

### **III-120 - PROPOSTA DE DIMINUIÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM MADEIREIRA: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA**

**Franciane Andreza Veloso dos Santos Gonçalves<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela UFPA. Engenheira de Segurança no Trabalho pela UNAMA. Mestre em Sistemas de Energia pela UFPA. Professora EBTB do IFPA *Campus* Belém. Doutoranda em Tecnologia Ambiental na UNAERP.

**João Flávio Ribeiro Gonçalves<sup>(2)</sup>**

Arquiteto e Urbanista pela UNAMA. Engenheiro de Segurança no Trabalho pela UNAMA. Professor EBTB do IFPA *Campus* Abaetetuba.

**Wildemberg Raiol de Assunção<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Civil pela UFPA. Engenheiro de Segurança no Trabalho pela UFPA. Mestre em Tecnologia Ambiental pela UNAERP. Professor EBTB do IFPA *Campus* Belém. Doutorando em Tecnologia Ambiental na UNAERP.

**Eduardo Santos Pereira<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Florestal pela UFPA. Engenheiro de Segurança no Trabalho pela UFPA. Mestre em Tecnologia Ambiental pela UNAERP. Professor EBTB do IFPA *Campus* Belém. Doutorando em Tecnologia Ambiental na UNAERP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Almirante Barroso, 1155 - Marco - Belém - PA - CEP: 66000-000 - Brasil - Tel: (91) 3201-1739 - e-mail: [franciane.veloso@ifpa.edu.br](mailto:franciane.veloso@ifpa.edu.br)

#### **RESUMO**

A indústria madeireira é um setor muito forte em países como o Brasil, a Malásia e a Indonésia, além de vários países do Leste Europeu. A indústria madeireira é diferente da marcenaria, a carpintaria tanto por ser feita em escala industrial (enquanto aquelas são em modelo artesanal de produção) quanto por incluírem não só o corte, a modelagem e a finalização, mas todo o processo anterior, como o corte de árvores, o replantio de áreas desmatadas e o reflorestamento. Os processos de conversão da madeira em tora para madeira serrada envolvem muitos tipos de perda de madeira, representando uma considerável percentagem do volume inicial da matéria-prima. Costaneiras, aparas, destopos e serragem são geradas durante as operações de desdobro. Ainda se perde madeira serrada quando existe a presença de nós e diversos tipos de empenamentos resultantes da secagem ou da liberação de tensões de crescimento. Os resíduos gerados na produção de madeira são referentes ao processo de corte da madeira desde a entrada da matéria-prima até a classificação para o produto final. Este trabalho teve por objetivo analisar como uma indústria madeireira, visando a elaboração do plano de gestão integrada resíduos sólidos, realizando a destinação e acomodação final de seus resíduos sólidos. Constatou-se que os resíduos sólidos podem ser reaproveitados em diferentes finalidades, como o uso para fabricação de cabo de vassoura, cabos para ferramentas, na compostagem de adubos orgânicos. A partir da descrição do processo produtivo, desde a captação da matéria-prima até sua transformação em produto acabado, gera resíduos não só apenas pelo corte da madeira em dimensões desejáveis, mas também por peças inutilizadas que podem ser geradas através de erros no processo de corte e da qualidade inferior da matéria-prima. Como base para a elaboração do plano de gerenciamento, foi proposto um cenário para o processo de gestão do resíduo sólido. As etapas foram apresentadas em diagrama de blocos foram: Não geração; Redução, Reutilização, Reciclagem e Recuperação energética; Compostagem; outras alternativas; e Coleta, transporte interno, armazenamento e estocagem; e Coleta, transporte externo e disposição ambientalmente adequada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Madeira, Destopo, Serragem, Meio Ambiente, Gerenciamento.

#### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, a titularidade dos serviços que envolvem os resíduos sólidos domiciliares (RSD) é dos municípios que, com poucas exceções, não dispõem de políticas consistentes e nem de recursos suficientes para o gerenciamento correto desses resíduos, o que acaba contribuindo para a ocorrência de sobreposição de poderes

no setor, propiciando consideráveis impactos ambientais de difíceis soluções, além da pulverização de recursos públicos. Em suma, o país ainda carece de um modelo de gestão integrada para os resíduos sólidos que envolva os três níveis de governos (municipal, estadual e federal), enfatizando principalmente as diretrizes estratégicas, os arranjos institucionais, os aspectos legais, os mecanismos de financiamento, contemplando ainda, instrumentos facilitadores para o controle social nas políticas públicas entre elas aquelas relacionadas aos resíduos sólidos.

Segundo Leite (1997), na maioria dos municípios brasileiros, a ausência de modelos de gestão e de práticas adequadas para o gerenciamento dos resíduos sólidos dá lugar a uma variedade de “soluções” que, ainda nos dias atuais, parece ser o grande complicador no processo decisório das administrações públicas e do setor privado.

A principal condição para a formulação e implantação deste modelo de gestão, no país começou a ser delineada no dia 07 de julho de 2010, quando, após quase 20 anos de espera, foi aprovado, no Congresso Nacional Brasileiro, o Projeto de Lei (PL) nº 203/91 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que foi sancionada pelo presidente da república como Lei nº 12.305, em 02 de agosto de 2010 e, regulamentada pelo Decreto 7.404 de 23 de dezembro de 2010.

A nova Lei instituiu os princípios da gestão compartilhada dos resíduos sólidos, estabelece a obrigatoriedade da apresentação de planos plurianuais por parte dos entes federados, instituiu o sistema da logística reversa e prioriza financiamentos para os municípios que se articulam em consórcios para resolverem problemas comuns na área de resíduos sólidos.

Belém é um município brasileiro, capital do estado do Pará com uma área de aproximadamente 1.059,402 km<sup>2</sup>, localiza-se no norte brasileiro, distando 2146 quilômetros de Brasília, a capital nacional. Localizada na latitude 0 1° 23' Sul e longitude 048° 29' Oeste.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de uma Indústria Madeireira no Município de Belém-PA, proposto para o Município de BELEM- PA, que se constituiu num documento integrante do sistema de gestão ambiental, baseado nos princípios da não geração e da minimização da geração de resíduos, que aponta e descreve as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes a minimização na geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta e transporte interno, armazenamento temporário, tratamento interno, armazenamento externo, coleta e transporte externo, tratamento externo e disposição final.

O presente trabalho tem o objetivo de propor a melhor alternativa de gestão dos resíduos sólidos de uma indústria madeireira localizada no município de Belém, visando à minimização de riscos de impactos ao meio ambiente e a saúde da comunidade envolvida.

A Indústria Madeireira é o setor da atividade industrial baseado no processamento da madeira, desde o plantio até a transformação em objetos de uso prático, passando pela extração, o corte, o armazenamento, o tratamento bioquímico e a modelagem. O produto final desta atividade pode ser a fabricação de móveis, material de construção ou a obtenção de celulose para a fabricação do papel, entre outros derivados da madeira. A indústria madeireira é um setor muito forte em países como o Brasil, a Malásia e a Indonésia, além de vários países do Leste Europeu. A indústria madeireira é diferente da marcenaria, a carpintaria tanto por ser feita em escala industrial (enquanto aquelas são em modelo artesanal de produção) quanto por incluírem não só o corte, a modelagem e a finalização, mas todo o processo anterior, como o corte de árvores, o replantio de áreas desmatadas e o reflorestamento.

Conicidade de toras, ataques por organismos xilófagos, regiões de apodrecimento e nós geram perdas de madeira processada, pois estes defeitos são transferidos para as peças serradas. Conforme comenta Hochheim& Martin (1993) a eliminação destes defeitos, no momento da classificação, exige cortes com conseqüente perda de rendimento, e diminuição da velocidade de produção.

Os processos de conversão da madeira em tora para madeira serrada envolvem muitos tipos de perda de madeira, representando uma considerável percentagem do volume inicial da matéria - prima.

Costaneiras, aparas, destopos e serragem são geradas durante as operações de desdobro. Ainda se perde madeira serrada quando existe a presença de nós e diversos tipos de empenamentos resultantes da secagem ou da liberação de tensões de crescimento.

As perdas ainda podem ser decorrente, segundo Navarrete (1991), das exigências de qualidade que se impõem aos produtos florestais em nível nacional e internacional. Desse modo, parte dos resíduos gerados numa serraria são provenientes de erros nas dimensões dos produtos que impossibilitam sua comercialização, conforme as exigências do mercado consumidor. Os defeitos quanto às dimensões das peças de madeira são decorrentes, da afiação, do tensionamento e da vibração das serras, assim como pela falta de paralelismo e alinhamento destas e dos carros transportadores das toras, Jara (1987).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os resíduos gerados na produção de madeira são referentes ao processo de corte da madeira desde a entrada da matéria prima até a classificação para o produto final.

O acompanhamento foi realizado diariamente, obtendo-se o volume das toras, madeira serrada e resíduos sólidos de madeira. Para nível de praticidade do trabalho, analisou-se a divisão por espécie trabalhada semanalmente para se obter um resultado mais confiável.

Os métodos utilizados consistem da observação nas serrarias caracterizando o objetivo exploratório e descritivo da pesquisa; possibilitando avaliação do espaço de trabalho em seus aspectos funcionais, levantando os procedimentos nos processos de corte da madeira serrada, no qual se faz necessário uma classificação da madeira para cada finalidade (exportação, mercado interno e o resíduo). Foram utilizadas as observações simples e armada, sendo que a primeira permitiu observar espontaneamente os fatos que evidenciam a qualidade das toras, os cortes, a separação de material (destopos, costaneiras, etc) e a segunda foi objeto comprobatório da observação simples.

Os métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho com resíduos sólidos, consistem da observação nas serrarias caracterizando o objetivo exploratório e descritivo do trabalho; possibilitando avaliação do espaço de trabalho em seus aspectos funcionais, levantando os procedimentos nos processos de corte da madeira serrada, no qual se faz necessário uma classificação da madeira para cada finalidade (exportação, mercado interno e o resíduo). Foram utilizadas as observações simples e armada, sendo que a primeira permitiu observar espontaneamente os fatos que evidenciam a qualidade das toras, os cortes, a separação de material (destopos, costaneiras, etc) e a segunda foi objeto comprobatório da observação simples.

As fontes de informações necessárias a esta pesquisa foram conseguidas através da pesquisa de campo, evidenciadas pelas visitas às serrarias, na qual pode-se realizar a análise qualitativa através da classificação de uso da madeira de cada espécies.

O acompanhamento foi realizado diariamente, obtendo-se o volume das toras, madeira serrada e resíduos sólidos de madeira. Para nível de praticidade do trabalho, analisou-se a divisão por espécie trabalhada semanalmente para se obter um resultado mais confiável.

Com a utilização de material para anotações e mensurações como trena, caixas coletoras de madeira, pacotes de madeira, realizou-se a análise quantitativa. Esta se deu através de cálculos estatísticos de volumetria de cada espécie, objetivando-se aumentar a precisão dos dados recolhidos, bem como direcionar com mais eficácia o uso da matéria-prima.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As espécies estudadas foram, Andiroba (*Carapaguianensis* Aubl.), Cumarú (*Dipterix odorata*), Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e Tauari (*Couratari oblongifolia*).

Das toras desdobradas se coletou para estudo os destopos, onde cada peça foi mensurada em seu comprimento, largura e espessura, obtendo-se o volume, esses destopos foram separados formando os pacotes. Outra forma de obtenção para volume do resíduo foi caixas coletoras, no qual se calculou a capacidade das caixas, dando-se um desconto de 50% para cada uma caixa devido a desuniformidade de cada peça.

A formação de resíduo em cada ponto da linha de produção foi constatada por uma análise qualitativa. O grande volume de resíduos gerados reflete o baixo rendimento das serrarias.

Os resíduos gerados durante o processamento primário das toras podem ser classificados em vários tipos como: serragem, costaneiras, cascas, aparas, destopos e peças serradas com presença de defeitos.

Cada um dos cortes realizado na madeira durante o seu processamento gera resíduos de forma e volume diferentes. Através da análise pode-se observar que a serra fita primária gera como resíduo direto costaneiras e serragem.

Quanto mais fina e maior a conicidade de uma determinada tora, menor será seu rendimento, afinal, o desdobro da tora é guiado pelo seu menor diâmetro, e a produção das peças serradas só iniciam quando a mesma forma uma superfície plana sem curvatura. Toras muito cônicas produzem alto volume de costaneiras.

Tanto a serra múltipla circular como a serra circular simples geram como principais resíduos aparas laterais com presença de casca, pranchões e pedaços de madeira com grandes defeitos e podridão. A utilização deste resíduo também é pouco viável, todavia alguns moradores da localidade próxima à organização estão utilizando para a fabricação de carvão para uso doméstico. Existe desuniformidade dos resíduos provenientes destes cortes, isto se dá porque eles possuem a função de padronizar a largura das peças a serem produzidas, gerando lascas, e tabuas de largura desuniforme. Outro fato importante é a forma de aproveitamento na serra, onde peças que ficaram com espessura fora do tamanho padrão são separadas e utilizadas para completar outras espessuras.

As destopadeiras realizam o último corte na madeira antes que a mesma entre no processo de estocagem e /ou secagem. O destopo é caracterizado por um corte transversal na peça de madeira a fim de padronizar seu comprimento conforme o pedido do consumidor, ou para retirar partes da madeira que apresentem defeitos, seguindo um processo de classificação. Dada a própria característica deste corte e também por ser o último corte antes da finalização do processamento primário da madeira, estes resíduos são uniformes, com tamanhos padronizados e previamente conhecidos, por possuírem a mesma espessura e largura dos produtos finais, variando somente no comprimento.

Durante toda linha de produção, o percentual de serragem é muito elevado, essa serragem pode ser seca quando originada, diretamente, da madeira que está sendo beneficiada ou úmida, uma vez que as toras são desdobradas verdes. A serragem úmida é muita indicada para a produção de adubo orgânico, já que sofrerá uma decomposição mais rápida. A serragem seca pode ter usos alternativos como cobertura do solo dentro de galinheiros, além da possibilidade de compactar a serragem.

No diagnóstico inicial foi realizado um memorial fotográfico descrevendo a sequência do processo produtivo quanto à geração e coleta dos resíduos sólidos gerados na linha de produção da empresa.

O volume geométrico das toras foi determinado, tomando-se o diâmetro médio das extremidades das toras e os seus devidos comprimentos. Utilizou-se o volume geométrico para melhor quantificar a perda de matéria-prima durante a linha de produção Figuras 1. Foram utilizadas 69 (sessenta e nove) toras de cada espécie, as quais serviram de repetição para estudo, na qual se retirou à média das toras para obtenção do rendimento durante o desdobro.



**Figura 1 - Determinação da medida da tora.**

O volume de resíduos foi determinado com base na diferença entre o volume da tora e o volume de serrados obtidos no processo mecânico.

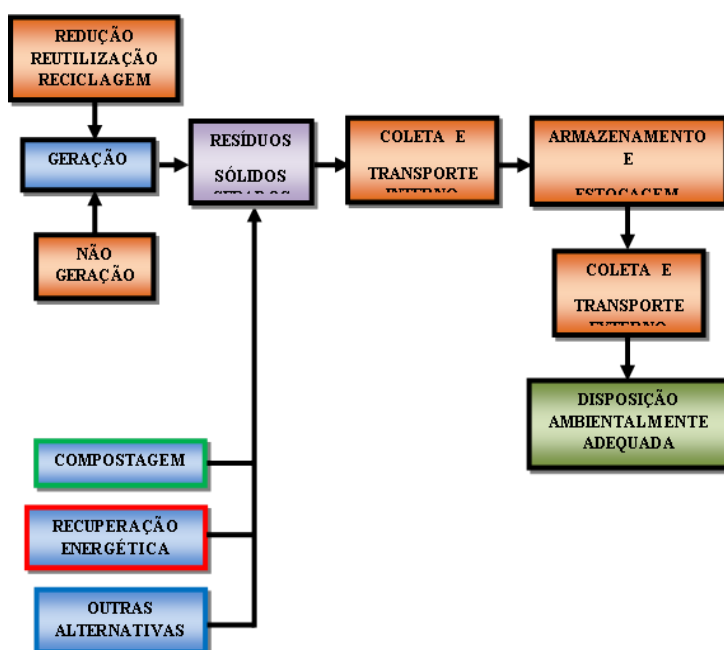
Outra forma de comparação para a determinação do volume de resíduos foi feita através da cubagem dos destopos, obtendo-se a formação dos pacotes e também através do volume da caixa coletora como mostra a figura 2.



**Figura 2 - cubagem dos destopos e volume da caixa coletora.**

## PROPOSTA DE CENÁRIO DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA MADEIREIRA

Como base para a elaboração do plano de gerenciamento, foi proposto um cenário para o processo de gestão do resíduo sólido. As etapas foram apresentadas em diagrama de blocos, como são ilustradas na Figura 3.



**Figura 3 - Cenário Proposto**



### 1. Não geração

Deverá ser aplicada qualquer prática, processo ou técnica que vise a redução ou eliminação em volume, concentração e/ou toxicidade dos resíduos na fonte geradora. Além da adoção de uma política ambiental por parte da empresa com o objetivo de criar um programa de redução da geração e do desperdício nos setores de produção da empresa.

Exemplo de ações para redução da geração de resíduos:

- Controle de qualidade no recebimento da matéria-prima;
- Mudança de matéria-prima ou de fornecedor;
- Adequação da modulação matéria-prima e componentes do produto;
- Capacitação da mão-de-obra;
- Manutenção de máquinas e de ferramentas.

### 2. Redução, Reutilização, Reciclagem e Recuperação energética

Aplicar a abordagem orientada a extrair valores materiais ou energéticos dos resíduos contribuindo para reduzir o volume que seria descartado e os custos com tratamento e disposição, ou seja, utiliza uma visão preventcionista, para atender a necessidade de melhorar a eficiência na exploração de recursos utilizando algumas técnicas que ajudam na abordagem de prevenção de resíduos, tais como: Redução, Reutilização, Reciclagem (3R) e recuperação energética.

- Redução - Tanto quanto possível, de redução dos resíduos é a opção preferível.
- Reutilização - Se os resíduos são produzidos, todos os esforços devem ser feitos para reutilizá-los se for viável.
- Reciclagem A reciclagem é a terceira opção na hierarquia de gestão de resíduos.
- Recuperação - Finalmente, pode ser possível recuperar materiais ou energia a partir de resíduos que não podem ser reduzidos, reutilizados ou reciclados.

### 3. Compostagem

Sugere-se que uma parte da serragem gerada seja utilizada para compostagem que é geralmente considerada o processo mais eficiente de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos, produzindo a custos aceitáveis um produto higiênico e útil: o composto. A compostagem elimina fatores adversos ao meio ambiente, causados pela degradação não controlada da biomassa, e aumenta o valor nutricional do composto resultante em relação ao material de partida.

### 4. Outras alternativas

Aplicar a abordagem orientada a extrair valores materiais ou energéticos dos resíduos contribuindo para reduzir o volume que seria descartado e os custos com tratamento e disposição.

Agregar valor de mercado ou uso aos resíduos utilizando a reciclagem e o aproveitamento que 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. Alguns exemplos de aproveitamento de resíduos madeireiros: briquete, deck de madeira-plástico, móveis, paletes, cabos de vassoura e etc..

### 5. Coleta, transporte interno, armazenamento e estocagem

Propõe-se que os resíduos sólidos de menor porte sejam coletados por um sistema exaustor em cada equipamento gerador de resíduos sólidos de partículas pequenas tais como a serragem e cavacos e posteriormente transportados para sua área de estocagem também por um por equipamento exaustor e ensacados em sacos de 50 Kg, separados em pilhas de estocagem em um galpão com área coberta e fechada, pois a serragem em suspensão no ar pode causar irritação às pessoas e causa problemas a saúde nos trabalhadores (dermatológicos e oftalmológicos).

Os resíduos sólidos de maior porte tais como destopos de toras, costaneiras e tábuas devem ficar temporariamente acomodados em pilhas de forma adequada e posteriormente transportados diariamente para a

estocagem onde ficaram acomodados de forma separada sendo que se possível as tábuas e costaneiras devem ficar em local coberto.

#### 6. Coleta, transporte externo e disposição ambientalmente adequada.

Os rejeitos do processo de recuperação energética que são gerados na caldeira e que não sejam partes já não aproveitáveis do material que já passou por processo de reciclagem devem ser enviados a aterros sanitários ou área ambientalmente adequadamente correta para armazenagem por uma empresa de transporte terceirizada contratada pela madeireira para realizar este serviço.

## CONCLUSÕES

A análise de uma indústria madeireira, no município de Belém-PA, visando a elaboração do plano de gestão integrada resíduos sólidos, realizando a destinação e acomodação final de seus resíduos sólidos. Identificou-se que os resíduos sólidos podem ser reaproveitados em diferentes finalidades, como o uso para fabricação de cabo de vassoura, cabos para ferramentas, na compostagem de adubos orgânicos.

Existe a possibilidade de identificação dos graus de desperdício em cada etapa do processo produtivo, e consequentemente redução das perdas no processo buscando melhor potencialidade de utilização dos resíduos, levando em conta não só o potencial econômico, mas também minimizar os impactos ao meio ambiente.

Sugere-se a empresa realizar o acompanhamento da evolução do sistema de gestão implantado, através do monitoramento das ações planejadas e proposições de ações corretivas levando-se em consideração um horizonte de planejamento até 2033.

Sendo que os responsáveis pelo monitoramento do Plano de gestão de resíduos sólidos deverão manter os registros de geração, tratamento e destinação final dos resíduos atualizados levando-se em consideração o implemento de novos produtos e ou atividades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LEITE, W.C.A. Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos hídricos (UGRHI-5) como referência. São Carlos: 1997, 250p. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo - USP.
2. BRASIL, Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305 de 22/08/2010..
3. BELÉM, Legislação municipal nº 7.917, de 8 de out. de 1998. Dispõe sobre os serviços e obras para a coleta, tratamento e disposição final de esgoto sanitário no município de Belém e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.ufpa.br/numa/legislacao\\_BELÉM/lei\\_7631\\_bel.htm](http://www.ufpa.br/numa/legislacao_BELÉM/lei_7631_bel.htm)> Acesso: 15 set.2016.
4. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Estabelece a revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> . Acesso em: 12 de março de 2016.
5. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 de junho. 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 12 de março de 2016.
6. BRASIL. Decreto Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 de dezembro. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm)>. Acesso em 23 de outubro de 2015.
7. BRASIL. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 de nov. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em 03 de outubro de 2015.

8. BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 05 de janeiro. 2007. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em 05 de outubro de 2015.
9. BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos e Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 de agosto. 2010. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em 03 de outubro de 2015.
10. BRASIL. Resolução CONAMA Nº 313 de 29.10.2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2002\\_313.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_313.pdf)>. Acesso em 10 de janeiro de 2016.
11. HÜEBLIN. H. J. Modelo para a aplicação da metodologia Zeri. Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento. Curitiba. 2001. 139 f. Dissertação de mestrado. CEFET.PR. Disponível em: <<http://www.ppgte.cefetpr.br/dissertacoes/2001/hans.pdf>>. Acessado em 15/09/2003.