



PONTOS CRÍTICOS DE DESPERDÍCIOS DE MADEIRA EM INDÚSTRIA DE ESQUADRIAS UTILIZANDO DIAGRAMA DE ÁRVORE

Mariana de Araújo LOPES¹ e Adriana Maria NOLASCO¹

1 – Departamento de Ciências Florestais, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil

Resumo: Esse estudo trata da identificação de problemas relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos em uma indústria de esquadrias de madeira maciça, utilizando a ferramenta “Diagrama de Árvore”, de modo que o objetivo foi identificar os pontos críticos de geração de resíduos madeireiros por meio de um estudo de caso realizado em uma indústria localizada no município de Piracicaba– SP. Com a aplicação desta ferramenta, foi possível identificar os principais problemas envolvendo a gestão de resíduos madeireiros, identificar suas causas e efeitos e propor ações corretivas, estruturadas em um “Diagrama de Árvore”. Os principais problemas estão relacionados às matérias primas, ao gerenciamento da produção, a mão de obra e ao desenho dos produtos. A análise subsidiou a tomada de decisão sobre as prioridades, metas e soluções para os diferentes problemas, que poderão compor um plano de gerenciamento de resíduos para a indústria. As ações indicadas foram: atendimento da legislação de resíduos sólidos; realização de treinamentos; adoção de plano de manutenção preventiva de equipamentos; evitar desvios de função dos funcionários; treinar um ou dois funcionários para selecionar as tábuas que os demais utilizarão para fabricar os produtos; entre outras ações. A ferramenta “Diagrama de Árvore” aplicada ao gerenciamento de resíduos na indústria de esquadrias de madeira se mostrou um instrumento bastante eficaz para a identificação dos problemas, causas e efeitos, possibilitando traçar o planejamento estratégico para redução da geração de resíduos.

Palavras-chave: Gestão ambiental, gerenciamento de resíduos, indústria madeireira, resíduos madeireiros.

Abstract

This study deals with the identification of problems related to solid waste management in a solid wood frames industry, using the "Tree Diagram" tool, so that the objective was to identify the critical points of wood waste generation through a case study in an industry located in the city of Piracicaba, SP. With the application of this tool, it was possible to identify the main issues surrounding the management of wood waste, identify its causes and effects and propose corrective actions, structured in a "Tree Diagram". The main problems are related to raw materials, the management of production, labor and product design. The analysis supported the decision making on priorities, goals and solutions to the different problems that can subsidize the preparation of a waste management plan for the industry. The recommendations were: care of Brazilian solid waste legislation; training of manpower; adoption of preventive maintenance plan machinery; avoid deviations of staff function; train one or two employees to select the boards that others will use to manufacture the products; among other actions. The tool "Tree Diagram" applied to waste management in wooden frames industry proved a very effective tool for identifying problems, causes and effects, making it possible to trace the strategic planning for reducing the generation of waste.

Keywords: Environmental management, waste management, wood industry, wood waste.



1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos nas indústrias madeireiras ainda é visto por muitas empresas como um gasto associado às ações desnecessárias e indesejáveis. Quando realizado, visa principalmente atender aos requisitos econômicos, legais ou de mercado. Um gerenciamento inadequado resulta em desperdício de insumos, na geração de resíduos, no aumento dos riscos ambientais e em gastos para remediar os impactos ambientais negativos da produção (VELLANI e NAKAO, 2009; COELHO, 2011).

Micro e pequenas indústrias possuem corpo técnico e capital limitados para investimento nas questões ambientais. O tempo restrito é outro fator limitante para sanar todos os problemas de gerenciamento de resíduos de uma só vez. Identificar os pontos críticos de geração de resíduos, os fatores geradores e os impactos da sua destinação de forma rápida e de baixo custo é fundamental para a elaboração de planos de gerenciamento de resíduos adequados à empreendimentos desse porte, visando atender as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (NOLASCO e ULIANA, 2014).

Ferramentas de planejamento estratégico como o “Diagrama de Árvore” permite identificar os principais problemas no gerenciamento de resíduos, suas causas e suas consequências, como base para um diagnóstico rápido. Com isso, é possível identificar os pontos críticos na gestão e priorizar ações, auxiliando as tomadas de decisão dos gestores do empreendimento (ORIBE, 2004).

A indústria madeireira é geradora de grande quantidade e diversidade de resíduos. Estima-se que o volume anual seja em torno de 28.000 toneladas (BRASIL, 2011). Esses resíduos são destinados das mais diferentes formas. Algumas empresas fazem o aproveitamento energético, vendem para uso agrícola ou aproveitam em novas linhas de produtos. Entretanto, muitas ainda queimam a céu aberto ou descartam em locais impróprios, em completo desacordo com a legislação ou utilizam soluções de “Final de Tubo”, ou seja, não realizam ações para evitar a geração dos resíduos e sim de remediação após sua geração como, por exemplo, tratamento e disposição em aterro (NOLASCO e ULIANA, 2014; AZEVEDO e NOLASCO, 2009; NAHUZ, 2005).

As micro e pequenas indústrias de produtos de madeira de maior valor agregado geralmente não possuem política ambiental ou plano de gerenciamento de resíduos em virtude da baixa capacidade de investimento, baixa nível tecnológico, clientes pouco exigentes em relação às questões ambientais, baixa capacitação da mão de obra, dentre outros (AZEVEDO e NOLASCO, 2009). Todavia, a sequência de prioridades em qualquer tipo de processo industrial deve ser a prevenção da geração de resíduos e buscar aumento da valorização dos resíduos (YOUNG et al., 2010).

Nas últimas décadas, surgiram importantes ferramentas de gestão ambiental voltados às organizações empresarias para assegurar competitividade, por meio de mudanças significativas nos padrões de produção e comercialização (CAMPOS e MELO, 2008). Assim, as ações ambientais das empresas devem ser pautadas por uma política ambiental sólida, sendo recomendada a utilização de ferramentas de gestão e planejamento estratégico para solução de problemas, já que a dificuldade nos processos de análise e solução de problemas continua a desafiar os gestores e funcionários das empresas (ORIBE, 2004).

O método “Diagrama de Árvore” é uma ferramenta para o planejamento estratégico, auxiliando nas tomadas de decisão na empresa por meio do levantamento das prováveis consequências das ações ou mudanças nos processos (SOUZA, 2010). Por ser de fácil e rápida aplicação, inclusive para indústrias onde não há sistema de gerenciamento muito complexo. Por meio deste método é possível visualizar a relação de causa e efeito entre os fenômenos; verificar com clareza a propagação do problema a partir de cada ocorrência das



diferentes causas, até o efeito que se deseja eliminar e a estratificação das informações de origem comum (ORIBE, 2004). A aplicação do método no diagnóstico de resíduos permite identificar os tipos de resíduos gerados, os fatores geradores, as ações de gerenciamento, os efeitos positivos e negativos dessas ações, as causas desses resultados e, com isso, estruturar o plano de gerenciamento.

O presente trabalho teve o objetivo de identificar os pontos críticos de geração de resíduos madeireiros em uma indústria de esquadrias artesanais de madeira maciça por meio do método “Diagrama de Árvore”.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um estudo de caso em uma indústria de esquadrias artesanais de madeira localizada no município de Piracicaba, São Paulo. A empresa foi escolhida por tratar-se de uma indústria de pequeno porte, de gerenciamento familiar, com produção sob encomenda de produtos de madeira maciça, portanto, bastante representativa do setor.

Foi realizada a caracterização do sistema de produção da indústria através da análise das instalações da empresa, observando-se os tipos de equipamentos, número e função de funcionários, tipos de produtos, capacidade produtiva, consumo de madeira, origem da madeira utilizada, tipos de critérios para compra da madeira (dimensões, qualidade) (NOLASCO, 2000). Para tanto, foram realizadas entrevistas e aplicação de questionários aos funcionários da marcenaria, recursos humanos e gerência com perguntas abertas sobre número e função de funcionários, idade, tempo de trabalho na empresa, formação, conhecimento sobre questões relacionadas a desperdícios, condições de trabalho, entre outros. Sobre a empresa, foram coletados dados sobre a capacidade de produção, gastos de energia elétrica, estimativa de rendimento para diferentes produtos e matérias primas, tipo de mercado consumidor, critérios de compra de madeira (origem, dimensões, incidência de defeitos), bem como sobre a estrutura para armazenamento e secagem da madeira.

Foram elaborados fluxogramas da fabricação dos principais produtos feitos com madeira maciça (batentes e portas) para entender a lógica e o fluxo de produção.

A quantificação da geração de resíduos, para estimativa da quantidade de resíduos finos, grossos e material de aproveitamento, verificando o rendimento por tipo de produto, foi realizada com o uso de dados secundários disponibilizados pela empresa: planilhas de rendimento e estimativa feita pela gerência e funcionários da produção.

Para identificação dos pontos críticos de geração de resíduos de madeira, foram realizadas observações “*in loco*”, com inspeção de equipamentos (estado, manutenção, tecnologia), qualidade da matéria-prima madeira (presença de defeitos, dimensões em relação ao produto acabado e teor de umidade), bem como dos procedimentos de secagem de madeira e seu armazenamento, entre outros, e estimados os volumes de resíduos por operação com base nos dados secundários da empresa.

Observaram-se as formas de aproveitamento interno e externo dos resíduos e a destinação final dos rejeitos, bem como a forma de segregação dos diferentes tipos de resíduos e rejeitos.

Diante desses dados, foi utilizada a ferramenta “Diagrama de Árvore” para listar os problemas mais críticos para geração de resíduos de madeira na empresa, separando-os nas seguintes categorias: mão de obra, produto, gerenciamento do processo de produção e matéria-prima. Posteriormente, foram identificadas as causas desses problemas e suas respectivas consequências, para poder recomendar as ações para saná-los. As ações indicadas



foram baseadas em aspectos técnicos e da legislação vigente, visando à resolução dos problemas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os problemas identificados na gestão de resíduos nesta indústria foram principalmente em relação ao gerenciamento do processo de produção (Figura 1), a mão de obra (Figura 2), a matéria-prima (Figura 3) e ao produto (Figura 4).

3.1 Diagrama de Árvore – Gerenciamento do processo de produção

O processo de produção adotado pela indústria apresentou problemas relacionados ao baixo rendimento, aumento da geração de resíduos, baixa valorização dos resíduos e aumento do custo de produção em decorrência de decisões gerenciais inadequadas e falta de planejamento estratégico, pois se tratam de problemas muito grosseiros. As causas principais desses problemas foram o uso de equipamentos obsoletos (que contribuíram para o grande volume de resíduos gerados), manutenção inadequada (falta de programa preventivo de afiação e troca de peças), e deficiências no planejamento do estoque de madeira seca. Também não havia plano de gerenciamento de resíduos.

Via de regra, esse tipo de indústria de produtos artesanais de madeira maciça, é gerenciado por famílias, em que normalmente observa-se falta de capacitação técnica administrativa, sendo que as decisões acabam sendo tomadas empiricamente. Os processos de produção são artesanais e assim há falta de procedimentos e controle/registros da produção, falta de realização de planejamento e operacionalização da produção. Não há, ainda, controle dos tipos e quantidades de resíduos gerados, o que inviabiliza a seleção de soluções e a elaboração e implementação de planos de gerenciamento de resíduos. O diagnóstico dos resíduos é fundamental para que se viabilizem ações para valorização e destinação adequada. O desconhecimento sobre os resíduos geralmente resulta em aumento dos passivos ambientais e impactos ambientais e sociais negativos, tais como, a poluição do solo, do ar e da água, o aumento do número de acidentes, o recebimento de multas e outras sanções legais relacionadas ao gerenciamento inadequado dos resíduos. Tudo isso pode afetar negativamente a imagem da empresa, restringindo inclusive o seu acesso a alguns segmentos de mercado.

Para solucionar os problemas descritos, indicam-se ações como substituição de equipamentos por máquinas mais modernas que apresentem menor geração de resíduos, o desenvolvimento e adoção de procedimentos operacionais mais adequados para afiação de ferramentas e manutenção de equipamentos, bem como a elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos que contemple a destinação adequada e comprometimento com a diminuição de geração de resíduos, atendendo a legislação brasileira de resíduos sólidos. Recomenda-se ainda o investimento em treinamentos e capacitações os gestores, para melhor planejamento e tomadas de decisão mais acertadas em relação ao processo de produção.

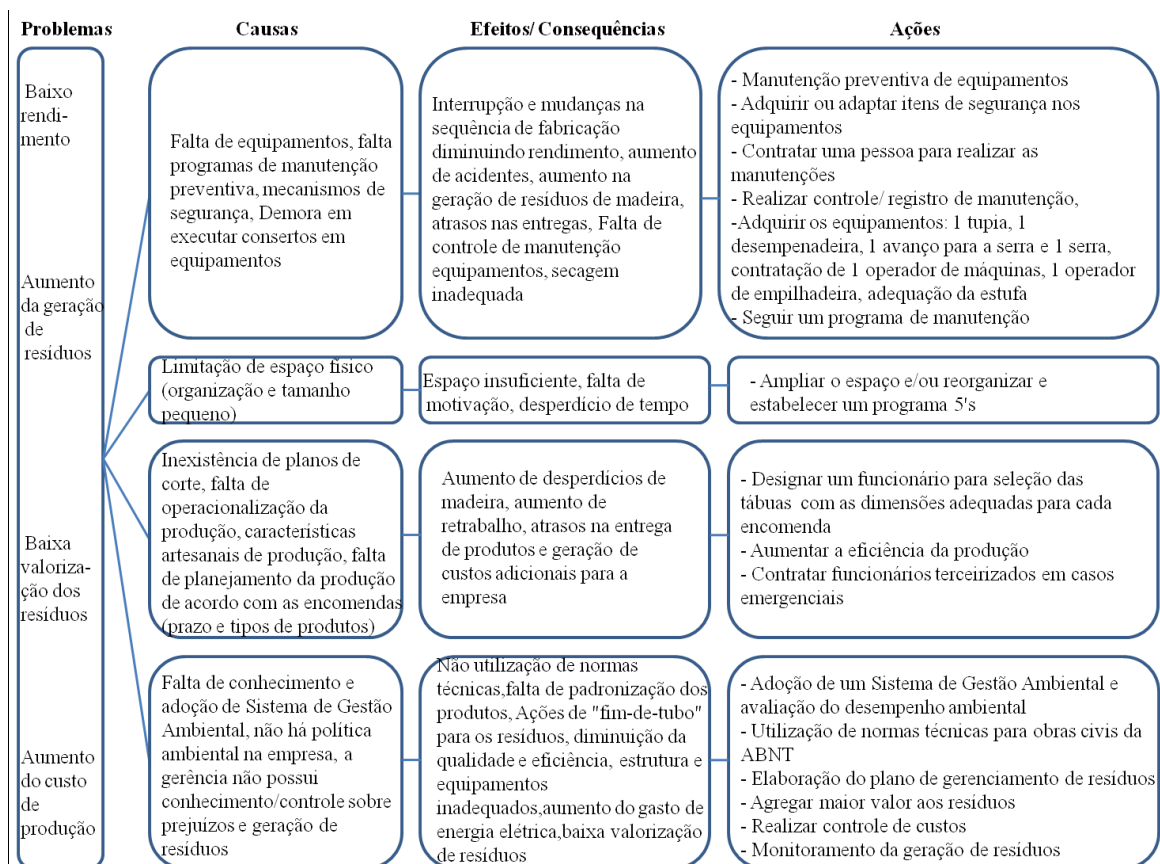


Figura 1. Diagrama de Árvore para resolução de problemas relacionados ao gerenciamento do processo de produção

3.2 Diagrama de Árvore – Mão de obra

A mão de obra neste tipo de indústria é de nível gerencial e operacional e ambas tomam decisões que influenciam diretamente a qualidade do produto, rendimento na produção e geração de desperdícios. A escolha da peça de madeira bruta e forma com que os cortes serão efetuados para produzir um determinado componente ou produto são decisões que dependem exclusivamente da mão de obra operacional, que possuem experiência prática do tempo de serviço em outras indústrias do setor localizadas na cidade de Tietê -SP. Os operadores de máquinas não receberam qualificação formal, como curso de marcenaria do SENAI ou similares. O processo de formação profissional se dá na própria empresa, na prática, de mestre para aprendiz. Nesse modelo, o auxiliar de serviços gerais começa em atividades que não exigem capacitação e vai aprendendo com um marceneiro mais experiente como selecionar a madeira para diferentes fins, como operar e realizar manutenção das máquinas e afiação de ferramentas, etc. Consequentemente, procedimentos operacionais inadequados são mantidos ao longo do tempo e observou-se uma resistência à aceitação de novas tecnologias de produção.

Foram observados recorrentes desvios de função de funcionários e ausência de planejamento das atividades, falta de utilização de equipamentos de proteção individual, bem como situações que favoreciam ocorrência de problemas ergonômicos. O rendimento na produção por funcionário variou muito, ou seja, há falta de controle/ monitoramento do desempenho o que resulta em aumento na geração de resíduos, atrasos nas entregas dos pedidos e aumento do gasto com energia elétrica, dentre outros.



Todos esses problemas identificados no Diagrama de Árvore resultam em aumento na geração de resíduos, diminuição da eficiência e em funcionários desmotivados, que acabam muitas vezes abandonando a empresa.

Verificou-se dificuldade de manter os funcionários mais experientes na empresa, principalmente devido às condições de trabalho, no qual o operador está sujeito a grande risco de acidentes, carregamento de peso, exposto à ruído elevado e ao pó de madeira. Assim, é prática comum trocar o trabalho na marcenaria por outros tipos de serviços, em setores onde possam conseguir renda mensal similar com melhores condições de trabalho.

Para esses problemas são indicadas ações como: uso obrigatório dos equipamentos de proteção individual (EPIs); realização de treinamentos em segurança e diálogo diário de segurança (DDS); contratação de maior número de operadores; bem como evitar desvios de função na marcenaria.

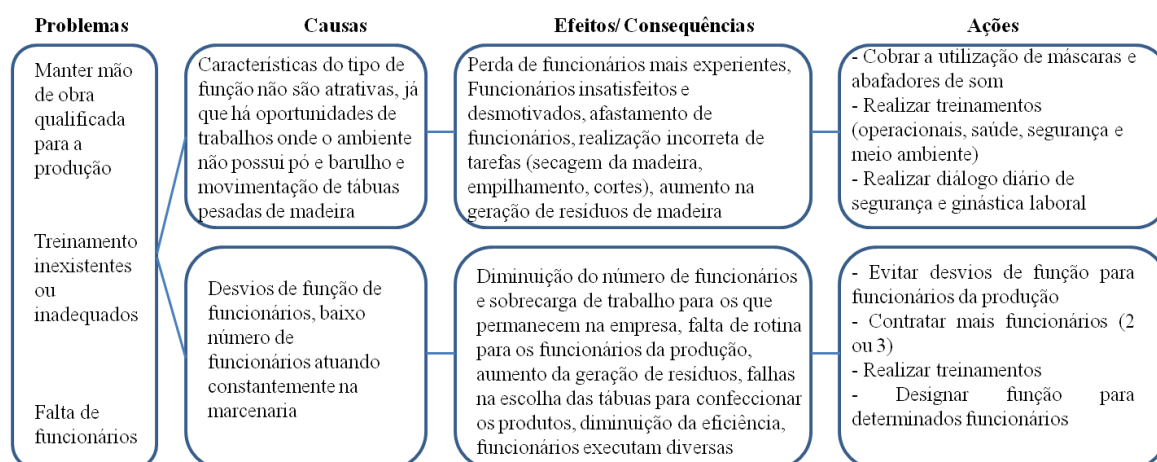


Figura 2. Diagrama de Árvore para resolução de problemas relacionados à mão de obra

3.3 Diagrama de Árvore – Matéria-prima

A madeira, por ser um material biológico com características anisotrópicas, é um tipo de matéria-prima que exige uma série de cuidados e critérios de utilização e manuseio para que sejam evitadas ao máximo as perdas considerando as peculiaridades de cada espécie e de cada árvore, para que sejam minimizadas as ocorrências de defeitos ocasionados por colheita e programas de secagem inadequados, bem como falhas de empilhamento, tabicagem e armazenamento (que geram defeitos como rachaduras, encanoamentos, presença de alburno). Os principais problemas em relação à matéria-prima foram à alta incidência de defeitos e elevado teor de umidade da madeira, o que contribuiu para os desperdícios. Os defeitos foram principalmente relacionados a falta de critérios na aquisição da madeira, bem como a realização da secagem e armazenamento inadequados. As perdas de madeira foram principalmente devido às dimensões inadequadas das tábuas brutas, pois o principal critério de compra adotado pela empresa não é o dimensionamento com modulação adequada ao tipo de produto e sim o menor preço encontrado no mercado. Com isso, a madeira recebida apresentou grande variação de largura, espessura e comprimento, com medidas nem sempre adequadas aos desenhos dos produtos.

As ações indicadas para evitar as perdas de madeira são adoção de critérios de qualidade na compra e recebimento de matéria-prima, com especificações de medidas das tábuas de acordo com as dimensões dos produtos e limites de ocorrência de defeitos. Também é fundamental a realização de secagem adequada, sendo que para esta indústria, recomenda-se



adequação da estufa e adoção de programa de secagem. É preciso que exista controle de qualidade da secagem, inclusive com o monitoramento/controla da umidade da madeira na empresa, utilizando-se a norma técnica NBR ISO 4470 (2011).

Para diminuir a geração de resíduos, destaca-se a importância de se treinar um ou dois funcionários que possam selecionar as tábuas que os demais funcionários utilizarão para fabricar os pedidos, adequando as dimensões das tábuas às dimensões de diferentes produtos, além da adoção como critério de compra da madeira de um padrão dimensional mais adequado aos produtos.

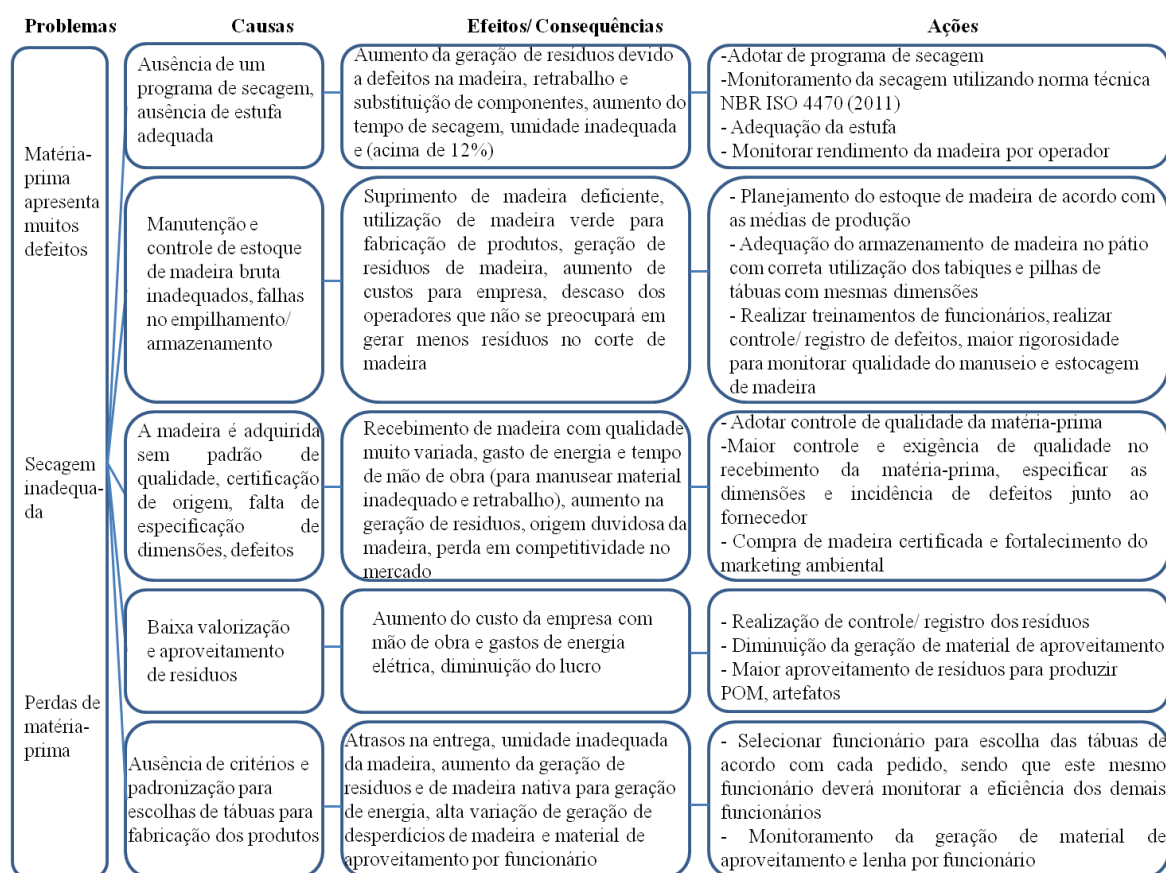


Figura 3. Diagrama de Árvore para resolução de problemas relacionados à matéria-prima

3.4 Diagrama de Árvore – Produto

Os problemas principais em relação ao produto foram aumento da geração de resíduos, aumento do custo de produção e diminuição da competitividade.

Como a empresa estudada possui produção sob encomenda, os produtos são desenvolvidos para atender as exigências específicas de cada cliente. Muitas vezes o desenho do produto é desenvolvido pelo próprio cliente, outras pelo arquiteto/engenheiro/decorador, ou ainda, pelo vendedor da loja que consideram como requisito de produto somente as necessidades estéticas, desconsiderando completamente os requisitos ambientais. Isso é característico da fabricação de produtos madeireiros de maior valor agregado sob encomenda (AZEVEDO e NOLASCO, 2009). Dessa forma, não são consideradas a questão das características inerentes da madeira e a incorporação de defeitos no desenho do produto; a

modulação das dimensões da matéria prima com as dimensões dos produtos; dentre outros, o que contribui para uma maior geração de resíduos pela empresa.

Outras causas dos problemas observados em relação ao produto são atrasos nas entregas e perda de concorrência com outros tipos de matéria-prima como aço, alumínio, defeitos decorrentes de problemas na secagem da madeira.

As consequências de tais problemas são diversas. Há aumento de gastos com energia elétrica e mão de obra, falta de padronização de produtos, ocorrência de produtos com defeitos, dentre outros.

Algumas das soluções para tais problemas seriam a realização de controle de qualidade do produto, adoção de normas técnicas para fabricação dos produtos, realização de pesquisas de mercado para produtos e de satisfação dos clientes, melhor orientação ao consumidor (sobre instalação/conservação de produtos), diminuição da extensa lista de modelos de produtos e produção em escala de modelos de produtos retilíneos.

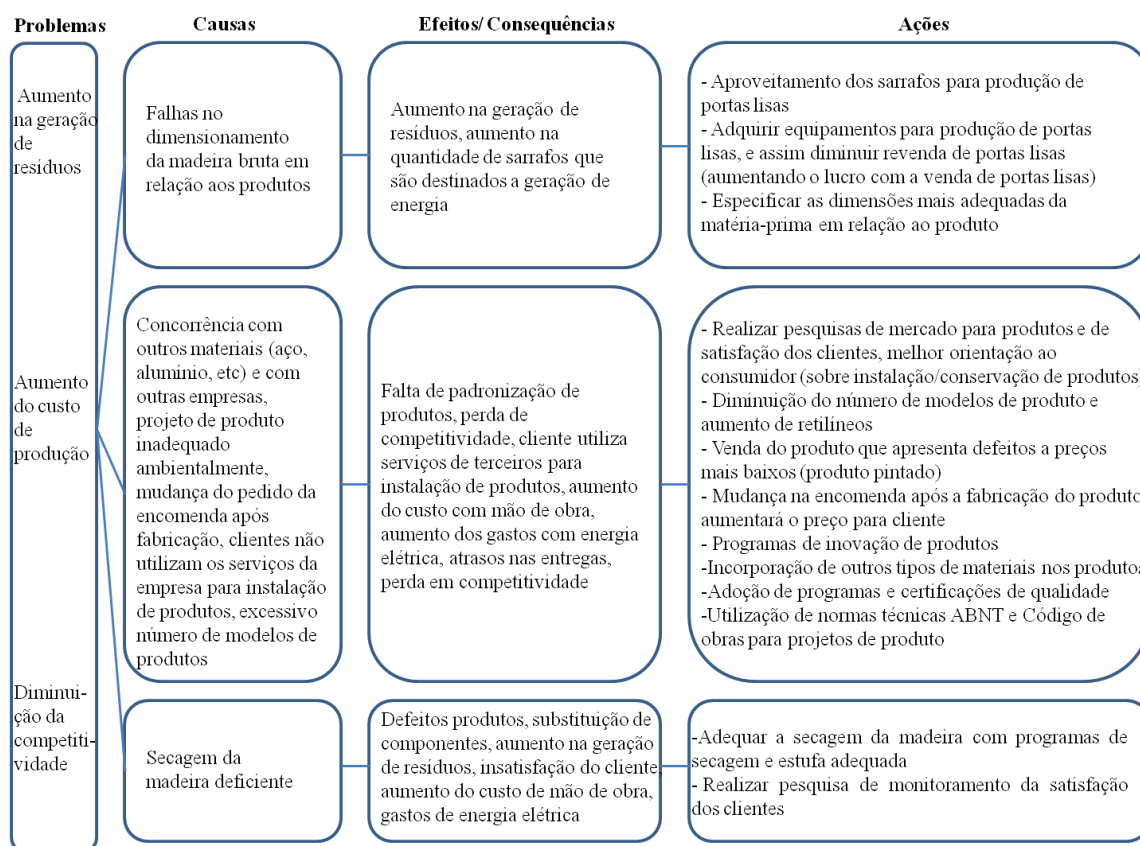


Figura 4. Diagrama de Árvore para resolução de problemas relacionados a produto

4. CONCLUSÕES

A ferramenta “Diagrama de Árvore” aplicada na indústria de esquadrias artesanais de madeira se mostrou eficaz na identificação dos problemas relacionados à geração de resíduos, que são comuns a demais empresas do setor.

Analisando os resíduos gerados, os fatores geradores, suas causas e efeitos/consequências é possível gerar uma série de dados e informações fundamentais para elaboração dos planos de gerenciamento de resíduos.



Os principais problemas que contribuíam para geração de resíduos da empresa foram secagem inadequada da madeira, devido à falta de adoção de programas de secagem, estufa inadequada, gerando substituição de componentes e defeitos nos produtos recomendando-se a adoção de programas de secagem adequados às espécies; problema de falta de programas para capacitação da mão de obra, causado pela ausência de investimentos, gerando aumento dos riscos de acidentes e aumento na geração de resíduos devido à tomada de decisão dos operadores na realização dos cortes nas tábuas, sendo altamente indicada a realização de treinamentos sobre segurança e meio ambiente; problemas de baixa valorização de resíduos, causados pela ausência de controle da quantidade e tipos de resíduos, gerando baixo retorno financeiro no aproveitamento de resíduos e falhas na destinação, assim, são indicadas ações de monitoramento da geração de resíduos.

De maneira geral, os resultados indicaram que o plano de gerenciamento de resíduos deve contemplar ações de redução da geração e de valorização, que vão do estabelecimento de critérios dimensionais e de qualidade para a compra da madeira; capacitação dos funcionários; criação de uma linha de produtos com melhor adequação às características e dimensões da matéria prima; capacitação ou contratação de um funcionário com conhecimento da matéria prima, dos processos produtivos e dos produtos, que possa auxiliar na inclusão dos requisitos ambientais no desenho dos produtos seriados e sob encomenda fabricados pela empresa; adoção de programa de secagem da madeira; adequação do armazenamento da matéria-prima; monitoramento da umidade da madeira; monitoramento do rendimento de cada funcionário no processamento da madeira; adoção de programas e certificações ambientais e de qualidade; realizar pesquisa de satisfação dos clientes, entre outros.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa de esquadrias artesanais que possibilitou a realização do estudo de caso. Agradecemos a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

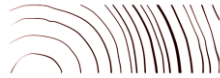
AZEVEDO, P. S. de. Estratégias e requisitos ambientais no processo de desenvolvimento de produtos na indústria de móvel sob encomenda. 2009. 143p. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba.

AZEVEDO, P. S.; NOLASCO, A. M. Requisitos Ambientais no Processo de Desenvolvimento de Produtos em Indústrias de Móveis sob encomenda. In: 2nd INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEAR PRODUCTION. 2009. São Paulo, 2009. p. 20-22.

BRASIL. Plano nacional de resíduos sólidos. Governo Federal. Brasília: MMA, 2011. 105p.

CAMPOS, L. M. de S.; MELO, D. A. de. Indicadores de desempenho dos sistemas de gestão ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. PRODUÇÃO, v. 18, n.3, p. 540-555. 2008.

COELHO, H. M. G. Modelo para avaliação e apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos de indústrias. 2011. 280 p. Tese (doutorado). Escola de Engenharia, Belo Horizonte.



MACEDO, M. A.; SELIG, P. M.; CASAROTTO Filho, N.; CAMILLO, M. G. D. Identificação e classificação dos custos ambientais na indústria moveleira. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2013. Salvador, 2013. 14p.

NOLASCO, A. M. Gerenciamento de resíduos na indústria de pisos de madeira. Piracicaba: ANPM, 2014. 40p.

NOLASCO, A. M. Resíduos na colheita e beneficiamento da caixeta – *Tabebuia cassionoides* (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas. 2000. 171p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos.

ORIBE, C. Y. Diagrama de Árvore: a ferramenta para os tempos atuais. BANAS QUALIDADE, ano XIII, n.142, p. 78-82, 2004.

NAHUZ, M. A. R. Resíduos da indústria moveleira: a cadeia produtiva de móveis no Brasil. São Paulo: IPT, 2005.

SOUZA, B. C. C. Gestão da mudança e da inovação: árvore de problemas como ferramenta para avaliação do impacto da mudança. CIÊNCIAS GERENCIAIS, vol.14, n. 19, p.89-106, 2010.

TEIXEIRA, M. G. Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira. 2005. 159 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, Salvador.

YOUNG, C.Y.; NI, S.P.; FAN; K.S. Working towards a zero waste environment in Taiwan. In: ISWA, 28(3), p. 236-44, 2010.