



PHA3556 - Tecnologias de Tratamento de Resíduos Sólidos

Aula 3: Ecopontos, Centrais de Triagem e Centrais de
Tratamento de Resíduos (CTRs).

Prof. Dr. Ronan Cleber Contrera

Ecopontos

- Definição:
 - Também chamados de **Pontos de Entrega Voluntária (PEVs)**, são pontos estrategicamente localizados e preparados para atender à população de uma certa **área de influência**, visando o recebimento de quantidades **limitadas** de resíduos (recicláveis e/ou não recicláveis).
 - Contêineres, caçambas, tambores ou outros recipientes posicionadas em local público fixo e de fácil acesso para receberem **alguns tipos** de resíduos (normalmente recicláveis) ou uma área cercada com dimensões relevantes, preparada para receber **diversos tipos** de resíduos.
 - Nestes locais os resíduos permanecem por **pouco tempo** e, através de uma rotina de remoção, são encaminhados para reciclagem, processamento, tratamento ou disposição final.

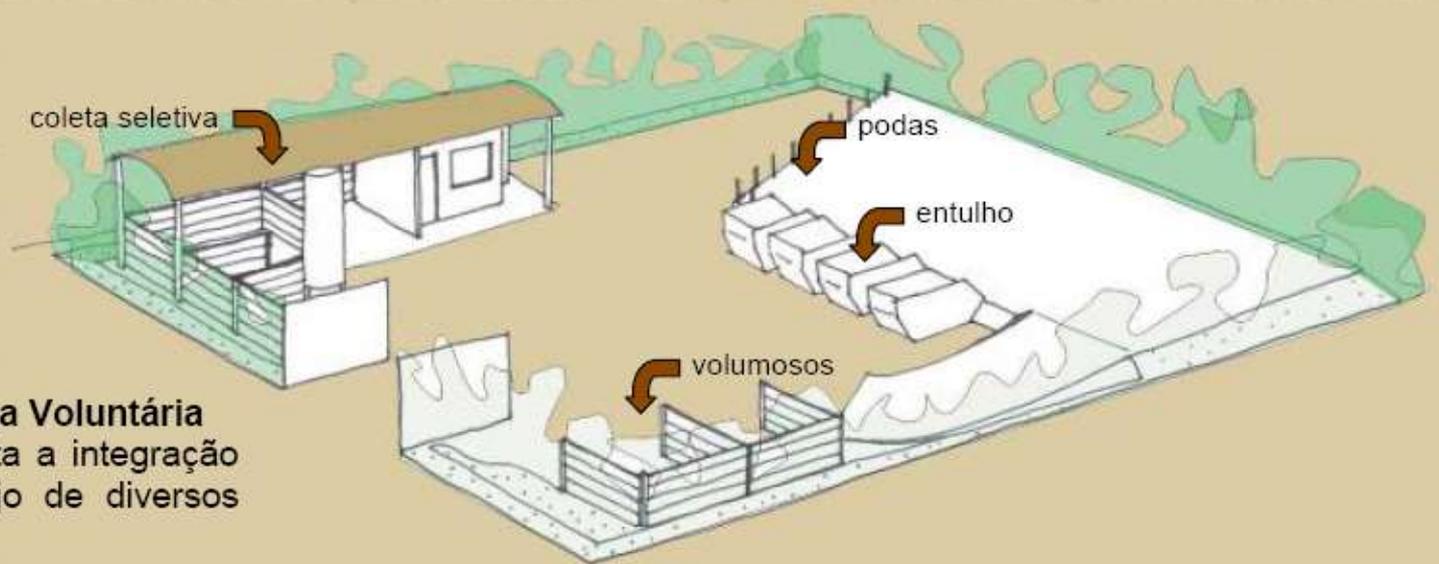
Ecopontos

- Vantagens:
 - Através do acúmulo de resíduos e racionalização do transporte, podem ajudar a viabilizar a coleta seletiva reduzindo custos, que em média podem resultar até cinco vezes mais caros que o da coleta regular;
 - Evitam ou minimizam o descarte clandestino de resíduos em áreas de preservação, margens de rios, terrenos baldios, calçadas, beiras de estradas ou vias, etc.;
 - No Ecoponto o resíduo pode ser descartado sem custos para o gerador, desde que alguns requisitos sejam satisfeitos (tipo de resíduo, quantidade, segregação, etc.).

Ecopontos

- Layout:

- Deve favorecer o acesso tanto para disposição dos resíduos, quanto para o seu recolhimento, possuindo áreas de circulação, baias, caçambas e locais adequados para acúmulo de resíduos segregados;



PEV – Ponto de Entrega Voluntária
Instalação que possibilita a integração da gestão e do manejo de diversos resíduos

Ecopontos

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

- Exemplos:
- Ecopontos de São Paulo-SP.



Fonte:
http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/vila_maria_vila_guilherme/noticias/?p=31642



Fonte:
http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/casa_verde/noticias/?p=4507



Fonte:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/aricanduva/noticias/?p=4329>



Fonte: <http://revistamooca.blogspot.com.br/2012/03/onde-jogar-meu-entulho.html>

Ecopontos

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

- Exemplos:
- Ecopontos de São Carlos-SP.



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



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



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

Ecopontos

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

- Exemplos:
- Ecopontos de Rio Claro-SP.



Fonte: <http://imprensa.rioclaro.sp.gov.br/?p=18958>



Fonte: <http://imprensa.rioclaro.sp.gov.br/?p=6976>



Fonte: <http://imprensa.rioclaro.sp.gov.br/?p=14134>

Ecopontos

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

- Exemplos:
- Ecopontos de Uberlândia-MG.



Fonte: <http://www.correiodeuberlandia.com.br/cidade-e-regiao/ecopontos-de-uberlandia-ja-recolheram-21-mil-metros-cubicos-de-reciclaveis/>



Fonte: http://www.farolcomunitario.com.br/uberlandia_100_0764.htm

Fonte: <http://uberlandia-minas.blogspot.com.br/2009/09/primeiro-ecoponto-de-uberlandia-sera.html>

Ecopontos

- Instalações Necessárias:
 - Cercamento;
 - Guarita com sanitário;
 - Cancela, portão e controle de acesso;
 - Ligação de água e esgoto;
 - Energia elétrica (opcional);
 - Iluminação (opcional, dependendo dos horários de funcionamento – na cidade de São Paulo funcionam das 6:00 às 22:00 h durante a semana);
 - Área para circulação de veículos;
 - Baias ou caçambas e tambores para acondicionamento e separação dos resíduos recebidos;
 - Etc..

Ecopontos

- Resíduos Sólidos Recebidos:
 - **Podem** receber **somente** recicláveis, ou além destes receber também:
 - Resíduos de construção e demolição (entulho) com volume de até 1,0 m³;
 - Resíduos de jardinagem, poda de árvores e capina;
 - Móveis velhos, colchões e objetos volumosos;
 - Pneus;
 - Eletroeletrônicos;
 - Lâmpadas fluorescentes;
 - Óleos usados acondicionados em garrafas ou galões;
 - Etc..
 - **Não devem** receber em hipótese alguma resíduos putrescíveis.

Ecopontos

- Localização:
 - Para todos os casos devem ser posicionados em **locais estratégicos** visando atender uma determinada **área de influência**;



Ecopontos

- Localização:
 - No caso de contêineres ou caçambas em locais ou vias públicas, devem estar posicionados ou estacionados em local de fácil visualização/identificação, que não atrapalhem o trânsito e nem a circulação de pessoas, e ainda facilite a remoção dos resíduos;



Ecopontos

- Localização:
 - No caso de áreas para recebimento de materiais diversos, os ecopontos devem ter:
 - Área suficiente, não alagável e em terreno estável;
 - Aceitação da vizinhança;
 - Topografia favorável;
 - Acesso fácil para deposição e retirada dos resíduos com caminhão;
 - Baixo valor de aquisição ou estar em terreno público;

Ecopontos

- Dimensionamento:
 - O dimensionamento de ecopontos não é uma tarefa trivial, pois apresenta algumas **incertezas**, sendo função:
 - 1) Da periodicidade com que se pretende remover os resíduos do local;
 - 2) Dos tipos de resíduos que se pretende receber no local;
 - 3) Da quantidade de resíduos levada pelos moradores até o local;
 - 4) Do espaço necessário para circulação e manobra de veículos no local; etc..
 - Na maioria das vezes, o dimensionamento acaba sendo empírico em função das áreas disponíveis, com ajustes operacionais realizados ao longo do tempo.

Ecopontos

- Dimensionamento:

1) Periodicidade de remoção dos resíduos:

- Pode ser diferente para cada resíduo;
- Inicialmente pré-estabelecida pelo projetista, mas posteriormente ajustada à demanda local;
- Pode ficar por conta da capacidade local → um funcionário do local se incumbem de comunicar a necessidade de remoção.

2) Tipos de resíduos recebidos:

- Estabelecer os tipos de resíduos recebidos de acordo com as necessidades locais (pesquisar disposições irregulares na área de influencia do ecoponto);
- Quanto maior a variedade de resíduos recebidos, maior será o número de baias ou caçambas necessárias para acondicioná-los de forma segregada.

Ecopontos

- Dimensionamento:

3) Quantidade de resíduos levada pelos moradores:

- Difícil de se estimar → depende do conhecimento do moradores do entorno sobre a existência do local, da pré-disposição de levar o resíduo até lá, da consciência socioambiental, das suas necessidades (reforma, jardinagem, poda, troca de móveis, etc.);
- Depende também da área de influência que se pretende efetivamente alcançar com o ecoponto (Ex: um bairro, raio de 1 a 2 km).
- Pesquisar previamente o local, identificando carroceiros e pontos de descarte irregular de resíduos e se possível, quantificar estes resíduos.
- Considerar também a demanda induzida a partir da existência do ecoponto.

Ecopontos

- Dimensionamento:

4) Espaço para circulação e manobra de veículos:

- Este espaço será função dos tipos de veículos transportadores que adentrarão ao local.
- Caso se pretenda utilizar máquinas do tipo pá-carregadeiras para carga de caminhões, deverá se prever também espaço para manobra destas máquinas.
- Quanto maior os veículos e máquinas, maiores são os espaços necessários para acessos e circulações.
- Em geral, quando se utilizam somente caçambas para acondicionamento dos resíduos, o maior veículo a adentrar a área é o próprio caminhão transportador de caçambas.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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



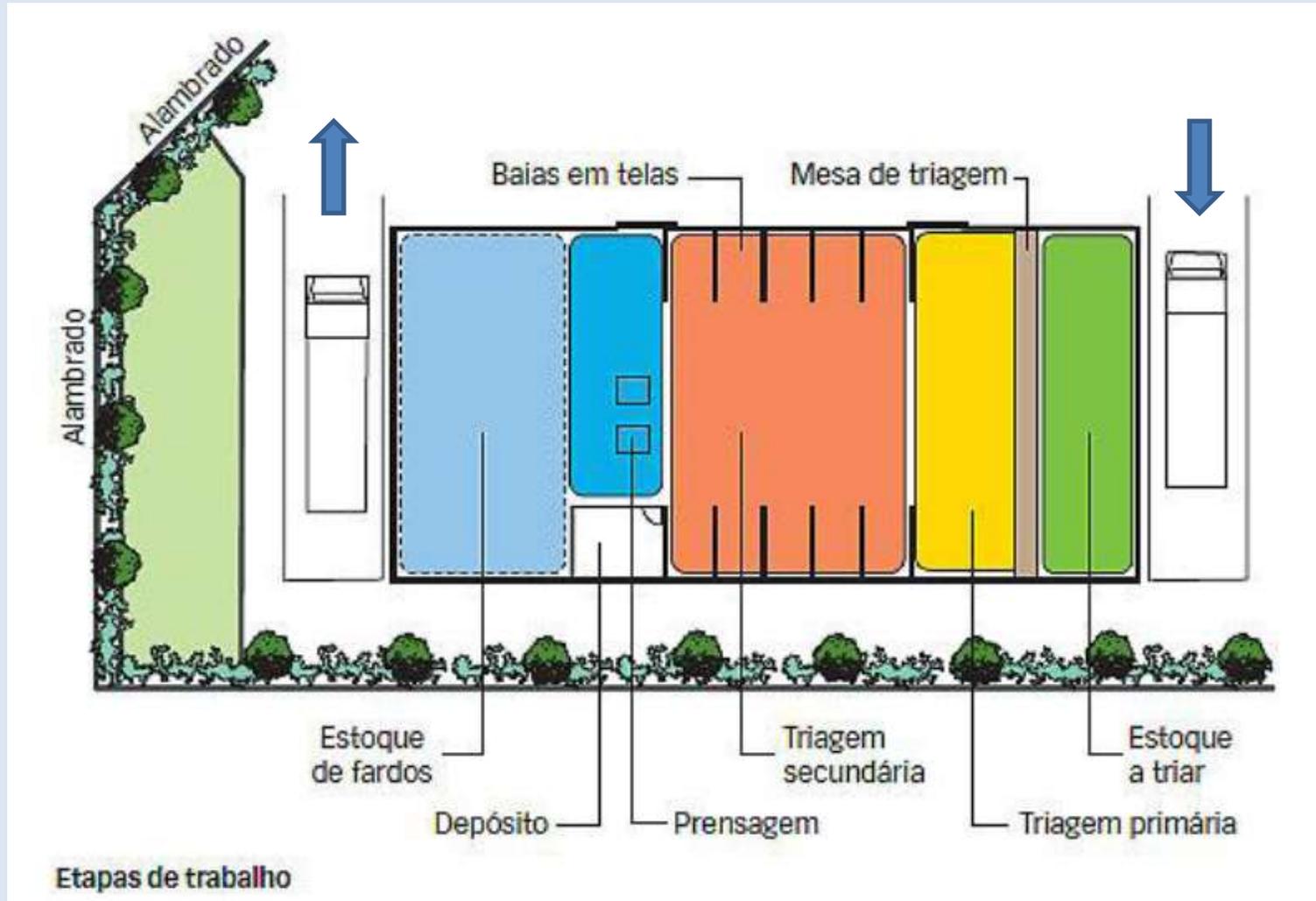
Central de Triagem de Resíduos Sólidos

- Definição:
 - Local concebido em área selecionada a partir de critérios técnicos, econômicos, sociais e ambientais com o objetivo de receber os resíduos provenientes de veículos da coleta regular ou seletiva, visando a separação em frações dos resíduos que serão destinados para reuso, reciclagem, tratamento e disposição final (rejeitos);
 - Devem operar dentro de um edifício fechado visando-se o bem estar dos trabalhadores, a proteção e estocagem momentânea do material separado, além de reduzir problemas associados ao barulho da operação de separação.
 - A triagem pode ser também uma etapa preliminar de um sistema de tratamento, estando integrada a sistemas mais complexos.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- Esquema Geral:



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- Viabilidade:
 - Viáveis e necessárias para quaisquer municípios com coleta seletiva de resíduos sólidos;
- Vantagens:
 - Geram empregos;
 - Valorizam os recicláveis através da separação de cada componente;
 - Favorecem a separação de rejeitos para tratamento ou disposição final;
 - Servem como ponto de estocagem momentânea e segura dos resíduos separados para comercialização;
 - Etc..

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- Classificação:

- 1) Quanto à origem do resíduo;

- Recebem resíduos provenientes da coleta regular (sem separação);
- Recebem resíduos provenientes da coleta seletiva.

- 2) Quanto ao tipo de separação;

- Mecanizada;
- Manual:
 - Com esteiras de triagem;
 - Com mesas de triagem.
- Mista.

- 3) Quanto à integração operacional;

- Independente;
- Integrada a um sistema de transbordo;
- Integrada a um sistema de tratamento ou reciclagem de resíduos.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- 1) Quanto à origem dos resíduos:

Coleta Regular

- No passado → muito comum o emprego de estações de triagem para recuperação de recicláveis ou compostáveis provenientes da coleta regular (Obj. ↑ vida útil de aterros).
 - Principal problema → baixa qualidade, tanto dos recicláveis recuperados, quanto da matéria orgânica separada para compostagem.
 - Este sistema mostrou-se ineficiente e seu uso atualmente é preterido em relação ao da separação de recicláveis na fonte geradora.

Coleta Seletiva

- Com a separação dos recicláveis na fonte geradora → as centrais de triagem tem somente a função de separar os recicláveis em seus diversos componentes, acondicionando-os e prensando-os (se necessário) para o transporte (redução de volume), além de se separar os rejeitos para disposição final.
 - Neste tipo de central, os materiais separados possuem elevada aceitação e os preços de mercado são superiores aos recicláveis provenientes da separação dos resíduos da coleta regular.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- 1) Quanto à origem dos resíduos:
 - Triagem de resíduos provenientes da coleta regular:
 - Local insalubre;
 - Baixíssima eficiência.



Fonte: <http://www.costanorte.com.br/wp-content/uploads/2011/11/usina-triagem-lixo.jpg>



Fonte: <http://transformacaopassofundo.blogspot.com.br/2012/05/recibela.html>

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- 1) Quanto à origem dos resíduos:
 - Triagem de resíduos provenientes da coleta seletiva.



Fonte:
<http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=article&sid=1300>



Fonte: <http://www.porta1r3.com.br/2010/12/enfeite-de-natal-reciclavel-e-tradicao-no-centro-de-triagem-de-sao-jose/#.UT6cOByR-gw>

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- 2) Quanto ao tipo de separação:
 - Centrais de triagem totalmente mecanizadas são muito comuns nos Estados Unidos e Europa onde a mão de obra é normalmente cara, e são pouco comuns em países em desenvolvimento, onde a mão de obra costuma ser relativamente barata.
 - No Brasil, com a PNRS **favorecendo a inclusão/integração de catadores** no processo de coleta seletiva e também devido ao baixo custo da mão de obra é esperado que os sistemas totalmente mecanizados sejam preteridos em relação aos de separação manual, salvo onde esta seja inviável/impraticável.
 - Em São Paulo foram inauguradas em 2014 na Ponte Pequena e em Santo Amaro as primeiras centrais mecanizadas da América Latina com capacidade de 250 t/dia cada uma.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Renato Cidreira Costa

- 2) Quanto ao tipo de separação:
 - Separação mecanizada.



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- 2) Quanto ao tipo de separação:
 - Processos de Separação Mecanizada:
 - Peneiramento
 - Para separação de partículas/elementos de dimensões diferentes.
 - Eletromagnetismo
 - Para separação de metais ferrosos.
 - Ventilação
 - Para separação de materiais leves (papel, plástico, isopor).
 - Centrifugação ou vibração
 - Para separação dos materiais por densidade.
 - Identificação óptica (e deslocamento por jato de ar)
 - Para separação por cores.
 - Combinação dos anteriores
 - Etc.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- 2) Quanto ao tipo de separação:
 - Separação manual em esteira e em mesa de triagem.



Fonte:
http://www.braskemnews.com.br/home/permalink.aspx?id_noticia=484

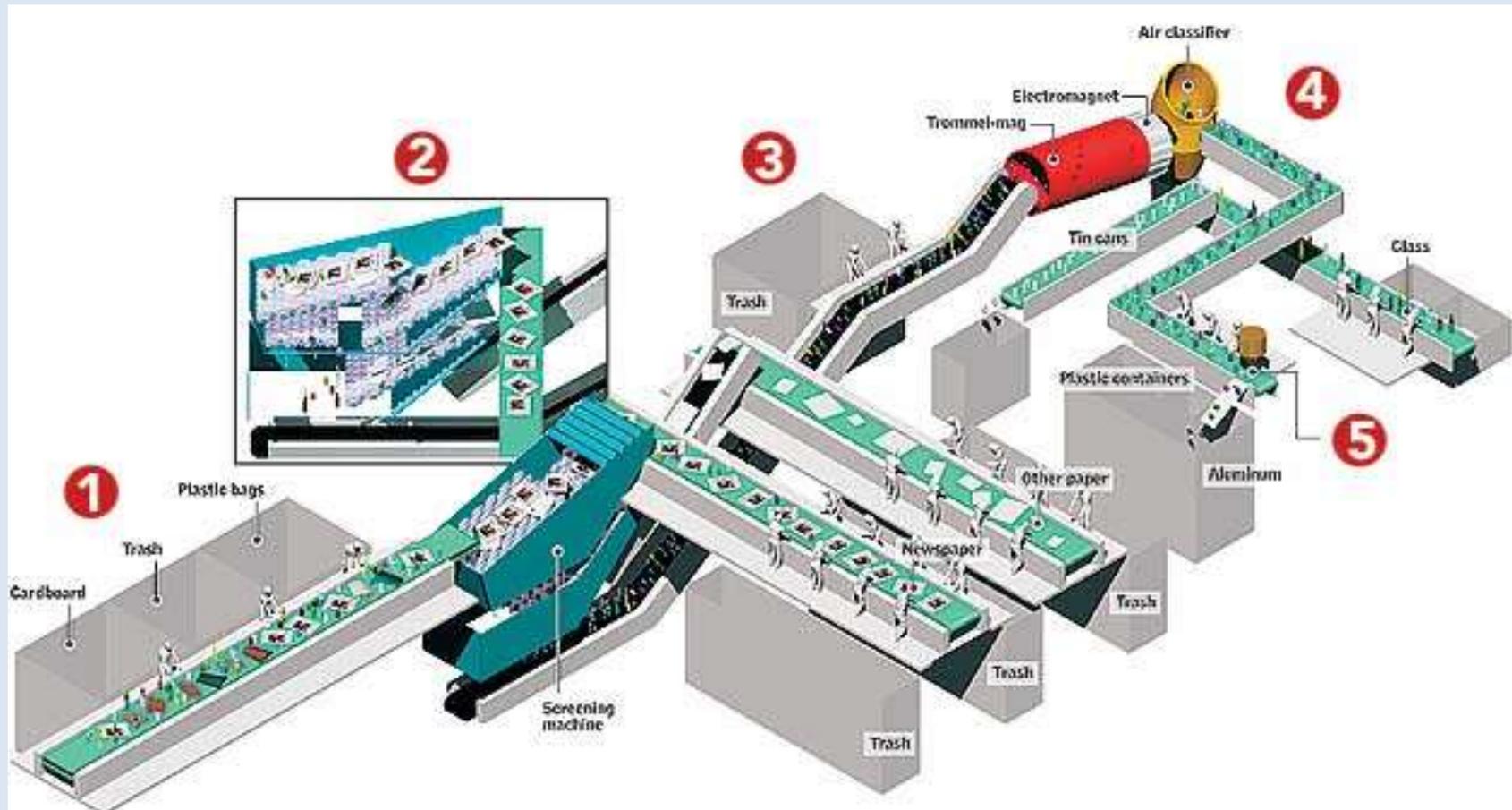


Fonte: <http://catracalivre.folha.uol.com.br/2012/10/passoa-passo-veja-como-fazer-parte-da-coleta-seletiva-em-sao-paulo/>

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- 2) Quanto ao tipo de separação:
 - Sistema misto de separação (mecanizado e manual).



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- 3) Quanto à integração operacional:
 - As instalações totalmente independentes são as mais comuns para triagem/separação de recicláveis.
 - Normalmente as centrais de triagem associadas a estações de transbordo são concebidas para receberem resíduos provenientes da coleta regular.
 - Por melhor que seja a coleta seletiva de um determinado resíduo sólido, os sistemas de reciclagem, processamento e tratamento de resíduos sólidos **sempre** possuem uma etapa prévia de triagem, para garantir que materiais indesejáveis sejam eliminados do processo.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- 3) Quanto à integração operacional:
 - Centrais Mecanizadas de Triagem e Estação de Transbordo Ponte Pequena e Santo Amaro:
 - Chegada dos resíduos nos caminhões → pré-seleção manual de vidro e volumosos → Tromel para separação por tamanho ≈ peneiramento → Sacos abertos por máquinas → Esteiras automatizadas → Balístico (separa resíduos bidimensionais, como folhas de papel ou pedaços de papelão, dos tridimensionais, como latas e garrafas) → Materiais metálicos separados por eletromagnetismo → Leitores óticos separam os plásticos por tipo e cor. Ao todo, como produto final são separados nove tipos diferentes de material, em blocos compactados.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- 3) Quanto à integração operacional:
 - Centrais Mecanizadas de Triagem e Estação de Transbordo Ponte Pequena – Custo = R\$ 26 milhões (Loga):



Fonte: <http://www.capital.sp.gov.br/porta/noticia/3318#ad-image-0>

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- 3) Quanto à integração operacional:
 - Centrais Mecanizadas de Triagem e Estação de Transbordo Santo Amaro – Custo = R\$ 33 milhões (Ecourbis):



Fonte: <http://www.capital.sp.gov.br/porta/noticia/3442#ad-image-0>

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- 3) Quanto à integração operacional:
 - Ex: Triagem prévia para reciclagem de RCD, Compostáveis, etc..



Fonte: <http://www.trianovo.com/index.php?m=1&p=1>



Fonte:
<http://www.adjorisc.com.br/jornais/correiodonorte/edito-rias/regi-o/unidade-de-triagem-e-compostagem-e-inaugurada-hoje-1.1054102#.UT6lgRyR-gw>

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- Seleção de alternativas (mesas x esteiras):
 - A análise por meio de um quadro comparativo permite a solução mais adequada para cada situação.

itens	silos e mesas de triagem	esteira de triagem
custo da construção	equivalentes	
custo do equipamento e instalação	não há	± R\$ 30.000 (12m comprimento)
custo de manutenção	não há	± R\$ 1.100 /mês (a quebra interrompe triagem)
nº de pessoas na triagem	maior	menor
rejeitos	5,0%	25 a 30%
ritmo	cada pessoa trabalha no seu ritmo (necessária uma coordenação efetiva)	esteira impõe ritmo que exclui mais lentos e idosos
capacidade de armazenamento na pré triagem	maior	menor

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- Seleção de alternativas (mesas x esteiras):
 - O principal argumento contrário à adoção de esteiras mecânicas de triagem se refere ao ritmo de trabalho impondo um rendimento homogêneo ao conjunto dos triadores, o que resulta num ritmo muito lento para a maioria (se a velocidade for em função daqueles mais lentos) ou numa situação desconfortável para os mais lentos e idosos quando adotada uma velocidade maior.
 - Em galpões de maiores dimensões, sempre que a criação de outras frentes de trabalho para estas pessoas seja possível, (por exemplo: retrabalhando os rejeitos) a adoção das esteiras em conjunto com mesas poderá ser vantajosa (o “rejeito” da esteira vai para as mesas estáticas).

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- Área estimada e equipamentos previstos:
 - O quadro a seguir apresenta três alternativas de galpões de triagem adotadas pelo PAC, em 2008, para a concessão de recursos aos municípios, bem como os equipamentos previstos em cada solução.

itens	galpão		
	pequeno	médio	grande
m ² edificados	300	600	1.200
equipamentos	1 prensa 1 balança 1 carrinho	1 prensa 1 balança 1 carrinho 1 empilhadeira	2 prensas 1 balança 2 carrinhos 1 empilhadeira

Fonte: Ministério do Meio Ambiente et al. (2008)

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- Custos estimados:

- Os custos estimados para cada uma das alternativas de galpão são apresentados no quadro a seguir (custos referentes a março/2008 - SP).

Itens	galpão		
	pequeno	médio	grande
obras civis	R\$ 161.700,00	R\$ 323.400,00	R\$ 646.800,00
equipamentos	R\$ 23.100,00	R\$ 32.100,00	R\$ 52.700,00
contrapartida	3%	3%	3%

Fonte: Ministério do Meio Ambiente et al. (2008)

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

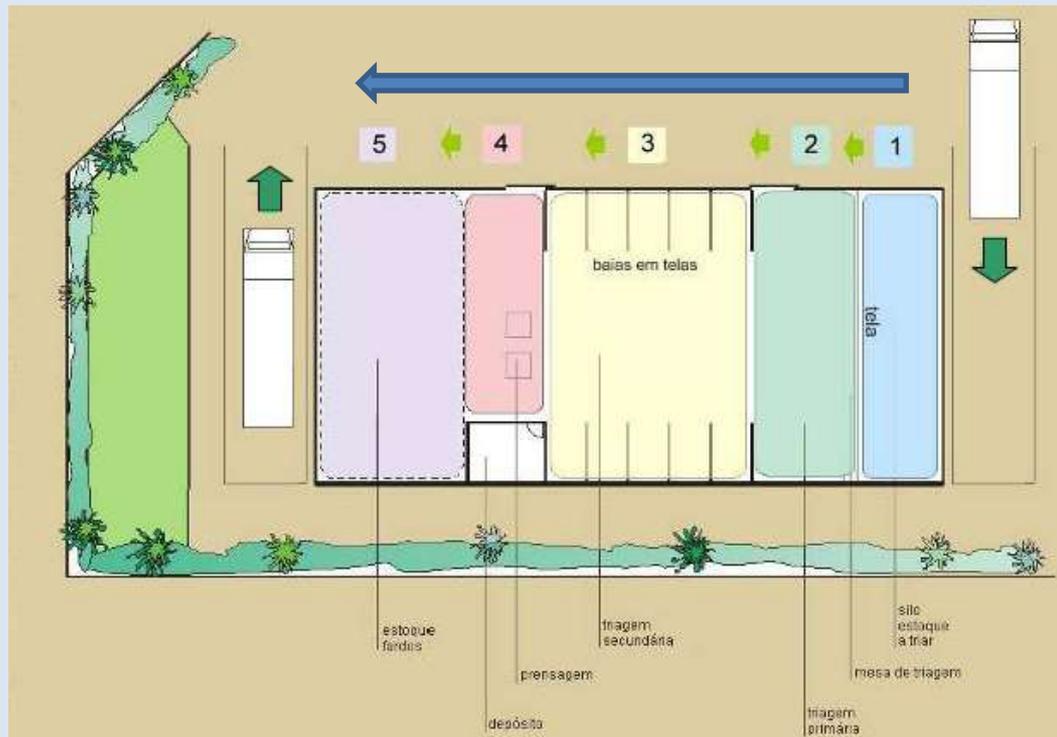
- Custos estimados de cada elemento da obra:
 - O quadro a seguir mostra os custos estimados (em %) de cada elemento da obra, para as três alternativas de projeto:

Itens de custo	galpão		
	pequeno	medo	grande
locação	0,36	0,35	0,34
limpeza do terreno e movimento de terra	1,94	1,97	3,11
cercamento	3,11	4,24	2,77
portão	1,25	0,92	0,52
guarita	0,00	1,06	0,00
edificação de apoio	13,89	20,01	16,61
galpão de triagem (estrutura, piso, alvenarias)	38,52	44,34	42,06
distribuição de energia e de telefonia	1,57	0,67	2,40
distribuição de água	0,69	0,50	0,96
esgoto sanitário	1,44	0,72	1,20
drenagem de águas pluviais	1,90	1,31	2,69
proteção a descargas atmosféricas	0,61	0,60	0,70
prevenção e combate a incêndios	2,47	1,76	4,73
instalações de uso de água de chuva	15,61	8,86	8,62
instalações de aquecimento solar	12,49	7,80	7,58
tratamento paisagístico	2,80	3,82	2,49
totem	0,62	0,35	0,34
outros	0,70	0,71	2,88
total	100,00	100,00	100,00

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**
- Planejamento das etapas de trabalho:
 - Para projetar um galpão de triagem é fundamental definir previamente o processo de trabalho que será adotado e portanto, o fluxo dos materiais que serão processados.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente et al. (2008)

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**
- Organização dos espaços e volumes do galpão:
 - Os espaços e volumes devem ser planejados considerando o fluxo de resíduos que a instalação deverá absorver e o ritmo de vendas esperado. Como é vantajosa a venda dos materiais em maior volume, os espaços de estoque devem possibilitar a melhor condição de comercialização.

silo de recepção	prever volume para vários dias de coleta
baias	prever número suficiente para armazenamento dos subtipos de material já triados
estoque para expedição	prever capacidade para estocagem de produção semanal, viabilizando expedição de cargas fechadas dos materiais mais comuns
estocagem de resíduos pesados (metal e vidro)	prever espaços específicos, como estantes para garrafas e tambores, próximos à expedição

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**

- Organização das equipes de trabalho:

- A quantidade total de materiais a ser processada numa instalação é função, principalmente, da quantidade de pessoas envolvidas na triagem. **Do dimensionamento desta equipe decorrem todas as demais características da instalação.**

funções	como dimensionar
coletores de rua	coletores, com carrinhos manuais conseguem recolher até 160 kg por dia
triadores internos	conseguem triar 200 kg por dia
deslocadores de tambores	1 a cada 5 triadores
retriadores de plástico	1 a cada 5 triadores
retriadores de metal	1 a cada 15 triadores
enfardadores	conseguem enfardar 600 kg por dia
administradores	1 a cada 20 pessoas na produção

- A organização do trabalho em DOIS TURNOS DIÁRIOS, sempre que houver disponibilidade de material a ser reciclado, permite aproveitar melhor o recurso investido e ampliar o número de pessoas incluídas.

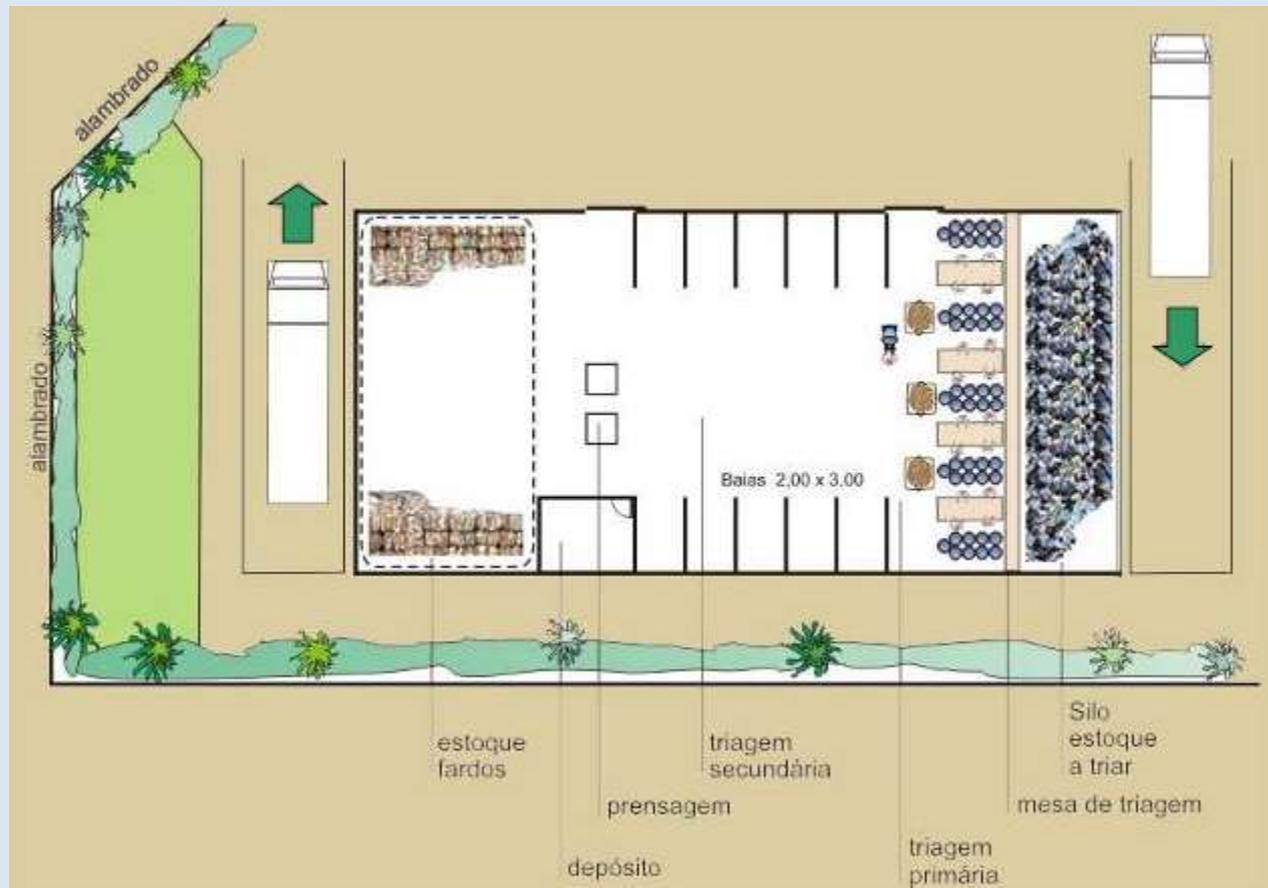
Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**
- Organização do galpão - Planta:
 - **Triagem primária:** nesta etapa podem ser separados vários tipos de materiais em tambores, “bags” e sacos pendurados próximos aos triadores.
 - **Triagem secundária:** nesta etapa são retriados alguns tipos de materiais (papéis, plásticos, metais).
 - Para a **movimentação interna de cargas** é conveniente a utilização de equipamentos manuais (carrinhos de mão para tambores e “bags”, carrinho plataforma, etc.).

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**
- Organização do galpão - Planta:

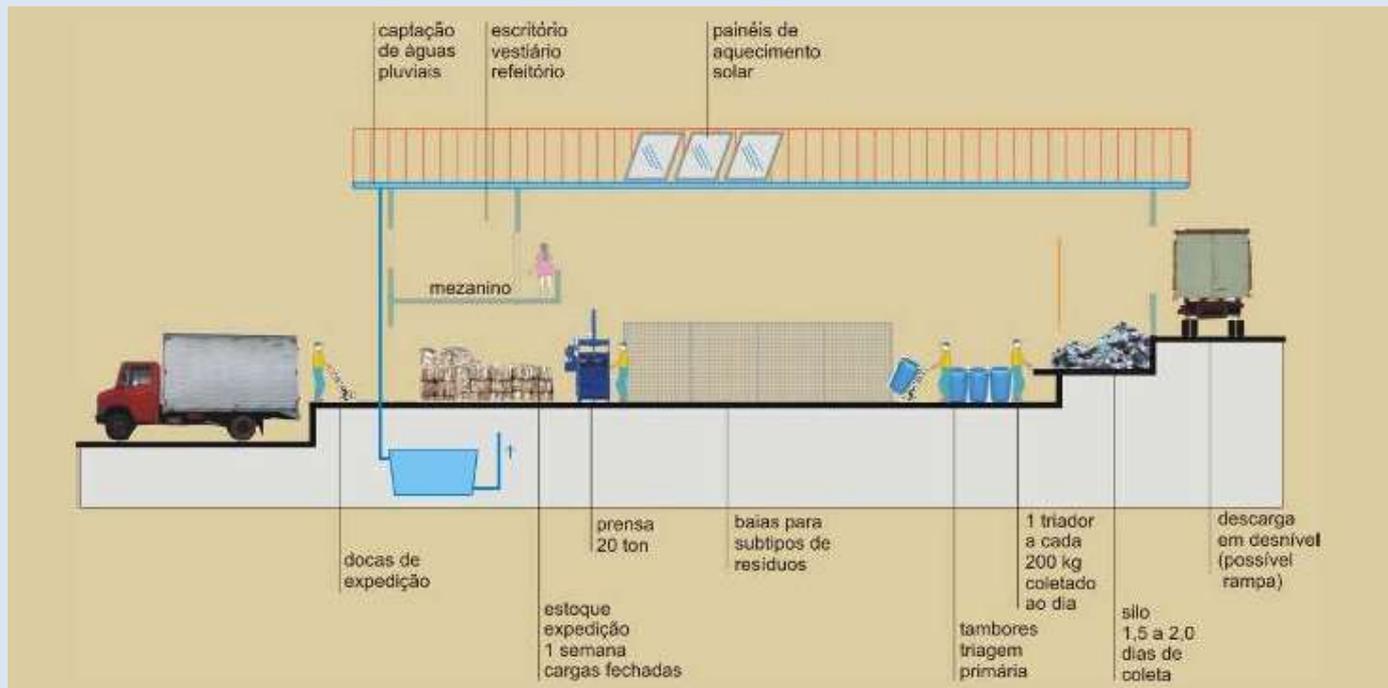


Fonte: Ministério do Meio Ambiente et al. (2008)

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**
- Organização do galpão em função da topografia:
 - Para galpões em terrenos inclinados: usar gravidade para definir zonas de trabalho e aproveitar o declive do terreno para organizar um fluxo descendente dos materiais.

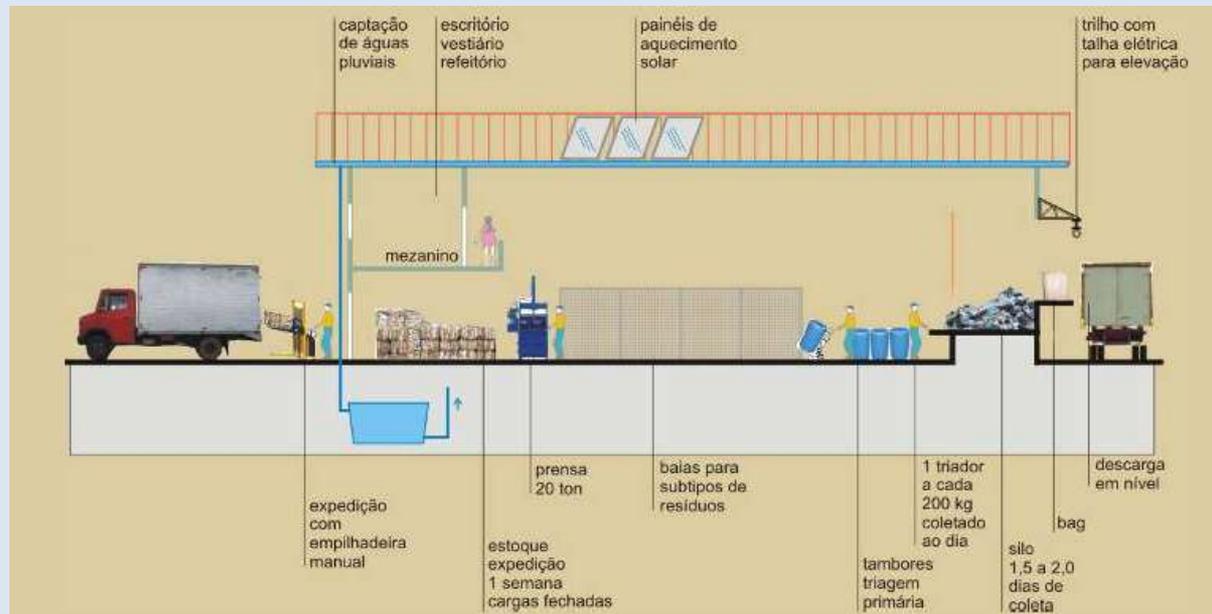


Fonte: Ministério do Meio Ambiente et al. (2008)

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**
- Organização do galpão em função da topografia:
 - Para galpões em terrenos planos: Usar equipamentos leves para descarga e carga, tais como talhas elétricas (elevação de “bags” na recepção) e empilhadeiras manuais (movimentação dos fardos de materiais processados e para expedição).



Fonte: Ministério do Meio Ambiente et al. (2008)

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**
- Organização da área de triagem:
 - A organização da área de triagem é um elemento fundamental que influenciará a eficiência do galpão como um todo.
 - A variedade de tipos de materiais resultantes da separação deve ser definida de acordo com as características do mercado em cada localidade.
 - É inútil separar materiais que posteriormente terão de ser comercializados como se fossem um único tipo, mas pode ser mais vantajosa a comercialização de materiais mais segregados, sempre que possível, pois, normalmente, são mais valorizados.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**
- Organização da área de triagem:
 - Em qualquer caso deve se observar o seguinte:
 - Colocação dos materiais mais constantes em tambores;
 - Colocação dos materiais menos constantes em sacos pendurados nos tambores ou nas mesas;
 - Realizar a retriagem dos metais e dos plásticos no momento de deslocamento dos mesmos para as baias.

Alguns materiais obtidos na triagem.

papel	plástico	metal	vidro	outros
branco	PET	alumínio latas	vasilhames	Tetrapak
misto	plástico duro	alumínio perfis	cacos	chapas raio X
revistas	plástico filme	cobre	planos	isopor
jornais	PVC	ferrosos latas		
acartonado		ferrosos chapas		
papelão				

Fonte: Ministério do Meio Ambiente et al. (2008)

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Organização do trabalho e produção nas centrais**

- Equipamentos internos:

- Os equipamentos mais comuns, utilizados nos galpões de triagem, são os seguintes:

prensa enfardadeira	vertical, capacidade 20 t	
balança	mecânica, capacidade 1.000 kg	
carrinho plataforma	2 eixos	
empilhadeira simples	capacidade 1.000 kg deslocamento manual energia de elevação - elétrica	

Fonte: Ministério do
Meio Ambiente et al. 51
(2008)

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Elementos de projeto dos galpões de triagem**
 - Definição da estrutura da edificação:
 - Se possível recomenda-se a utilização de estruturas pré-moldadas ou pré-fabricadas, que permitem maior velocidade de construção e, geralmente, preços atrativos. As alternativas mais comuns são **estruturas metálicas** e em **concreto armado**.



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Elementos de projeto dos galpões de triagem**
- Definição da estrutura da edificação:
 - A definição de um pé-direito mais alto favorece as condições de conforto térmico e permite, dentro dos limites dos equipamentos utilizados, verticalizar a armazenagem dos materiais.
 - Recomenda-se a utilização de **mezaninos** sempre que possível, onde podem ser implantados um pequeno escritório, sanitários e vestiários, um pequeno refeitório e outros espaços necessários, deixando-se o pavimento **térreo livre** para as atividades de processamento e estoque dos materiais.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Elementos de projeto dos galpões de triagem**
- Fechamento em alvenaria:
 - As alvenarias podem ser executadas com blocos cerâmicos ou de concreto.
 - Quando a estrutura for metálica, recomenda-se colocar a alvenaria internamente com a finalidade de proteger a estrutura contra incêndios.



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Elementos de projeto dos galpões de triagem**
- Ventilação e Iluminação:
 - Prever ventilação superior cruzada, sempre que possível;
 - Explorar o uso de “sheds”, superfícies brancas e telhas translúcidas para redução da iluminação artificial;
 - Utilizar aquecimento solar para água do vestiário e cozinha.
 - Utilizar exaustores eólicos, sempre que possível.



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

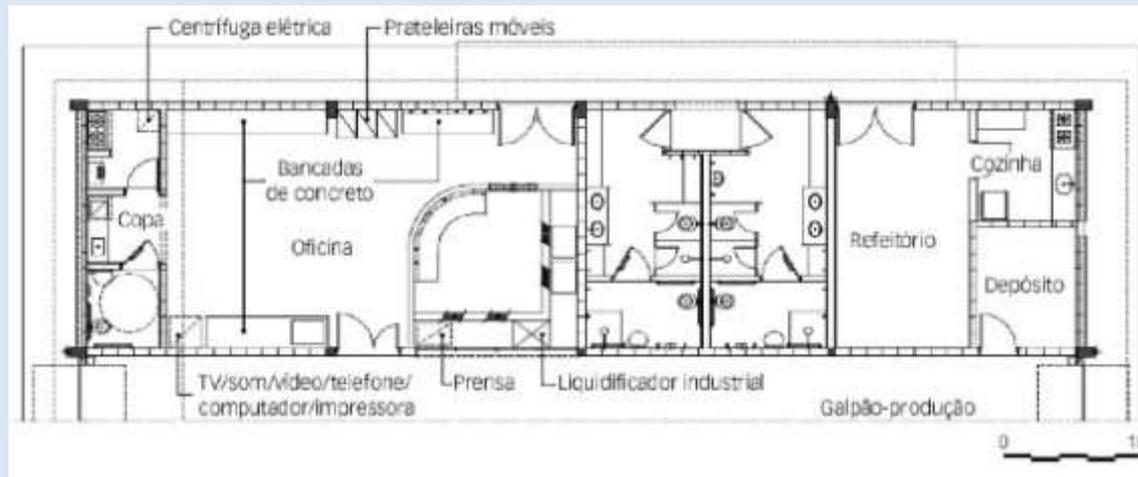
- **Elementos de projeto dos galpões de triagem**
 - Instalações de apoio:
 - Para o **escritório**, sugere-se o mínimo de 12 m²;
 - Para **sanitário/vestiário**, consultar a NR 24/78 do Ministério do Trabalho e Emprego e observar os dados do quadro:

vaso sanitário	1 un para cada 20 usuários	referência: box mínimo 1,0m ²
lavatório	1 un para cada 20 usuários	referência: largura mínima 0,60m
chuveiro	1 un para cada 10 usuários	--
vestiário	armários individuais	referência: 1,50m ² por usuário
armário	compartimento duplo	referência: h= 0,90m, l= 0,30m, p=0,40m

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

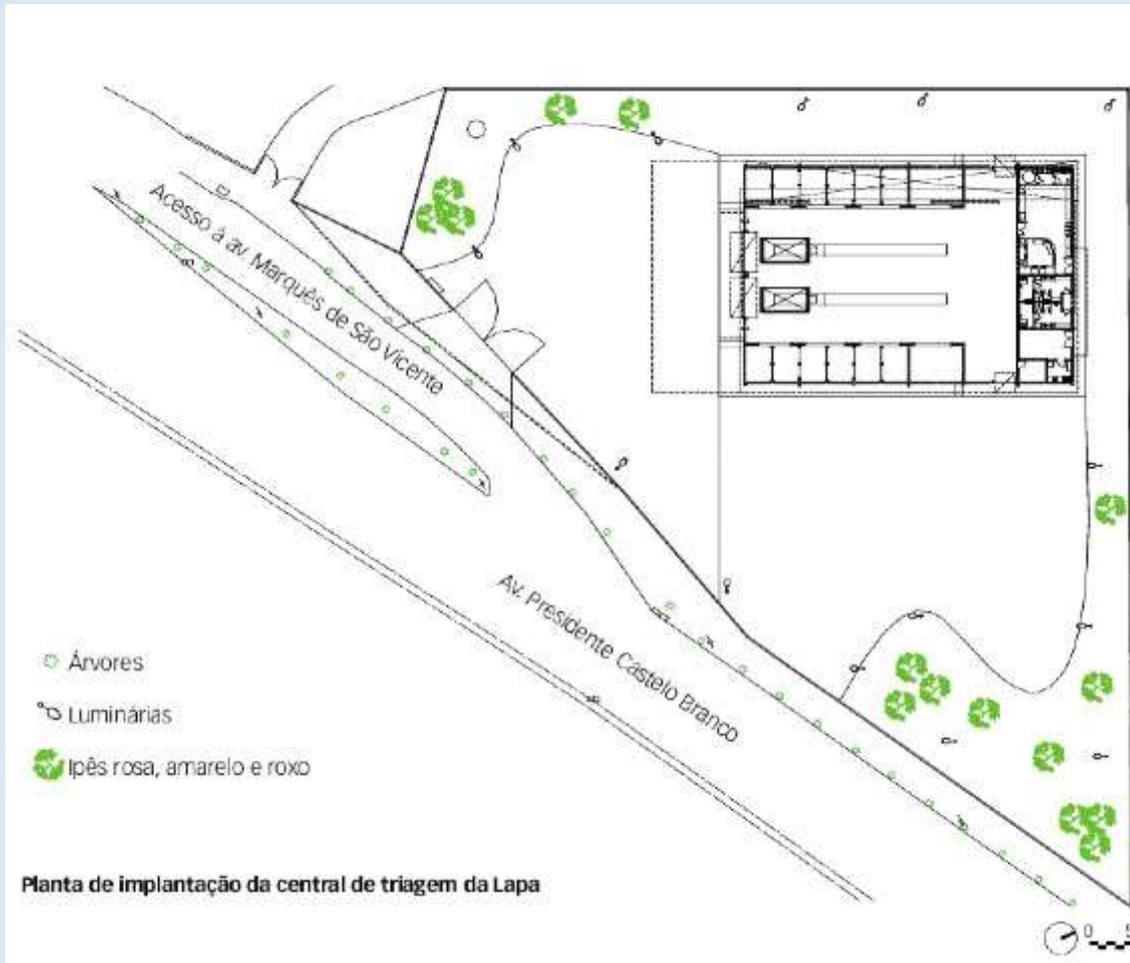
- **Elementos de projeto dos galpões de triagem**
- Instalações de apoio:
 - Para o **refeitório**, sugere-se 1 m² por usuário;
 - Prever instalação de pia, bebedouro, aquecedor de marmitas e fogão;
 - Prever possibilidade de sua conversão em Sala de Reuniões e Treinamento, usando mesas móveis.



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

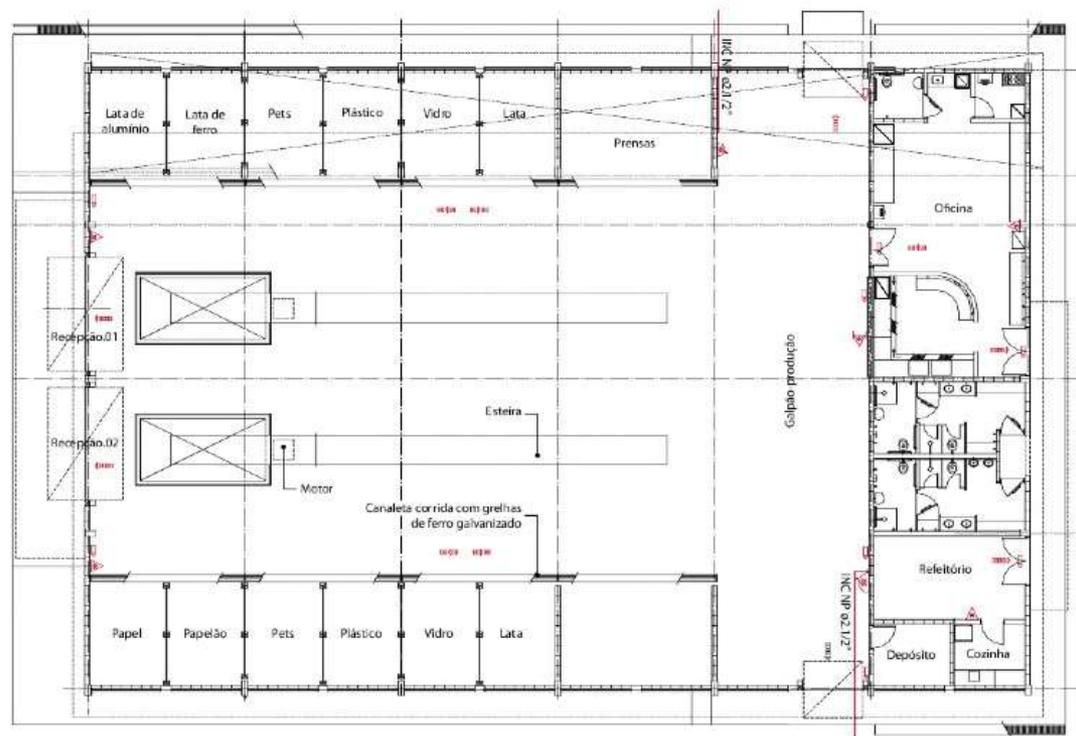
- Central de Triagem Lapa:



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- Central de Triagem Lapa:



Planta térreo de incêndio – Central da Lapa

Simbologia de incêndio

Tubulação que sobe	Extintor de água pressurizada – (ZA)	Registro de recalque
Tubulação que desce	Extintor de água pressurizada sobre rodas – (10A)	Botoeira de acionamento da bomba de incêndio
Registro de gaveta	Extintor de pó químico seco BC – (20BC)	Abrigo de gás
Válvula de retenção	Iluminação de emergência de acionamento	Central de detecção e alarme
Registro de paragem (gaveta)	Avisador sonoro tipo sirene	Bateria do sistema de alarme com autonomia mínima de 24 horas
Chave de fluxo	Bomba de incêndio	Direção do fluxo da rota de fuga
Tubulação de incêndio	Reserva de incêndio	Saída final da rota de fuga
Abrigo para hidrante e mangueira	Botoeira de acionamento do alarme	

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- Central de Triagem Butantã:



Fonte: <http://gazetacidada.com.br/2012/10/10/centro-de-triagem-o-ponto-central-da-reciclagem-do-lixo/>



Fonte: <http://jovempan.uol.com.br/noticias/saopaulo/2011/11/sp-ganha-mais-um-espaco-para-triagem-de-lixo.html>



Fonte: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/infraestrutura/empreendimentos/index.php?p=35123>



Fonte: http://coopevalle.blogspot.com.br/2011_11_06_archive.html

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- Potencial de reciclagem em São Paulo-SP:
 - O potencial tem que ser avaliado através da caracterização dos resíduos.

MATERIAIS	2005	2006	2007	2008	2009
MATERIA ORGANICA	62,9	55,5	57,0	61,3	63,6
PAPEL, PAPELÃO E JORNAL	8,2	14,7	13,4	10,7	9,8
EMBALAGEM LONGA VIDA	1,3	1,1	1,2	1,1	1,0
EMBALAGEM PET	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6
ISOPOR	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
PLASTICO MOLE	9,8	6,4	10,3	5,0	6,5
PLASTICO DURO	4,5	8,2	5,0	6,8	6,7
METAIS FERROSOS	1,0	1,0	1,1	1,5	1,4
PILHAS E BATERIAS	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
VIDROS	1,3	1,1	1,4	1,6	1,6
TERRA E PEDRA	1,2	3,7	2,1	1,8	1,8
MADEIRA	0,8	0,5	0,5	1,5	1,0
TRAPOS E PANOS	2,8	2,5	2,7	3,4	2,4
DIVERSOS	1,2	1,2	2,2	2,3	1,7
ALUMINIO	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
BORRACHA	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0
ESPUMA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PERDAS NO PROCESSO	3,4	2,7	2,0	1,7	1,2

- Para o ano de 2009 o potencial de recuperação de recicláveis era de aproximadamente 28%.
- É evidente que perdas ocorrem e nem todo o material reciclável pode ser recuperado.

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- Massa Específicas dos Resíduos Soltos:
 - Recicláveis coletados misturados $\approx 45 \text{ kg/m}^3$;
 - Alumínio = 30 a 44 kg/m^3 ;
 - Latas de alumínio amassadas $\approx 150 \text{ kg/m}^3$;
 - Vidro = 350 a 600 kg/m^3 ;
 - Papel misturado $\approx 360 \text{ kg/m}^3$;
 - PEAD $\approx 15 \text{ kg/m}^3$;
 - PEAD amassado $\approx 50 \text{ kg/m}^3$;
 - PET = 18 a 25 kg/m^3 ;
 - Latas de aço $\approx 90 \text{ kg/m}^3$;

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- Instalações Necessárias:

- Externas:

- Cercamento (cerca, muro, ou cerca e cortina vegetal);
- Guarita com sanitário (opcional);
- Cancela, portão e controle de acesso;
- Balança (opcional);
- Estacionamento;
- Sistema de abastecimento de água;
- Sistema de esgotamento sanitário;
- Proteção contra descargas atmosféricas;
- Instalações de combate a incêndio;
- Iluminação das áreas externas;
- Áreas para acessos e circulação de veículos de descarga e carga;
- Drenagem de águas pluviais;
- Etc..

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

- Instalações Necessárias:

- Internas:

- Área de acesso de veículos de descarga e carga de recicláveis (docas);
- Talha elétrica para auxiliar no descarregamento dos resíduos;
- Área para recepção dos resíduos;
- Área com mesas ou esteiras para separação/triagem dos resíduos;
- Equipamento de compactação e enfardamento;
- Área para pesagem em balança mecânica ou digital;
- Área para circulação de carrinhos e empilhadeira;
- Área para estocagem de fardos e tambores;
- Instalações de combate a incêndio;
- Instalações elétricas e iluminação (verificar possibilidade de utilizar iluminação natural);
- Baias ou gaiolas para acondicionamento de resíduos triados;
- Instalações de apoio (escritório, refeitório, sanitários, vestiários, almoxarifado, etc.) servidas com água, esgoto, eletricidade, telefone, internet, etc.;
- Área para carregamento dos fardos, etc..

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

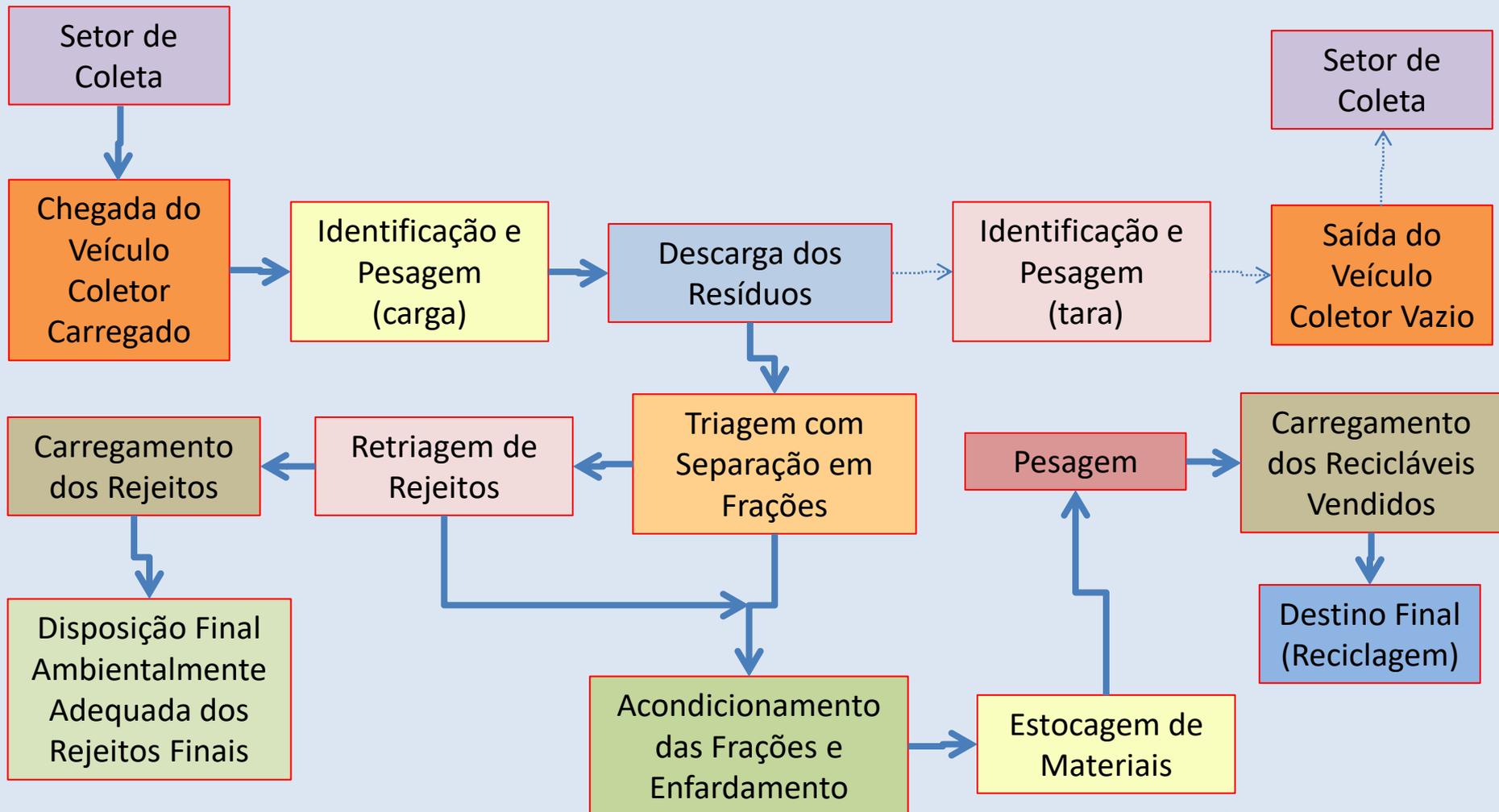
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Cleber Contrera

- Localização da área:
 - São requisitos:
 - Área suficiente;
 - Atender ao zoneamento urbano e ambiental;
 - Área não alagável;
 - Aceitação da vizinhança;
 - Topografia favorável;
 - Terreno estável;
 - Proximidade com os setores de coleta;
 - Acesso fácil para deposição e retirada dos resíduos com caminhão;
 - Baixo impacto no trânsito local;
 - Baixo valor de aquisição da área ou estar em terreno público;

Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

• Diagrama Simplificado de Processos e Operações:



Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos

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

- **Dimensionamento:**

- Estabelecer início de plano e alcance do projeto;
- Determinar a população atendida (fim de plano)
- Estimar a quantidade de recicláveis que a central receberá na etapa de fim de plano;
- Estabelecer o regime de trabalho e a quantidade de turnos;
- Com base na capacidade de triagem de cada trabalhador, dimensionar a equipe de trabalhadores;
- Com base na equipe de trabalho dimensionar as áreas de triagem, prensagem, pesagem e instalações de apoio;
- Com base no fluxo de vendas esperado, determinar a área de estocagem dos fardos e o pé-direito necessário;
- Conhecendo-se as dimensões dos veículos de transporte, pode-se dimensionar vias e acessos internos, além dos pontos de descarga e carga de caminhões, estacionamentos, etc..

Centrais de Tratamento de Resíduos

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



Fonte: <http://www.growgreeninternational.com/waste-management.htm>

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Definição:**

- São instalações destinadas ao recebimento, processamento, tratamento e transbordo de mais de um tipo de resíduo sólido, incluindo também o tratamento de efluentes líquidos e gasosos gerados no local como subprodutos do manejo, processamento ou tratamento dos resíduos sólidos.
- Tem como objetivo estabelecer um arranjo racional e otimizado das unidades de tratamento visando economia de recursos e mão de obra, melhor operacionalização do sistema e dos processos, além da identificação e aproveitamento de sinergias existentes.
- Dependendo do porte do município, o mesmo pode ser atendido por uma única CTR ou por um conjunto de CTRs com a finalidade de se racionalizar o transporte de resíduos e minimizar impactos no trânsito.

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Vantagens:**

- Economia de escala e recursos (área, cercamento, controle de acesso, balanças, instalações operacionais, etc.);
- Facilita e melhora a logística de transporte;
- Maior controle e conseqüentemente menor impacto ambiental;
- Diversos tipos de resíduos são encaminhados para um mesmo local, onde são gerenciados e tratados aproveitando-se todas as potenciais sinergias que possam existir entre os sistemas de tratamento;
- Alguns resíduos podem ser tratados ou processados em conjunto com outros (co-processamento);
- Resíduos que são rejeitos de um sistema de tratamento podem ser tratados em outro sistema no mesmo local;
- Somente **rejeitos últimos** são descartados em aterros sanitários.

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Desvantagens:**

- Podem ocupar uma grande área, o que dificulta a obtenção de um local com características técnicas, econômicas, sociais e ambientais adequadas nas proximidades da área urbana;
- Desvalorização das áreas vizinhas;
- Impacto significativo no trânsito local;
- Se o manejo dos resíduos sólidos e efluentes líquidos não for realizado com os cuidados necessários, pode haver contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Viabilidade:**
 - Tende a ser mais viável que sistemas dispersos e descentralizados, pois numa mesma infraestrutura são instaladas todas as unidades de tratamento necessárias, promovendo assim economia de escala e recursos, além de facilitar a logística e aproveitar possíveis sinergias existentes.

Quantificação

- **Pesagem:**

- Todos os resíduos que entram e que saem da CTR devem ser pesados e identificados. Na recepção deve-se também identificar o gerador e/ou atividade geradora, o tipo de resíduo e o local ou unidade de origem do resíduo.
- Mesmo entre as unidades internas da CTR deve-se ter controle por pesagem (com balança industrial ou manual) para aferição de fluxos e verificação de balanços de massa e otimização de processos.

Modelos	 Embutida		 Semi-embutida		 Sobrepiso		
	Largura	3 m	3,2 m	3 m	3,2 m	3 m	3,2 m
Comprimento	9 m	40 t x 5 kg		40 t x 5 kg		40 t x 5 kg	
	18 m	60 t x 10 kg		60 t x 10 kg		60 t x 10 kg	
	18 m	80 t x 10 kg		80 t x 10 kg		80 t x 10 kg	
	21 m		80 t x 10 kg		80 t x 10 kg		80 t x 10 kg
	21 m		100 t x 20 kg		100 t x 20 kg		100 t x 20 kg
	25 m		100 t x 20 kg		100 t x 20 kg		100 t x 20 kg
	25 m		120 t x 20 kg		120 t x 20 kg		120 t x 20 kg
	30 m		100 t x 20 kg		100 t x 20 kg		100 t x 20 kg
	30 m		120 t x 20 kg		120 t x 20 kg		120 t x 20 kg
	30 m		160 t x 20 kg		160 t x 20 kg		160 t x 20 kg

Projeto disponível Projeto sob consulta



Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Considerações:**

- Primeiramente deve-se determinar que tipos de resíduos a CTR poderá separar, tratar/processar, manejar, estocar, etc.;
- Estimar as quantidades de resíduos, suas frações e possíveis rejeitos;
- Prever variações e picos na geração de cada fração ou tipo de resíduo;
- Selecionar tecnologias de tratamento para cada classe de resíduos;
- Identificar os rejeitos de cada processo;
- Identificar sinergias entre os tratamentos;
- Elaborar um fluxograma detalhado do processo para cada subunidade e para CTR como um todo, indicando os fluxos de massa e possivelmente de energia.

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Considerações:**

- Fazer um balanço de massa e de energia para cada parte do processo e para CTR como um todo;
- Dimensionar cada unidade (área necessária, equipamentos, consumo de recursos e energia, número de funcionários, etc.) com base no balanço de massas;
- Prever áreas para estocagem de resíduos recebidos, de resíduos segregados, de resíduos tratados/processados e rejeitos aguardando transporte e/ou destinação final;
- Prever e dimensionar áreas de transbordo para resíduos recebidos na CTR, mas que necessitam ser encaminhados para destinação ou tratamento em outro local (Ex: fármacos, pneus, eletrônicos, lâmpadas, óleos, etc.).

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Unidades / Atividades de uma CTR:**
 - Pode-se elencar algumas das possíveis unidades de uma CTR;
 - Recepção, inspeção e triagem prévia;
 - Estocagem inicial;
 - Triagem e segregação específica para cada unidade de processo;
 - Acondicionamento de resíduos reaproveitáveis ou reutilizáveis (madeiras e elementos/móveis de madeira, eletroeletrônicos, vasilhames, etc.);
 - Acondicionamento de recicláveis (papel, vidro, plástico, metais, etc.);
 - Acondicionamento de resíduos perigosos não tratáveis pela CTR (pilhas e baterias, fármacos, óleos lubrificantes, etc.);
 - Unidades de tratamento para matéria orgânica (restos de alimentos, lodos, poda e capina, etc.) → Biodigestão, compostagem, vermicompostagem, etc.;
 - Unidades para processamento de madeira → Produção de lenha, cavacos, briquetes, pellets, etc.;
 - Unidades para tratamento de resíduos perigosos (lâmpadas, óleos vegetais e animais, resíduos de serviços de saúde) → Processamento de lâmpadas, fabricação de sabão ou biodiesel, pirólise ou incineração, etc.;
 - Unidades para reciclagem de RCD → Produção de agregados, artefatos, etc.;
 - Unidade para produção de combustíveis derivados de resíduos (CDR).

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Unidades / Atividades de uma CTR:**
 - É evidente que uma CTR não precisa necessariamente processar ou tratar todos os resíduos gerados em um município ;
 - Além disso, em municípios de médio a grande porte pode-se conceber várias CTRs, podendo-se inclusive dotar cada uma delas com unidades específicas, voltadas ao tratamento de determinados tipos de resíduos. Dessa forma, o conjunto de CTRs deve ser pensado de forma integrada para solucionar os problemas relativos aos principais resíduos do município.

Centrais de Tratamento de Resíduos

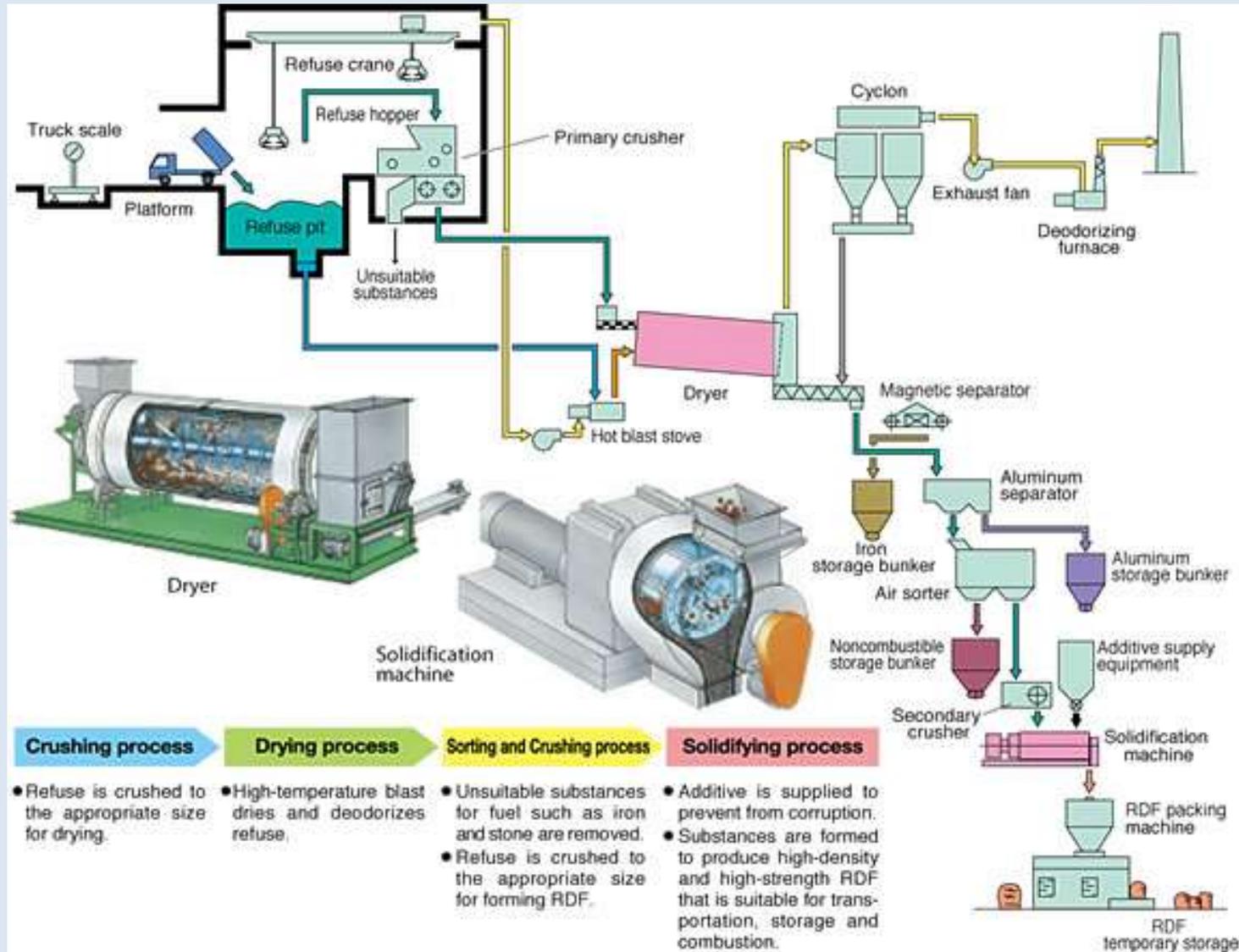
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Professor Dr. Ronan Gleber Contrera

- **Combustível Derivado de Resíduo (CDR):**
 - Um insumo que pode ser produzido em CTRs é o combustível derivado de resíduo conhecido como CDR;
 - O CDR pode ser constituído por um resíduo em específico, ou por um conjunto de resíduos misturados, com elevado poder calorífico, que poderá ser utilizado como combustível, principalmente em unidades industriais;
 - CDRs produzidos a partir de RSU geralmente não possuem boa qualidade, devido à heterogeneidade, umidade e impurezas.
 - Resíduos de origens específicas (aparas industriais) ou previamente separados, costumam gerar bons CDRs.
 - Deve-se tomar cuidados para se remover do CDR a umidade, os resíduos não combustíveis e os resíduos que podem gerar gases tóxicos ou corrosivos.
 - Papel, papelão, plásticos sem cloro, madeira e derivados, têxteis, borracha, etc. podem ser bons constituintes de um CDR.

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

• Combustível Derivado de Resíduo CDR:

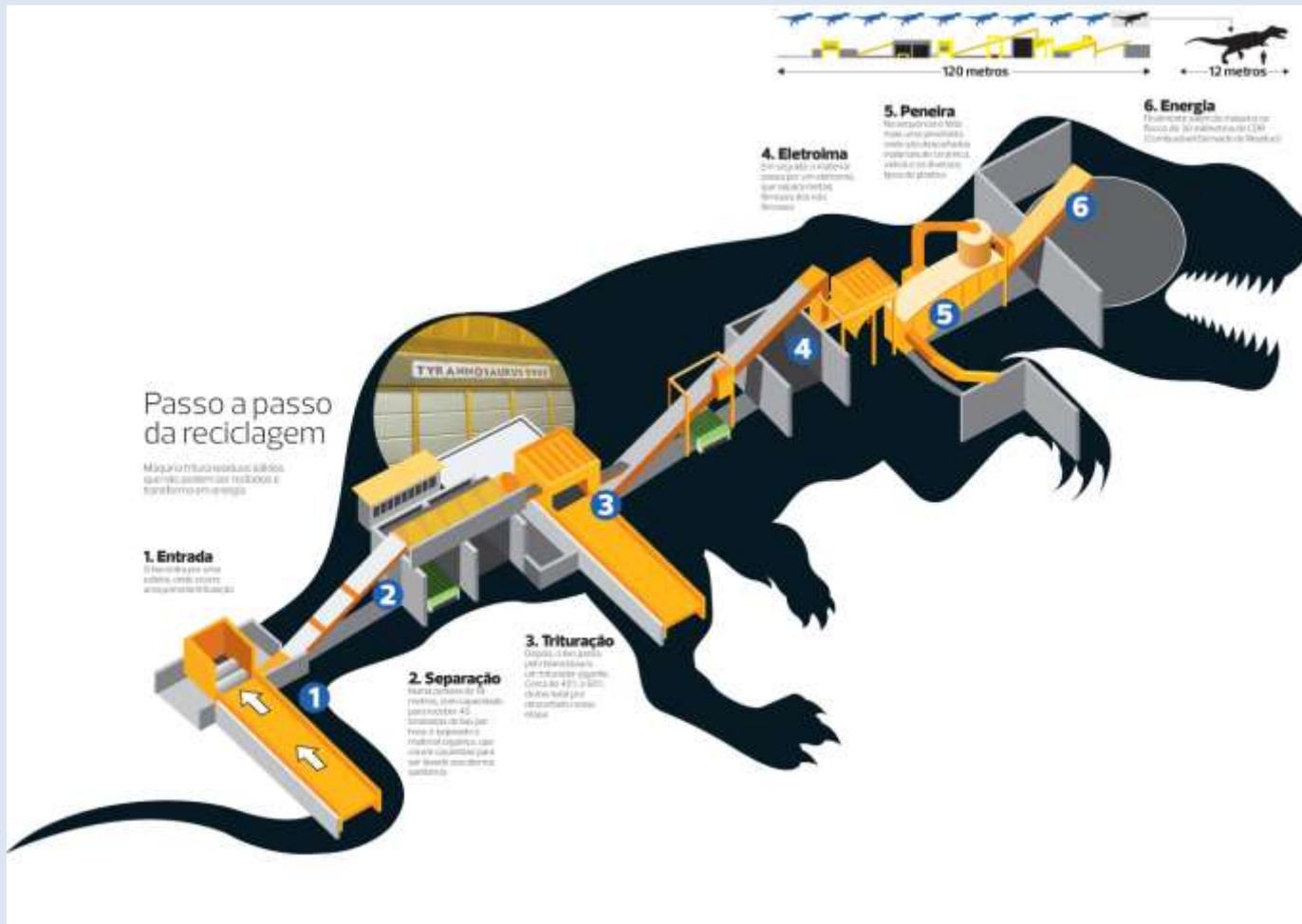


Fonte: http://www.khi.co.jp/english/kplant/business/environment/g_waste/rdf.html

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Combustível Derivado de Resíduo CDR:**
- Tiranossauro (ESTRE):



Fonte:
<http://www.mafiado lixo.com/2011/04/%C2%B4tiranossauro%C2%B4-vai-produzir-combustivel-para-processos-industriais-a-partir-do-lixo-que-ingressa-na-estrem-paulinia/>

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Fluxograma dos Processos da CTR:**
 - Cada CTR deve possuir um fluxograma de processos que relacione todos os processos existentes no local, desde a recepção, passando pela triagem, processamentos, tratamentos, destinações e disposição final dos rejeitos ;
 - Um fluxograma principal pode ser dividido em fluxogramas secundários, sendo cada um deles relativo a uma unidade que compõe as partes da CTR;
 - No fluxograma devem estar bem claros os processos envolvidos, além dos fluxos de resíduos entre os processos, auxiliando inclusive na modelagem do processo e no controle através de balanços de massa.

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Instalações Necessárias:**

- Cercamento (alambrado ou muro e cortina vegetal);
- Portaria/Guarita com sanitário, cancela, portão e controle de acesso;
- Balança;
- Bloco administrativo (escritórios, refeitório, sanitários, vestiários);
- Sistemas de abastecimento de água para edificações e pátios de lavagem de máquinas e equipamentos;
- Sistemas de esgotamento sanitário;
- Instalações elétricas, telefônicas, internet, etc.;
- Proteção contra descargas atmosféricas;
- Instalações de combate a incêndio e se possível instalação de um hidrante nas proximidades;
- Iluminação de estacionamentos, pátios e vias;
- Vias de acesso e circulação de veículos com sinalização;
- Estacionamentos público e administrativo;
- Drenagem e contenção de águas de chuva;
- Área para lavagem e manutenção de veículos e máquinas;
- Unidades de tratamento/processamento;
- Pátios, áreas de triagem e estocagem de materiais triados e rejeitos;
- Galpões de estocagem de material processado, etc..

Centrais de Tratamento de Resíduos

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

- **Dimensionamento:**

- O dimensionamento deve ser feito para fim de plano considerando um alcance para o projeto (20, 25 ou 30 anos);
- O dimensionamento de área total e dos equipamentos comuns dependerá do dimensionamento de cada sub unidade.
- Além disso dependerá dos volumes a serem estocados e do tempo de permanência considerado para os resíduos no local antes e após o tratamento/processamento.
- Pode-se prever área adicional no local escolhido prevendo-se futuras ampliações.

Bibliografia e Leitura Recomendada

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

Bibliografia e Leitura Recomendada:

- Lund, H. F. (2001), McGraw-Hill Recycling Handbook. McGraw-Hill , 2nd Edition. **Chapters 6, 24 and 28.**
- Ministério do Meio Ambiente; Ministério das Cidades; Governo Federal do Brasi; UFSCar, IAGRS, (2008) Elementos para organização da coleta seletiva e projeto de galpões de triagem. In:
http://www.mnec.org.br/box_4/publicacoes-online/Manual%20Coleta%20Seletiva.pdf/view
- Pita, M., (2013) Central de triagem. In:
http://www.resol.com.br/textos/central_de_triagem-ministerio_das_cidades.pdf
- Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S. A., (1993), Integrated solid waste management: engineering principles and management issues. McGraw-Hill International Editions. **Chapter 12.**