

Saneamento Energético no Brasil

Soluções tecnológicas sustentáveis para geração de energia a partir de resíduos da agropecuária e urbanos: biogás, biometano e recuperação energética de resíduos

● **Flavio Matos**

Conselheiro da ABREN

● **Alexandre Moriya**

Coordenador Técnico da ABREN

● **Antônio Bolognesi**

Presidente do Conselho da ABREN



ABREN
WtERT – Brasil

1. Mercado **(10 min)**

- o Hierarquia de Gestão de RSU
- o Gestão de resíduos na Europa/Mundo
- o Gestão de RSU no Brasil
- o Global Methane Pledge- Acordo Global de Metano
- o Emissões de Metano no Brasil
- o Potencial de Descarbonização dos Resíduos (Estudo BEP/UK)
- o Metas de Recuperação Energética no Brasil - PLANARES
- o Evolução da Destinação de RSU no Brasil conforme Metas Planares
- o Potencial de Recuperação Energética no Brasil

2. Tecnologia **(10 min)**

- o Gestão Integrada Sustentável de Tratamento de RSU
- o Gestão Sustentável de Recicláveis (de Coleta Seletiva)
- o Usinas de Biogás e Biometano
- o Usina Waste-to-Energy (WtE)
- o Eficiência Ambiental em Usinas WTE
- o Recuperação de Rejeitos em Usinas WTE
- o Usinas Waste-to-Energy (WtE) em Centros Urbanos

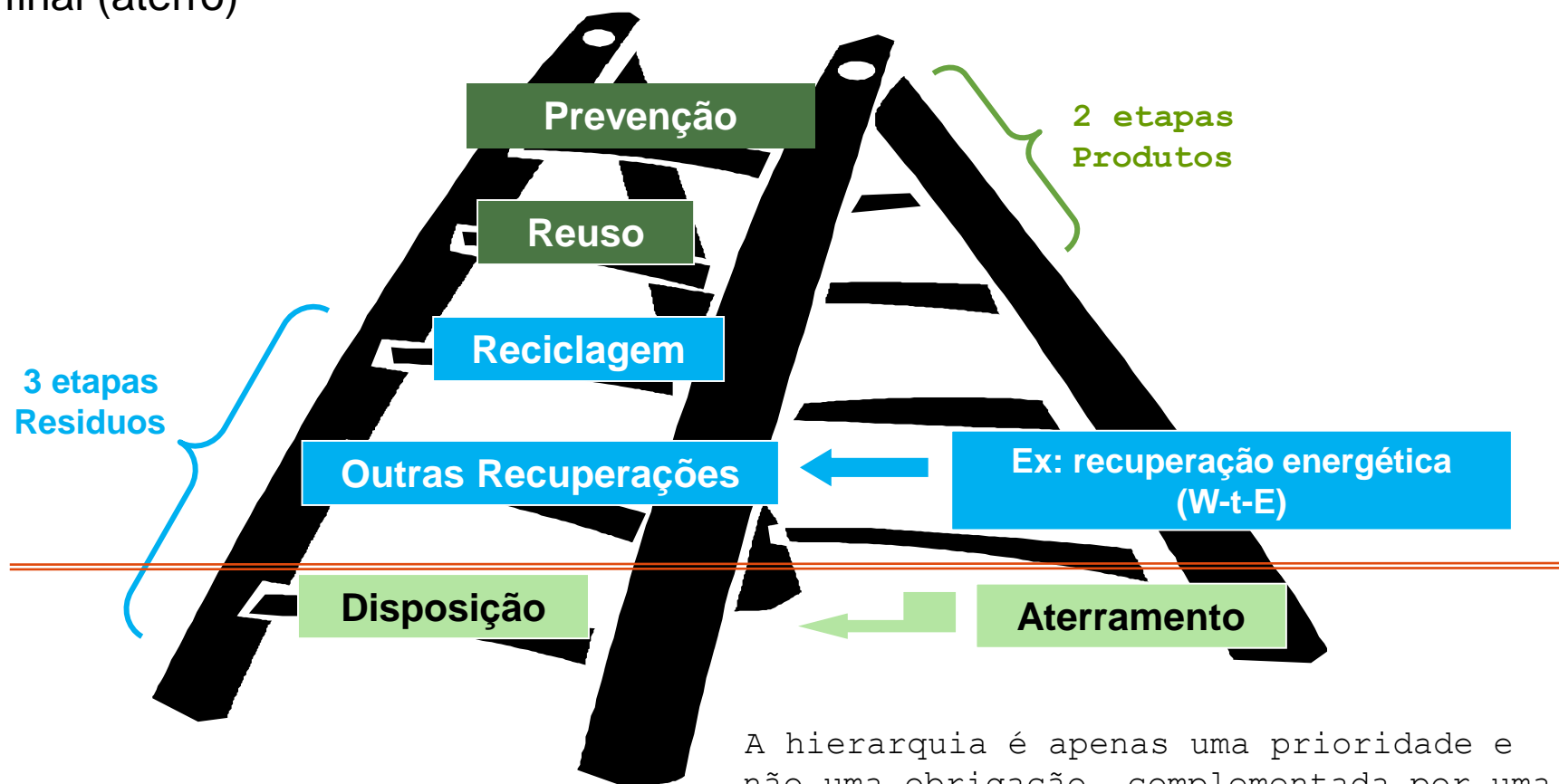
3. Legislação **(10 min)**

- o Benefícios para a Sociedade
- o Programa Nacional da Recuperação Energética de Resíduos (10 min)

Mercado

Hierarquia de Gestão de RSU

Ordem hierárquica de gestão de resíduos: reciclagem, outras recuperações (inclui recuperação energética) e disposição final (aterro)

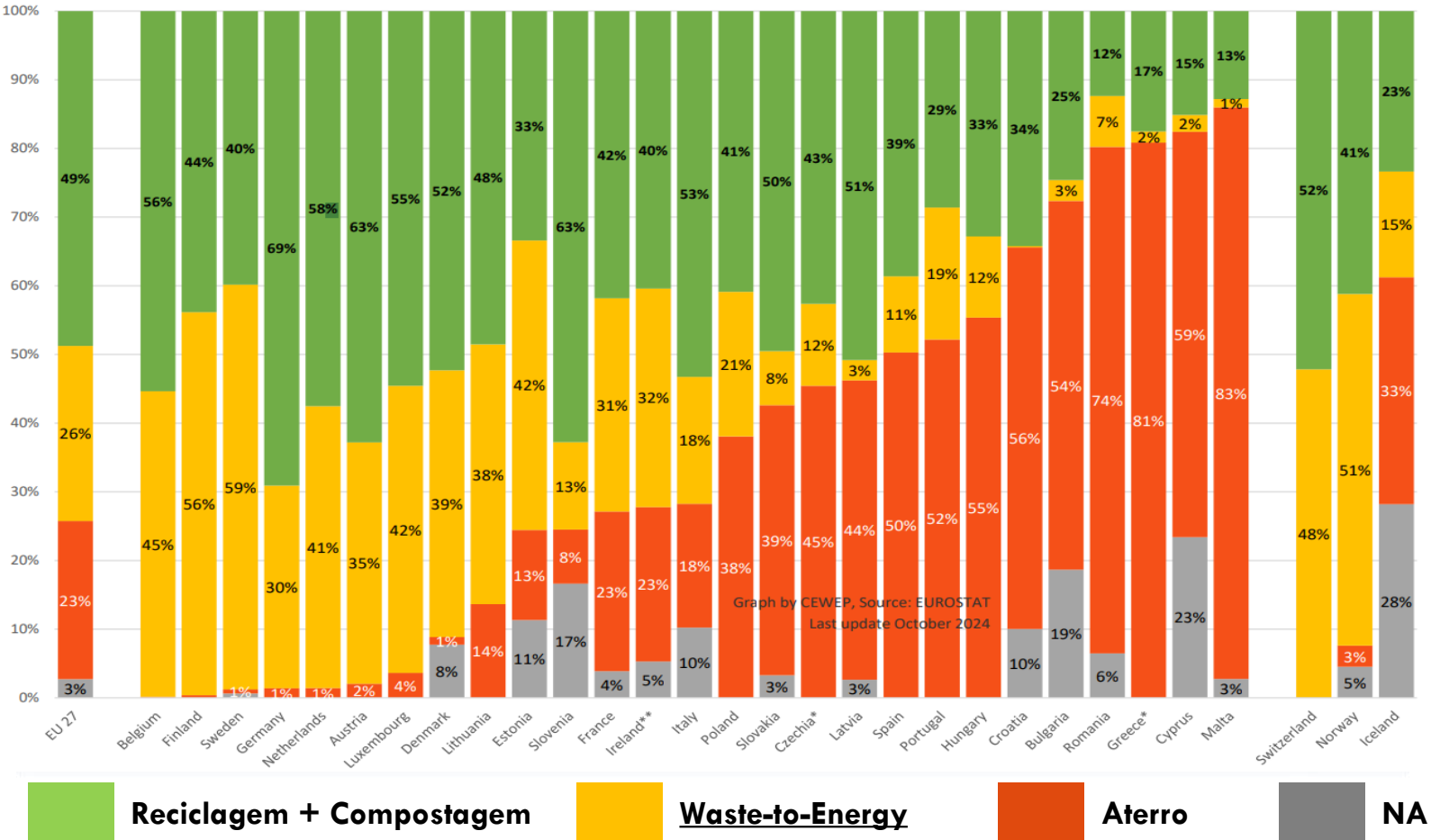
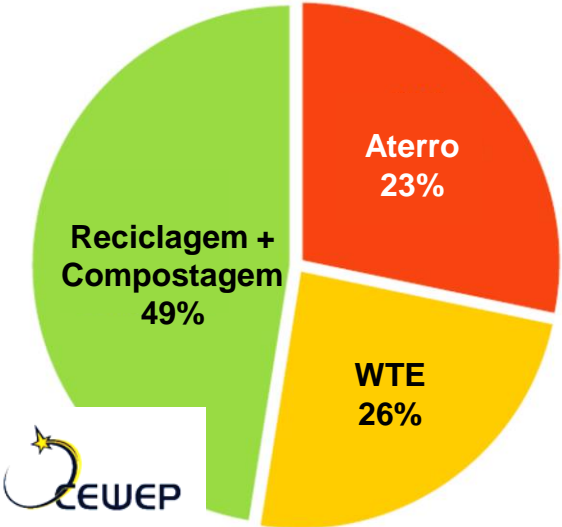


A hierarquia é apenas uma prioridade e não uma obrigação, complementada por uma análise de impacto ambiental e de ciclo de vida

Gestão de resíduos na Europa

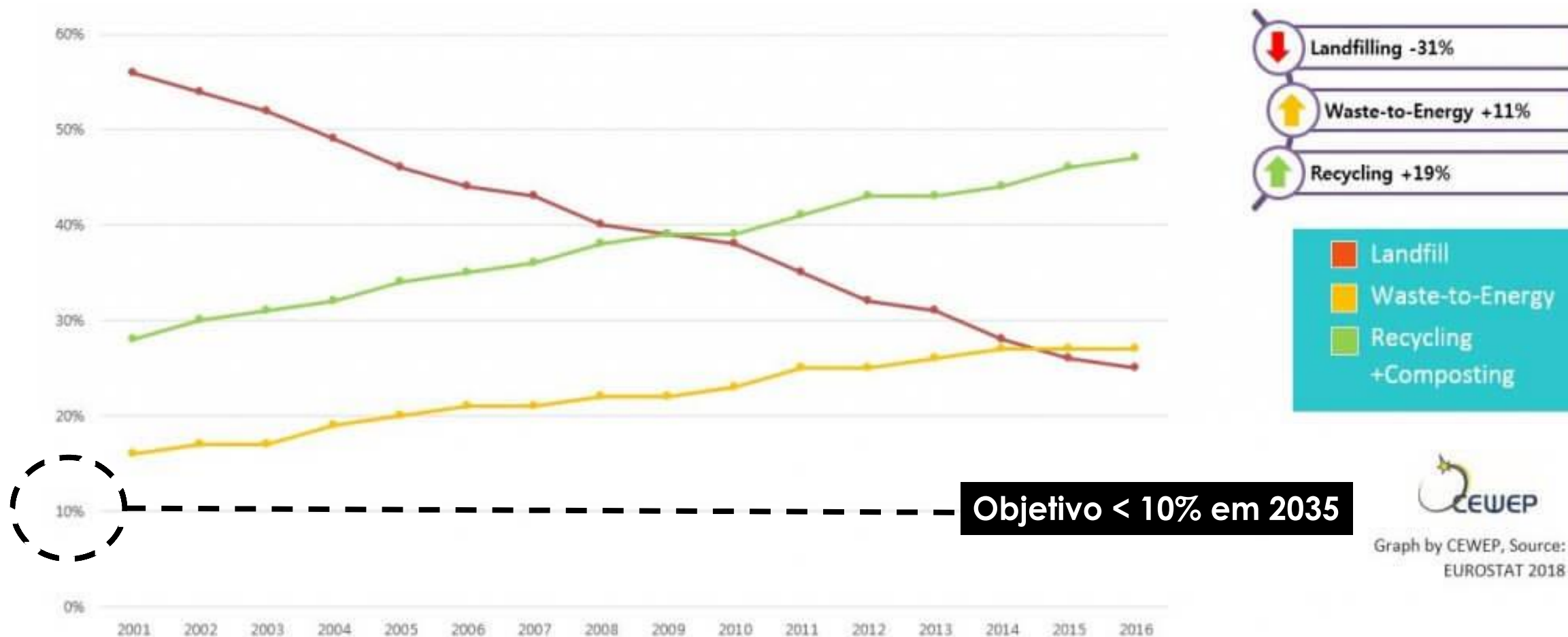
Gestão de Resíduos na Europa: países que mais reciclam estão entre os que mais recuperam energia através do tratamento térmico (WTE)

	Pais/ Tratamento	R+C	WTE
1	Alemanha	69%	30%
2	Austria	63%	35%
3	Holanda	58%	41%
4	Bélgica	53%	45%
5	Dinamarca	52%	47%



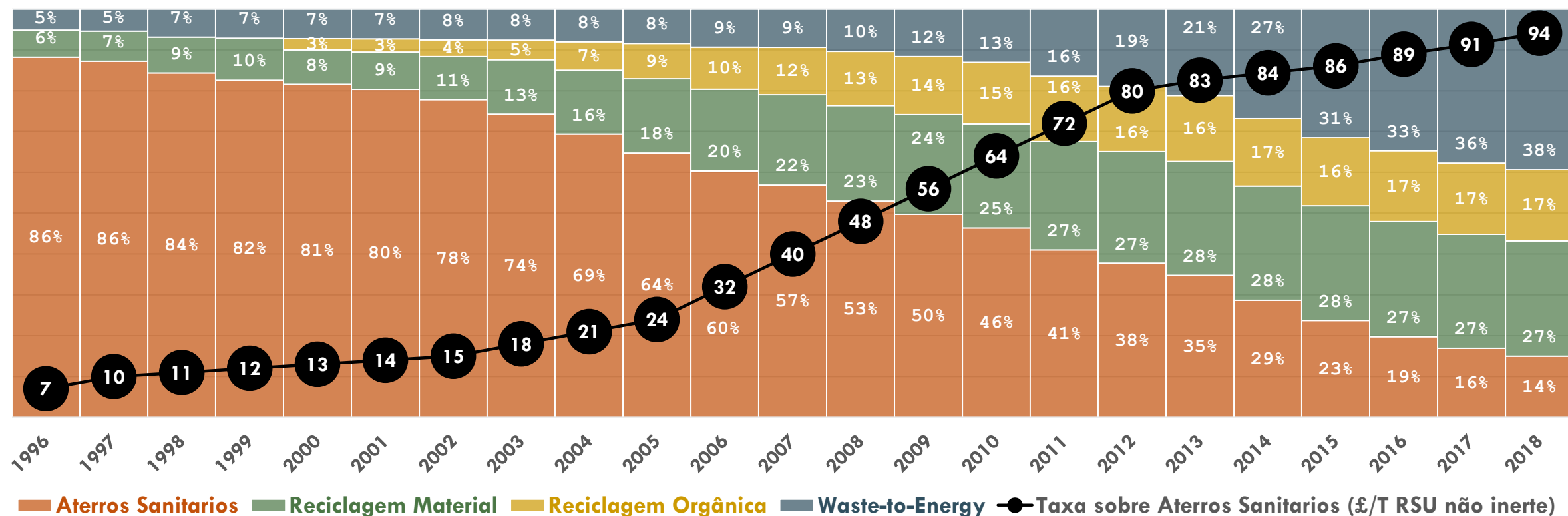
Gestão de resíduos na Europa

Entre 2001 e 2016 a taxa de reciclagem/compostagem aumentou de +19% e WTE de +11%, enquanto aterramento reduziu de -31%. **Objetivo de < 10% de aterro em 2035**



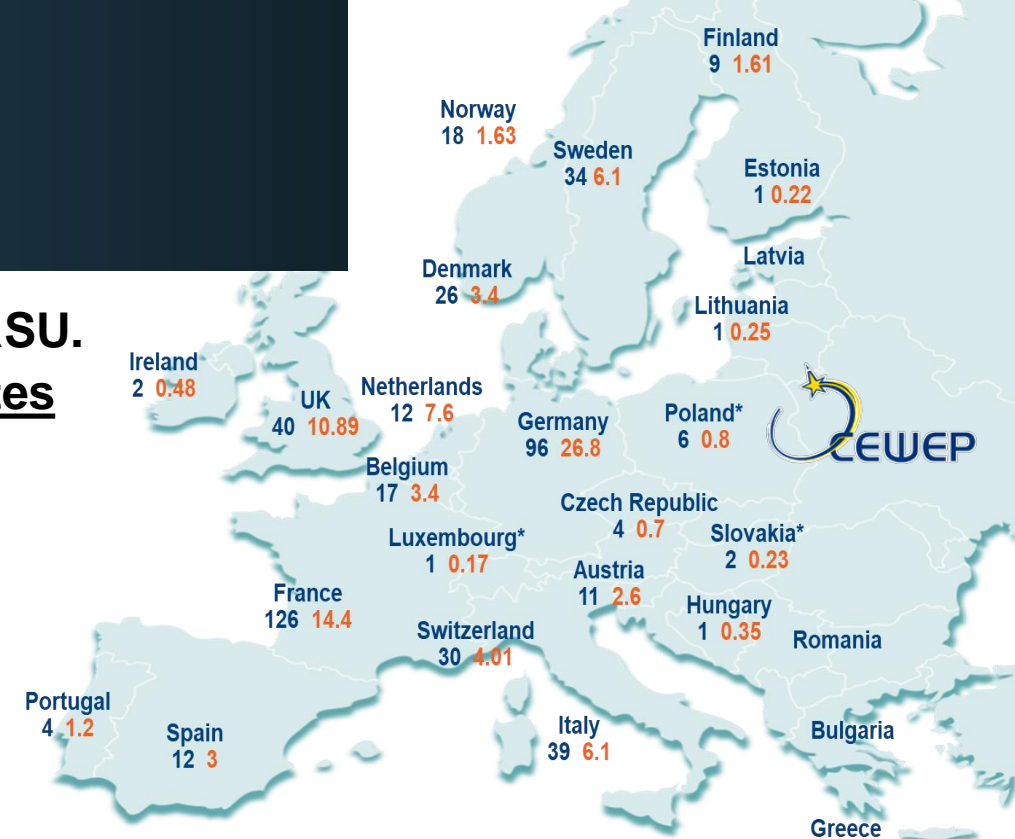
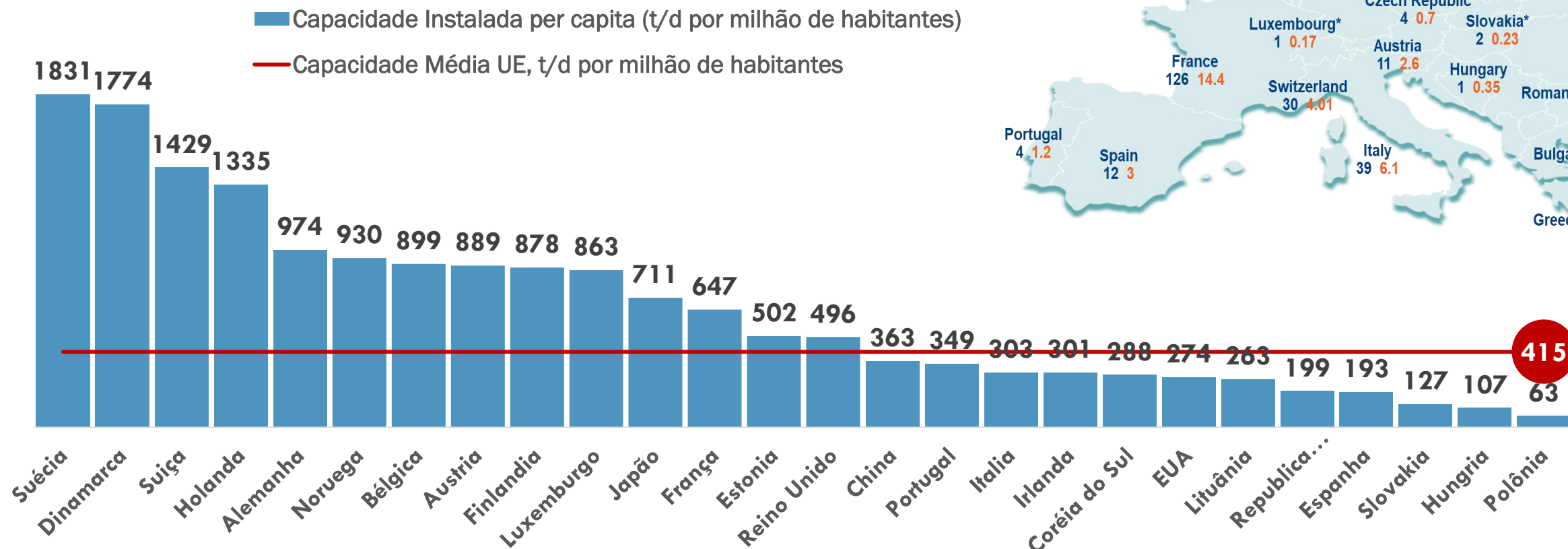
Gestão de resíduos na Europa (UK)

No Reino Unido, o principal fator econômico que permitiu a redução da dependência de aterros sanitários e melhoria na adequação à hierarquia de gestão de resíduos foram as taxas sobre aterramento de resíduos não pré-tratados (não-inertes). Esta taxa, em 2018 era de 94 £/ t de resíduo não-inerte, aumentou progressivamente num ritmo de 8 £/t a cada ano. A taxa sobre resíduos inertes é de 2,50 £/t.



Usinas WTE na Europa

492 usinas na Europa em 2017 tratando 70 milhões de t/ano de RSU.
Em média 1 usina WTE de 415 t/d para cada 1 milhão de habitantes

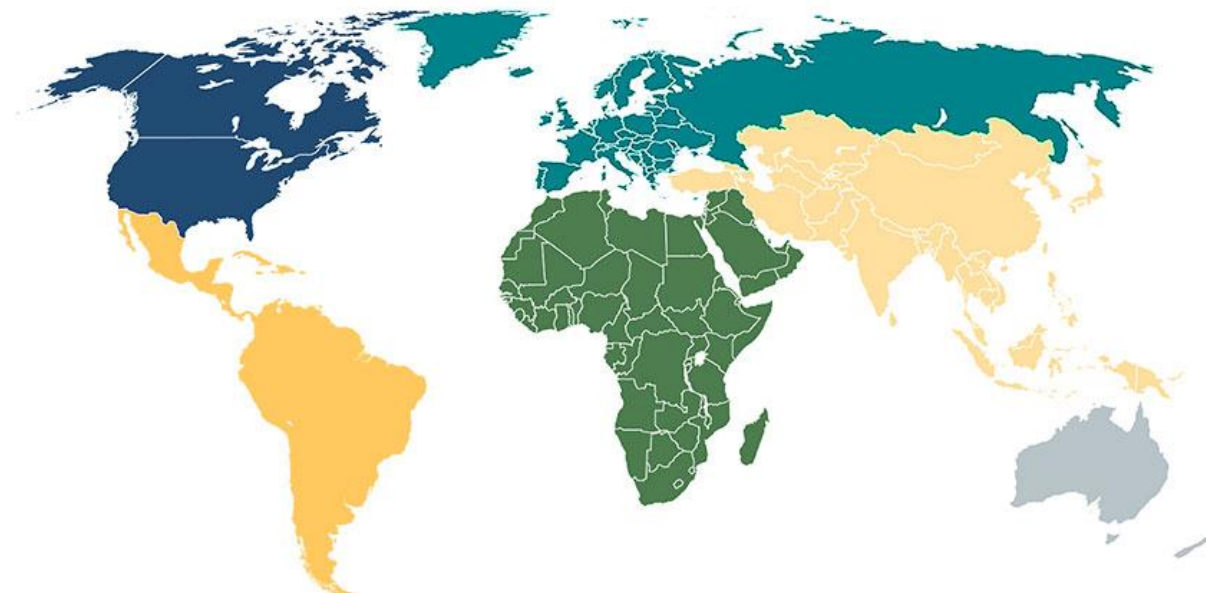


3.035 Usinas no Mundo

Panorama Mundial WtE

Usinas Waste-to-Energy - combustão de RSU

Fonte: Ecoprog e ICCWTE, 2023

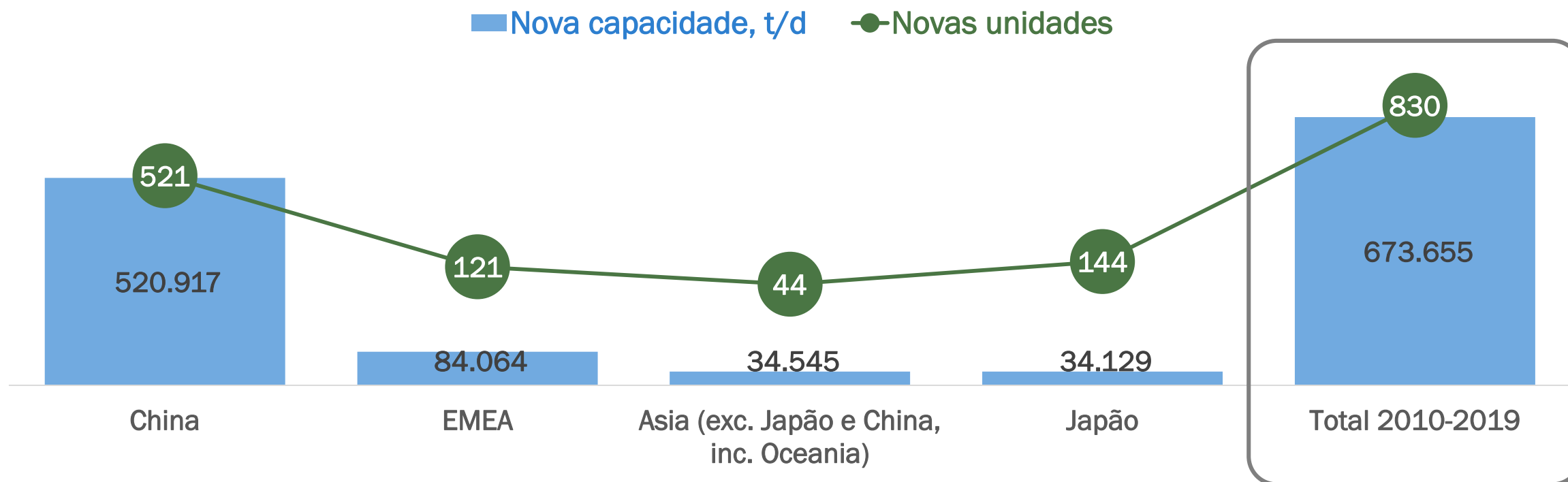


Northern America		Africa & Middle East		Europe				Asia			
USA	73	Qatar	1	France	130	Austria	11	Andorra	1	Japan	1,026
Canada	8	Ethiopia	1	Germany	98	Spain	11	Estonia	1	China	1.061
Bermuda	1			UK	58	Poland	9	Hungary	1	South Korea	256
				Italy	38	Finland	9	Iceland	1	Taiwan	25
				Sweden	36	Russia	6	Lithuania	2	Thailand	18
				Switzerland	29	Czech Republic	4	Luxembourg	1	Iran	5
				Denmark	27	Portugal	4	Monaco	1	India	11
				Norway	18	Ireland	2	Slovenia	1	Malaysia	5
				Belgium	17	Slovakia	2	Ukraine	1	Singapore	5
				Netherlands	11	Albania	1			Azerbaijan	1
										Myamar	1
										Sri Lanka	1
										Vietnam	1

Evolução da Destinação de RSU no Brasil, Metas Planares 2021

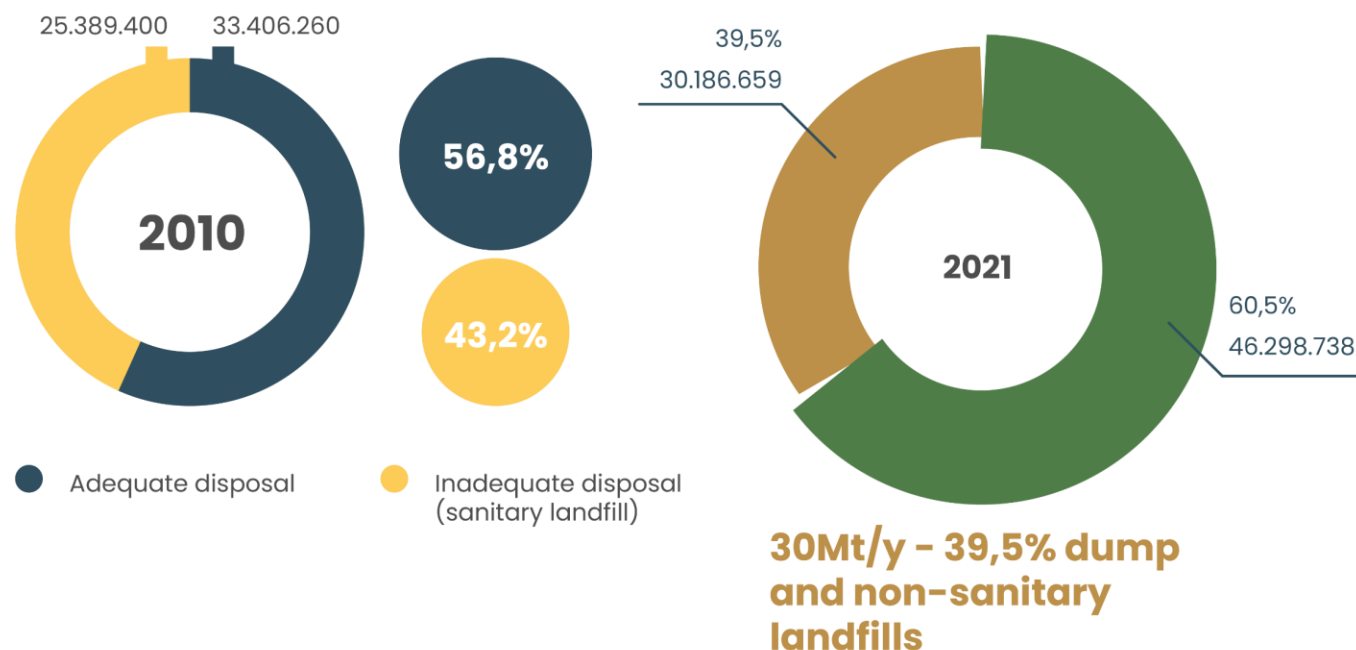
Mais de 674.000 t/d de nova capacidade WTE instalada entre 2010 e 2019 em 830 unidades, média de 67 400 t/d de nova capacidade por ano, ou 83 novas unidades WTE por ano.

Novas Usinas e Capacidade WTE instaladas entre 2010-2019

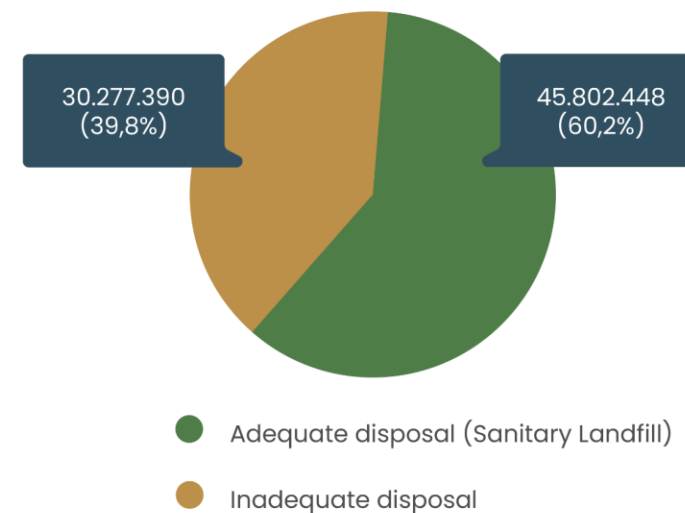


Após 2 décadas de tramitação no congresso e 1 década de vigência da PNRS, a quantidade de RSU destinada a lixões e aterros controlados (que deveriam ter sido extintos em 2014), praticamente não se alterou em termos percentuais.

Destination of MSW 2010 and 2021



Destination of MSW 2021
(76 M Tons Collected)



Global Methane Pledge

Acordo Global Pra redução de metano



Objetivo Central	<ul style="list-style-type: none">▪ Reduzir as emissões de metano em 30% até 2030, usando 2020 como ano base.
Alcance Global	<ul style="list-style-type: none">▪ Adotado por mais de 150 países, incluindo potências econômicas globais.
Impacto Esperado	<ul style="list-style-type: none">▪ Contribuição significativa para limitar o aquecimento global próximo a 1,5°C.▪ Potencial para reduzir o aquecimento global em 0,2°C até 2050.
Compromissos dos Participantes	<ul style="list-style-type: none">▪ Implementar e aprimorar as metodologias de inventário de metano conforme as práticas recomendadas pelo IPCC.▪ Assegurar relatórios de emissões mais precisos e transparentes em conformidade com o UNFCCC e o Acordo de Paris.
Suporte e Cooperação	<ul style="list-style-type: none">▪ Inclui engajamento ativo do setor privado, bancos de desenvolvimento e instituições financeiras.▪ Apoio técnico e político para fortalecer as iniciativas internacionais de redução de metano.
Importância Estratégica	<ul style="list-style-type: none">▪ Reduzir emissões de metano é crucial não só para o clima, mas também para a saúde pública, prevenindo mortes prematuras e perda de produtividade agrícola devido a ozônio troposférico.

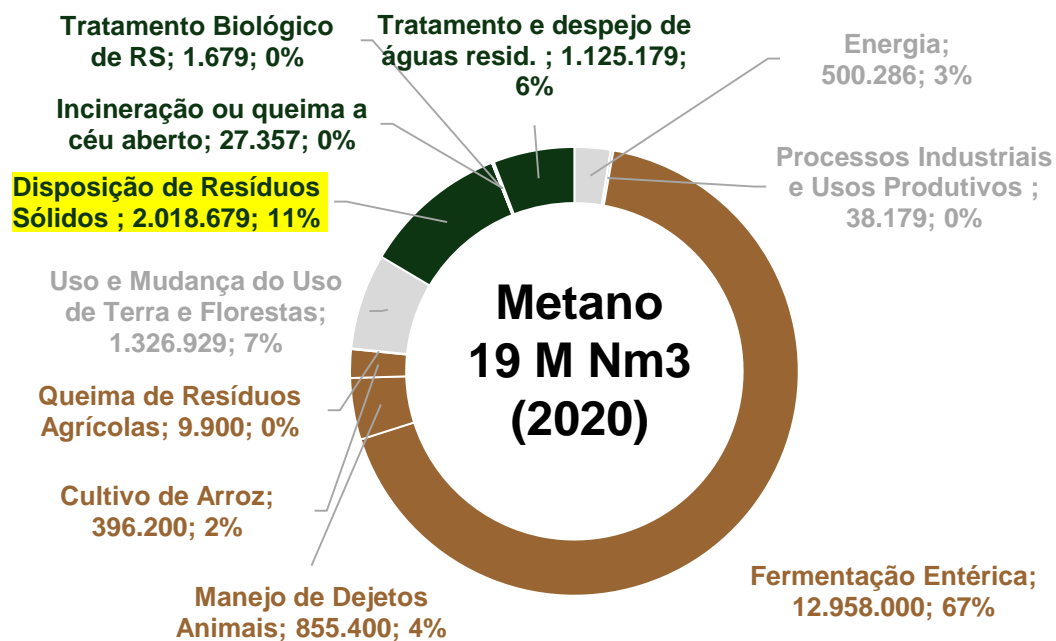


Emissões de metano no Brasil

De acordo com dados do MCTI, as principais fontes de emissão de Metano (CH₄) no Brasil em 2020 foram “Fermentação Entérica” com 13 milhões de toneladas e “**Disposição de Resíduos Sólidos**” com 2 milhões de toneladas.

Variação das emissões de Metano entre 2005 e 2020, para todos os setores, com **destaque para a Disposição Final de Resíduos, que aumentou em 52% no período, apesar da substituição dos lixões por aterros sanitários, sendo que estes últimos passaram a receber cerca de 60% do total de RSU coletado em 2020, contra 40% no ano de 2005.**

Emissões de CH₄ (t) em 2020 (MCTI)



Variação das Emissões de CH₄ (t) entre 2005 e 2020 (MCTI)

Energia	95.964	
Processos Industriais e Usos Produtivos	-12.929	(-2,16%)
Fermentação Entérica	-285.700	
Manejo de Dejetos Animais	179.700	(+26,6%)
Cultivo de Arroz	10.600	
Queima de Resíduos Agrícolas	-38.100	
Uso e Mudança do Uso de Terra e Florestas	-1.433.286	
Disposição de Resíduos Sólidos	691.107	+52
Tratamento Biológico de RS	500	
Incineração ou queima a céu aberto	-750	
Tratamento e despejo de águas resid.	201.607	(+22%)

Emissões de metano no Brasil

Variação das Emissões de CH₄ (t) entre 2005 e 2020 (MCTI), MCTI (GWP-AR5)

Setores	2005		2020		Dif. 2020-2005	
	<i>t CH₄/ano</i>	<i>% CH₄</i>	<i>t CH₄/ano</i>	<i>t CH₄/ano</i>	<i>t CH₄/ano</i>	<i>%</i>
Energia	404.321	2,0%	500.286	2,6%	95.964	23,7%
Processos Industriais e Usos Produtivos	51.107	0,3%	38.179	0,2%	-12.929	-25,3%
Agropecuária	14.353.000	72,3%	14.219.500	73,8%	-133.500	-0,9%
Uso e Mudança do Uso de Terra e Florestas	2.760.214	13,9%	1.326.929	6,9%	-1.433.286	-51,9%
Resíduos	2.280.429	11,5%	3.172.893	16,5%	892.464	39,1%
Disposição de Resíduos Sólidos	1.327.571	6,7%	2.018.679	10,5%	691.107	52,1%
Tratamento Biológico de RS	1.179	0,0%	1.679	0,0%	500	42,4%
Incineração ou queima a céu aberto	28.107	0,1%	27.357	0,1%	-750	-2,7%
Tratamento e despejo de águas resid.	923.571	4,7%	1.125.179	5,8%	201.607	21,8%
Total Geral	19.849.071	100,0%	19.257.786	100,0%	-591.286	-3,0%

Potencial de Descarbonização dos Resíduos (Estudo BEP/UK)

O Projeto permite reduzir em 88% as emissões de GEE com relação ao cenário atual, mitigando 413.432 t CO2 eq./ano (correspondendo ao plantio de 2,95 milhões de árvores)

“O projeto de planta de tratamento térmico com geração de energia elétrica, compostagem dos orgânicos e reciclagem para atender os municípios do CONSIMARES apresenta uma significativa redução dos impactos nas categorias aquecimento global, depleção de ozônio estratosférico, acidificação terrestre, eutrofização de água doce e ecotoxicidade terrestre.”

Categoria de impacto	Unidade/ t resíduo	Comparação entre cenários (Valores relativos)	
		Cenário projeto X Cenário base	
Aquecimento global	kg CO2 eq	-1735,724	-88,58%
Depleção de ozônio estratosférico	kg CFC11 eq	-3,034E-04	-5396,51%
Formação de ozônio, ecossistemas terrestres	kg NOx eq	0,800	532,80%
Acidificação terrestre	kg SO2 eq	-2,846	-96,90%
Eutrofização de água doce	kg P eq	-0,002	-329,22%
Ecotoxicidade terrestre	kg 1,4-DCB	-92,167	-40,33%

Resultados da avaliação de impacto ambiental para a comparação do cenário base e projeto – redução em relação ao cenário base (%) (UF=1t de resíduo).



Volume 2
 APROVEITAMENTO
 ENERGÉTICO DE RESÍDUOS
 SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL:
 Potencial de descarbonização
 por arranjo tecnológico



Metas de Recuperação Energética no Brasil - PLANARES



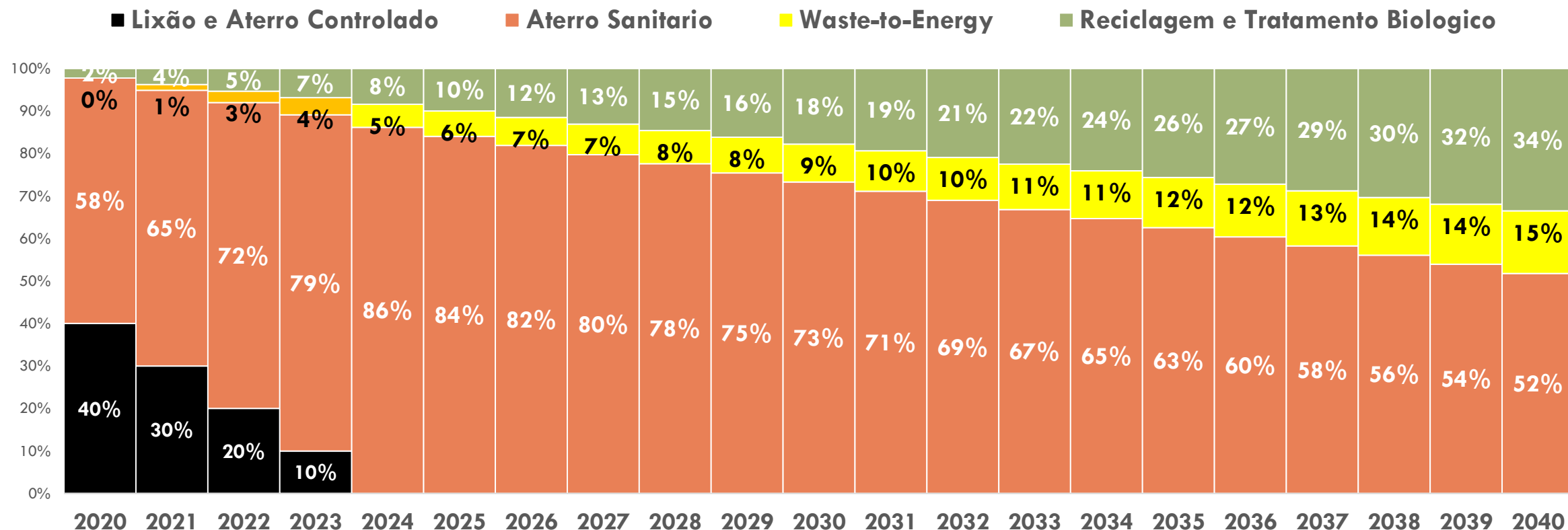
Indicador global 9 : **Aumentar a recuperação e aproveitamento energético por meio de tratamento térmico de RSU.**

- **META 9: 994 MW de potência instalada de usinas de recuperação energética (combustão)** para tratar 14,6% do RSU nacional;
- **META 8.2.: 69 MW de potência instalada de biodigestão anaeróbia** para tratar 4% do total do RSU nacional;

	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Brasil	0	311	462	626	804	994

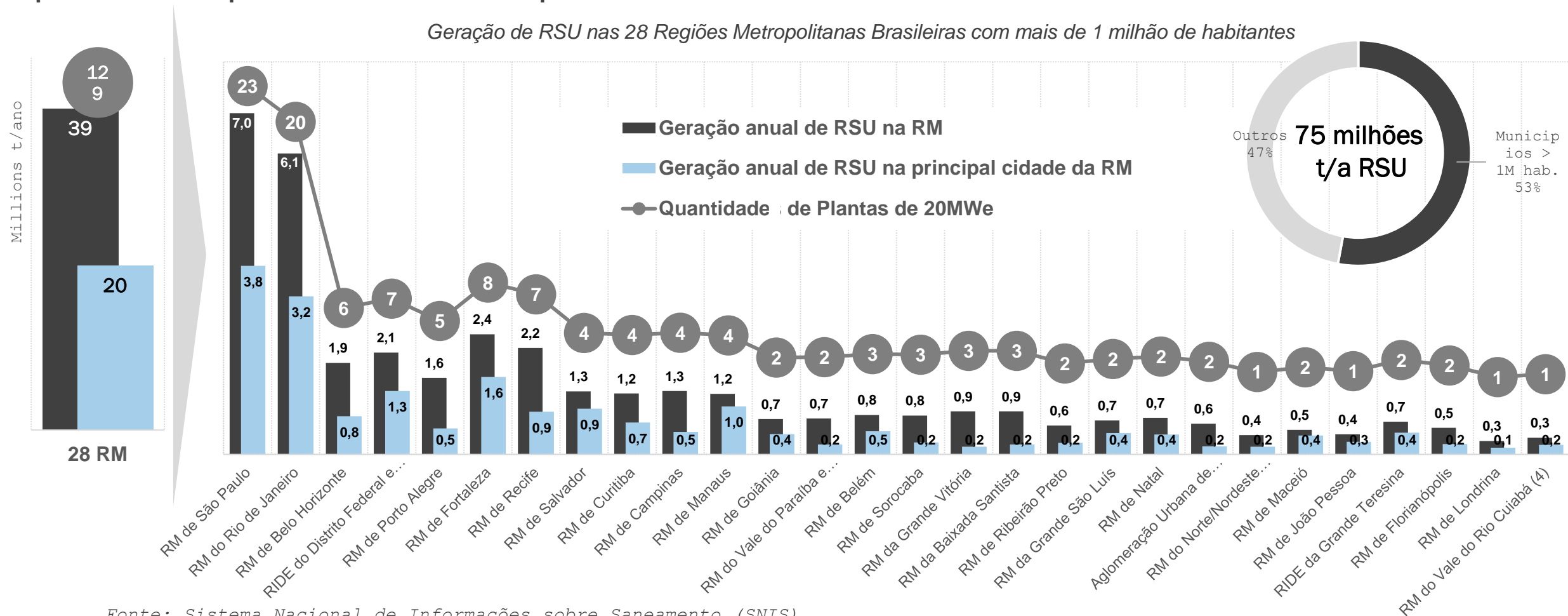
(=) 50 usinas WTE de 20 MWe
(> 3 usinas WTE de 20 MWe por ano)

Evolução da Destinação de RSU no Brasil conforme Metas Planares



Potencial de Recuperação Energética no Brasil

39 milhões ton de RSU por ano (53% do total) gerados somente nas 28 regiões metropolitanas com mais de 1 milhão de habitantes, equivalentes a 129 plantas WTE de 20 MWe de potência média

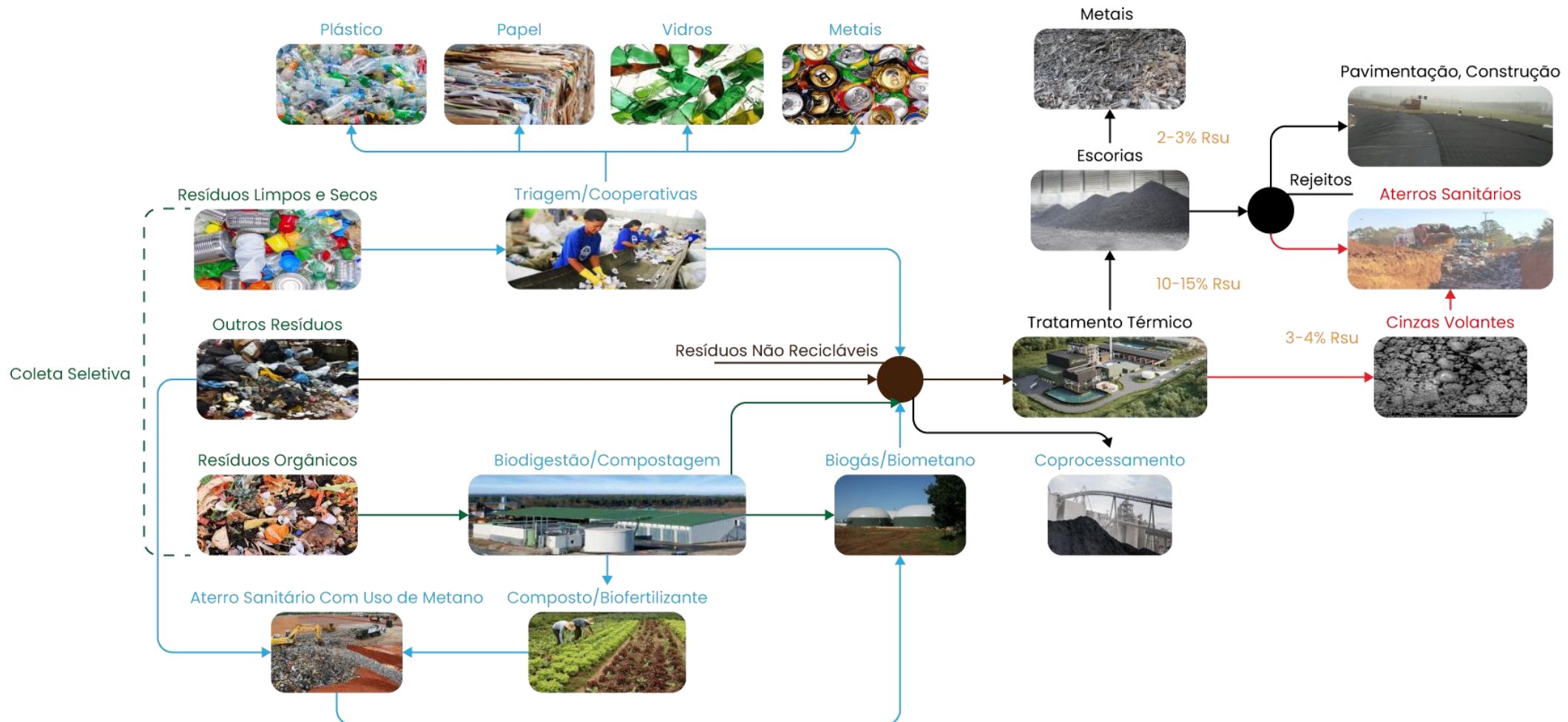


Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)

Tecnologia

Gestão Integrada Sustentável de Tratamento de RSU

Tratamento térmico dos rejeitos da coleta seletiva, da triagem de recicláveis e de tratamento orgânico



Gestão Sustentável de Recicláveis (de Coleta Seletiva)



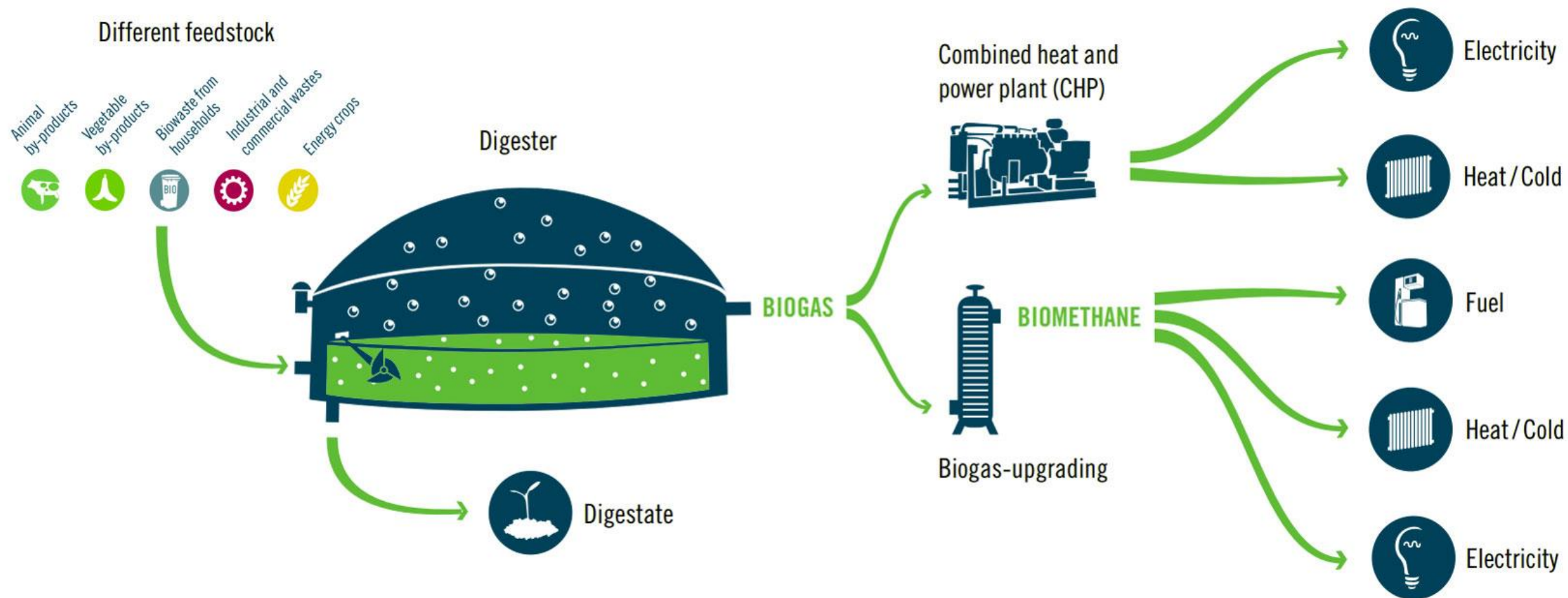
RSU Bruto de Coleta Convencional



Materiais Limpos de Coleta Seletiva

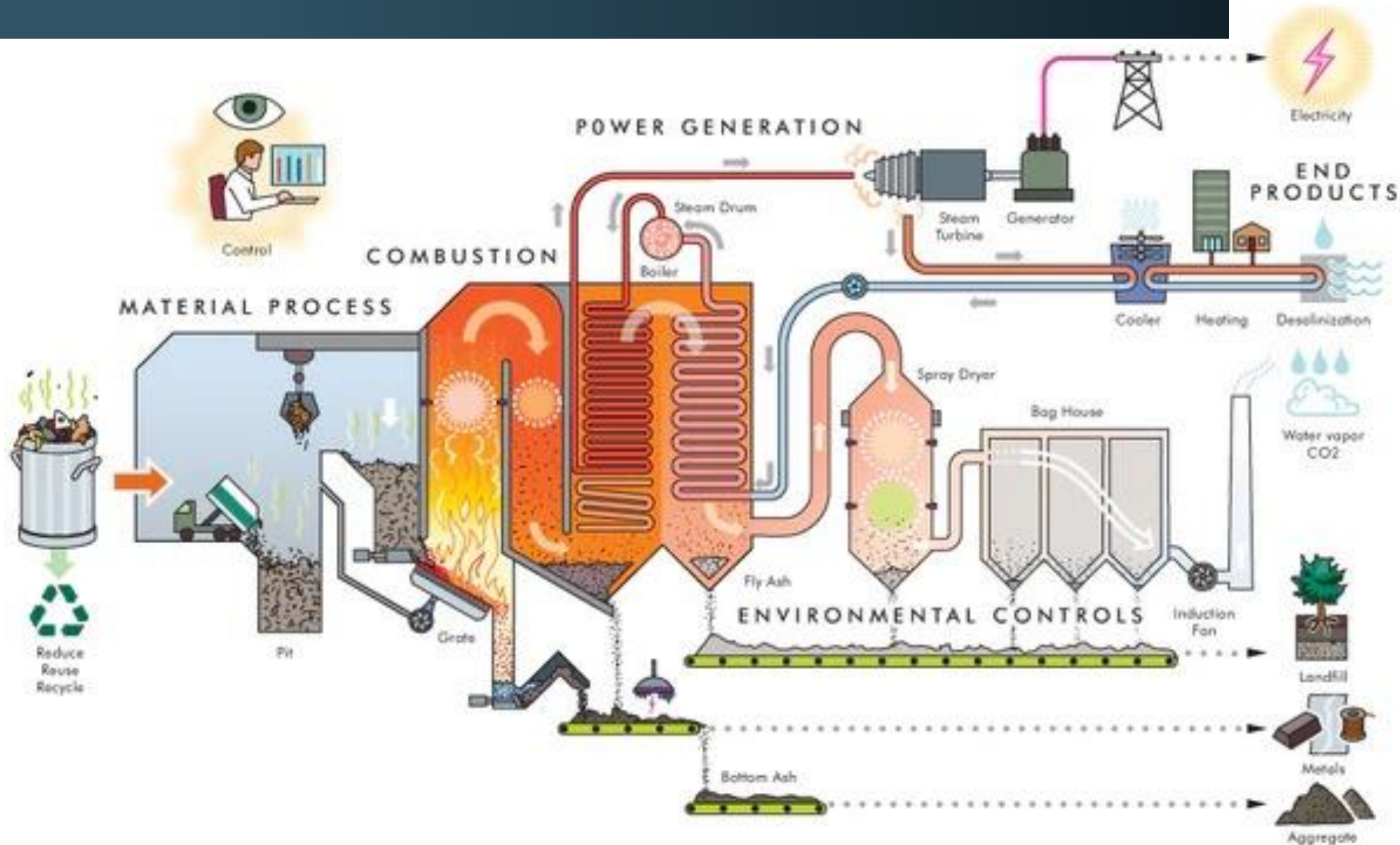


Usinas de Biogás e Biometano



Fonte: BIOGAS Know-how4. Digestate as Fertilizers. GIZ and German Biogas Association (www.digestate-as-fertilizer.com)

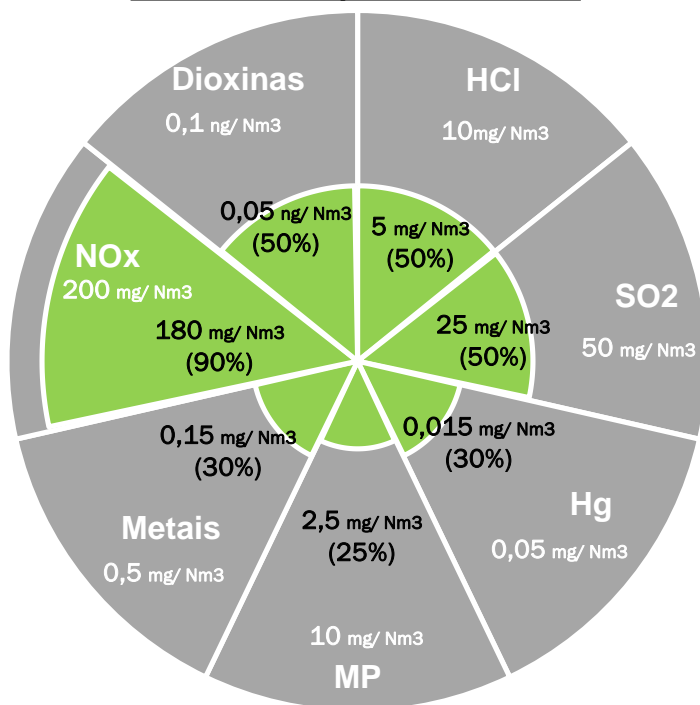
Usina Waste-to-Energy (WtE)



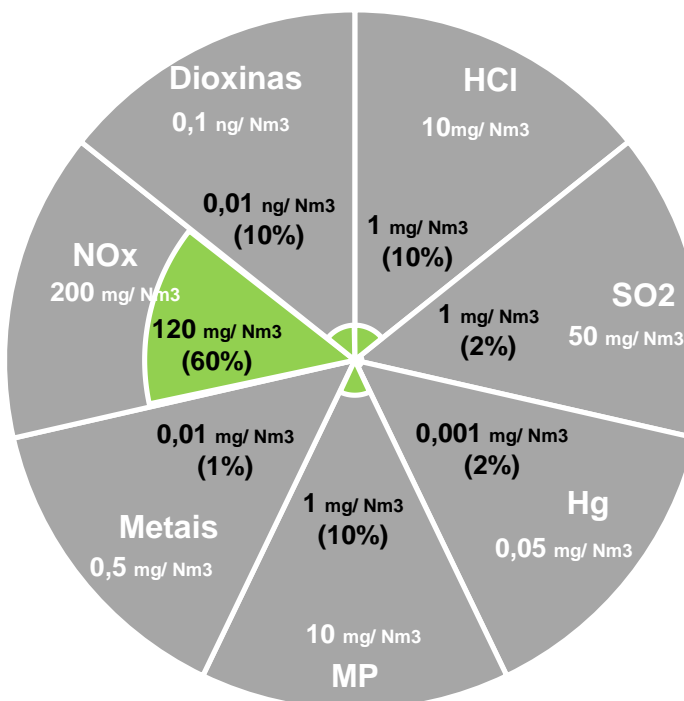
Eficiência Ambiental de Usinas WTE

Usinas WTE equipadas com tecnologias eficientes de tratamento de gases de combustão apresentam valores de emissões muito menores do que os limites de emissões exigidos pela legislação da UE

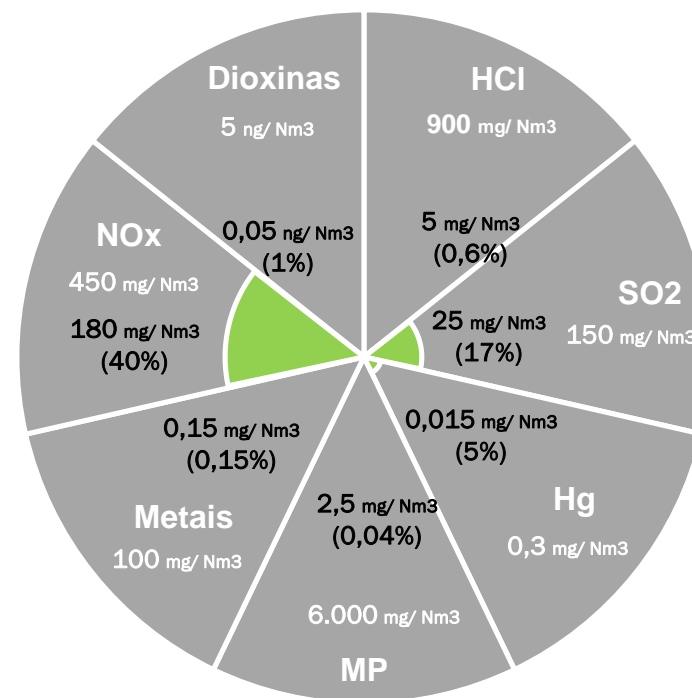
Valores típicos de emissões medidos na chaminé com relação aos limites da Diretiva Européia 2000/76/EC



Valores mínimos de emissões com “Best Available Techniques (BAT)” medidos na chaminé com relação aos limites da Diretiva Européia 2000/76/EC



Valores de típicas emissões medidos na chaminé com relação à entrada do Tratamento de Gases



 Limites de Emissões  Valores Típicos de Performance

Recuperação de Rejeitos em Usinas WTE

Somente cerca de 3% da massa e 1% do volume de RSU incinerado necessita de descarte especial

Escórias: 10-15% dos RSU

- Metais ferrosos: 6-10% => aço
- Metais não-ferrosos: 1-2% => refinagem/ reciclagem
- Matéria-prima secundária: reutilização sustentável, substitui cascalho e areia
- Na França mais de 80% das escórias são reaproveitadas na construção rodoviária, o restante eliminado em aterros para resíduos não perigosos



Photo: Bottom ash, Indaver



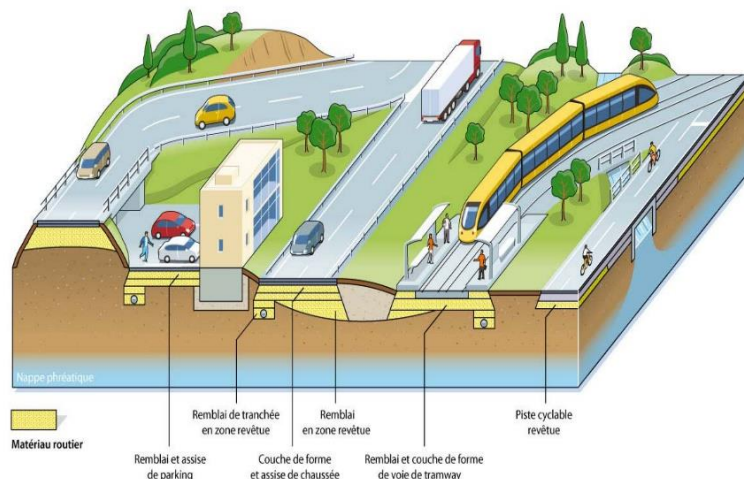
Cinzas volantes: ~3-4% dos RSU:

- Concentra os resíduos tóxicos e requiere descarte especial/ inertização.

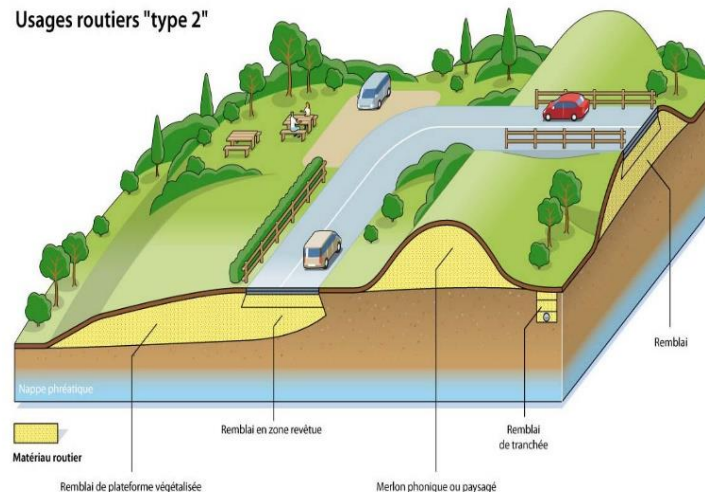
Recuperação de Rejeitos em Usinas WTE

“Guia metodológico sobre aceitação de materiais alternativos em técnicas de construção de estradas”, SETRA, ref. 1101

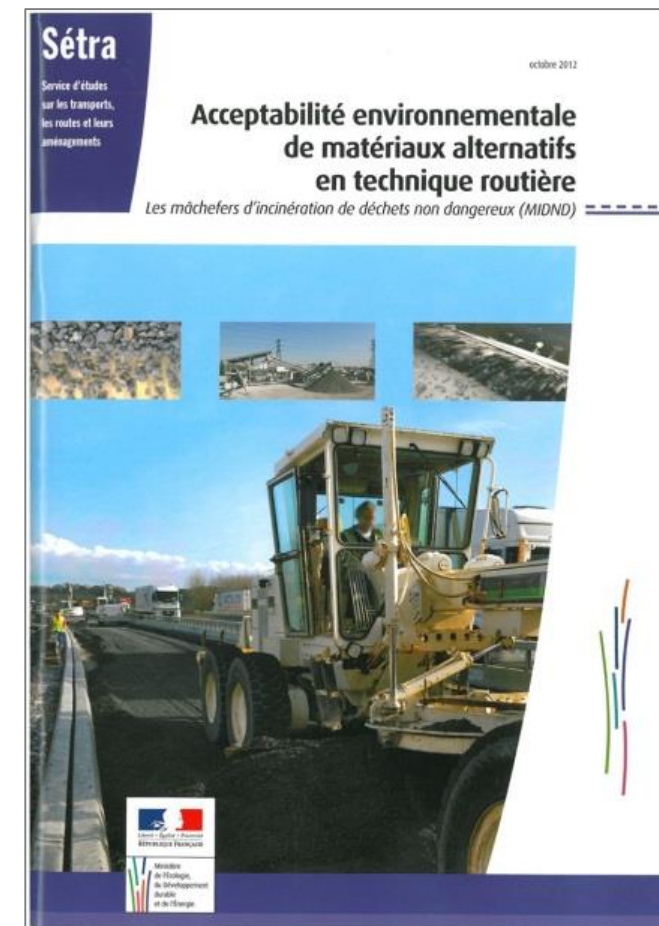
Usages routiers "type 1"



Usages routiers "type 2"

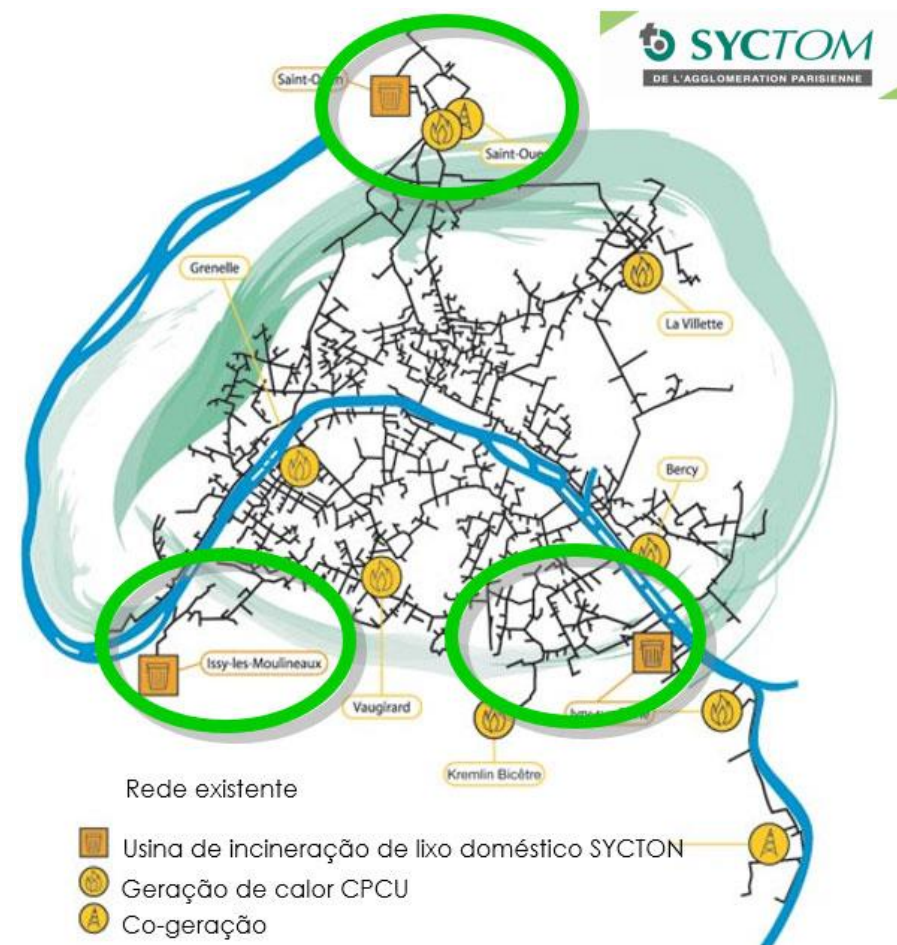


http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2012-10_guide_setra_midnd.pdf



Usinas Waste-to-Energy (WtE) em Centros Urbanos

Paris, 3 usinas WtE próximas ao hipercentro (15 mil hab / km²)



Usinas Waste-to-Energy (WtE) em Centros Urbanos

Usinas WTE de Mônaco ao lado do Palácio do Príncipe Albert



Usinas Waste-to-Energy (WtE) em Centros Urbanos

Usina WTE Amager Bakke (Dinamarca) incinera 400.000 t de resíduos anualmente, produzindo eletricidade e calor para 150.000 casas em Copenhague, e funciona como uma pista de esqui e parede de escalada



Legislação

Benefícios para a Sociedade



- Aumento da quantidade de resíduos tratados, contribuindo para cumprimento de metas de saneamento e de redução de GEE/ metano.
- **Produção de energia limpa e renovável**, normalmente equivalente a 50% do consumo residencial dos municípios, ou 200% do consumo publico;
- Contribuição à economia circular através da **reciclagem de minerais** como agregado na construção civil, bem como de **metais** extraídos do processo de tratamento térmico;
- **Redução de ~1.7 t COeq./ t RSU desviada de aterro**, contribuindo com os compromissos do acordo de Paris/ COP26.
- **Beneficia o setor elétrico** através da **diversificação** da Matriz Elétrica, **ajudando a evitar o acionamento de térmicas fósseis**, gerando próximo ao centro de carga com **previsibilidade e estabilidade** tarifária, além de complementar Fontes renováveis intermitentes
- **Economia em Custos Ambientais e de Atendimento à saúde** da população, uma **Economia em Custos de Transmissão** de energia, bem como **Economia em Custos de transporte de resíduos**;
- De acordo com a OMS, a cada 1 real investido em saneamento, 4 reais são economizados na saúde pública.
- **Aquecimento da indústria e comércio** com bilhões em investimentos a serem aportados pela iniciativa privada, propiciando **aumento da arrecadação tributária direta e indireta**;
- Geração de milhares de empregos formais e qualificados.

Programa Nacional da Recuperação Energética de Resíduos



Tramitações no Legislativo

- PL 1202/2023 (Senado) - Institui o Programa Nacional da Recuperação Energética
- PL 924/2022 (Câmara) - Apensado ao 639/2015 - Institui o Programa Nacional da Recuperação Energética

Objetivos

- Estabelecer diretrizes técnicas e ambientais claras
- Garantir viabilidade econômico-financeira para projetos
- Contribuir para a descarbonização e metas climáticas

Programa Nacional da Recuperação Energética de Resíduos



Benefícios Principais

- Aumento da quantidade de resíduos tratados anualmente
- Atração de bilhões em investimento privados
- Geração de milhares de empregos formais e qualificados
- Contribuição à economia circular e segurança energética

Instrumentos Principais

- Concessões de até 30 anos para usinas WtE
- Cobrança tarifária vinculada a contas de luz/água
- Integração com programas nacionais (Combustível do Futuro, PATEN)
- Incentivos fiscais e financeiros (REIDI, RenovaBio, FNDCT, Fundo Clima)

O que fazer?

- **Aprovação do Programa Nacional da Recuperação Energética de Resíduos – PNRE: PL 1202/23 e PL 924/22;**
- **O Estado pode criar blocos regionais para prestação regionalizada de resíduos urbanos:** Lei e/ou Decreto Estadual;
- **O Estado pode estruturar concessões de 30 anos** com usina WtE;
- **Cobrança de tarifa na conta de água e luz** para garantir o financiamento;
- **Mecanismos para a venda ou utilização da energia.** Leilões, autoprodução, compra direta;



ABREN
WtERT – Brasil

Endereço: **SHS, Qd. 06, Cj. A, Bl. A, sl. 501, Ed. Brasil 21, Brasília-DF**
Site: **www.abren.org.br** | E-mail: **assessoria@abren.org.br** | Tel./Whatsapp: **+55 61 9147- 3456**