



ESCOLA POLITÉCNICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia **Hidráulica e Ambiental**

PHA3556 - Tecnologias de Tratamento de Resíduos Sólidos

Aula 10: Tratamento de Resíduos Especiais

Prof. Dr. Ronan Cleber Contrera

Resíduos Especiais

- **Definição:**

- São resíduos na maior parte perigosos, que requerem tratamentos específicos e cujo descarte no meio ambiente, ou mesmo em aterros sanitários, pode acarretar problemas ambientais e operacionais.
- Dentre estes resíduos pode-se citar os pneus, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, eletroeletrônicos, fármacos vencidos, óleos utilizados, etc..
- Com a PNRS muitos desses resíduos passaram a ser também de responsabilidade de quem fabrica, importa, distribui ou comercializa, cabendo a estes o recolhimento e recebimento (logística reversa) desses resíduos para correta destinação e tratamento.

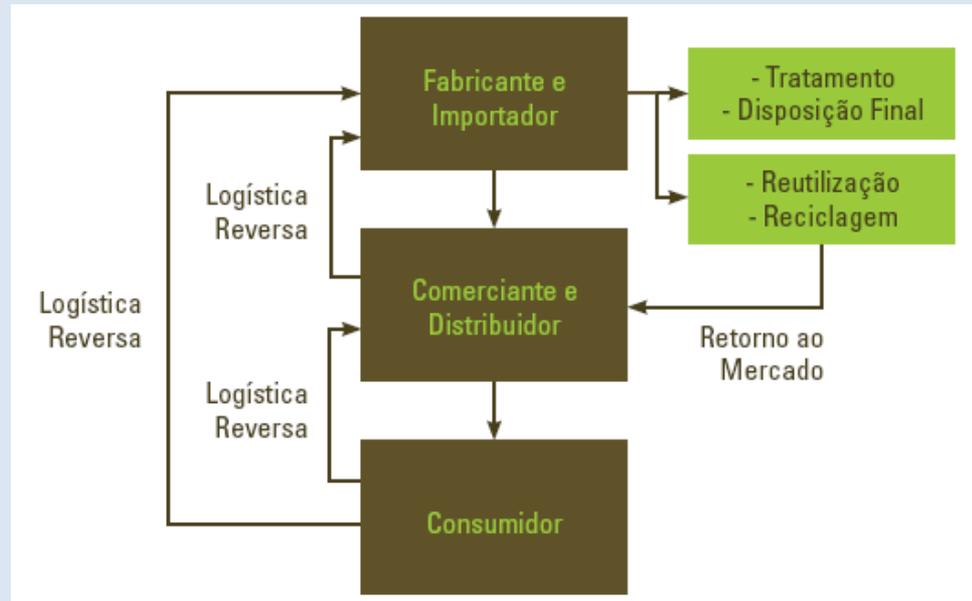
Resíduos Especiais

- **O que fazer?:**
 - Normalmente, em uma CTR não se faz o tratamento de todos estes resíduos.
 - Geralmente a CTR acaba atuando mais como um entreposto (local de acúmulo momentâneo) destes resíduos para futuro transbordo, até que as quantidades estocadas justifiquem ou viabilizem o seu transporte para um local específico de tratamento.
 - Eventualmente alguns resíduos especiais até podem ser processados na CTR, desde que seja verificada a viabilidade do tratamento do resíduo no local.

Resíduos Especiais

- **Logística Reversa:**

- A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.



Resíduos Especiais

- **Legislação:**

- POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) Lei nº 12.305, de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 de 2010.
- POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PERS) Lei Estadual nº 12.300, de 2006, regulamentada pelo Decreto nº 54.645 de 2009.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 401, de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 424, de 2010. Revoga o parágrafo único do art. 16 da Resolução CONAMA nº 401/2008.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 416, de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 362, de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 450, de 2012. Altera os arts. 9º, 16, 19, 20, 21 e 22, e acrescenta o art. 24-A à Resolução no 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, que dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.

Eletroeletrônicos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera



Eletrônicos

- **Definição:**

- São equipamentos/aparelhos elétricos, partes ou componentes destes que se tornaram obsoletos e foram descartados.

- **Classificação:**

- **Essencialmente eletrônicos:** Televisores, monitores de computador, celulares, rádios, tocadores de MP3, ultrabooks, calculadoras, agendas eletrônicas, palmtops, etc..
- **Essencialmente eletromecânicos:** Liquidificadores, batedeiras, ventiladores, lavadoras de roupa antigas, refrigeradores antigos, etc..
- **Mistos (com partes eletrônicas e mecânicas):** Lavadoras de roupas modernas, refrigeradores modernos, micro-ondas, impressoras, videocassetes, toca-discos, toca-fitas, computadores com drives óticos e discos rígidos, aparelhos e leitores de CD, DVD, Blu-rays, etc..

Eletrônicos

- **Geração:**

- Difícil de ser quantificada e depende:
- Diretamente do poder aquisitivo da população;
- Do custo de aquisição dos aparelhos (cada vez menor);
- Da velocidade dos avanços tecnológicos e criação de novos aparelhos;
- Da obsolescência dos aparelhos (quando tornam-se tecnologicamente superados);
- Da vida útil dos aparelhos (depende do uso e da robustez do aparelho);
- Da possibilidade e do custo de manutenção e reparos (existência e custo de peças e mão-de-obra).

Eletrônicos

- **Caracterização:**

- Os eletrônicos podem ser desmontados e desmembrados /divididos em partes tais como:
 - Gabinete (estrutura/invólucro externo) → Normalmente de plástico, metal, fibra de vidro, ou madeira (cada vez menos usual).
 - Estrutura interna → Normalmente em plástico, metal, vidro ou cerâmica.
 - Placa de circuito impresso e componentes → Resinas, metais (cobre, estanho, chumbo, latão, ferro, ouro, etc.), cerâmica, plásticos, semicondutores, fluidos eletrolíticos, etc..
 - Fiação → Metais condutores (cobre) e isolantes térmicos (plásticos e resinas).
 - Dispositivo eletromecânico → motores, correias, engrenagens e mecanismos → compostos por metais, plásticos, borracha, ímãs, etc..
 - Tubos de raios catódicos → Telas de televisores e computadores antigos → composto basicamente por vidro, fósforo, chumbo e pequenas quantidades de outros metais.
 - Display de LCD → Telas de televisores, computadores, celulares, calculadoras e dispositivos eletrônicos modernos → Vidro, cristal líquido, plástico, etc.
 - Isolamento térmico → Lã de vidro, espuma de poliuretano, isopor, etc.
 - Baterias internas → Metais (lítio, níquel, cádmio, cobre), fluidos eletrolíticos, etc..

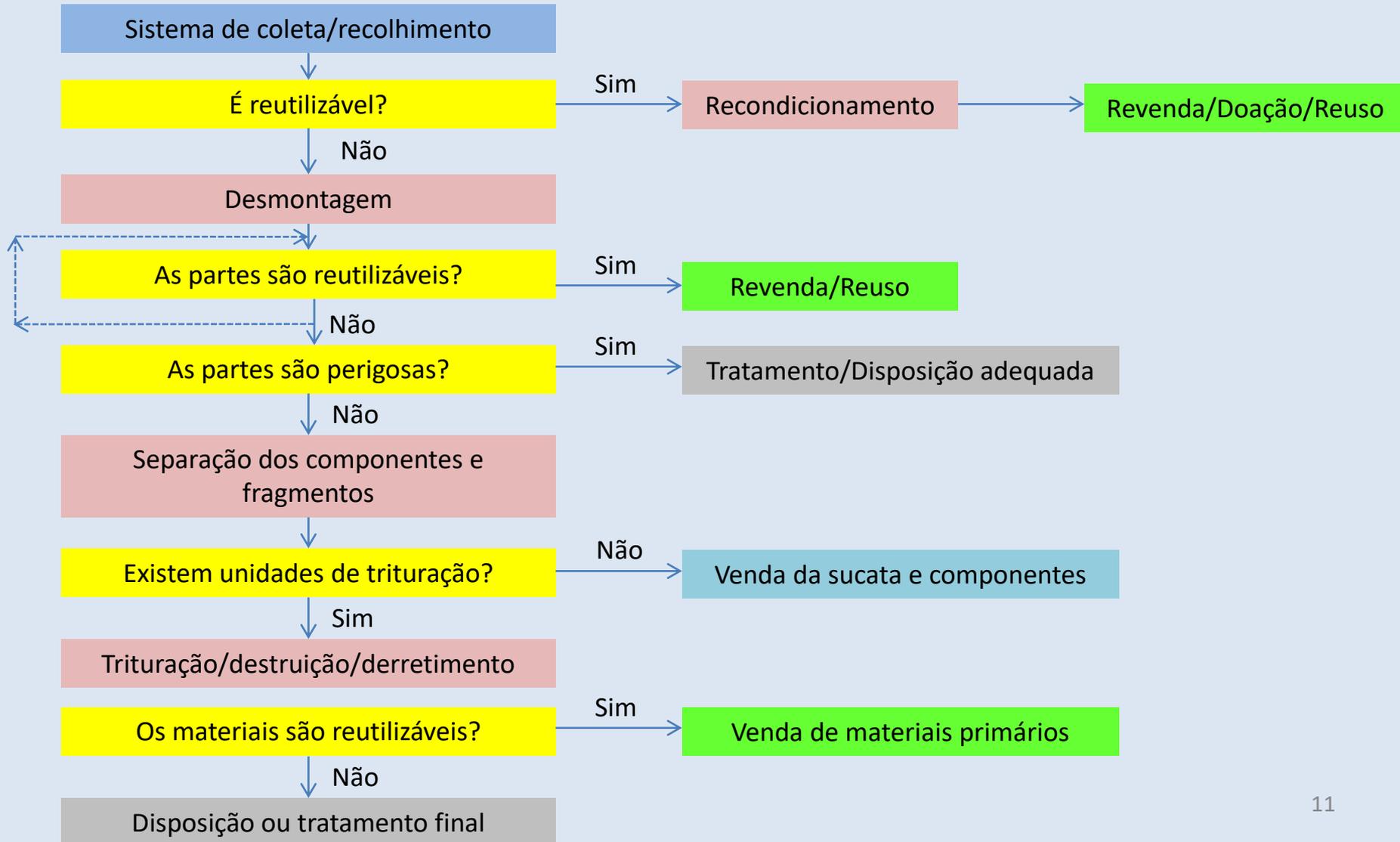
Eletrônicos

- **Reciclagem/Reuso:**

- A recuperação, conserto e reuso de equipamentos e aparelhos eletrônicos sempre foi algo muito comum no passado devido ao seus elevados custos e também pela maior durabilidade e menor velocidade nos avanços tecnológicos.
- Quando reciclados, no passado, dava-se importância quase que única e exclusivamente à recuperação dos metais, principalmente o cobre e o alumínio, que sempre possuíam elevado valor comercial.
- Atualmente estes equipamentos são muito mais complexos e possuem uma infinidade de materiais sintéticos e metais em sua composição.
- Os processos modernos de reciclagem desses equipamentos, compreendem a desmontagem completa com separação das partes por tipo de material e a moagem das placas de circuitos impressos para recuperação de metais, principalmente os preciosos.

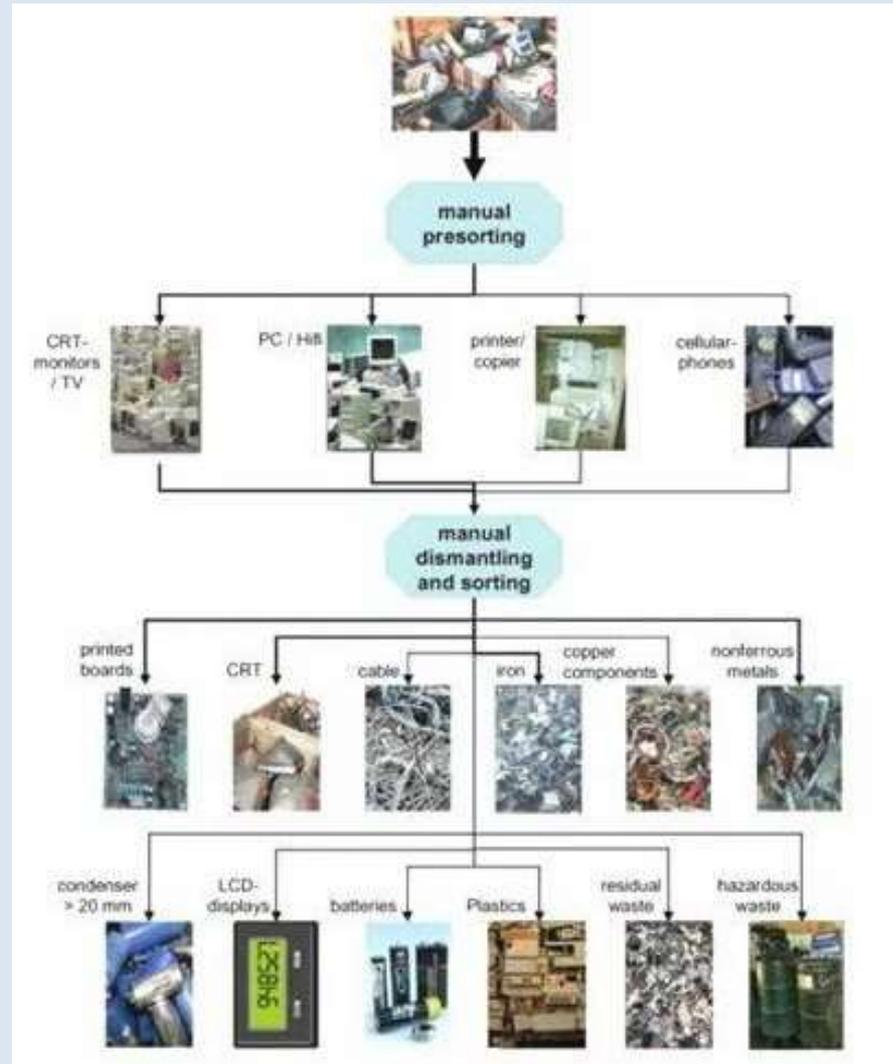
Eletrônicos

• Reciclagem/Reuso :



Eletroeletrônicos

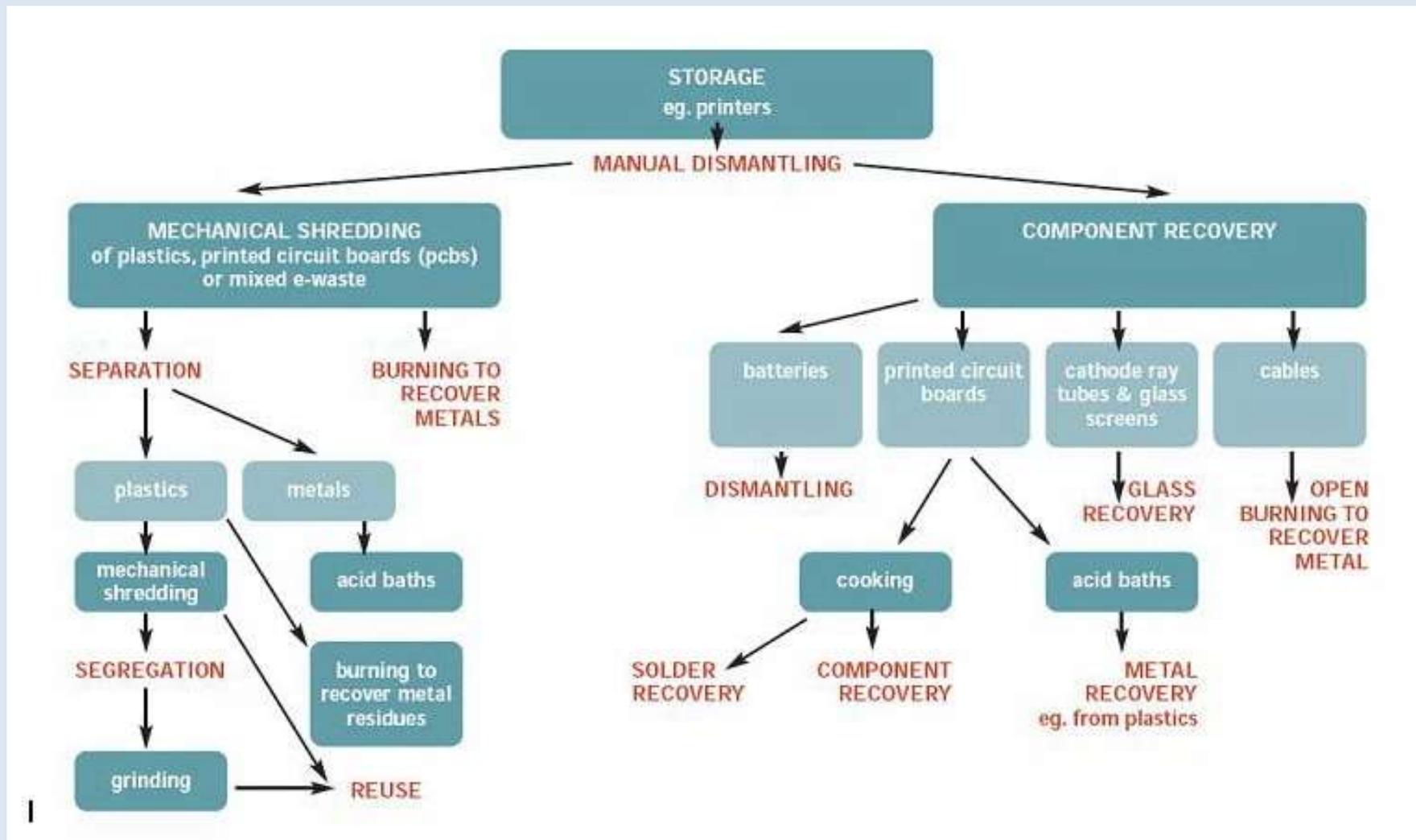
- Reciclagem/Reuso :



Fonte: <http://ewaste08.wordpress.com/e-waste-recycling-process/flow-chart-1/>

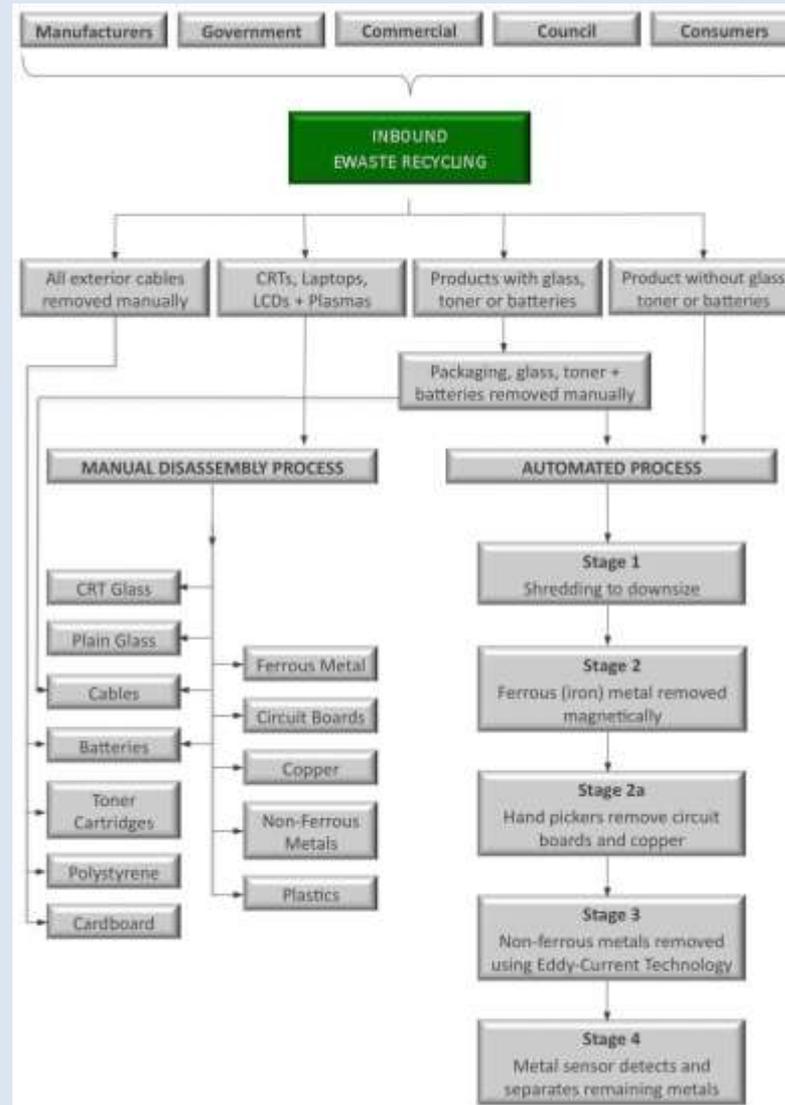
Eletroeletrônicos

- **Reciclagem/Reuso :**



Eletrônicos

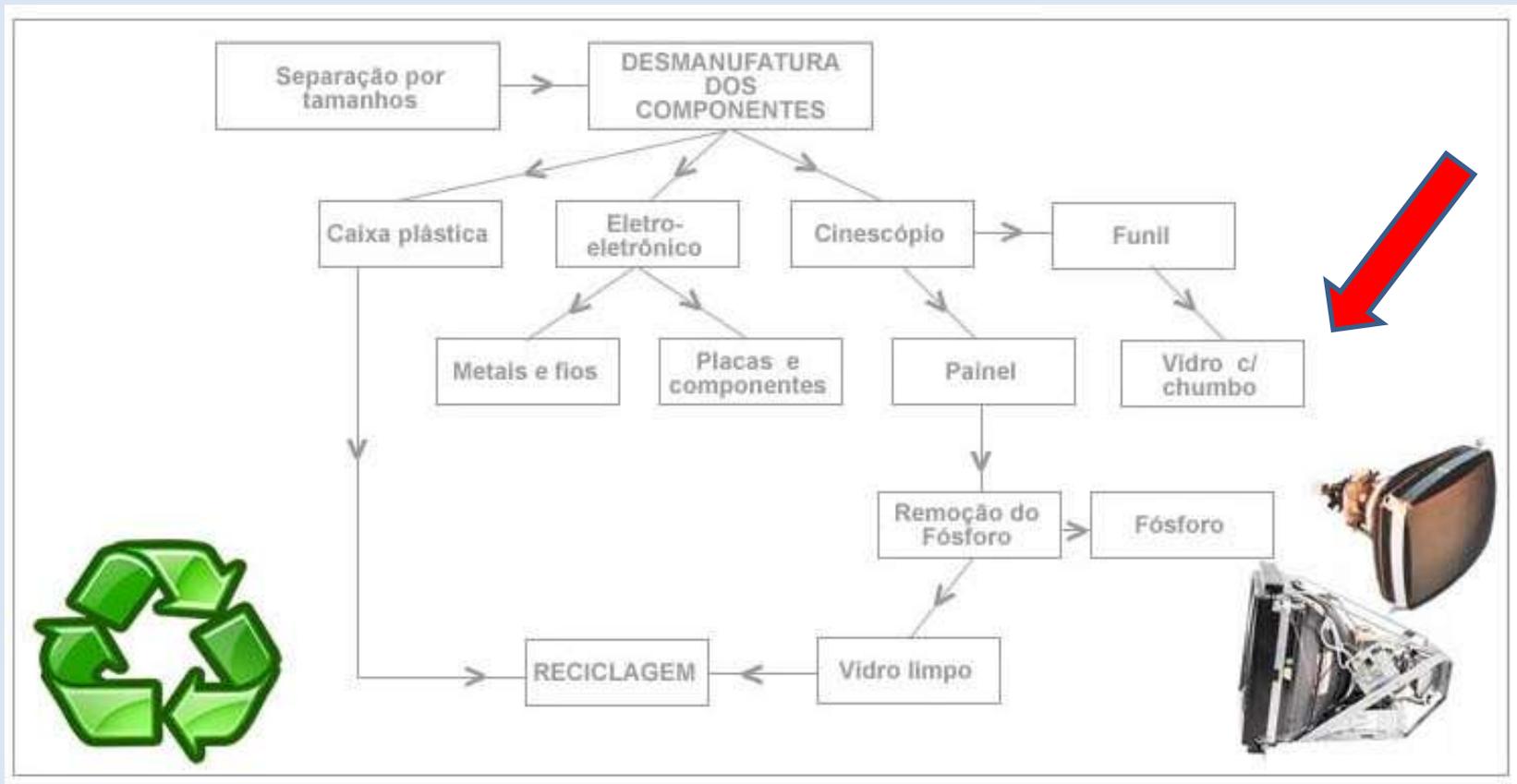
- **Reciclagem/Reuso :**



Fonte: <http://www.ewaste.com.au/ewaste-articles/how-is-electronic-waste-recycled/>

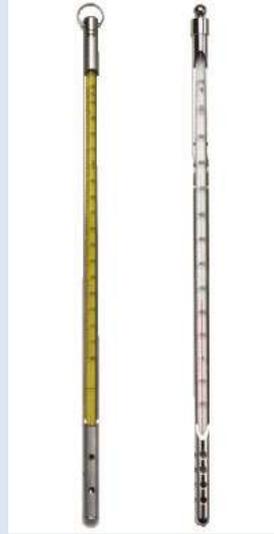
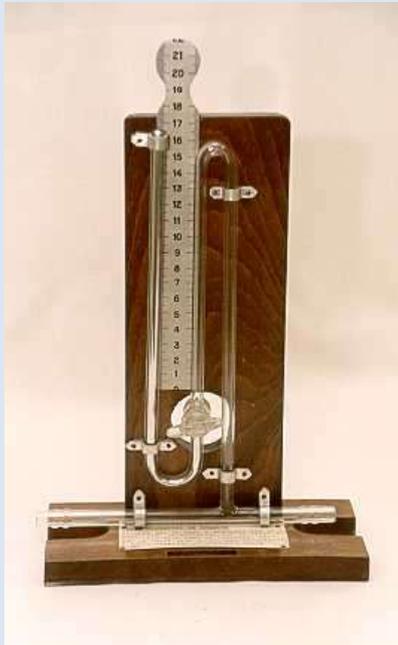
Eletrônicos

- **Reciclagem/Reuso :**
- Tubos de raios catódicos.



Lâmpadas e Dispositivos Contendo Mercúrio

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera



Dispositivos e Equipamentos Contendo Mercúrio

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Definição:**

- São lâmpadas fluorescentes e fluorescentes compactas com vapor de mercúrio e dispositivos contendo mercúrio tais como termômetros, manômetros, chaves de acionamento, equipamentos de laboratório, etc..

- **Classificação:**

- Devido à presença do mercúrio, esses resíduos são classificados como **Perigosos** e não devem de forma alguma serem descartados no meio ambiente e nem em aterros de RSU.

Lâmpadas e Dispositivos Contendo Mercúrio

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Geração:**

- É fácil se quantificar a produção e importação desses materiais, mas é difícil se quantificar quando se tornam resíduos, pois a duração depende do uso e da qualidade dos componentes e nem sempre estes resíduos chegam inteiros às unidades de tratamento ou reciclagem.

- **Caracterização:**

- Normalmente são compostos por vidro, mercúrio líquido ou gasoso, metais (alumínio, cobre, ferro, tungstênio), fósforo, gás argônio, plásticos e até componentes eletrônicos no caso das lâmpadas fluorescentes compactas (com reator eletrônico embutido).

Lâmpadas e Dispositivos Contendo Mercúrio

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- Tratamento de Lâmpadas:

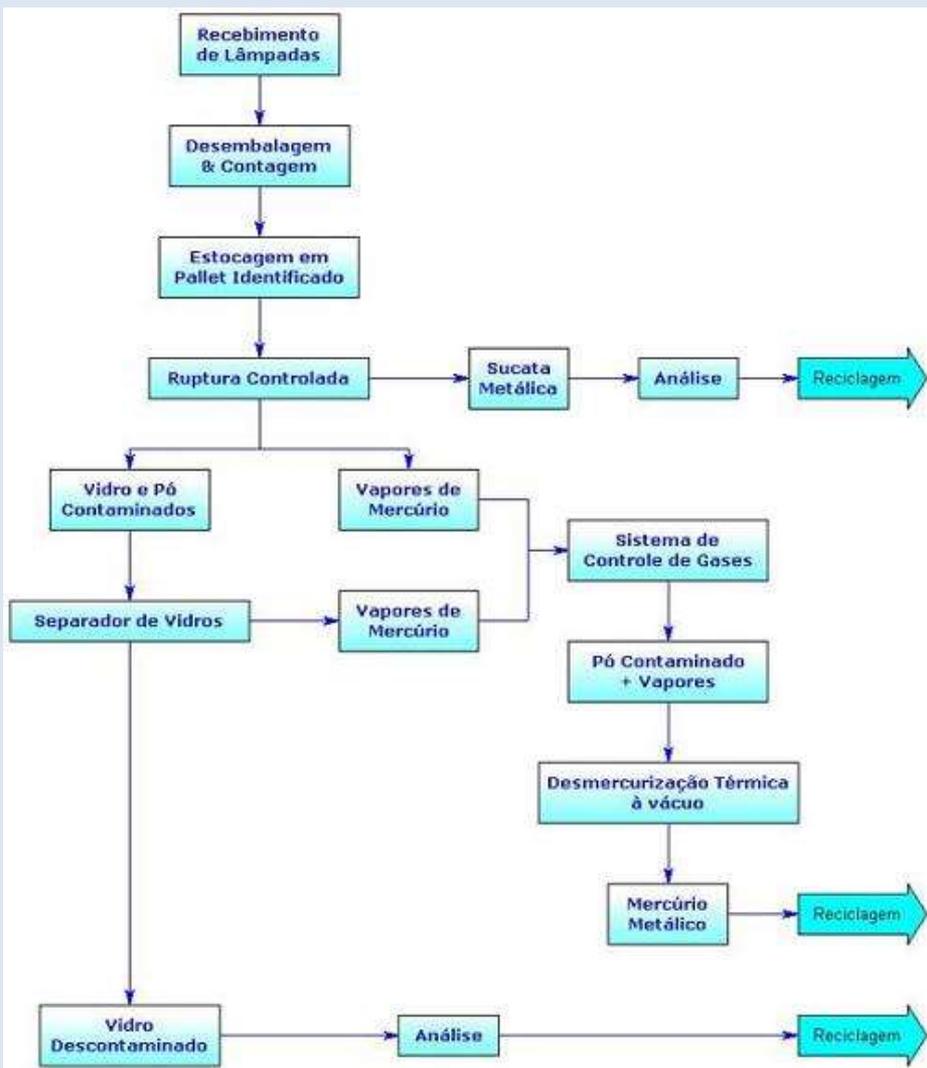


Fonte: <http://www.recicla.ccb.ufsc.br/lampadas/>

Lâmpadas e Dispositivos Contendo Mercúrio

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

• Tratamento de Lâmpadas:



Lâmpadas e Dispositivos Contendo Mercúrio

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- Tratamento de Lâmpadas:



Lâmpadas e Dispositivos Contendo Mercúrio

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Tratamento de Lâmpadas:**

- Como o transporte de lâmpadas é complicado devido à sua fragilidade, muitas empresas prestam serviços de tratamento se deslocando até o local onde as lâmpadas estão armazenadas para realização do tratamento no local.



Pneus

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera



Pneus

- **Definição:**

- A Resolução CONAMA Nº 416, de 30 de setembro de 2009 (Anexo I) considera as seguintes definições para o pneu:
 - **Pneu ou pneumático:** componente de um sistema de rodagem, constituído de elastômeros, produtos têxteis, aço e outros materiais que quando montado em uma roda de veículo e contendo fluido(s) sobre pressão, transmite tração, dada a sua aderência ao solo, sustenta elasticamente a carga do veículo e resiste à pressão provocada pela reação do solo.
 - **Pneu novo:** pneu, de qualquer origem, que não sofreu qualquer uso, nem foi submetido a qualquer tipo de reforma e não apresenta sinais de envelhecimento nem deteriorações.
 - **Pneu usado:** pneu que foi submetido a qualquer tipo de uso e/ou desgaste.
 - **Pneu reformado:** pneu usado que foi submetido a processo de reutilização da carcaça com o fim específico de aumentar sua vida útil (recapagem, recauchutagem e remoldagem).
 - **Pneu inservível:** pneu usado que apresente danos irreparáveis em sua estrutura não se prestando mais à rodagem ou à reforma.

Pneus

- **Classificação:**

- Pneu radial:

- Pneu cuja carcaça é constituída de uma ou mais lonas cujos fios, dispostos de talão a talão, são colocados substancialmente a 90° em relação à linha de centro da banda de rodagem, sendo essa carcaça estabilizada por uma cinta circunferencial constituída de duas ou mais lonas substancialmente inextensíveis.
- Napas de topo são colocadas formando uma estrutura triangular.
- A banda de rodagem é estabilizada por uma cinta composta de diversas lonas.
- Os pneus radiais representam 97% da produção mundial de pneus de passeio, e 45% de participação na produção de pneus de caminhões e ônibus.

Pneus

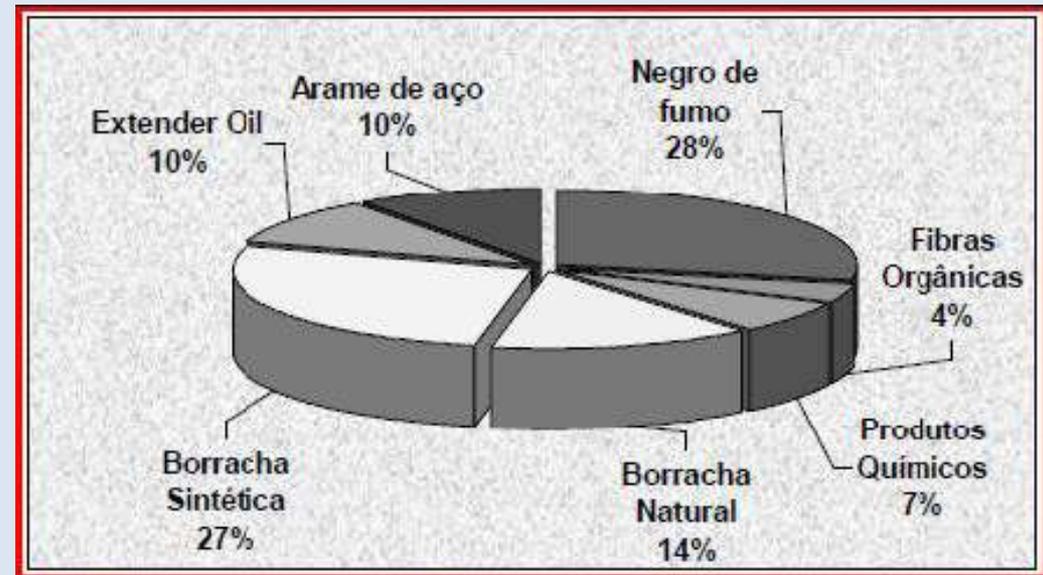
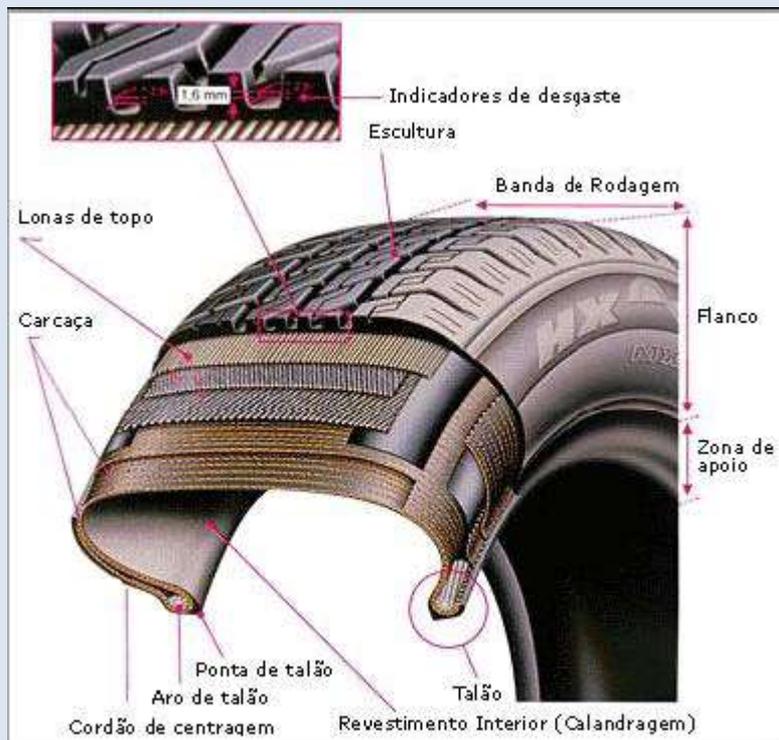
- **Classificação:**

- Pneu diagonal:

- Pneumático cuja carcaça é constituída de lonas, cujos fios dispostos de talão a talão são colocados em ângulos cruzados, uma lona em relação à outra, substancialmente menores que 90° em relação à linha de centro da banda de rodagem.
- Não há distinção entre a banda de rodagem e os flancos.
- Quando o pneu roda, todas as flexões do flanco são transmitidas para a banda de rodagem.

Pneus

- **Estrutura e Composição:**



Pneus

- **Produção/Reciclagem no Brasil:**

| | 2007 (milhões) | 2008 (milhões) | 2009 (milhões) | 2010 (milhões) | 2011 (milhões) |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Produção | 57,3 | 59,7 | 53,8 | 67,3 | 66,9 |
| Produção + Importação | 63,1 | 64,2 | 60,2 | 73,1 | 72,9 |
| Exportação | 19,8 | 17,8 | 14,5 | 18,1 | 17,4 |
| Reciclagem | 27,2 | 32 | 50 | 62,2 | 64 |
| Reciclagem (%) | 47,5 | 53,6 | 92,9 | 92,4 | 95,7 |

Fonte: Fonte: ANIP/Reciclanip

Pneus

- **Coleta e Transporte:**

- Parte da coleta de pneus inservíveis geralmente é feita pelas próprias prefeituras municipais, através de programas de recolhimento, procurando-se reduzir os focos de criação dos mosquitos transmissores da dengue.
- Outra parte é coletada diretamente por empresas, concessionárias, oficinas mecânicas e borracharias, que comercializam, fazem a troca ou o reparo dos pneus.
- Normalmente as empresas e prefeituras possuem convênios com a **Reciclanip** para o recolhimento e destinação adequada dos pneus inservíveis.



Pneus

- **Armazenamento:**

- O armazenamento de pneus deve ser feito de forma que não se acumule água de chuva em seu interior prevenindo-se a proliferação de mosquitos transmissores da dengue. Para isso é comum a utilização de galpões e estruturas cobertas.
- Como os pneus são altamente inflamáveis é conveniente que exista no local um sistema de combate a incêndios e que os pneus fiquem longe de fontes excessivas de calor ou fogo.



Pneus

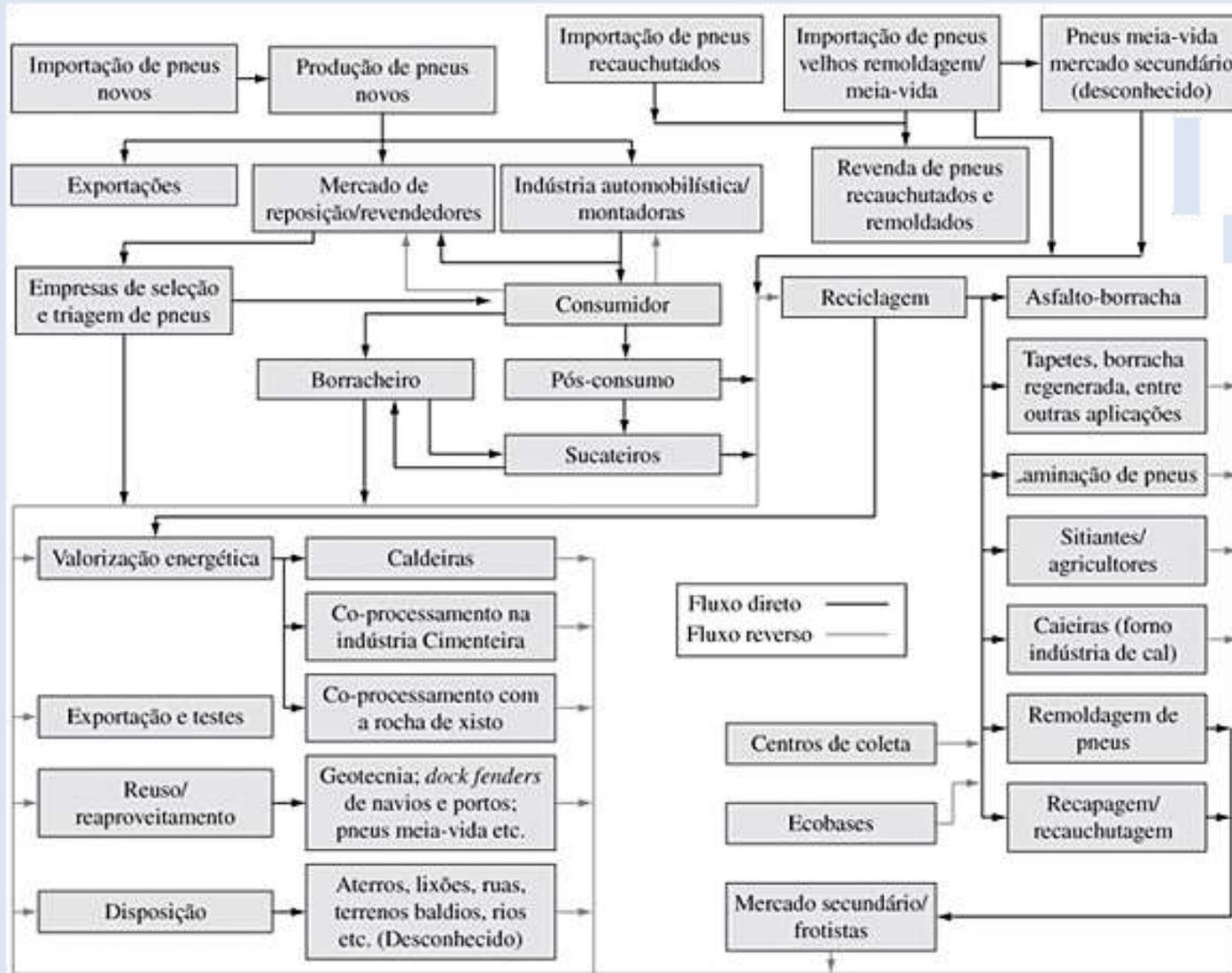
- **Armazenamento:**

- O armazenamento de pneus pode ser feito também em estruturas provisórias de lona, montadas sobre um pátio ou terreno plano.
- Este tipo de estrutura evita o acúmulo de água no interior dos pneus e ainda gera um aspecto visual muito mais agradável do que a estocagem ao ar livre ou com estruturas precárias.



Pneus

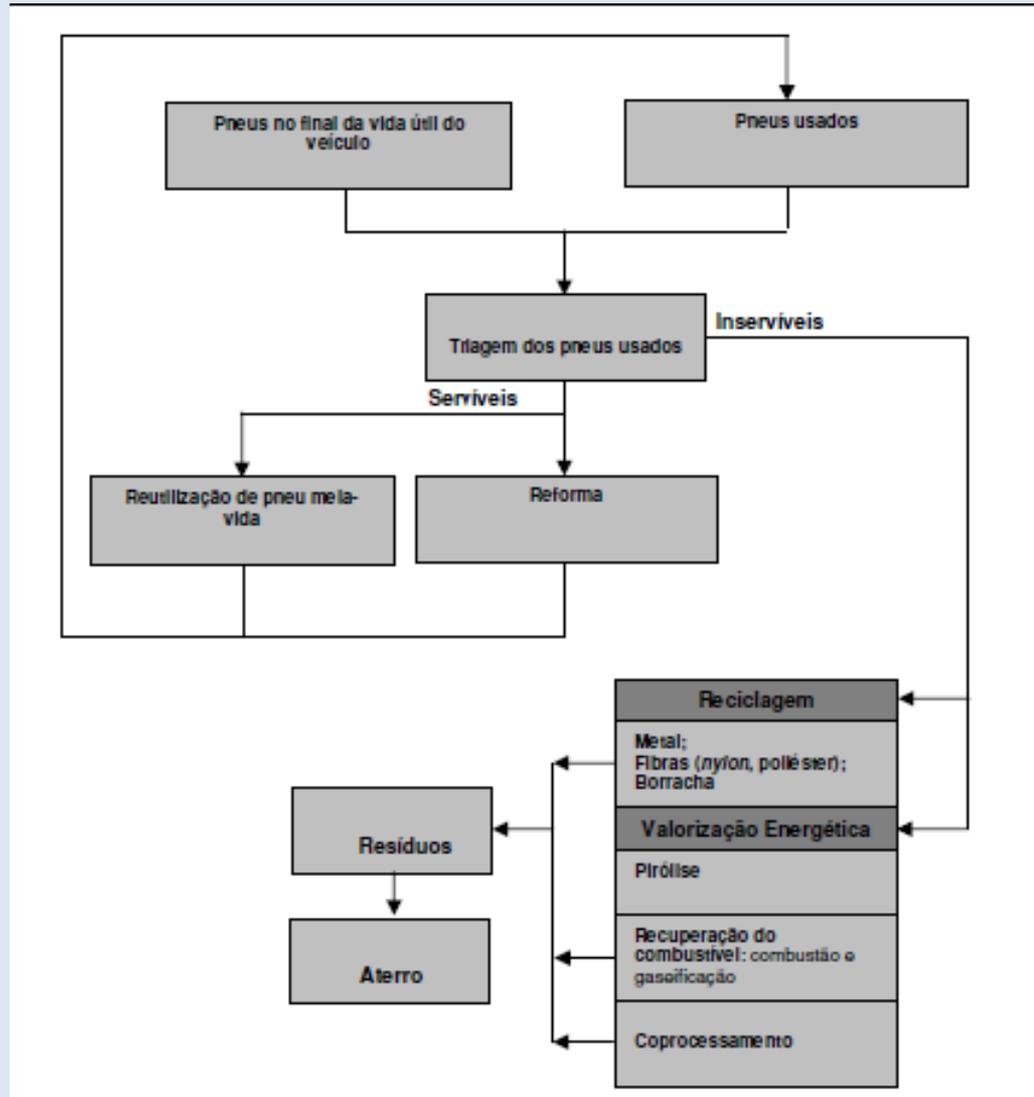
- Logística Reversa no Brasil:



Fonte: Lagarinhos e Tenório (2008)

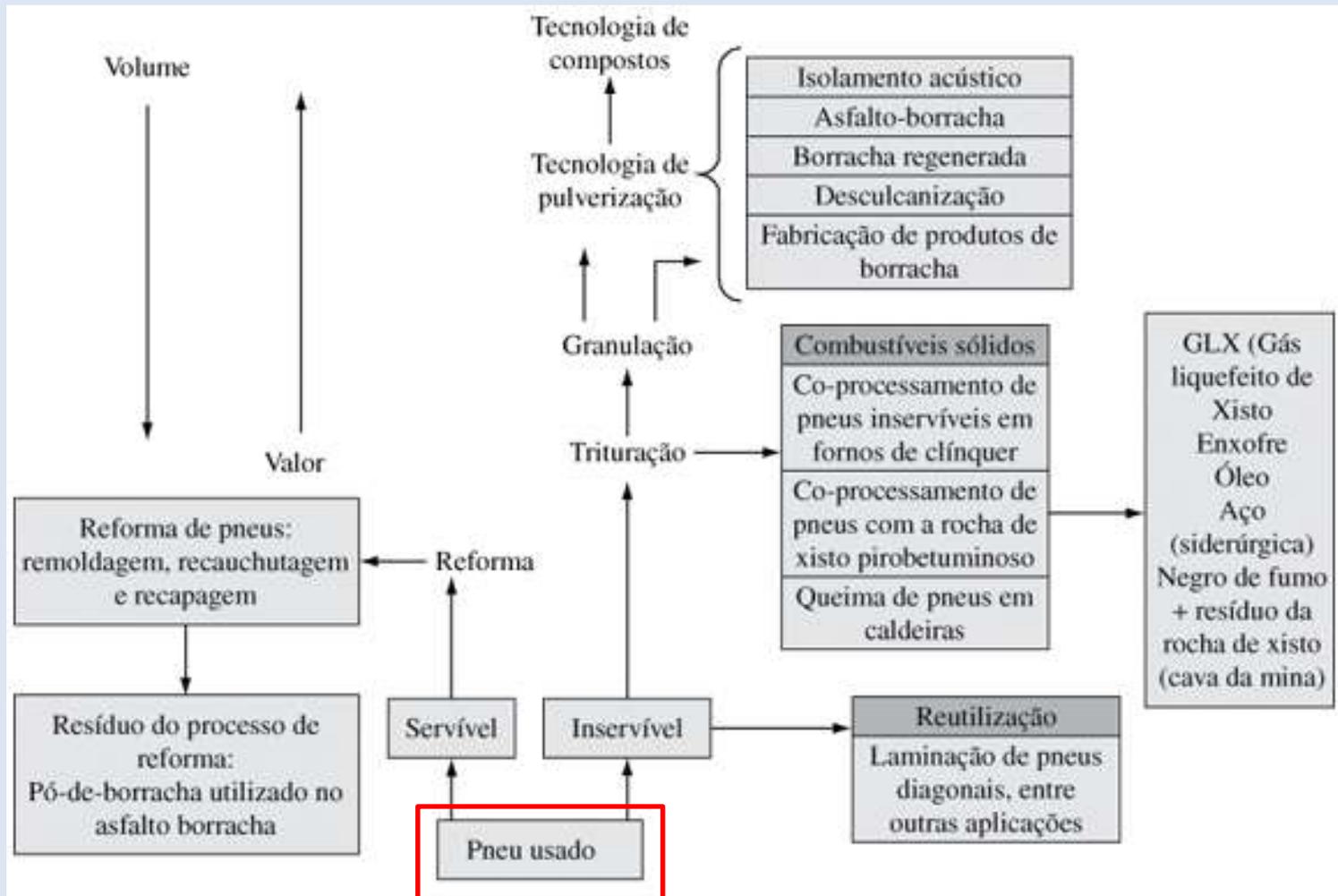
Pneus

- Logística Reversa na União Europeia:



Pneus

- Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:



Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Destinação final de pneus em toneladas no Brasil no período de 2002 a 2006.



Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Trituração de Pneus.
 - Os processos mais utilizados para a trituração de pneus são à temperatura ambiente ou com resfriamento criogênico.
 - No Brasil o processo mais utilizado é a trituração à temperatura ambiente.
 - O processo trituração à temperatura ambiente é aquele que pode operar a temperatura máxima de 120 °C, reduzindo os pneus inservíveis a partículas de tamanhos finais de até 0,2 mm.
 - Este processo tem alto custo de manutenção e alto consumo de eletricidade.
 - Nesse processo os pneus passam pelo triturador e pelo granulador.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Trituração de Pneus.
 - No triturador ocorre uma redução dos pneus inteiros em pedaços de 50,8 a 203,2 mm.
 - Após a etapa de trituração os pedaços de pneus são alimentados através de um sistema transportador de correias no granulador, para a redução de pedaços de 10 mm, dependendo do tipo de rosca montada no granulador.
 - O aço é removido em um separador magnético de correias cruzadas e as frações de nylon, rayon e poliéster, são removidas pelos coletores de pó.
 - O pó-de-borracha é separado através de um sistema de roscas e peneiras vibratórias em várias granulometrias, muitas aplicações são solicitadas para materiais finos, na faixa de 0,6 a 2 mm.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Trituração de Pneus.
 - O processo criogênico é um processo que resfria os pneus inservíveis a uma temperatura abaixo de $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$, utilizando nitrogênio líquido.
 - Neste processo os pedaços de pneus de 50,8 mm são resfriados em um túnel contínuo de refrigeração e logo após são lançados em um granulador.
 - No granulador os pedaços são triturados em um grande número de tamanhos de partículas, enquanto, ocorre ao mesmo tempo, a liberação das fibras de nylon, rayon , poliéster e aço.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Trituração de Pneus.
 - O granulado de borracha deve estar muito frio antes de sair do granulador, logo em seguida, o material é classificado.
 - Este processo apresenta baixo custo de manutenção e consumo de energia, por outro lado, apresenta um alto custo operacional devido ao consumo do nitrogênio líquido.
 - A operação de redução requer um baixo consumo de energia e as âaquelas do processo de trituração à temperatura ambiente.
 - Outra vantagem deste processo é a fácil liberação do aço e das fibras de nylon, rayon e poliéster, obtendo um produto final limpo.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Recapagem, Recauchutagem e Remoldagem de Pneus.
 - O pneu é reconstruído a partir de um pneu usado, onde se repõe uma nova banda de rodagem, podendo incluir a renovação da superfície externa lateral, abrangendo os seguintes métodos e processos: recapagem, recauchutagem e remoldagem.
 - O processo de recapagem consiste na remoção da banda de rodagem, no reparo estrutural da carcaça com cordões de borracha e na utilização de cimento para colar a banda de rodagem na carcaça. Os ombros dos pneus não são removidos neste processo.
 - O processo de recauchutagem consiste na remoção da banda de rodagem e dos ombros do pneu. Existem dois processos para recauchutagem dos pneus: o processo a frio um método mais eficiente e a recauchutagem a quente, que demanda menos espaço e oferece um ganho de produtividade.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Recapagem, Recauchutagem e Remoldagem de Pneus.
 - O processo a frio utiliza bandas pré-curadas que são coladas nas carcaças após os reparos das mesmas.
 - São utilizados outros componentes para o reparo e união entre a carcaça e a banda de rodagem, que são: o coxim, que é uma lâmina fina de borracha que vai entre a carcaça e a banda pré-curada; e o cordão de borracha utilizado para preencher furos e danos estruturais do pneu.
 - Para a recauchutagem a quente é utilizada uma manta de borracha, na qual é necessária a utilização de moldes para a vulcanização e a formação do desenho na banda de rodagem.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Recapagem, Recauchutagem e Remoldagem de Pneus.
 - No processo a frio o desenho já está pré-vulcanizado nas bandas de rodagem a serem aplicadas nas carcaças dos pneus já reparadas. Além disso, em tal processo os pneus são vulcanizados em autoclaves, não necessitando de moldes para a formação do desenho no pneu.
 - O processo de remoldagem de pneus consiste em remover a borracha das carcaças, de talão a talão, em seguida o pneu é totalmente reconstruído e vulcanizado, sem qualquer emenda, proporcionando balanceamento, apresentação e segurança de uso.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Co-processamento em Fornos de Cimenteiras.
 - O co-processamento é definido como a utilização de materiais inservíveis pelo seu gerador em um outro processo em que possa agregar valor como matéria-prima ou como energia.
 - O co-processamento dos pneus nos fornos de clínquer é uma atividade que proporciona o aproveitamento térmico dos pneus, reduzindo a queima de combustíveis fósseis não renováveis, além disso, incorpora ao clínquer o aço contido nos pneus.
 - Devido à quantidade de energia requerida em uma fábrica de cimento, as indústrias cimenteiras buscam continuamente alternativas mais econômicas para a utilização dos combustíveis.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Co-processamento em Fornos de Cimenteiras.
 - Nos Estados Unidos existem 43 fábricas de cimento em 22 estados licenciadas para a utilização dos pneus inservíveis. No Japão, em 2003, foram co-processados 130 milhões de pneus usados.
 - As atividades de co-processamento de resíduos iniciaram-se no Brasil na década de 90, no Estado de São Paulo, estendendo-se posteriormente para o Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais.
 - No Brasil, existem 14 fábricas de cimento licenciadas para o co-processamento e 11 em processo de licenciamento.
 - A capacidade atual de co-processamento de pneus é de aproximadamente 350.000 toneladas por ano, com potencial para atingir 700.000 toneladas por ano.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Co-processamento em Fornos de Cimenteiras.
 - Em 2006 foram coprocessados 85,96 mil toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 17,19 milhões de pneus de automóvel, ou seja, 35,73% do total reciclado no ano.
 - Existe uma série de vantagens com a substituição dos combustíveis tradicionais não-renováveis, utilizados nos fornos, tais como óleo, gás natural e carvão por pneus usados nos fornos de cimenteiras a saber:
 - geração em menores quantidades de SO_2 e NO_x que os combustíveis tradicionais;
 - aumento da capacidade do clínquer de incorporar, de maneira segura, o aço contido nos pneus;
 - redução do custo de produção do cimento;
 - ambiente de produção do cimento (meio alcalino e presença de sulfatos, além do tempo de residência elevado) dificulta a formação de dioxinas e furanos;
 - alto poder calorífico do pneu.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Co-processamento em Fornos de Cimenteiras.
 - Segundo a United States Environmental Protection Agency (USEPA) o pneu possui a mesma quantidade de energia do óleo utilizado nos fornos de cimento e 25% a mais com relação ao carvão; redução dos impactos ambientais negativos da extração e transporte; eliminar por completo todos os resíduos devido a combustão completa do pneu; substituição de 10 a 30% dos combustíveis não-renováveis; permitem a estabilidade térmica durante a queima; permitem absorver todos os pneus usados gerados no país.
 - Os pneus inservíveis usados no co-processamento em fornos de clínquer devido ao seu alto poder calorífico, são substitutos do óleo combustível e do carvão, a ponto de alguns não os caracterizarem como resíduo e sim os considerem combustíveis.
 - Atualmente o custo para o co-processamento de pneus é de cerca de US\$ 15 a 20 por tonelada de pneu.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Co-processamento de Pneus com a Rocha de Xisto Pirobetuminoso.
 - No Brasil, em 1998, a Petrobras começou a fazer alguns testes para fazer o co-processamento dos pneus junto com a rocha de xisto pirobetuminoso.
 - O processo Petrosix, foi desenvolvido para a retortagem do xisto, por meio de pirólise a 480 °C. Após ser minerado a céu aberto, o xisto passa pelos britadores primários e secundários, os quais reduzem a granulometria do material bruto na faixa de 11 a 80 mm, que é transportado até a retorta, com a utilização de transportador de correias. Os pneus triturados, em tiras ou pedaços de 50 a 100 mm, são transportados perpendicularmente do silo de alimentação de pneus até o transportador de correia de xisto cru.
 - A taxa de alimentação para a retorta é de 5% de pneus triturados e 95% de rocha de xisto pirobetuminoso.
 - O material já misturado é transportado até a parte superior da retorta, e é descarregado pelo topo, assim a carga segue o seu fluxo naturalmente.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Co-processamento de Pneus com a Rocha de Xisto Pirobetuminoso.
 - Para evitar as emissões fugitivas, do processo para a atmosfera, durante o carregamento da retorta, é feita a selagem do topo, pela injeção de gases inertes (nitrogênio e gás carbônico), bem como a selagem do fundo da região de descarga do xisto e do aço contido nos pneus, com água utilizada no processo.
 - Após a descarga do xisto e do aço contido nos pneus pelo topo da retorta, ocorrem a secagem e a retortagem, pela passagem do gás no fluxo inverso ao da carga.
 - Este aquecimento provoca a vaporização da matéria orgânica contida no xisto e pneus, gerando gás e óleo.
 - A energia necessária para a pirólise é fornecida pela corrente endógena de gás do processo aquecido externamente, até cerca de 480 °C, quando é reinjetado na zona de retortagem.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Co-processamento de Pneus com a Rocha de Xisto Pirobetuminoso.
 - Os produtos resultantes deste processo são: gás combustível que é utilizado na indústria da cerâmica; enxofre utilizado na indústria de papel e celulose, indústria de explosivos, indústria açucareira, indústria de borracha e agricultura; o GLX (Gás Liquefeito de Xisto) é utilizado na indústria cerâmica; e óleo combustível para a indústria e nafta.
 - Os subprodutos resultantes deste processo são: cinzas de xisto, utilizadas como insumo na indústria de cimento; torta oleosa, utilizada como combustível sólido alternativo à lenha e ao carvão mineral; finos de xisto, como combustível e em cerâmica; e a água de retortagem, para a produção de adubo e defensivos agrícolas.
 - O negro de fumo, contaminado pelo processo, volta para as minas de xisto. O negro de fumo pode ser utilizado como combustível para termoelétrica, com poder calorífico de 7812 kcal/kg ou insumo para as indústrias de cerâmica. O aço e o negro de fumo são descartados na mina juntamente com o xisto retortado .

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Co-processamento de Pneus com a Rocha de Xisto Pirobetuminoso.
 - Neste processo, denominado Petrosix, para cada 1 tonelada de pneus co-processados são gerados: 530 kg de óleo, 40 kg de gás, 300 kg de negro de fumo e 100 kg de aço.
 - Em 2006 foram utilizadas neste processo 2,48 mil toneladas de pneus inservíveis, o equivalente a 497,19 mil pneus de automóvel, ou seja, 1,03% do total da reciclagem do ano, mas a Petrobras tem capacidade para absorver 27 milhões de pneus usados por ano.
 - Atualmente o custo para o co-processamento de pneus é de cerca de US\$ 43 por tonelada.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Queima de Pneus em Caldeiras.
 - As caldeiras podem trabalhar com óleo mineral BPF, lenha, bagaço e pneus inservíveis. Os pneus inservíveis estão sendo utilizados como combustível para caldeiras desde 2003. O consumo médio é de 150 mil pneus usados por mês.
 - O processo utiliza 5% em massa de pneus inservíveis triturados e 95% em massa do bagaço da cana-de-açúcar, o poder calorífico da mistura chega em torno de 2150 kcal/kg, gerando vapor de baixa-pressão. A alimentação nas caldeiras é feita através de silos dosadores de pneus triturados e bagaço de cana-de-açúcar.
 - Em 2004 foram queimados em caldeiras 1,8 milhões de pneus usados no Brasil. Não foi divulgada a quantidade de pneus inservíveis utilizados como combustível em caldeiras no período de 2005 e 2006. O custo para a queima dos pneus usados nas caldeiras é de cerca de US\$ 14 por tonelada.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Pavimentação Asfáltica.
 - Muitos países têm desenvolvido legislação para direcionar seus departamentos de estradas de rodagem a investigar a possibilidade de utilização de materiais recicláveis em obras de pavimentação.
 - Nas misturas asfálticas, existem dois processos: o processo úmido e o processo seco.
 - No processo úmido são adicionadas borrachas com granulometria 0,6 mm, no cimento asfáltico de petróleo – CAP, produzindo um novo tipo de ligante denominado " asfalto-borracha" .
 - No processo seco, partículas de borracha substituem parte dos agregados pétreos.
 - Após a adição do ligante forma-se um produto denominado " concreto asfáltico modificado pela adição da borracha".

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Pavimentação Asfáltica.
 - No Brasil a utilização do asfalto-borracha ainda é incipiente, não existe nenhum incentivo por parte do governo para a utilização do asfalto-borracha.
 - A primeira aplicação no Brasil foi feita em agosto de 2001.
 - As concessionárias das rodovias privatizadas estão fazendo alguns testes com a aplicação do asfalto-borracha que tem inúmeras vantagens, entre elas:
 - aumentar a vida útil do pavimento em 30%, quando comparado com o asfalto convencional;
 - retardar o aparecimento de trincas e selar às já existentes;
 - reduzir a espessura da camada aplicada, em até 50%, quando comparada a projetos que usam o asfalto convencional;
 - apresentar potencial para utilização de um número significativo de pneus usados;
 - reduzir o ruído e a manutenção do pavimento, entre outros.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Desvulcanização
 - O processo de desvulcanização envolve duas etapas distintas, a redução de tamanho e a quebra de ligações químicas que pode ser feita através de quatro processos com custos e tecnologias bem diferenciados.
 - Existem aproximadamente 25 tecnologias de desvulcanização que estão desenvolvidas ou em fase de desenvolvimento no mundo.
 - Entretanto, um pequeno número de tecnologias de desvulcanização está em operação no momento.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Laminação de Pneus
 - O processo de laminação consiste em diversas operações de cortes efetuadas em pneus inservíveis, para extrair lâminas e trechos de contornos definidos.
 - As empresas que trabalham com o processo de laminação de pneus possuem uma estrutura de coleta de pneus convencionais ou diagonais. Estes pneus não possuem, em sua construção, as malhas de aço, o que facilita a sua reciclagem.
 - Além destes pneus, alguns laminadores estão utilizando pneus radiais inservíveis para a laminação.
 - Os talões dos pneus radiais e diagonais e as bandas de rodagem com lonas de aço dos pneus radiais, não são aproveitadas no processo de laminação, devido à dificuldade da realização do processo de corte e devem ser adequadamente descartados.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Laminação de Pneus
 - Os talões e bandas de rodagem devem ser reciclados em um dos processos anteriormente descritos.
 - Os pneus laminados são utilizados em diversas aplicações, tais como: indústria de estofados, indústria de calçados, fazendas, fábricas de rodos, tubos para águas pluviais, tubos para combate a erosões e passagem de níveis, solados, saltos e palmilhas de pneus e percintas para sofás, solados de calçados, tiras para móveis, sofás e poltronas, cestos, e inúmeras outras aplicações.

Pneus

- **Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:**
 - Laminação de Pneus
 - O processo de laminação de pneus é uma atividade de baixo custo e que não causa impactos ao meio ambiente, desde que os resíduos gerados pelo processo, sejam corretamente descartados e devidamente acondicionados durante o processo.
 - No Brasil, em 2006, foram utilizados no processo de laminação, trituração e fabricação de artefatos de borracha, 120,36 mil toneladas de pneus inservíveis o equivalente a 24,07 milhões de pneus inservíveis, ou seja, 50,02% do total reciclado no ano.
 - No processo de laminação é utilizado o pneu convencional. A tendência para este tipo de pneu é a diminuição gradativa da produção em todo o mundo, com o incremento da produção dos pneus radiais.

Pneus

- Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética dos Pneus no Brasil:

Tabela 2. Poder calorífico de alguns materiais (Adaptado)⁽¹¹⁾.

| Material | Poder calorífico (kcal/kg) |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Poliétileno (PE) | 10382 |
| Óleo combustível | 10000 |
| Poliestireno (PS) | 9122 |
| Plásticos diversos | 7833 |
| Carvão betuminoso | 7778 |
| Pneus | 7667 |
| Carvão antracito | 7500 |
| Folhas (10% umidade) | 4436 |
| Jornal | 4417 |
| Papel Corrugado | 3913 |
| Papel | 3778 |
| Revistas | 2917 |
| Resíduo de Serviço de Saúde – RSS | 2667 |
| Turfa | 2000 |
| Folhas (50% de umidade) | 1964 |
| Resíduos de alimentos | 1317 |
| Madeira verde | 1167 |
| Gás natural | 620 |

Pilhas e Baterias

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera



Pilhas e Baterias

- **Definições:**

- Pilhas e baterias são dispositivos eletroquímicos que possuem a habilidade de converter energia química em energia elétrica.
- As pilhas e baterias são constituídas basicamente de um ânodo (eletrodo negativo), um cátodo (eletrodo positivo) e um eletrólito (uma solução líquida por onde uma corrente elétrica e íons podem caminhar).
- Os componentes potencialmente perigosos de pilhas e baterias incluem: mercúrio, chumbo, cobre, zinco, cádmio, manganês, níquel e lítio.
- Estes componentes possuem várias funções e o mercúrio, por exemplo, é mais comumente usado para revestir os eletrodos de zinco para reduzir sua corrosão e dessa forma melhorar o desempenho das pilhas e baterias.

Pilhas e Baterias

- **Classificação:**

- Podem ser classificadas em baterias primárias (não recarregáveis) e baterias secundárias (recarregáveis).
- Nas baterias primárias, popularmente chamadas de pilhas, as reações acabam destruindo um dos eletrodos, normalmente o negativo e o sistema não pode ser recarregado.

Principais Baterias Primárias (Pilhas)

| Tipo | Eletrodo positivo (Catodo) | Eletrodo negativo (Anodo) | Eletrólito |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|--|
| Zn-Carbono (Leclanché) | MnO ₂ | Zn | NH ₄ Cl/ ZnCl ₂ /MnO ₂ /C(pó)/amido úmidos |
| Zinco- cloreto | MnO ₂ | Zn | ZnCl ₂ /MnO ₂ /C(pó)/amido úmidos |
| Alcalina | MnO ₂ | Zn em pó/Solução KOH | NH ₄ Cl/ZnCl ₂ /MnO ₂ /KOH/C(pó)/amido úmidos |
| Mercúrio -zinco | HgO | Zn em pó | Potássio e/ou NaOH |
| Lítio | MnO ₂ | Li | Solventes orgânicos e/ou soluções salinas |
| Zinco-ar | O ₂ | Zn | KOH |
| Zinco-prata | Ag | Zn | Potássio e/ou NaOH |

Pilhas e Baterias

- **Classificação:**

- As baterias secundárias são células em que a reação eletroquímica pode ser revertida com o auxílio de uma fonte externa de corrente elétrica, que recarrega o sistema.
- Esse tipo de bateria pode ser carregado e descarregado diversas vezes.

Principais Baterias Secundárias (Recarregáveis)

| Tipo | Eletrodo positivo(Catodo) | Eletrodo negativo(Anodo) | Eletrólito |
|----------------------------|---|--|---|
| Níquel-Cádmio | NiO(OH) | Cd | KOH e LI(OH) ₂ |
| Ion-Lítio | Li _x MA ₂ (LiCoO ₂ , LiNiO ₂ e LiMn ₂ O ₄) | SO ₂ , FeS ₂ | LiPF ₆ |
| Níquel-meta hidreto (NiMH) | Ni(OH) ₂ | Liga armazenadora de hidrogênio (Ni, Co, Mn, La, Ce, Pr, Nd, Al, Zn) | Solução constituída principalmente de KOH |
| Chumbo-ácido | PbO ₂ | Pb | H ₂ SO ₄ |

Pilhas e Baterias

- **Aplicações:**

- Pilhas (baterias primárias)

- Baterias (baterias secundárias)

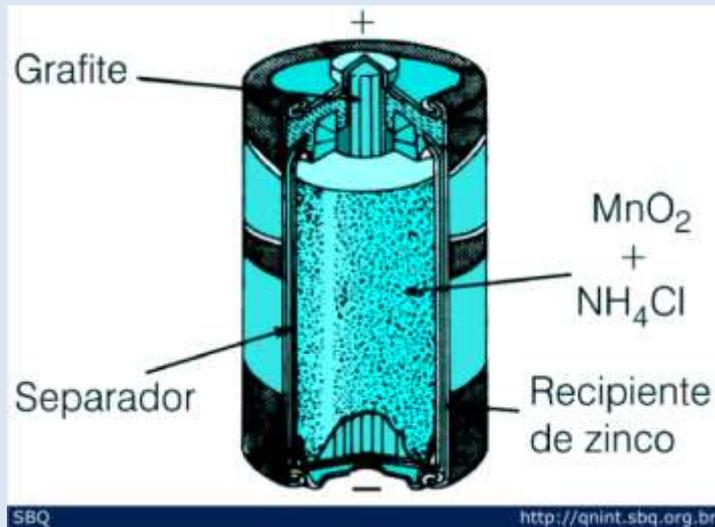
| Primary Battery Type and Common Name | Typical Applications |
|--|---|
| Carbon-Zinc / Standard Duty | Torches, radios, toys and general purpose electronic equipment |
| Zinc Chloride / Heavy Duty | Cassette-tape players, recorders and other motor-driven items, clocks, calculators, remote controls |
| Alkaline Zinc-Manganese Dioxide / Alkaline | Heavy duty torches, photoflash units, battery shavers, digital cameras, handheld receivers, portable CD players |
| Lithium-Manganese Dioxide / Lithium | Watches, calculators, cameras, test instruments |
| Zinc-Mercuric Oxide / Mercury Cell | Calculators, pagers, hearing aids, watches, test instruments |
| Zinc-Silver Oxide / Silver Oxide Cell | Calculators, pagers, hearing aids, watches, test instruments |
| Zinc-Oxygen / Zinc-Air Cell | Hearing aids and pagers |

| Secondary Battery Type and Common Name | Typical Applications |
|--|---|
| Lead-acid | Motor vehicle engine starting, back-up power supplies, electric motors |
| Alkaline Rechargeable or Rechargeable Alkaline Manganese (RAM) | Low-drain devices such as remote controls, flashlights, TV remotes, portable radios |
| Nickel-Iron | Back-up power supplies, off-grid power supplies, mining equipment, and possible use in electric vehicles (especially boats) |
| Nickel-Cadmium/ NiCd or NiCad | Portable electronics, toys, emergency lighting, camera flash units *Flooded NiCd cells are used in aircraft starting batteries and electric vehicles |
| Nickel-Metal Hydride / NiMH | Electric vehicles, consumer electronics |
| Lithium-Ion / Li-ion battery / LIB | Portable electronics, electric vehicles, aerospace applications |
| Lithium-Ion Polymer / Li-Po, Li-Poly | Mobile phones, laptops, other electronics Electric vehicles |

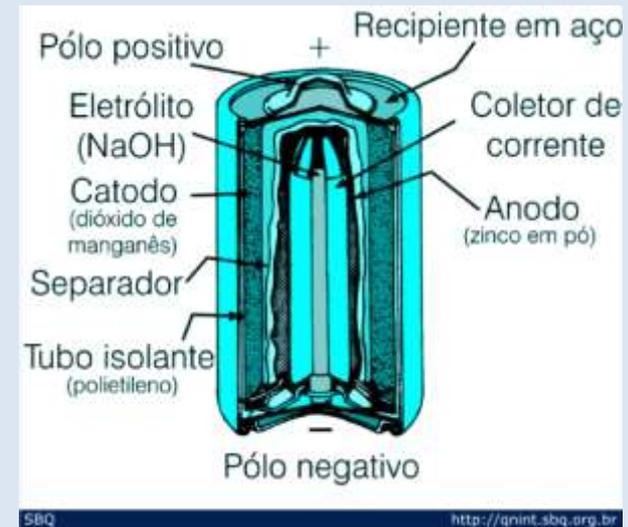
Pilhas e Baterias

- **Estrutura:**

Pilha Comum



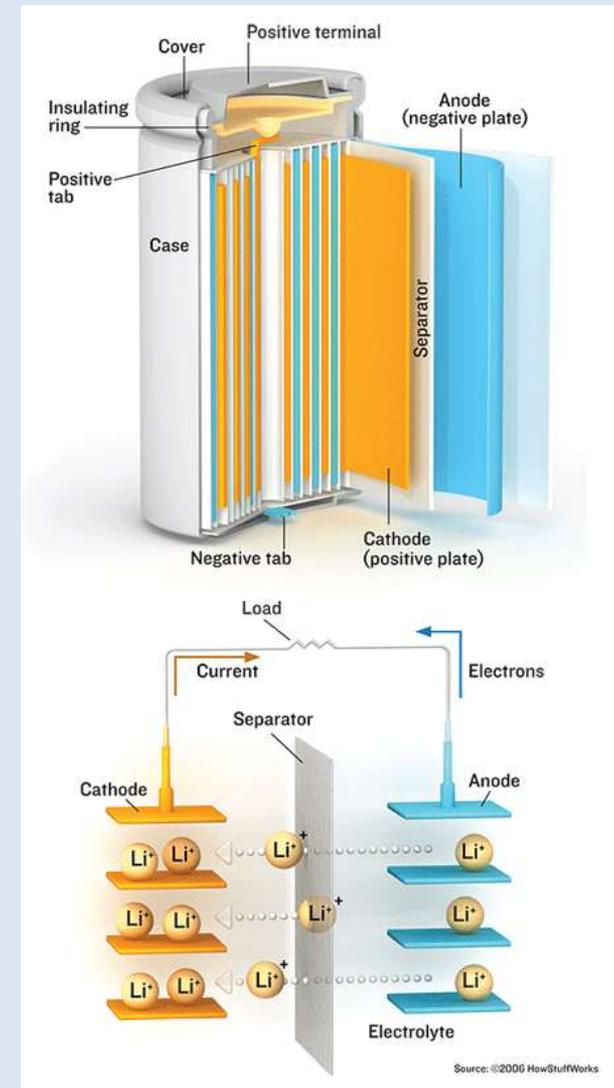
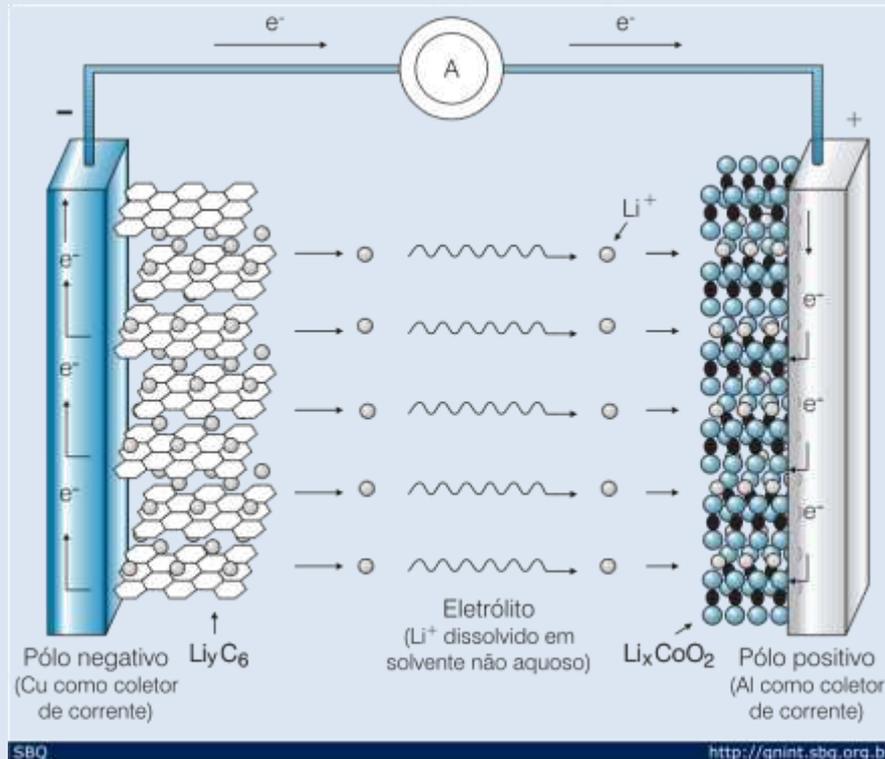
Pilha Alcalina



Pilhas e Baterias

- **Estrutura:**

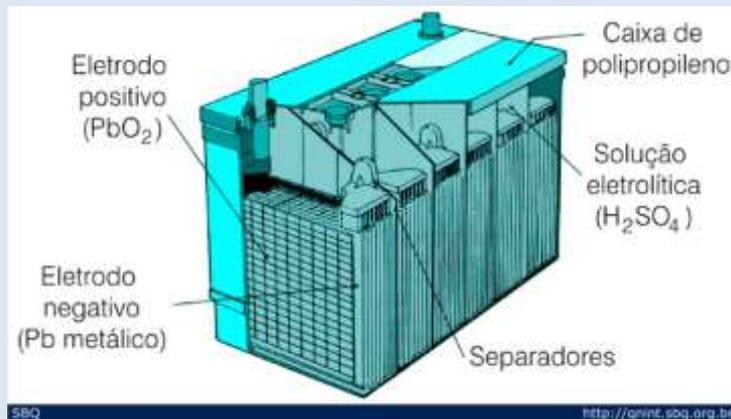
Baterias Íons Lítio



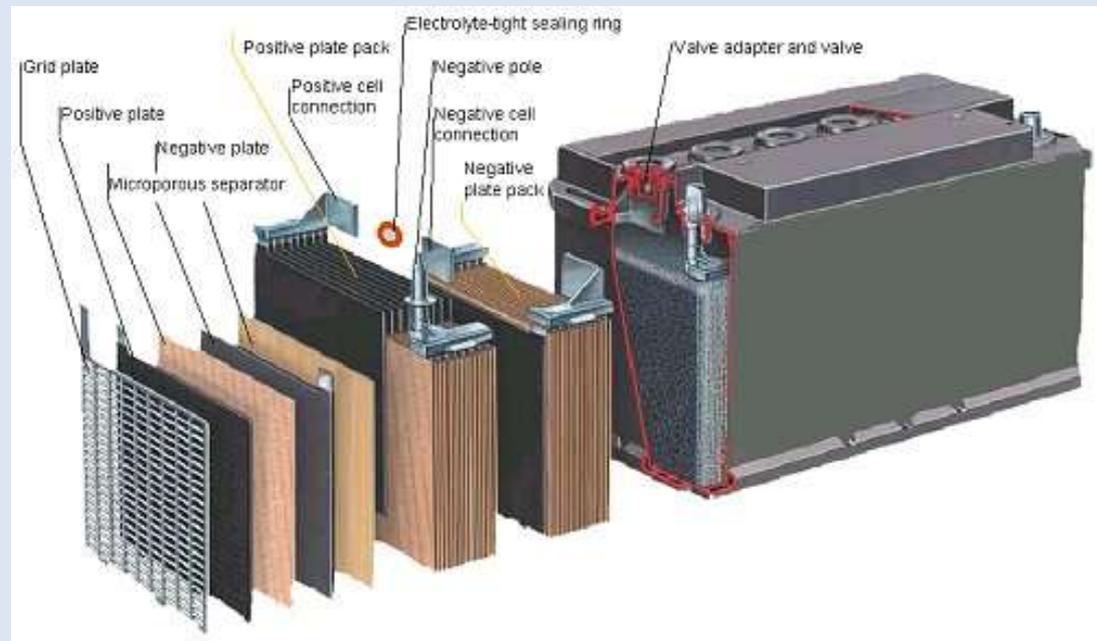
Pilhas e Baterias

- **Estrutura:**

Baterias Chumbo-Ácido



Fonte:
<http://qnint.sdq.org.br/qni/visualizarConceito.php?idConceito=45&alterarIdioma=sim&novodioma=pt>



Fonte: <http://primeproducts.in/>

Pilhas e Baterias

- **Geração:**
 - Pode ser estimada a partir da fabricação/importação.
 - Pela caracterização dos RSU massa $\leq 0,1$ % do total.
- **Composição:**

Principais Componentes (% em peso)

| Componentes | Alcalina | Zn-C | Hg-Zn | Zn-Ag | Zn-ar | Lítio | Ni-Cd |
|----------------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Zn | 14 | 17 | 11 | 10 | 30 | - | - |
| Mn | 22 | 29 | - | - | - | - | - |
| Hg | - | 0 - 0,2 | 33 | 1 | 1 | - | - |
| Ni | 0 - 0,02 | 0 - 0,08 | - | - | - | - | 29 |
| Cd | - | 0 | - | - | - | - | 14 |
| Fe | 37 | 16 | 22 | 22 | 60 | 60 | 31 |
| Ag | - | - | - | 27 | 1 | - | - |
| Li | - | - | - | - | - | 10-30 | - |
| Eletrólito | 0,01 | 0,5-1 | ~33 | 1 | 1 | - | - |
| Carbono | 3 | 7 | - | - | - | - | - |
| Papel/Plástico | 5 | 10 | 7 | 7 | 7 | 7 | - |

Pilhas e Baterias

- **Coleta e Armazenamento:**

- As pilhas devem ser coletadas e armazenadas em recipientes ou tambores plásticos e estanques.
- Coletores de metal devem ser evitados devido à corrosão provocada por eletrólitos que podem vazar de pilhas e baterias.
- Quando armazenadas não devem ser expostas ao calor.



Pilhas e Baterias

- **Tratamento:**

- Existem diversos processos para a reciclagem de pilhas e baterias no mundo. Algumas vezes estes processos são específicos para reciclagem de pilhas e baterias, outras vezes as pilhas e baterias são recicladas juntamente com outros tipos de materiais (co-processamento).
- Principais processos de tratamento:
 - Sumitomo – Processo japonês, totalmente pirometalúrgico, de custo bastante elevado, que é utilizado na reciclagem de todos os tipos de pilhas. Não é indicado para a reciclagem de baterias de NiCd.
 - Recytec – Processo suíço que combina pirometalurgia, hidrometalurgia e tratamento físico. É utilizado na reciclagem de todos os tipos de pilhas e também lâmpadas fluorescentes e tubos diversos que contenham mercúrio. As baterias de NiCd não são recicladas neste processo. O investimento deste processo é menor que o Sumitomo entretanto os custos de operação são maiores.

Pilhas e Baterias

- **Tratamento:**

- Principais processos de tratamento:

- Atech – Baseado em tratamento físico da sucata de pilhas e portanto, com custo inferior aos processos hidrometalúrgicos ou pirometalúrgicos, utilizado na reciclagem de todas as pilhas.
- Snam-Savam – Processo francês, totalmente pirometalúrgico para reciclagem de baterias de NiCd.
- Sab-Nife – Processo sueco, totalmente pirometalúrgico para reciclagem de baterias de NiCd.
- Inmetco (International Metal Reclamation Company) – Processo norte americano da The International Nickel Company (Inco) , desenvolvido inicialmente com o objetivo de se recuperar poeiras metálicas provenientes de fornos elétricos. Entretanto, o processo pode ser utilizado para recuperar também resíduos metálicos provenientes de outros processos e as baterias de NiCd se enquadram nestes outros tipos de resíduos.

Pilhas e Baterias

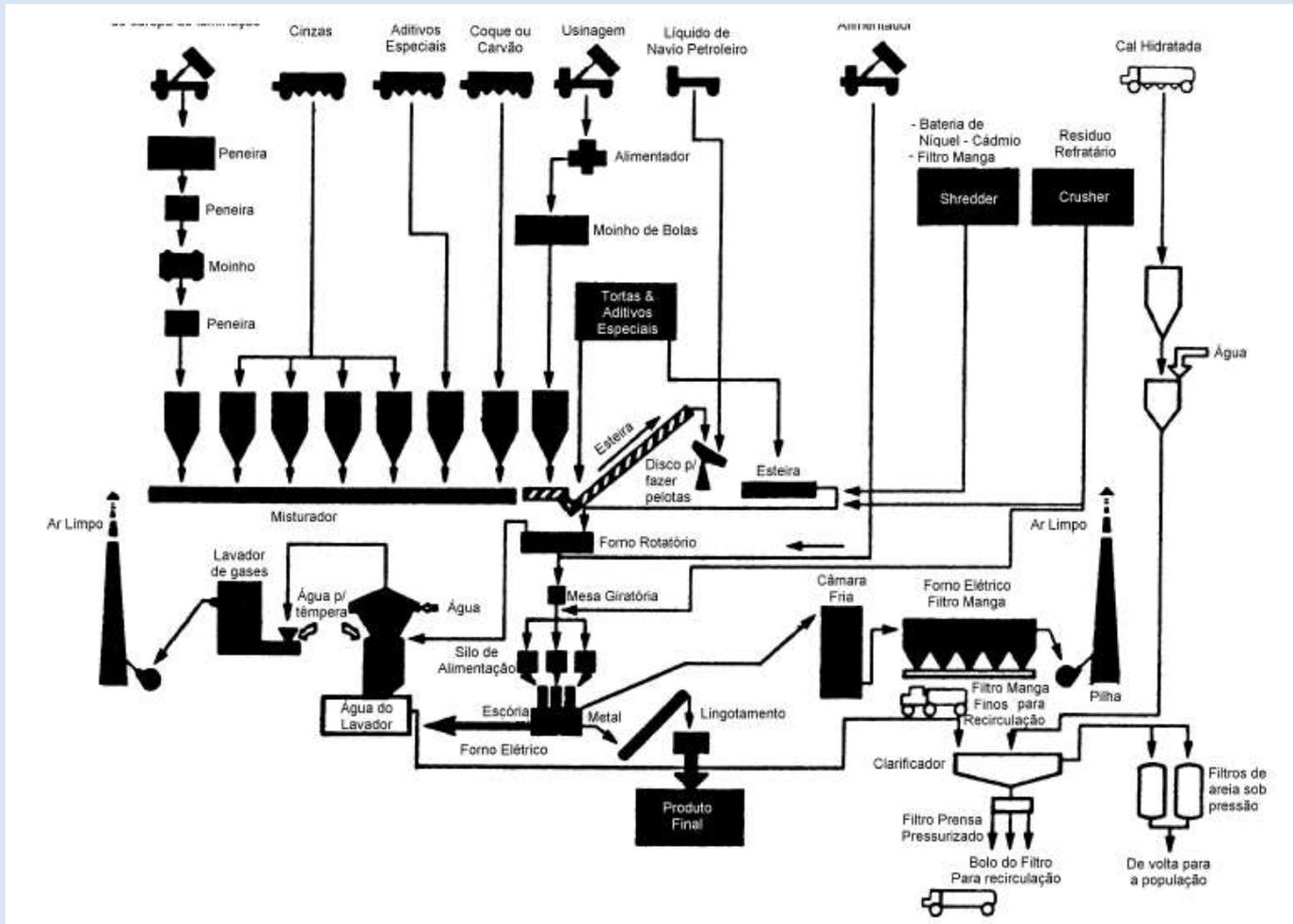
- **Tratamento:**

- Principais processos de tratamento:

- Waelz – Processo pirometalúrgico para recuperação de metais provenientes de poeiras. Basicamente o processo se dá através de fornos rotativos. É possível recuperar metais como Zn, Pb, Cd.
- TNO – Processo hidrometalúrgico holandês para reciclagem de pilhas e baterias. Este processo desenvolveu duas rotas de reciclagem, uma para pilhas de Zn-C e alcalinas e outra para a reciclagem de baterias de NiCd. A rota para reciclagem de pilhas nunca não foi implementada comercialmente.
- Accurec – Processo pirometalúrgico alemão para a reciclagem de pilhas e baterias. Trata baterias de NiCd separadamente.

Pilhas e Baterias

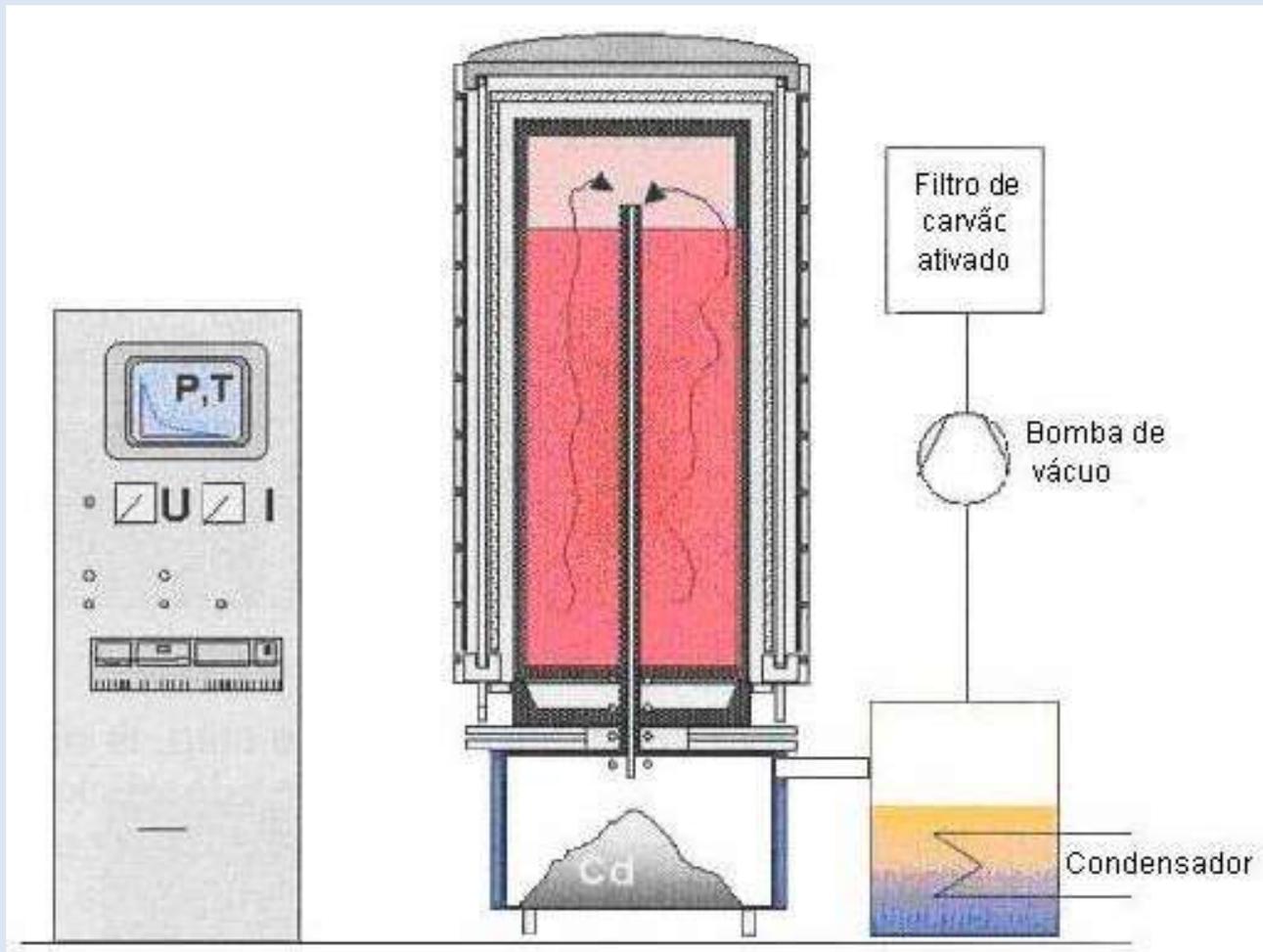
- Tratamento:
- Processo Inmetco



Pilhas e Baterias

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Tratamento:**
 - Processo Accurec

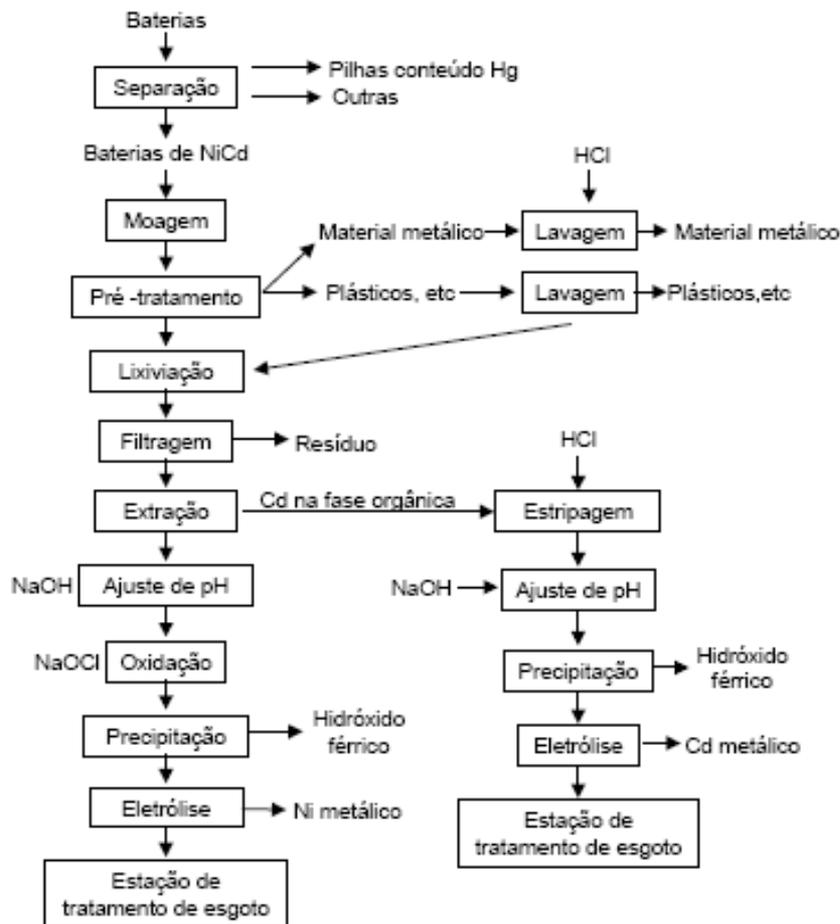


Fonte: Espinosa e Tenório (?)

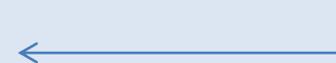
Pilhas e Baterias

- **Tratamento:**

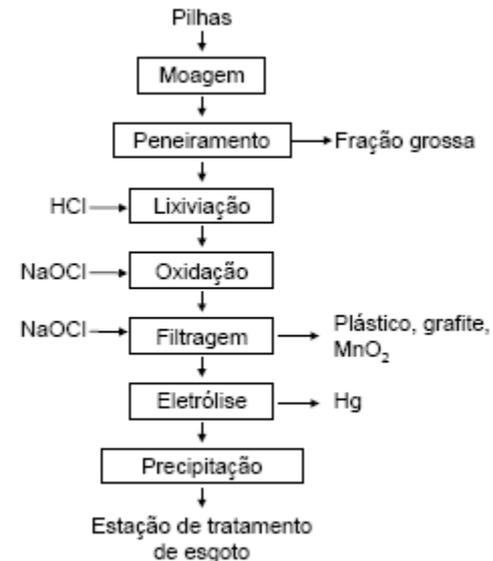
- **Processo TNO**



Processo TNO para reciclagem de baterias de NiCd.



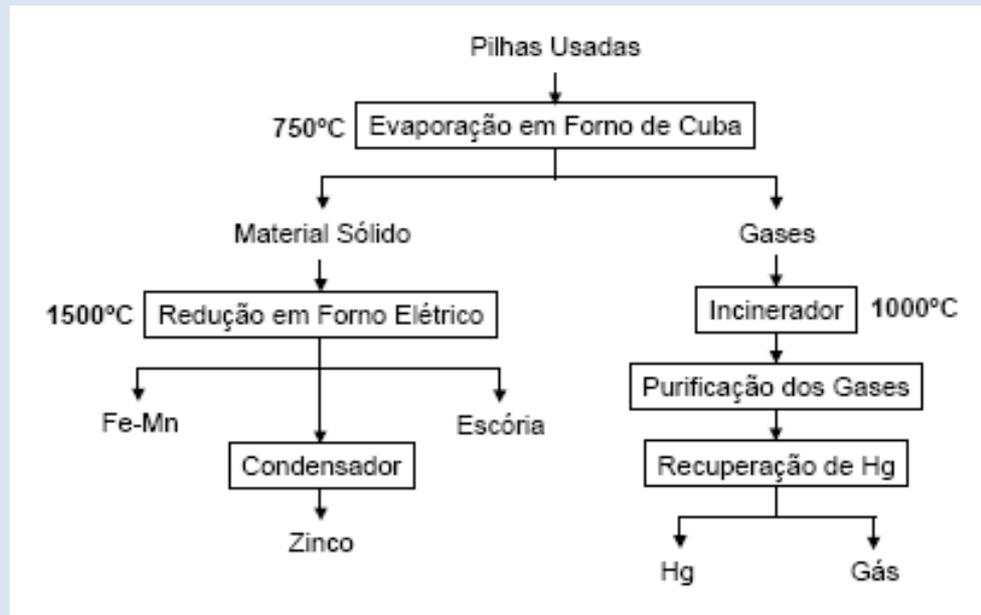
Processo TNO para tratamento de pilhas secas e alcalinas.



Fonte: Espinosa e Tenório (?)

Pilhas e Baterias

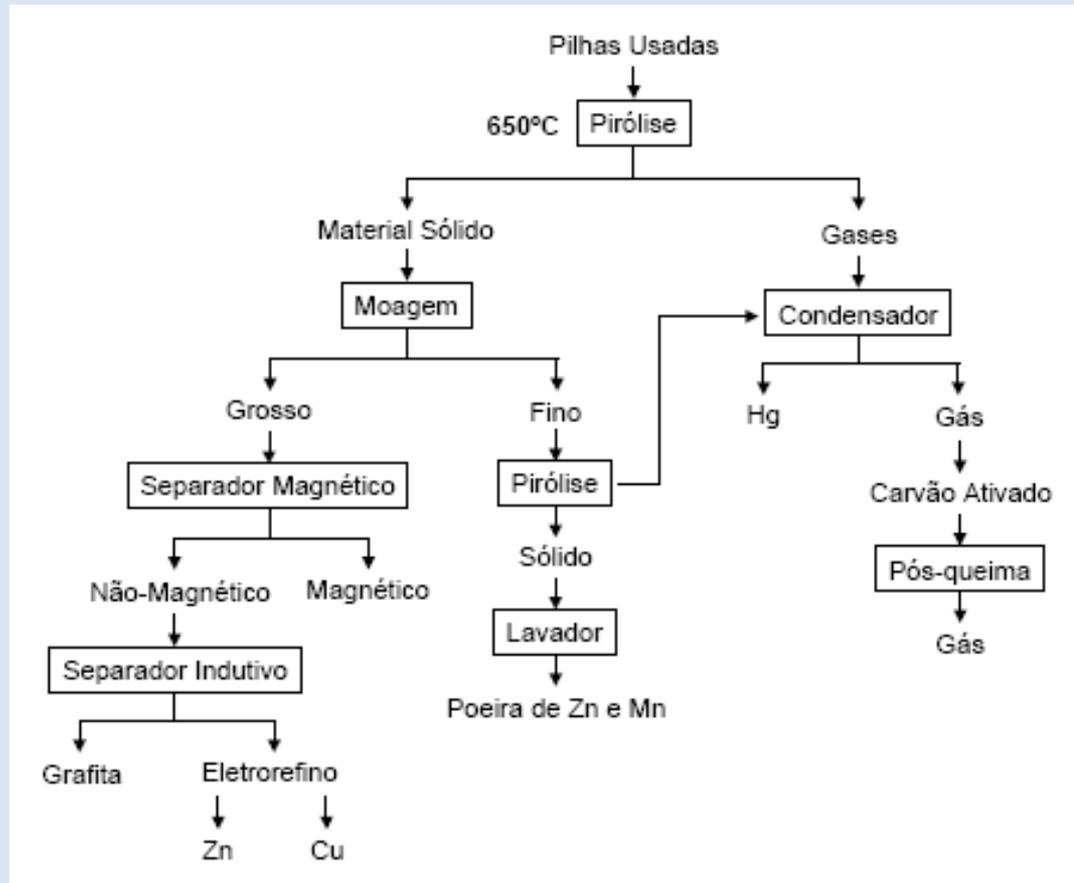
- **Tratamento:**
 - Processo Sumitomo



Fonte: Espinosa e Tenório (?)

Pilhas e Baterias

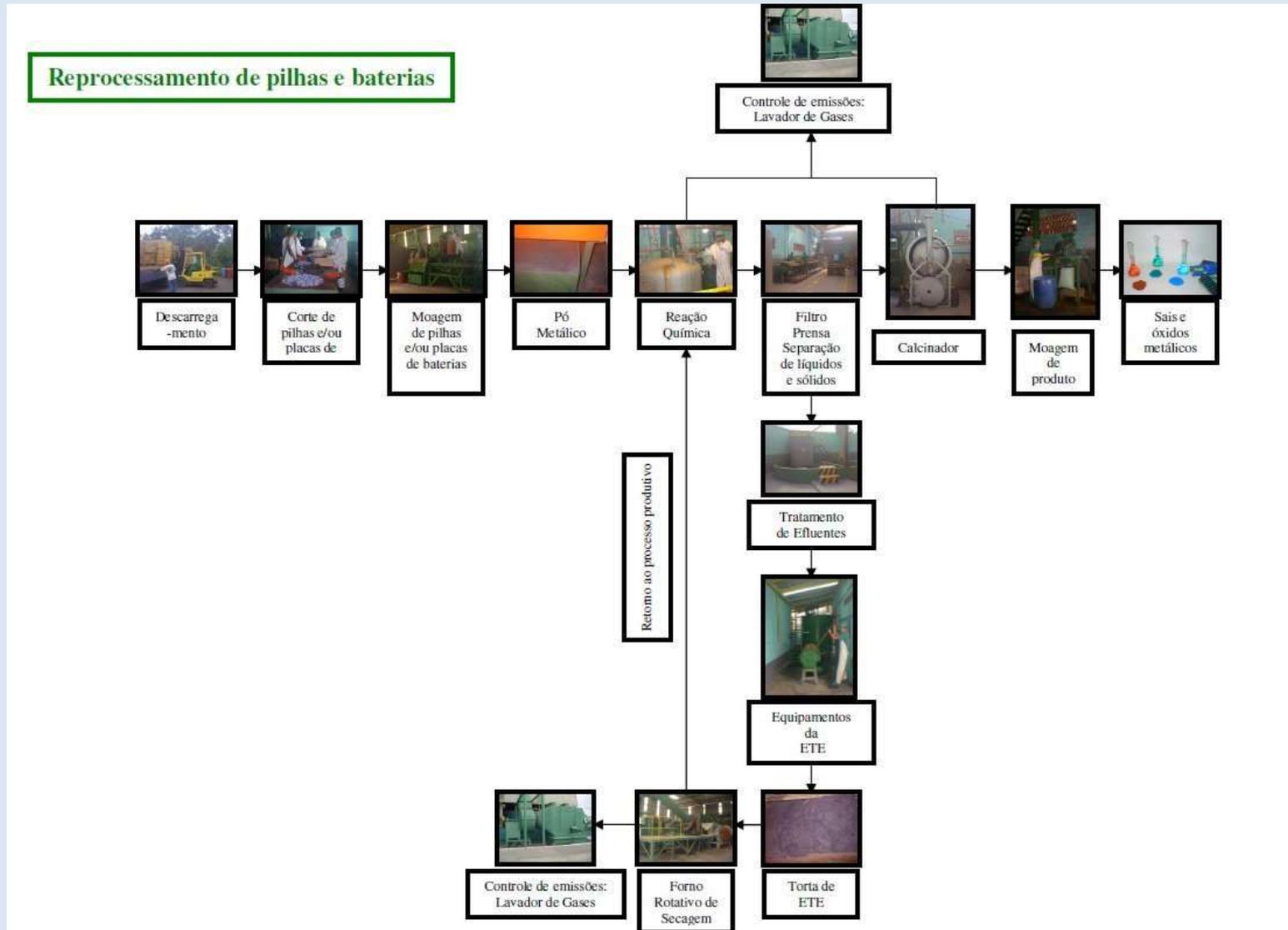
- **Tratamento:**
 - Processo Recytec



Fonte: Espinosa e Tenório (?)

Pilhas e Baterias

- Tratamento:



Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera



Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Definição:**

- São todos os óleos de origem mineral, animal ou vegetal utilizados como lubrificantes de motores à combustão, ou utilizados em frituras no preparo ou processamento de alimentos e que necessitam serem substituídos depois de um período de uso.

- **Classificação:**

- Os óleos usados são classificados como Resíduos **Perigosos – Classe I**, devido à inflamabilidade e também devido ao elevado potencial poluidor se lançados na água ou no solo.



Óleos Usados ou Contaminados

- **Geração:**

- Óleos Minerais e Sintéticos:

- Os óleos minerais e sintéticos devem ser substituídos dentro de um certo intervalo de tempo, uma certa quilometragem percorrida ou um certo número de horas do motor em funcionamento e isso varia muito dependendo do tipo de óleo, do tipo de motor e da intensidade e frequência de uso do motor.

- Óleos Animais e Vegetais:

- Difícil de quantificar pois depende dos hábitos alimentares da população.
- Gerado na fritura de alimentos em residências e estabelecimentos comerciais e industriais.

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Caracterização:**

- Óleos minerais e sintéticos derivados do petróleo → lubrificantes;
- Óleos vegetais proveniente do refino de grãos → frituras;
- Óleos e gorduras de origem animal → fritura e processamento de alimentos de origem animal.

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Minerais e Sintéticos:**
 - Composição:
 - O principal componente de um lubrificante é o “óleo lubrificante básico”, que normalmente corresponde de 80% a 90% do volume do produto acabado.
 - Existem dois tipos de óleos lubrificantes básicos:
 - **Óleos lubrificantes básicos minerais:** são produzidos diretamente a partir do refino de petróleo.
 - **Óleos lubrificantes básicos sintéticos:** são produzidos através de reações químicas, a partir de produtos geralmente extraídos do petróleo.
 - Os óleos lubrificantes também possuem aditivos em sua composição.

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Minerais e Sintéticos:**

- Armazenamento:

- Os óleos lubrificantes devem ficar armazenados em recipientes em boas condições, livre de vazamentos e colocados dentro de uma bacia de contenção.
- Dentre os recipientes possíveis, destacam-se as “bombonas” e “containers” plásticos, pela sua praticidade, resistência e durabilidade.
- Também são muito utilizados tambores (latões), que merecem cuidado especial em relação à possível ataque por ferrugem, amassados e rasgos.

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- Óleos Minerais e Sintéticos:
 - Armazenamento:



Fonte: <http://www.sindirepa-sp.org.br/pdfs/guia.pdf>

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Minerais e Sintéticos:**

- Coleta e Transporte:

- Deve ser feita com veículo apropriado e devidamente sinalizado.
- O cadastramento de todos os veículos empregados na coleta de óleo lubrificante usado, é obrigatório perante a Agência Nacional do Petróleo - ANP, conforme Resolução ANP 20/2009.



Fonte: <http://www.romafretamento.com.br/>

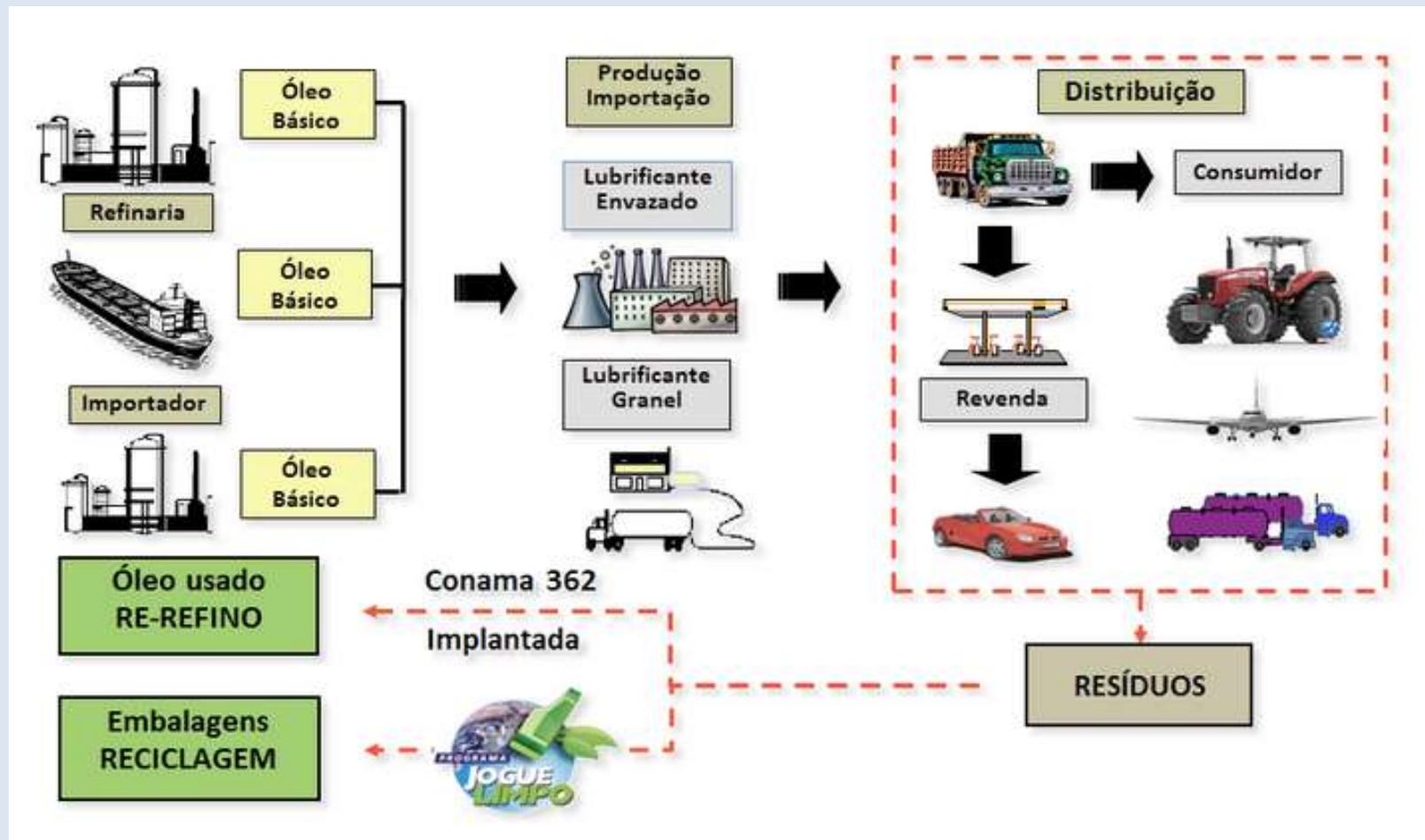


Fonte: <http://www.lwart.com.br/>

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- Óleos Minerais e Sintéticos:
- Logística Reversa:



Óleos Usados ou Contaminados

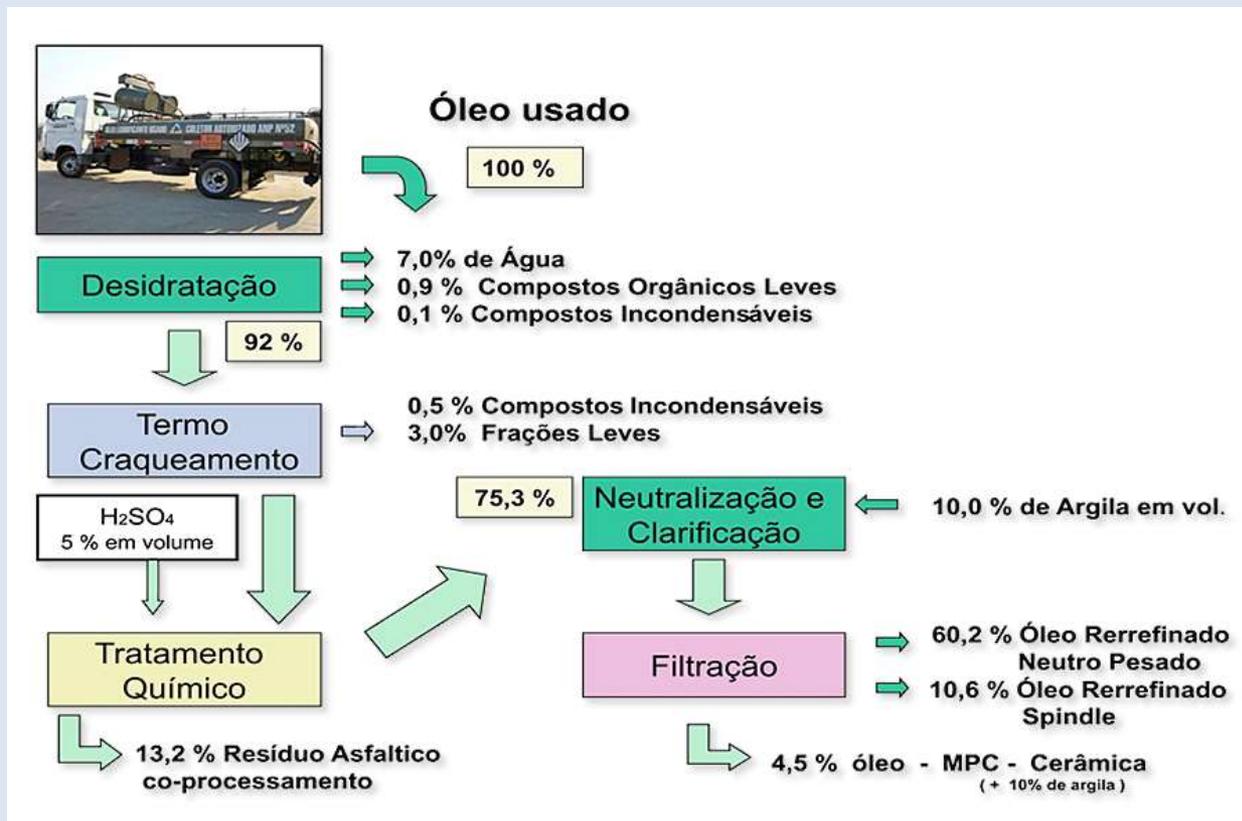
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Minerais e Sintéticos:**
 - Tratamento:
 - A atividade de rerrefino no Brasil, deve obter produtos devidamente especificados pela Agência Nacional do Petróleo, conforme Portaria ANP – 130/1999 (em processo de revisão).
 - O parque industrial conta com três tecnologias diferentes :
 - a) **Sistema Ácido Argila com “Termo Craqueamento”**. Nessa modalidade de tecnologia, predomina a obtenção de óleo básico neutro pesado.
 - b) **Sistema de Destilação a Flash ou evaporação pelicular**. Essa tecnologia propicia a obtenção predominante de óleo básico neutro leve e médio.
 - c) **Sistema por extração a solvente seletivo de propano**. Essa tecnologia propicia a obtenção de óleo básico neutro médio .

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- Óleos Minerais e Sintéticos:
 - Tratamento:
 - Processo Ácido-Argila Via Thermo Cracking.



Fonte: <http://www.sindirrefino.org.br/rerrefino/tecnologias>

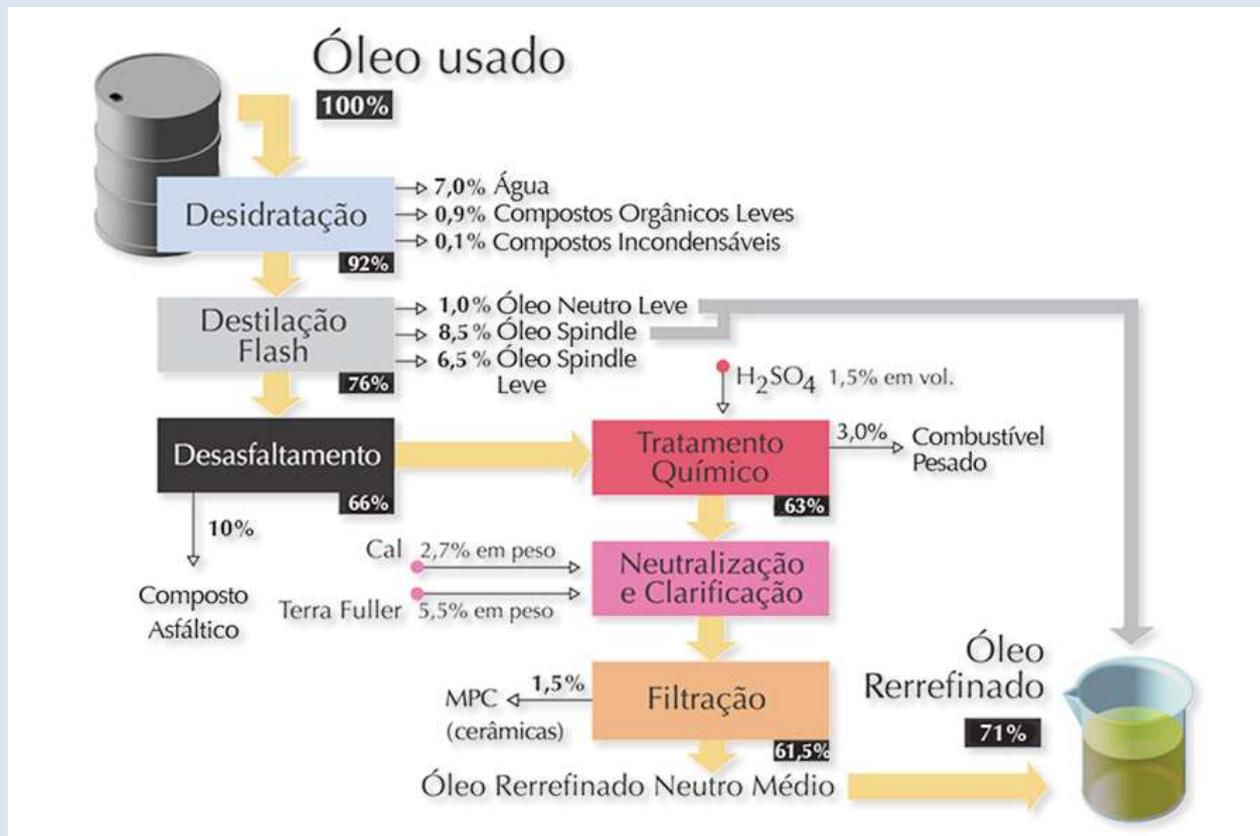
Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Minerais e Sintéticos:**

- Tratamento:

- Destilação Flash e Evaporadores de Película para Desasfaltamento.

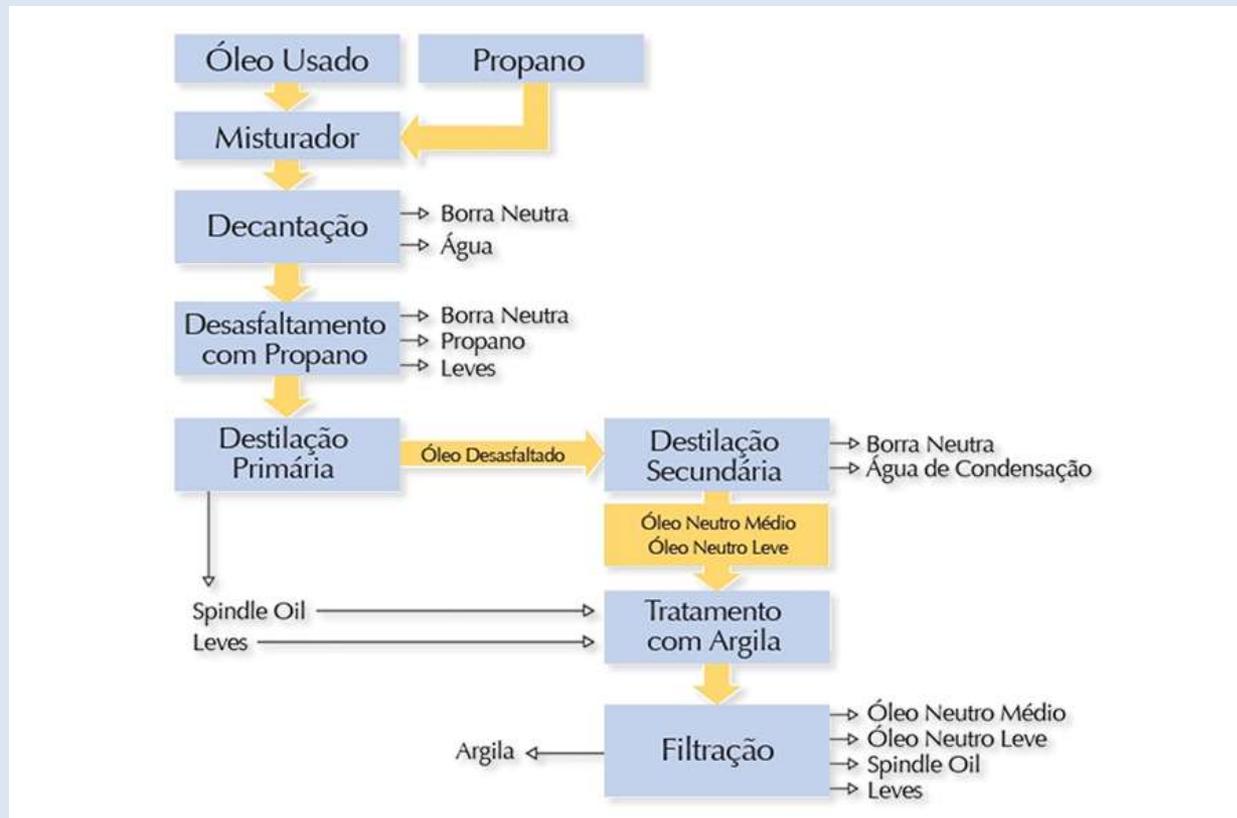


Fonte: <http://www.sindirrefino.org.br/rerrefino/tecnologias>

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Minerais e Sintéticos:**
 - Tratamento:
 - Desasfaltamento com Propano.

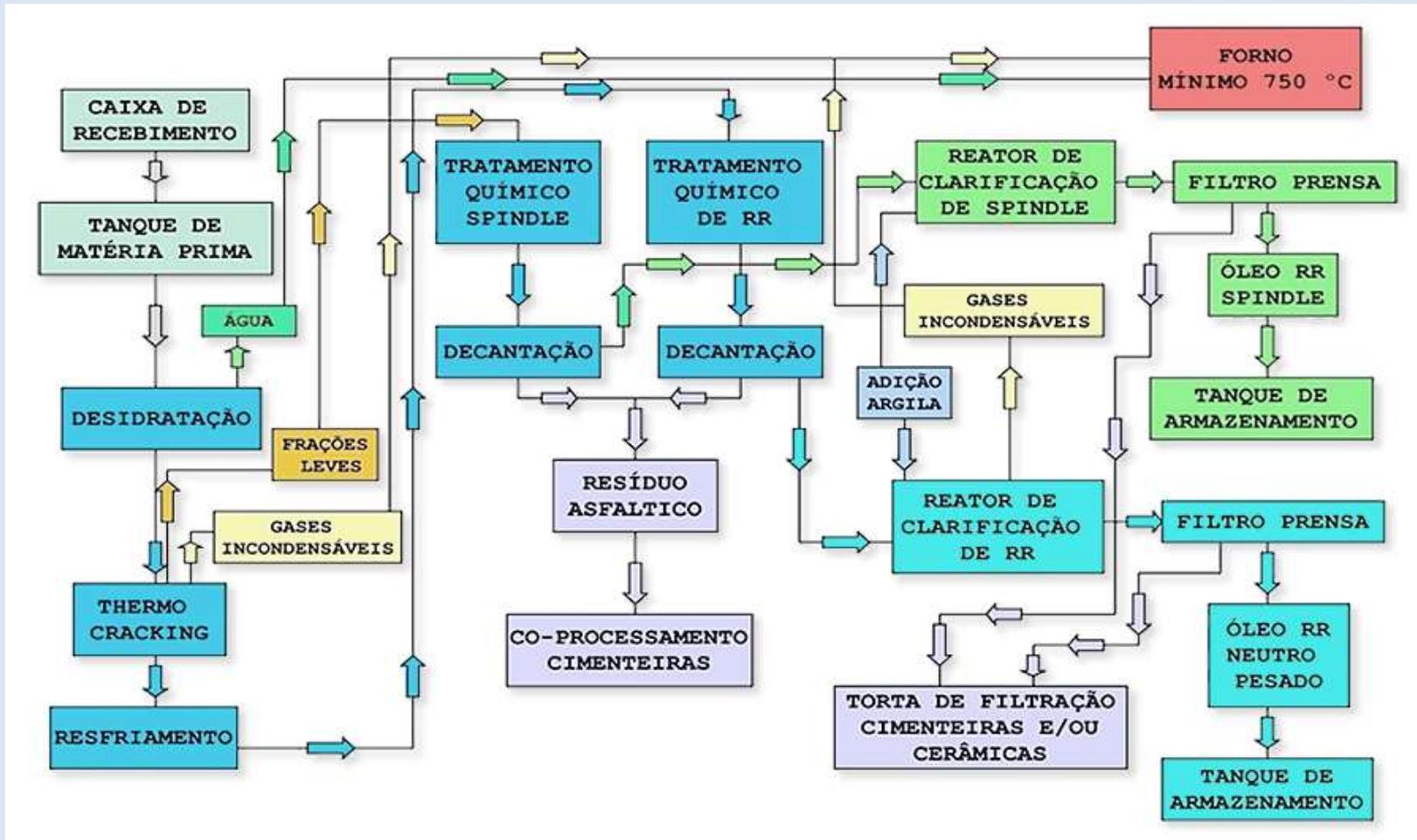


Fonte: <http://www.sindirrefino.org.br/rerrefino/tecnologias>

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

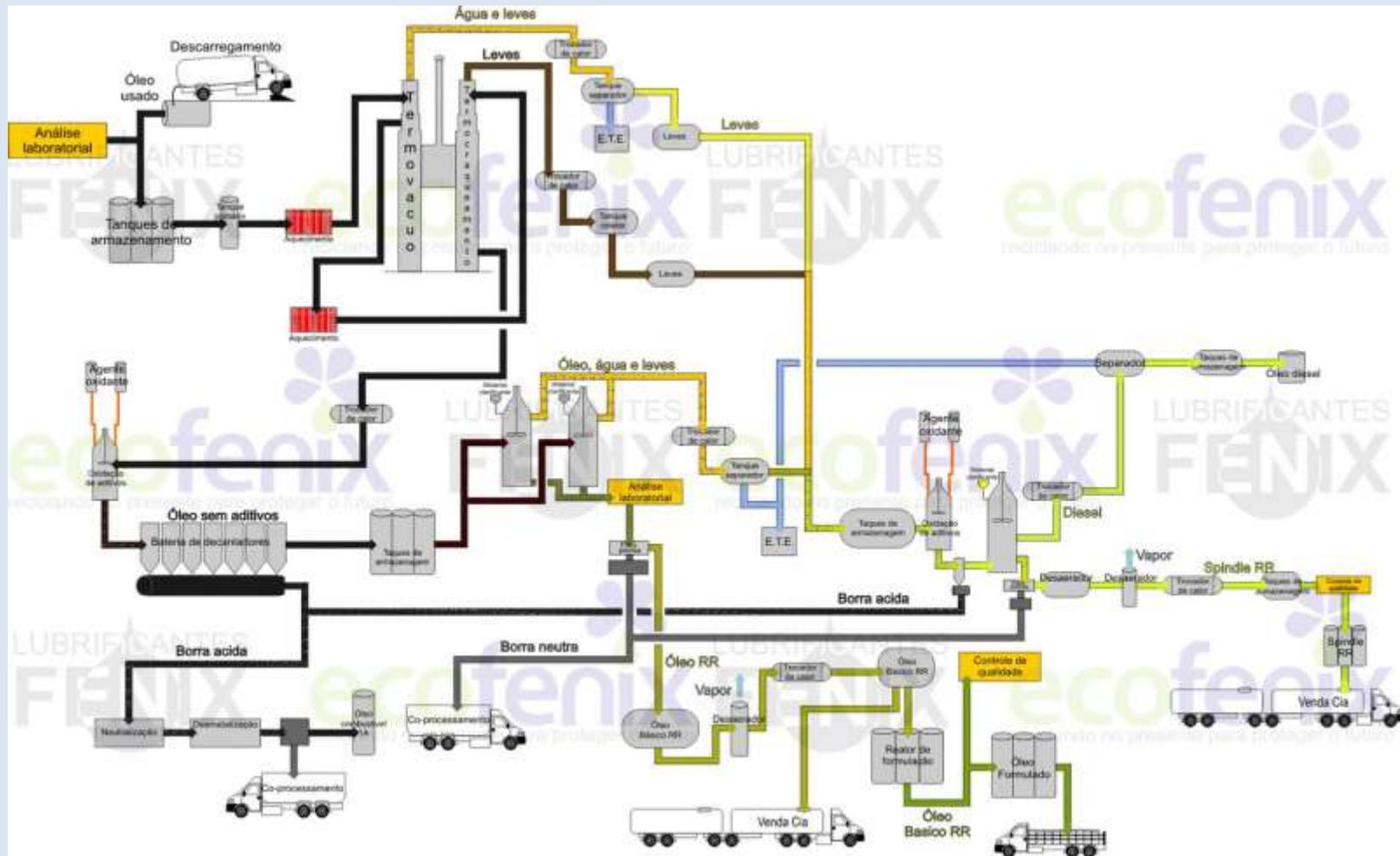
- Óleos Minerais e Sintéticos:
- Tratamento:



Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- Óleos Minerais e Sintéticos:
- Tratamento:



Fonte: <http://www.lubfenix.com.br/o-rerrefino>

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Minerais e Sintéticos:**
 - Tratamento:
 - Subprodutos do tratamento:
 - Óleo refinado básico e
 - Betume para asfalto.



Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Vegetais e Animais:**

- Composição:

- Compostos por óleos e gorduras de origem animal ou vegetal, além de impurezas tais como água, sal resíduos orgânicos, etc. originados durante o processo de fritura ou processamento.

- Coleta e Transporte:

- Nas residências ou estabelecimentos comerciais, devem ser acondicionados em frascos plásticos resistentes e estanques.

- Podem ser encaminhados para coleta seletiva regular, ou serem entregues em ecopontos.

- Podem ser transportados nos próprios frascos ou despejados em recipientes de maior volume.

Óleos Usados ou Contaminados

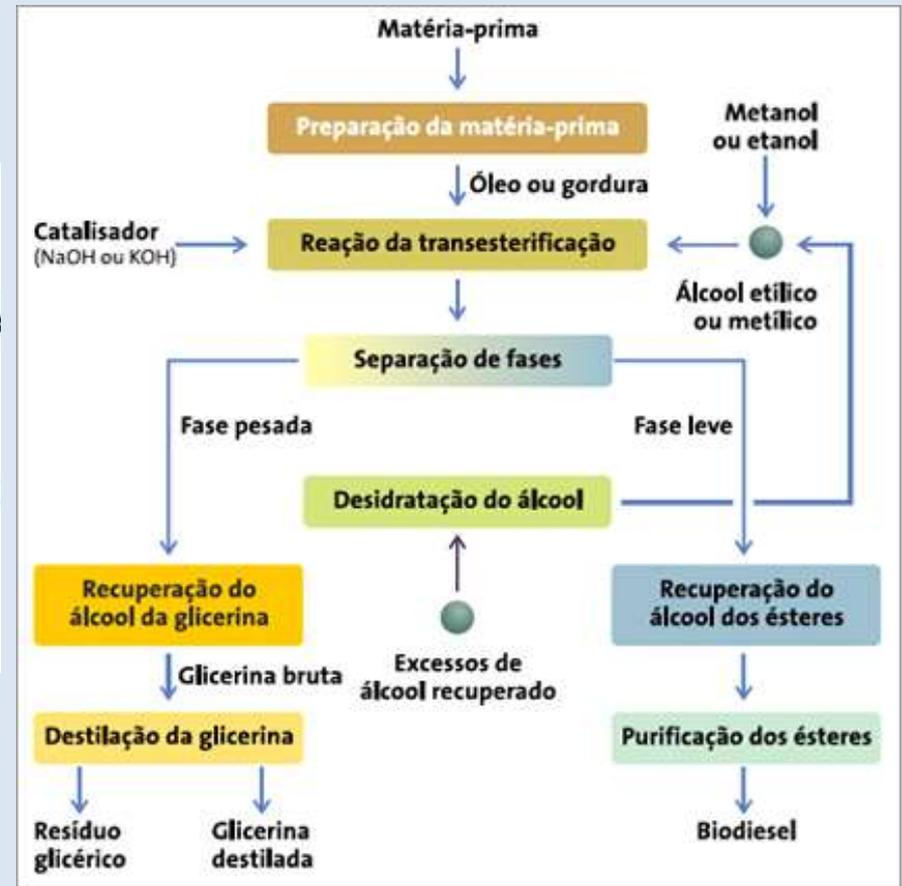
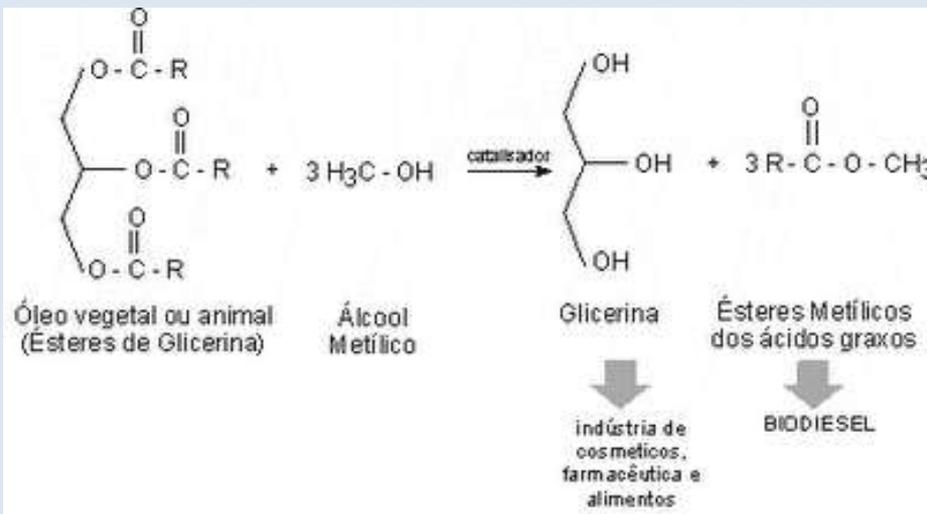
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Vegetais e Animais:**
 - Tratamento:
 - As duas principais formas de tratamento para este tipo de resíduos são:
 - Produção de Biodiesel (Transesterificação); e
 - Produção de Sabão (Saponificação).

Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

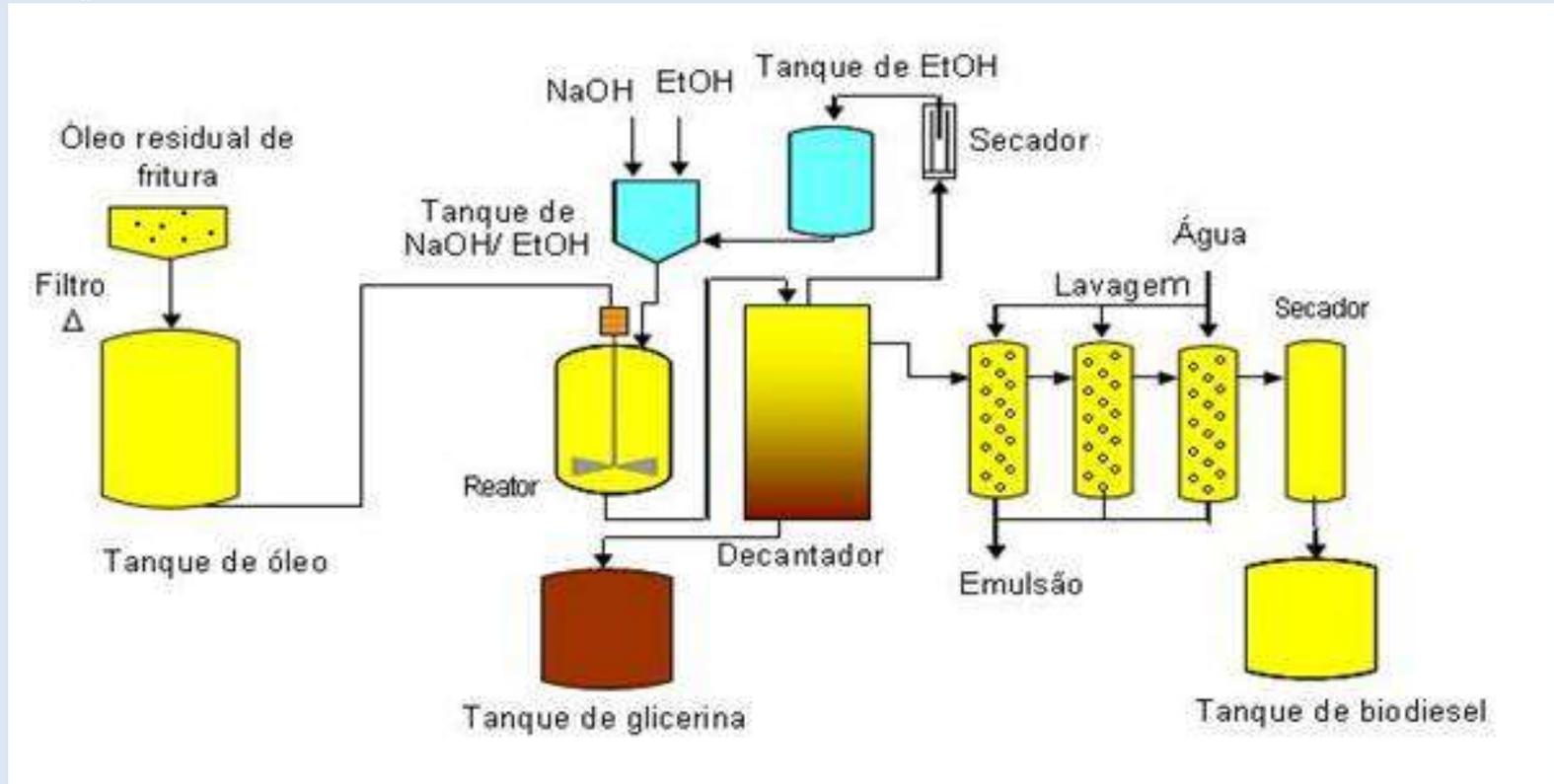
- **Óleos Vegetais e Animais:**
 - Tratamento:
 - Produção de Biodiesel.



Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Vegetais e Animais:**
 - Tratamento:
 - Produção de Biodiesel.



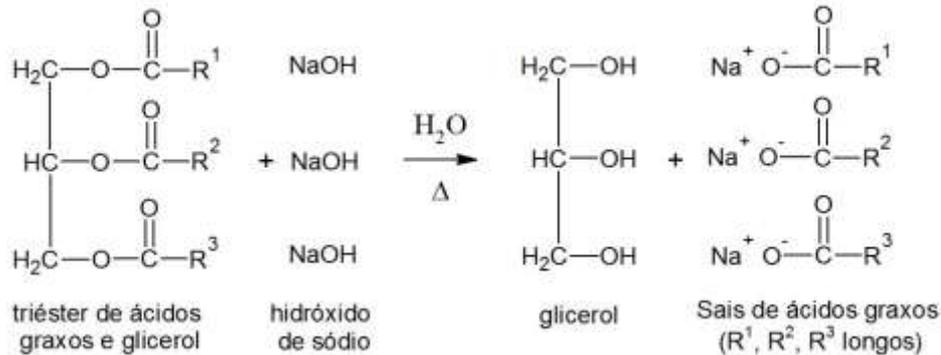
Óleos Usados ou Contaminados

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Óleos Vegetais e Animais:**

- Tratamento:

- Produção de Sabão.



Fármacos ou Medicamentos Vencidos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera



Fármacos ou Medicamentos Vencidos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Definição:**

- Segundo a ANVISA (2003), medicamento é um produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico.
- E prazo de validade é a data limite para a utilização de um produto, com garantia das especificações estabelecidas, com base na sua estabilidade (observadas as condições de armazenamento e transporte).

- **Classificação:**

- É considerado um resíduo perigoso Classe I, devido às suas características químicas e ao risco que representa para as pessoas, animais e o meio ambiente.

Fármacos ou Medicamentos Vencidos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Geração:**

- De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), não há números precisos sobre o volume de medicamentos que perdem a validade anualmente no país, mas estima-se que pode chegar a 34 mil toneladas.

Fonte: <http://189.28.128.179:8080/descartemedicamentos/news/anvisa-brasil-descarta-medicamento-vencido-de-forma-inadequada>

- **Caracterização:**

- São descartados todos os tipos de medicamentos e princípios ativos, mas de forma geral eles podem estar na forma sólida (capsulas, comprimidos, etc.), líquida (injetáveis ou de uso oral) e em forma de cremes ou pomadas.

Fármacos ou Medicamentos Vencidos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Causas das Sobras de Medicamentos:**
 - Embalagens vendidas com quantidades de medicamentos além da quantidade exata para o tratamento do paciente.
 - Não implantação do fracionamento de medicamentos pela cadeia farmacêutica.
 - Interrupção ou mudança de tratamento.
 - Distribuição aleatória de amostras-grátis.
 - Gerenciamento inadequado de estoques de medicamentos pelas empresas e estabelecimentos de saúde.
 - Carência de informação da população relacionada à promoção, prevenção e cuidados básicos com sua saúde.

Fármacos ou Medicamentos Vencidos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Gleber Contrera

- **Coleta e Transporte:**

- Os fármacos vencidos devem ser devolvidos às farmácias e centros de saúde e não deve de forma alguma ser descartado junto com os resíduos sólidos domiciliares e nem despejados no esgoto quanto líquidos.
- Os estabelecimentos devem possuir ponto de coleta visível e local apropriado para armazenagem (não exposto a calor e umidade, sem acesso de estranhos ao estabelecimento, inclusive crianças e animais, etc.).
- O estabelecimento pode também fazer a triagem e a separação dos medicamentos para envio aos laboratórios responsáveis.
- Caso seja necessário, o poder público municipal em conjunto com a vigilância sanitária pode auxiliar no recolhimento e armazenamento desses resíduos de forma segura e segregada para envio aos laboratórios responsáveis.

Fármacos ou Medicamentos Vencidos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

• Coleta:



O que pode ser depositado nas estações



Fonte:

<http://www.panvel.com/panvel/institucional.do?secao=quemSomosDestinoCerto>



Fonte:
http://www.adjorisc.com.br/saude/medicamentos-vencidos-descarte-incorreto-cause-danos-ao-meio-ambiente-e-a-saude-da-populacao-1.1027744#.UZy3_bWR-gw



Fonte:
http://www.apmnit.com.br/noticias.php?f_id=98&passo=2&PHPSESSID=3b55e3c48f8ee32b94078c9e50454967

Fármacos ou Medicamentos Vencidos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- **Tratamento:**

- Basicamente existem duas formas de tratamento para os fármacos vencidos:
 - Incineração; e
 - Tratamento químico ou biológico.
- A incineração desses resíduos de forma isolada ou em conjunto com RSS é a forma mais eficaz de tratamento, pois faz com que não reste nenhum subproduto ativo ao final do tratamento.
- Um dos problemas do tratamento químico ou biológico é que o tratamento pode produzir subprodutos tão tóxicos ou até mais tóxicos para o meio ambiente do que o próprio fármaco (medicamento) vencido.

Bibliografia e Leitura Recomendada

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

Leitura Mínima:

- Lund, H. F. (2000), McGraw-Hill Recycling Handbook. McGraw-Hill , 2nd Edition. Chapters: 10, 18, 19 and 22 .
- Lagarinhos, C. A. e Tenório, J. A. S., (2008) Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil. Polímeros vol.18 no.2 São Carlos Apr./June 2008. In:
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282008000200007&script=sci_arttext
- http://www.asec.com.br/000111201asec/ArquivoAMR/EncontroTecnico/docs/Doc_Encontro04_JorgeTenorio2.pdf
- <http://www.sindirepa-sp.org.br/pdfs/guia.pdf>

Leitura Adicional:

- <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>