo de muita discussão entre as empresas que tratam madeira, as

indústrias moveleiras, os consumidores e o governo na aquisição de produtos. A indústria moveleira se mostra bem consciente para esta questão ambiental.

A variável X3 foi a terceira em pontuação. O item corresponde as “embalagens dos produtos finais feitas com material reciclável”. Conforme já discutido, as embalagens feitas de madeira ou papelão têm mais chances de serem reaproveitadas. A pontuação referente a essa variável, apesar de significativa, poderia ser melhorada, talvez com uma campanha de esclarecimento sob os pontos de vista ambiental e econômico.

A Tabela 4.27 ilustra as pontuações obtidas em cada uma das assertivas.

Tabela 4.27 – Deficiências indicadas a partir da Matriz SWOT

Variável	Deficiências	Pontuação Total
X4	A poeira ou pó de madeira existente no meu ambiente trabalho incomodam.	151
X7	A empresa em que trabalho não possui equipamentos para medição de iluminação, ruído, estresse térmico e partículas em suspensão.	142
X2	O ruído no meu ambiente de trabalho é elevado.	135
X6	Os equipamentos de proteção individual disponibilizados são insuficientes ou inadequados.	112
X5	Acredito que as máquinas e ferramentas disponíveis no meu ambiente de trabalho possuem um elevado consumo energético.	109
X1	O desperdício de material na empresa em que trabalho é elevado.	93
X3	Os gases presentes no meu ambiente de trabalho são excessivos.	68

A deficiência com maior pontuação corresponde à variável X4, correspondente à assertiva: “a poeira ou pó existente no meu ambiente de trabalho incomodam”. Infere-se que esse resultado foi fortemente afetado pelas indústrias que não possuem equipamentos coletores de pó. O resultado destaca ainda mais a preocupação quanto à constatação da presença de partículas tóxicas presentes nos ambientes Industriais analisados na etapa 1 correspondente às partículas em dispersão (pág. 98).

A segunda deficiência mais citada corresponde à ausência de equipamentos para medição de iluminação, ruído, estresse térmico e partículas em suspensão, correspondente à variável X7. A falta de equipamento de aferição dessas grandezas nas indústrias participantes da pesquisa aumenta a insegurança do trabalhador quanto à exposição aos ambientes tóxicos, refletindo-se em uma importante preocupação.

A presença de elevados níveis de ruídos nos ambientes de trabalho (X2) foi apontada como a terceira principal deficiência das empresas pesquisadas. O resultado converge com a constatação da etapa 1, pressão sonora (pág. 78), que apontou a existência de pontos específicos nas plantas Industriais analisadas em que se capturaram emissões de ruídos acima dos limites regulamentados.

Como deficiência, destaca-se ainda a variável X6, que trata da inexistência ou inadequação dos EPIs existentes nas empresas. O resultado converge com o apontado na Figura 4.69 (pág. 160) que apontou que, em 44,8% das entrevistas, declararam não fazer uso de EPIs nas atividades produtivas.

As variáveis X5, X1 e X3 também tiveram pontuações significativas, devendo ser consideradas pelas empresas, pois toda deficiência, por menor que seja, afetará a sustentabilidade ambiental de qualquer empreendimento. No caso da variável X5, que trata de elevado consumo energético dos equipamentos, pode-se encontrar uma explicação da completa ausência de sistemas de reaproveitamento de energia destacados na Figura 4.62 (pág. 153). As empresas parecem não perceber esse aspecto como uma deficiência de maior relevância. A variável X1 trata do elevado desperdício de material nas empresas. Em geral as empresas não enxergam que existe um elevado nível de desperdício de materiais, prejudicando a atividade não só sob o ponto de vista econômico, mas também sob o ponto de vista ambiental. Por fim, a variável X3 abordou a presença excessiva de gases no ambiente de trabalho. As entrevistadas não apontaram esse aspecto como uma deficiência relevante. É importante destacar que o resultado coincide com as aferições documentadas na etapa 1, correspondente à medição de gases (pág. 123), em que se observou que esse é um aspecto que não oferece riscos ambientais significativos nas indústria madeiro-moveleiras.

A Tabela 4.28 ilustra as pontuações obtidas em cada uma das assertivas, em relação às oportunidades.

Tabela 4.28 – Oportunidades indicadas a partir da Matriz SWOT.

Variável	Oportunidades	Pontuação Total
X2	A localização da indústria facilita o transporte dos produtos até os centros consumidores.	215
X3	Há disponibilidade de madeira e painéis oriunda de florestas plantadas a médio e longo prazo.	131
X5	Há conhecimento de sua empresa para compra de produtos de origem sustentada.	85
X1	Os consumidores estão dispostos a pagar mais por um produto fabricado levando em conta a responsabilidade ambiental.	68
X4	Existe disponibilidade de financiamentos (governo e bancos) para ampliação da produção e aumento da produtividade.	61
X7	O governo tem a preocupação de levar informações sobre a sustentabilidade para as empresas do segmento.	49
X6	Há uma interação entre as empresas do segmento moveleiro nas discussões ambientais.	48

A variável X2, correspondente à boa localização das indústrias, foi a que obteve a maior pontuação. De fato, se analisarmos o mercado doméstico, o Distrito Federal possui malha viária em condições superiores à média nacional. Boa parte das indústrias pesquisadas se situam em setores específicos para esse tipo de atividade, com facilidade de acesso. Considerando o aspecto interestadual, a localização geográfica do Distrito Federal representa uma excelente oportunidade. A quantidade e a qualidade das estradas que partem do Distrito Federal em todas as direções do Brasil, representam um potencial a ser explorado pelas indústrias moveleiras locais.

A segunda oportunidade com maior pontuação corresponde à disponibilidade de madeira e painéis oriunda de florestas plantadas em médio e longo prazo (X3). A percepção das entrevistadas com relação à disponibilidade de madeira oriunda de florestas plantadas tem base científica. Somente no ano de 2011, as florestas plantadas produziram um volume de 130 milhões de m³ de madeira, sendo 23,5 milhões de m³ destinada à indústria de

móveis (ABIPA, 2012). Cabe destacar o excelente potencial brasileiro, uma vez que a maior parte das florestas plantadas no país se destina exclusivamente à produção da fibra de celulose (BIAZUS; HORA; LEITE, 2011). Sob o ponto de vista da sustentabilidade, esta é uma variável que não deverá trazer maiores problemas para a indústria, uma vez que o fornecimento dessa matéria-prima sempre é feito por empresas que possuem o certificado de origem, tendo os selos FSC, Cerflor ou outros.

A terceira oportunidade com maior pontuação se refere à habilidade que as empresas possuem para compra de produtos de origem sustentada (X5). O resultado converge com a constatação expressa na Figura 4.54 (pág. 145), que expressou que 75,9% das empresas entrevistadas levam em consideração algum aspecto de cuidado com o meio ambiente na escolha dos fornecedores. Esta também é uma variável muito interessante em relação à gestão ambiental e que deverá ser cada vez mais explorada pelos governantes, para a necessidade da aquisição de produtos de origem sustentada.

A Tabela 4.29 ilustra as pontuações obtidas em cada uma das questões colocadas às empresas, sob as ameaças que podem rondar seus negócios.

A variável X3, correspondente ao cenário de restrição ao crédito, foi a que obteve a maior pontuação. De fato, esse é um problema que afeta toda a economia e reduz a competitividade da indústria nacional em todos os segmentos.

A variável X4, correspondente à elevada carga tributária, ficou na segunda colocação. Assim como a variável X3, esse é um aspecto que afeta o setor produtivo como um todo, principalmente considerando um cenário de competição internacional.

A variável X7, que se refere à falta de incentivos governamentais, ficou na terceira posição. Neste caso, os incentivos governamentais não necessariamente poderiam estar associados a subsídios, mas sim à desburocratização e à oferta de capacitação às empresas do segmento.

Tabela 4.29 – Ameaças indicadas a partir da Matriz SWOT.

Variável	Ameaças	Pontuação Total
X3	O cenário de restrição ao crédito diminui o poder de compra dos consumidores.	206
X4	A elevada carga tributária diminui a competitividade da indústria no mercado.	192
X7	A falta de incentivos governamentais dificulta o desenvolvimento sustentável na indústria em que trabalho.	191
X6	A falta de representatividade de pequenas e médias indústrias no CNI dificulta que os pleitos desse segmento sejam atendidos pelo governo.	174
X2	O custo de implantação de sistemas de controle ambiental pode inviabilizar a atividade da empresa.	161
X1	O custo da sustentabilidade ambiental pode afetar o faturamento da empresa.	161
X5	Os prazos dados pelos órgãos de fiscalização para correção de eventuais não conformidades são inviáveis.	93

É importante destacar que a média de pontuação das variáveis de ameaças foi a maior entre todas as analisadas. A sustentabilidade da indústria moveleira passa por estas questões mencionadas no questionário e terão que ser tratadas pelos governantes, empresas e também pelo consumidor de forma especial, tentando soluções e alternativas de apoio ao segmento industrial, para viabilização da gestão ambiental.

Os governantes deveriam pensar em formas de diminuição da carga tributária, talvez compensando com a aplicação na área de gestão ambiental das empresas. Ou, mais uma vez, incentivando medidas na área ambiental, revertendo-as em créditos, por exemplo, no pagamento de impostos.

As variáveis X2 e X1 obtiveram boas pontuações, indicando as dificuldades que as empresas do segmento moveleiro têm na implementação de medidas de sustentabilidades, deixando de ser prioritárias em detrimento de outras variáveis imediatas, como pagamento de impostos, funcionários, aluguéis, etc.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo sobre a sustentabilidade ambiental nas indústrias de móveis do Distrito Federal permitiu concluir e recomendar:

Etapa 1: Aferição dos fatores poluidores ou tóxicos presentes nas indústrias madeiro-moveleiras do Distrito Federal.

- Os fatores poluidores ou tóxicos apresentaram excesso de ruídos e de material particulado nas empresas analisadas. Já a concentração de gases ficou abaixo dos limites.
- Foi possível identificar fontes pontuais de emissões excessivas de ruídos. Observou-se que os níveis de ruído estão associados com a intensidade da atividade produtiva, sendo os maiores níveis encontrados na indústria de médio porte. Equipamentos como a tupia, a serra circular, o torno e a furadeira devem ser operados com proteção auricular, com auxílio de capa protetora individual no equipamento. Dado o layout da planta produtiva, até mesmo os equipamentos adjacentes aos identificados como críticos devem ser operados com a proteção. Nesses casos, recomenda-se a utilização de protetores auriculares próprios a todos os trabalhadores que manuseiam esses equipamentos.
- Observou-se também a existência de partículas tóxicas em dispersão em excesso e de forma homogênea nos diferentes pontos analisados em ambas as indústrias. As partículas tóxicas finas, mais agressivas à saúde, foram encontradas em todas as áreas da indústria de médio porte, indicando associação com a intensidade produtiva, ou até mesmo o nível de precisão dos equipamentos utilizados. É importante notar que a indústria de médio porte analisada possui equipamentos para coleta de pó em diferentes pontos da planta industrial. Não obstante, dada a intensidade produtiva, recomenda-se reavaliação e redimensionamento desse sistema.
- Com relação aos gases, não se identificou concentrações relevantes de gases combustíveis, monóxido de carbono ou sulfeto de hidrogênio em nenhuma das indústrias analisadas. Apenas nas áreas cobertas e adjacentes às áreas de circulação de caminhões observaram-se níveis de concentração de monóxido de carbono que requerem atenção. Contudo, mesmo nesses casos, não houve superação de limites

normativos referentes às concentrações desse tipo de gás. Para os pontos que requerem atenção, recomenda-se reavaliação dos procedimentos, se possível com o fechamento de portas e janelas nas áreas adjacentes ao pátio de manobras de caminhões.

- A tupa foi o equipamento que mais frequentemente apareceu entre os emissores de poluição, com detecção excessiva de ruído, material particulado e até mesmo monóxido de carbono, possivelmente dado o layout das plantas, em ambas as indústrias analisadas.
- Faz-se necessária a adoção de medidas mitigadoras, compensatórias e ações corretivas junto às fontes poluidoras nas indústrias moveleiras, além da necessidade de uso intensivo de equipamentos de proteção individual.
- Com relação aos níveis de conforto térmico, as medições indicaram índices de exposição ao calor que permitem classificar as atividades nas indústrias moveleiras como leves e moderadas. Recomenda-se que as indústrias se atentem para a utilização de fardamentos leves e arejados pelos trabalhadores, além de facilitar a ventilação natural das suas instalações fabris. Esta iniciativa tem o potencial de elevar a produtividade desses trabalhadores.
- Sugere-se uma melhor abordagem ao projeto de iluminação das indústrias estudadas. Constatou-se a existência de pontos com níveis de iluminância inadequados, conforme relatado em seção específica deste trabalho. Sendo assim, recomendam-se adaptações arquitetônicas nas instalações, de forma a maximizar a iluminação natural dos ambientes, por exemplo, com a instalação de tetos solares. Em locais cuja a readequação arquitetônica for inviável, sugere-se a revisão da iluminação artificial, com utilização de tecnologias de elevada eficiência, tal como a iluminação com lâmpadas de LED.

Etapa 2: Levantar o perfil das empresas do Distrito Federal, com foco nas questões de responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável.

- Os questionários aplicados a 29 empresas moveleiras do Distrito Federal mostrou que as empresas, em média, possuem menos de 15 funcionários, sendo classificadas como microempresas.
- Estas empresas têm mais de 19 anos de existência e faturam, em média, um pouco

mais de R\$ 619 mil reais por ano. Em sua maioria, são indústrias que produzem mobiliários para escritórios e residências por encomenda.

- O foco dessas empresas é o mercado local, embora exista uma parcela significativa de vendas para outras unidades da federação, em especial o estado de Goiás. Praticamente não há exportação de produtos e a importação ocorre em pequena escala, para produtos específicos.
- As empresas têm como principal canal de vendas as suas lojas próprias ou a encomenda direta com a indústria pelo consumidor. A principal matéria-prima utilizada é a madeira e os seus derivados (painéis).
- Ao utilizar a madeira como principal matéria-prima, essas indústrias contribuem de forma significativa para a sustentabilidade do planeta. Ao utilizar um móvel de madeira estamos contribuindo para a retirada permanente de carbono da atmosfera.
- As empresas possuem relativo conhecimento em relação às questões ambientais. Também possuem pouca ou nenhuma disponibilidade de recursos humanos ou financeiros para capacitação e/ou ações para esta área.
- Nenhuma das empresas pesquisadas havia implantado o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e obtido a certificação ISO 14001 (gestão ambiental). Apenas uma das empresas se encontrava em processo de obtenção de certificação existente na área sócio ambiental.
- Recomenda-se, com base no princípio da participação (Princípio 10 da Declaração do Rio, 1992), o envolvimento da academia, por meio dos seus projetos de extensão e parcerias com diversos segmentos da sociedade, como entidade certificadora de boas práticas ambientais e promotora de capacitações. Estas medidas têm o potencial de reduzir os custos associados à obtenção de certificações.
- A diferença de empenho observada nas empresas para implantar os sistemas de gestão ambiental pode ser explicada pelo nível de abrangência de atuação nos seus mercados e por limitações de ordem financeira. Há ainda a não percepção de ganhos de eficiência e imagem, que podem advir dessas ações. Outro ponto a se destacar é a pouquíssima informação disponível sobre o assunto, até mesmo nos canais de comunicação governamentais. A criação de sites específicos e de campanhas publicitárias poderiam contribuir para reversão desse quadro e integrar questões ambientais às estratégias de negócios sob uma ótica de que a gestão ambiental é um diferencial competitivo para as empresas.

- No Distrito Federal já existe pressão suficientemente forte para que ocorra a implantação de um SGA – ISO 14001 em curto prazo, porém não existem grandes ações ambientais conjuntas realizadas pelas empresas do segmento madeiro-moveleiro. É razoável supor que essas indústrias não são as únicas responsáveis por solucionar os problemas socioambientais. É necessária uma aliança entre o segmento madeiro-moveleiro, o governo e os outros atores da sociedade para potencializar o desenvolvimento local sustentável.
- O apoio governamental, a partir de estratégias sociais que impulsionem o desenvolvimento tecnológico, tem o potencial de incentivar que as indústrias madeiro-moveleiras regionais busquem as certificações em SGA.
- O papel das associações de classe no processo também é relevante. Essas organizações desempenham o papel de promover um ambiente de troca de informações e difusões de boas práticas de gestão ambiental, além de promover ações de capacitação voltadas para o tema. Contudo, observa-se uma falta de representatividade das micros e pequenas empresas nesses organismos. Isso ocorre devido a não percepção de benefícios por parte dos empresários e da ausência de uma atuação mais ativa dessas associações.
- Não se percebem objetivos comuns na busca por certificação ambiental. Observou-se que as indústrias, nas suas práticas produtivas, não se preocupam com o uso eficiente da energia ou com a gestão de resíduos produtivos. É importante destacar que, no caso dos resíduos líquidos, constatou-se que as indústrias se encontram ligadas à rede pública de saneamento. As empresas madeiro-moveleiras geram resíduos sólidos com valor comercial, no entanto esse potencial está subexplorado. Identifica-se uma boa perspectiva para o aproveitamento econômico desses resíduos, por meio da aplicação de técnicas de logística reversa, prática esta que vai ao encontro da sustentabilidade ambiental.
- Ampliando o leque de alternativas para apontar caminhos de solução, sugere-se a inclusão de elementos importantes para um bom projeto sustentável:
 - Adaptações arquitetônicas nos ambientes Industriais analisados com a inclusão de arborização, incluindo espécies nativas resistentes aos períodos de estiagem. Esta medida tem potencial de combater os efeitos das ilhas térmicas urbanas, melhorar o conforto térmico das instalações, melhorar a qualidade do ar e melhorar os aspectos visuais do ambiente. O efeito

combinado dessas medidas melhoram as acepções cognitivas dos trabalhadores e tem potencial de elevar a produtividade das indústrias.

- Para a diminuição da concentração de partículas tóxicas no ar, recomenda-se a utilização de espelhos d'água no interior das indústrias madeiro-moveleiras. Outra opção é a utilização de aspersores. A água em estado corrente tem a capacidade de reter gases e partículas em suspensão no ar.
- Outra recomendação importante para o SGA é o aproveitamento das águas pluviais, direcionadas para irrigação dos jardins e espelhos d'água criados, além dos demais usos. Esta medida tem potencial de reduzir os custos com a manutenção da arborização e o consumo de água da rede de saneamento. A criação de sistemas de gestão da água da chuva é um elemento chave para a sustentabilidade ambiental.
- Para eliminar os custos com o suprimento energético demandado pelo sistema de bombeamento de águas pluviais e eventual necessidade de iluminação artificial, recomenda-se a instalação de placas de geração de energia fotovoltaicas. Tal sistema pode ser projetado para funcionar de forma autônoma e praticamente sem custos de operação.
- Identificou-se ainda uma heterogeneidade de práticas quando o assunto é o cuidado com os trabalhadores. Os percentuais de indústrias sem coletores de pó ou que possuem funcionários que não utilizam EPIs foi considerado elevado.

A análise SWOT se mostrou efetiva como ferramenta de diagnóstico e prognóstico do comportamento socioambiental das indústrias madeiro-moveleira estudadas.

- A técnica SWOT identificou como pontos fortes a existência de controle do material particulado gerado nas indústrias. A pontuação referente a esse item foi atribuída as indústrias que declararam possuir coletores de pó. Muito embora exista essa percepção de controle, as aferições demonstraram a presença de níveis elevados de partículas tóxicas nas indústrias do segmento. Assim, recomenda-se o uso de máscaras de proteção pelos trabalhadores expostos a esse tipo de ambiente. Outro ponto forte destacado foi o não uso de fungicidas ou inseticidas na madeira para produção de móveis. O resultado indica uma boa oportunidade de mídia positiva para o segmento madeiro-moveleiro do Distrito Federal.
- A deficiência com maior pontuação corresponde a “poeira ou pó existente no meu

ambiente de trabalho incomodam”. Infere-se que este resultado foi fortemente afetado pelas indústrias que não possuem equipamentos coletores de pó. O resultado destaca ainda mais a preocupação quanto à constatação da presença de partículas tóxicas presentes nos ambientes Industriais analisados.

- Outra deficiência destacada foi a ausência de equipamentos para medição de iluminação, ruído, estresse térmico e partículas em suspensão. A falta de equipamentos de aferição dessas grandezas nas indústrias participantes da pesquisa aumenta a insegurança do trabalhador quanto à exposição aos ambientes tóxicos, refletindo-se numa importante preocupação. Recomenda-se que as indústrias do segmento monitorem, principalmente, os níveis de ruído e os níveis de partículas tóxicas em suspensão.
- Referente às oportunidades, a aplicação da técnica SWOT indicou a boa localização das indústrias como a assertiva mais destacada. O Distrito Federal possui malha viária em condições de qualidade superior à média nacional. Boa parte das indústrias pesquisadas se situam em setores específicos para esse tipo de atividade, com facilidade de acesso. Considerando o aspecto interestadual, a localização geográfica do Distrito Federal representa uma excelente oportunidade. A quantidade e a qualidade das estradas que partem do Distrito Federal em todas as direções do Brasil, representa um potencial a ser explorado pelas indústrias moveleiras locais.
- Uma outra oportunidade relevante destacada pelos avaliadores corresponde a disponibilidade de madeira e painéis oriundos de florestas plantadas em médio e longo prazo. As empresas preveem que estas matérias-primas não irão faltar.
- No tocante às ameaças, os avaliadores citaram o cenário de restrição ao crédito como principal fator. A elevada carga tributária também foi destacada. Ambos os problemas afetam toda a economia e reduzem a competitividade da indústria nacional em todos os segmentos, principalmente considerando um cenário de competição internacional. Uma alternativa viável para mitigação dessa ameaça no Distrito Federal seria, principalmente, a criação por parte do governo de linhas de crédito para emancipação tecnológica das indústrias madeiro-moveleiras regionais, específicas para melhorias organizacionais e inovações de processos. A compensação de pagamento de impostos com investimentos na área ambiental pelas empresas poderia ser uma alternativa.

- A existência de legislações restritivas à atuação das micros e pequenas empresas no Distrito Federal tem o potencial de diminuir a empregabilidade no segmento madeiro-moveleiro. É importante considerar que essas empresas contribuem para a sustentabilidade econômica do Distrito Federal por meio da geração de riquezas e da injeção de capital circulante na economia local, além de terem uma parcela significativa na participação de sustentabilidade ambiental da região.

Os resultados das entrevistas evidenciaram alinhamento com os resultados observados nas aferições dos parâmetros ambientais, o que valida a metodologia de pesquisa aqui posposta.

O trabalho mostrou que a sustentabilidade ambiental do segmento moveleiro do Distrito Federal, passa obrigatoriamente pela sustentabilidade econômica e social das empresas. Para a conscientização dos empresários da importância e necessidade da sustentabilidade ambiental em seus empreendimentos, faz-se necessário o envolvimento de todos os atores inseridos neste contexto, como os governantes, a academia científica, as associações de classe e sindicatos, além da mídia.

As compras públicas (governos), importante mercado que poderia ajudar, principalmente as micros e pequenas empresas a alavancar os seus negócios, marginalizam estas empresas, pois as exigências de sustentabilidades ambientais que as empresas têm de demonstrar não podem ser atendidas. Antes destas exigências o ente público tem que preparar estas empresas conforme anteriormente mencionado e retratado nos princípios da Agenda 21, que apresenta a necessidade de o estado promover o sistema econômico para adaptações do formato de produção sustentável.

Acreditamos que este estudo, em função da revisão bibliográfica realizada, pode ser extrapolado para grande parte das regiões do país, onde a micro e pequena empresa deste segmento predomina em mais de 85% dos casos.

6 REFERÊNCIAS

ABIPA. **Associação Brasileira das Indústrias de Painéis de Madeira**. 2012. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

ABRAF. **Anuário Estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-abraf13-br.pdf>>.

ALVES, Adriana Soares; FIORINI, Ana Claudia. A autopercepção do handicap auditivo em trabalhadores de uma indústria têxtil. **Revista Distúrbios da Comunicação**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 337–349, 2012. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/view/13149>>

ALVES, Ricardo Ribeiro et al. Certificação florestal e o mercado moveleiro nacional. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 583–589, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622009000300020&lng=pt&tlng=pt>

AMADO, Frederico Augusto Di Trindade. **Direito Ambiental Esquematizado**. 8. ed. São Paulo: Método, 2017.

ARRUDA, Marcus Vinicius et al. O Preço do Poder: Financiamento de Campanha e Voto no Brasil (2014). **Revista Política Hoje**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 107–132, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/view/3862>>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6016 - Gás de escapamento de motor Diesel - Avaliação de teor de fuligem com a escala de ringelmann**Rio de Janeiro, 1986. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=001871>>. Acesso em: 31 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5413 - Iluminância de Interiores**Rio de Janeiro Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT, , 1992. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=193727>>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12543 - Equipamentos de proteção respiratória - Terminologia**Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=371824>>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15215-4 - iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição** Rio de Janeiro Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT, , 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Procedimento Geral da marca ABNT Qualidade Ambiental**. Rio de Janeiro: Qualidade - ABNT - Ambiental, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5101 - Iluminação Pública** Rio de Janeiro Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT, , 2012. Disponível em: <<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/28948/nbr5101-iluminacao-publica-procedimento>>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Rótulo ecológico para mobiliário de escritório - PE-165.04** Rio de Janeiro, 2015.

ÁVILA, Marco Aurélio; WILKE, Erick Pusch. Dos fatores limitantes ao desenvolvimento sustentável: alternativas planejadas para o turismo em Paranaguá, PR, Brasil. **PASOS Revista de turismo y patrimonio cultural**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 555–568, 2008. Disponível em: <http://www.pasosonline.org/Publicados/6308/PS0308_12.pdf>

BAJAY, Sergio Valdir et al. Os segmentos industriais energo-intensivos de maiores potenciais técnicos de conservação de energia no Brasil. **Revista Brasileira de Energia**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 89–107, 2009. Disponível em: <http://new.sbpe.org.br/wp-content/themes/sbpe/img/artigos_pdf/v15n01/v15n01a5.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

BARBOZA, José Vinícius Santos; ROJO, Cláudio Antônio. Diagnóstico estratégico em uma empresa do setor moveleiro por meio das. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 103–116, 2015. Disponível em: <<http://faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RMPE/article/view/704>>

BENI, Mário Carlos. Política e planejamento estratégico no desenvolvimento sustentável do Turismo. **Revista Turismo em Análise**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 5, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rta/article/view/68228>>

BIAZUS, André; HORA, André Barros Da; LEITE, Bruno Gomes Pereira. **O potencial de**

investimento nos setores florestal de celulose e de papel**Papel e Celulose - Perspectivas de Investimento 2010 a 2013**Rio de JaneiroBanco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, , 2011. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/Perspectivas_do_Investimento/201103_1.html>

BICHO, Leandro; BAPTISTA, Susana. **Modelo de Porter e Análise SWOT: Estratégias de negócio.** 2006. Coimbra. Disponível em: <http://evoluirgestaoempresarial.com.br/documents/ModelodePortereAnáliseSWOT_DO_C.pdf>.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: adjetivo ou substantivo?** 2011. Disponível em: <<https://leonardoboff.wordpress.com/2011/06/07/sustentabilidade-adjetivo-ou-substantivo/>>. Acesso em: 31 out. 2017.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução a Engenharia Ambiental.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. NR 15 - Atividades e operações insalubresBrasília, 1978. p. 82. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>

BRASIL. Resolução Conama nº 3. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1,** Brasília, 1990. p. 15937–15939. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>

BRASIL. Resolução Conama nº 382. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. **DOU nº 1, de 2 de janeiro de 2007, Seção 1,** Brasília, 2006. p. 131–137. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>>

BUCHANAN, Leigh; O'CONNELL, Andrew. A Brief History of Decision Making. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 20–29, 2006. Disponível em: <<https://hbr.org/2006/01/a-brief-history-of-decision-making>>

BURSZTYN, Marcel; BURSZTYN, Maria Augusta. **Fundamentos de Política e Gestão Ambiental.** 1. ed. Rio de Janeiro,: Garamond, 2013.

BURSZTYN, Marcel; PERSEGONA, Marcelo. **A Grande Transformação Ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

CAETANO, Miraya Dutra Degli Esposti et al. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos e proposição de melhorias: estudo de caso em uma marcenaria de Cariacica, ES. **Gestão & Produção**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 382–394, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2017000200382&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 30 dez. 2017.

CASA, Gabriela Mesa; ZANINI, Cristiane; VASCONCELLOS, Rodrigo Da Costa. Os princípios do poluidor pagador e do usuário pagador aplicados à inovação tecnológica. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, [s. l.], v. 8, p. 286, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8273>>

CASELLA CEL. **CEL-35x dBadge - Users Manual**Kempston, 2015. Disponível em: <<http://www.enviroequipment.com/sites/default/files/documents/instruments/cel-35x-manual.pdf>>

CAVALCANTE, Franciana; FERRITE, Silvia; COSTA, Tatiane Meira. Exposure to noise in the manufacturing industry in Brazil. **CEFAC**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 1364–1370, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcefac/2013nahead/07-12.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

CHARNOV, Bruce H. et al. **Sustentabilidade e Responsabilidade Social**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

CLAUDINO, Evandro Daniel. **Avaliação preliminar de ambientes de trabalho em marcenarias e movelarias de Dois Vizinhos / PR**. 2017. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2017. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/7675>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

COLBY, Michael E. Environmental management in development: the evolution of paradigms. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 193–213, 1991. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/092180099190032A>>

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL - CAESB. **Sistemas de Esgotamento**. 2017. Disponível em:

<<https://www.caesb.df.gov.br/esgoto/sistemas-de-esgotamento.html>>. Acesso em: 29 out. 2017.

CONSELHO DE MANEJO FLORESTAL - FSC. **Certificação de Cadeia de Custódia de Múltiplos Sites** BonnFSC Internacional, , 2014. Disponível em: <<https://br.fsc.org/preview.fsc-std-40-003v2-1ptcertificacaococmultisite.a-750.pdf>>

CORRÊA, Glaucinei Rodrigues; DUARTE, Adriana Luisa. Resíduos da indústria moveleira: diagnóstico nas empresas associadas ao SINDIMOV-MG. In: 12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN 2016, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Blucher Design Proceedings, 2016. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/ped2016/0362.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

COUTINHO, Renata Buarque Goulart; MACEDO-SOARES, T.Diana L. v. A. Gestão estratégica com responsabilidade social: arcabouço analítico para auxiliar sua implementação em empresas no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 75–96, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552002000300005&lng=pt&tlng=pt>

CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues Da; DUARTE, Marcus Antonio Viana; SOUZA, Cristiano Márcio Alves De. Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas. **Idesia**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 25–34, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v30n1/art04.pdf>>

D'AMBROS, Jorge. **Cadeia Produtiva moveleira da região central do Estado do Tocantins: caracterização e perspectivas para formação de um polo moveleiro**. 2011. Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/8703?mode=full>>

DA SILVA, Julio Cesar; DE ALMEIDA, Alexandre Nascimento; POMPERMAYE, Raquel De Souza. Análise estratégica do manejo florestal na Amazônia brasileira. **FLORESTA**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 341, 2014. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/33979>>

DAGNINO, Ricardo Sampaio; JUNIOR, Salvador Carpi. Risco ambiental: conceitos e

aplicações. **Climatologia e Estudos de Paisagem**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 50–87, 2007. Disponível em:

<<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/1026>>

DALLABRIDA, Michell Eduardo. **Simulação e otimização da dinâmica operacional do processo de pintura de cadeiras em uma indústria moveleira**. 2015. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2015. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4335>>

DANDA, Gustavo Nóbrega; QUEIROZ, Lucia de F. N. De; HOFFMANN, Valmir Emil. A hélice do poder público: padrões de distribuição de recursos federais para as Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais. **Revista de Administração Pública**, [s. l.], v. 50, n. 5, p. 843–865, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122016000500843&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>

DELLAROSA, Vicente Henrique; COLCAIOPPO, Sérgio. A Contribuição da Higiene e da Toxicologia Ocupacional. In: **Isto é trabalho de gente? Vida, doença e trabalho no Brasil**. 1. ed. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 232–270.

DEVIDES, Maria Tereza Carvalho. **Design, Projeto e Produto: O desenvolvimento de móveis nas indústrias do Pólo Moveleiro de Arapongas, PR**. 2006. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/89766>>

DUBOIS, Sandrine Maljean. **O princípio do desenvolvimento sustentável no direito internacional** BrasíliaUnB/CEUB, , 2014.

ELETROBRÁS. **Procel Info**. 2017a. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID=%7BA84BD56D-D750-477C-8E20-2BF2D94B4EE2%7D>>. Acesso em: 29 out. 2017.

ELETROBRÁS. **Selo Procel**. 2017b. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BB70B5A3C-19EF-499D-B7BC-D6FF3BABE5FA%7D>>. Acesso em: 29 out. 2017.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia. **Trajetórias do desenvolvimento**. 1. ed. Rio de Janeiro:

Garamond, 2010. Disponível em: <<https://www.garamond.com.br/produto/Trajeto%F3rias-do-desenvolvimento.html>>

EQUIPE ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho - Manuais de Legislação**. 75. ed. Brasília: Atlas, 2015.

FANTONI, Bruna Barbosa. **Avaliação dos procedimentos de trabalho em cabines de pintura em uma indústria do ramo moveleiro**. 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2014. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3523>>

FARIA, Neice Müller Xavier et al. Trabalho rural, exposição a poeiras e sintomas respiratórios entre agricultores. **Revista de Saúde Pública**, [s. l.], v. 40, n. 5, p. 827–836, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102006000600012&lng=pt&tlng=pt>

FELLEMBERG, Gunter. **Introdução aos problemas de poluição ambiental**. 3. ed. São Paulo: EPU, 2011. Disponível em: <<http://www.martinsfontespaulista.com.br/introducao-aos-problemas-da-poluicao-ambiental-246293.aspx/p>>

FERNANDES, Fábio de Assis F. O Princípio da prevenção no meio ambiente do trabalho. O ministério público do trabalho e o licenciamento ambiental trabalhista. **Revista de Direito Ambiental**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 119–136, 2008.

FERREIRA, Débora Gonçalves et al. Efeitos auditivos da exposição combinada: interação entre monóxido de carbono, ruído e tabagismo. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 405–411, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-80342012000400007&lng=pt&tlng=pt>

FERREIRA, Marcos José Barbieri et al. **Relatório de Acompanhamento Setorial - Indústria Moveleira**. Campinas. Disponível em: <https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/RelatorioABDI/moveleira_vol-I_junho2008.pdf>.

FIELD, A. .. **Descobrimo a Estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREITAS, Carlos M. De; PORTE, Marcelo F.de S.; GOMEZ, Carlos M. Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, [s. l.], v. 29, n. 6, p. 503–514, 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101995000600012&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 31 out. 2017.

FUNDACENTRO. **NHO 08 - Procedimento técnico: coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho**São PauloMinistério do Trabalho, , 2007. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2013/3/nho-0-coleta-de-material-particulado-solido-suspenso-no-ar-de-ambientes-de-trabalho>>

GARCIA, Lucas Bissoli; RODRIGUES, Felipe Thomes; LEAL, Érika de Andrade Silva. Aspectos da atividade inovadora nas empresas do setor moveleiro de Cariacica (ES). **RETEC**, Ourinhos, v. 8, n. 2, p. 80–97, 2015. Disponível em: <<http://retec.fatecourinhos.edu.br/index.php/retec/article/view/202/134>>

GDF. **Relação de contatos das regiões administrativas**. 2017. Disponível em: <<http://www.sedhab.df.gov.br/relacao-de-contatos-das-regioes-administrativas.html>>. Acesso em: 31 out. 2017.

GENTIL, Luiz Vicente Bocorny. **Tecnologia e economia do briquete de madeira**. 2008. Universidade de Brasília - UnB, [s. l.], 2008. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/4499>>. Acesso em: 17 set. 2017.

GERALDO, Flavio Carlos. **Madeira de reflorestamento na construção - A hora da virada**Campos, Euracy, , 2016. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/sindicatos/simadi/News3476content141588.shtml>>

GIRARDI, Gustavo; SELLITTO, Miguel Afonso. Medição e reconhecimento do risco físico ruído em uma empresa da indústria moveleira da serra gaúcha. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 12–23, 2011. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/4510>

GORINI, Ana Paula Fontenelle. Panorama do setor moveleiro no Brasil, com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira. **Produção BNDES - Artigos**, Rio de Janeiro, p. 3–58, 1998.

Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/13444>>

GRANDJEAN, E. **Fitting the Task to the Man: An Ergonomic Approach**. 3. ed. Abingdon: Taylor & Francis, 1986.

HILLIG, Éverton et al. Caracterização de compósitos produzidos com polietileno de alta densidade (HDPE) e serragem da indústria moveleira. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 299–310, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n2/a13v32n2>>. Acesso em: 29 out. 2017.

HILLIG, Éverton; SCHNEIDER, Vania Elisabete; PAVONI, Eloide Teresa. Geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira em função das variáveis de produção. **Production**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 292–303, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132009000200006&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 31 out. 2017.

HOLANDA, Wanessa Tenório Gonçalves; LIMA, Maria Luiza Carvalho De; FIGUEIROA, José Natal. Adaptação transcultural de um instrumento de avaliação do handicap auditivo para portadores de perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 16, n. suppl 1, p. 755–767, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232011000700006&lng=pt&tlng=pt>

IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2016. Disponível em: <<https://www.blucher.com.br/livro/detalhes/ergonomia-1136>>

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Ibá**. Brasília. Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba_2015.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2017.

INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Estudo Setorial 2009 Ano Base 2008**. Curitiba. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/wp-content/uploads/2014/02/2009.pdf>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Industrial Anual [online]**. 2014. Disponível em: <<https://concla.ibge.gov.br/1992-novo>>

portal/edicao/17130-2014-pesquisa-industrial-anual-produto-2014piaproduto.html>.

Acesso em: 17 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. 2017a. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?&t=destaques>>.

Acesso em: 28 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativas de População | Estatísticas**. 2017b. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>>. Acesso em: 29 out. 2017.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil - Instituto de Energia e Meio Ambiente**. Brasília. Disponível em: <<http://www.energiaeambiente.org.br/2014/08/1o-diagnostico-da-rede-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar-no-brasil/>>. Acesso em: 31 out. 2017.

INSTRUMENT. **Medidor de stress térmico - modelo TGD 400**São PauloInstrument, , 2010. Disponível em: <<http://www.criffer.com.br/uploads/TGD-400.pdf>>

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC. **IEC 61252:1993 Electroacoustics - Specifications for personal sound exposure meters**GenevaInternational Electrotechnical Commission, , 1993. Disponível em: <<https://webstore.iec.ch/publication/5054>>. Acesso em: 29 dez. 2017.

ITTELSON, Willian H. Environmental perception and contemporary perceptual theory. In: 1973, New York,. **Anais...** New York,: Seminar Press, 1973.

JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves et al. Processo de implementação da certificação florestal nas empresas moveleiras nacionais. **Revista Árvore**, [s. l.], v. 30, n. 6, p. 961–968, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000600011&lng=pt&tlng=pt>

JOHN, Vanderley M. et al. Durabilidade e Sustentabilidade: Desafios para a Construção

Civil Brasileira. In: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES 2001, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Anais, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000170&pid=S1678-8621201400040000500017&lng=pt>

JURAS, Ilídia da Ascensão Garrido Martins. **Uso de Instrumentos econômicos para gestão ambiental: países da OCDE e América Latina**. Brasília. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2009_4264.pdf>.

KENDALL, Stephen H. **The next wave in housing - personalization: customized residential fit-out**. Indiana: Researchgate, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Stephen_Kendall2/publication/306162681_The_next_wave_in_housing_personalization_Customized_residential_fit-out/links/57b31b7208aeaf239baf077b/The-next-wave-in-housing-personalization-Customized-residential-fit-out.pdf>.

KOZAK, Pedro Altamir et al. Identificação, quantificação e classificação dos resíduos sólidos de uma fábrica de móveis. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 203, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10478>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA E QUALIDADE DO AR - LMQA. **Exemplo de Estudo da Dispersão de Poluentes para fontes Industriais**. Porto Alegre. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/lmqa/arquivos/uploads/dispersao_poluentes.pdf>. Acesso em: 31 out. 2017.

LACERDA, Adriana; LEROUX, Tony; MORATA, Thais. Efeitos ototóxicos da exposição ao monóxido de carbono: uma revisão. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 403-412, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-56872005000300014&lng=pt&tlng=pt>

LEÃO, Maurício de Souza; MANFREDI, Ricardo. Fatores de competitividade da indústria de móveis de madeira do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE

PRODUÇÃO 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Abepro, 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP1998_ART466.pdf>

LEE, John David. **Química Inorgânica Não Tão Concisa**. 1. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

LIMA, Clarissa Melo. **Avaliação dos fatores ergonômicos e ambientais em uma unidade de produção de carvão vegetal em Vazante**. 2013. Universidade de Brasília, [s. l.], 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/13903>>

LOPES, Andréa Cintra et al. Alterações auditivas em trabalhadores de indústrias madeireiras do interior de Rondônia. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [s. l.], v. 34, n. 119, p. 88–92, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0303-76572009000100010&lng=pt&tlng=pt>

LORA, Electo Silva. **Controle da Poluição do Ar na Indústria Açucareira**. Itajubá. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/STAB_1_Electo_000fizwkyra02wyiv802hvm3jk6whtps.pdf>.

MACHADO, Claudinei. **Detecção de Gás - Sensores de Gás, princípios e tecnologias**. 2011. Disponível em: <<http://www.protecaoespiratoria.com/sensores-de-gas-principios-e-tecnologias/>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

MAINIER, Fernando B.; ROCHA, Arlindo de Almeida. H₂S: novas rotas de remoção química e recuperação de enxofre. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro Disponível em: <<http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/2/6074.pdf>>

MARCONDES, Eduardo. Desvio-padrão vs. percentil. **Pediatria**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 148–158, 1979. Disponível em: <<https://www.scribd.com/document/86327594/percentil>>

MARCONDES, Eduardo. Normas para o diagnóstico e a classificação dos distúrbios do crescimento e da nutrição - última versão. **Normas Assistenciais**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 307–326, 1982. Disponível em: <<https://www.scribd.com/document/138097948/classificacao-dos-disturbios-da-nutricao>>

MARCOVITCH, Jacques. **Certificação e sustentabilidade ambiental : uma análise crítica / organização.** 2012. FEA-USP, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.usp.br/mudarfuturo/2012/Certificacao_e_Sustentabilidade_Ambiental_Trabalho_Final_261012.pdf>

MARGULIS, Sergio. **A REGULAMENTAÇÃO AMBIENTAL: INSTRUMENTOS E IMPLEMENTAÇÃO.** 41. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_0437.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2017.

MATOS, Bárbara Isabel Lopes De. **Avaliação do desempenho ambiental da produção de mobiliário em Portugal.** 2012. Faculdade de Ciências e Tecnologia, [s. l.], 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10362/7784>>. Acesso em: 31 out. 2017.

MATTOS, René Luiz Grion; GONÇALVES, Roberta Mendes; CHAGAS, Flávia Barros Das. **Painéis de Madeira no Brasil: panorama e perspectivasBNDES Setorial.** Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Produtos_Florestais/200803_1.html>.

MELO, Luiz Antonio et al. Segurança nos serviços emergenciais em redes elétricas: os fatores ambientais. **Production**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 88–101, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132003000200009&lng=pt&tlng=pt>

MENDENHALL, William; SINCICH, Terry. **Statistics for Engineering and the Sciences.** 5. ed. London: Pearson, 2006.

MIELI, João Carlos de Almeida. **Sistemas de Avaliação Ambiental na Indústria de Papel e Celulose.** 2007. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. Disponível em: <<http://locus.ufv.br/handle/123456789/618>>

MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente.** 1. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.

MILLER JR, G. T. **Ciência Ambiental.** 1. ed. São Paulo: Thonson Learning, 2014.

MINETTE, Luciano J. et al. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 664–667, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000600017&lng=pt&tlng=pt>

MINIPA. **Luxímetro Digital MLM-1011**São PauloMINIPA, , 2007. Disponível em: <<http://www.minipa.com.br/images/Manual/MLM-1011-1102-BR-EN-ES.pdf>>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. **Safári de Estratégia - Um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2010.

MMA. **Processo de Tarapoto sobre critérios e indicadores de sustentabilidade da floresta amazônica**. Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/pnf/_arquivos/indic_tarapoto.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2017.

MOREIRA, Maria Suely. **Estratégia e Implantação do Sistema de Gestão Ambiental (Modelo ISO 14000)**. 3. ed. Belo Horizonte: Falconi, 2001.

MOREIRA, Marlise et al. A utilização da matriz SWOT como ferramenta de planejamento estratégico na pecuária de corte. In: VII SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO 2015, Alegrete. **Anais...** Alegrete: Universidade Federal do Pampa, 2015. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/viewFile/16928/5976>>

MOREIRA, Patricia Simone Palhana et al. Particulate Matter Concentration in Tangará da Serra Region, Southern Legal Amazon. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 7, n. 6, p. 1145–1152, 2014. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/848/668>>

MOURA, Daniel. **Riscos Ocupacionais**Campina GrandeUFCG, , 2016.

NARDELLI, Aurea Maria Brandi. **Sistemas de certificação e visão de sustentabilidade no setor florestal brasileiro**. 2001. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/11039>>

NETTO, Oscar de Moraes Cordeiro. **Introdução a Gestão Ambiental**. Brasília: Notas de Aula, 2014.

NISKIER, Julio; MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Elétricas**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

NOBRE, Carlos Augusto; CAMILO, Gêssica; ALVES, Gustavo. **Proposta de melhoria da qualidade do ar interno de uma indústria moveleira**. 2013. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2013. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1655>>

NOCTULA. **Instrumentos de gestão ambiental**. 2017. Disponível em: <<http://noctula.pt/emas-instrumento-de-gestao-ambiental/>>. Acesso em: 6 dez. 2017.

NOGUEIRA, Jorge M.; PEREIRA, Romilson R. **CrITÉrios e Análise Econômicos na Escolha de Políticas Ambientais**. UnB. Disponível em: <<http://www.ceemaunb.com/jmn/publicacoes/04CriterioseAnalise.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2017.

NORMAN, Geoff. Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. **Advances in Health Sciences Education**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 625–632, 2010. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10459-010-9222-y>>

NUSDEO, Ana Maria de Oliveira. **Pagamento por serviços ambientais: Sustentabilidade e Disciplina Jurídica**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

NUSDEO, Ana Maria De Oliveira. O uso de instrumentos econômicos nas normas de proteção ambiental. **Revista da Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo**, [s. l.], v. 101, n. 1, p. 357, 2006. Disponível em: <<http://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/67710-89140-1-pb.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

OLIVEIRA, João HÉlvio R. et al. Análise de gerenciamento de qualidade e custos em

indústria moveleira de pequeno porte. **Revista Eletrônica de Contabilidade**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 154–165, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/contabilidade/article/view/146>>

OLIVEIRA, Carina Costa De; SAMPAIO, Romulo Silveira Rocha. **Instrumentos jurídicos para a implantação do desenvolvimento sustentável**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2012.

OLIVEIRA, José Antonio Puppim De. **Empresas na Sociedade: sustentabilidade e responsabilidade social**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

PAULA, Alessandra De et al. Análise estratégica do mercado internacional de móveis baseada nas necessidades dos clientes para realização da gestão através da elaboração de indicadores para acompanhamento de desempenho. In: VII CONVIBRA ADMINISTRAÇÃO 2010, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina Disponível em: <http://www.convibra.org/upload/paper/adm/adm_1570.pdf>

POMBO, Felipe Ramalho; MAGRINI, Alessandra. Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. **Gestão & Produção**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1–10, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2008000100002&lng=pt&tlng=pt>

QUEIROZ, Leonardo Braga Ribeiro De. **A importância do certificado ambiental nas empresas privadas do ramo de móveis para escritórios**. 2013. UniCEUB, Brasília, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.uniceub.br/handle/235/8042>>

RAE SYSTEMS. **QRAE II User's Guide** San Jose RAE, , 2013. Disponível em: <http://www.raesystems.com/sites/default/files/content/resources/Manual_QRAE-II-Combined_020-4100-000_RevF.pdf>

REVISTA DA MADEIRA - REMADE. Exportações batem record e chegam a US\$10,2 bilhões. **Revista da Madeira**, Curitiba, p. 4–8, 2016.

REZENDE, Alberto Martins et al. **Ano novo: Há expectativas para impulsionar negócios florestais?** Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/a_n_florestais_1400042806.pdf>. Acesso em: 31 out. 2017.

REZENDE, Antônio Martinez De; BIANCHET, Sandra Braga. **Dicionário do latim essencial**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

RIEKSTI, Ana Carolina. **ISO14001 e a sustentabilidade. A eficácia do instrumento no alcance do desenvolvimento sustentável**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.usp.br/mudarfuturo/cms/?p=212>>.

ROCHA, Esther Lys. Isto é trabalho de gente?: vida, doença e trabalho no Brasil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 86–86, 1994. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71671994000100019&lng=pt&tlng=pt>

ROCHA, Adilson Carlos Da et al. Experiência internacional e performance exportadora: o caso de uma empresa do setor moveleiro paranaense. **Revista Administração em Diálogo - RAD**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 28–55, 2015. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/rad/article/view/13718>>

RODRIGUES, Cristina Guimarães et al. Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 489–509, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-30982015000300489&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>

ROSA, Sergio Eduardo Silveira Da et al. **O Setor de Móveis na Atualidade: Uma Análise Preliminar**. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Industria/200703_5.html>.

SABLOWSKI, Alexandre et al. Avaliação da cadeia produtiva madeiro-moveleira no do Distrito Federal utilizando a análise de fluxo de substância. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 38–43, 2007. Disponível em: <<http://agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=79>>

SANTOS, Simone M.; NORONHA, Claudio P. Padrões espaciais de mortalidade e diferenciais sócio-econômicos na cidade do Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 1099–1110, 2001. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2001000500012&lng=pt&tlng=pt>

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 59813. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. **D.O. de 24-4-2013**, São Paulo, 2013. p. 13. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/C1CB3034/DECRETO_SAO_PAULO_59113_2013.pdf>

SCARCELLO, J. A.; BIDONE, E. D.; LACERDA, L. D. Evolução histórica (1975-2000) e prognóstico do Desmatamento e das emissões de carbono no estado do Acre, Amazônia, Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, [s. l.], v. 2, n. 19, p. 128–137, 2005. Disponível em: <<http://www.geobrasiliensis.org.br/ojs/index.php/geobrasiliensis/article/view/229>>

SCHIRMER, Waldir Nagel; CORTEZ, Alison Moura; KOZAK, Pedro Altamir. Ventilação industrial: uma ferramenta na gestão de resíduos atmosféricos em indústrias moveleiras – estudo de caso. **Revista de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 15–28, 2008.

SEBRAE. **Perfil Competitivo do Distrito Federal**. Brasília: Sebrae-DF, 2003.

SEBRAE. **Arranjo Produtivo Local de Madeira e Móveis do Distrito Federal**. Brasília.

SEBRAE. **Critérios de classificação de empresas: MEI - ME - EPP**. 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>>. Acesso em: 25 out. 2016.

SEDRA, Adel; SMITH, Kenneth Carless. **Microeletrônica**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

SERRA, Fernando; TORRES, Maria Candida S.; TORRES, Alexandre Pavan. **Administração Estratégica - Conceitos , Roteiro Prático e Casos**. 1. ed. São José: Reichmann & Affonso, 2003.

SERRÃO, Luis Carlos Saraiva; QUELHAS, Osvaldo Luis Gonçalves; LIMA, Gilson Brito Aves. **Os riscos dos trabalhos em espaços confinados** Niterói, 1998. Disponível em: <<http://saudeetrabalho.com.br/download/espaco-serrao.pdf>>

SERVILHA, Emilse Aparecida Merlin; DELATTI, Marina de Almeida. Percepção de ruído no ambiente de trabalho e sintomas auditivos e extra-auditivos autorreferidos por

professores universitários. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 233–238, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-64912012000300008&lng=pt&tlng=pt>

SILVA, Júlio Cesar. Tecnologias aplicadas a industria moveleira. In: 1º CICLO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA DO SETOR MADEIREIRO 2006, Espírito Santo., **Anais...** Espírito Santo,: CVTEM-NEDTEC, 2006.

SILVA, Júlio Cesar. **Análise Estratégica da produção madeireira sustentada na Amazonia brasileira**. 2008. UnB, Brasília, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/3583?mode=full>>

SILVA, Daniel Saraiva Da. **Identificação dos perigos ocupacionais na fabricação de móveis de madeira**. 2016. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, [s. l.], 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6070/Daniel+Saraiva+da+Silva_.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 dez. 2017.

SILVESTRE, Mariel. O Princípio do Desenvolvimento Sustentável no Direito Ambiental e instrumentos legais de sustentabilidade no que tange a algumas atividades geradoras de energia elétrica. In: II ENCONTRO NACIONAL DA ANNPAS 2004, Jandaia. **Anais...** Jandaia Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/download/DIREITO AMBIENTAL/leitura anexa 5.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

SINDIMAM. **Sindicato das Indústrias da Madeira e do Mobiliário do Distrito Federal (Sindimam-DF)**. 2009. Disponível em: <<https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sindicatos-filiados/sindimam.html>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

SOUZA, Amaury Paulo De; MINETTE, Luciano José; SILVA, Elizabeth Neire Da. Ergonomia aplicada ao trabalho. In: MACHADO, Carlos Cardoso (Ed.). **Colheita Florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2008. p. 310–327.

SOUZA, Celso Coelho De et al. Avaliação Qualitativa de Impactos Ambientais de Indústria de Móveis. **Revista Agrogeoambiental**, [s. l.], v. 3, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/302>>. Acesso em: 31 out. 2017.

SOUZA, Marcos Antonio De; WEBER, Elson Luciano; CAMPOS, Rafael Herden. Práticas de gestão de custos logísticos internos: estudo de caso em empresa moveleira do sul do Brasil. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, [s. l.], v. 12, n. 25, p. 27, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/2175-8069.2015v12n25p27>>

SOUZA, Mayara Sanches De; YONEMOTO, Hiroshi Wilson. O Planejamento Estratégico de Marketing. In: (ETIC, Ed.) ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 2010, Presidente Prudente. **Anais... Presidente Prudente** Disponível em: <<http://intertemas.unitoledo.br/revista/index.php/ETIC/article/viewArticle/2545>>

SOUZA, Natália dias De et al. Perfil das indústrias moveleiras da região Metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, [s. l.], v. 7, n. 3, 2017. Disponível em: <<https://www.periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira/article/view/7733>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

SPIRO, Thomas G.; STIGLIANI, William M. **Química Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

TEIXEIRA, Renilson Luiz. **Fatores do ambiente de trabalho durante o corte de painéis de fibras de média densidade (MDF) em indústrias moveleiras**. 2013. Universidade Federal de Lavras, [s. l.], 2013.

THOMAS, Janet M.; CALLAN, Scott J. **Economia Ambiental - Aplicações, políticas e teoria**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TORQUATO, Luciane Paes. Painel MDF - Produção de painéis pode chegar a 12 milhões de m³ em dez anos. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 124, p. 5, 2010. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1475>

TSI. **Dustrack II - Aerosol Monitor** TSI Incorporated, , 2014. Disponível em: <http://www.tsi.com/uploadedFiles/_Site_Root/Products/Literature/Manuals/8530-8531-8532-DustTrak_II-6001893-web.pdf>

VALENTIN, Folwe. Análise ergonômica do trabalho no setor de metalurgia de uma indústria moveleira da Grande Florianópolis. **Iberoamerican Journal of Industrial**

Engineering, [s. 1.], v. 8, n. 16, p. 212–237, 2017. Disponível em: <<http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/v8n1610>>. Acesso em: 30 dez. 2017.

VAZ, Márlon De Oliveira; CENTENO, Tania Mezzadri; DELGADO, Myriam Regattieri. Detecção de Tubos em Imagens Radiográficas Digitais. **Rev. Inform. Teor. Apl. (Online)**, [s. 1.], v. 23, n. 1, p. 123–139, 2016. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/rita/article/view/RITA-VOL23-NR1-123>>

VESILIND, P.Aarne; MORGAN, Susan M. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Cengage, 2011. Disponível em: <<http://www.cengage.com.br/ls/introducao-a-engenharia-ambiental-traducao-da-2a-edicao-norte-americana/>>. Acesso em: 31 out. 2017.

VEYRET, Yvette. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

VIEGAS, A.; FERREIRA, José; DOMINGOS, Idalina. O Contributo da Certificação Ambiental para o Aumento da Produtividade. Aplicação à Indústria do Mobiliário. In: V CONGRESSO FLORESTAL NACIONAL. A FLORESTA E AS GENTES 2005, Viseu. **Anais...** Viseu

WEINER, J. S. Fitting the Task to the Man--An Ergonomic Approach. **Occupational and Environmental Medicine**, [s. 1.], v. 28, n. 2, p. 210–210, 1971. Disponível em: <<http://oem.bmj.com/cgi/doi/10.1136/oem.28.2.210>>

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-112**. Paris: World Health Organization, 2015. Disponível em: <<https://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>>.

APÊNDICE

I. Questionário aplicado sobre práticas ambientais no polo moveleiro do Distrito Federal.

Este questionário faz parte de uma pesquisa de doutorado em desenvolvimento da Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, com o seguinte tema: Parâmetros de sustentabilidade ambiental a considerar em indústrias de móveis do DF. Pretende-se colher informações acerca das empresas atuantes no segmento moveleiro do Distrito Federal.

Todas as informações obtidas por meio deste questionário serão mantidas em confidencialidade estrita.

Investigadora: Clarissa Melo Lima

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Carlos Gonçalves

Organização do questionário e instruções de preenchimento

Este questionário destina-se a obter informações sobre a totalidade de sua empresa, encontrando-se repartido no seguinte conjunto de perguntas:

1. Identificação da empresa pesquisada;
2. Caracterização da produção;
3. Postura ambiental;
4. Identificação de pontos forte, pontos fracos, oportunidades e ameaças

As perguntas assinaladas com asterisco (*) são de preenchimento obrigatório.

Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões, não hesite em contatar:
limaclarissa@yahoo.com.br

I. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA PESQUISADA

1. Nome da empresa*:

2. CNPJ:

3. Indicar o nome e o contato do responsável pelo preenchimento do questionário:

4. Indicar o número de colaboradores existentes na empresa:

5. Indicar o ano de início de atividades da empresa:

6. Qual foi o faturamento médio da empresa em 2015*?

7. A empresa faz parte de alguma associação setorial? Caso positivo, favor indicar o nome da associação:

8. Área total do terreno onde situa-se a empresa:

9. Área total construída:

II. CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

1. Qual o tipo de mobiliário produzido pela empresa (permitido assinalar vários itens)*?

- a) Mobiliário de banheiros e cozinha
- b) Mobiliário de quarto (madeira)
- c) Mobiliário de sala (madeira)
- d) Mobiliário de escritório (madeira)
- e) Mobiliário médico e hospitalar
- f) Divisórias
- g) Outras: _____

2. forma mais específica (permitido assinalar vários itens)*?

- a) Em série
- b) Por encomenda / sob medida

3. A empresa exporta mobiliário*?

- a) Sim
- b) Não

4. A empresa importa mobiliário*?

- a) Sim
- b) Não

A. Quais são os principais componentes importados?

B. Quais os principais países de origem dos componentes importados?

5. A empresa vende mobiliário para outras unidades da federação*?

c) Sim

d) Não

A. Quais são os principais produtos vendidos para outras unidades da federação?

B. Quais os principais estados de destino desses produtos?

6. A empresa compra mobiliário de outras unidades da federação*?

e) Sim

f) Não

A. Quais são os principais produtos comprados de outras unidades da federação?

B. Quais os principais estados de origem desses produtos?

7. Indique os canais de distribuição utilizados (permitido assinalar vários itens)*?

a) Loja própria

e) Internet

b) Lojas de mobiliário

f) Licitações públicas

c) Decoradores / arquitetos

g) Licitações privadas

d) Hotelaria

h) Outras: _____

III. POSTURA AMBIENTAL

1. Você já ouviu falar em sustentabilidade ambiental*?
 - a) Sim
 - b) Não

2. Relativamente às questões ambientais, qual das opções abaixo melhor representa a posição da empresa*?
 - a) Atende somente à legislação
 - b) É receptiva a programas ambientais, mas não implantou nenhum
 - c) Procura novas alternativas para solução de problemas ambientais
 - d) Está em fase de implementação de programas ambientais
 - e) Não possui interesse por esse assunto

3. Na escolha de fornecedores, são tidos em conta alguns aspectos ambientais*?
 - a) Utilização de madeira certificada
 - b) Adoção de Sistema de Gestão Ambiental por parte do fornecedor
 - c) Conteúdo reciclado dos materiais
 - d) Não são tidas em consideração quaisquer aspectos
 - e) Outra: _____

4. A empresa possui Sistema de Gestão Ambiental em alguma de suas atividades*?
 - a) Sim
 - b) Não

A. Em quais atividades?

5. A sua empresa conhece a legislação ambiental relacionada ao seu produto*?
 - a) Sim
 - b) Não

6. Você acha que sua empresa necessita de informação na área ambiental?

- a) Sim
- b) Não

7. A sua empresa está disposta a custear cursos, treinamentos ou palestras sobre responsabilidade ambiental?

- a) Sim
- b) Não

8. A sua empresa já ouviu falar sobre o programa governamental que trata de aquisição de produtos sustentáveis (Esplanada Sustentável)?

- a) Sim
- b) Não

9. Na sua opinião, qual o maior entrave para ingresso num programa de sustentabilidade ambiental?

- a) Custo
- b) Falta de Informação
- c) Tempo disponível
- d) Recurso humano disponível
- e) Outros

10. Para sua empresa, qual o maior agravante ambiental, em sua opinião?

- a) Gases
- b) Ruído
- c) Iluminação precária
- d) Partículas em suspensão
- e) Entulho de material descartado
- f) ACIDENTE DE TRABALHO

11. A empresa conhece o significado do termo ‘desenvolvimento sustentável’*?*

- a) Sim
- b) Não

12. Que tipo de normas relacionadas ao meio ambiente a sua empresa conhece?

- a) ISO 9001
- b) ISO 14000
- c) EMAS III
- d) FSC
- e) ABNT
- f) Outra: _____

13. A empresa encontra-se certificada por alguma das seguintes normas (permitido assinalar vários itens)*?

- a) ISO 9001
- b) ISO 14000
- c) EMAS III
- d) FSC
- e) ABNT
- f) Nenhuma
- g) Outra: _____

14. A empresa utiliza algum método de reaproveitamento de Energia*?

- a) Sim
- b) Não
- c) Em implantação

A. Caso positivo, descrever o método

15. A empresa utiliza algum método de gestão de Resíduos*?

- a) Sim
- b) Não
- c) Em implantação

A. Caso positivo, descrever o método

B. O que é feito com o resíduo?

16. Quem se responsabiliza pelo reaproveitamento de resíduos produzidos*?

- a) A própria empresa
- b) Uma empresa externa

17. A empresa possui Sistema de Tratamento de Águas Residuais*?

- d) Sim
- e) Não
- f) Em implantação

A. Descrever o sistema

18. Quais são as matérias-primas usadas na fabricação dos produtos (permitido assinalar vários itens)*?

19.

- | | |
|-------------------------|------------------|
| a) Madeira | f) Têxteis |
| b) Derivados de madeira | g) Tintas |
| c) Metais | h) Vernizes |
| d) Plásticos | i) Cola |
| e) Vidros | j) Outras: _____ |

A. Da lista anterior, destaque as três matérias-primas principais (se possível destaque os percentuais correspondentes) *:

--

20. Qual o material da embalagem dos produtos*?

- a) Papelão
- b) Plástico
- c) Madeira
- d) Isopor
- e) Outro: _____

21. As embalagens são reaproveitadas*?

- a) Sim
- b) Não

22. Qual a durabilidade média estimada para os móveis fabricados pela empresa*?

- a) Até 2 anos
- b) Entre 2 e 5 anos
- c) Entre 5 e 10 anos
- d) Acima de 10 anos

23. Você tem coletor de pó na sua indústria*?

- a) Sim
- b) Não

24. Os funcionários da sua indústria utilizam EPIs*?

- c) Sim
- d) Não

25. Há uma preocupação com a sustentabilidade no desenvolvimento de novos produtos*?

- a) Sim
- b) Não

26. A empresa vê na rotulagem ambiental um importante fator de diferenciação de seus produtos *?

- a) Sim
- b) Não

IV. IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS FORTE, PONTOS FRACOS, OPORTUNIDADES E AMEAÇAS

Identificação: () Trabalhador / Colaborador () Sócio / Proprietário

Nome:		Idade:
Cargo:	Escolaridade:	
Formação específica na área:		

Referente à sua empresa avalie as afirmativas abaixo numa escala de 1 a 10, onde 10 significa concordo totalmente e 1 significa discordo totalmente.

Ambiente interno

Deficiências	O desperdício de material na empresa em que trabalho é elevado.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	O ruído no meu ambiente de trabalho é elevado.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Os gases presentes no meu ambiente de trabalho são excessivos.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	A poeira ou pó de madeira existente no meu ambiente trabalho incomodam.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Acredito que as máquinas e ferramentas disponíveis no meu ambiente de trabalho possuem um elevado consumo energético.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Os equipamentos de proteção individual disponibilizados são insuficientes ou inadequados.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	A empresa em que trabalho não possui equipamentos para medição de iluminação, ruído, estresse térmico e partículas em suspensão.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Pontos Fortes	A madeira e materiais naturais utilizados no produto não são tratados ou impregnados com fungicidas e inseticidas.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Existe controle do material particulado (ex.poeira e pó de madeira) gerado na indústria em que trabalho.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	As embalagens dos produtos finais são feitas de material reciclável.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	O produto fabricado é reciclável.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Existe controle para correta destinação dos resíduos do processo produtivo.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	A empresa em que trabalho possui profissional específico voltado para as questões ambientais.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Os funcionários da empresa estão preparados para trabalhar com as variáveis de sustentabilidade.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Ambiente externo

Oportunidades	Os consumidores estão dispostos a pagar mais por um produto fabricado levando em conta a responsabilidade ambiental.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	A localização da indústria facilita o transporte dos produtos até os centros consumidores.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Há disponibilidade de madeira e painéis oriunda de florestas plantadas a médio e longo prazo.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Existe disponibilidade de financiamentos (governo e bancos) para ampliação da produção e aumento da produtividade.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Há conhecimento de sua empresa para compra de produtos de origem sustentada.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	Há uma interação entre as empresas do segmento moveleiro nas discussões ambientais.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
	O governo tem a preocupação de levar informações sobre a sustentabilidade para as empresas do segmento.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Ameaças	O custo da sustentabilidade ambiental pode afetar o faturamento da empresa.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
	O custo de implantação de sistemas de controle ambiental pode inviabilizar a atividade da empresa.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
	O cenário de restrição ao crédito diminui o poder de compra dos consumidores.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
	A elevada carga tributária diminui a competitividade da indústria no mercado.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
	Os prazos dados pelos órgãos de fiscalização para correção de eventuais não conformidades são inviáveis.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
	A falta de representatividade de pequenas e médias indústrias no CNI dificulta que os pleitos desse segmento sejam atendidos pelo governo.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
	A falta de incentivos governamentais dificulta o desenvolvimento sustentável na indústria em que trabalho.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

II. Relação entre os gases encontrados

Gases Combustíveis

Tabela 1 – Gases combustíveis lidos pelo equipamento

Teste de Gás Aplicado	%LEL lido multiplicado por:
Acetona	1,09
Acetileno	1,07
n-Butano	1,37
Ciclohexano	1,94
Dietílico	1,43
Etano	1,27
Etanol	1,16
Etileno	1,09
Gasolina	1,63
n-Hexano	1,86
Álcool Isopropil	1,55
Metano	1,00
Metanol	0,93
Metil etil cetona	1,69
Nonano	4,48
Pentano	1,75
Propano	1,39
Tolueno	2,09
o-Xileno	4,83
Isobutano	1,63
Propileno	1,14

*Teste aplicado considerando 33% LEL de Metano e 4.4%

Vol = 100% LEL. Fonte: MSA (2011)

Sulfeto de Hidrogênio

Tabela 2 – Leitura percentual do canal H₂S a partir da captura dos diferentes tipos de gases

Teste de Gás Aplicado	Concentração aplicada (ppm)	Canal H₂S % de Sensibilidade cruzada
Sulfeto de Hidrogênio [H ₂ S]	40	100
Monóxido de Carbono [CO]	100	1
Óxido Nítrico [NO]	50	25
Dióxido de nitrogênio [NO ₂]	11	-1
Dióxido de Enxofre [SO ₂]	9	-14
Cloro [Cl ₂]	10	-14
Cianeto de Hidrogênio [HCN]	30	-3
Amônia [NH ₃]	25	-1
Tolueno	53	0
Isopropanol	100	-3
Hidrogênio [H ₂]	100	0

Fonte: MSA (2011)

Monóxido de Carbono

Tabela 3 – Leitura percentual do canal CO a partir da captura dos diferentes tipos de gases

Teste de Gás Aplicado	Concentração aplicada (ppm)	Canal CO % de Sensibilidade cruzada
Sulfeto de Hidrogênio [H ₂ S]	40	0
Monóxido de Carbono [CO]	100	100
Óxido Nítrico [NO]	50	84
Dióxido de nitrogênio [NO ₂]	11	0
Dióxido de Enxofre [SO ₂]	9	-4
Cloro [Cl ₂]	10	0
Cianeto de Hidrogênio [HCN]	30	-5
Amônia [NH ₃]	25	0
Tolueno	53	0
Isopropanol	100	-8
Hidrogênio [H ₂]	100	48

Fonte: MSA (2011)