

Panorama Tecnológico: um leque de oportunidades

Espa. Enga. Adva. Christiane Pereira
chrdiasp@tu-bs.de
21.01.2022



- Primeira Universidade Tecnológica na Alemanha – fundada em 1745
- 18.566 estudantes, sendo 18 % estrangeiros e 41 % mulheres.
- 330 cooperações internacionais com universidades e centros de pesquisa em 50 países



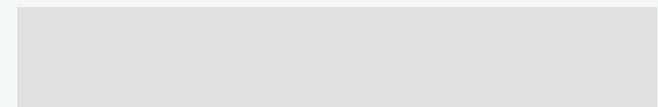
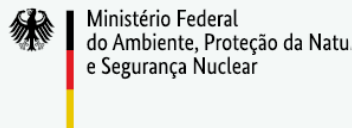


O ProteGEEr é um projeto de cooperação técnica entre o Brasil e a Alemanha para promover uma gestão sustentável e integrada dos resíduos sólidos urbanos, articulada com as políticas de proteção do clima.

www.protegeer.gov.br
www.teach4waste.com



POR ORDEM DO



1. MOTIVAÇÕES



| ECONÔMICAS | AMBIENTAIS | SOCIAIS |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Custos elevados para pós-encerramento de aterros | Redução dos impactos ambientais | Geração de empregos verdes: inclusão social |
| Resíduos em recursos | Preservação dos recursos naturais | Sensibilização ambiental: mudança nos hábitos de consumo e descarte |
| Incremento no preço da energia | Demanda por composto e outros subprodutos | Compromissos societários |
| Racionalização de custos | Diversificação da matriz energética | Desenvolvimento de capacidades |



Compulsoriedade legal: redução de passivos e rejeitos, limitação de financiamentos e impedimentos de licenciamento ambiental

2. FATORES DE INFLUÊNCIA NA DECISÃO TECNOLÓGICA

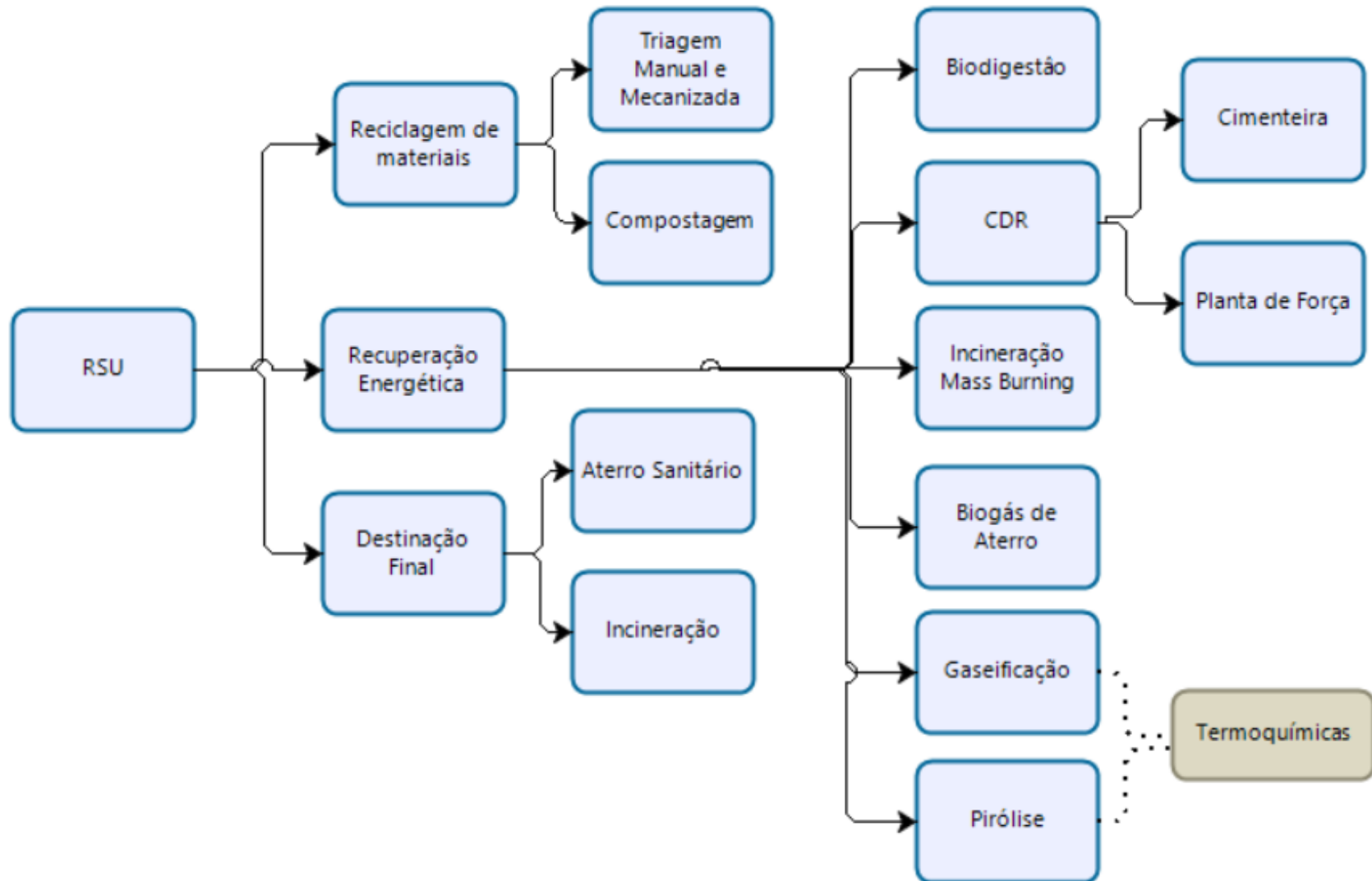
- **Binômio:** substrato (caracterização) x subproduto (mercado) – METAS DE REDUÇÃO
- **Estudo de mercado:** escoamento de subprodutos (qualitativo, quantitativo, cultural)]
- **Economicidade:** contraprestação e receita extraordinária (sustentabilidade econômico-financeira
- **Projetos em escala:** garantia de aplicabilidade (regionalização)
- **Tecnologias consagradas:** financiamento e licenciamento
- **Empregabilidade:** climática
- **Operacionalidade:** capacitação e manutenção
- **Adequabilidade e disponibilidade de área:** atendimento de premissas ambientais

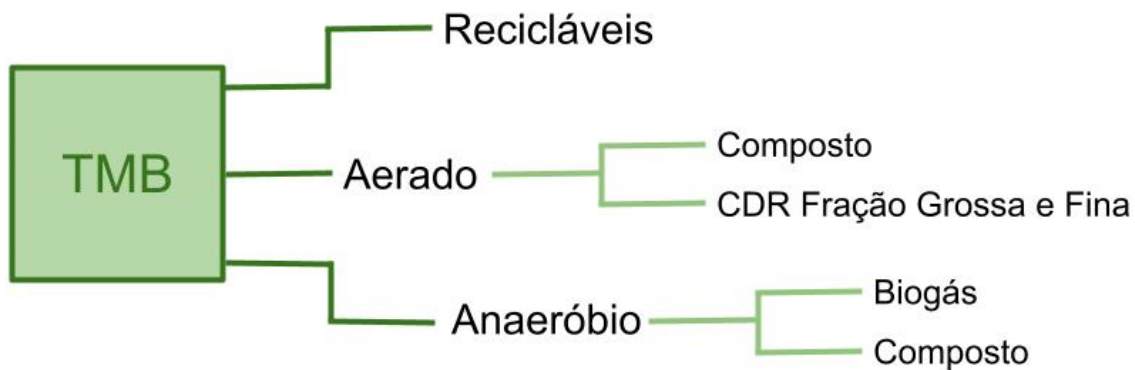
3. PANORAMA TECNOLÓGICO

MERCADO DEMOCRÁTICO !!!!

TECNOLOGIAS DIVERSIFICADAS DE MAIOR ATÉ MENOR COMPLEXIDADE







| Valorização | Rotas tecnológicas | | |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| | Objetivo | Tipo de tratamento | Complexidade tecnológica |
| Triagem de recicláveis | Segregação de materiais potencialmente recicláveis | TM – triagem manual ou mecânica | Baixa/Média (mecanizada) |
| Geração de CDR | Segregação de frações secas e/ou secagem biológica de orgânicos | TM – tratamento mecânico e/ou TMB – tratamento mecânico e biológico Processamento de CDR: térmico | Média/Alta (biomassa) |
| Compostagem | Valorização aerada de frações orgânicas para emprego como fertilizante e/ou condicionadores. Exigência de intervenção mecânica tanto anterior quanto posterior | TMB – tratamento mecânico e biológico | Média |
| Incineração | Recuperação energética e reciclagem de materiais | TT – tratamento térmico | Alta |
| Biodigestão | Valorização anaeróbia de frações orgânicas para geração de biogás, exigência de intervenção aerada ao seu término | TMB – tratamento mecânico e biológico | Alta |

| Valorização | Rotas tecnológicas | | | |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| | Complexidade do Licenciamento | Aceitação do subproduto | Requisitos técnicos | Preço do subproduto |
| Triagem de recicláveis | Baixo | Alto | Baixo | Alto |
| Geração de CDR | Médio | Alto | Alto | Médio |
| Compostagem | Baixo | Baixo para resíduos mistos | Baixo | Alto |
| Incineração | Alto | Alto | Alto | Baixo |
| Biodigestão | Médio | Alto | Alto | Médio |



Triagem
Manual
Semi-mecanizada
Mecanizada



- **Diferenças Tecnológicas**
- **Grau de aeração: teor de umidade e período de retenção**





KOMPOGAS



DRANCO



**LARAN -
STRABAG**



KOMPOFERM/BEKON
Eggersmann



Caseiros / Micro escala



4. TENDÊNCIAS



| Tecnologia | Demanda atual | Demanda futura – 5 anos |
|-------------------------|---------------|--------------------------|
| Triagem manual | Alta | Bem alta |
| Triagem mecanizada | Média | Alta |
| Compostagem | Média | Bem alta |
| Fermentação | Baixa | Média |
| Gaseificação e pirólise | Baixa | Baixa |
| Incineração | Baixa | Média |
| TM e TMB para CDR | Média | Alta, inclusive biomassa |

**Aterros Sanitários
IMPRESINDÍVEIS**

**Recuperação energética
DESEJÁVEL ATERROS 4.0**



Municipal waste landfilled, incinerated, recycled and composted, EU-27, 1995-2019

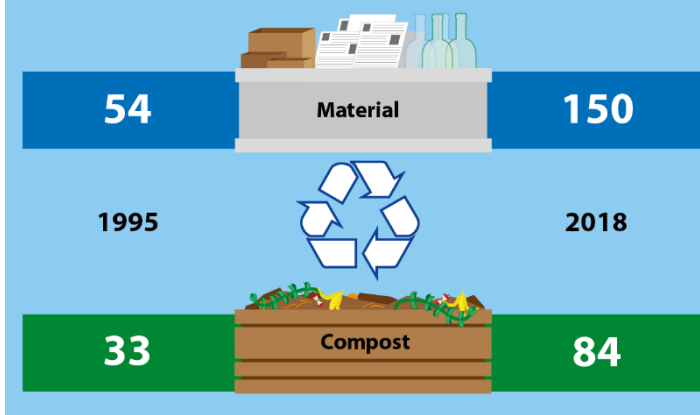
| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Change 2019/1995 (%) | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------|--|
| million tonnes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Landfill | 121 | 117 | 117 | 114 | 113 | 112 | 107 | 104 | 99 | 93 | 88 | 88 | 87 | 83 | 82 | 79 | 74 | 67 | 63 | 59 | 57 | 54 | 53 | 52 | 53 | -56 | |
| Incineration | 30 | 30 | 33 | 33 | 34 | 36 | 37 | 39 | 39 | 41 | 45 | 48 | 49 | 51 | 52 | 53 | 55 | 54 | 56 | 57 | 57 | 58 | 59 | 59 | 60 | 102 | |
| Material Recycling | 23 | 26 | 30 | 32 | 37 | 38 | 40 | 43 | 43 | 43 | 46 | 47 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 58 | 56 | 59 | 63 | 65 | 66 | 67 | 68 | 195 | |
| Composting | 14 | 16 | 17 | 18 | 19 | 23 | 23 | 24 | 24 | 26 | 26 | 27 | 28 | 30 | 30 | 29 | 29 | 30 | 31 | 33 | 33 | 36 | 38 | 38 | 39 | 176 | |
| Other | 10 | 13 | 12 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 | 16 | 13 | 11 | 10 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 4 | -59 | |
| kg per capita | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Landfill | 286 | 276 | 276 | 266 | 263 | 262 | 250 | 241 | 229 | 215 | 202 | 202 | 199 | 190 | 186 | 178 | 167 | 153 | 142 | 134 | 127 | 121 | 118 | 116 | 119 | -58 | |
| Incineration | 70 | 71 | 77 | 78 | 79 | 84 | 87 | 90 | 90 | 95 | 103 | 111 | 112 | 116 | 117 | 121 | 125 | 122 | 127 | 128 | 128 | 131 | 132 | 132 | 134 | 91 | |
| Material Recycling | 54 | 62 | 69 | 75 | 85 | 87 | 92 | 100 | 100 | 100 | 105 | 109 | 119 | 120 | 123 | 125 | 128 | 130 | 128 | 134 | 141 | 146 | 148 | 149 | 152 | 182 | |
| Composting | 33 | 38 | 41 | 42 | 45 | 53 | 54 | 57 | 57 | 59 | 59 | 61 | 64 | 69 | 67 | 66 | 66 | 69 | 71 | 73 | 75 | 82 | 85 | 84 | 87 | 162 | |
| Other | 24 | 31 | 28 | 26 | 28 | 27 | 26 | 27 | 26 | 31 | 37 | 30 | 23 | 23 | 17 | 13 | 13 | 14 | 10 | 9 | 9 | 10 | 13 | 13 | 10 | -58 | |

Note: estimated by Eurostat.

Source: Eurostat (online data code: env_wasmun)

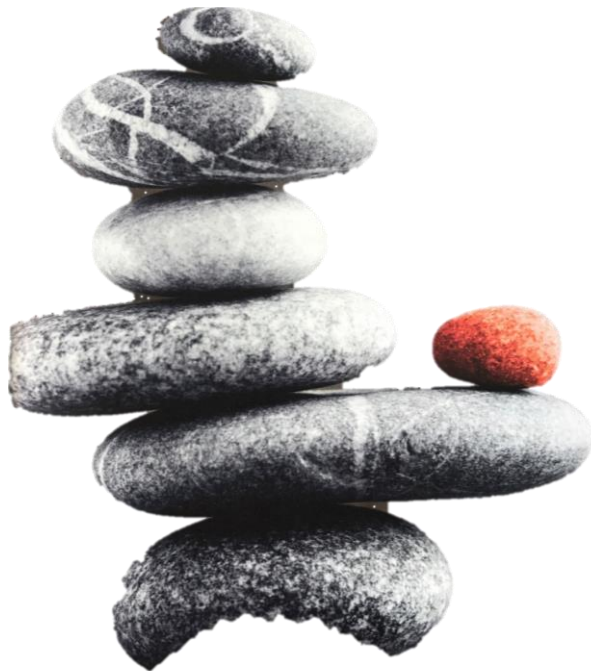
Reciclagem de materiais e recuperação energética são intervenções complementares

Recycling of municipal waste in the EU, 1995-2018 (kg per capita)



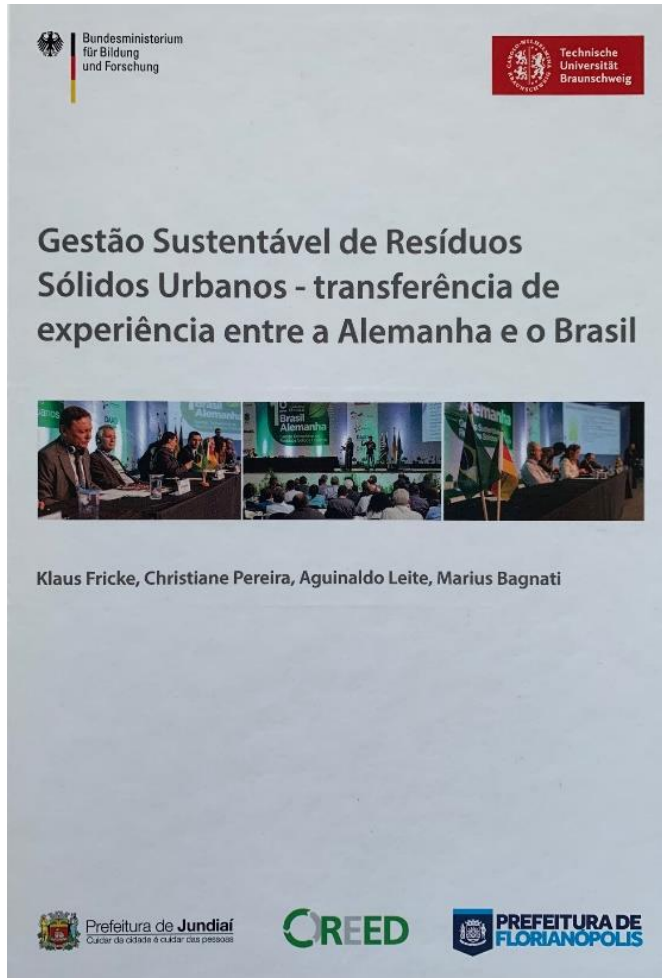
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS





- ❖ Invista na fase de planejamento
- ❖ Aposte em escalonamento tecnológico
- ❖ Exija demonstração de expertise técnica
- ❖ Reciclagem de materiais, recuperação energética e aterramento são intervenções **complementares**
- ❖ Soluções customizadas segundo sua capacidade econômica e mercado de subprodutos
- ❖ Autossuficiência financeira

Demanda transdisciplinar do manejo de resíduos sólidos



EPUB -

<https://drive.google.com/file/d/0B5vLOUqm4ITFZfVHV0RLVExWbFk/view?usp=sharing>

MOBI -

<https://drive.google.com/file/d/0B5vLOUqm4ITFR2ZuUGxuTFR6dDQ/view?usp=sharing>

