



◆ Reúso de Água

1. Ricardo Franci – UFES – Reuso nas cidades
2. Mauro Roberto Felizatto
3. Suetônio Mota – UFC

Moderador: Alfonso Filho Kleinmayer



Gerenciamento de lodos de ETEs

Ricardo Franci Gonçalves

Eng. Civil e Sanitarista, D.Ing.

Professor Titular – Depto. Enga. Ambiental – UFES

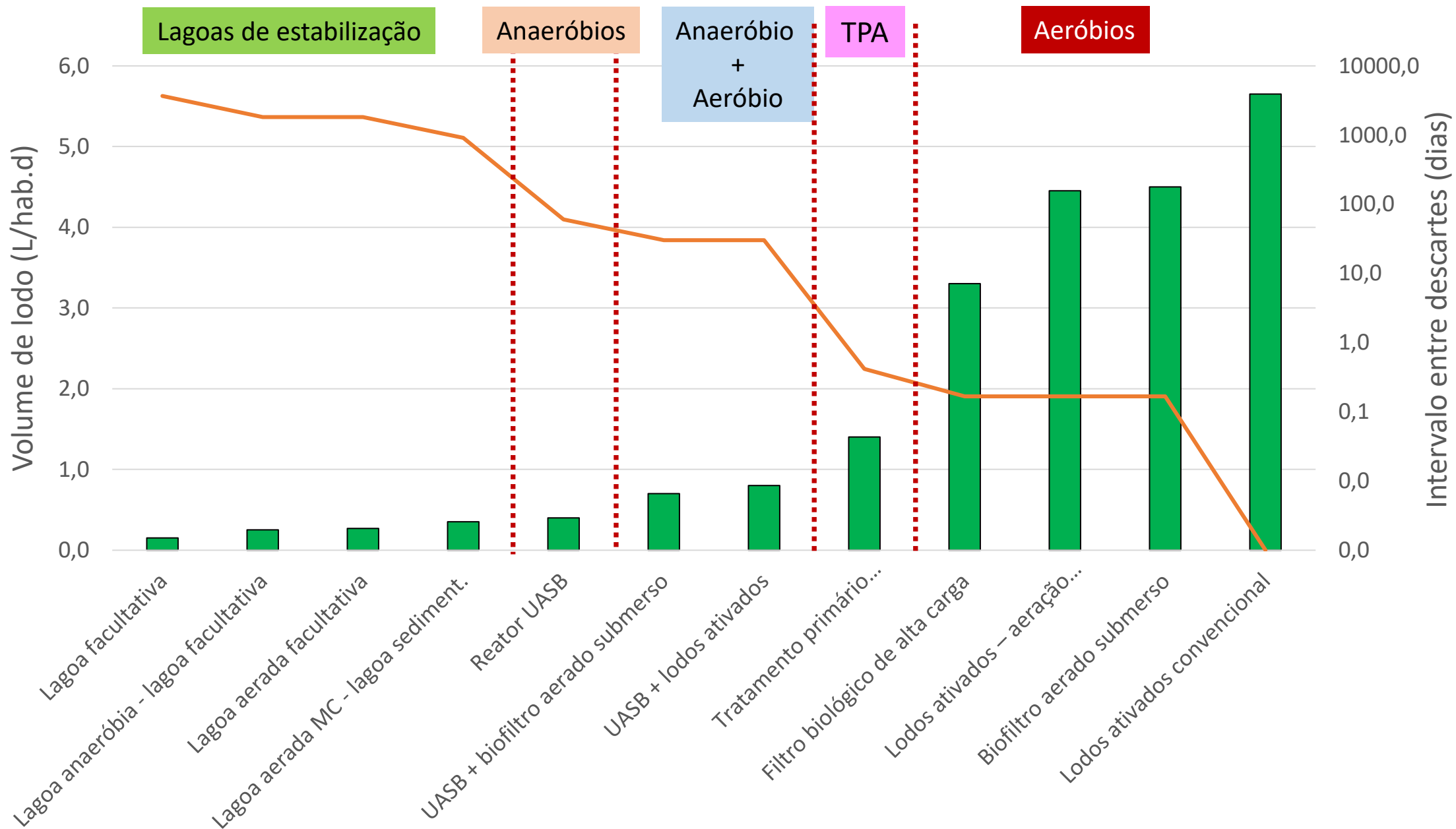




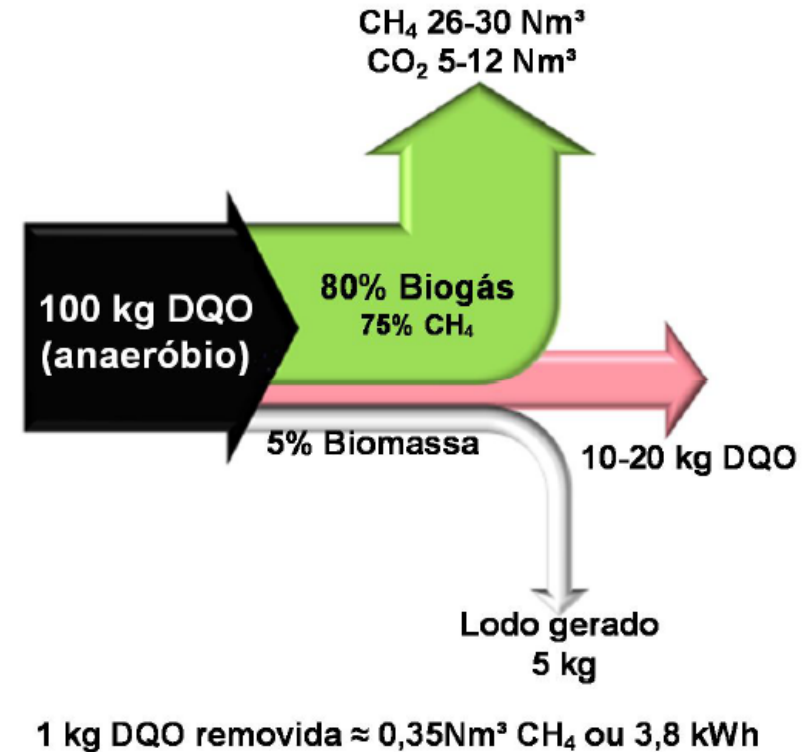
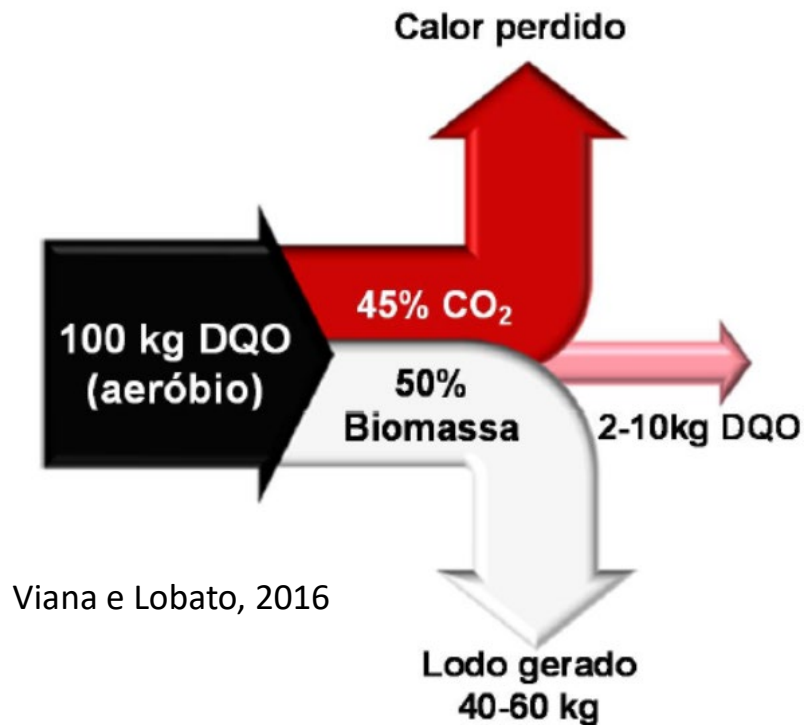
Lodo → subproduto obrigatório do saneamento

Quatro fatos inquestionáveis sobre lodo de ETEs

1. Sua produção é inevitável, porém ela pode ser modulada
2. Sua produção vai aumentar muito no Brasil
3. Seu gerenciamento custa caro para a sociedade
4. É uma fonte de recursos importantes para a economia



As opções tecnológicas têm consequências



A concepção da ETE deve integrar fase líquida e fase sólida

ETE para 200.000 hab (caminhões com 15 ton de lodo)

Lodos ativados c/ digestão



80 viagens de caminhão / mês

Aterro sanitário → R\$ 120,00/m³

Custo = R\$ 150.000,00 / mês

UASB + Lodos ativ.



47 viagens de caminhão / mês

Aterro sanitário → R\$ 120,00/m³

Custo = R\$ 85.000,00 / mês



(27) 3244-7443
www.fluxoambiental.com.br
Estação de Tratamento de Esgoto
FBAS/DEC



(27) 3244-7443
www.fluxoambiental.com.br
Estação de Tratamento de Esgoto
UASB



Lodos anaeróbico x Lodos aeróbios

Lodo Secundário Aeróbico

Fração de massa bacteriana elevada
→ 50 a 90%

Em ambiente anaeróbico torna-se substrato para o lodo anaeróbico.

Lodo Secundário Anaeróbico

Fração de massa bacteriana
→ 2 a 20%

Na presença de O₂ é metabolizado pelo lodo aeróbico

Aspecto do lodo de lagoas



Características Indesejáveis ao Gerenciamento

Instabilidade Biológica: Nos lodos primário e aeróbio há uma grande fração de material orgânico biodegradável.

Composição físico-química e biológica inadequada:

- ✓ Grande variedade de vírus, bactérias e parasitas (protozoário, ovos de nematóides e helmintos).
- ✓ Eventual contaminação com metais pesados e compostos orgânicos.

Grande Volume: concentração de sólidos baixa de modo que seu volume é considerável. Método de separação de fases para reduzir o teor de água.

1 – Objetivos da Higienização: Uso, Normas e Patógenos

1) ABNT N°12209/2011

7 Tratamento de lodos (fase sólida) → Os processo utilizados na fase sólida devem ser selecionados e dimensionados considerando os aspectos de segurança operacional, garantindo o fluxo contínuo do tratamento do lodo e incluindo equipamentos reserva ou formas alternativas a este tratamento

2) Resolução CONAMA N°498/2020:

Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de bio sólido em solos, e dá outras providências.

→ 11 substâncias químicas: As, Ba, Cd, Pb, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Se e Zn

→ Classes A e B:

- Classe A: 10^3 E.Coli/gST e $<1,0$ OHV/gST
- Classe B: 10^6 E.Coli/gST

3) MAPA IN. N°27/2006:

ANEXO IV - Limites máximos de contaminantes admitidos em substrato para plantas e condicionadores de solo

As, Cd, Pb, Cr, Hg, Ni e Se \approx 07 substâncias químicas
 10^3 CT/gST; $1,0$ OHV/4gST; *Salmonella sp* ausência/10gMS \approx 02 grupos micro-biológicos.

4) Resolução CONAMA N°420/2009:

Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Grupo de substâncias inorgânicas \approx 20 – Metais e íons

Grupo de substâncias orgânicas específicas \approx 68 - HCA, HPA

ABNT N°12209/2011

NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 12209

Segunda edição
24.11.2011
Válida a partir de
24.12.2011

Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários

Hydraulic and sanitary engineering design for wastewater treatment plants

Neyson Martins Mendonça
Professor UFPA

ICS 13.060.30; 91.140.80; 93.030

ISBN 978-85-07-03106-2



MAPA IN. N°27/2006

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 27, DE 5 DE JUNHO DE 2006

Vejá Também

O SECRETÁRIO DE DEFESA AGROPECUÁRIA-SUBSTITUTO, DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, no uso da atribuição que confere o art. 42, do Anexo I, do Decreto nº 5.351, de 21 de janeiro de 2005, tendo em vista o disposto no Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que regulamentou a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, e o que consta do Processo nº 21000.001052/2005-96, resolve:

Art. 1º Os fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados, deverão atender aos limites estabelecidos nos Anexos I, II, III, IV e V desta Instrução Normativa nº que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patógenos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas.

Art. 2º Os estabelecimentos que produzam ou importem fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes deverão manter controle periódico das matérias-primas e dos produtos no que se refere aos contaminantes previstos nesta Instrução Normativa, sem prejuízo de controles previstos em outras legislações e normas.

Art. 3º Aos resultados analíticos obtidos serão admitidas tolerâncias limitadas a 30% (trinta por cento) dos valores definidos nesta Norma.

Parágrafo único. A tolerância prevista no caput deste artigo não se aplica aos limites estabelecidos como anexos dos Anexos IV e V.

Art. 4º Os métodos analíticos para determinação dos agentes fitotóxicos, patógenos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas previstos nesta Norma serão estabelecidos em até um ano, a partir da data de publicação desta Instrução Normativa, por ato da Secretaria de Defesa Agropecuária SDA, de acordo com o disposto nos arts. 70 e 71 do regulamento aprovado pelo Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004.

Art. 5º Os valores constantes dos Anexos I, II, III, IV e V deverão ser revisados em até quatro anos contados da data de publicação da presente Instrução Normativa.

Art. 6º Esta Instrução Normativa não se aplica aos produtos fabricados, importados e comercializados em data anterior a sua publicação.

Art. 7º Aos infratores desta Instrução Normativa serão aplicadas as sanções previstas no Decreto nº 4.954, de 2004.

Art. 8º Os casos omissos e as dúvidas suscitadas na execução desta Instrução Normativa serão resolvidos pela Secretaria de Defesa Agropecuária.

Art. 9º Sem prejuízo do disposto no art. 17, do Anexo do Decreto nº 4.954, de 2004, os estabelecimentos produtores terão prazo de até um ano, a partir da data de publicação desta Instrução Normativa, para adequarem seus produtos aos limites máximos estabelecidos nos Anexos I, II, III, IV e V desta Norma.

Art. 10. Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

NELSON OLIVEIRA DA COSTA

ANEXO I

RSC N°498/2020



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

RESOLUÇÃO Nº 498, DE 19 DE AGOSTO DE 2020

Correção:

- Revoga as Resoluções nºs 375/2006 e 380/2006

Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de bio sólido em solos, e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, Inciso II e 8º, Inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando que o uso do lodo de esgoto em solos é uma alternativa de destinação ambientalmente adequada e se enquadra nos princípios de reciclagem de resíduos em consonância com a Lei nº 12.305, de 2010, resolve:

Seção I
Das Disposições Preliminares

Art. 1º Estabelecer critérios e procedimentos para produção e aplicação de bio sólido em solos.

§ 1º O uso em solo de lodo de estação de tratamento de efluentes de processos industriais poderá excepcionalmente ser autorizado pelo órgão ambiental competente, mediante decisão fundamentada, desde que sejam atendidos, no mínimo, os critérios e parâmetros estabelecidos nesta resolução.

§ 2º Para a produção, compra, venda, cessão, empréstimo ou permuta do bio sólido, além do previsto nesta Resolução, deverá ser observada a legislação pertinente.

RSC N°420/2009

RESOLUÇÃO Nº 420, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009

Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84

Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pelo art. 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a necessidade de prevenção da contaminação do solo visando à manutenção de sua funcionalidade e a proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas;

Considerando que a existência de áreas contaminadas pode configurar sério risco à saúde pública e ao meio ambiente;

Considerando a necessidade de prevenir a contaminação do subsolo e das águas subterrâneas que são bens públicos e reservas estratégicas para o abastecimento público e o desenvolvimento ambientalmente sustentável;

Considerando a necessidade de estabelecer critérios para definição de valores orientadores para a prevenção da contaminação dos solos e de definir diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas;

Considerando que a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, impõe ao poluidor e ao degradador a obrigação de recuperar e/ou indenizar danos causados;

Considerando que a Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002, determina, em seu art. 1.228, § 1º, que o direito de propriedade deve ser exercido de modo que sejam preservados a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas;

Considerando a necessidade de estabelecimento de procedimentos e critérios integrados entre os órgãos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios em conjunto com a sociedade civil organizada, para o uso sustentável do solo, de maneira a prevenir alterações prejudiciais que possam resultar em perda de sua funcionalidade, resolve:

CAPÍTULO I
DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º Esta resolução dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Parágrafo único. Na ocorrência comprovada de concentrações naturais de substâncias químicas que possam causar risco à saúde humana, os órgãos competentes deverão desenvolver ações específicas para a proteção da população exposta.

Art. 2º Esta Resolução não se aplica em áreas e solos submersos no meio aquático marinho e estuarino.

Art. 3º A proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou, de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos.

Parágrafo único. São funções principais do solo:

I - servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e outros organismos vivos;

II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;

III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;

1 – Objetivos da Higienização: Uso, Normas e Patógenos

2) CONAMA Nº498/2020: Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências.

USO E CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO – BIOSÓLIDO

Classe A



- Cultivo de alimentos consumidos crus e cuja parte comestível tenha contato com o solo
- Pastagens e Forrageiras

Neyson Martins Mendonça
Professor UFPA

- 1) Critério – microbiológico: $< 10^3$ *E.Coli*/gST ; $< 1,0$ OHV/gST;
- 2) Critério – substância química: observar valores da Tabela 3 da RSC Nº498/2020.

Classe B



- Cultivo de produtos alimentícios que não sejam consumidos crus e produtos não alimentícios.
- Pastagens e Forrageiras
- Árvores frutíferas

- 1) Critério – microbiológico: $< 10^6$ *E.Coli*/gST ; $< 1,0$ OHV/gST;
- 2) Critério – substância química: observar valores da Tabela 3 da RSC Nº498/2020.

Tabela 3. VMP de substância química no biossólido para uso no solo

Substâncias Químicas	VMP biossólido (mg/kg ST)	
	CLASSE A	CLASSE B
Arsênio (As)	41	75
Bário (Ba)	1300	1300
Cádmio (Cd)	39	85
Chumbo (Pb)	300	840
Cobre (Co)	1.500	4.300
Cromo (Cr)	1.000	3.000
Mercúrio (Hg)	17	57
Molibdênio (Mo)	50	75
Níquel (Ni)	420	420
Selênio (Se)	36	100
Zinco (Zn)	2.800	7.500

NT: Não é permitido pela RSC Nº498/2020

- i) lodo de estação de tratamento de efluentes de estabelecimentos de serviços de saúde, de portos e aeroportos
- ii) lodos provenientes de sistema de tratamento individual, coletados por veículos, antes de seu tratamento por uma UGL;
- iii) lodo classificado como perigoso de acordo com as normas brasileiras vigentes. ⇒ NBR 10.004 (Ensaio de lixiviação e de solubilização).

Lodo de ETE

Adensamento

Estabilização / Desintegração

Desaguamento

Secagem / Higienização

Incineração

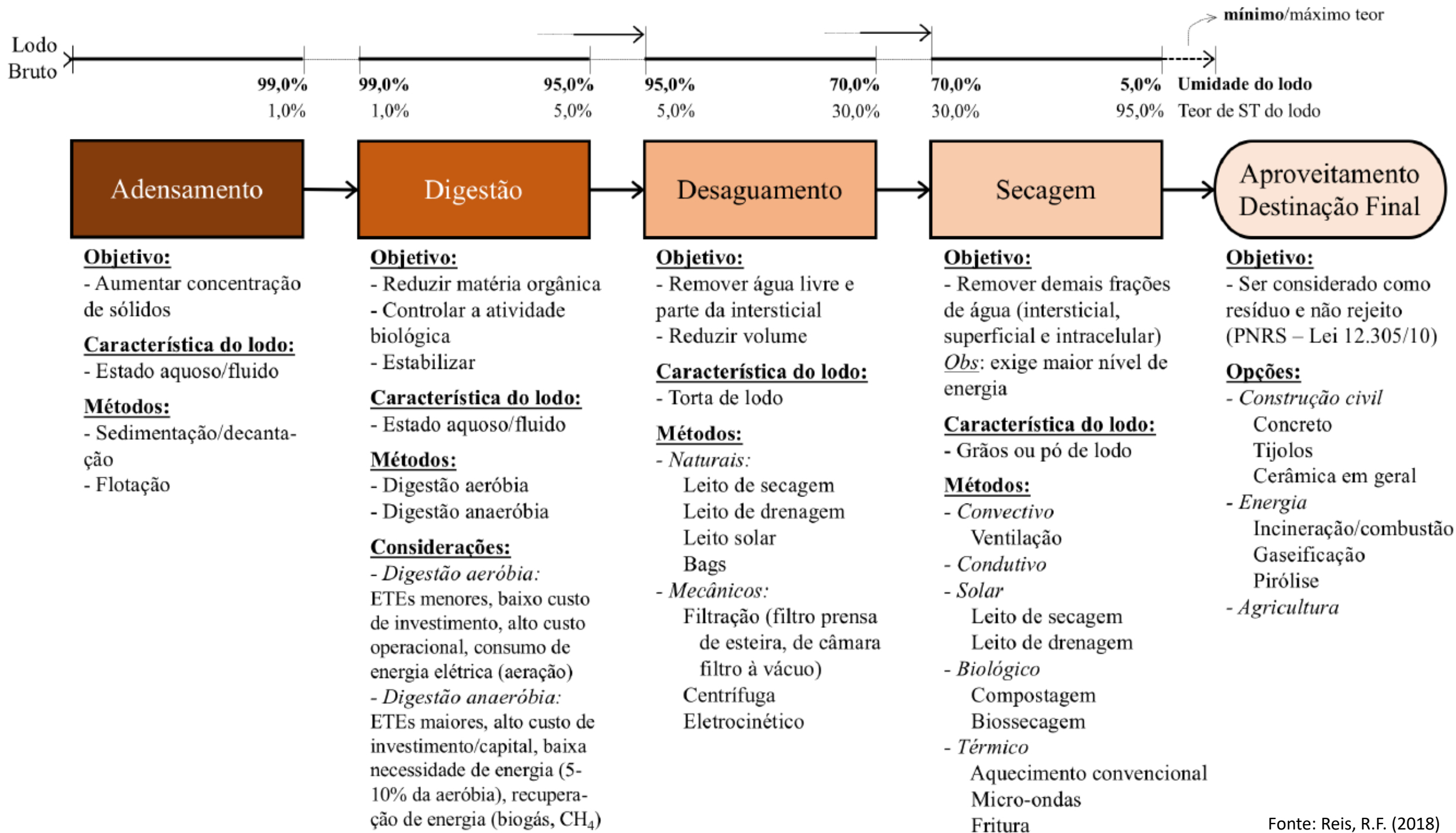
Custos: CAPEX e OPEX



Disposição / uso ←

Disposição / uso ←

Disposição / uso ←



Principais alternativas de disposição final

No solo

- Agricultura
- Pastagens
- Reflorestamento
- Recuperação de áreas degradadas
- Aterros sanitários

No mar :

- Alternativa em extinção (99 - ONGs)

No ar* :

- Incineração (2.250 ton. / Ano)
- Oxidação úmida
- Co-incineração
- Secagem térmica
- Gaseificação

Questões que moldam as tendências globais ...

- ✓ Opinião pública:
- ✓ Segurança alimentar: Aumento da rejeição a produtos alimentícios onde o lodo de ETE foi envolvido de uma maneira ou de outra;
- ✓ Impactos ambientais: Efeito dos poluentes no meio ambiente?
- ✓ Segurança do produto: Os tijolos, cimento, etc. produzidos com lodo de esgoto são seguros ou incluem compostos perigosos?

Questões que moldam as tendências globais ...

Legislação:

- ✓ Legislações com parâmetros mais rigorosos para disposição ou utilização de lodos;
- ✓ Quantidade crescente de parâmetros: higiene, metais pesados, micropoluentes;
- ✓ Proibição de disposição de matéria orgânica em aterros sanitários;
- ✓ Exigências para reciclagem de fósforo a partir de lodo de esgoto.

Questões que moldam as tendências globais ...

Compromisso para reduzir as emissões de gases de efeito estufa:

- ✓ Aumento da conversão e do consumo de biogás para gerar energia elétrica (considerada proveniente de fonte renovável);

Lodo de esgoto como recurso:

- ✓ Como fertilizante (N, P);
- ✓ Como fonte de produção de energia;
- ✓ Como recurso para recuperação de fósforo;

Questões que moldam as tendências globais ...

Desenvolvimentos tecnológicos:

- ✓ Aumento do número de tecnologias no mercado p/ minimizar lodo;
- ✓ Instalações de secagem e incineração p/ instalações cada vez menores;
- ✓ Crescimento de tecnologias para recuperação de fósforo do lodo de esgoto, tanto do lodo úmido quanto das cinzas do lodo;
- ✓ Soluções tecnológicas que flexibilizem a disposição/uso flexível de lodo.

Europa

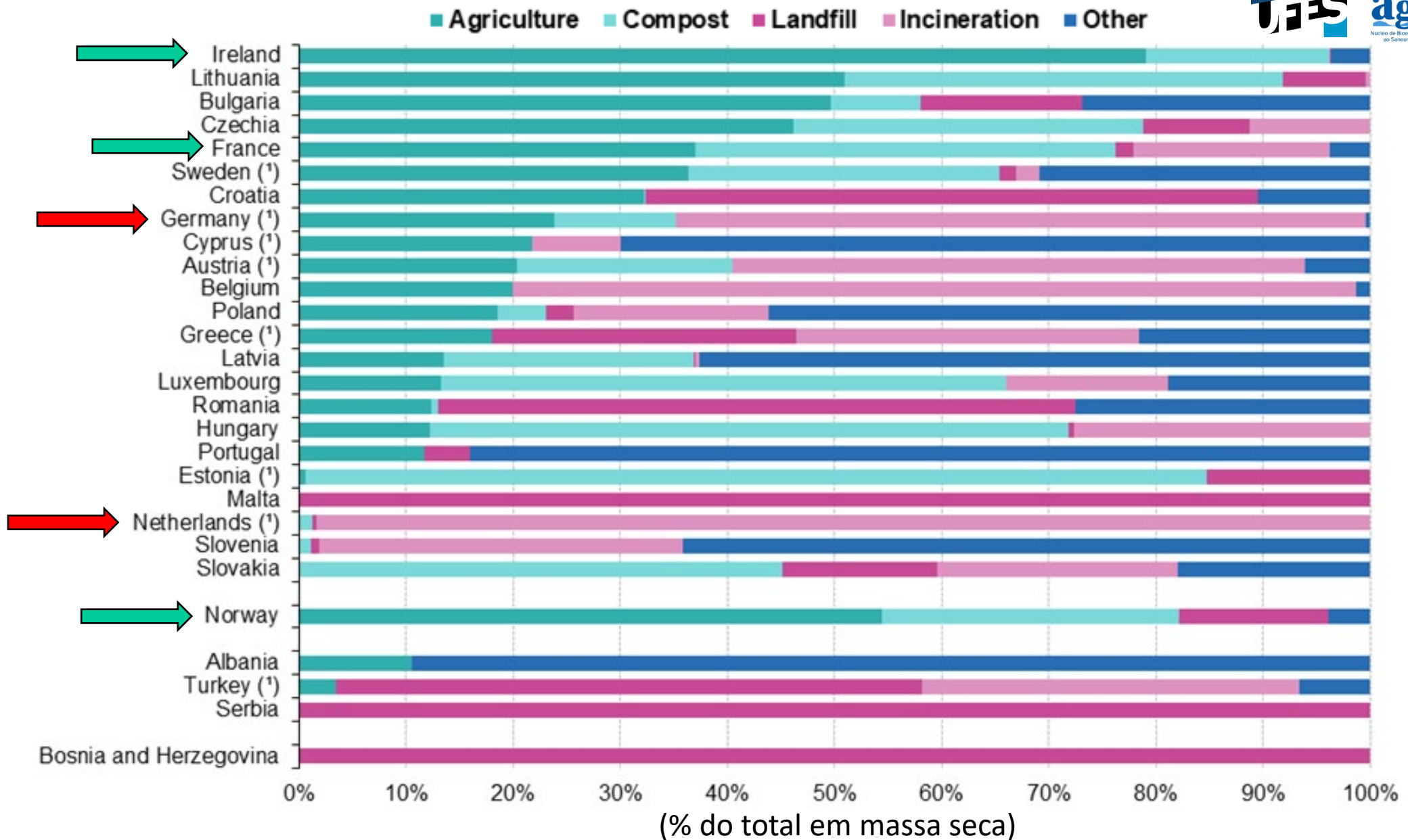
Não há tendência uniforme em todos os países...

- ✓ Aterro sanitário será gradualmente eliminado (legislação) → países com baixa produção de lodo são os que mais aterram lodo.
- ✓ A utilização na agricultura está diminuindo.
- ✓ A recuperação de energia (tratamentos térmicos) está aumentando.

Alemanha:

- ✓ Volume total de lodo diminuiu 17% de 2007 a 2017 → minimização.
- ✓ Incineração aumentou de 50% para 70% no mesmo período.

Disposição de lodo de ETEs em vários países (2017)



BRASIL

- ✓ Gerenciamento do lodo de pequenas ETEs → precário hoje em dia
- ✓ A universalização aumentará drasticamente a produção de lodo
- ✓ Aterros sanitários já escassos e sobrecarregados não suportarão
- ✓ RESOLUÇÃO CONAMA nº 375/2006
 - Estava entre as normas mais rigorosas do mundo → proibitiva
 - Princípio da precaução → Inibe iniciativas para uso agrícola
- ✓ Necessidade de tecnologia adaptada à nossa realidade
 - Baixos CAPEX e OPEX (em especial os processos térmicos)
 - Soluções inseridas nos grandes ciclos da natureza (NEXUS)
- ✓ Minimizar (ETEs anaeróbias), higienizar, reciclar (N e P)

Plano de Gerenciamento de Lodo - Linhares



Linhares é um município do estado do Espírito Santo, no Brasil. Localiza-se a uma latitude 19°23'28" sul e a uma longitude 40°04'20" oeste, estando a uma altitude de 33 metros.

Área: 3.496 km²

População: 176.688 (2020)

PIB per capita (IBGE/2018): R\$ 35.738,53

Plano de Gerenciamento - Linhares

Produção:

- ETEs UASB + BFs
- ETEs TS + FAn

Tratamento:

- Estabilização (TS + Fan)
- Secagem

Transporte:

- Lodo UASB + BFs
- Lodo TS + FAn

Higienização, maturação e
estocagem (central de
processamento de lodos)

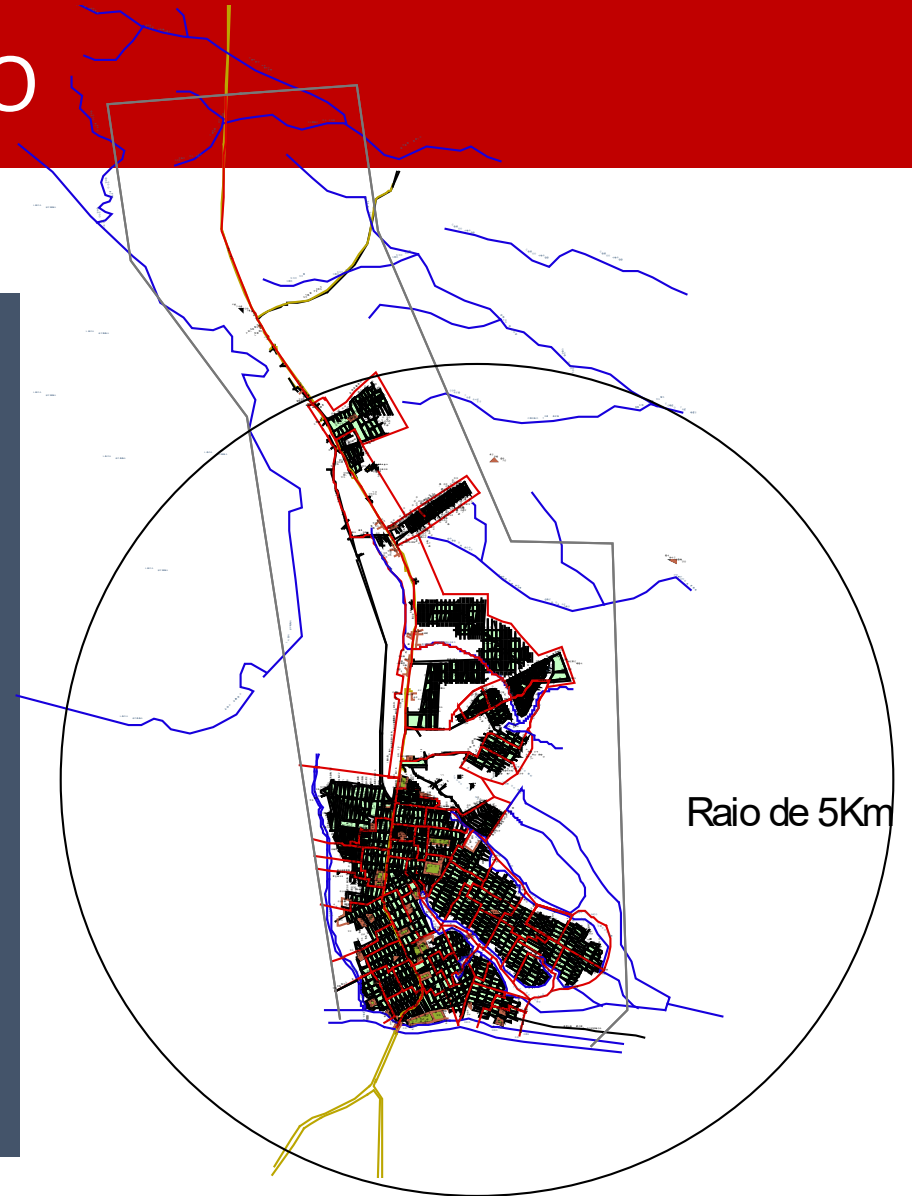
Distribuição: controle via S.I.G.

Produção agrícola



Distribuição

- Controle via Sistema de Informação Geográfica
 - Local
 - Quantidades
 - Qualidade do bio-sólido
- Cadastro especializado dos produtores
- Cadastro dos cultivos
 - Técnicas de cultivo
 - Comercialização dos produtos



Utilização na Agricultura





**EMPREGO DE TÉCNICAS DE
GEORREFERENCIAMENTO NO CONTROLE DO USO
DE BIOSSÓLIDOS NA AGRICULTURA**

Aureliano Nogueira da Costa

Eng. Agrônomo – DSc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper,
Delegado Federal de Agricultura Familiar – DFDA - ES



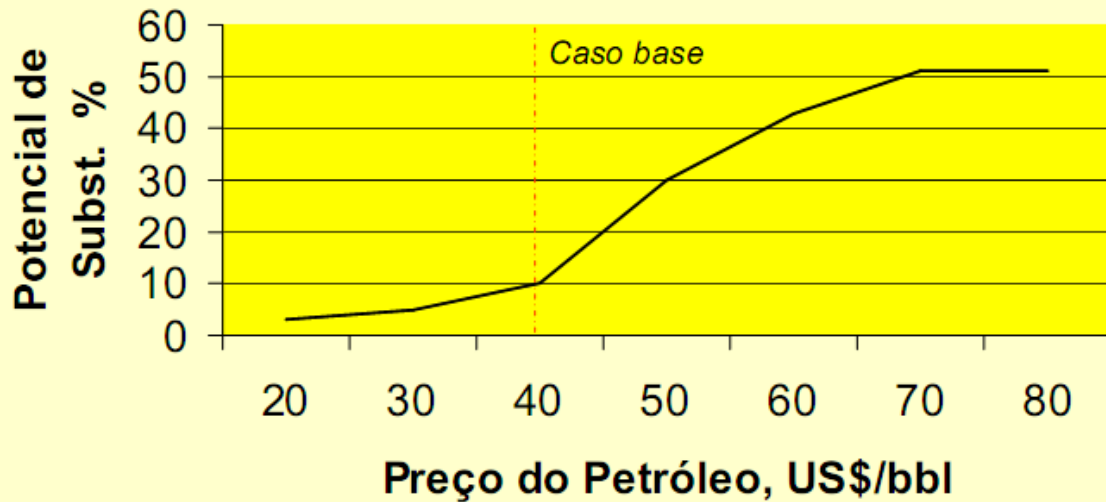
**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

Secretaria da Agricultura,
Abastecimento, Aquicultura e Pesca

Biocombustíveis x Saneamento

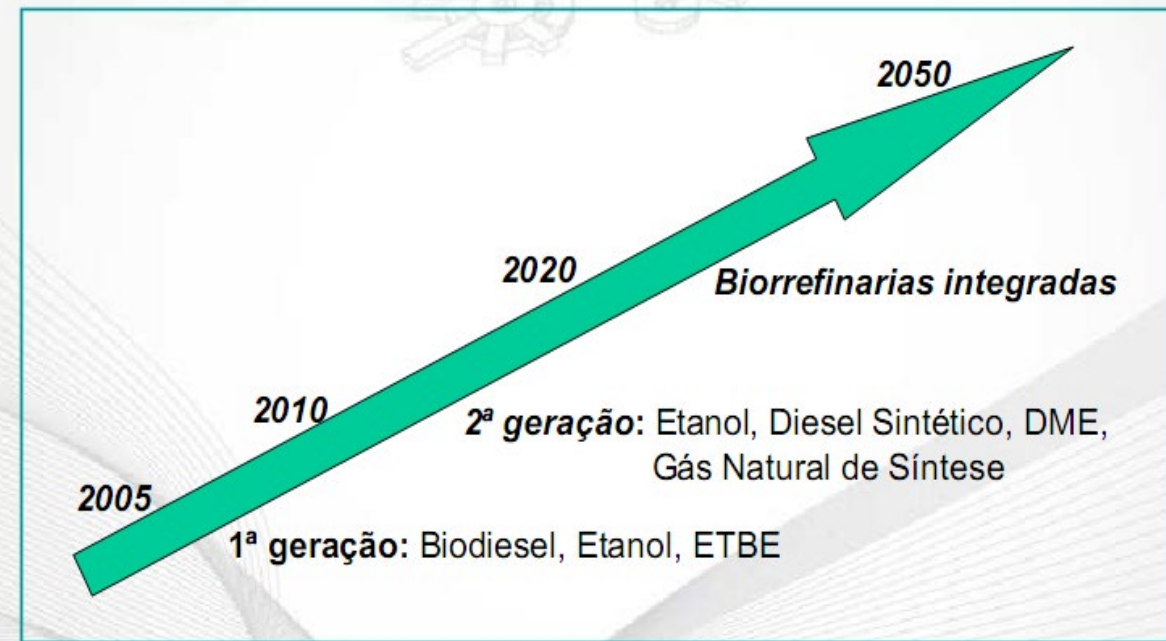
Biocombustíveis – Novas Fronteiras

Viabilidade Econômica dos Biocombustíveis



Com base na previsão do mercado de combustíveis para transportes em 2020
Fonte: McKinsey

Biocombustíveis – Novas Fronteiras



Com base: *Biofuels in European Union: a Vision for 2030 and Beyond*
Biofuels Research Advisory Council - EC



Ricardo Franci Gonçalves

Eng. Civil e Sanitarista, D.Ing.

Professor Titular – DEA/CT – UFES

Fluxo Máquinas e Equipamentos Ltda EPP

Fone: (27) 99293 9992

E-mail: rfg822@gmail.com