



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL



LOB 1201

Introdução à Engenharia Ambiental

1º semestre /2023



Profa. Dra. Danúbia Caporusso Bargas

Cronograma

Abril	11	Resíduos Sólidos	Danúbia
	18	Impactos Ambientais do Meio Terrestre - solo	Marco
	25	Impactos Ambientais no meio Atmosférico - Ar	Débora
Maio	2	Energia e Meio Ambiente	Ana Karine
	9	Soluções de engenharia para problemas ambientais	Mariana
	16	Impactos Ambientais no meio Aquático - Água	Robson
	23	Visita à estação de Tratamento de Esgoto	Danúbia
	30	Toxicologia	Morun
Junho	6	Planejamento Ambiental Urbano- Instrumentos e Desafios	Danúbia
	13	Planejamento e Gestão Ambiental na Empresa	Érica
	20	Saúde e Segurança do Trabalho	Eduardo



Poluição

A poluição é uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies ou ainda deteriorar materiais.

Poluição x Contaminação

Poluição é qualquer fator que altera o aspecto do sistema original; seja água, ar, solo, etc.



A contaminação ocorre quando há fatores patogênicos ou químico que altera as características originais.



Por exemplo: a água de rio pode estar poluída por sólidos em suspensão (suja, barrenta) e pode não estar contaminada caso não haja microrganismos patogênicos (bactérias, etc) ou algum contaminante químico como o mercúrio.

Classificação dos contaminantes

Contaminação: processo resultante da disposição inadequada de substâncias perigosas ou potencialmente perigosas no compartimento ambiental.

Contaminantes Orgânicos:

hidrocarbonetos,
organoclorados

Contaminantes Inorgânicos:

metais potencialmente
tóxicos

Urbana

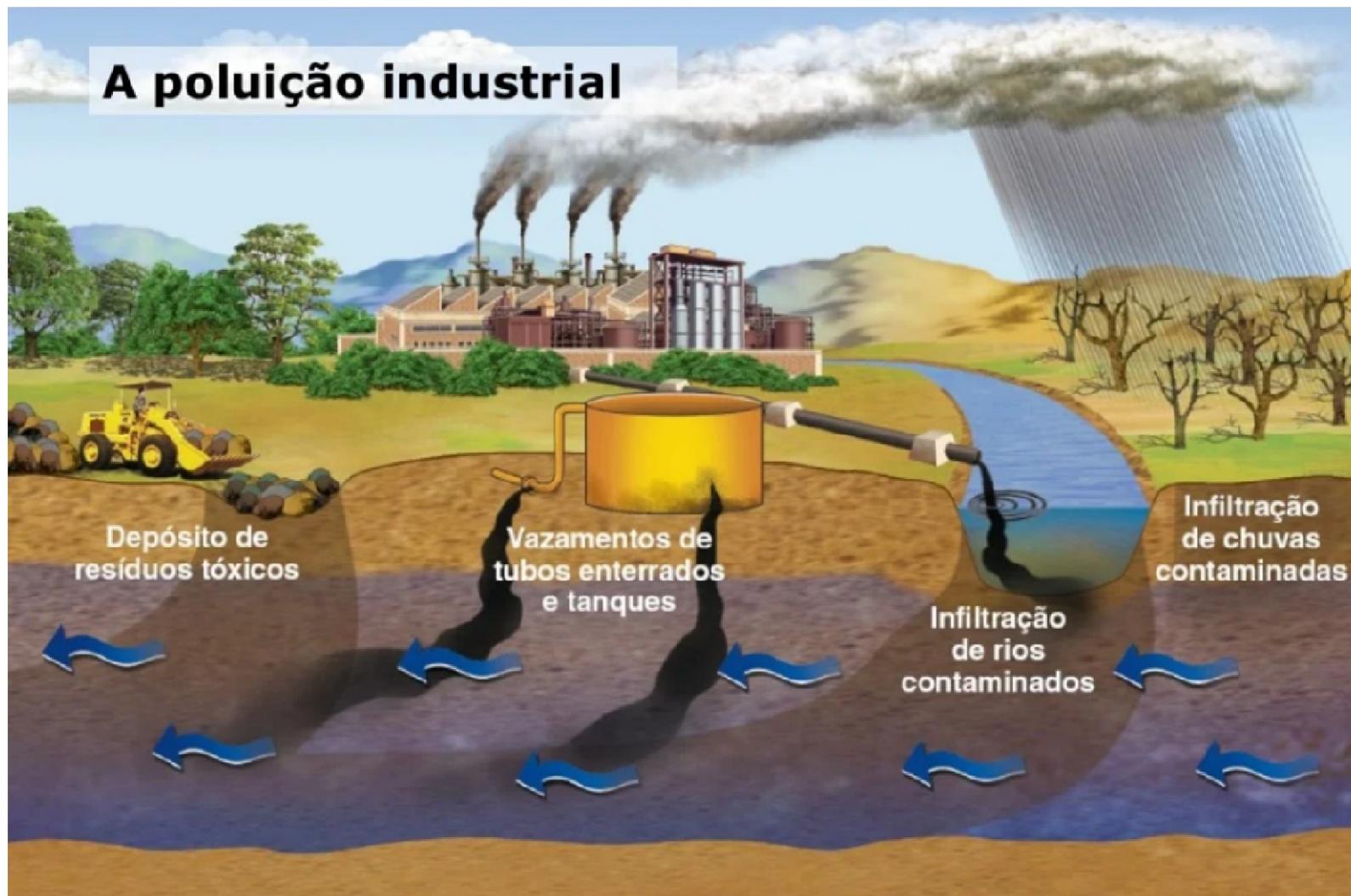
Industrial

Agropecuária



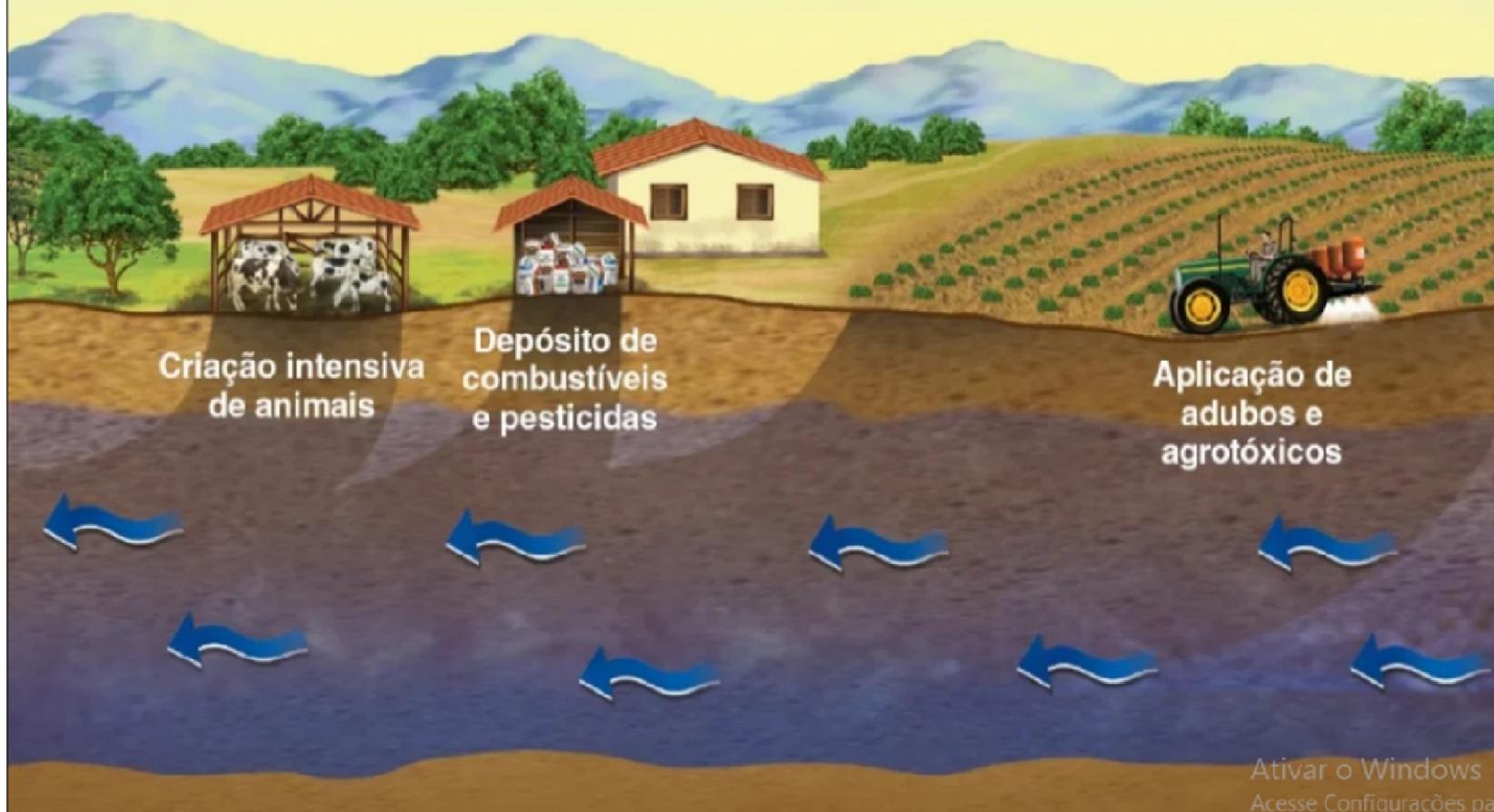


A poluição industrial

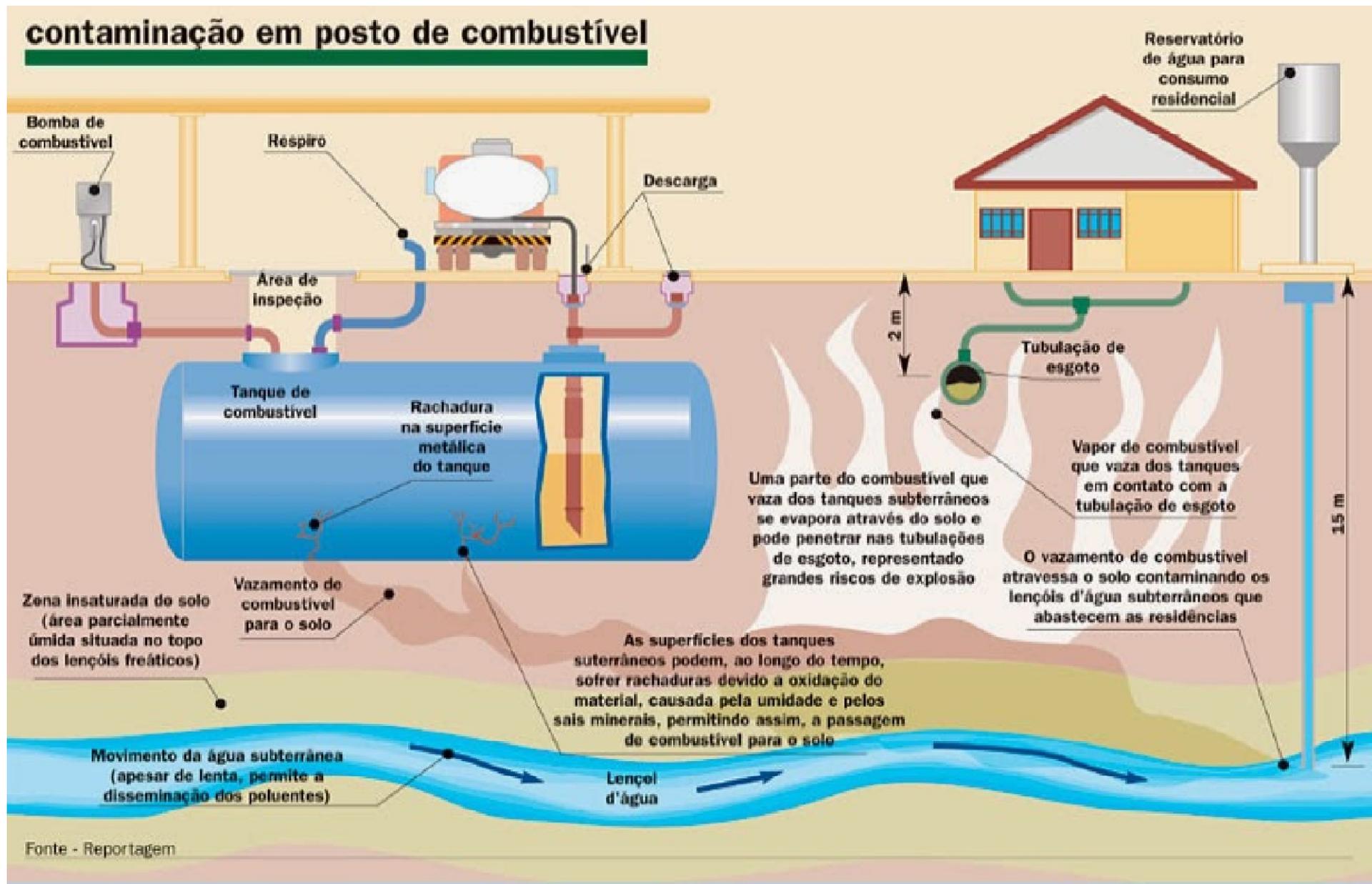


A poluição agropecuária

Contaminação da água subterrânea em área agrícola



contaminação em posto de combustível



Fonte - Reportagem

Poluição

O conceito de poluição deve ser associado às alterações indesejáveis provocadas pelas atividades e intervenções humanas no ambiente.



Uma erupção vulcânica, apesar de poder ser considerada uma fonte poluidora, é um fenômeno natural não provocado pelo homem e que foge ao seu controle, assim como outros fenômenos naturais como grandes secas ou inundações, por exemplo.

(BRAGA et al, 2005)





Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Art 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

A poluição ambiental prejudica o funcionamento dos ecossistemas, chegando a matar várias espécies animais e vegetais.

O homem também é prejudicado com este tipo de ação, pois depende muito dos recursos hídricos, do ar e do solo para sobreviver com qualidade e saúde.



Os poluentes são resíduos gerados pelas atividades humanas, causando um impacto ambiental negativo, ou seja, uma alteração indesejável.

A poluição está ligada à concentração, ou quantidade de resíduos presentes no ar, na água ou no solo.



Para o controle da poluição são definidos padrões e indicadores de qualidade do ar (concentração de CO, No_x, So_x, Pb, etc), da água (concentração de O₂, fenóis e Hg, pH, etc) e do solo (taxa de erosão, etc) que se deseja respeitar em um determinado ambiente.

(BRAGA et al, 2005)

Principais ações antrópicas relacionadas à poluição:

- Atividade industrial
- Agricultura
- Pecuária
- Mineração
- Queima de combustíveis fósseis



As **fontes poluidoras** podem ser classificadas, quanto à origem dos resíduos em:

Pontuais ou localizadas:

Os lançamentos são individuais.

(lançamento de esgoto doméstico ou industrial, efluentes gasosos industriais, aterro sanitário de lixo urbano, etc;)



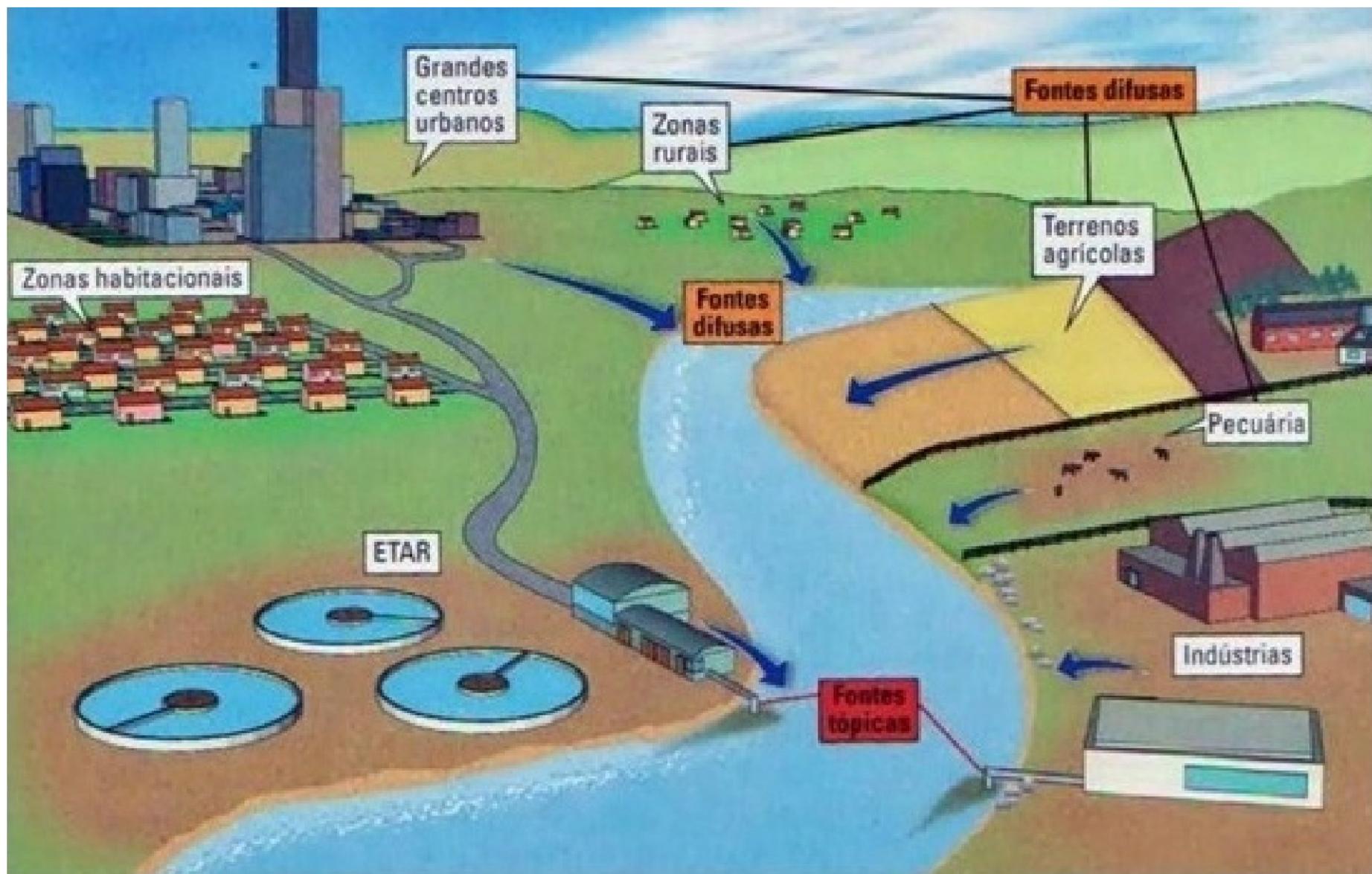
Difusas ou Dispersas:

Não possuem um ponto de lançamento específico ou preciso de geração, tornando-se assim de difícil controle e identificação.

(agrotóxicos aplicados e dispersos no ar, carregados pelas chuvas para os rios ou para o lençol freático, gases expelidos do escapamento de veículos automotores, etc)



(BRAGA et al, 2005)



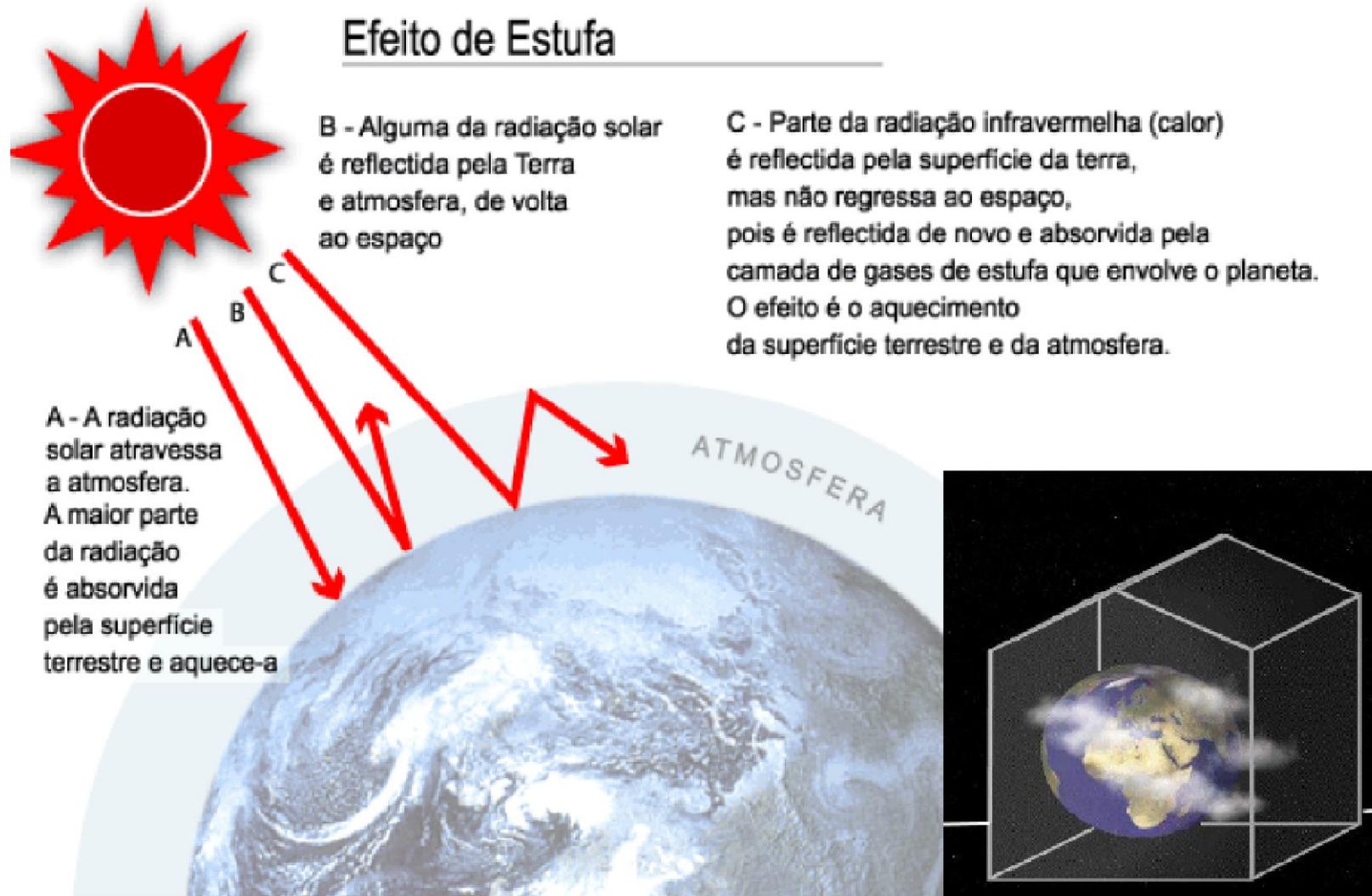
Os efeitos da poluição podem ter caráter localizado, regional ou global.

Os mais conhecidos e perceptíveis são os efeitos locais ou regionais, os quais, em geral ocorrem em áreas de grande densidade populacional ou atividade industrial.

Esses efeitos espalham-se e podem ser sentidos em áreas vizinhas, às vezes relativamente distantes, sendo objeto de conflitos intermunicipais (disputa pelo mesmo manancial para abastecimento urbano), interestaduais (poluição das águas por municípios e indústrias de um estado, a montante de captações municipais e industriais de estado vizinho a jusante) e internacionais (chuva ácida na Suécia e Noruega oriunda da poluição do ar na Grã-Bretanha e Europa Ocidental).

(BRAGA et al, 2005)

Um dos efeitos globais da poluição mais discutidos na atualidade é o Efeito Estufa.

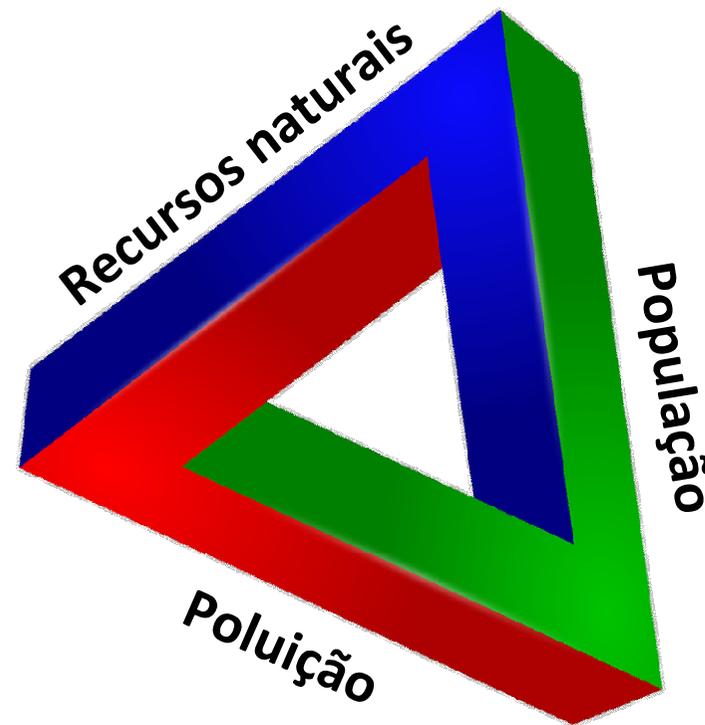


Os efeitos globais têm contribuído bastante para a sensibilização recente da sociedade sobre questões ambientais, merecendo destaque na mídia e na agenda de políticos e grupos ambientalistas em todo o planeta. Isso talvez possa ser explicado pela incerteza que os humanos passaram a experimentar em relação à própria sobrevivência da espécie e pela constatação de sua incapacidade de entender e controlar os processos e transformações ambientais decorrentes de suas atividades. Até recentemente, acreditava-se que a inteligência e a tecnologia resolveriam qualquer problema, e que não havia limites para o desenvolvimento da espécie e para a utilização de matéria e energia na busca de conforto e qualidade de vida.

(Cammarota, 2013)

Do equilíbrio entre estes três elementos dependerá o *nível de qualidade de vida* no Planeta.

O discurso não deve ser alarmista, mas sim **REALISTA!**



Como enfrentar a crise ambiental?

Algumas possíveis saídas:

- **Prevenção da Poluição**

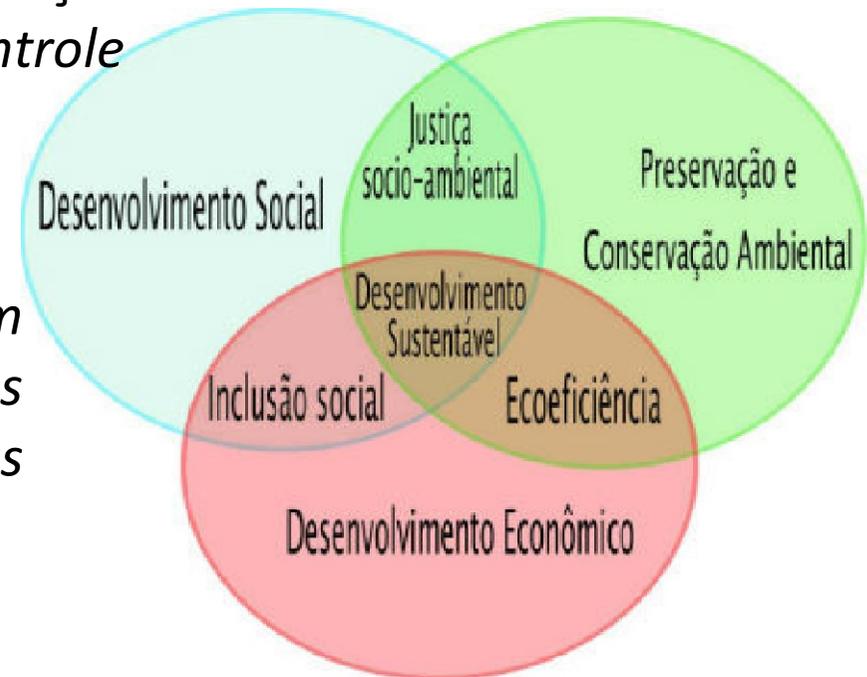
Atividades que visam eliminar ou reduzir a geração de poluentes.

- **Produção mais Limpa**

Desenvolvimento de métodos de produção baseados no conceito de prevenção e controle da poluição.

- **Desenvolvimento Sustentável**

Satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atenderem as suas necessidades.



Como o Engenheiro Ambiental pode atuar no combate à crise ambiental?





Política Nacional de Resíduos Sólidos



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Art 3º

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

Resíduos Sólidos

A geração de resíduos sólidos é um dos problemas mais agravantes da sociedade contemporânea, reforçado pelo crescimento gradativo e desordenado da população, pela aceleração do processo de ocupação do território urbano e pelo crescimento acentuado dos bens de consumo popularizados pelo aumento da produção industrial;

Consciência coletiva em relação ao meio ambiente

Preocupação com a geração e disposição dos resíduos

Busca por soluções sustentáveis



Política Nacional de Resíduos Sólidos



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

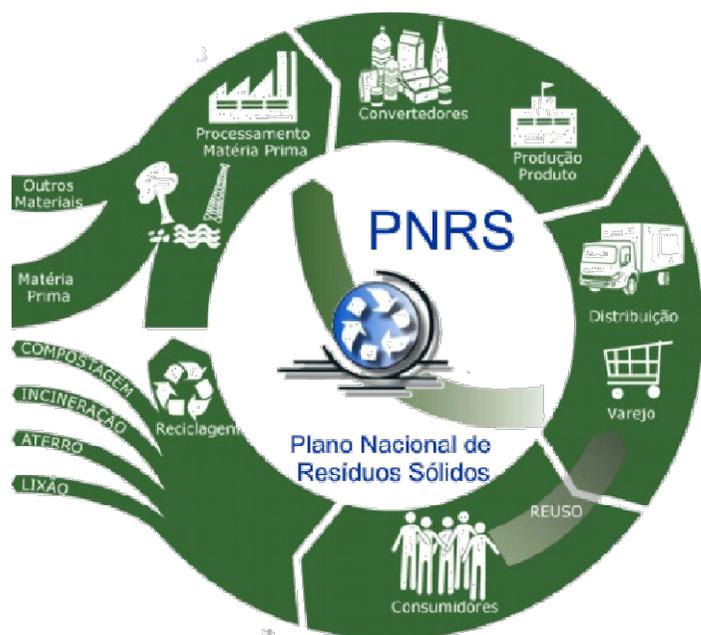
LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

- 🌱 Prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

Política Nacional de Resíduos Sólidos

- ❖ Diretrizes relativas à **GESTÃO INTEGRADA** e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos;



conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;

Gestão dos Resíduos Sólidos

 Art. 9º - Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.





Leitura: pgs 25-42

<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>

Caracterização e classificação dos RS

Caracterização gravimétrica:

“Determinação dos constituintes e de suas respectivas percentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico” (ABNT - NBR 10.007/2004)

Classificação:

- Fonte geradora
- Grau de degradabilidade
- Grau de periculosidade
- Condições de umidade



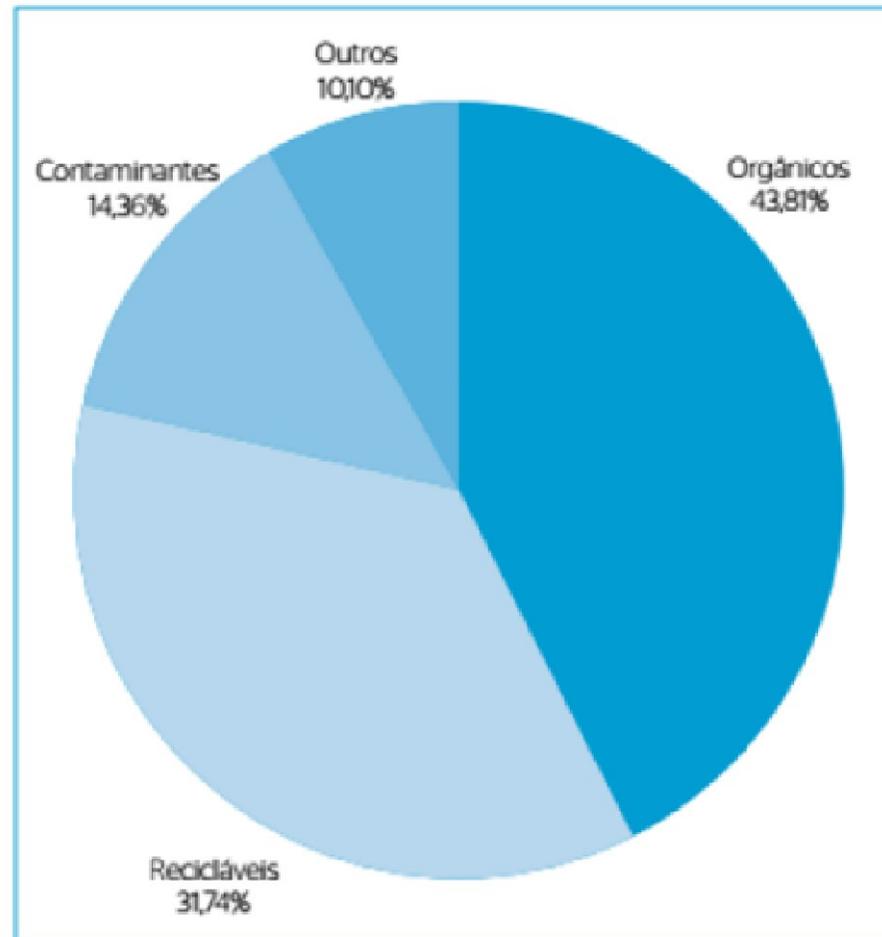
Caracterização Gravimétrica

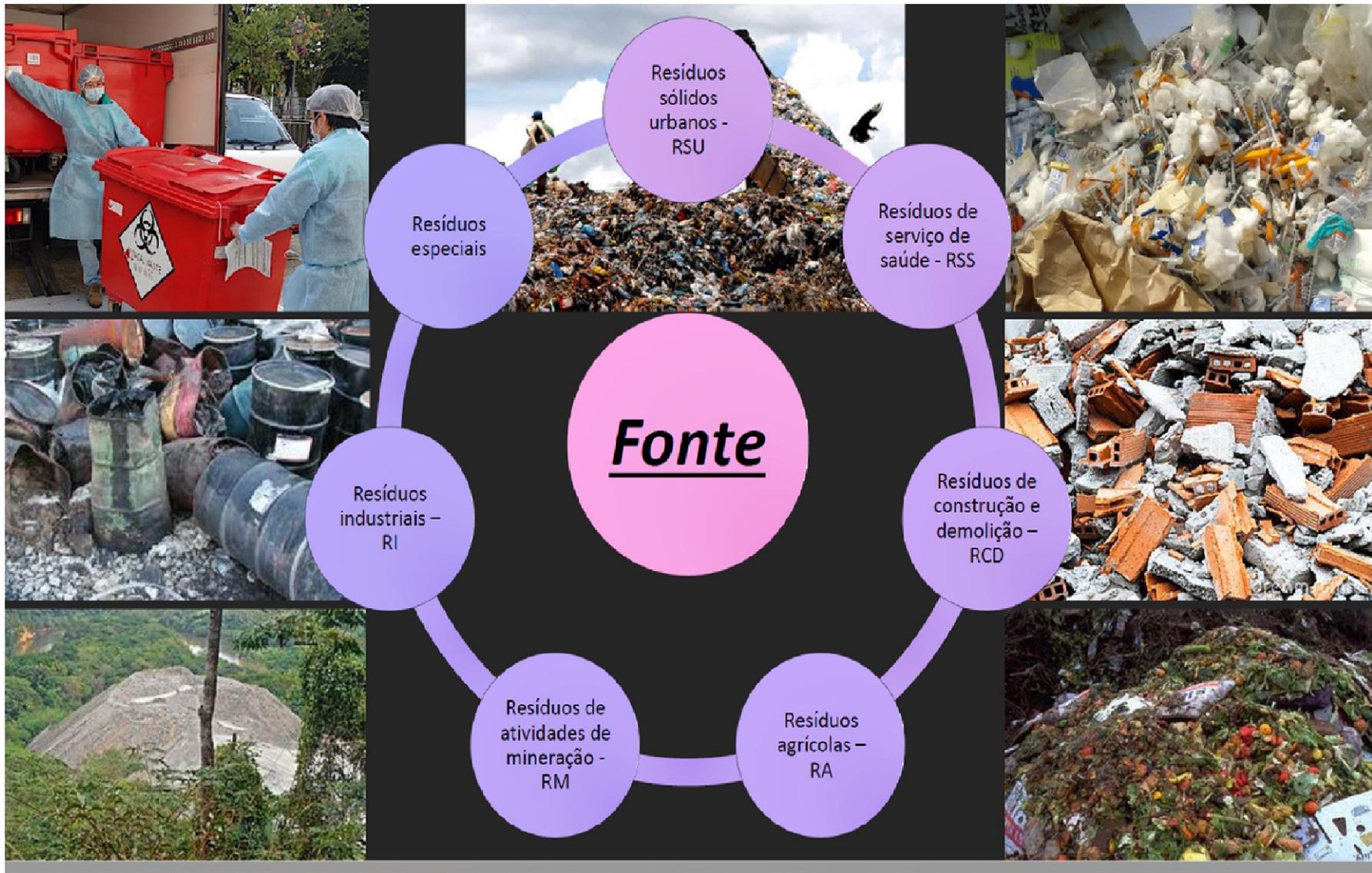
Tabela 8.1 Composição gravimétrica dos RSU, em porcentagem, em algumas cidades brasileiras

Componente	Abrelpe ¹	Porto Alegre ²	Belo Horizonte ³	Rio de Janeiro ⁴	Salvador ⁵
Materiais putrescíveis	51,4	41,9	65,46	60,7	44,3
Papel/papelão	13,1	20,7	10,11	13,5	19,2
Plástico	13,5	22,5	11,27	15,3	20,9
Metal	2,9	4,2	2,65	1,7	1,3
Vidro	2,4	2,1	2,39	3,2	1,9
Madeira	16,7	4,1	8,12	5,5	2,7
Têxtil		3,6			3,1
Borracha		0,5			0,3
Pedra/cerâmica		0,2			6,3
Ano da análise	2012	2001	2001	2005	2004 a 2006

Fonte: ¹Abrelpe, 2013; ²Bidone e Soares, 2001; ³Simões et al., 2003; ⁴Rio de Janeiro, 2005; ⁵Machado et al., 2009.

Caracterização Gravimétrica





Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente os resíduos sólidos podem ser caracterizados em:

- **Resíduos perigosos:** Apresentam periculosidade, oferecem risco à saúde pública por provocar ou aumentar a mortalidade e incidência de doenças podendo afetar o meio ambiente, em caso de manuseio ou disposição inadequados.

Podem ser classificados como classe IIA ou IIB:

- **Resíduos não inerente (IIA):** Não se enquadram na classe I ou na classe IBB;
- **Resíduos inerentes (IIB):** Não apresentam nenhum de seus componentes solubilizados em concentrações superiores aos padrões estabelecidos.



CLASSE I OU PERIGOSOS

São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

CLASSE II OU NÃO-INERTES

São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe III – Inertes.

CLASSE III OU INERTES

São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

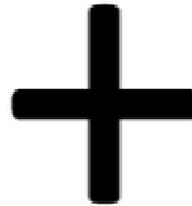
 A origem é o principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos.

 Segundo este critério, os diferentes tipos de lixo podem ser agrupados em cinco classes:

- Lixo doméstico ou residencial
- Lixo comercial
- Lixo público
- Lixo domiciliar especial:
 - Entulho de obras
 - Pilhas e baterias
 - Lâmpadas fluorescentes
 - Pneus
- Lixo de fontes especiais
 - Lixo industrial
 - Lixo radioativo
 - Lixo de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários
 - Lixo agrícola
 - Resíduos de serviços de saúde

Resíduos sólidos urbanos

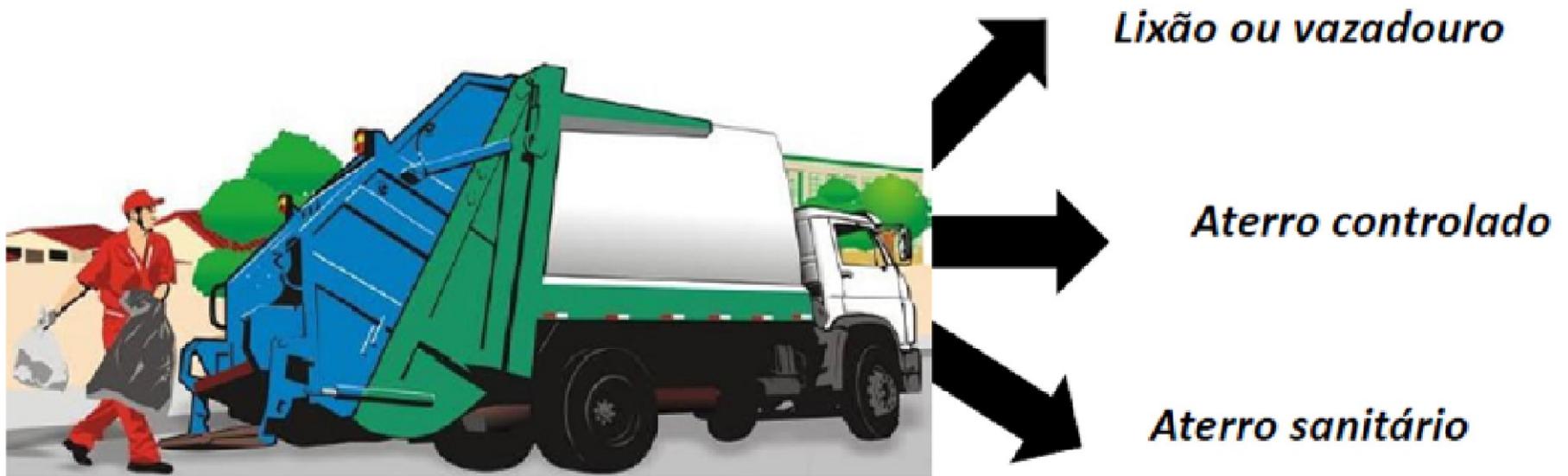
Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são resíduos domiciliares somados à parcela de resíduos de limpeza pública.



São compostos por materiais putrescíveis, papéis/papelões, plásticos, madeiras, metais, vidros e outros materiais.



Disposição Final do RS



Disposição dos resíduos domiciliares

O processo recomendado para a disposição adequada do lixo domiciliar é o aterro, existindo dois tipos: os aterros sanitários e os aterros controlados.



O aterro sanitário é um método para disposição final dos resíduos sólidos urbanos, sobre terreno natural, através do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ao meio ambiente, em particular à saúde e à segurança pública.

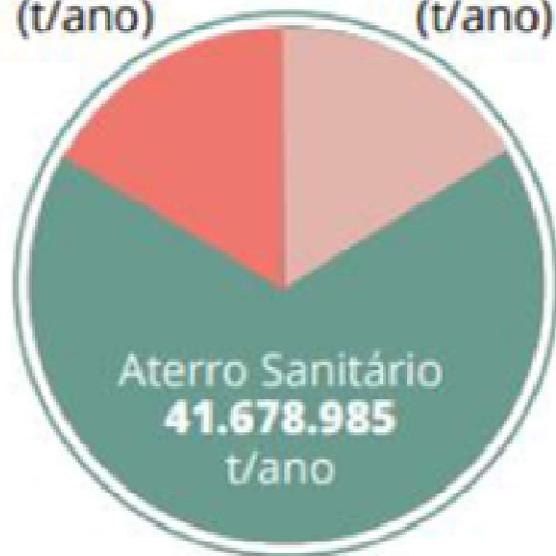


O aterro controlado também é uma forma de se confinar tecnicamente o lixo coletado sem poluir o ambiente externo, porém, sem promover a coleta e o tratamento do chorume e a coleta e a queima do biogás.

Disposição Final dos RSU Coletados no Brasil (T/Ano)

Lixão **12.391.020**
(t/ano)

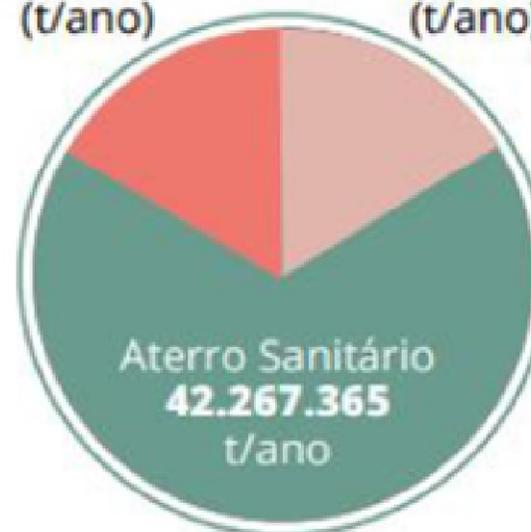
Aterro Controlado **16.607.500**
(t/ano)



2016

Lixão **12.909.320**
(t/ano)

Aterro Controlado **16.381.565**
(t/ano)



2017

Abrelpe 2017



- Não há impermeabilizante
- Não coleta de lixiviado e gases
- Não há controle de infiltração
- Não há compactação do lixo



- Não há impermeabilizante
- Não há coleta de lixiviado e gases
- Não há controle de infiltração



- Impermeabilização da base
- Coleta e tratamento de lixiviado e gases
- Controle de infiltração de águas pluviais



Geração de Chorume e Gases

Líquido oriundo do processo de decomposição de resíduos orgânicos em locais de disposição de resíduos sólidos, formados pela digestão da matéria orgânica sólida e pela ação do exo-enzimas produzidas pelas bactérias.

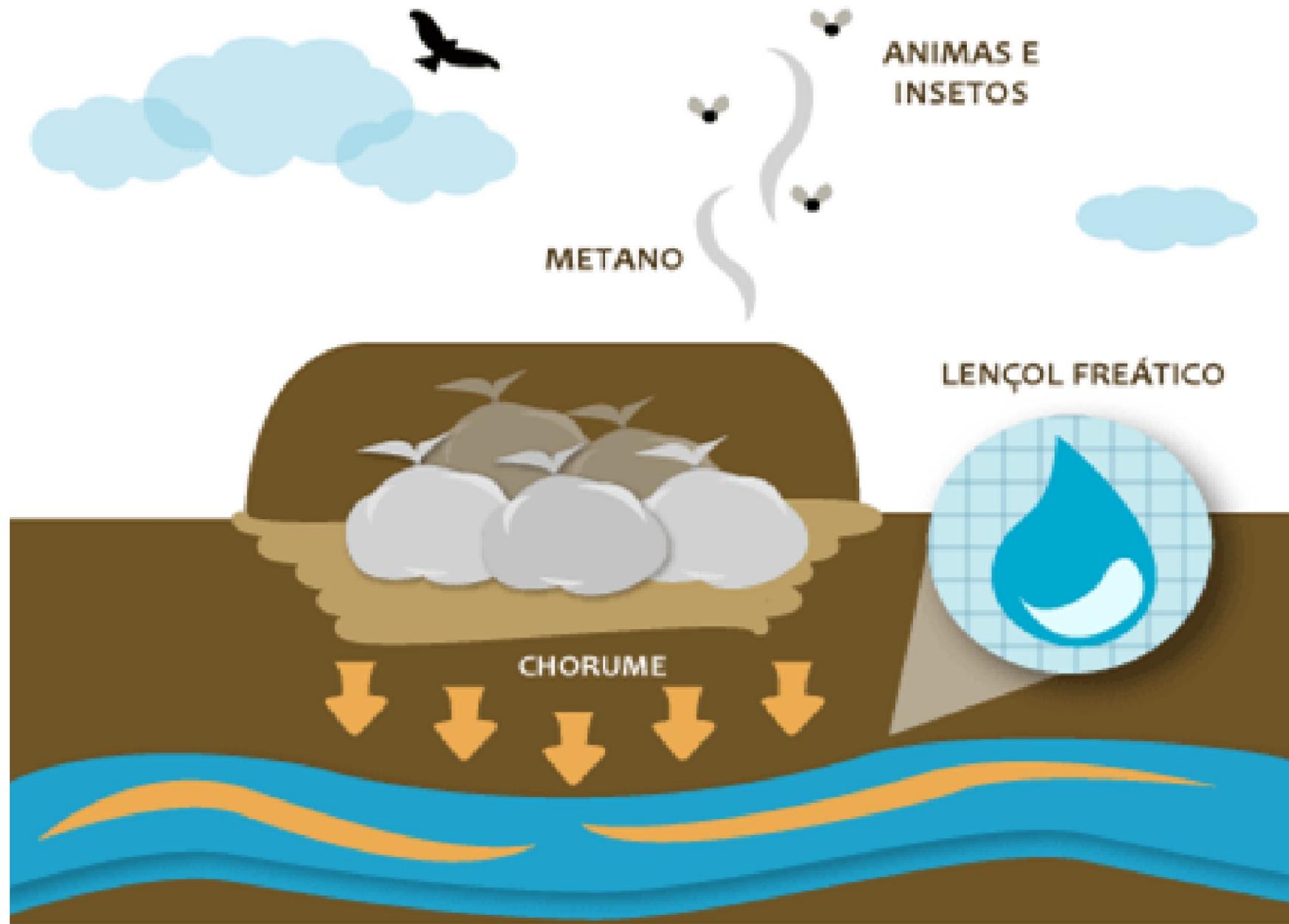
Evitar sua formação:

- Evitar a entrada de água no maciço de resíduos;
- Evitar a disposição de resíduos com elevado teor de umidade

Formação de lixiviado mesmo após o encerramento do AS

Coleta e tratamento do lixiviado



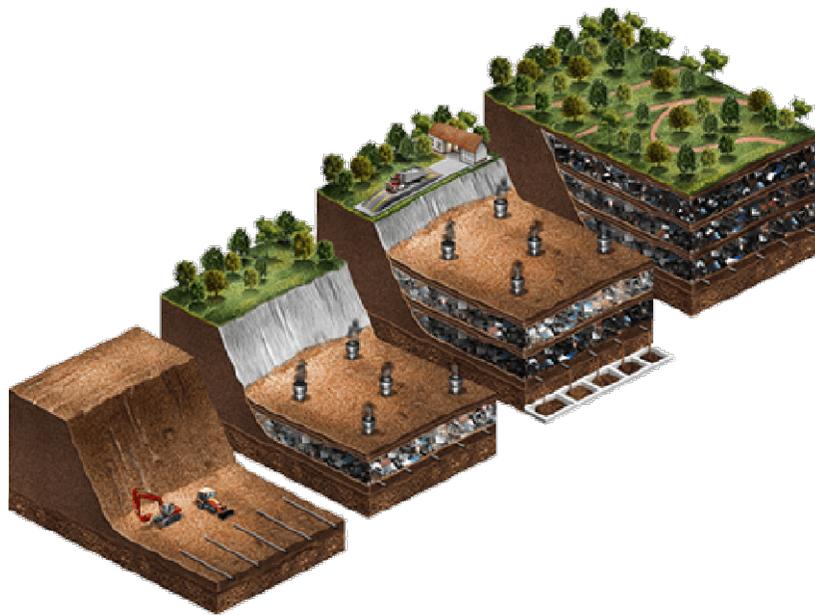


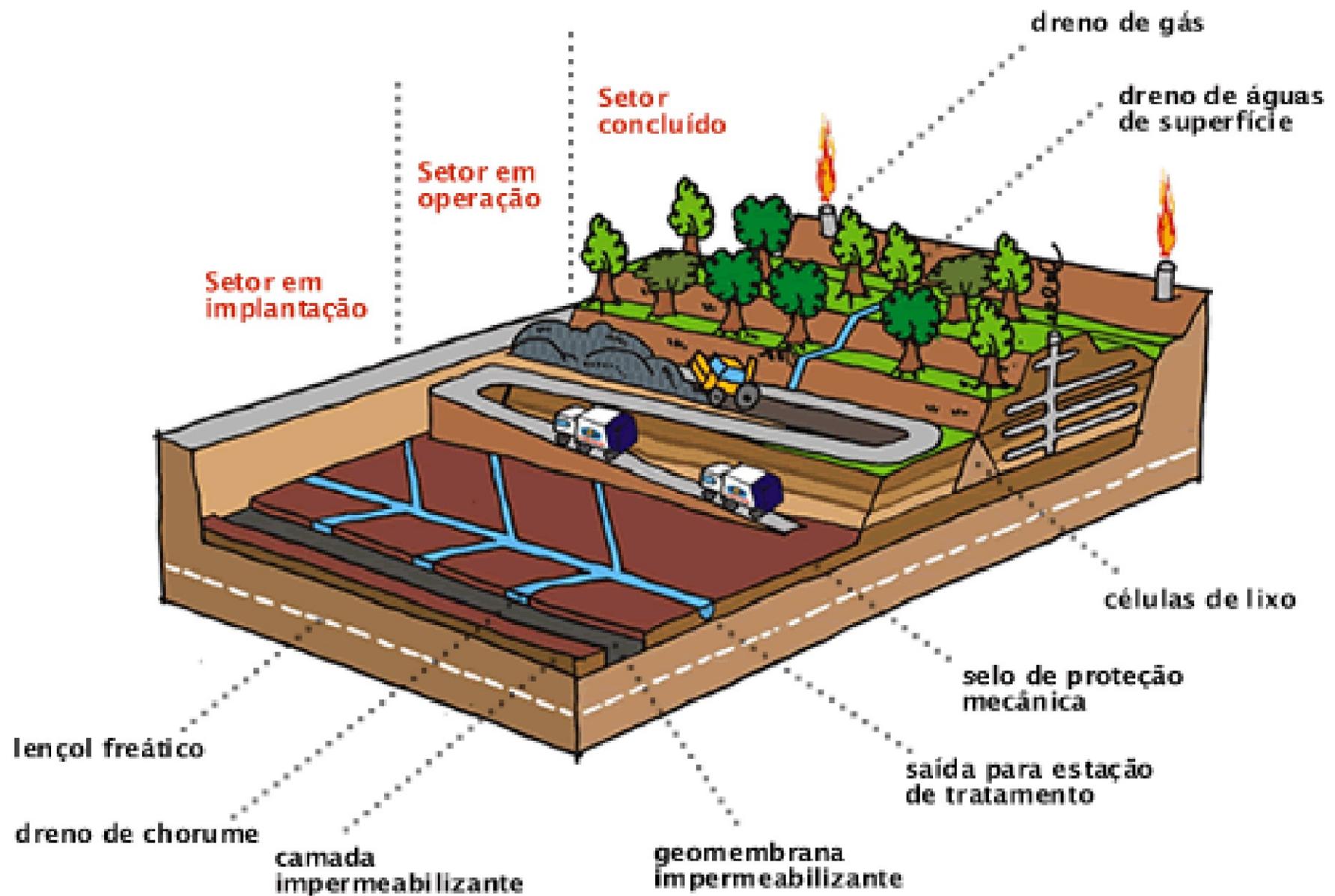
Arte: Marina Martins / EcoD

Aterro Sanitário

“Método de disposição final de resíduos sólidos no solo, que deve operar utilizando princípios de engenharia, de tal modo a confinar o lixo no menor volume possível, sem provocar prejuízos á saúde, á segurança e ao meio ambiente”

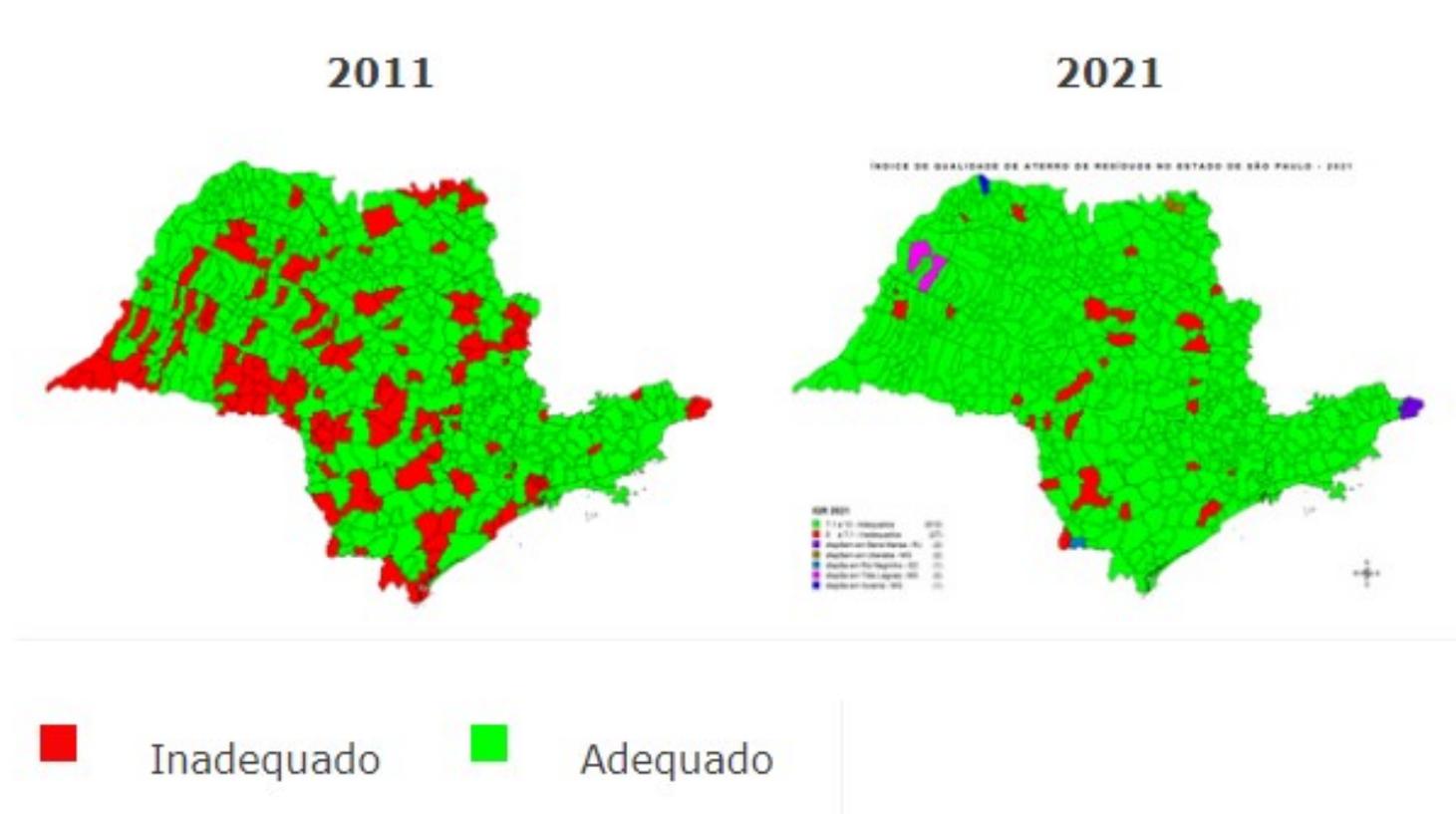
ABNT NBR 8419/92







IQR – Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos no Estado de São Paulo



<https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/residuos-urbanos-saude-construcao-civil/introducao/#:~:text=Os%20Invent%C3%A1rios%20de%202012%20a,longo%20dos%20anos%20pela%20CETESB.>

Outros pontos importantes da PNRS

Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos

Conjunto de atribuições dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos pela minimização do volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como pela redução dos impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;

Outros pontos importantes da PNRS

Logística Reversa

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;

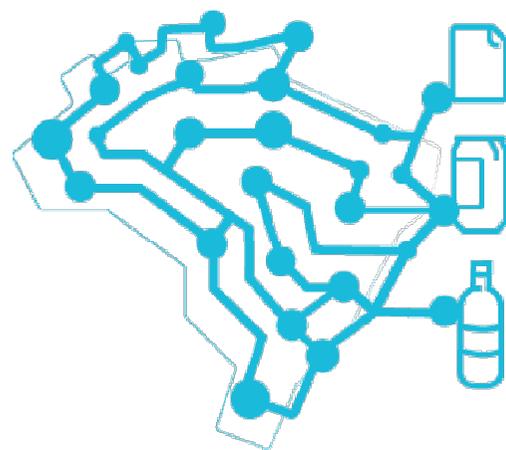


Outros pontos importantes da PNRS

Sistema de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos –

SINIR

Tem como objetivo armazenar, tratar e fornecer informações que apoiem as funções ou processos de uma organização. Essencialmente é composto de um subsistema formado por pessoas, processos, informações e documentos, e um outro composto por equipamentos e seu meios de comunicação;



SINIR

SISTEMA NACIONAL DE
INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Outros pontos importantes da PNRS

Planos de Resíduos Sólidos

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos a ser elaborado com ampla participação social, contendo metas e estratégias nacionais sobre o tema. Também estão previstos planos estaduais, microrregionais, de regiões metropolitanas, planos intermunicipais, municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos;



Outros pontos importantes da PNRS

Coleta seletiva

coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

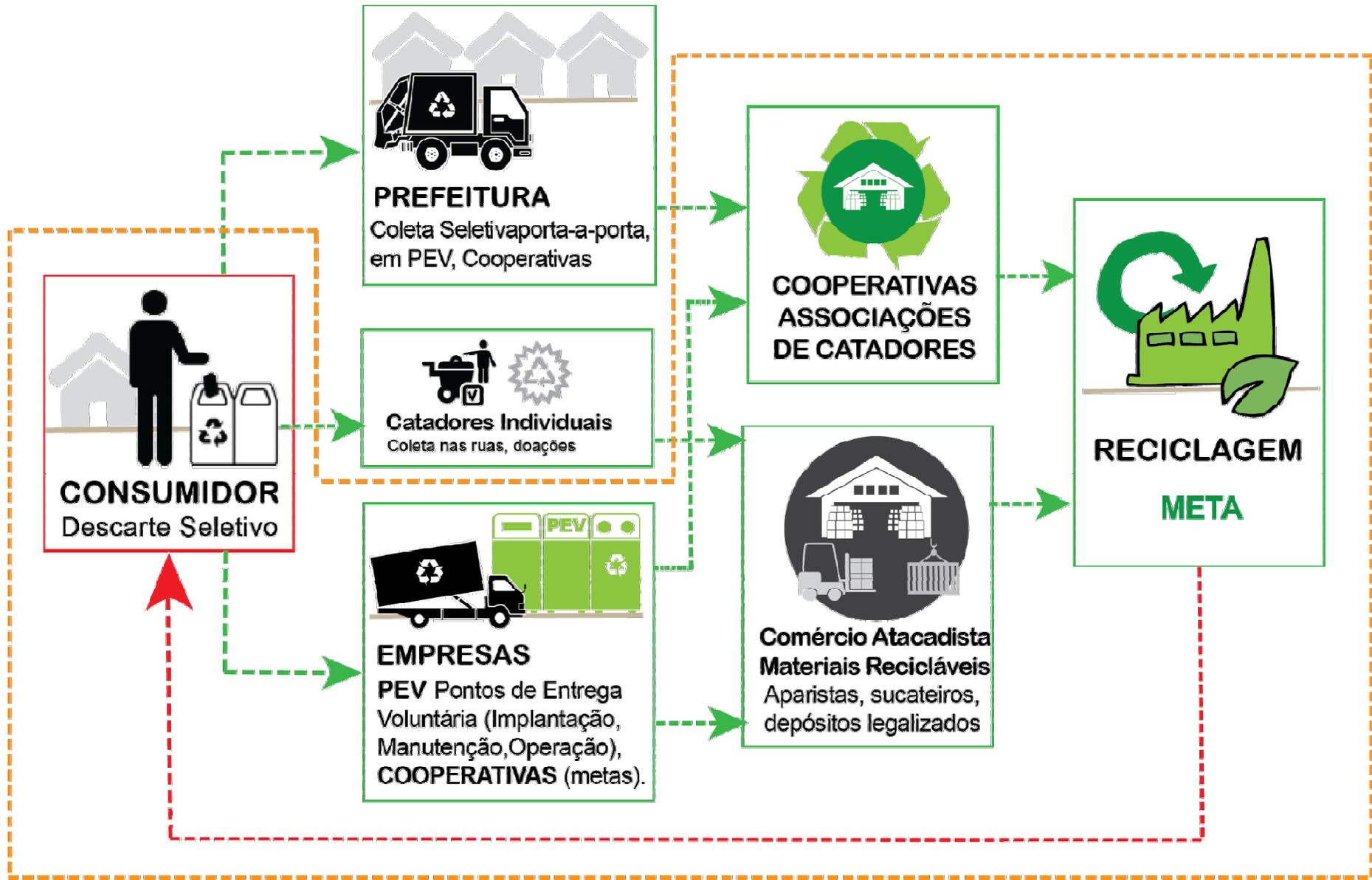


Outros pontos importantes da PNRS

Catadores de materiais recicláveis

Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.





A participação de catadores na segregação informal do lixo, seja nas ruas ou nos vazadouros e aterros, é o ponto mais agudo e visível da relação do lixo com a questão social. Trata-se do elo perfeito entre o inservível – lixo – e a população marginalizada da sociedade que, no lixo, identifica o objeto a ser trabalhado na condução de sua estratégia de sobrevivência.

versus

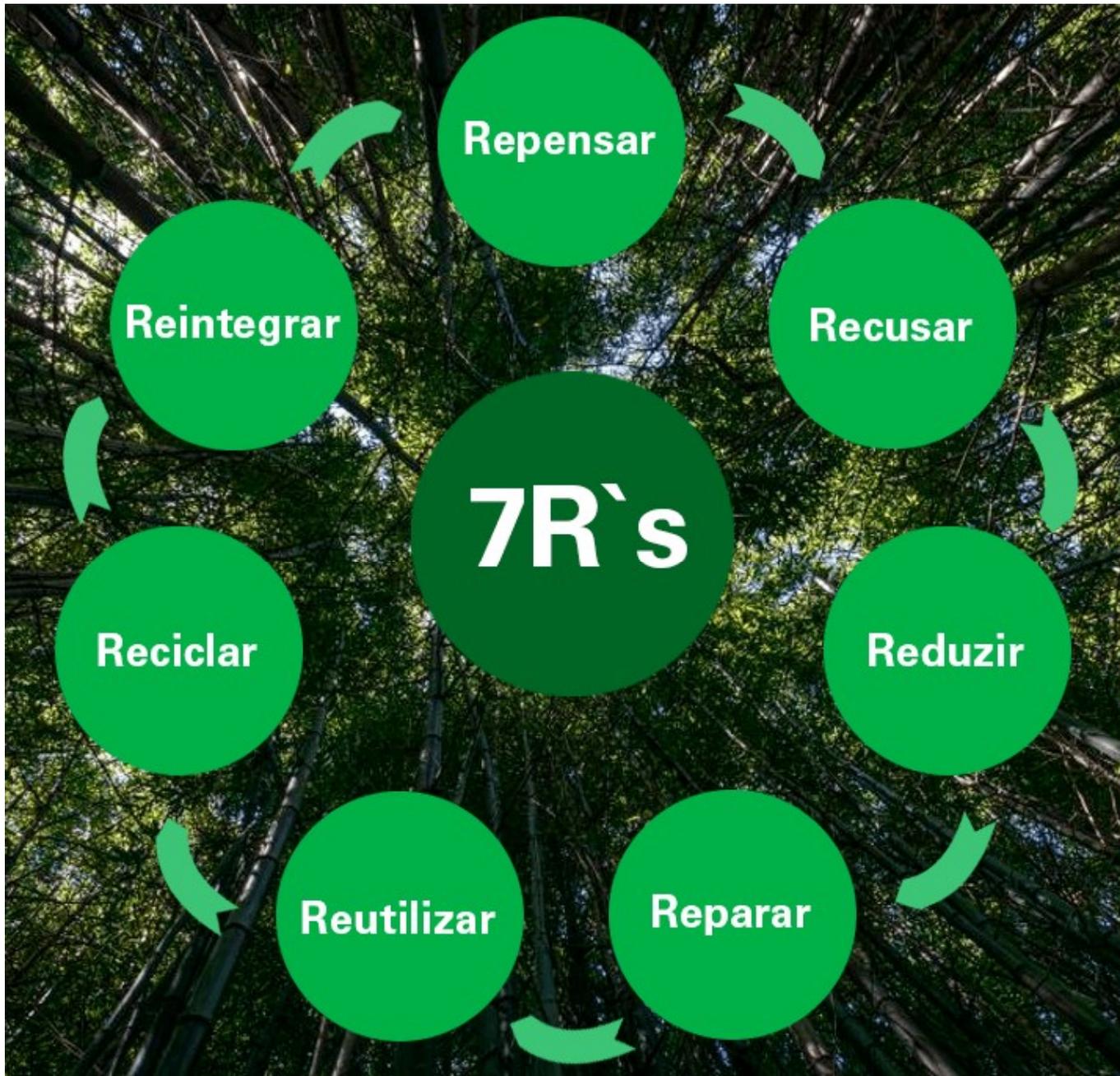


Problemática

Segundo o IBGE (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008):

- 99,96% dos municípios brasileiros têm serviços de manejo de Resíduos Sólidos,
 - 50,75% destes dispõem seus resíduos em vazadouros;
 - 22,54% em aterros controlados;
 - 27,68% em aterros sanitários.
- 3,79% dos municípios têm unidade de compostagem de resíduos orgânicos;
- 11,56% têm unidade de triagem de resíduos recicláveis;
- 0,61% têm unidade de tratamento por incineração.

O descarte inadequado provoca sérias e danosas consequências à saúde pública e ao meio ambiente



7R's

Reduzir

Evitar adquirir produtos desnecessários.

Reutilizar

Reutilizar alguns objetos como, por exemplo, embalagens.

Reciclar

Transformar o resíduo antes inútil em matérias-primas ou novos produtos

Repensar

Repense seus hábitos de consumo

Recusar

fabricados por empresas que não respeitam a natureza ou prejudicam o meio ambiente.

Reparar

Recuperar produtos danificados

Reintegrar

Reintegrar à natureza aquilo que não pode como restos de alimentos e outros materiais orgânicos.

É preciso **REINVENTAR** uma nova maneira de viver, consumir, produzir, transportar, armazenar e prestar serviços em geral.

