

LEVANTAMENTO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA PRODUÇÃO DE FIOS DE COBRE

Rafaela Franqueto (Mestre em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau)

rafaela.eng@meioambiente.eng.br

Resumo: O uso de cabos produzidos com cobre é fundamental para cabeamento elétrico para automóveis. Esse estudo teve como objetivo realizar o levantamento dos resíduos gerados durante o processo de fabricação de cabos de cobre encapados anti-chamas e a manutenção do processo em um empreendimento na região centro-sul do estado do Paraná. Foi realizado o levantamento produtivo no empreendimento, com fluxogramas bem como a identificação dos resíduos gerados em cada etapa. Por fim, o estudo conclui com base no levantamento que a minimização dos resíduos gerados durante o processo produtivo, deve-se iniciar com o treinamento de pessoal por meio de programas de educação ambiental e a segregação dos resíduos para um possível reaproveitamento.

Palavras-chave: gerenciamento de resíduos, impacto ambiental, minimização de resíduos.

IDENTIFICATION AND MANAGEMENT OF SOLID WASTE GENERATED IN THE PRODUCTION OF COPPER WIRES

Abstract: The use of cables produced with copper is fundamental for electric cabling for automobiles. This study aimed to carry out a survey of the waste generated during the manufacturing process of copper mantle anti-flames and the maintenance of the process in an enterprise in the south-central region of the state of Paraná. A productive survey was carried out in the project, with flow diagrams as well as the identification of the residues generated in each stage. Finally, the study concludes from the survey that the minimization of waste generated during the production process should begin with the training of personnel through environmental education programs and the segregation of waste for possible reuse.

Keywords: waste management, environmental impact, waste minimization.

1. INTRODUÇÃO

Na indústria de condutores e cabos elétricos, o cenário está cada vez mais competitivo pela entrada de produtos importados de baixo custo, especialmente advindos de países como China e a Índia. Nesse sentido, as empresas nacionais vêm buscando através da diferenciação de produtos por tecnologia e qualidade o seu espaço.

Para o setor de produção de condutores elétricos, os efeitos causados pelas mudanças econômicas, fizeram com que as empresas mudassem tanto no comportamento quanto em sua participação no mercado. Para Juran (1993), essas mudanças tornaram-se fundamentais para a obtenção de vantagens competitivas e a melhoria dos processos produtivos. E de acordo com Heredia (2010), a automação vêm ganhando espaço, tornando-se essencial para empresas de grande porte, principalmente de fios de cobre.

Desta forma, Allwood et al. (2011) reportam que quanto mais se produz, maior será a geração de resíduos, sejam eles de caráter sólido, líquido ou até gasosos.

O presente trabalho tem como objetivo realizar o levantamento dos resíduos gerados durante o processo de fabricação de cabos de cobre objetivando a menor geração de resíduos no empreendimento.

2. METODOLOGIA

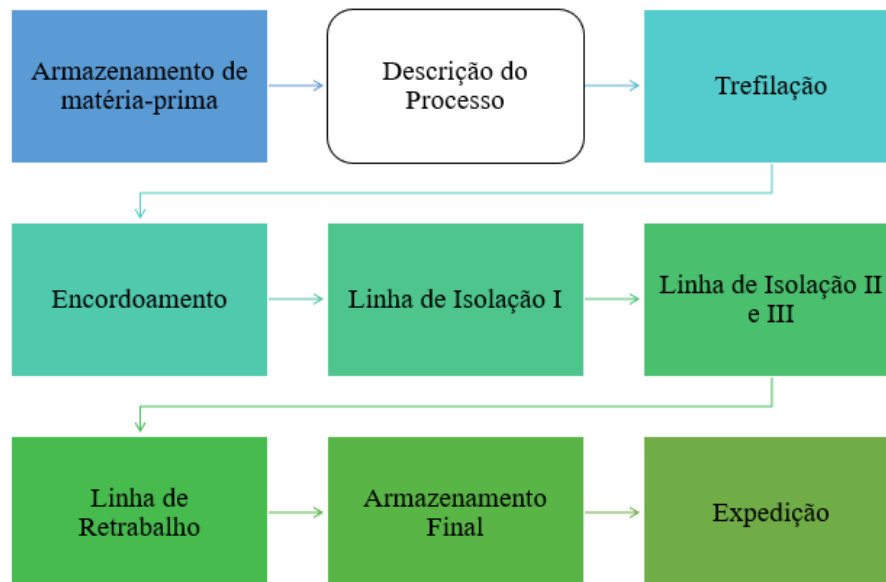
O levantamento foi realizado em uma empresa, localizada na região centro-sul do estado do Paraná, que produz aproximadamente 35 mil quilômetros de cabos de cobre encapados anti-chamas, os quais são utilizados para diferentes objetivos, como o cabeamento de rede elétrica de veículos automotores.

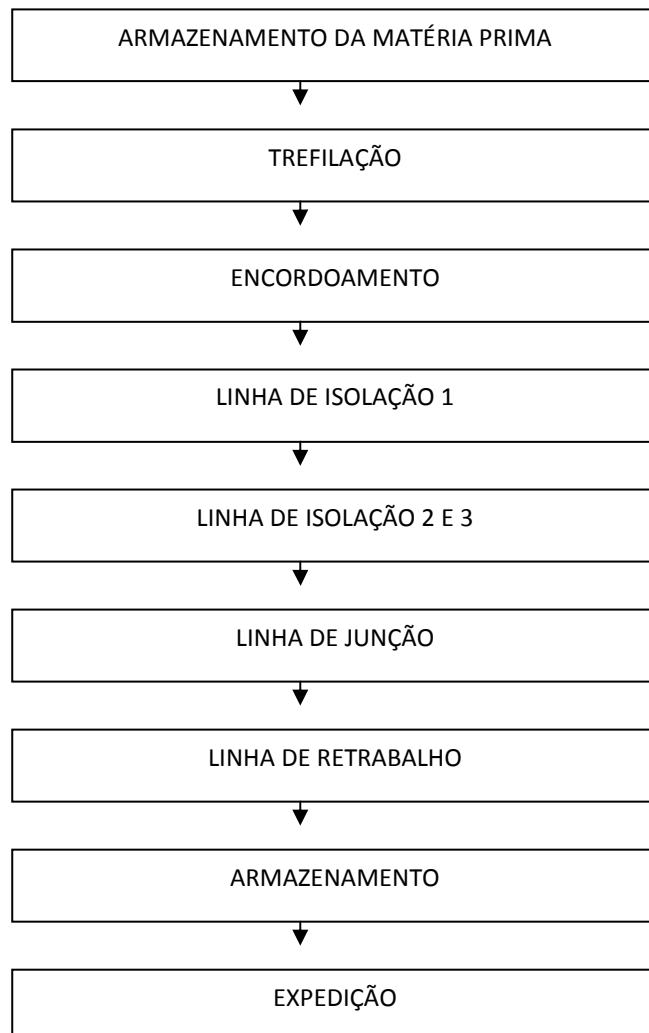
Durante o levantamento, foi identificado que a empresa não produz a matéria-prima, sendo essa oriunda de outras empresas. Como matéria-prima podemos relacionar o cobre PVC e polietileno, corantes e o gás GLP.

Ainda durante o levantamento, pode-se identificar que a empresa está situada em condomínio industrial, não apresentando vegetação nativa, corpos d'água ou nascentes ao redor

do empreendimento, não sendo identificados assim, riscos de degradação ambiental. A Figura 1 mostra o fluxograma do processo.

Figura 1 Fluxograma do Processo





2.2.1 Armazenamento da matéria-prima

O armazenamento da matéria-prima (cobre PVC e polietileno) é realizado no galpão principal do empreendimento, coberto e impermeabilizado.

O gás GLP bem como óleos lubrificantes são armazenados em outro galpão. Nesse mesmo galpão são alocados o óleo lubrificante usado bem como o resíduo reciclável. Ressalta que esses resíduos são deixados temporariamente até destinação final adequada.

2.2.2 Descrição do processo

A produção inicia-se na trefilação e passa por três linhas de trabalho, onde é feita a união do fio de cobre com o material anti-chamas.

2.2.2.1 Trefilação

Consiste em puxar o fio de cobre através de uma matriz, por meio de uma força de tração a ele aplicada na saída da matriz. Esse processo acarreta na redução da seção transversal (largura) e respectivo aumento no comprimento do material.

a. Desbobinamento: O cobre, utilizado como matéria-prima, vem enrolado em bobinas. A primeira etapa do processo produtivo consiste em desenrolar esse metal das bobinas e assim alimentar o processo seguinte com controle e em diversas velocidades.

b. Recozimento: A peça deve permanecer aquecida por algum tempo na temperatura entre 475°C e 750°C para que as modificações atinjam toda a massa da mesma. O recozimento elimina a dureza de uma peça, tornando-o um produto com maior resistência mecânica e maior flexibilidade. Após o recozimento, o metal passa por uma fieira. A fieira é uma ferramenta que contém um furo no centro por onde passa o fio e que vai afunilando, ou seja, o diâmetro vai diminuindo. É utilizado óleo lubrificante para diminuir o atrito e facilitar a trefilação.

c. Bobinamento: Ao sair da fieira, o fio passa pelo processo de bobinamento, no qual é enrolado em pallets a fim de evitar nós.

d. Identificação: A identificação é feita por bitolas nas bobinas. Diâmetro do fio.

2.2.2.2 Encordoamento

O encordoamento consiste em reunir e torcer entre si uma série de fios elementares, formando um condutor. Essa construção apresenta uma melhor flexibilidade e maior dimensão do que o fio.

2.2.2.3 Linha de isolamento 1

O processo divide-se em:

a. Alimentação da máquina: É o momento em que entra o fio de cobre pré-aquecido e posteriormente ocorre a extrusão com o polietileno.

b. Extrusão: Processo de obtenção de comprimentos ilimitados e seção transversal do fio resultante da soldagem, obrigando o material a passar através de um cabeçote sob condições de pressão e temperatura controladas.

c. Resfriamento: Por meio de água.

2.2.2.4 Linha de isolamento 2 e 3

Processos praticamente iguais à linha de trabalho 1, estes diferem apenas pelo processo de marcagem, no qual produzem tinta e embalagens de solvente como resíduo.

2.2.2.5 Linha de junção

A linha de junção gera resíduos como plástico, papel e fio (sucata) e divide-se em: recebimento do material da expedição; junção; liberação e identificação.

2.2.2.6 Linha de retrabalho

O processo divide-se em: recebimento do material do Departamento de Qualidade/Produção; triagem do material, retrabalho, liberação e identificação.

2.2.3 Armazenamento

Após a Linha de Junção e de Retrabalho do processo produtivo, os rolos de fios automotivos são armazenados em pallets de madeira no mesmo galpão que é armazenada a matéria-prima, em áreas separadas.

2.2.4 Expedição

Com o auxílio de uma máquina empilhadeira são retirados os produtos das áreas de armazenamento até as carregadeiras que carregam os caminhões. Os caminhões fazem a entrega dos produtos aos clientes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Gestão de resíduos

3.1.1 Classificação dos resíduos gerados

A Norma Brasileira ABNT NBR 10.004:2004 (ABNTM 2004) classifica os resíduos como rejeitos de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição cujas particularidades os tornem inviáveis, exigindo assim soluções técnicas e economicamente executáveis perante a tecnologia acessível.

A Tabela 1, mostra os resíduos que são gerados na área de produção.

Tabela 1 – Resíduos gerados na área de produção

Processo		Resíduo gerado
Trefilação	Desbobinamento	Palett (madeira); Papelão; Fita de aço/nylon
	Recozimento	Água com óleo
	Bobinamento	Cobre (sucata)
	Identificação	Papel de etiqueta; Papelão; Plástico
Encordamento	Alimentação na máquina	Filme Strech*; Cobre (sucata)

	Identificação	Papel; Plástico; Papelão
Linha de Trabalho 01	Alimentação da máquina	Filme Strech*; Plástico; Papelão; Palett (madeira); Cobre (sucata)
	Extrusão	Borra (sucata); Cobre (sucata)
	Resfriamento	Estopa
Linha de Trabalho 02 e 03	Alimentação da máquina	Filme Strech*; Plástico; Cobre (sucata)
	Extrusão	Borra (sucata); Plástico; Palett (madeira); Filme Strech*; Papelão
	Resfriamento	Estopa
	Marcagem	Recipiente de solvente; Tinta
	Junção	Plástico; Papel; Fio (sucata)
Linha de Retrabalho	Retrabalho	Papel; Plástico; Fio (sucata)

*o Filme Strech é um filme de polietileno com capacidade de esticamento e extrudado em tri-camada, utilizado no embalagem de materiais paletizados com objetivo de proteção da carga contra violação, poeira e umidade.

A Tabela 2, mostra os resíduos oriundos da manutenção do processo e dos espaços físicos do empreendimento.

Tabela 2 – Resíduos gerados na área de manutenção

Área dos resíduos gerados	Descrição
Pinturas	Latas de tinta vazias e outros materiais que entraram em contato com solventes, como a estopa, por exemplo
Escritório	Papel; Plástico; Lâmpadas; Componentes eletrônicos
Higiene pessoal	Papel higiênico
Varrição	Poeira; Galhos; Folhas
Conserto de equipamentos	Peças de máquinas; Óleo; Graxas; Estopas

A emulsão oleosa gerado pelo processo de trefilação, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004) é classificada como um resíduo perigoso. Nesse sentido, é necessário aplicar um tratamento físico-químico separa o óleo da água para posteriormente prosseguir com o descarte

dos resíduos. Os produtos químicos utilizados assim como as embalagens vazias de produtos perigosos também são classificados como resíduos Classe I.

Os demais resíduos gerados pelos processos de produção de cabos, como por exemplo plástico, papel, e metal, classificados pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) como resíduos não-inertes. Já os resíduos de cobre e material isolante GERADOS no processo produtivo, classificados também como não-inertes, por ter um valor comercial por meio reciclagem.

3.1.2 Acompanhamento da geração de resíduos no empreendimento

O acompanhamento dos resíduos gerados pelo empreendimento será feito através de relatórios mensais, onde os dados deverão ser coletados diariamente pelos próprios funcionários. Os resíduos serão quantificados em volume ou em peso, dependendo de suas características, bem como deverá ser especificada a sua origem.

Uma vez a cada mês o relatório será entregue a um técnico responsável. É função deste analisar o relatório observando se houve ou não um aumento ou uma diminuição no volume de resíduos gerados. No caso de aumento desse volume, o técnico deverá investigar suas causas e procurar soluções para o problema. O técnico também deverá dar o suporte necessário à empresa, ajudando com qualquer dúvida que os funcionários possam ter ou mesmo com qualquer eventualidade que possa ocorrer nos processos de acondicionamento, armazenamento ou disposição final dos resíduos gerados.

Nos últimos anos muitos trabalhos foram realizados no sentido do desenvolvimento de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, e no ano 2010, foi sancionada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Conforme prediz A Política Nacional do Meio Ambiente - Lei nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981) reporta que qualquer poluidor (pessoa física ou jurídica), com direito público ou privado, de forma direta ou indiretamente, se for considerado um causador de degradação ambiental, estará sujeito à pena de reclusão e multa. A empresa do estudo argumenta que sempre cumpriu e respeitou as normas ambientais, inclusive a Norma Brasileira 10.004 (ABNT, 2004).

3.2 Acondicionamento dos resíduos

O acondicionamento dos resíduos do escritório e banheiros será feito em lixeiras encontradas no interior dos mesmos. Estas serão esvaziadas por um funcionário responsável pela limpeza, e os resíduos serão levados para o local de armazenamento para posterior coleta, feitos pela prefeitura.

O óleo lubrificante usado é classificado, segundo a NBR-10.004 (BRASIL, 2004), "Resíduos Sólidos - classificação", como classe I – perigosos, por apresentar toxicidade. Portanto deve ser devidamente armazenado para prevenir reações violentas ou vazamentos.

A forma mais comum de acondicionamento desse resíduo é em tambores feitos de chapa metálica ou material plástico, apresentam forma cilíndrica, possuem capacidade de 200L e devem permanecer tampados. Os tambores devem ser devidamente rotulados, ou a identificação deve estar na parede indicando o tipo de resíduo ou a sua classificação.

Ao longo de toda área da indústria deverá haver recipientes destinados à coleta de material reciclável de acordo com a Resolução nº 275 de 25 de abril de 2001 do CONAMA (BRASIL, 2001), que contempla a separação seletiva dos resíduos sólidos, sendo que os mesmos devem ser acondicionados em containers, protegidos das intempéries, identificados através de cores diferentes padronizados pelas seguintes cores (Sendo: Plástico = Vermelho; Papel = Azul; Vidro = Verde; Metal = Amarelo; Orgânico = Marrom; Madeira = Preto e Perigoso = Laranja):

Figura 2 – Cores estabelecidas pela Resolução Conama 275/2001 para coleta seletiva



Fonte: BRASIL (2001)

O armazenamento dos resíduos será feito em local apropriado e afastado cerca de 40 metros da indústria. Consiste em uma área coberta, composta de repartições de alvenaria e com piso de concreto com espessura de no mínimo oito centímetros.

Cada compartimento terá portas metálicas que facilitem tanto o armazenamento e a retirada dos resíduos, manualmente ou com uma empilhadeira, quanto à ventilação, para que possam permanecer fechadas com cadeado. Para evitar o contato com a chuva, em frente a essas portas, a largura do beiral deverá ser maior. O piso deverá ser de concreto de modo a facilitar a passagem.

Para o armazenamento do óleo lubrificante e do óleo lubrificante usado, a porta deverá estar localizada sob uma parede de concreto de quinze centímetros para que se caso houver o rompimento de algum tambor de óleo, esta área de armazenamento servirá como uma bacia de contenção. Caso ocorra o derramamento, a empresa deverá fazer a limpeza do local e acondicionar esse óleo que esteve em contato com o piso em outro tambor no qual deve ser destinado à empresa de coleta de óleo usado.

Conforme croqui em anexo, de um lado é armazenado o óleo lubrificante e óleo lubrificante usado, do outro ao gás GLP e no centro destinado aos materiais recicláveis. As paredes têm

como objetivo não contaminar os materiais recicláveis pelo óleo lubrificante, segundo a NBR-11.174 (BRASIL, 1988) de Armazenamento de resíduos classes II -não inertes e III – inertes, os resíduos recicláveis devem ser armazenados de maneira a não possibilitar a alteração de sua classificação e de forma que sejam minimizados os riscos de danos ambientais.

Conforme a NBR-12.235 (BRASIL, 1988), os tambores de óleo lubrificante usados devem ser armazenados, preferencialmente, em áreas cobertas, bem ventiladas, e os recipientes devem ser colocados sobre uma base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação e percolação de substâncias para o solo e águas subterrâneas. A área deve possuir ainda um sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados para que sejam posteriormente tratados.

Já os resíduos da varrição e domésticos, que não entraram em contato com os resíduos perigosos serão armazenados em local distante da indústria, sendo que para os resíduos de varrição é utilizada a caçamba de entulho e para os resíduos domésticos uma caçamba fechada na área externa da indústria, aguardando a retirada deste resíduo pelo serviço municipal de coleta até ao aterro sanitário.

O armazenamento na área externa será em container metálico o qual não permite contato com a água da chuva. Ficando entre o meio fio e o muro da empresa, desde que não atrapalhe a passagem de pedestres.

A retirada dos resíduos de varrição e jardinagem é realizada por uma empresa contratada no qual deverá entregar um contrato ou uma nota fiscal que deve ser anexada ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, comprovando o serviço.

3.4 Destinação final dos resíduos

O material da coleta seletiva e a sucata devem ser encaminhados para empresas de reciclagem.

Os resíduos gerados no escritório e os de higiene pessoal, assim como os de varrição, são coletados pelo caminhão da cidade responsável pela coleta de lixo, sendo destinados ao aterro sanitário.

Os resíduos recicláveis são vendidos para uma empresa do ramo da reciclagem, ao qual vem até a indústria com caminhão próprio, faz a pesagem dos resíduos, e por fim fornece ao empreendimento um contrato ou uma nota fiscal que deve ser anexada ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, comprovando esta comercialização.

O óleo lubrificante utilizado não deve ser direcionado para qualquer sistema de drenagem pública, deverá ser encaminhado para sistemas de tratamento água-óleo. O efluente resultante das caixas separadoras segue então para a rede pluvial e o óleo mantido na caixa é coletado e direcionado para o local de armazenamento para posteriormente ser encaminhado a uma empresa de rerrefino de óleo. O lodo gerado na caixa separadora e os resíduos contaminados pelo óleo lubrificante serão destinados a um aterro industrial.

Estopas e tecidos que contém óleo lubrificante devem ser destinados ao aterro licenciado de resíduos perigoso.

A borra do PVC, muitas vezes em contato com o cobre (também chamado de sucata) é encaminhado para uma empresa terceirizada em São Paulo que o transforma em outros materiais.

Os resíduos originados pela pintura dos cabos são classificados, segundo a NBR 10.004:2004 (ABNT, 2004), como resíduos perigosos classe I, e devem ser destinados ao aterro de resíduos perigosos pela empresa terceirizada que faz a coleta.

Os resíduos da varrição e doméstico deverão ser encaminhados ao aterro sanitário do município.

3.5 Minimização de resíduos

Um programa de minimização de resíduos passa pela análise de dois aspectos principais: a redução de resíduos na fonte geradora e a reciclagem de resíduos. Segundo Silva, Lacerda e Junior (2005) e Souza (2011) uma das maneiras de minimização do impacto ambiental é a destinação dos resíduos recicláveis para cooperativa de catadores de materiais recicláveis.

Nesse sentido, a visão de sustentabilidade começou a ser ampliada no momento em que a sociedade e os governos passaram a ter preocupação com os impactos ambientais e passaram a buscar formas de evitá-los ou minimiza-los (ABRAMOVAY, 2010).

Prevenção, precaução, redução, reutilização e reciclagem se tornam mais eficazes para a mitigação de impactos (JACOBI e BESEN, 2011).

No primeiro caso, o treinamento de pessoal por meio de programas de educação ambiental e a segregação dos resíduos para um possível reaproveitamento futuro são mudanças de procedimentos e práticas operacionais especialmente importantes na minimização de resíduos na fonte.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada para o acompanhamento da geração de resíduos assim como a forma de armazenamento revelou que todos os colaboradores da empresa precisam conhecer a quantidade de resíduo gerado durante um mês em cada setor de produção e durante o período de manutenção da área inteira e externa da indústria. Portanto, caso houver alteração na geração de resíduos, a alta gerência tem a possibilidade de analisar o dia, a quantidade e em que setor houve esta alteração.

Caso a empresa queira saber a quantidade de resíduos originados diariamente, deve instruir um funcionário de cada repartição a anotar em uma Tabela de Acompanhamento de Resíduos, o tipo e o peso do resíduo. Se a empresa preferir não quantificar a pesagem diária do resíduo, deverá então marcar que tipo de resíduo foi gerado em cada setor e fazer a pesagem mensal.

Quanto à retirada dos resíduos orgânicos da empresa será através de um caminhão poliguindaste, o qual retira os resíduos das caçambas. Os resíduos recicláveis, por caminhões graneleiros. Resíduos Classe I – Sólidos – Através de caminhões baú. Resíduos Classe I – Líquido (óleo) – Caminhões Vácuo. E quanto aos resíduos classe I Perigosos – Caminhão deve ser de acordo com os critérios de classificação da ONU, publicados através da Portaria nº. 204/97 do Ministério dos Transportes (BRASIL, 1997). A classificação desses produtos é feita com base no tipo de risco que apresentam.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Desenvolvimento Sustentável: Qual a Estratégia para o Brasil. **Novos Estudos**, São Paulo, Julho, 2010.

ALLWOOD, J. M. et al. Eficiência dos materiais: um papel branco, recursos, conservação e reciclagem, v.55, n.3, p. 362-381, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11.174**: Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III – inertes, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.235**: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos – Classificação, 2004.

BRASIL. **Lei nº. 6.938**, de 31 de agosto de 1981. 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério de Estado dos Transportes. **Portaria nº. 204**, de 20 de maio de 1997.

BRASIL. CONAMA. **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 União, Brasília, DF, de 19 de junho de 2001.

BRASIL. **Lei nº. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2010.

HEREDIA, B. Sociedade e economia do “agronegócio” no Brasil. **Revista de Ciências Sociais**, Vol. 25 nº74; outubro, 2010.

JACOBI, P.R.; BESEN, G.R. Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: Desafios da Sustentabilidade. **Estudos Avançados**. 2011. JURAN, J. M. Juran na Liderança pela Qualidade. 2. ed. São Paulo, Pioneira, 1993.

LONDON METAL EXCHANGE (Londres). Metals. 2011.

RODRIGUES, A.R.de. M. **Melhoria no processo de trefilação de cobre estudo de caso na indústria metalúrgica**. Monografia (MBA em Gestão da Qualidade) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SILVIA, F.M.; LACERDA, P.S.B. & JUNIOR, J.J. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Química Nova**, Vol. 28, No. 1, 103-110, 2005.

SOUZA, M. T. F., PAULA, M. B. & SOUZA-PINTO, H. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, Vol. 52, p 246-262, Brasil, 2011.

