



Museu do **Amanhã**

C4O
CITIES
CLIMATE LEADERSHIP GROUP

Tecnologias de Baixo Carbono

José Fernando Thomé Jucá

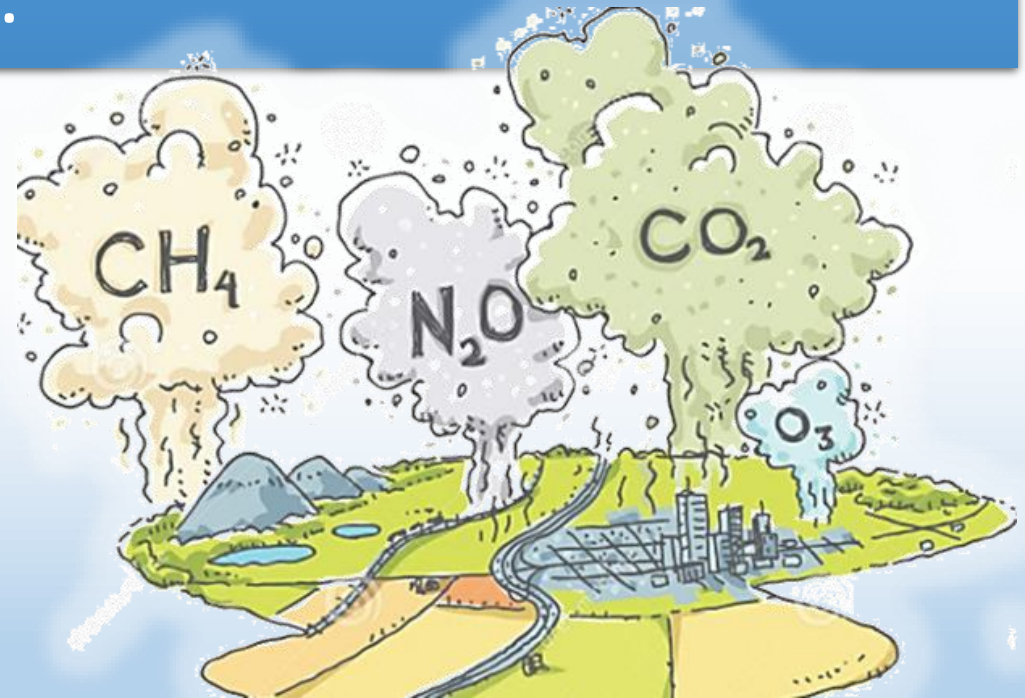
Universidade Federal de Pernambuco



- 
- 1. Introdução**
 - 2. Cenário de crescimento populacional, geração de resíduos e emissões até 2030**
 - 3. Situação do Brasil em emissões de GEE e emissões por resíduos**
 - 4. Emissões por tecnologias de tratamento - Rotas tecnológicas**
 - 5. Tecnologia de Baixo Carbono para o Brasil**
 - 6. Análise da situação e considerações finais.**

Estudo de baixo carbono na gestão de resíduos

- O objetivo é avaliar as emissões de GEE das diferentes alternativas de tratamento de resíduos incluindo o aspecto ambiental na **tomada de decisão das rotas tecnológicas de tratamento** que devem ser aplicadas no Brasil.



A realidade das alterações climáticas exige uma redução drástica das emissões de Gases de Efeito Estufa.



Para estabilizar as concentrações de GEE na atmosfera a 550 ppm, um nível em que há possibilidade de manter o aumento da temperatura **média global de 3°C**.

É necessário reduzir as emissões GLOBAIS de cerca de 60 GtCO₂e para menos de 30GtCO₂e em 2030.

As **emissões mundiais** somavam cerca de 53 bilhões de ton de carbono equivalente (Gt CO₂e) só em 2014.

No mesmo ano, o Brasil contribuiu com 1,58 Gt CO₂e, ou **3%** das emissões globais anuais.



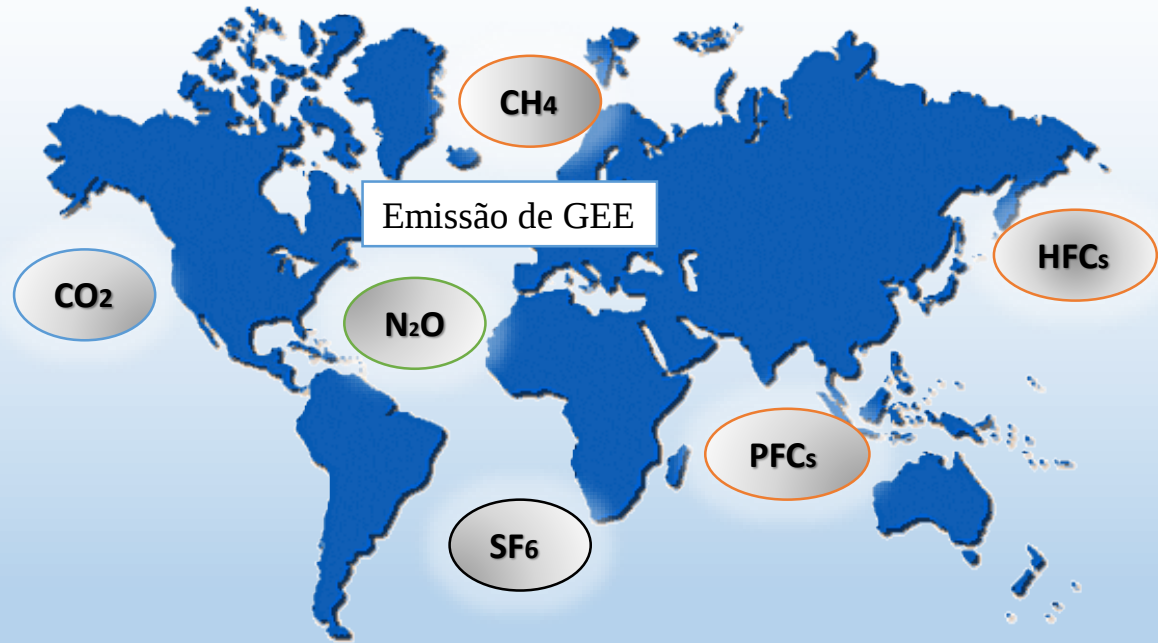
Cenário Global



Crescimento populacional



Geração dos resíduos



Cenário da populacional mundial

Populaç

Evolução da
população mundial
em bilhões de
habitantes.

1

1804

2

1927

1960

3

1974

4

1987

5

1999

6

2011*

7

2050*

9

*Projeções

Fonte: ONU, Population Reference Bureau (PRB)

Infografia: Gazeta do Povo

< 178 4

178 421

1 097 577 ; 2 486 069

2 486 069 ; 4 046 661

4 046 661 ; 6 979 205

6 979 205 ; 12 256 208

12 256 208 ; 34 722 176

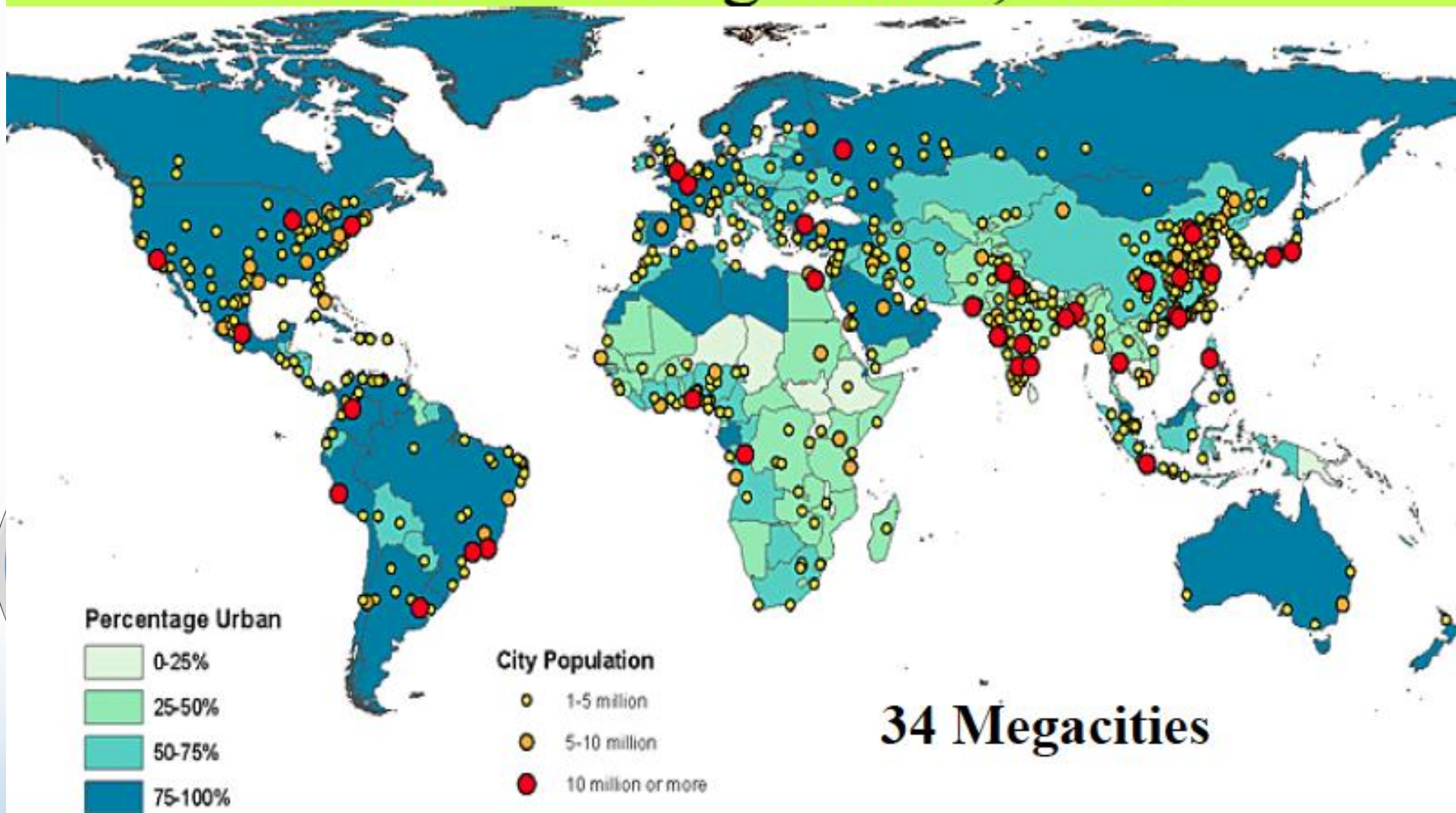
> 34 722 176



Fonte : Banco Mundial - 2014
Copyright © Actualitix.com All rights reserved

Fonte: <http://www.worldometers.info/br/>

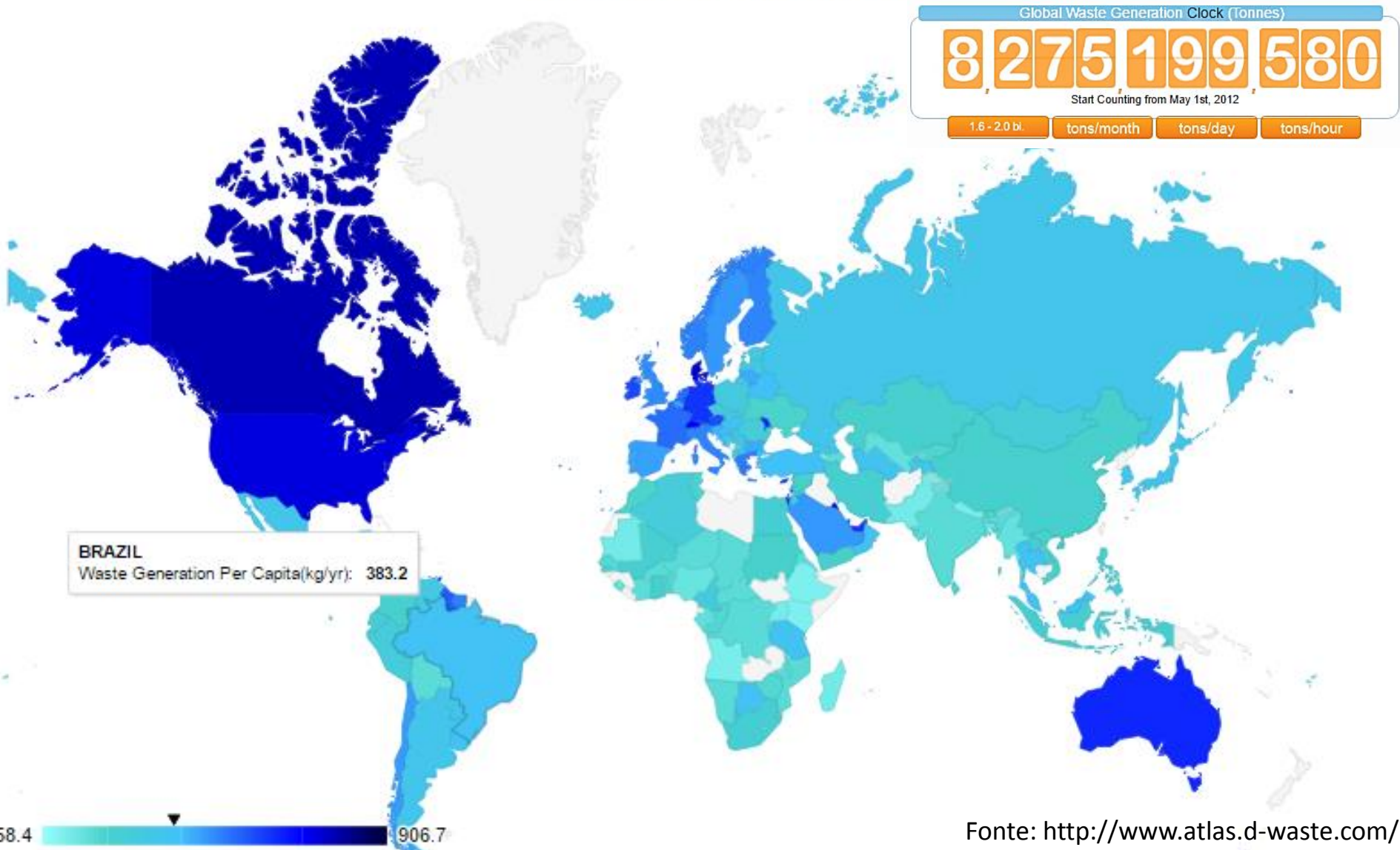
Percentage of urban population and location of large cities, 2025



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: *World Urbanization Prospects, the 2011 Revision*. New York, 2012

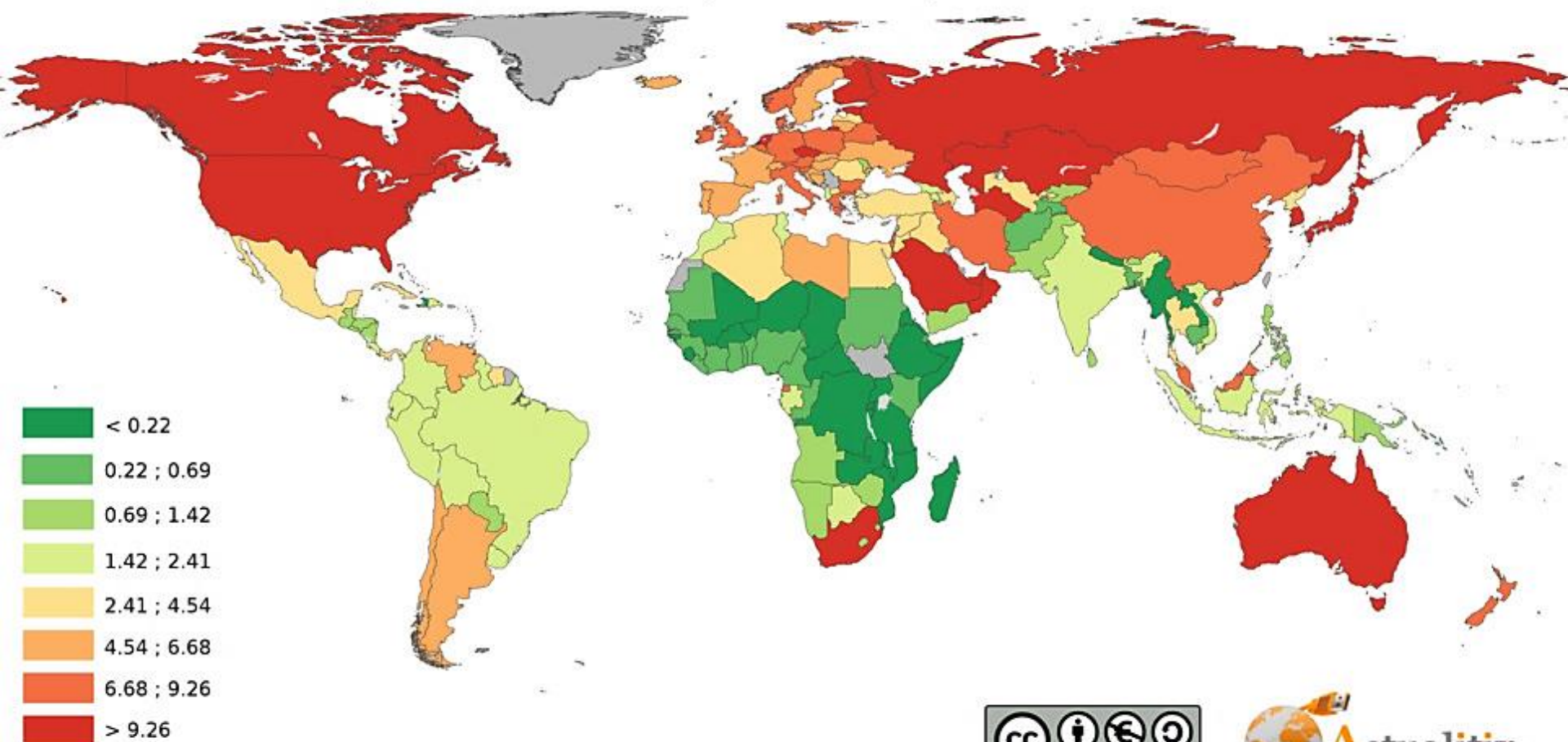
Geração de resíduos per capita

The average amount of Municipal Solid Waste (MSW) generated annually per person.



Emissão de GEE mundial

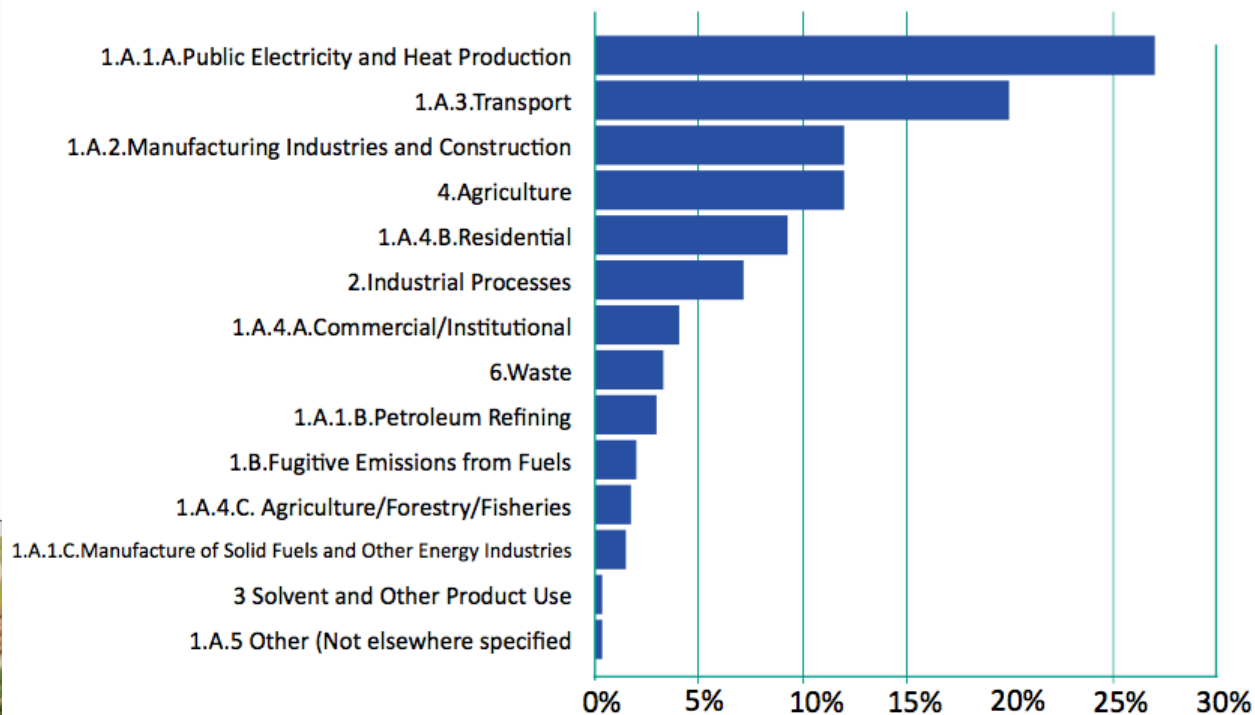
Emissões de CO2 (toneladas métricas por habitante)



Emissões na Europa por setor da atividade econômica

UE28 Total: 5,2 GtCO₂e

O setor de resíduos 3%

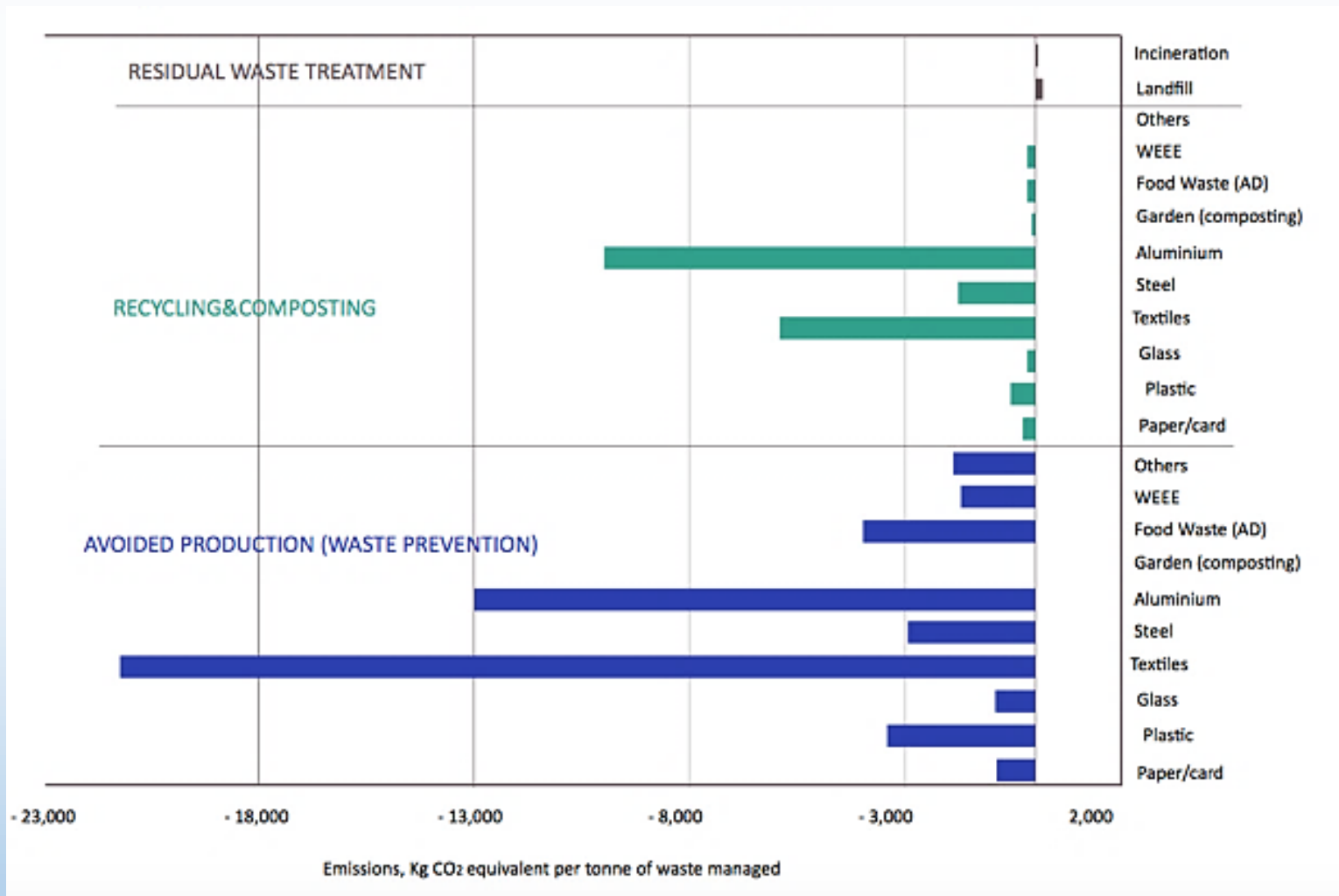


Source: EEA (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>)

Share of total emissions (sectors 1-7 excluding 5. LULUCF) (% à 2012 - Tg (million tonnes) - EU28

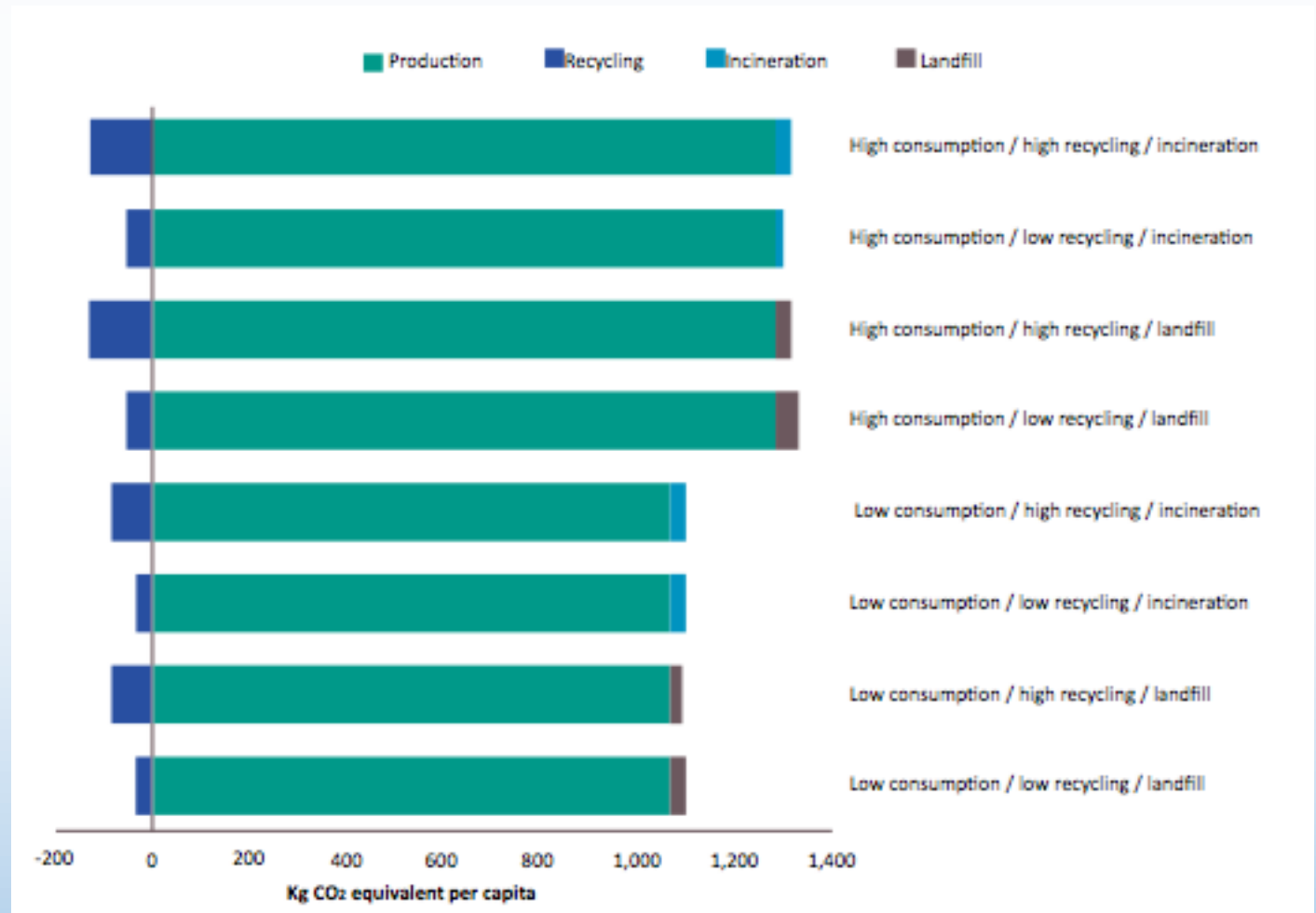
Impacto das atividades de manejo dos resíduos na emissão de gases do efeito estufa

(Carbon Impacts of Waste Management Report, Zero Waste Europa 2015)



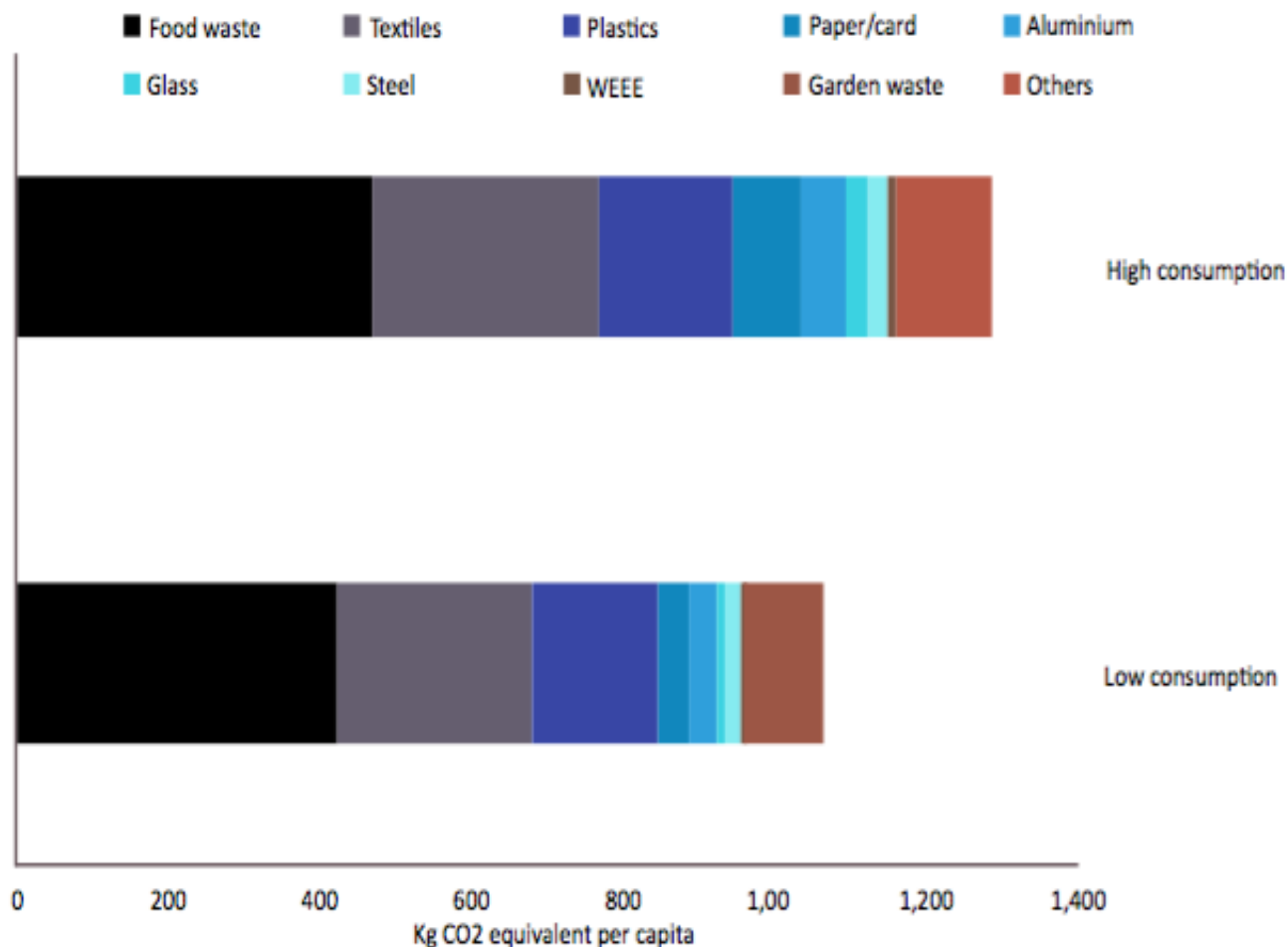
Emissões de gases de efeito estufa, consumo e tratamento dos resíduos

(Carbon Impacts of Waste Management Report, Zero Waste Europa 2015)



Produção de emissões em função da composição dos resíduos e do consumo

(Carbon Impacts of Waste Management Report, Eunomia; Eurostat 2015)

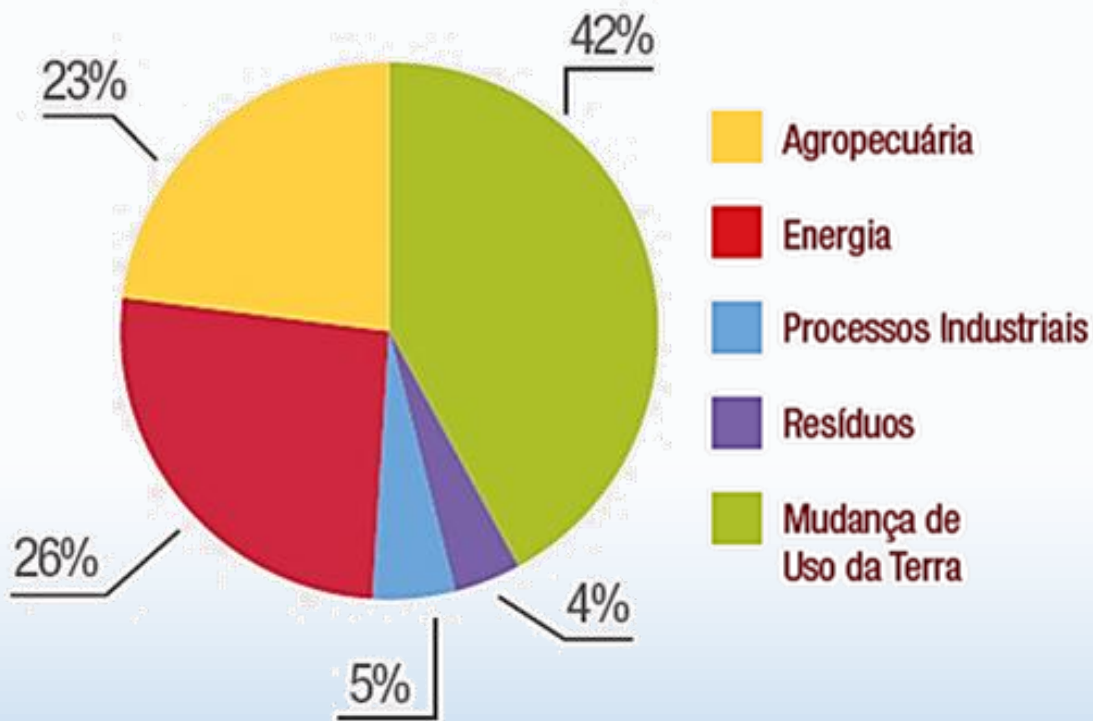


Situação do Brasil em emissões de GEE

Emissões de GEE no Brasil em 2014 (Gt CO₂e)

Total Brasil: 1,8 Gt CO₂ e

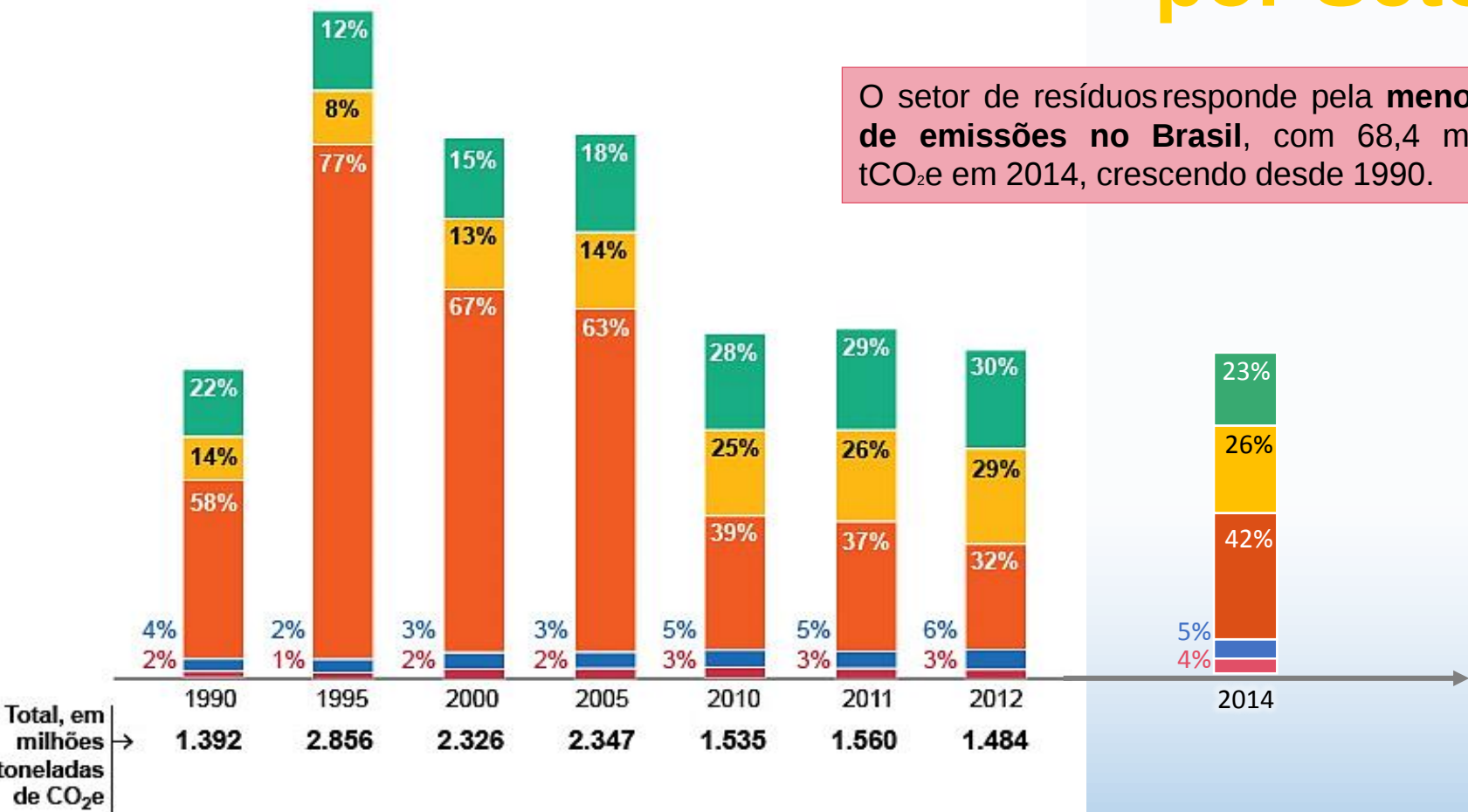
Emissões Brutas



Fonte: SEEG (2016)

Emissões de gases do efeito estufa no Brasil

Compare a distribuição das emissões por setor, de 1990 a 2012

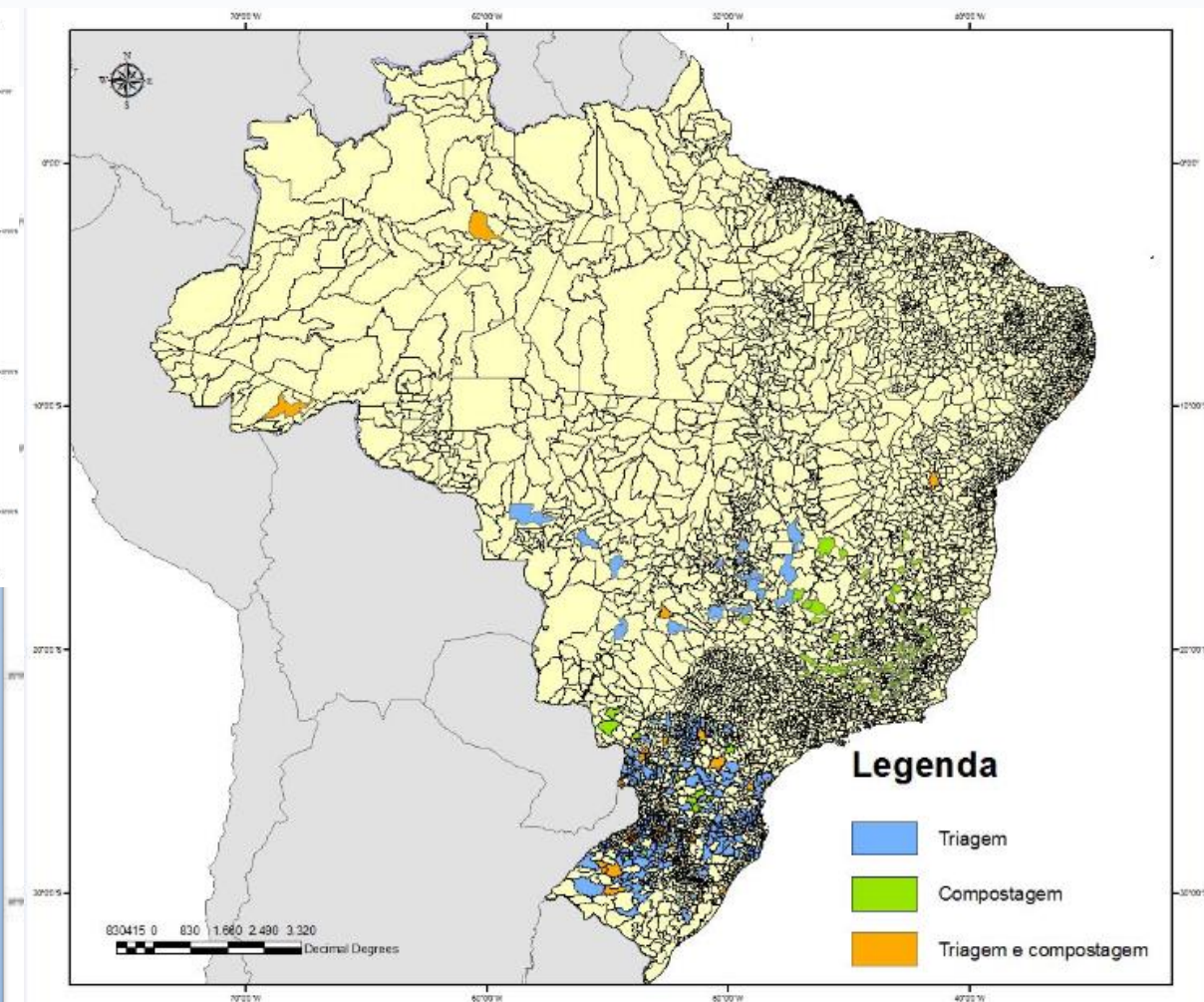
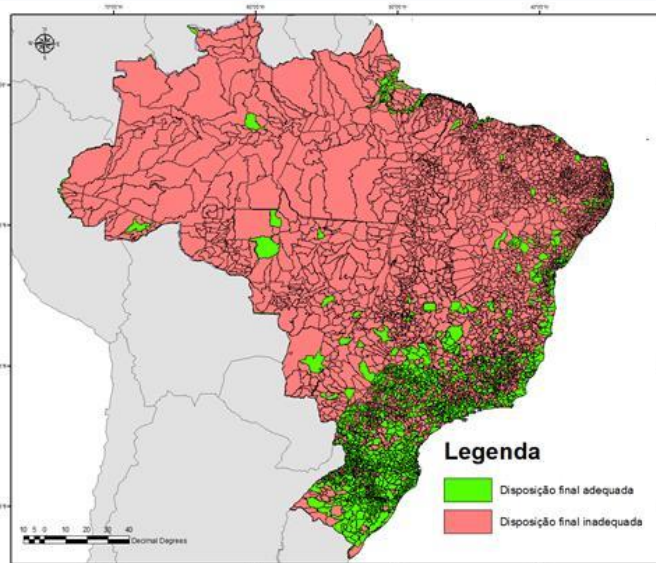


O setor de resíduos responde pela **menor parcela de emissões no Brasil**, com 68,4 milhões de tCO₂e em 2014, crescendo desde 1990.

Principais Fontes de Emissões por Setores

Fonte: Seeg - Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa

Situação do Brasil: Tratamento de Resíduos



- O Brasil é o **quinto** maior produtor de resíduos do mundo, com cerca de 78 milhões de toneladas por ano);
- Dos 5.570 municípios **79,4%** deles destinam de forma **inadequada** seus resíduos;
- Este setor movimenta cerca de **R\$ 26 bilhões/ano**;
- Pouco desenvolvimento tecnológico, apenas **1,6%** de seus doutores nesta área; **17** patentes registradas no INPI;
- Nas prefeituras apenas: **1%** possui dos RH tem nível superior.



Museu do Amanhã



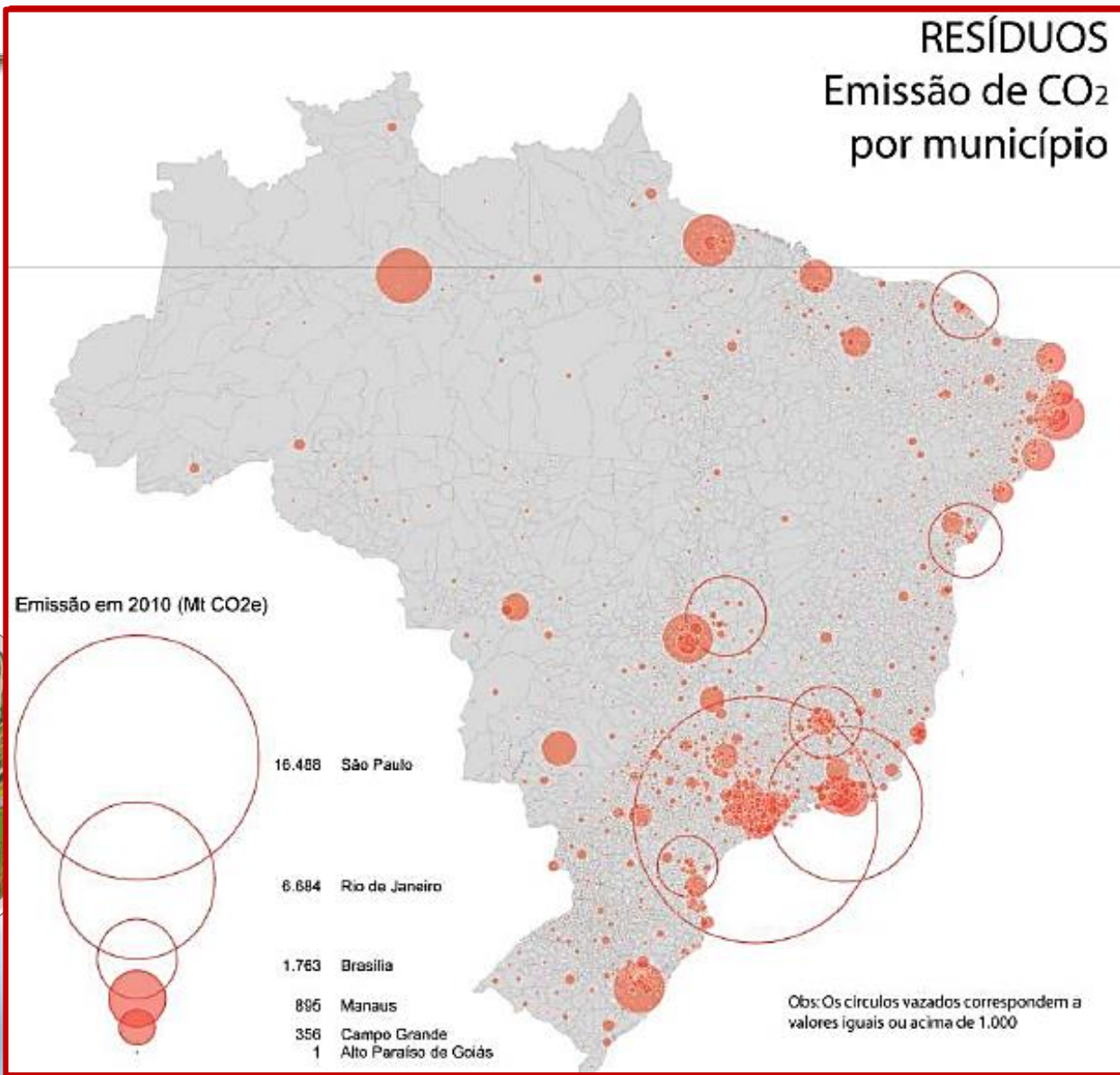
Estimativa das emissões
de gases de efeito estufa
por município

População
Quantidade de resíduo
Composição do resíduo
Operação do aterro
Clima

Fonte: CETESB/Banco Mundial, 2010
SEEG, 2015



GEE → resíduos



Situação do Brasil em emissões de GEE por resíduos

O Setor.....



Incineração de resíduos

- ✓ N_2O
- ✓ CO_2

Disposição de resíduos:

- ✓ CH_4



Tratamento Esgoto Industrial

- ✓ CH_4

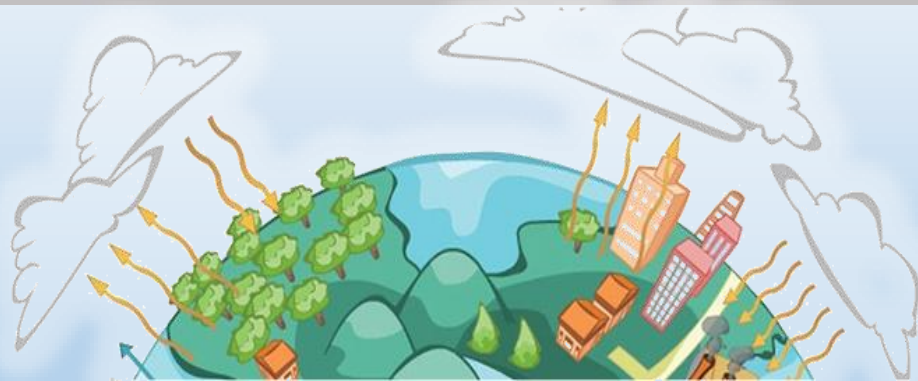
Tratamento Esgoto Doméstico

- ✓ CH_4
- ✓ N_2O



Situação do Brasil em emissões de GEE por resíduos

O tratamento dos resíduos gera uma quantidade grande de gases geradores do efeito estufa (GEE), em especial o metano (CH_4), como resultado da digestão anaeróbica da matéria orgânica contida nos resíduos. A incineração dos resíduos sólidos resulta ainda em dióxido de carbono (CO_2) e óxido nitroso (N_2O). **No Brasil, o tratamento dos resíduos contribui com 6,1% das emissões de CH_4 e com 3,8% das emissões de N_2O .**



Situação do Brasil em emissões de GEE por resíduos

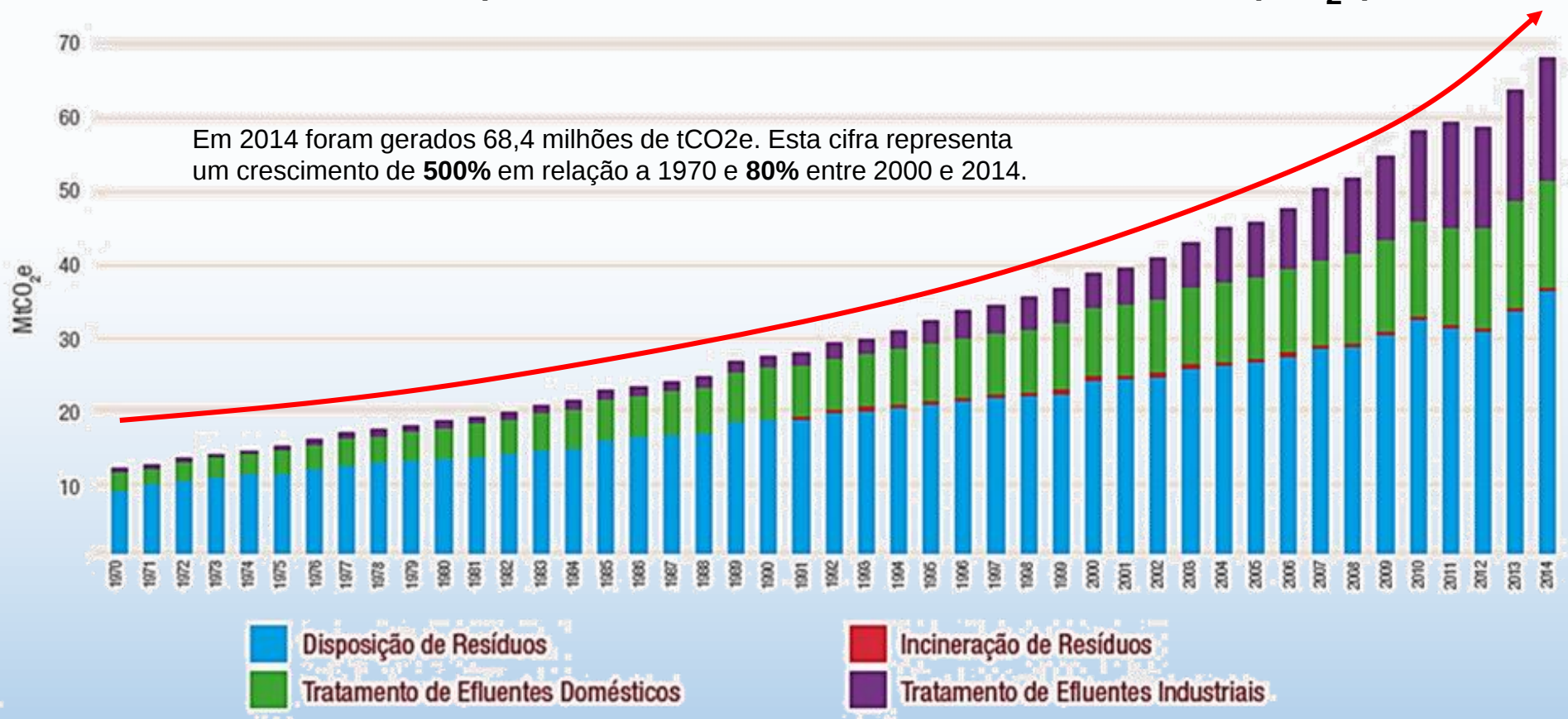
Os principais fatores responsáveis pela geração de GEE são o clima, o aumento da população urbana, variações na quantidade de resíduos gerada por habitante e **diferenças na composição desses resíduos** (materiais orgânicos e potenciais geradores de metano e materiais fósseis)

Resíduo	Fator de emissões (IPCC 2006) (gC/g de resíduo)	Classificação quanto a degradabilidade (TCHOBANOGLOUS et al., 1993; MACIEL, 2009; FIRMO, 2013)
Papel e papelão	0,17	Moderadamente degradáveis
Têxtil	0,26	Lentamente degradáveis
Alimentos	0,45	Rapidamente degradáveis
Madeira	0,47	Lentamente degradáveis
Borracha e couro	0,07	Lentamente degradáveis
Plástico	0,11	Lentamente degradáveis
Metal	0,29	Lentamente degradáveis
Vidro	0,33	Lentamente degradáveis
Outros	0,13	-

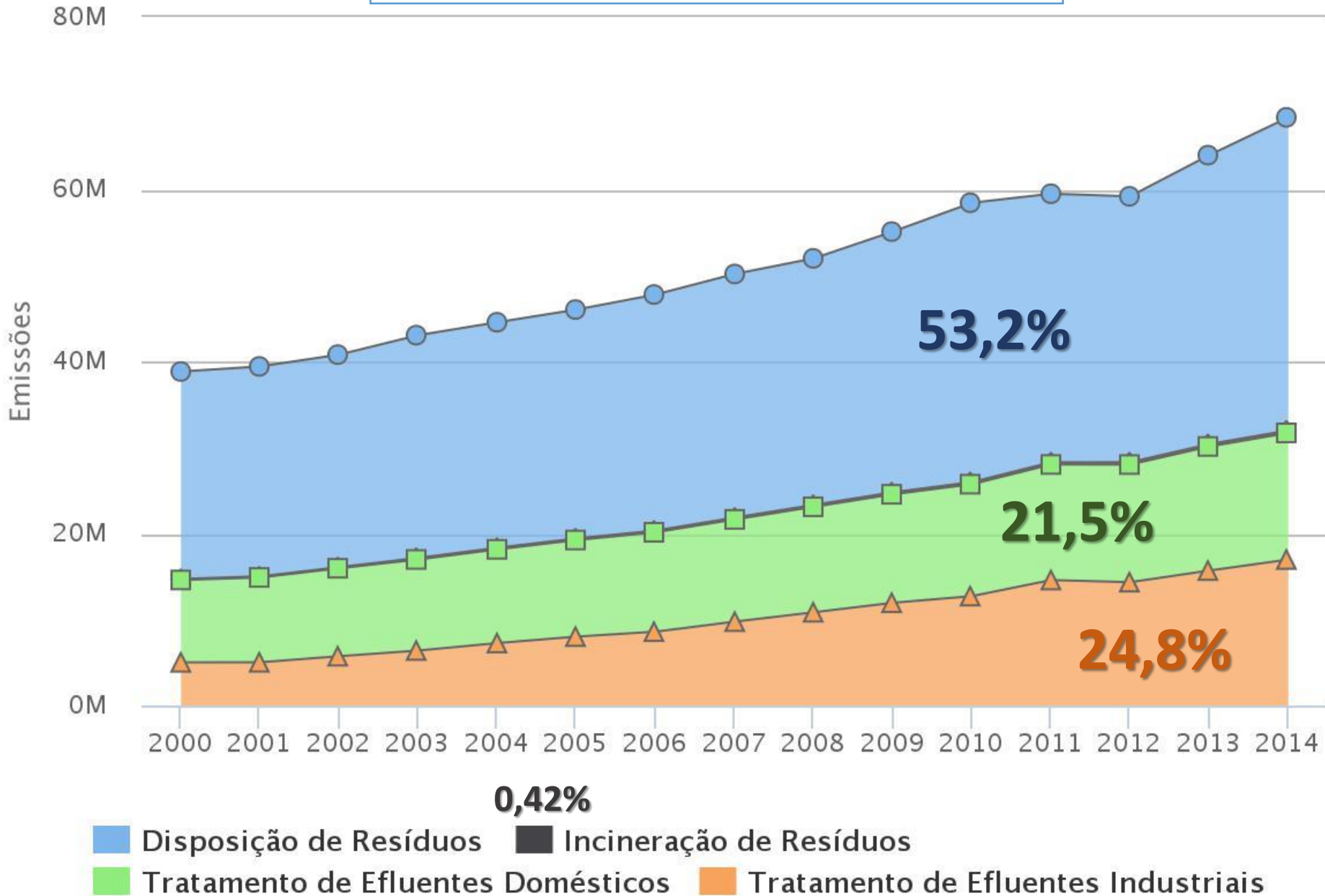
As emissões provenientes de aterros sanitários, controlados e lixões são estimadas pelo método Decaimento de Primeira Ordem, do IPCC 1996 (Método Revisado), publicado no Guia de Boas Práticas IPCC 2000 (ABRELPE, 2013).

No médio e longo prazo, a implementação de sistemas de tratamento completo (como aterro sanitário com recuperação e queima do metano) tende a reduzir as emissões.

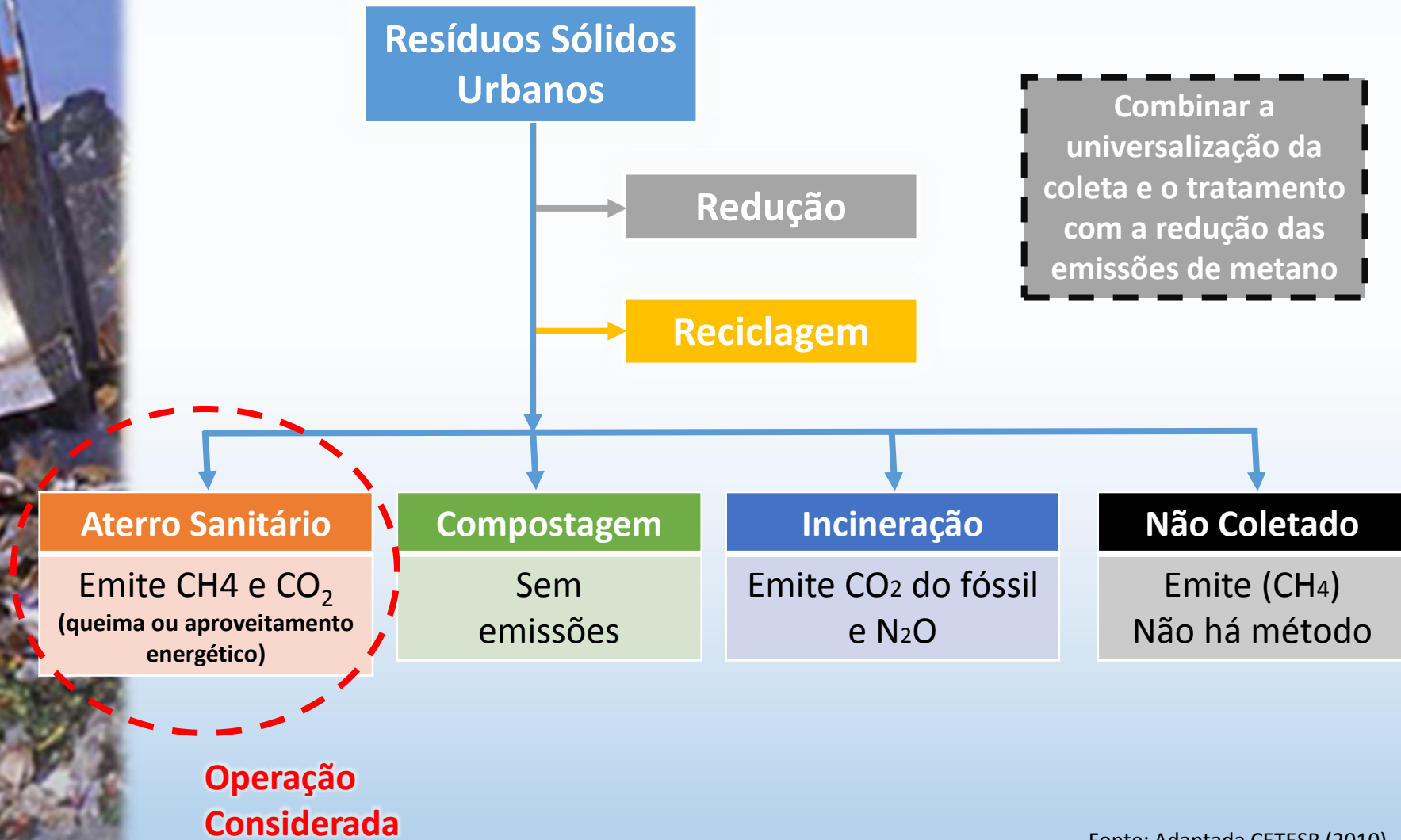
Emissões de GEE por tratamento de resíduos entre 1970 e 2014 (tCO₂e)



Emissões de GEE por tratamento de resíduos
entre 2000 e 2014 (tCO₂e)



Emissões por tecnologias de tratamento



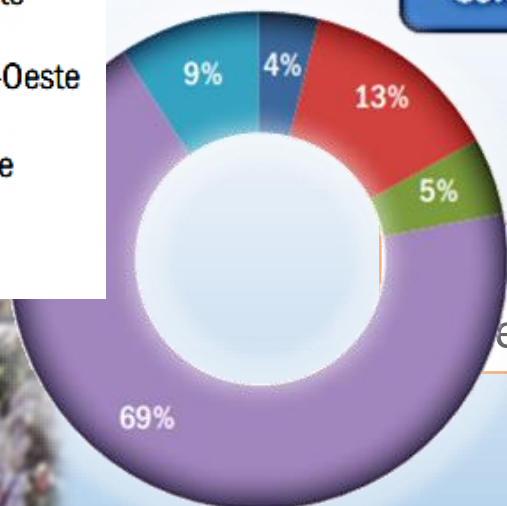
Rotas Tecnológicas – Cenário Atual



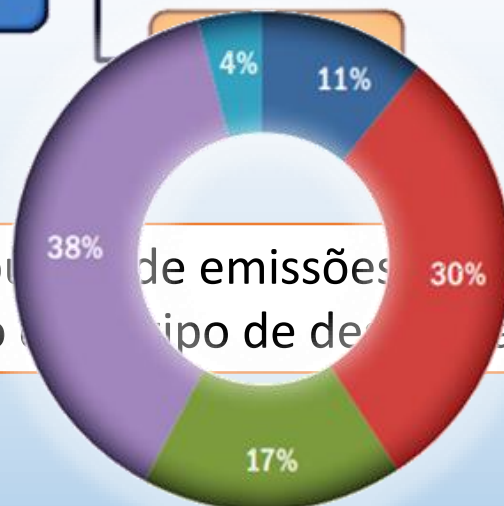
Distribuição de emissões de GEE por Região e por tipo de destinação final



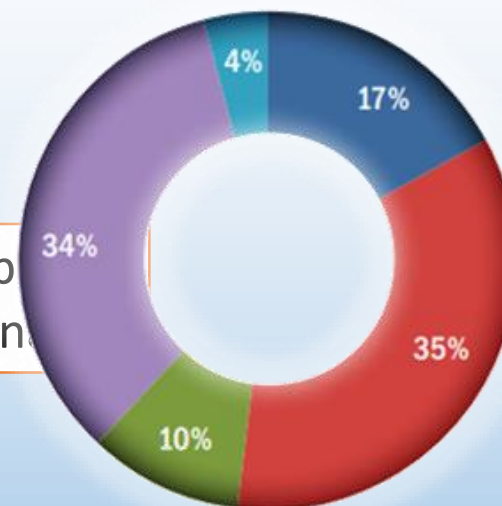
- Norte
- Nordeste
- Centro-Oeste
- Sudeste
- Sul



Aterro Sanitário

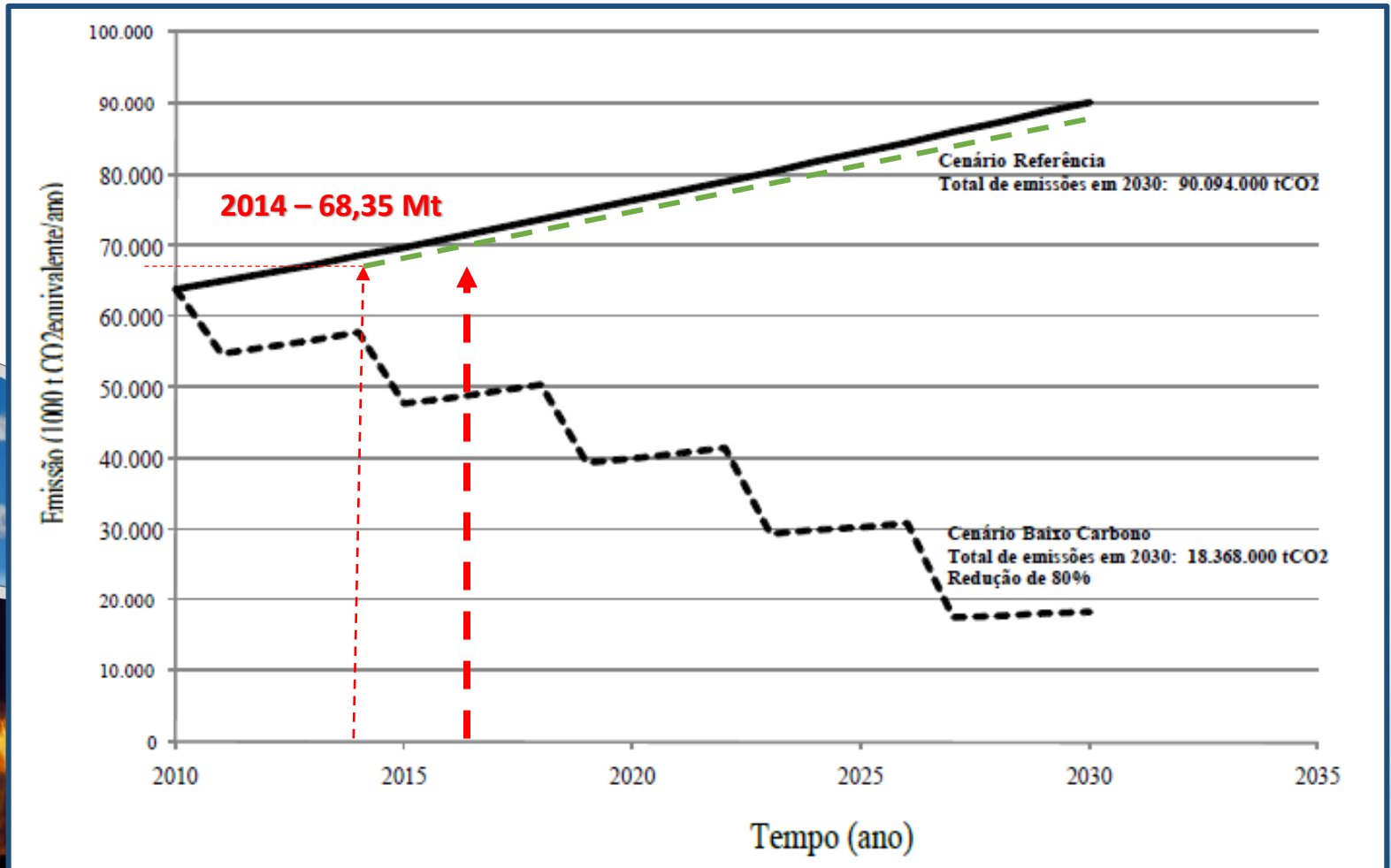


Aterro Controlado



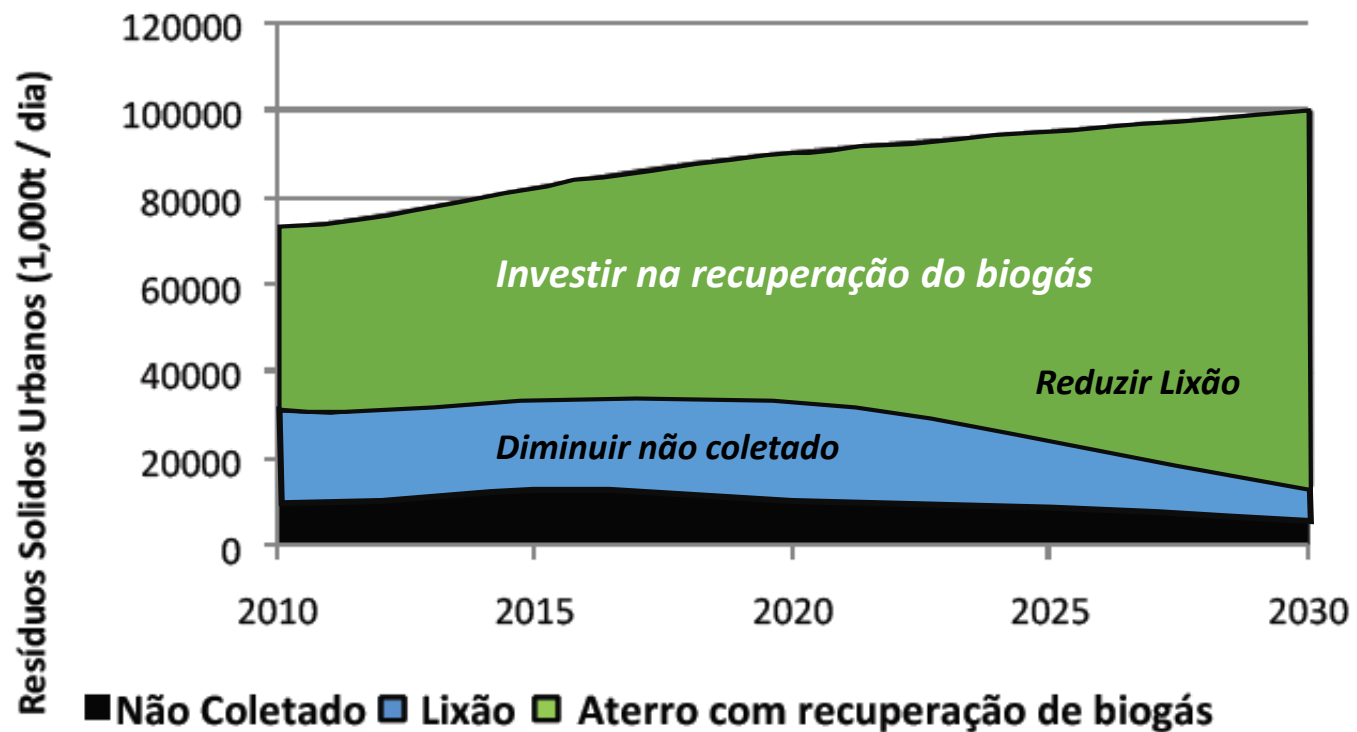
Lixão

CENÁRIO DE BAIXO CARBONO – ESTIMATIVA 2010-2030



CENÁRIO DE BAIXO CARBONO – ESTIMATIVA 2010-2030

Distribuição de tratamento e disposição de resíduos sólidos no Cenário de Referência, 2010-30



TECNOLOGIAS DE BAIXO CARBONO

A expressão “Baixo Carbono” se refere às mudanças tecnológicas e comportamentais que devem ser induzidas pelo processo que visa **mitigar as mudanças climáticas globais**.



SETOR RESÍDUOS

Significa investir nas tecnologias de tratamento para redução dos resíduos

Triagem

Compostagem

Incineração

Aterro Sanitário

Aproveitamento Energético

Redução de Gases GEE



COLETA SELETIVA



ESTADOS UNIDOS



Usina para Incineração – Flórida
U\$ 86,00/tonelada 25 mil t/dia



Compostagem na California



SanVal Smart Center, CA - blended do biogás do aterro e da etc



Capstone microturbinas



Google - Biogás 1MW (5%) da energia total consumida em 50 prédios e 15.000 pessoas (10% é solar).

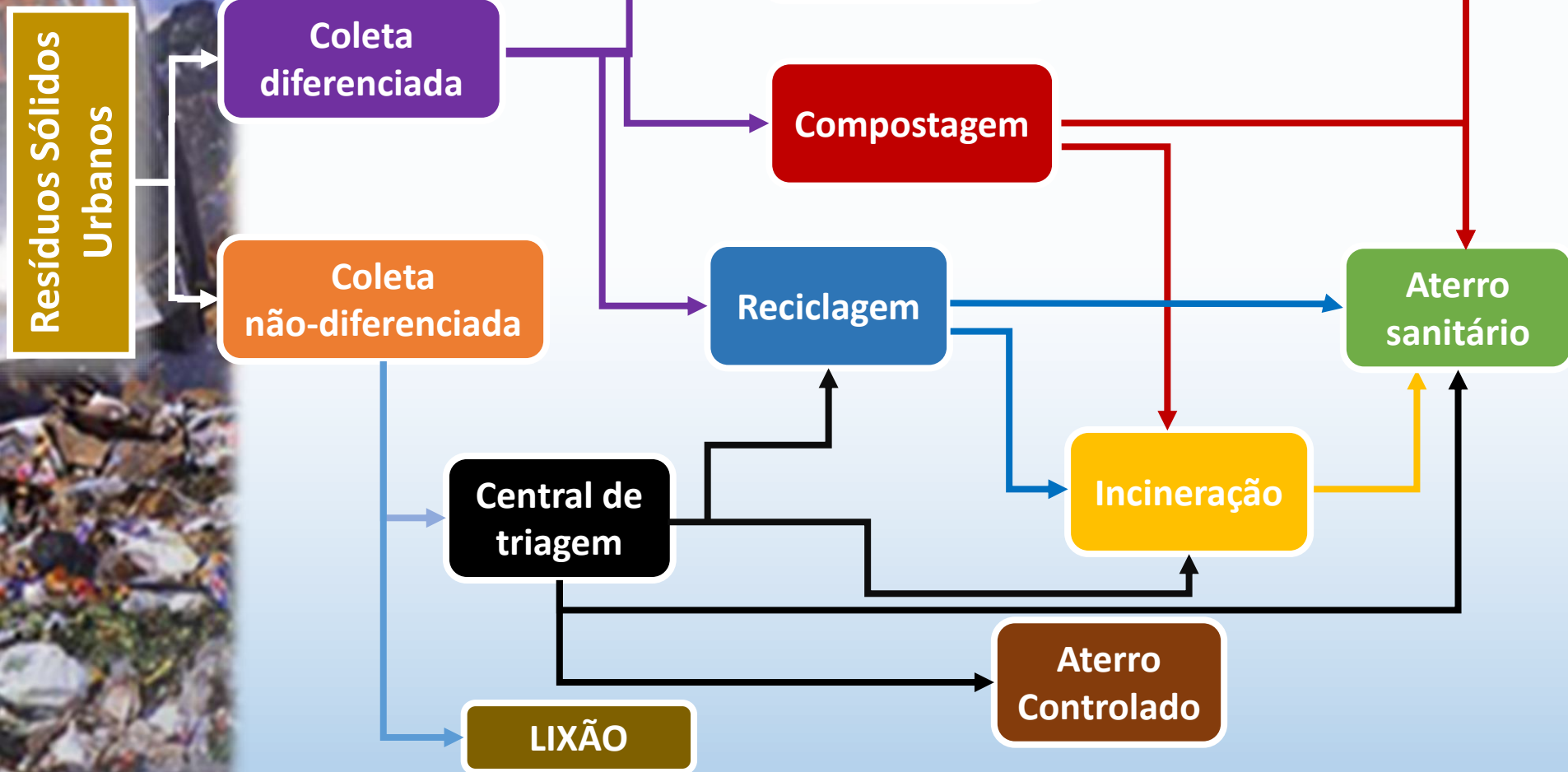
TECNOLOGIA DE BAIXO CARBONO

Recuperação de Energia e Materiais



Rotas Tecnológicas

Todas as possíveis situações consideradas

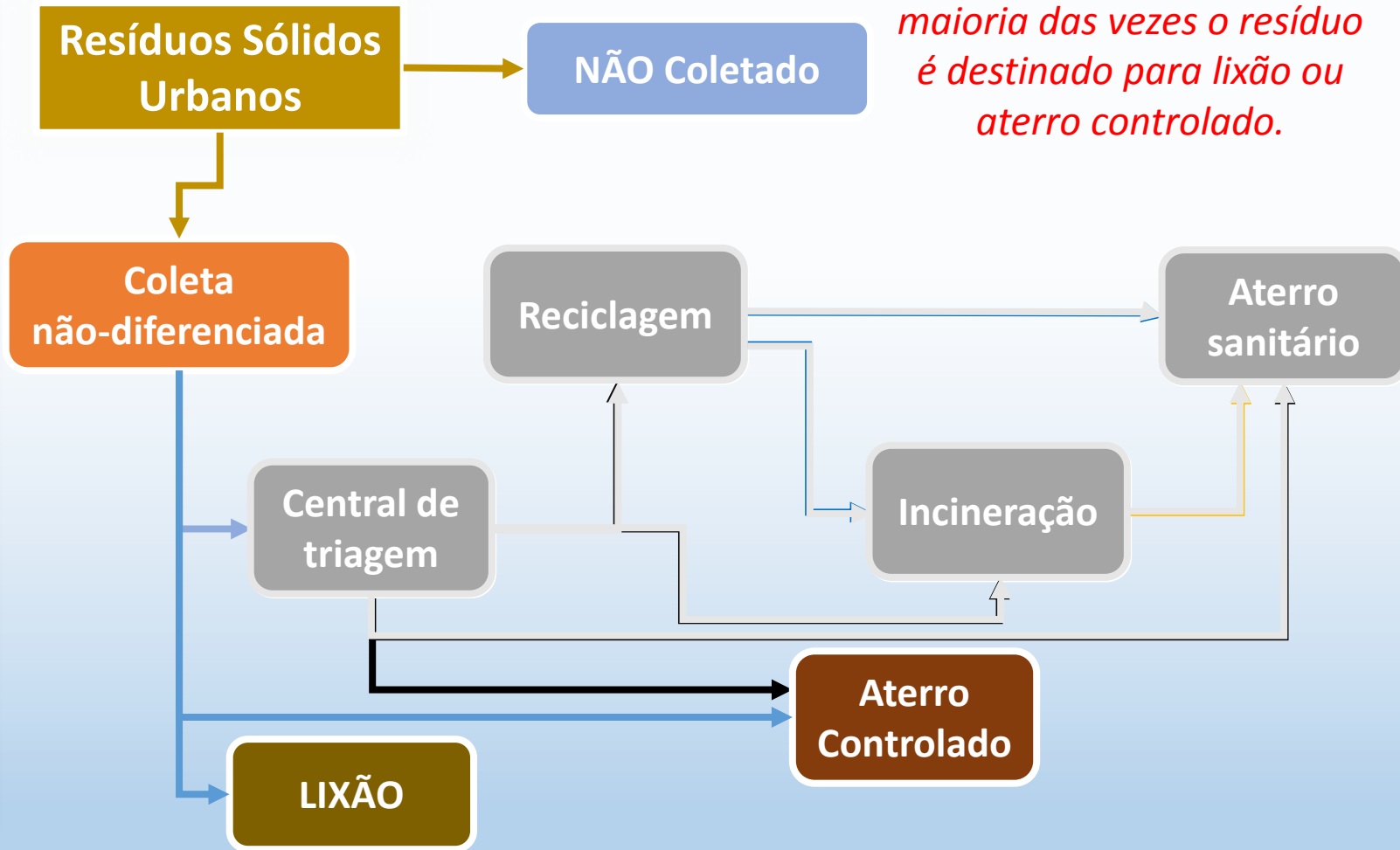


Rotas Tecnológicas

Cenário 1



Pior Cenário – onde não há separação na fonte, e na maioria das vezes o resíduo é destinado para lixão ou aterro controlado.

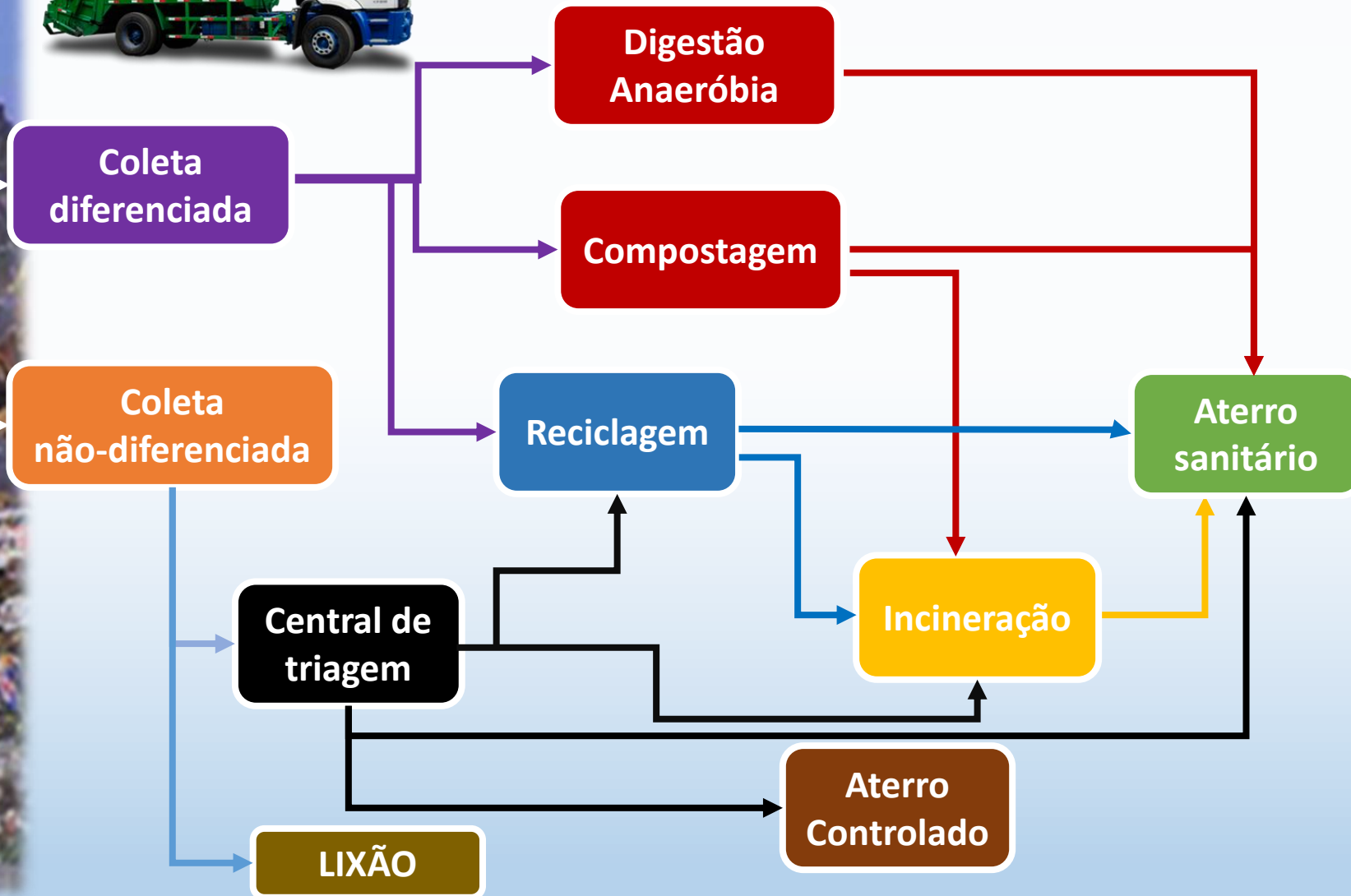


Rotas Tecnológicas

Cenário 2



Resíduos Sólidos
Urbanos



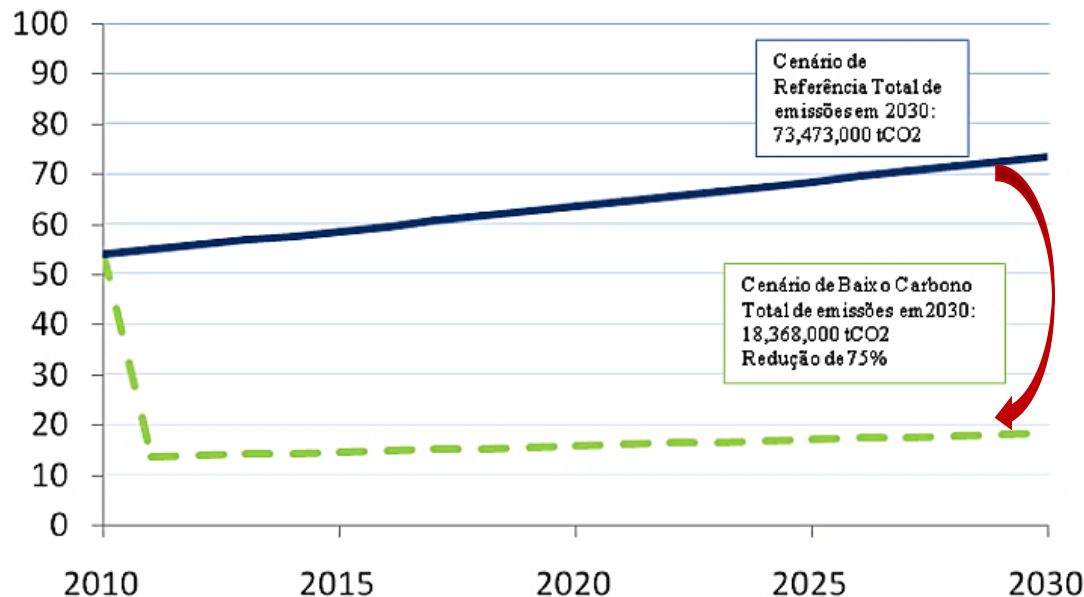
Rotas Tecnológicas

Cenário 3



Digestão

Cenário de Baixo Carbono para Resíduos Sólidos: Queima do Metano com Eficiência de Coleta de 75% no Aterro Sanitário, 2010-30 (MtCO₂e/ano)



75%

Fonte: CETESB (2010)

Aterro
sanitário

APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

Resíduos Sólidos
Urbanos

Incentivos para o Setor de Resíduos

O setor de resíduos brasileiro tem um histórico de baixos investimentos, com pouca participação do setor privado.

A gestão dos resíduos sólidos, enfrenta um alto nível de complexidade política e institucional, dificultando a implementação de tecnologias inovadoras, que consideram os aspectos sócio econômicos e ambientais.

As emissões provenientes do manejo de resíduos, em especial de metano (CH_4), são as que mais representativas nos Cenários de Referência e de Baixo Carbono.



Os incentivos criados pelo mercado de carbono no Cenário de Baixo Carbono poderiam encorajar a projetos de parcerias público privada PPP ou os atuais PPI.



• Considerações finais

- A construção de uma Economia de Baixo Carbono eficiente depende da tomada de decisões com base em informação atual e global, no planejamento de rotas tecnológicas de tratamento que visem o aproveitamento energético e de materiais no setor dos resíduos, reduzindo as emissões de GEE.



valorização dos resíduos



REDUÇÃO DE GEE



Museu do **Amanhã**

C4O
CITIES
CLIMATE LEADERSHIP GROUP

OBRIGADO!!!

Email: jucah@ufpe.br

