



# GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE PISOS DE MADEIRA



Adriana Maria Nolasco  
Lis Rodrigues Uliana



# GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE PISOS DE MADEIRA

Adriana Maria Nolasco  
Lis Rodrigues Uliana

2014



**Autores**

Adriana Maria Nolasco

Lis Rodrigues Uliana

**Equipe Técnica**

Mariana Cerca

**Coordenação Geral do Projeto PIMADS**

Ariel de Andrade - ANPM

Ivaldo Pontes Jankowsky - ESALQ-USP

**Coordenação Técnica do Projeto PIMADS**

Eraldo Antonio Bonfatti Júnior

Fernanda Giannini Veirano

Júlia Benfica Senra

Mariana de Araújo Lopes

Natalie Ferreira de Almeida

Ugo Leandro Belini

**Coordenação de Cursos do Projeto PIMADS**

Júlia Benfica Senra

Julianne Oliveira Sbeghen Lima

**Instituições Participantes**

**ANPM** – Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira

**ESALQ/USP** – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo

**Suporte Financeiro**

**ITTO** – International Tropical Timber Organization

**Diagramação e Editoração**

Vitor Moretti

**Impressão**

Gráfica....

Nolasco, Adriana Maria.

Gerenciamento de resíduos na indústria de pisos de madeira. –  
Piracicaba: ANPM, 2014.

40p.

CDD 628.5

ISBN: 978-85-65161-03-9

1.Resíduos industriais 2.Pisos de madeira 3.Gestão de resíduos

I. Uliana, L. R II. Título

**É PROIBIDA A REPRODUÇÃO**

Nenhuma parte dessa obra poderá ser reproduzida, total ou parcialmente, sem a permissão por escrito da ANPM, a partir de qualquer meio: FOTOCÓPIA, FOTOGRÁFICO, SCANNER e etc. Tampouco poderá ser copiada ou transcrita, nem mesmo transmitida a partir de meios eletrônicos ou gravações. Os infratores serão punidos conforme Lei 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998.

## **Apresentação**

A Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira (ANPM) representa diversas empresas localizadas em diferentes regiões do país e busca o aumento da competitividade e o desenvolvimento deste setor.

Sua missão está em promover a aplicação da tecnologia de processo e a sustentabilidade dos recursos madeireiros, além de divulgar e fomentar a utilização de pisos de madeira. Esperamos que as ações da ANPM contribuam com todos os setores envolvidos na produção, comercialização e utilização de pisos de madeira.

Com o intuito de integrar e desenvolver a cadeia produtiva relacionada ao setor de pisos de madeira, a ANPM desenvolveu o Projeto Piso de Madeira Sustentável (PIMADS), com recursos oferecidos pela Organização Internacional de Madeiras Tropicais (ITTO).

A execução do projeto PIMADS conta com a colaboração do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (EMBRAPA/MAPA), Ministério do Meio Ambiente (LPF/SFB/MMA), Ministério das Relações Exteriores (ABC/MRE), Universidade de Brasília (EFL/UNB), Universidade do Estado do Pará (CCNT/UEPA) e Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

O projeto PIMADS foi desenvolvido com o objetivo geral de contribuir para o uso sustentável dos recursos florestais e também aumentar a eficiência na sua utilização desde a floresta até seu produto final.

Espera-se que o projeto consista em uma ferramenta eficiente para contribuir com o crescimento e desenvolvimento de todos os setores relacionados a piso de madeira.

A presente publicação técnica consiste em uma das ações do projeto PIMADS com o objetivo de contribuir com a melhor capacitação e aperfeiçoamento técnico dos profissionais que trabalham com produtos de madeira.

Manifestamos os nossos agradecimentos ao suporte financeiro disponibilizado pela ITTO e ao apoio das instituições colaboradoras, que foi fundamental para a execução do projeto. Também agradecemos às empresas, pesquisadores e demais profissionais que contribuíram para o desenvolvimento do projeto.

**Eng. Florestal Ariel de Andrade**  
*Gerente Executivo – ANPM*



## Sumário

Introdução.....	7
1. Resíduo: conceito, caracterização, classificação e aspectos legais da sua aplicação.....	9
2. Os modelos de gerenciamento de resíduos nas indústrias madeireiras.....	15
3. Os resíduos da produção de pisos de madeira: caracterização, classificação e manejo ..	19
4. Elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos de elaboração do PGIRS ...	23
4.1. O que é o plano de gerenciamento de resíduos sólidos e o que deve conter.....	23
4.2. Etapas para a elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos.....	25
Referências bibliográficas .....	39



## INTRODUÇÃO

Resíduos são materiais que passaram pelo processo de produção consumindo matérias-primas e insumos, utilizando mão de obra, causando desgaste nos equipamentos e ferramentas, participando dos custos fixos da empresa, mas que não se tornaram produtos. Ou seja, não agregaram valor à produção.

Uma vez gerados, exigem gastos com armazenamento, transporte, tratamento e destinação final.

Quando mal manejados, reduzem a lucratividade, prejudicando a competitividade. Aumentam os riscos ambientais e, portanto, os custos com multas e seguros e promovem prejuízo à imagem corporativa, o que resulta em restrições de mercado e de acesso a fontes de financiamento.

Ao longo do tempo, as empresas vem mudando sua postura em relação às questões ambientais. Entretanto, ainda hoje, encontramos situações bastante distintas no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos nas indústrias de pisos de madeira. Algumas ainda utilizam, como principais formas de solução, o descarte diretamente no meio e a queima a céu aberto de boa parte dos resíduos madeireiros, causando poluição do solo, água e ar. Enquanto outras tem adotado uma postura pró-ativa, desenvolvendo e implementando uma série de estratégias para reduzir e valorizar seus resíduos, praticamente eliminando a necessidade de disposição final e os impactos ambientais negativos da produção, indo muito além das exigências da legislação.

Com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, esse quadro tende a mudar, pois todas as indústrias deverão obrigatoriamente realizar um diagnóstico da sua situação atual em relação à geração e gestão de resíduos, elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e apresentar aos órgãos competentes do seu Estado, a cada pedido de concessão ou renovação da Licença de Operação, um novo plano e os resultados obtidos anteriormente. Com isso, teremos um novo cenário no qual o gerenciamento de resíduos passará a fazer parte do modelo administrativo das empresas, num processo de melhoria constante.

O livro Gerenciamento de Resíduos nas Indústrias de Pisos de Madeira foi elaborado com o objetivo de orientar a realização de diagnóstico e desenvolvimento de planos de gerenciamento de resíduos, atendendo à legislação pertinente e contribuindo para uma maior sustentabilidade na cadeia produtiva dos pisos de madeira.



# 1 RESÍDUO: CONCEITO, CARACTERIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E ASPECTOS LEGAIS DA SUA APLICAÇÃO

O conceito de resíduo é dado por lei federal, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei No. 12.305, de 02 de agosto de 2010, que faz uma distinção entre resíduo sólido e rejeito.

Considera resíduo sólido todo *“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”* (Brasil, 2010).

Enquanto define como rejeito *“resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”* (Brasil, 2010).

As indústrias madeireiras são geradoras de grande quantidade e diversidade de resíduos e rejeitos. Para cada tipo de material residual corresponde um nível de responsabilidade e são indicadas inúmeras formas de destinação adequadas, que poderão ser selecionadas para compor um plano de gerenciamento. Assim, entender claramente o que é resíduo e rejeito é fundamental para que não se incorra em erros de gerenciamento que possam resultar em atuações pela fiscalização ambiental.

Há ainda a necessidade de se abordar o conceito de subproduto, já que muitas indústrias utilizam esse termo como sinônimo de resíduo no seu marketing ambiental, na sua política ambiental, nos seus planos de gestão ambiental e nos seus planos de gerenciamento de resíduos.

Subproduto é um produto secundário de um sistema de produção, com valor de mercado ou de uso e efetiva aplicação ou comercialização. Um resíduo pode se transformar em um subproduto, mas isso somente ocorre quando efetivamente utilizado. Portanto, não basta ter potencial ou tecnologia disponível para ser transformado em algo para ser classificado como subproduto.

A classificação de um material como resíduo deve levar em consideração três aspectos: o legal, o normativo e o prático funcional.

Do ponto de vista prático funcional, resíduos são todos os materiais descartados nas cadeias de produção e consumo que por limitações tecnológicas ou de mercado não apresentam, no momento, valor de uso ou econômico, podendo causar impactos negativos ao ambiente se

manejados de maneira imprópria.

São materiais com grande potencial de aproveitamento em novos produtos, sem necessidade de disposição final em aterro. Essa forma de destinação é recomendada atualmente somente para os rejeitos.

Do ponto de vista normativo, as normas técnicas NBR 10.004, 10.005, 10.006 e 10.007 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresentam os métodos para caracterização e classificação de resíduos e as listagens de resíduos com origem reconhecida, provenientes de diferentes processos produtivos.

Os conceitos acima definidos pela PNRS e pelas normas técnicas da ABNT são adotados pelos órgãos ambientais como base para a classificação de um determinado material como resíduo, para atribuição de responsabilidades quanto a sua origem e para determinação dos riscos no seu manejo quanto à periculosidade, permitindo dessa forma a aplicação da legislação pertinente em relação às formas de destinação, as restrições no gerenciamento e as autuações em caso de desconformidade com a lei.

Assim, não adianta uma empresa denominar seus resíduos como subprodutos, pois continuará sujeita a aplicação da legislação de resíduos sólidos.

Ao atribuir responsabilidades aos geradores de resíduos, a PNRS deixa bastante claro que cabe aos fabricantes e importadores adotar tecnologias para absorver, reutilizar, coletar e dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos sob sua responsabilidade; articular com sua rede de comercialização para a implementação de estruturas para o fluxo de retorno dos resíduos sólidos reversos de sua responsabilidade; informar ao consumidor sobre as possibilidades de reutilização e tratamento dos produtos, advertindo dos riscos ambientais resultantes do descarte inadequado; e, divulgar mensagens educativas para combater o descarte inadequado dos resíduos sólidos de sua responsabilidade (Brasil, 2010).

Além disso, ao contratar ou estabelecer parcerias com terceiros para tratamento, aproveitamento ou disposição final de resíduos aplicam-se os princípios legais da responsabilidade compartilhada e da responsabilidade solidária.

A responsabilidade compartilhada é aplicada no caso de resíduos recicláveis e estabelece que cada elo da cadeia produtiva (fabricante ou importador, comerciante, consumidor e poder público) deverá cumprir seu papel na logística reversa do resíduo até que ele chegue à indústria novamente, se transformando em um novo produto.

A responsabilidade solidária define que o resíduo será eternamente de responsabilidade de seu gerador, neste caso, a indústria. Mesmo que esta contrate uma empresa terceirizada para tratamento e disposição ou que venda ou doe esse material para qualquer tipo de destinação, responderá pelas consequências da forma de gerenciamento adotada pelo parceiro. E, gerador e seus parceiros responderão solidariamente as sanções administrativas e penais imputadas.

Dessa forma, é extremamente importante a escolha cuidadosa dos parceiros externos para o



gerenciamento de resíduos, pois não se transfere a responsabilidade. Se a forma de manejo utilizada pelo parceiro resultar em dano ao ambiente ou à saúde pública, o gerador também responderá civil e criminalmente pelo incidente, tendo que assumir inclusive os custos com multas, remediação e indenização: *“sem prejuízo da obrigação de, independentemente da existência de culpa (mesmo que seja acidente), reparar os danos causados, a ação ou omissão das pessoas físicas ou jurídicas que importe inobservância aos preceitos da Lei da PNRS ou de seu regulamento, sujeita os infratores às sanções previstas em lei, em especial às fixadas na Lei n. 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais)”* (Brasil, 2010).

No caso do gerenciamento dos resíduos resultar em impacto negativo, estão previstas pela Lei de Crimes Ambientais sanções administrativas e penais.

**Sanções Administrativas:** Decreto No. 6.514/2008 – causar poluição, lançar resíduos sólidos em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou atos normativos poderá resultar na aplicação das sanções administrativas abaixo:

### Advertência

*“Art. 5º A sanção de advertência poderá ser aplicada, mediante a lavratura de auto de infração, para as infrações administrativas de menor lesividade ao meio ambiente, garantidos a ampla defesa e o contraditório.*

*§ 1º Consideram-se infrações administrativas de menor lesividade ao meio ambiente aquelas em que a multa máxima cominada não ultrapasse o valor de R\$ 1.000,00 (mil reais), ou que, no caso de multa por unidade de medida, a multa aplicável não exceda o valor referido”* (Brasil, 2008)... (Brasil, 2008).

### Multa

*“Art. 8º A multa terá por base a unidade, hectare, metro cúbico, quilograma, metro de carvão-mdc, estéreo, metro quadrado, dúzia, estipe, cento, milheiros ou outra medida pertinente, de acordo com o objeto jurídico lesado.”*

*“Parágrafo único. O órgão ou entidade ambiental poderá especificar a unidade de medida aplicável para cada espécie de recurso ambiental objeto da infração.”*

*“Art. 9º O valor da multa de que trata este Decreto será corrigido, periodicamente, com base nos índices estabelecidos na legislação pertinente, sendo o mínimo de R\$ 50,00 (cinquenta reais) e o máximo de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais)...”* (Brasil, 2008).

### Sanções Penais

Causar poluição por lançamento de resíduos sólidos em desacordo com as exigências estabelecidas em leis e regulamentos – Pena de reclusão de um a cinco anos.

Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos. Abandonar os produtos ou substâncias referidos ou utilizá-los em desacordo com as normas ambientais ou de segurança. Manipular, acondicionar, armazenar, coletar, transportar, reutilizar, reciclar ou dar destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento – Pena de reclusão de um a quatro anos e multa - Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

A Lei no 12.305/2010 classifica os resíduos quanto à origem e quanto à periculosidade visando identificar o gerador e os riscos ambientais relacionados a determinado resíduo.

*“Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:*

*I - quanto à origem:*

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;*
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;*
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas "a" e "b";*
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";*
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";*
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;*
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;*
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;*
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;*
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;*
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.“*

*“II - quanto à periculosidade:*

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade,*



*corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à*

*saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;*

*b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea "a".*

*Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea "d" do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal."*

A ABNT (Associação Nacional de Normas Técnicas) regulamenta e especifica os critérios para classificação dos resíduos, quanto à sua periculosidade, citados na Lei no 12.305/2010.

De acordo com as normas técnicas da ABNT, os resíduos podem ser classificados em três classes: Classe I, Classe II A e Classe II B.

Os resíduos Classe I – Perigosos, são aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, podem apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada; ou uma das características: a) inflamabilidade, b) corrosividade, c) reatividade, d) toxicidade, e) patogenicidade; ou constem na norma NBR 10.004. São resíduos que exigem grande cuidado e atenção na seleção de soluções de gerenciamento.

Os resíduos Classe II - Não perigosos, são resíduos com elevado potencial de valorização em novos produtos e podem ser dos tipos Classe II A, não inertes e Classe II B, inertes.

Classe II A – Não inertes - são aqueles que possuem as propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água e que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I - Perigosos ou de resíduos Classe II B.

Classe II B – Inertes - são quaisquer resíduos que, quando submetidos aos testes de solubilização (NBR 10.006) não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G da norma NBR 10.004 (Figura 1).

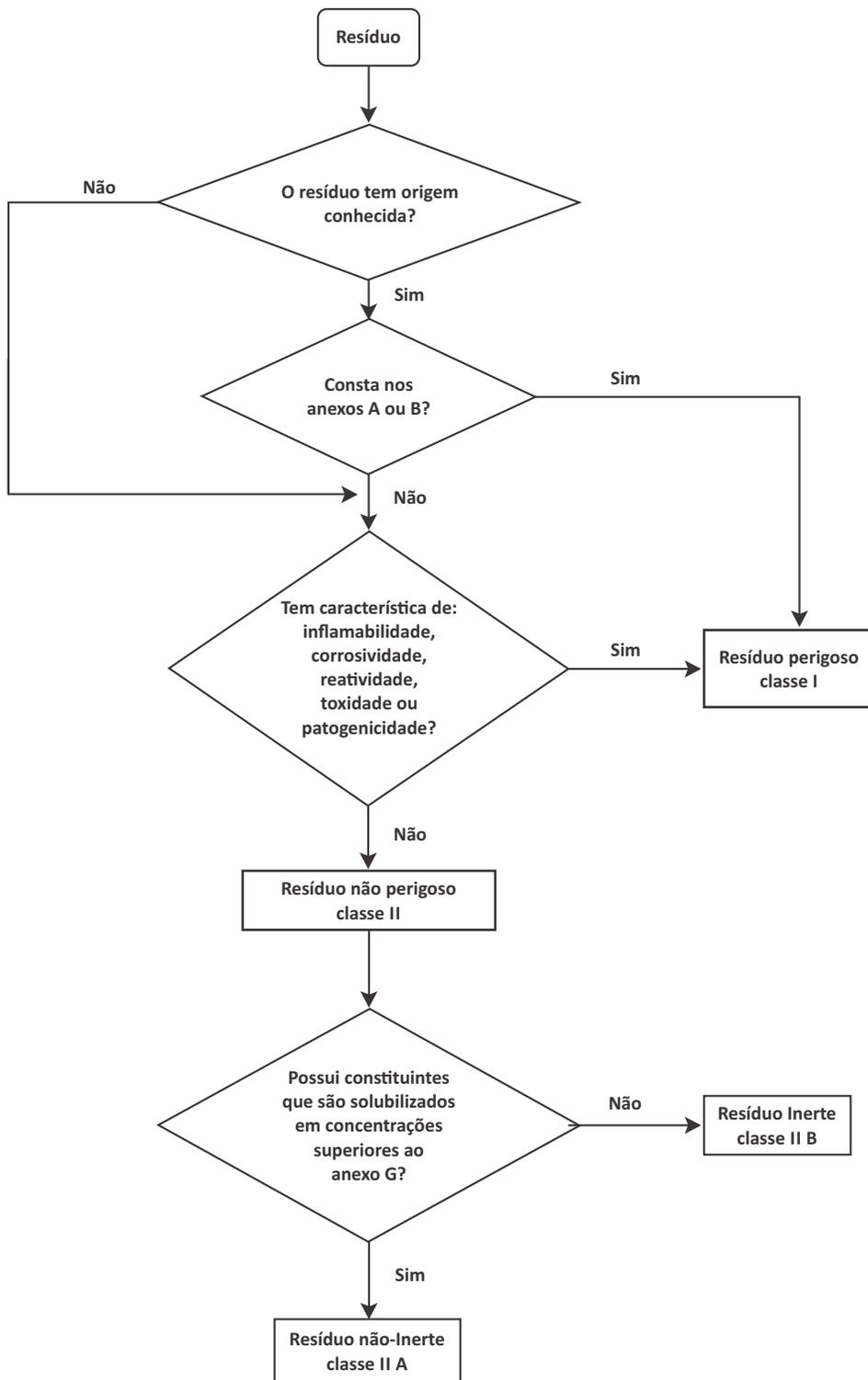


Figura 1. Caracterização e classificação de resíduos. Fonte: ABNT NBR 10.004, 2004.

## 2 OS MODELOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NAS INDÚSTRIAS MADEIREIRAS

Por muito tempo, as empresas não se preocuparam com as questões ambientais. Os resíduos gerados foram despejados na água, no solo e no ar sem nenhum controle.

Até determinado ponto o ambiente consegue diluir, decompor, reciclar, dispersar e reincorporar esses materiais. Entretanto, com o crescimento e diversificação das atividades industriais e com a concentração da população nas áreas urbanas, houve um aumento na geração de resíduos, da sua diversidade e complexidade, com um agravamento dos problemas relacionados à poluição.

Além da poluição do solo, da água e do ar, o manejo inadequado dos resíduos contribui para a degradação da paisagem; para a ocupação inadequada do solo; para o agravamento de problemas de saúde pública, com riscos à segurança e bem-estar da população; para os danos à fauna, flora e acervo histórico e cultural de determinadas regiões do país; e, para o aumento dos custos de coleta, tratamento, disposição final e recuperação das áreas degradadas.

Foi a partir da década de 1990 e, especialmente após a conferência Rio 92, que as questões ambientais ganharam cada vez maior importância na gestão empresarial, levando a uma redefinição de ações e responsabilidades corporativas.

Nos setores empresarial e financeiro, os vínculos das empresas e dos mercados com as questões ambientais são cada vez maiores e mais positivos. A questão ambiental começa a não mais ser tratada como uma "agenda negativa" ou "agenda marrom", mas como uma oportunidade para agregação de valores à produção, com maior rendimento e lucro. Dessa forma, as ações de gerenciamento de resíduos estão gradativamente sendo incluídas nas estratégias de gestão empresarial.

A gestão de resíduos é um dos componentes mais importantes na gestão ambiental corporativa e consiste na atividade de elaborar políticas e planos integrados com o objetivo de prevenir a geração, obter o máximo aproveitamento e reciclagem de materiais, reduzir ao máximo o volume e/ou periculosidade dos resíduos gerados e definir as melhores soluções para tratamento e disposição.

Na indústria madeireira ainda predomina um modelo de produção fundamentado no princípio de que o meio ambiente fornece recursos ilimitados e que os impactos da indústria são mínimos, pois seus resíduos não são perigosos. A preocupação com o rendimento da produção, com o uso ou durabilidade dos produtos, com a origem da matéria-prima, com o uso de substân-



**Figura 2.** Resíduos de uma indústria madeireira dispostos sobre o solo. (Fonte: Germani, 2007)

cias tóxicas e com a disposição dos resíduos ainda é insipiente. Assim, os modelos de gerenciamento de resíduos predominantes no setor são o tradicional e o de Final de Tubo (End of Pipe).

No modelo tradicional o próprio empreendedor é o árbitro do desempenho ambiental de sua empresa. Esse modelo é caracterizado pela falta de preocupação e compromisso com a solução dos problemas ambientais relacionados à gestão de resíduos e as principais formas de solução para os resíduos são a dispersão no meio e a queima a céu aberto (Figura 2).

Os resultados do manejo tradicional dos resíduos madeiros são o desperdício de matéria-prima, a necessidade de sobre exploração das florestas para compensar as perdas na indústria, o baixo rendimento e a poluição. Essa forma de gerenciamento, atualmente, resulta ainda em restrição de acesso aos mercados consumidores que utilizam requisitos e barreiras ambientais na comercialização.

O modelo Legalista ou de Final de Tubo vem sendo utilizado pelo setor madeireiro desde a década de 1970, quando os aspectos ambientais relacionados à gestão de resíduos passaram a ser regulamentados pelo governo federal. Leis, decretos e normas definindo os tipos de resíduos e limites de emissão foram formulados e sanções administrativas e penais aplicadas pelos órgãos de fiscalização ambiental. Neste modelo o Estado é o árbitro da gestão de resíduos, com ações baseadas na fiscalização e aplicação de multas no caso de não conformidade.

Como resposta, o setor empresarial tem adotado procedimentos de tratar, concentrar, reduzir a carga poluidora e conter os resíduos em aterros licenciados (Figura 3). Entretanto, não são aplicadas estratégias de redução de geração ou aproveitamento dos resíduos.

O resultado da aplicação desse modelo de gerenciamento é melhor que o anterior, mas ainda apresenta alguns problemas ambientais em função da geração de um grande passivo ambiental com riscos potenciais de incêndio e poluição do meio.

A partir da década de 1980 a sociedade civil organizada, através principalmente dos movimentos ambientalistas, assume o papel de direcionar as estratégias ambientais corporativas. Dessa forma vem contribuindo para aumentar a visibilidade sobre os problemas e riscos ambientais relacionados às atividades humanas; para o desenvolvimento de selos sócio-ambientais para reconhecimento das ações positivas na produção de bens e serviços; para o aprimoramento da legislação ambiental; e, para que o setor empresarial passe a incorporar uma série de ações articuladas entre si para o gerenciamento dos seus resíduos, como parte da sua responsabilidade sócio-ambiental e do seu modelo administrativo.

Esse modelo de gerenciamento de resíduos é, agora, recomendado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e denominado Modelo Integrado de Gerenciamento de Resíduos (Figura 4).

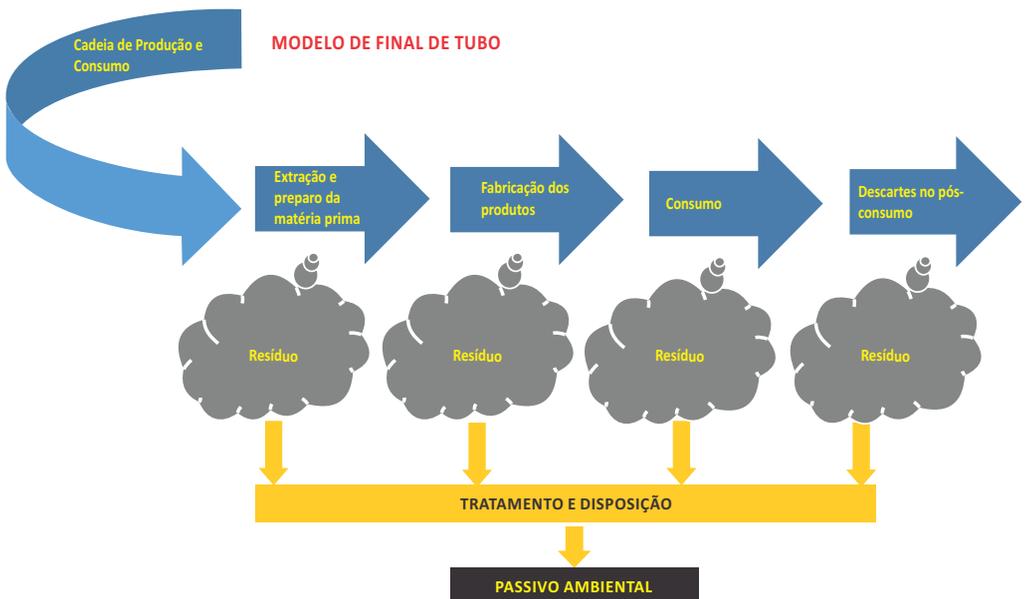


Figura 3. Modelo de Final de Tubo (End of Pipe).

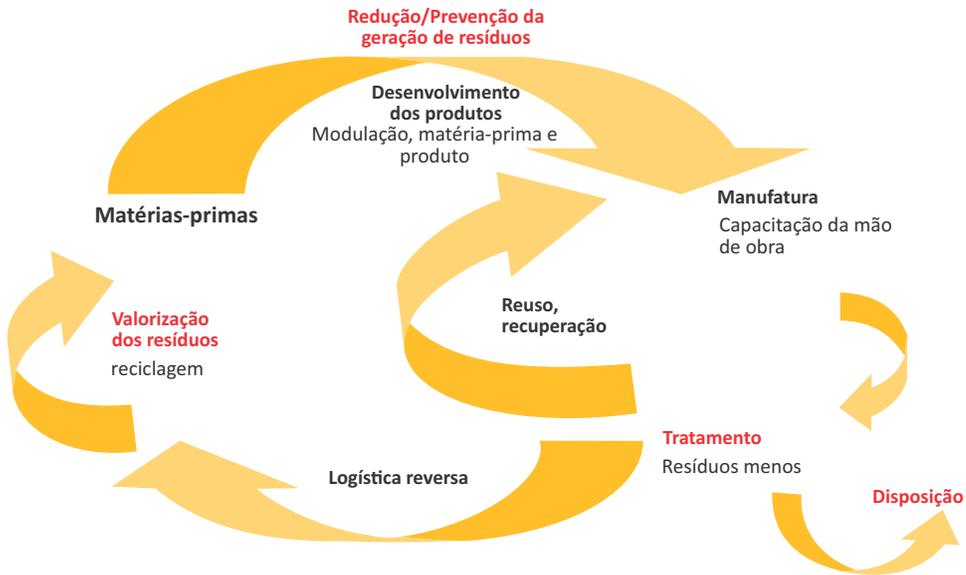


Figura 4. Modelo Integrado de Gerenciamento de Resíduos.

Trata-se de um modelo sistêmico, bastante abrangente e complexo, baseado em uma sequência lógica de ações visando:

- Prevenção e minimização da geração;
- Valorização dos resíduos;
- Redução de volume e periculosidade, através de diferentes formas de tratamento;
- Disposição final adequada dos rejeitos.

Na sua aplicação pelo setor industrial, esse modelo tem utilizado dos princípios e ferramentas da Produção mais Limpa, do Ecodesign, do Redesign, da Avaliação do Ciclo de Vida, da Logística Reversa, entre outros métodos de gestão ambiental para buscar a redução e valorização dos resíduos.

Nesse modelo de gerenciamento as ações começam na definição da linha de produtos e na seleção adequada de matérias-primas e seus fornecedores, de forma a se obter um maior rendimento industrial, uma menor geração de resíduos e uma redução no volume ou eliminação dos resíduos perigosos.

A análise do desenho de produtos e sua redefinição permite um maior aproveitamento da matéria-prima, com redução da geração. Assim como as ações voltadas à melhoria da manufatura e o emprego da logística reversa ao final do ciclo de vida dos produtos.

Esse modelo de gerenciamento é mais complexo que os anteriores. Entretanto, permite uma real análise dos problemas relacionados aos resíduos gerados por um empreendimento e a possibilidade de seleção e implementação de soluções definitivas, contribuindo para uma maior sustentabilidade nas cadeias produtivas.

### 3 OS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE PISOS DE MADEIRA: CARACTERIZAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E MANEJO

As indústrias de pisos de madeira são geradoras de uma grande quantidade e diversidade de resíduos. Isso é inerente ao processamento mecânico da madeira.

Esses resíduos são, em sua maioria, materiais madeireiros de Classe II A na forma de partículas ou pedaços de maior dimensão. Mas além deles, foco principal desse manual, outros resíduos gerados pelas indústrias devem compor o Plano de Gerenciamento de Resíduos. São eles: resíduos dos materiais de acabamento, lixas, ferramentas e máquinas fora de uso, materiais de demolição e reforma, resíduos de escritório, resíduos do refeitório ou restaurante industrial, resíduos dos postos de enfermagem, entre outros, dependendo do porte e características da empresa.

As tabelas 1 e 2 apresentam os dados de caracterização dos resíduos madeireiros.

Em média, do total de madeira que entra como matéria-prima em uma indústria de pisos de madeira cerca de 40% é descartado como resíduo. Esse valor é bastante variável de empresa para empresa em função da qualidade da madeira adquirida, das espécies processadas, da linha e desenhos de produtos, dos mercados para os quais se destinam, dos processos de transformação utilizados, do nível de capacitação da mão de obra e do nível de automação dos processos, entre outros fatores.

A tabela 3 apresenta os resíduos madeireiros, operação geradora, fatores geradores e rendimento médio para diferentes tipos de pisos de madeira. Esses dados foram coletados “*in loco*” em empresas do setor localizadas nas regiões norte e sudeste do Brasil.

**Tabela 1.** Características dos resíduos particulados.

Características dos resíduos particulados	
Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	1,4423
Massa unitária em estado solto (g/cm <sup>3</sup> )	0,2489
Poder calorífico inferior (kcal/kg)	4.739

**Tabela 2.** Características do resíduo grosso.

Características do resíduo grosso	
Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0,923
Teor de umidade	10,38%
Poder calorífico inferior (kcal/kg)	4.739

**Tabela 3.** Tipos e classificação dos resíduos gerados na recepção e preparo da madeira e o rendimento das operações de transformação.

Operação	Tipos de Resíduos	Classificação (NBR 10004)	Rendimento
Romaneio	Peças fora das dimensões padrão Excesso de nós e alburno	Classe II - A – não inerte	Muito variável em função da espécie e fornecedor
Preparo da madeira – S4S	Lenha Serragem	Classe II A – não inerte	Madeira excelente – 70% Madeira média – 60% Madeira ruim – 50%
Secagem	Não há geração direta	-	-
Usinagem	Lenha Serragem	Classe II – A – não inerte	Produtos de 1ª. – 65% Produtos de 2ª. – 20% Lenha – 10% Serragem – 5%
Acabamento	Borra de verniz, solventes e tingidores	Classe I - Perigosos	Indeterminado

De maneira geral, a seleção das espécies e dos fornecedores é um fator decisivo na quantidade e tipos de resíduos gerados. Controles estatísticos de qualidade das cargas em função da espécie e procedência são fundamentais para a redução da geração. Entretanto, outros pontos são considerados críticos na geração de resíduos em indústrias de pisos de madeira e devem ser cuidadosamente analisados.

Pontos críticos de geração de resíduos em uma unidade produtiva são aqueles em que ocorre geração ou de um grande volume de resíduos; ou de resíduos perigosos ou tóxicos (Classe I); ou, ainda, resíduos Classe II-A (não inerte) ou II-B (inerte), porém de difícil manejo em função de suas características físicas ou da tecnologia disponível.

Os pontos críticos podem estar relacionados com a qualidade da matéria-prima, com o tipo de equipamento, com o nível de capacitação da mão-de-obra, com o plano de corte adotado, com os critérios de qualidade dos produtos, (NOLASCO, ULIANA; GARCIA, 2004), tipo (desenho) dos produtos, entre outros.

Inúmeros fatores são responsáveis pela geração de resíduos na produção de pisos de madeira. Há necessidade de se identificar os pontos mais críticos de geração para priorizar as ações e elaborar modelos de gestão adequados ao setor.

São três os principais pontos críticos de geração de resíduos na fabricação de pisos de madeira: (i) qualidade da matéria-prima madeireira, (ii) desenho do produto e (iii) materiais tóxicos de acabamento.

Dessa forma, as ações que devem ser consideradas na elaboração de modelos de gerenciamento de resíduos para indústrias de pisos de madeira devem prever um maior controle de qualidade da matéria-prima, com seleção de fornecedores e substituição de espécies cujas



características inerentes resultem em muita incidência de defeitos e, conseqüentemente, maior volume de resíduos gerados.

As linhas e desenhos de produtos devem ser definidos em função do mercado consumidor, mas também já prevendo o máximo aproveitamento da matéria-prima. Isso é possível com a fabricação de pisos baseados em peças de pequenas dimensões do tipo taco e palito, em pisos engenheirados e em parquets. Outras propostas de solução são apresentadas na Tabela 4.

Quanto aos resíduos químicos dos materiais de acabamento, exige-se uma avaliação mais detalhada para identificação daqueles que devem ser substituídos por produtos menos tóxicos, além da previsão de um sistema de recuperação de materiais.

Além da redução da geração, o aproveitamento dos resíduos é outra estratégia fundamental para reduzir o volume destinado a aterro e gastos desnecessários de manejo.

Resíduos madeireiros são material com grande potencial de aproveitamento. O Quadro 1 apresenta as características físicas e as potenciais formas de valorização dos resíduos finos e de maiores dimensões provenientes da fabricação de pisos de madeira.

Para selecionar as alternativas mais adequadas, o empreendedor deverá considerar inicialmente as possibilidades de aproveitamento interno: energia e novos produtos. Essa estratégia permite que além de agregar maior valor à produção, sejam reduzidos os riscos inerentes às parcerias com agentes externos a empresa.

Uma vez esgotadas as possibilidades de soluções internas, é possível recorrer a alternativas baseadas em parcerias com outras indústrias ou instituições, lembrando sempre da questão da responsabilidade solidária no momento da seleção dos parceiros para a destinação dos resíduos.

Para muitas formas de aproveitamento é necessário, ainda, a segregação em função da espécie e dimensões dos resíduos, garantindo homogeneidade ao material.

**Tabela 4.** Ações para redução da produção de resíduos.

Fator gerador	Proposta
Qualidade da matéria-prima	Controle e seleção de fornecedores Substituição das espécies com grande incidência de defeitos
Tipos de produto	Investir no desenvolvimento de novos produtos que utilizem os resíduos gerados (pisos engenheirados, pisos de pequenas dimensões, mosaicos/painéis de pastilhas, briquetes, etc.).
Qualidade das ferramentas e equipamentos	Utilizar ferramentas e equipamentos de boa qualidade e mantê-los sempre em bom estado de conservação; Desenvolver protocolos de afiação e manutenção periódica das ferramentas e equipamentos; Investir em ferramentas e equipamentos tecnológicos.
Qualidade da mão-de-obra	Fazer treinamentos visando aprimoramento dos conhecimentos e habilidades dos funcionários; Fazer análise de controle de qualidade das equipes; Fazer um trabalho de incentivo para manter os funcionários motivados.

**Quadro 1.** Características físicas e formas potenciais de valorização dos resíduos madeireiros das indústrias de pisos de madeira.

Tipo de Resíduo	Dimensão (cm)	Formas de valorização	
Apara	43 x 117 x 22	Pisos de menores dimensões como o legneto; base para pisos engenheirados; pastilhas para revestimentos de paredes; material para marchetaria; painéis em mosaico; Pequenos Objetos de Madeira (Pom's), tais como: componentes para móveis e decoração; objetos de uso doméstico; artigos para escritório; cabos de ferramentas e similares; artigos para animais de estimação; objetos de uso na agricultura; produção de energia (lenha).	
Cavaco	Acima de 2,350	Material para marchetaria; compósitos cimento-madeira e madeira-plástico; composição de tijolos; compostagem; cama para animais; cobertura do solo (mulching); produção de energia; briquetagem; corantes.	
Maravalha	Entre 2,360 e 1,180	Compósitos cimento-madeira e madeira-plástico; composição de tijolos; compostagem; cama para animais; cobertura do solo; produção de energia; briquetagem; corantes.	
Serragem 1	Entre 1,180 e 0,600	Compósitos cimento-madeira e madeira-plástico; composição de tijolos; compostagem; cama para animais; cobertura do solo; produção de energia; briquetagem; corantes.	
		Compósitos cimento-madeira e madeira-plástico; composição de tijolos; compostagem; cama para animais; cobertura do solo; produção de energia; briquetagem; corantes.	
Serragem 3	Entre 0,300 e 0,150	Compósitos cimento-madeira e madeira-plástico; composição de tijolos; compostagem; cama para animais; cobertura do solo; produção de energia; briquetagem; corantes.	
		Compósitos cimento-madeira e madeira-plástico; composição de tijolos; compostagem; cama para animais; cobertura do solo; produção de energia; briquetagem; corantes.	
Pó 2	Entre 0,074 e 0,044	Compósitos cimento-madeira e madeira-plástico; composição de tijolos; compostagem; cama para animais; cobertura do solo; produção de energia; briquetagem; corantes.	

# 4 ELABORAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

## 4.1. O que é o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e o que deve conter

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é um documento obrigatório e parte integrante do processo de licenciamento ambiental de uma indústria. Esse documento apresenta um conjunto de ações, diretas ou indiretas, articuladas entre si, envolvendo as etapas de prevenção ou minimização da geração, redução do volume e periculosidade, valorização, coleta, transporte, tratamento e destinação final ambientalmente correta dos resíduos sólidos e dos rejeitos, além de ações preventivas e corretivas dos danos ambientais relacionados ao manejo e ações internas e externas de educação ambiental.

As ações que integram um PGRS devem ser definidas a partir da identificação de suas fontes geradoras, da caracterização e classificação dos resíduos, do levantamento dos riscos associados a eles, tudo em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e atendendo a critérios sanitários, econômicos, ambientais, sociais e legais de viabilidade. Define, ainda, prioridades, recursos humanos e financeiros, responsabilidades, objetivos e metas.

Os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais devem ter, segundo a Lei 12.305/2010 Art. 21 no mínimo o seguinte conteúdo:

1. *“Descrição do empreendimento ou atividade;*
2. *Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;*
3. *Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:*
  - a) *Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;*
  - b) *Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;*
4. *Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;*
5. *Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;*
6. *Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e,*

observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;

7. Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;

8. Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

9. Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

As considerações finais para os PGRS são:

Art. 22. Para a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento de todas as etapas do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, nelas incluído o controle da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, será designado responsável técnico devidamente habilitado.

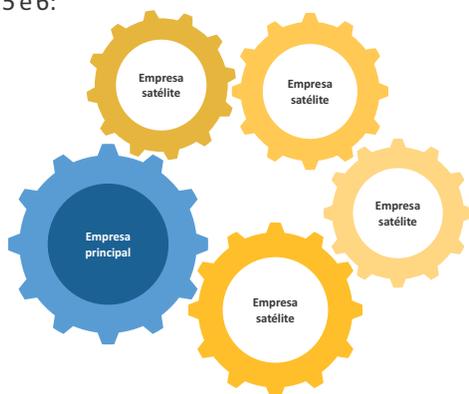
Art. 23. Os responsáveis por plano de gerenciamento de resíduos sólidos manterão atualizadas e disponíveis ao órgão municipal competente, ao órgão licenciador do Sisnama e a outras autoridades, informações completas sobre a implementação e a operacionalização do plano sob sua responsabilidade.

Art. 24. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos é parte integrante do processo de licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade pelo órgão competente do Sisnama.

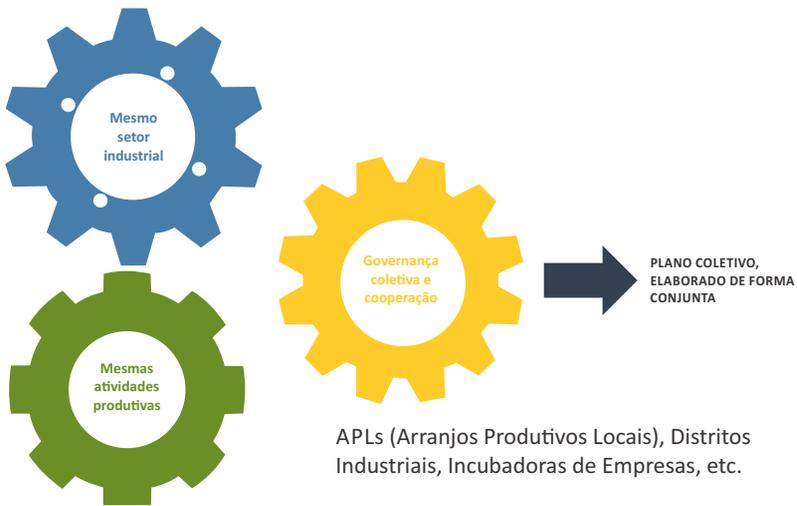
§ 1º Nos empreendimentos e atividades não sujeitos a licenciamento ambiental, a aprovação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos cabe à autoridade municipal competente.

§ 2º No processo de licenciamento ambiental referido no § 1º a cargo de órgão federal ou estadual do Sisnama, será assegurada oitiva do órgão municipal competente, em especial quanto à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos” (Brasil, 2010).

De acordo com a PNRS, além do plano individual, é possível uma empresa apresentar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos conjunto com outras. Isso pode ser feito nos casos apresentados nas Figuras 5 e 6:



**Figura 5.** Empresas que operam de forma integrada podem apresentar plano coletivo para o gerenciamento dos seus resíduos.



**Figura 6.** Distritos Industriais, Arranjos Produtivos Locais (APLs), Incubadoras de Empresas.

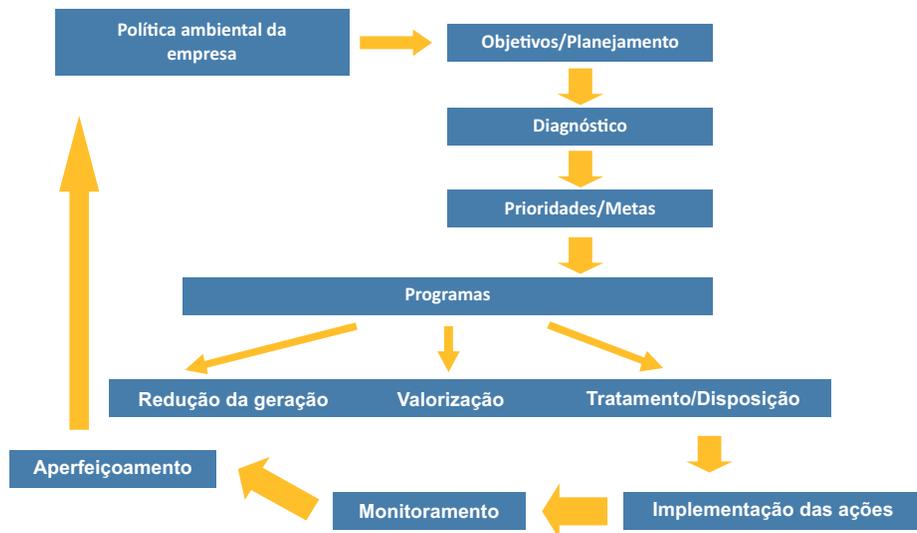
#### 4.2. Etapas para a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A elaboração de um PGRS é composta por 7 etapas:

- a) Identificação da necessidade de implementação do plano de gerenciamento, determinada lei e expressa na Política Ambiental da empresa;
- b) Objetivos Gerais e planejamento;
- c) Diagnóstico (avaliação do problema);
- d) Definição das prioridades, metas e soluções;
- e) Definição dos programas de ação;
- f) Implementação das ações;
- g) Avaliação (monitoramento) dos resultados e reformulação do plano.

A elaboração dos PGRS de uma empresa é um processo sistêmico (Figura 7), visando à melhoria constante do seu desempenho ambiental e o atendimento aos requisitos legais de manejo de resíduos e rejeitos.

Nenhuma etapa deve ser feita fora da ordem apresentada, nem é possível elaborar um plano adequado se alguma delas não for executada.



**Figura 7.** Fluxograma das ações necessárias para a elaboração e implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

### a. Política Ambiental da Empresa

Para que se elabore e implemente um plano de gerenciamento de resíduos funcional e eficaz é preciso que haja o comprometimento da administração da empresa.

A administração deve reconhecer e assumir as questões ambientais como sua responsabilidade, gestão corporativa alinhada com as políticas públicas e demandas da sociedade, definindo e documentando sua política ambiental.

A política ambiental é definida pela direção da empresa e deve expressar seu compromisso com a questão ambiental, atendendo às leis e às normas ambientais aplicáveis, buscando a melhoria contínua. Deve, ainda, ser pública e divulgada entre os funcionários e a comunidade externa (SENAI RS, 2003; NICOLELLA, MARQUES, SKORUPA, 2004).

### b. Objetivos Gerais e Planejamento

Os objetivos gerais do PGRS devem estar inseridos na política ambiental da empresa, além de serem expostos de maneira clara, estabelecendo relações de causa e efeito entre as atividades a serem executadas e os resultados esperados.

Abaixo, alguns exemplos de objetivos gerais:

- Reduzir o volume de resíduos destinados a aterros industriais e sanitários, reduzindo os riscos ambientais da atividade produtiva e os custos do manejo;
- Dar destinação adequada a todos os resíduos gerados pela indústria, reciclando e aprovei-

tando aqueles com potencial de valorização;

- Atender a todos os requisitos legais de gerenciamento de resíduos sólidos, mantendo a empresa em conformidade com a legislação do país.

Definida a política ambiental e seus objetivos, o próximo passo é compor a equipe de planejamento. Uma equipe de planejamento responsável pela elaboração do PGRS pode ser composta por duas ou três pessoas, quando atuar em pequenas empresas, ou por grandes grupos compostos por um funcionário de cada setor, no caso de empresas de médio e grande porte ou em empresas de grande complexidade produtiva e administrativa. Algumas vezes, pode ser necessária, ainda, a contratação de consultorias externas para se chegar a um bom plano.

A gestão de resíduos não é mais uma atividade de Final de Tubo, situação na qual bastava um ou mais técnicos na área ambiental para definir e implementar o melhor método de tratamento e disposição, atendendo aos requisitos legais.

De acordo com o modelo de gestão integrada de resíduos sólidos, recomendado pela PNRS, para se obter resultados concretos na redução de volume e valorização desses materiais há necessidade de envolver praticamente todos os setores da indústria no planejamento e na execução das ações. Há também a necessidade de coordenação da equipe por um técnico da área ambiental, devidamente habilitado e credenciado para assumir a responsabilidade técnica do plano.

A equipe de planejamento tem por função estimular a participação; coletar e organizar documentos e informações; analisar dados; elaborar os programas que farão parte do sistema de gestão; priorizar ações; e coordenar/monitorar a implantação e operação dos programas. Além disso, cabe a ela coordenar e/ou realizar o levantamento do histórico ambiental da empresa, dos requisitos legais e outras informações necessárias para o gerenciamento dos resíduos. Definir os métodos para identificação e caracterização dos resíduos gerados, identificar soluções possíveis para os diferentes problemas, fontes de recursos para investimento na implementação das soluções e discutir com a direção para tomadas de decisão.

### **c. Diagnóstico**

O diagnóstico é a fase na qual se deve elaborar um estudo da situação atual do gerenciamento de resíduos no empreendimento, base de dados para tomada de decisão sobre as ações a serem implementadas e as prioridades da empresa na sua execução.

A partir do diagnóstico da condição existente e da verificação de conformidades e não conformidades são definidas as ações, objetivos específicos, metas e o cronograma de implementação.

O diagnóstico começa pela identificação e caracterização do empreendimento:

- Razão Social, CNPJ, I.E., Nome Fantasia;

- Atividade Principal;
- Endereço do Empreendimento (logradouro, nº., bairro, cidade, CEP, telefone, fax, Coordenadas Geográficas e endereço eletrônico, se houver);
- Endereço para Correspondência, caso não seja o mesmo do empreendimento (logradouro, nº, bairro, CEP, cidade, estado e caixa postal, se houver);
- Número Total de Funcionários (próprios e terceirizados);
- Representantes legais e pessoas para contato.

Identificado o gerador, inicia-se o processo de diagnóstico atual de geração e gerenciamento de resíduos, que deve responder algumas perguntas fundamentais:

- quais resíduos são gerados,
- onde eles são gerados,
- qual o motivo da geração (fator gerador),
- quanto resíduo é gerado,
- qual sua composição,
- quando é gerado,
- qual a destinação atual dos resíduos.

As respostas a essas perguntas permitem uma caracterização completa dos materiais residuais, sua classificação quanto à origem e periculosidade e a identificação das não conformidades que deverão ser corrigidas.

A identificação dos tipos e dos pontos de geração de resíduos deve ser iniciada por uma avaliação da área externa, já que existe a tendência de se colocar para fora da fábrica todos os resíduos gerados nos processos de transformação.

A avaliação externa permite, também, a identificação de impactos positivos e negativos do modelo atual de gerenciamento.

Posteriormente, se faz a avaliação interna, através da qual é possível se observar “in loco” os tipos de resíduos gerados e os fatores geradores em cada operação ou célula produtiva. Para a realização desta avaliação será necessário elaborar um layout da fábrica e uma análise detalhada dos fluxos de produção e dos processos de transformação (Figura 8).

Com essas informações é possível elaborar um fluxograma linear ou em rede (Figura 9) ou quadro de informações (Quadro 2) que facilite o entendimento sobre a geração de resíduos na transformação industrial da madeira.

A identificação dos tipos e fatores geradores pode ser feita, ainda, através de dados secundários (relatórios da empresa, estudos anteriores, etc.) e de entrevista e workshops com os funcionários de cada setor.

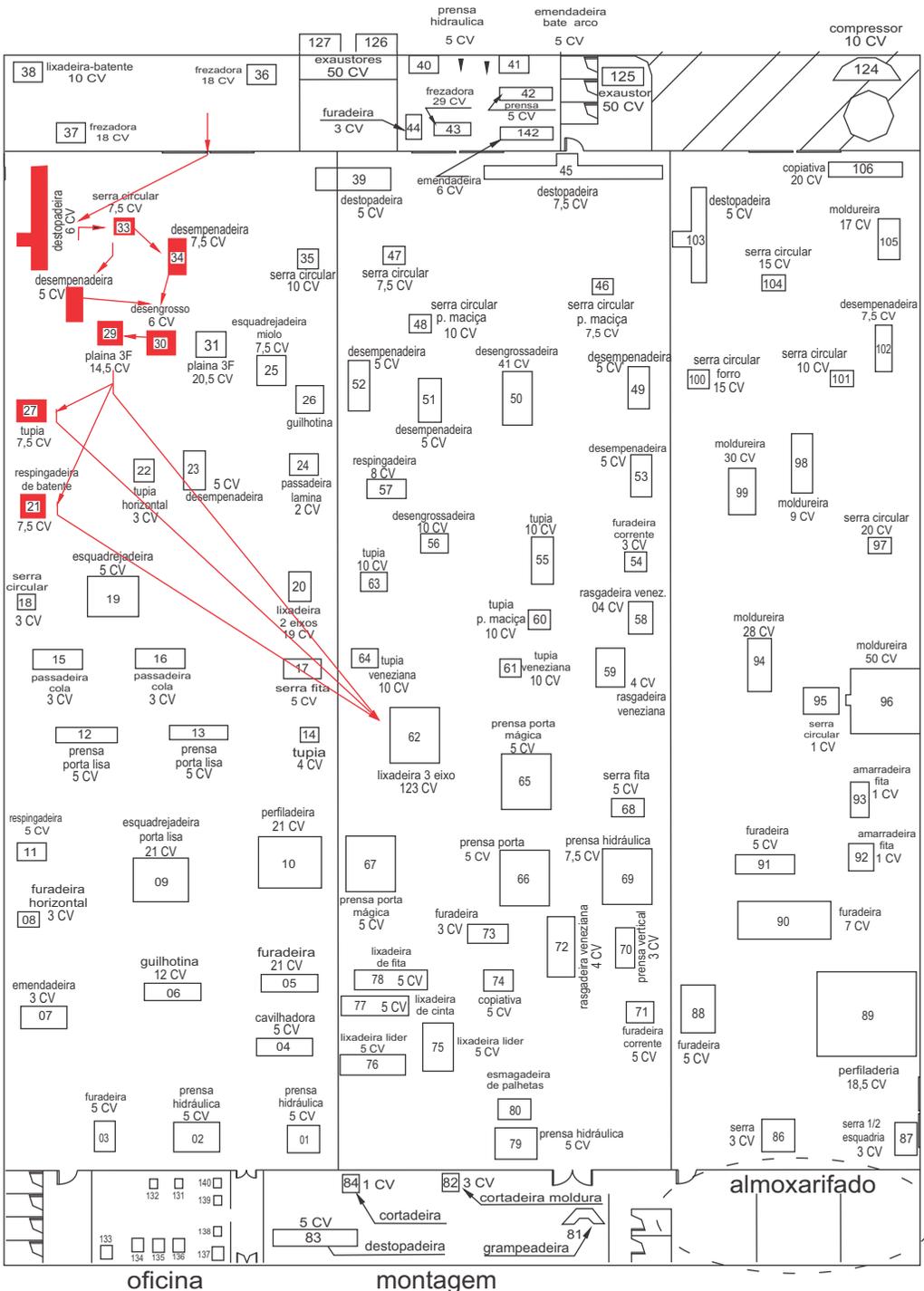
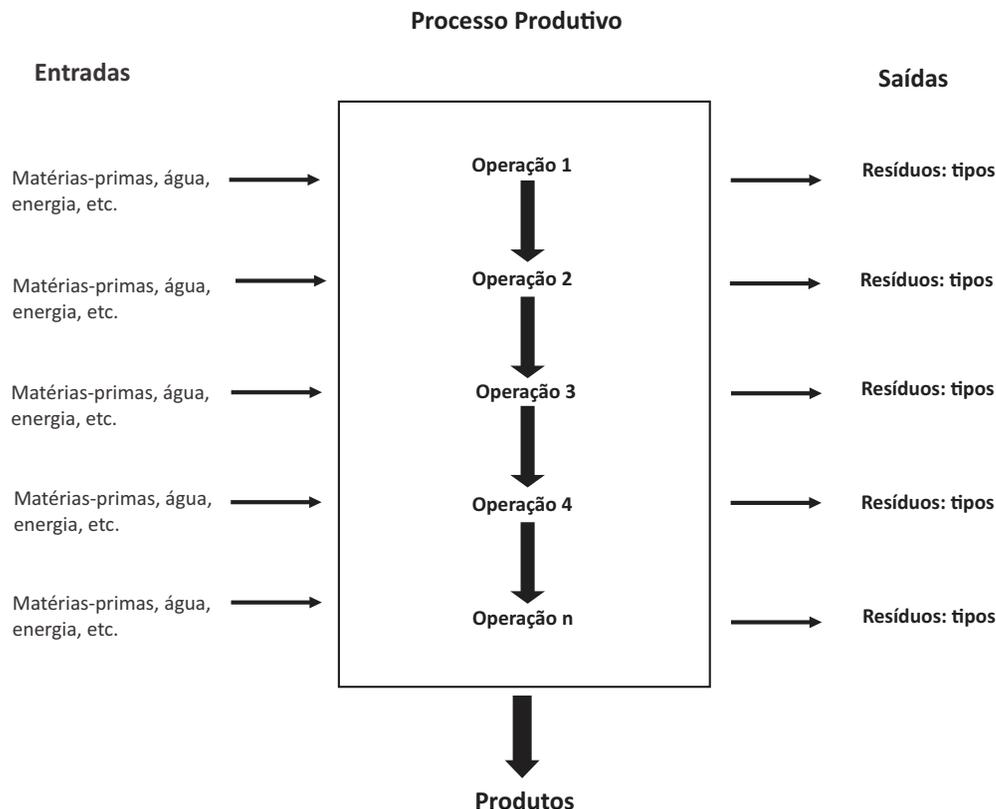


Figura 8. Layout de uma indústria madeireira indicando um fluxo de fabricação de um componente produzido pela empresa. (Fonte: Uliana, 2005)



**Figura 9.** Diagrama de um fluxo completo de fabricação de um produto e da geração de resíduos.

**Quadro 2.** Exemplo de um quadro de identificação de tipos de resíduos e fatores geradores apresentando resultados de uma indústria de móveis de madeira maciça.

<b>Tipo de operação</b>	<b>Fator gerador de resíduo</b>	<b>Tipo de resíduo</b>
1 - Recebimento de matéria-prima	- sem critérios de controle de qualidade da madeira na compra e no recebimento	- Material de aproveitamento - resíduo grosso
2 - Secagem da madeira em estufa	- falta de programa adequado de secagem para as diferentes espécies	- Material de aproveitamento - resíduo grosso
3 - Fase de preparação da matéria-prima: corte da peça de madeira no comprimento, para diferentes componentes em madeira certificada (serra circular)	- defeito nas peças - falta de adequação entre a dimensão das peças brutas em relação à dimensão do componente - operação de serrar	- Material de aproveitamento - resíduo grosso - resíduo fino
4 - Fase de preparação da matéria-prima: corte da peça de madeira na largura, para diferentes componentes em madeira certificada (serra circular)	- defeito nas peças - dimensão das peças brutas em relação à dimensão do componente - operação de serrar	- Material de aproveitamento - resíduo grosso - resíduo fino

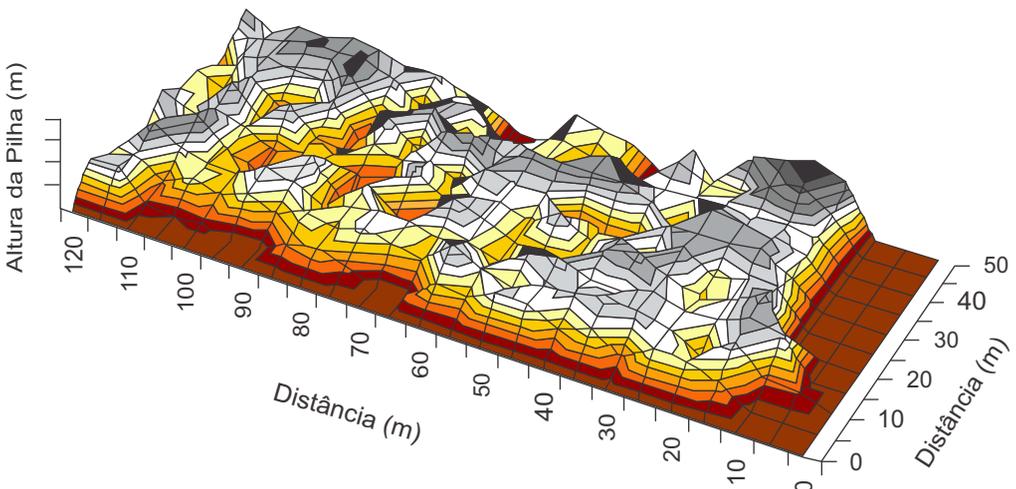
No caso das indústrias madeireiras as respostas geralmente estão associadas à qualidade da matéria-prima; a compatibilidade entre forma e dimensões da matéria-prima e desenho do produto; ao nível tecnológico da transformação; e as características da mão de obra.

O método de quantificação dos resíduos deve ser coerente com os objetivos do plano de gerenciamento e com as características e estado físico dos materiais residuais. Se, por exemplo, o objetivo do plano é o tratamento e disposição convencional, em alguns casos basta determinar o volume total de resíduos gerados. Em outros, em que há a geração de diferentes tipos de resíduos (perigosos e não perigosos, orgânicos e inorgânicos, sólidos e líquidos, etc.) pode ser necessária a quantificação de cada tipo e a sua segregação para uma correta destinação.

No caso em que o objetivo é a valorização de resíduos, o ideal é a quantificação por tipo de material. E, quando o objetivo é identificar os pontos críticos de geração, a quantificação deve ser realizada nas células produtivas ou em cada uma das operações que estão sendo avaliadas.

A quantificação pode ser realizada através de aferições diretas (pesagem, medição de vazão, etc.) ou através de estimativa, como pelo método de balanço de massa, da aplicação de modelos matemáticos e empíricos ou da adoção de índices de geração encontrados na literatura técnico-científica.

Nem sempre é fácil realizar a quantificação. O ideal é realizar a aferição com amostragens, controlando lotes de entrada de matéria-prima e lotes de saída de produtos e resíduos. Entretanto, algumas vezes nos deparamos com situações já criadas com grande volume de material residual acumulado. Nesse caso é preciso criatividade para selecionar formas adequadas de quantificação. Abaixo um exemplo aplicado em uma serraria na região norte do país, na qual a quantificação só foi possível através de métodos de topografia (Figura 10).



**Figura 10.** Diagrama de um fluxo completo de fabricação de um produto e da geração de resíduos. (Fonte: Germani, 2007)

A unidade para expressar o volume de resíduos também deve ser compatível com os objetivos do plano e com as características do material: m<sup>3</sup>, toneladas ou quilos, etc.

Uma vez concluídas as atividades de identificação e quantificação dos resíduos, a próxima etapa é inserir esses dados nos fluxogramas ou nos quadros apresentados anteriormente ou, ainda, criar uma tabela específica para apresentação dos dados de quantificação (Tabela 5). Essa tabela pode apresentar dados globais ou por processo e, também, informações sobre o custo com o manejo dos resíduos.

A composição química do resíduo é determinada com o objetivo de permitir a classificação do resíduo quanto à periculosidade e auxiliar no processo de tomada de decisão quanto ao gerenciamento: (i) formas de tratamento; (ii) potencial de valorização (recuperação, reciclagem, aproveitamento, reuso); (iii) necessidade de segregação dos resíduos na origem; (iv) incompatibilidade química, física e/ou biológica entre resíduos, evitando sua disposição ou armazenamento conjunto; (v) identificação das restrições legais, das condições recomendadas de transporte e disposição final; (vi) permitir a prevenção de acidentes; etc.

A caracterização deve ser realizada de acordo com as normas da ABNT (NBR 10004, NBR 10005, NBR 10006, NBR 10007) e os critérios da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A sazonalidade da geração é fundamental para definição da viabilidade de algumas formas de aproveitamento de resíduos, para dimensionamento das estações de tratamento e aterros para disposição, entre outras funções.

Na realização do diagnóstico podem ser encontradas inúmeras barreiras, tais como: resistência a mudanças e a paradas na produção; problemas gerados por aumento de demanda ou falhas no processo industrial; falta de informação adequada e estímulo à participação; falta de recursos financeiros para o diagnóstico; falta de organização e registro de informações na empresa; limitações de tempo para elaboração do plano; etc. Essas barreiras devem ser previstas pela equipe de planejamento, antes de se iniciar a coleta de dados, e ações para superá-las já devem ser incluídas na metodologia proposta.

Os dados, uma vez analisados, permitem gerar informações fundamentais para a definição de metas, prioridades, seleção de métodos de gerenciamento, estimar os custos de cada ação proposta, entre outros. As principais informações do diagnóstico são: a determinação do total de produtos, sub-produtos e resíduos gerados; a identificação dos pontos críticos de geração de resíduos; a identificação e quantificação das perdas por vazamento e emissões, das perdas por

**Tabela 5.** Geração de resíduos no processo de produção X.

Resíduos	Quantidade por período de tempo (dia, semana, mês, ano)	Unidade	Custo unitário para tratamento e disposição (R\$)	Custo total para tratamento e disposição (R\$)
A	X	L, kg, ton, m <sup>3</sup> , etc.	Y	Z
B	X	L, kg, ton, m <sup>3</sup> , etc.	Y	Z

tecnologia, das perdas relacionadas à qualidade de matéria-prima, das perdas por inadequada capacitação de mão-de-obra; determinar o desempenho econômico e ambiental da empresa/instituição, entre outras.

#### **d. Definição de prioridades, metas e soluções**

Concluído o diagnóstico e analisados os dados, pode-se definir as prioridades de ação, as metas e as soluções. Infelizmente, ao se elaborar um PGRS o técnico e sua equipe se deparam com limitações de tempo, recursos humanos e financeiros, que muitas vezes impedem a realização de todas as ações ao mesmo tempo. Com isso há necessidade de se definir as prioridades e estabelecer metas a serem atingidas com cada uma das ações.

Prioridades e metas devem ser definidas em consenso entre a administração da empresa e a equipe de planejamento.

Devem ser priorizadas as soluções para problemas de maior gravidade devido ao grande volume ou periculosidade; resíduos de maior risco ambiental e para a saúde pública; problemas que estão resultando em maior pressão pelos grupos internos e /ou externos, comprometendo a imagem da empresa; não conformidades já identificadas pelos órgãos ambientais e que estão em processo de ajustamento de conduta; entre outros.

Para definição adequada de metas e prioridades os envolvidos precisam ter pleno entendimento das relações problemas-causas-efeitos; avaliar com base em critérios ambientais, econômicos, sociais e de viabilidade tecnológica as possíveis soluções para cada problema identificado; testar a veracidade das causas de um problema antes de tomar decisões baseadas em tentativa e erro e, se possível, utilizar ferramentas de simulação para testar e comparar as alternativas de solução; e ter uma clara definição das expectativas de retorno da ação ao longo do tempo.

São inúmeras as fontes de informação para se identificar soluções. Como fontes internas podemos citar os próprios profissionais da unidade industrial. Neste caso podemos estimular o desenvolvimento de soluções através de brainstorming, concursos e outras técnicas de criatividade aplicadas à equipe. Alguns exemplos de fontes externas são as publicações técnico-científicas; as associações de classe, como a FIESP, que disponibiliza uma série de soluções em seu site (biblioteca virtual, banco de resíduos, manuais técnicos, etc.) e realiza reuniões setoriais e outros eventos para apresentação e disseminação de soluções para os problemas ambientais das indústrias; as agências ambientais, que nos últimos anos têm adotado uma nova postura, não apenas fiscalizando, mas estabelecendo parcerias com as empresas para o desenvolvimento e apoio na seleção de soluções adequadas de gerenciamento de resíduos; as universidades; entre outros.

O levantamento de soluções deve buscar responder as seguintes perguntas:

- i) Como deixar de gerar resíduos?

- ii) Como reduzir a geração de resíduos?
- iii) Como valorizar interna e externamente?
- iv) Como reduzir a periculosidade e/ou volume dos rejeitos?
- v) Como coletar, armazenar e dispor de forma adequada os rejeitos?

A seleção das alternativas de solução deve considerar o quanto cada uma contribui para a redução da quantidade, periculosidade e/ou impactos negativos dos resíduos; para a redução dos custos de coleta, tratamento e disposição; para a redução dos custos com matérias-primas e outros insumos, etc.

Além disso, é preciso: avaliar o sucesso ou fracasso obtidos por outras empresas do setor ao adotar solução semelhante; garantir que não haverá comprometimento da qualidade dos produtos; o tempo necessário para implementar cada alternativa, entre outros pontos.

O estudo de viabilidade econômica permitirá conhecer o período de retorno do investimento, a taxa interna de retorno e o valor presente líquido, dados fundamentais para que a empresa possa tomar decisão sobre implementar ou não aquela alternativa. Para tanto, é necessário saber:

- i) Qual o custo das soluções adotadas atualmente;
- ii) Qual o custo para instalar e operar as novas soluções propostas;
- iii) Qual o investimento necessário em equipamentos, obras civis, materiais, mão de obra, treinamento, etc.

Determinadas soluções podem trazer benefícios econômicos para a empresa, como a redução com os custos de tratamento e disposição ou a agregação de valor a resíduos que passam a ser utilizados internamente ou comercializados. Porém, em outras situações, mesmo representando um custo adicional poderá haver necessidade de investimento em um determinado tipo de solução para o atendimento à legislação, evitando gastos maiores com multas, processos e indenizações. Além da possibilidade de desgaste da imagem da empresa e da restrição de acesso a determinados mercados.

Benefícios sociais também devem ser contabilizados no processo de seleção das soluções. Especialmente os resíduos madeireiros podem ser doados como matéria-prima para programas municipais ou institucionais de capacitação de mão de obra em marcenaria; para associações ou cooperativas, para a produção de pequenos objetos de madeira e outros produtos, gerando renda, postos de trabalho e pequenos negócios locais; para escolas, para confecção de material didático e brinquedos pedagógicos; para prefeituras e programas habitacionais, para fabricação de componentes para a construção civil e composição de cestas básicas de construção; como lenha para uso em fornos de padarias e outros serviços comunitários; como substrato e cobertura de solo em programas de hortas comunitárias; dentre várias outras possibilidades. Essas alternativas, além de permitirem destinar corretamente os resíduos, resultam em melhoria da imagem da empresa.

### e. Programas de Ação

Definidas as prioridades, as metas e selecionadas as soluções, é importante organizá-las em programas de ação que possam em conjunto contribuir para que sejam atingidos os objetivos.

Um PGRS tem 3 objetivos principais: (i) reduzir a geração; (ii) valorizar os resíduos; (iii) tratar e dispor somente os rejeitos, ou seja, aquilo que não tem alternativa de solução. Assim, os programas de ação também são organizados dessa mesma forma: programa de minimização da geração, programa de valorização e programa de tratamento e disposição (Figura 11).

Os programas de minimização da geração podem incluir ações como educação ambiental, redesenho de produtos, mudança de fornecedores e substituição de matérias-primas, capacitação da mão de obra, adoção de protocolos de afiação de ferramentas e manutenção de máquinas, automação industrial, recuperação de materiais provenientes dos resíduos, entre outras soluções.

Os programas de valorização dos resíduos envolvem duas linhas básicas de ação: o aproveitamento e a reciclagem. Essas soluções podem ser aplicadas internamente ou através de parcerias externas.

Reciclagem é o termo utilizado para designar os processos industriais de conversão de resíduos novamente em matérias-primas que, posteriormente, serão utilizadas em novos produtos. Muitos materiais podem ser reciclados e os exemplos mais comuns são alguns tipos de plásticos, papéis e vidros (Figura 12).

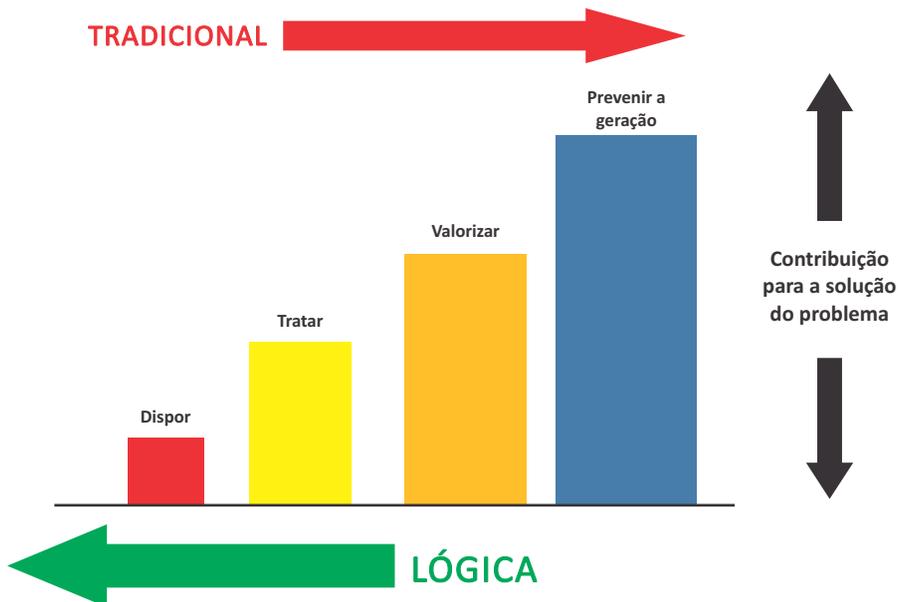


Figura 11. Abordagens de gerenciamento dos resíduos.

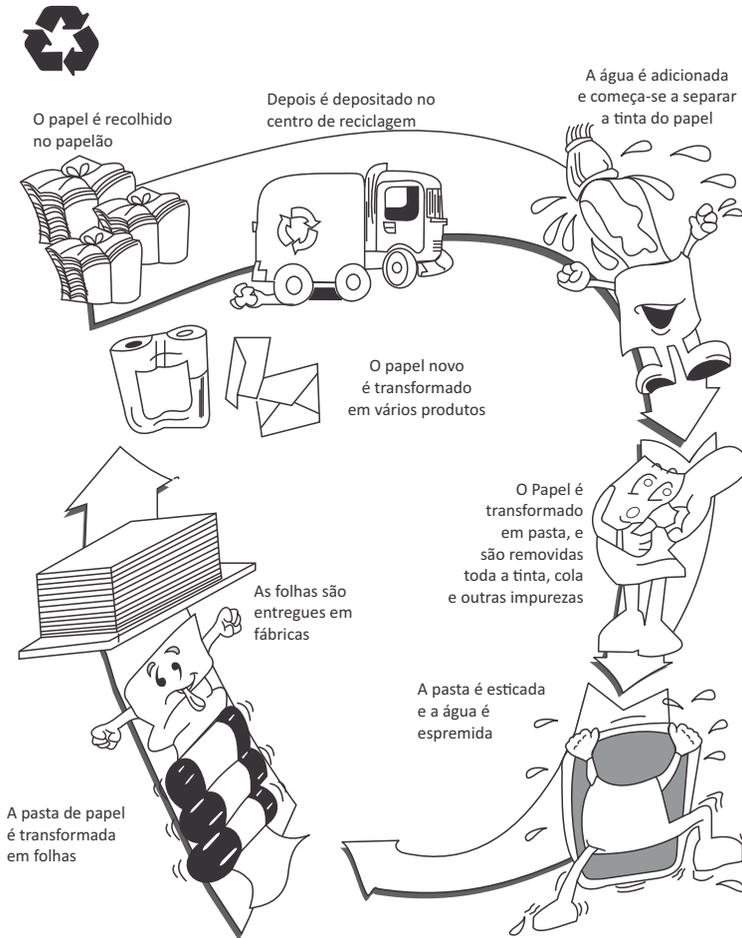


Figura 12. Fluxograma da reciclagem do papel.

O aproveitamento consiste em transformar um determinado resíduo em um novo produto ou em energia (aproveitamento energético), seja na sua forma original ou após passar por algum tipo de triagem, reciclagem ou tratamento. A Figura 13 apresenta alguns exemplos de aproveitamento de resíduos madeireiros.

Os programas de tratamento e disposição de resíduos envolvem ações técnicas voltadas à redução de volume, periculosidade e/ou riscos ambientais dos resíduos e rejeitos, para posterior aproveitamento ou disposição em aterro. A incineração, a decantação, a prensagem, a centrifugação, o encapsulamento, a floculação e a neutralização são alguns exemplos de tratamento de resíduos.

Procedimentos de emergência e de remediação também devem fazer parte das soluções de um plano de gerenciamento de resíduos visando prevenir, investigar e responder a situações de emergência.

Pisos e pastilhas de resíduos madeireiros



Energia: lenha, briquete, pellets



Móveis produzidos com resíduos madeireiros



Novos materiais produzidos com resíduos madeireiros: corantes, madeira-plástico, compósito cimento-madeira, fármacos e cosméticos



Figura 13. Alguns exemplos de aproveitamento de resíduos madeireiros.

Os programas de ação podem ser simples ou complexos. Os programas simples são compostos por ações de baixa demanda de esforços e recursos, com respostas rápidas, fundamentais para manter a motivação da equipe e dos colaboradores. Alguns exemplos de soluções simples: capacitação de mão-de-obra; definição de critérios de qualidade da matéria-prima. Os programas complexos exigem maior elaboração, alto investimento e o retorno só aparece no médio e longo prazo. Incluem ações como as mudanças em equipamentos ou instalações físicas; automação de processos; adoção de tecnologia para reuso/recuperação de resíduos; mudança de layout; troca de matéria-prima, entre outros.

#### **f. Implementação**

A fase de implementação só deve ter início, quando o plano estiver concluído, os problemas e soluções identificados, os responsáveis e as responsabilidades estabelecidas e documentadas e tudo disponível para todos os setores da empresa, especialmente para aqueles que terão que executar as ações.

A implementação deve partir das soluções mais simples, de menor custo e de resposta rápida. Elas movimentam todos os setores, estimulam a participação e a continuidade do processo de gerenciamento. E, gradativamente, vão sendo implementadas as ações mais complexas.

É necessário, também, realizar treinamentos e divulgar constantemente as informações sobre o andamento da implementação do plano para que todos estejam conscientes da importância do cumprimento das ações para se alcançar os objetivos desejados.

Todas as ações implementadas precisam ser documentadas e disponibilizadas para que, sempre que necessário, os envolvidos no gerenciamento possam consultar os procedimentos adotados, suas finalidades, identificar os responsáveis e os resultados já obtidos.

#### **g. Monitoramento**

O monitoramento tem a finalidade de medir o desempenho das soluções implementadas e ajustar as ações. Através do monitoramento são identificadas as não-conformidades e propostas as ações corretivas e preventivas. O monitoramento deve ser periódico e pode ser realizado através de procedimentos de rotina realizados pelos funcionários do setor, pela equipe de planejamento ou através de auditores externos.

A qualidade dos resultados do monitoramento depende da seleção de bons indicadores e de índices realistas, atualizados a cada coleta de dados. E, os resultados do monitoramento devem ainda ser documentados, apresentados à alta administração da empresa e disponibilizados aos interessados e envolvidos no processo de gerenciamento de resíduos, permitindo um ajuste do plano, atendendo aos requisitos legais, as exigências do mercado e da sociedade, num processo de melhoria contínua.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 48p.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado, 1988. 168 p.
- BRASIL. Lei Nº. 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos, de 2 de Agosto de 2010.
- COLBY, M.E. Environmental management in development: the evolution of paradigms. *Ecological Economics*, n.3, p. 193-213, 1991.
- DONAIRE, D. Gestão ambiental na empresa. São Paulo: Atlas, 1995, 134 p.
- GIANNETTI, B.; ALMEIDA, C.M.V.B. Ecologia industrial. Conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Edgar Blucher, 2006. 109 p.
- GOMES NETO, O. C. Diretrizes para elaboração de propostas de projetos (Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos). Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40 p.
- HOFFMAN, A, J. From heresy to dogma: an institutional history of corporate environmentalism. Stanford, Stanford Business Books, 2001. Expanded Edition.
- HOFFMAN, A. J. Institutional evolution and change: environmentalism and the US chemical industry. In *Academy of Management Journal*. Mississippi State, Academy of Management. V.42. Aug. 1999.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Rio de Janeiro, 2010. 219p.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal - Documento de Referência. Brasília, 2002. 133p.
- LA ROVERE (coord.); D'AVIGNON, A.; PIERRE, C.V.; KLIGERMAN, D.C.; SILVA, H.V.O.; BARATA, M.M.L.; MALHEIROS, T.M.M. Manual de auditoria ambiental. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2000. 133p.
- LAU, R. S. M. & RAGOTHAMAN, S. Strategic issues of environmental management. In *South Dakota Business Review*. Vermillion, v.56, dec. 1997.
- MONTEIRO, J.H.P., et al. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.
- NICOLELLA, G.; MARQUES, J.F.; SKORUPA, L.A. Sistema de gestão ambiental: aspectos teóricos e análise de um conjunto de empresas da região de Campinas, SP. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 42p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 39).
- ROSEN, C.M. Environmental strategy and competitive advantage: an introduction. *California Management Review*. Berkeley, Haas School of Business. V. 43, abril 2001.

- GERMANI, M. B. Diagnóstico da geração de resíduos na serraria da empresa Ecolog - RO. 2007. Monografia de Estágio Profissionalizante em Engenharia Florestal. Universidade de São Paulo.
- SENAI RS. Implementação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDO/INEP, 2003. 42 p.
- SOUZA, R.S. Evolução e condicionantes da gestão ambiental nas empresas. REAd – Edição Especial 30 Vol. 8 No. 6, nov-dez 2002.
- ULIANA, L. R. Diagnóstico da geração de resíduos na produção de móveis: subsídios para a gestão empresarial. 2005. Dissertação (Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo.

Projeto "Piso de Madeira Sustentável"

Project "Sustainable Wood Flooring"



PIMADS

