

Alternativas de tratamento de esgoto sanitário de forma descentralizada como ferramenta para alcançar a universalização do saneamento

Pablo Heleno Sezerino

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Florianópolis - SC - Brasil

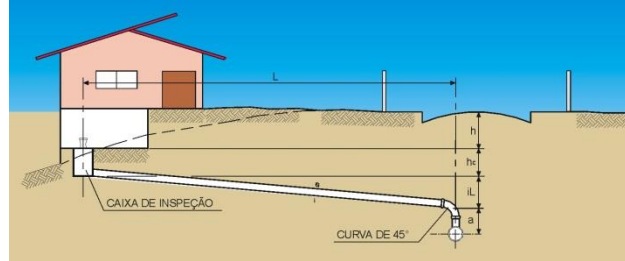


GESAD
ENS - UFSC
GRUPO DE ESTUDOS EM
SANEAMENTO DESCENTRALIZADO

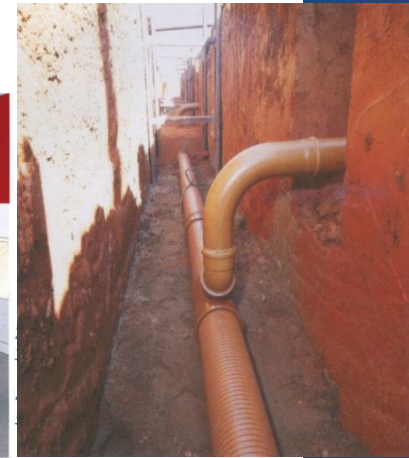
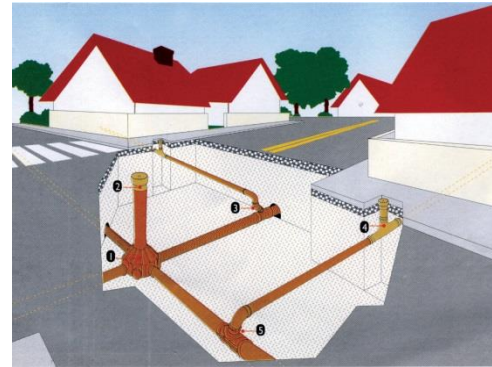


- **SANEAMENTO BÁSICO: Dimensão Esgotamento Sanitário**

- coleta



- transporte



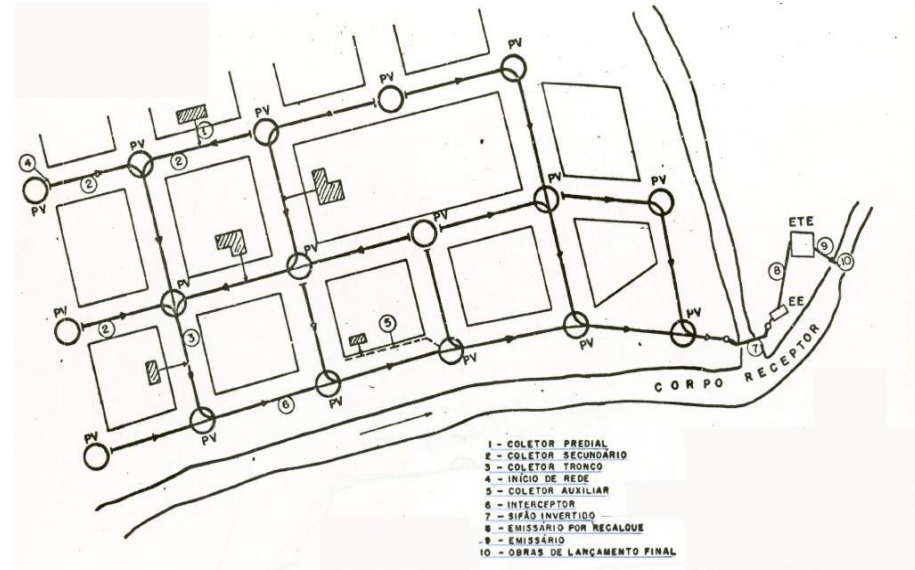
- tratamento (ETE)

- disposição final

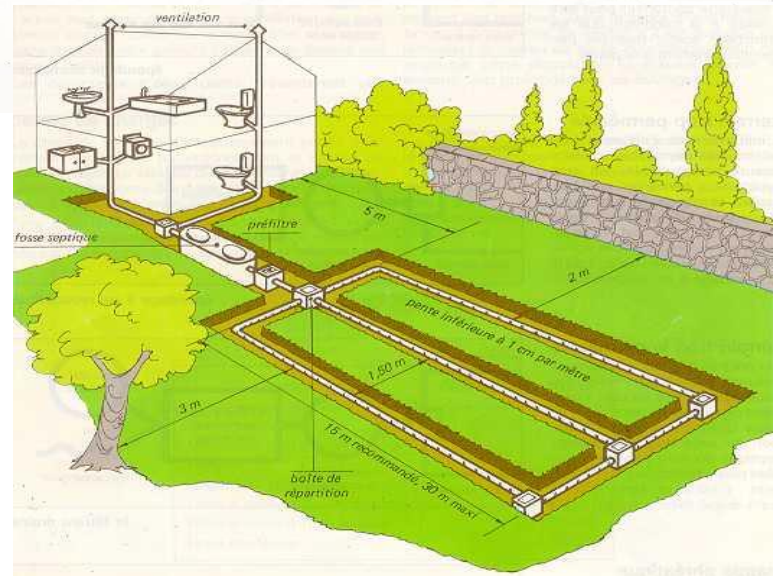


- **Esgotamento Sanitário**

- Centralizado



- Descentralizado
(pequenas coletividades
unifamiliar)



Situação do esgotamento no Brasil



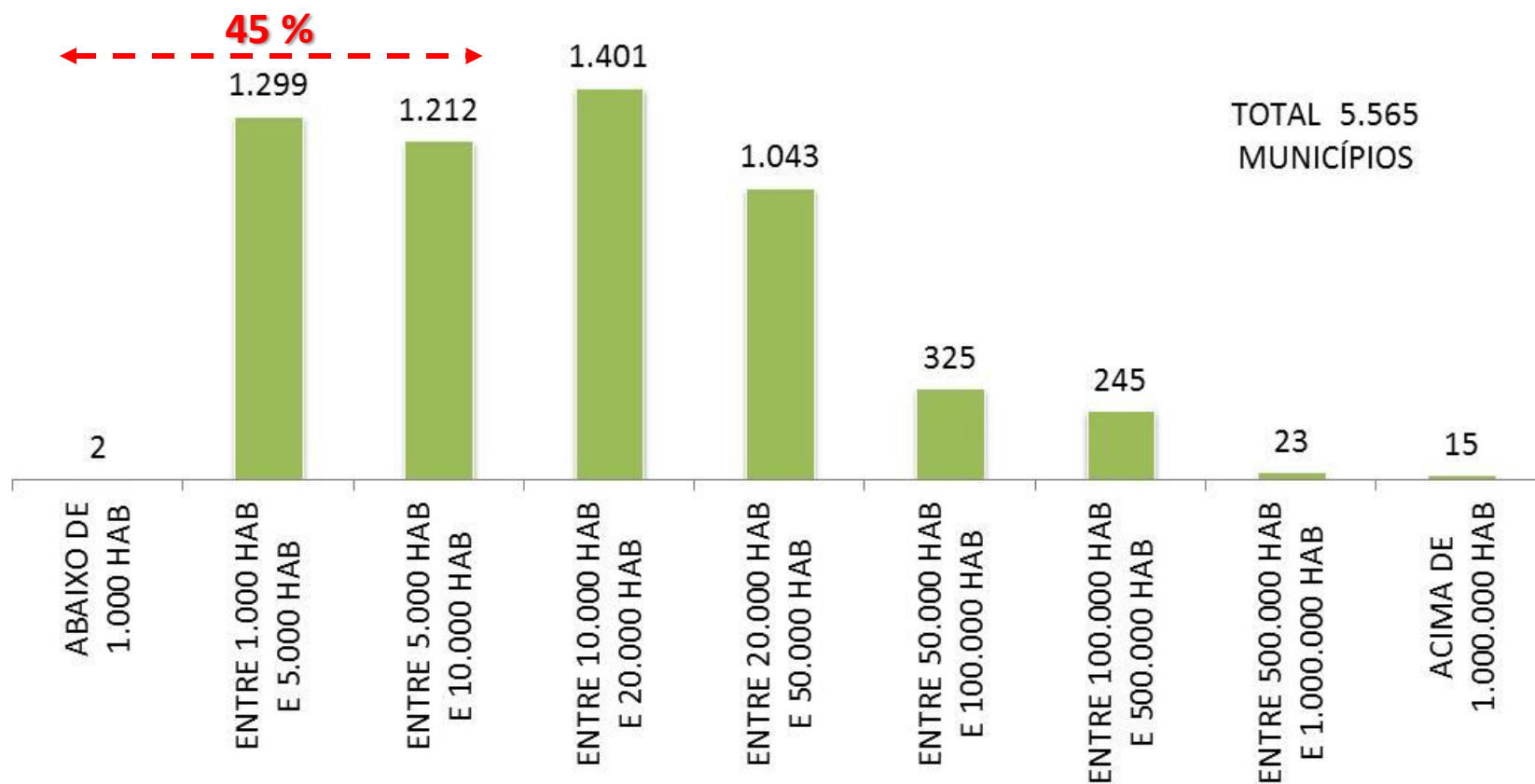
57,4%

Fonte: Atlas Esgoto – Despoluição das Bacias Hidrográficas. ANA, 2017.
<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 05 de março de 2018.

... Grande desafio!

Município pequenos – esgotamento sanitário

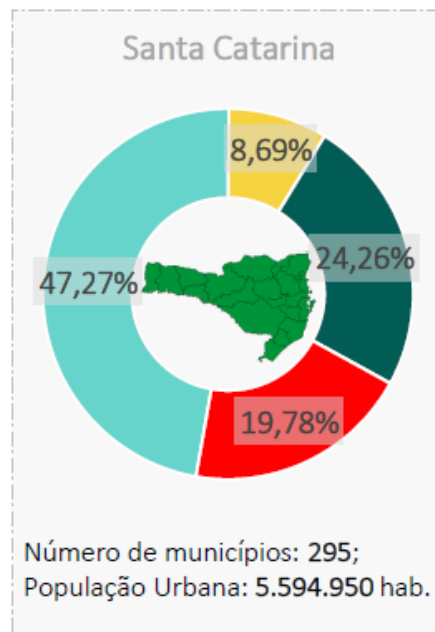
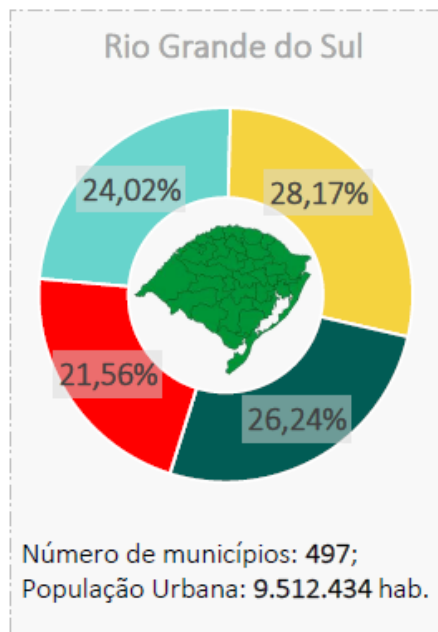
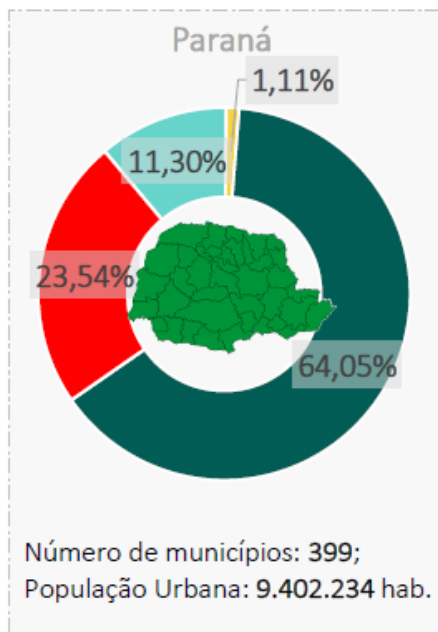
MUNICÍPIOS BRASILEIROS POR FAIXA DE POPULAÇÃO TOTAL



FONTE: IBGE - Sistema IBGE de recuperação automática. Tabela 202 - População residente por sexo e situação do domicílio. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acessado em 04/11/2014.

Situação do esgotamento no Sul

Índice de atendimento à população (%)



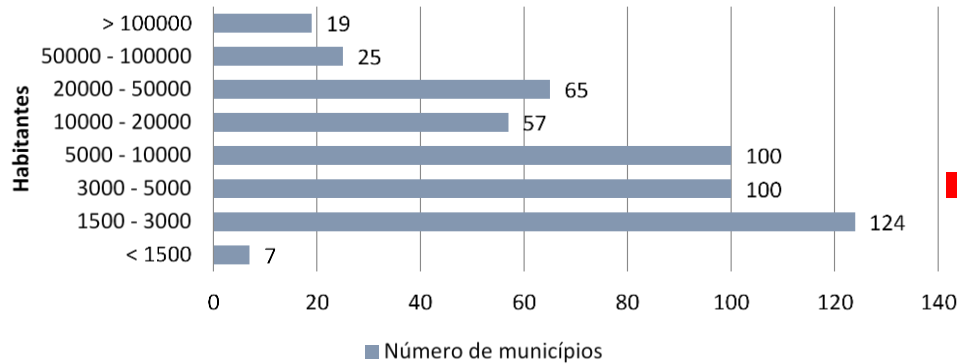
LEGENDA:

- Não coletado e não tratado
- Coletado e tratado
- Solução individual
- Coletado e não tratado

Fonte: Atlas Esgoto – Despoluição das Bacias Hidrográficas. ANA, 2017.
<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: 05 de março de 2018.

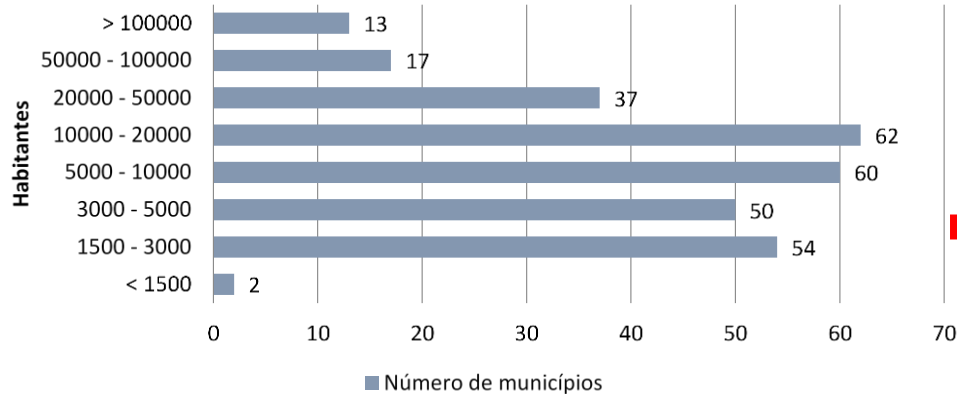
Distribuição populacional no Sul

População por município do RS - Estimativas de população 2018



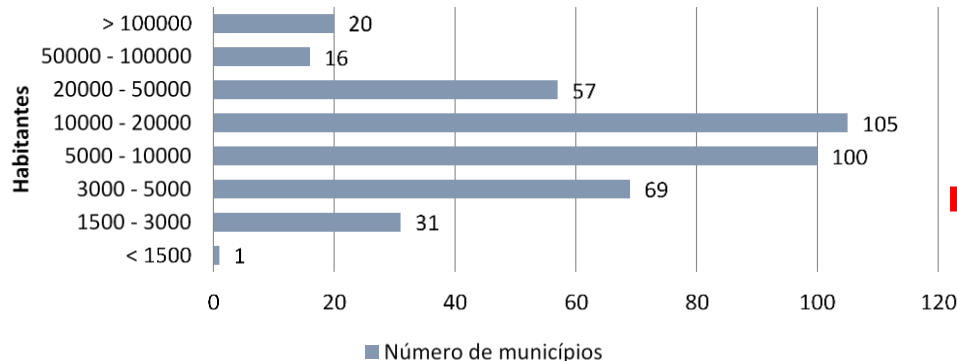
46% municípios < 5mil hab
66% municípios < 10mil hab

População por município de SC - Estimativas de população 2018



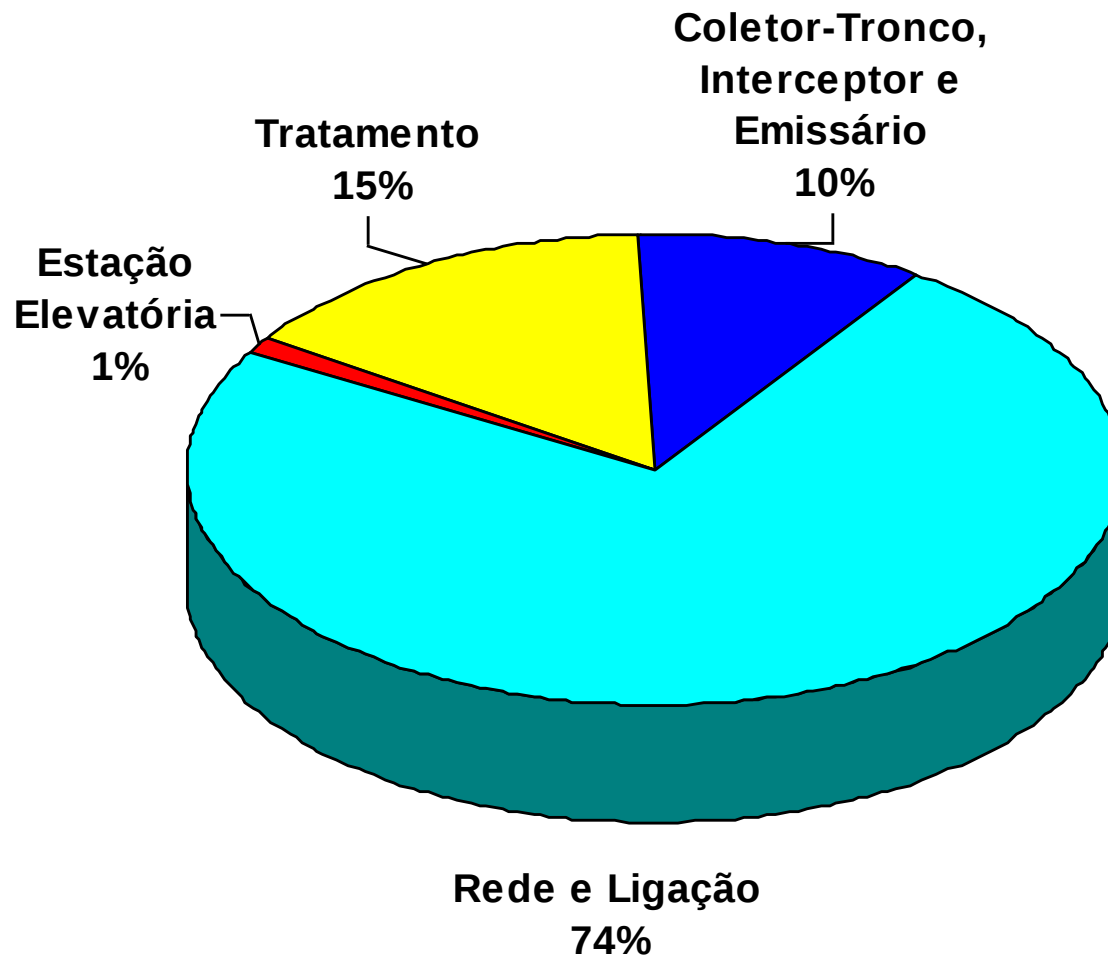
36% municípios < 5mil hab
56% municípios < 10mil hab

População por município do PR - Estimativas de população 2018



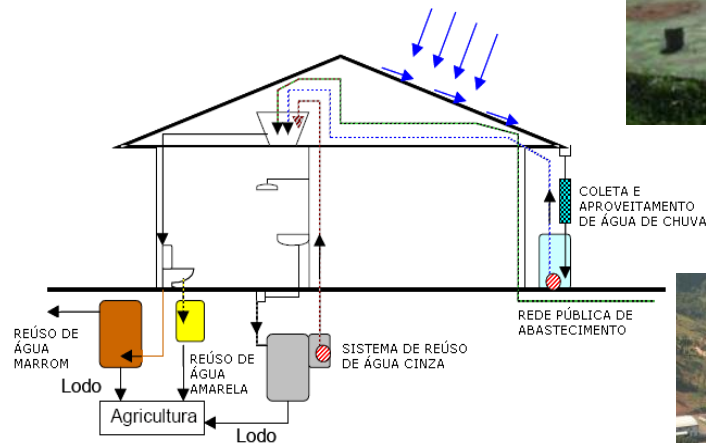
25% municípios < 5mil hab
50% municípios < 10mil hab

Custos do SES centralizado



Tsutiya (2000) - RMSP

UNIVERSALIZAÇÃO do saneamento !



UNIVERSALIZAÇÃO do saneamento !

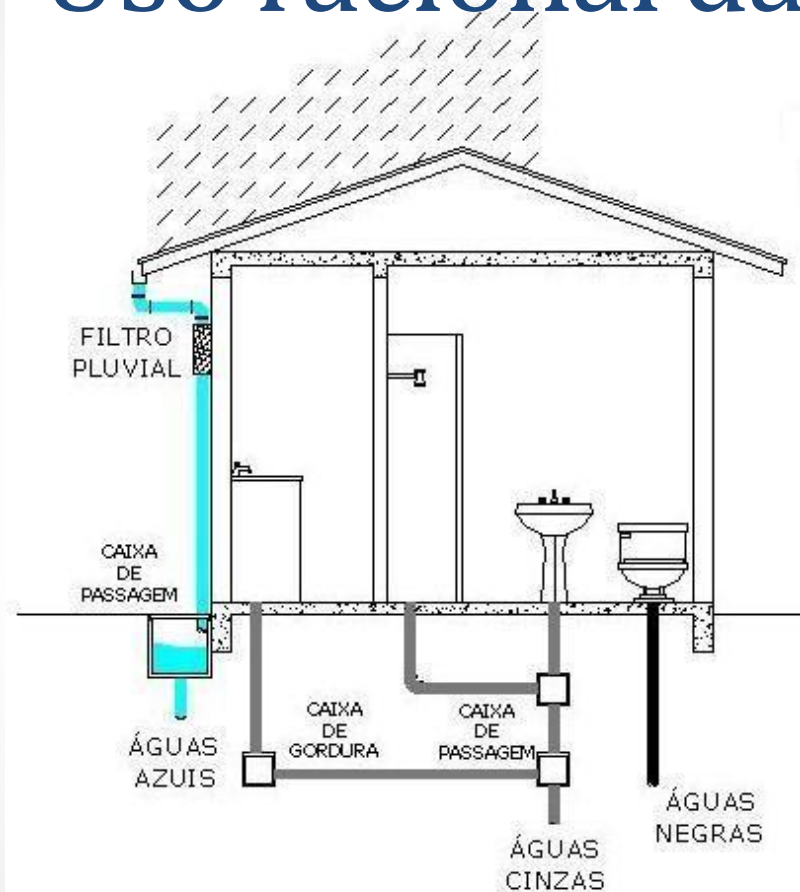
Sustainable Sanitation

saneamento focado em recursos



UNIVERSALIZAÇÃO !

Uso racional da água



Política Pública !

UNIVERSALIZAÇÃO – *marcos legais*

Da Constituição Federal (1988)

“Compete aos municípios organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local”,
o que inclui os serviços de saneamento (inciso V, do art. 30 da CF).

LEI 11.445/07

- Estabelece **diretrizes nacionais** para o saneamento básico e para a **política federal** de saneamento básico.



Ministério das Cidades

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental



UNIVERSALIZAÇÃO – *instrumentos*



Ministério das Cidades

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

Brasília, dezembro de 2013

Ministério das Cidades

GABINETE DO MINISTRO

PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 571,
DE 5 DE DEZEMBRO DE 2013

Aprova o Plano Nacional de Saneamento
Básico (PNSB).

Ministério das Cidades (M.Cidades)

Ministério da Integração Nacional (MI)

Ministério da Saúde (MS)

Ministério do Meio Ambiente (MMA)

Ministério da Defesa (MD)

Ministério do Desenvolvimento Agrário
(MDA)

Ministério do Desenvolvimento Social e
Combate à Fome (MDS)



Controle institucional !



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011

Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.



ESTADO DE SANTA CATARINA

LEI Nº 14.675, de 13 de abril de 2009

Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.



Instrução Normativa Nº 05

Sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários

IN - 05



Instrução Normativa Nº 06

Condomínios de casas ou edifícios,
Condomínios comerciais horizontais e verticais
Atividades de hotelaria, Estabelecimentos prisionais
Complexos turísticos e de lazer, inclusive parques temáticos

IN-06



Instrução Normativa Nº 54

Conjuntos habitacionais destinados à população de baixa renda

IN-54



Instrução Normativa Nº 50

Serviço de coleta e transporte de efluentes de tanques sépticos sem tratamento.

IN-50



Instrução Normativa Nº 55

Condomínio residencial horizontal rural

IN-55



PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS - SC
SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO E SANEAMENTO
AMBIENTAL - S.M.H.S.A.



PREFEITURA MUNICIPAL DE
FLORIANÓPOLIS

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE
DIRETORIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE

Art. 38 Todo e qualquer sistema de esgotamento sanitário, seja público ou privado, individual ou coletivo, estará sujeito a fiscalização da autoridade de saúde competente, em todos os aspectos que possam afetar a saúde pública.

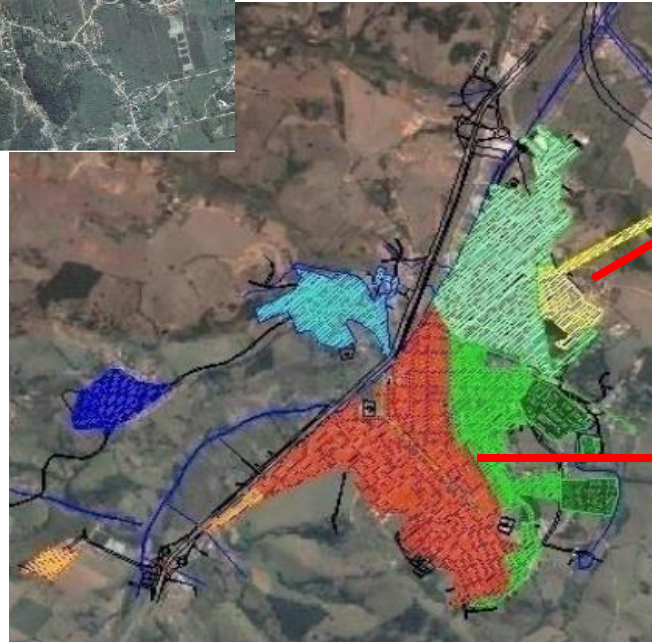
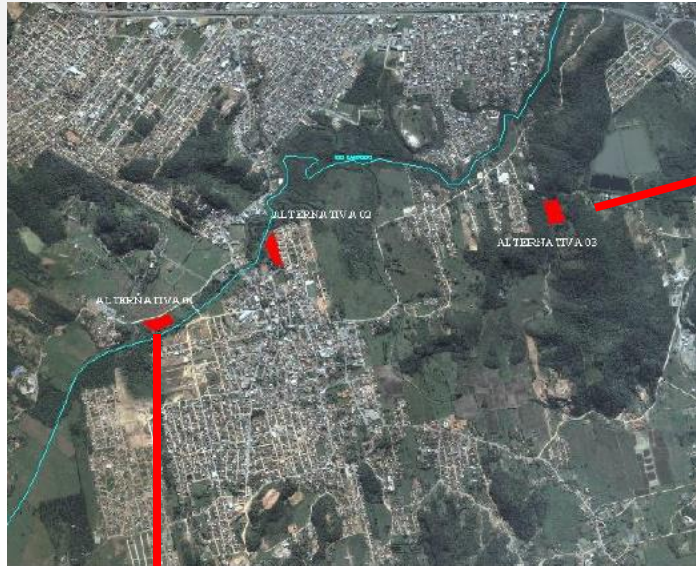


SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO



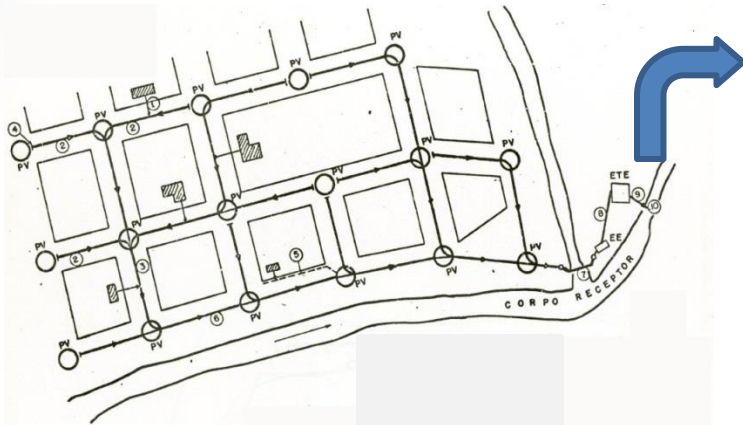
... Alternativas

esgotamento sanitário descentralizado



Esgotamento Descentralizado (MODALIDADES)

LOTEAMENTOS

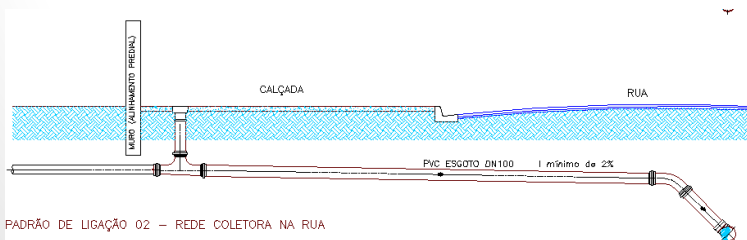
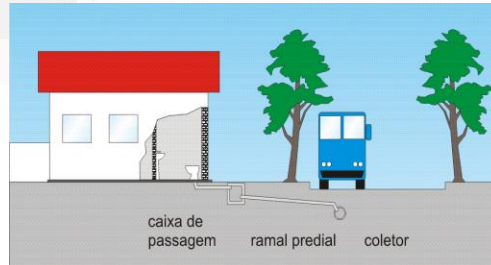
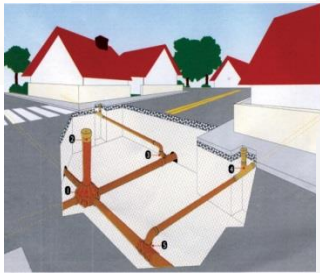


ETE
Compacta



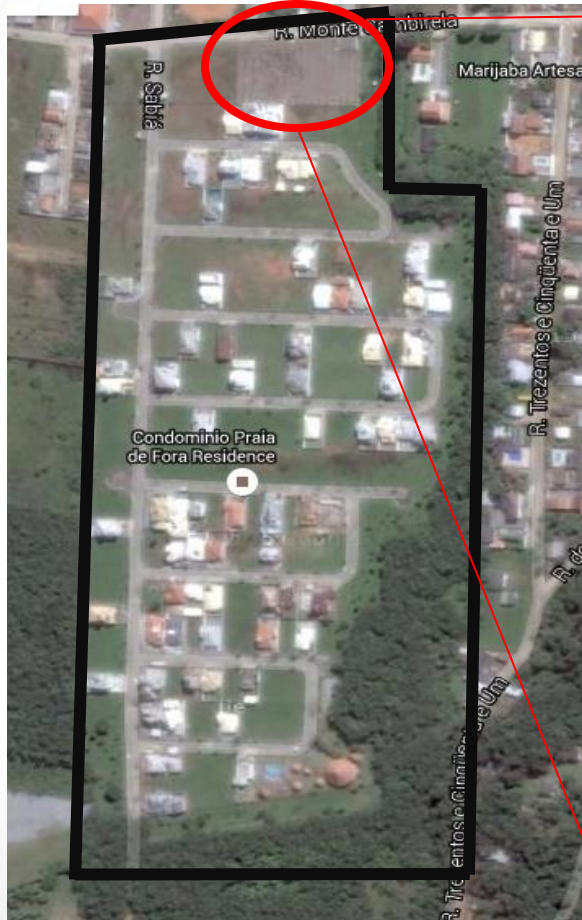
ETE Natural

- ✓ Coleta
- ✓ Transporte
- ✓ Tratamento
- ✓ Disposição final



Condomínios

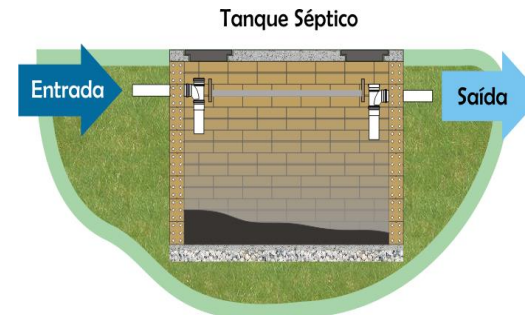
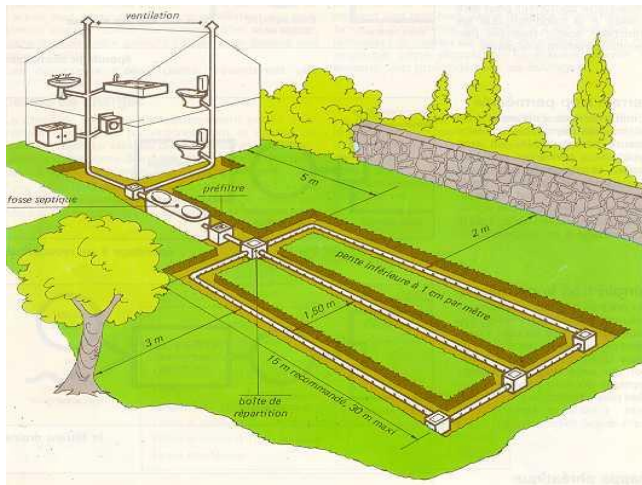
- ✓ Coleta
- ✓ Transporte
- ✓ Tratamento
- ✓ Disposição final



Esgotamento Descentralizado

(Modalidades)

Sistema individual (no lote – “on site”)



NBR 7229/93



NBR 13969/97



- ✓ Coleta
- ✓ Transporte
- ✓ Tratamento
- ✓ Disposição final



Alternativa Compacta

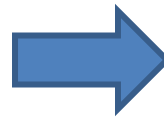
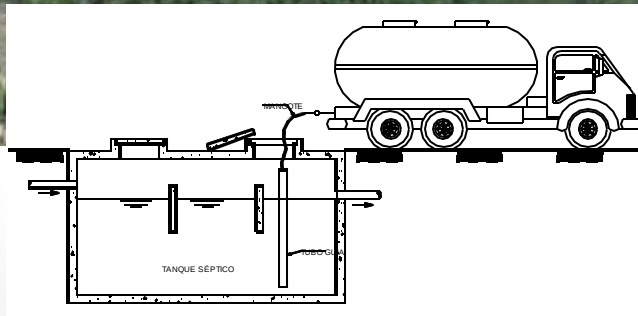


Alternativa Natural

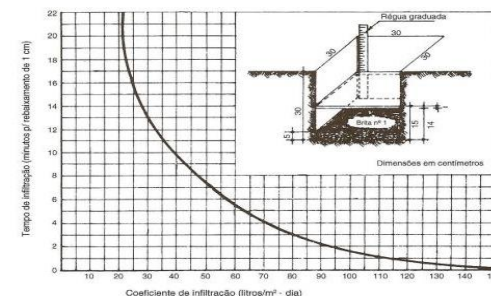
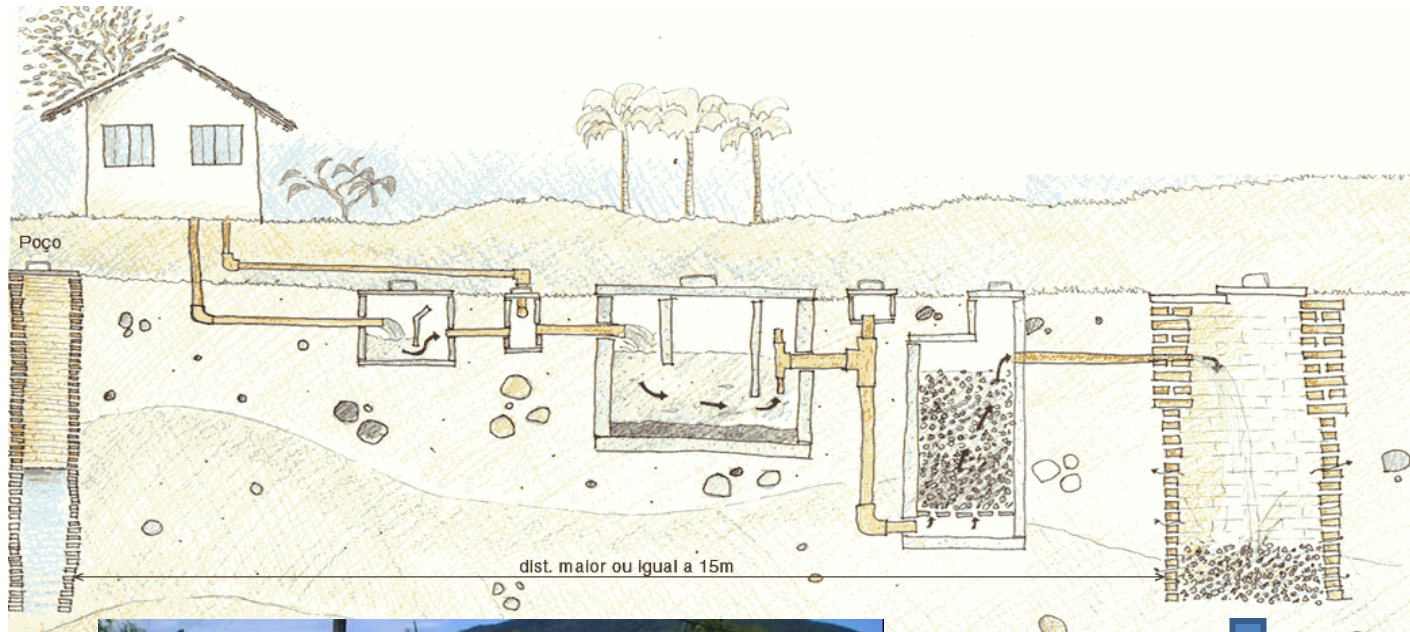
Esgotamento Descentralizado

(Modalidades)

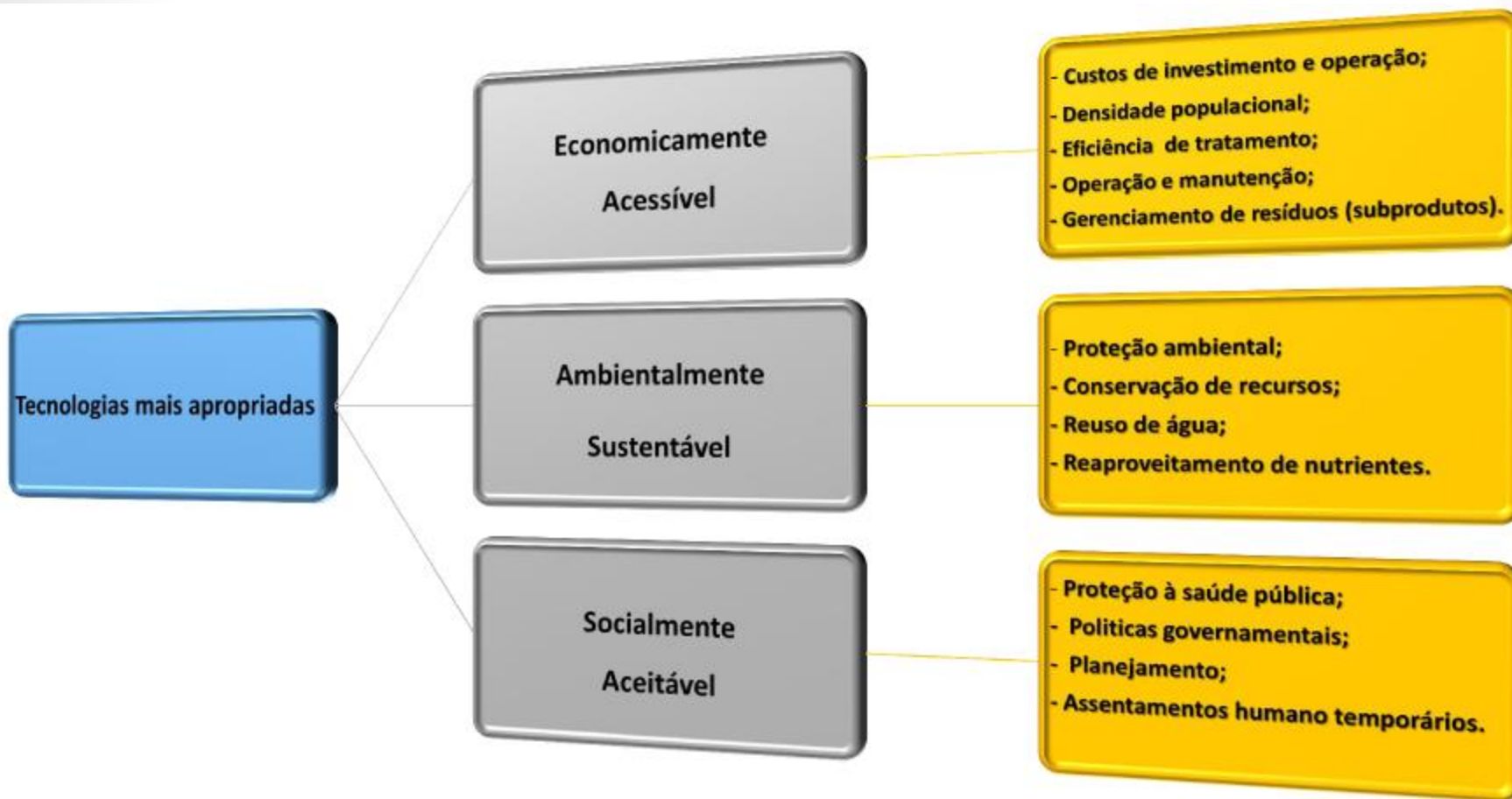
- baixa densidade populacional
- zonas rurais



Tratamento de esgotos no meio rural



Qual tecnologia mais apropriada?



Fonte: Adaptado de Massoud et al., (2009)



Tratamento



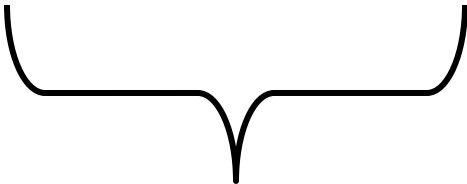
CONCEPÇÃO DO TRATAMENTO

**Esgoto doméstico
Infiltração na Rede
Contribuições específicas**

**•Padrões de Emissão
•Padrões de qualidade**

Esgoto Sanitário

Esgoto Tratado



**Estação de
Tratamento de
Esgotos - ETE**

- ***Tratamento de Esgotos - ETE***

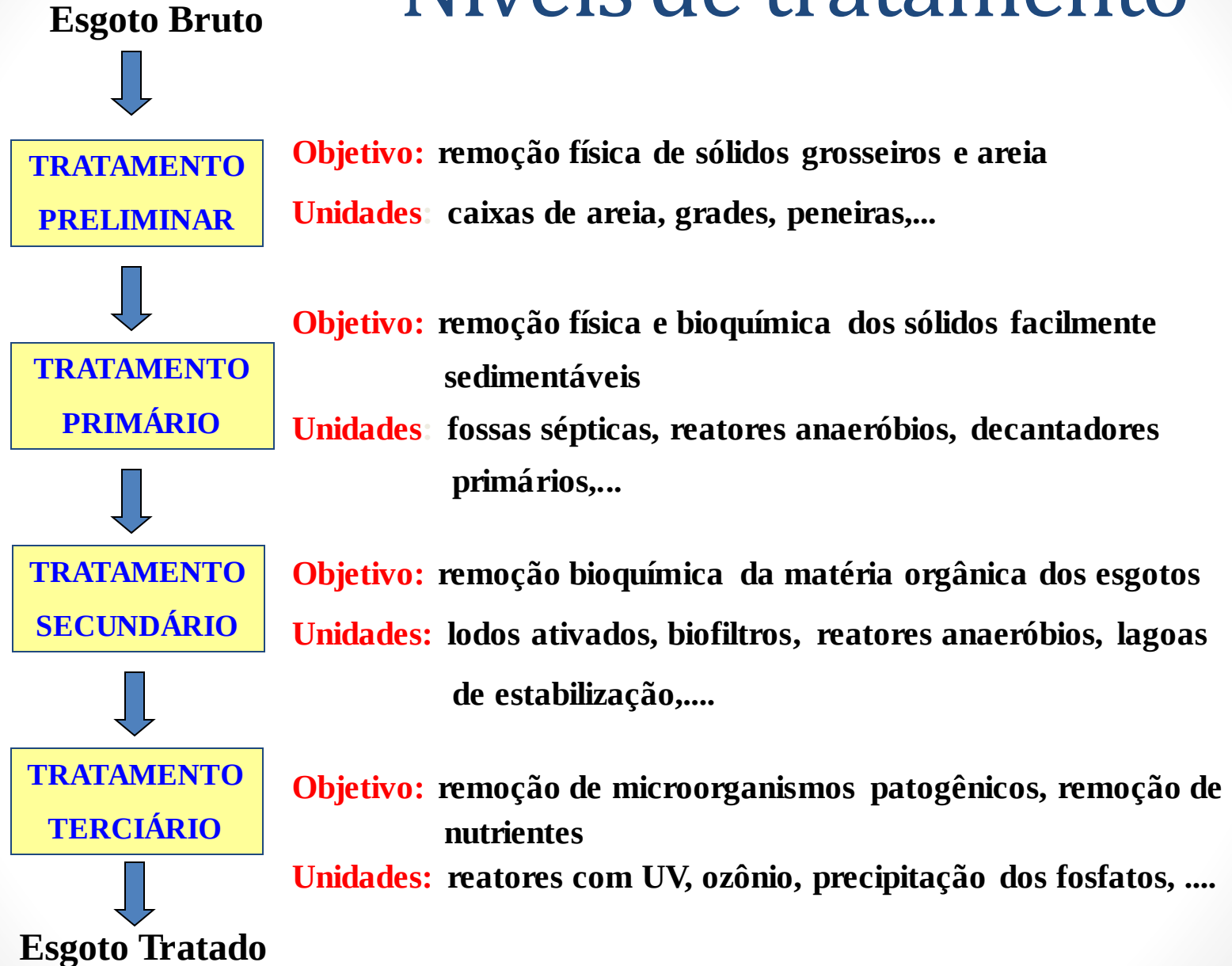
Naturais



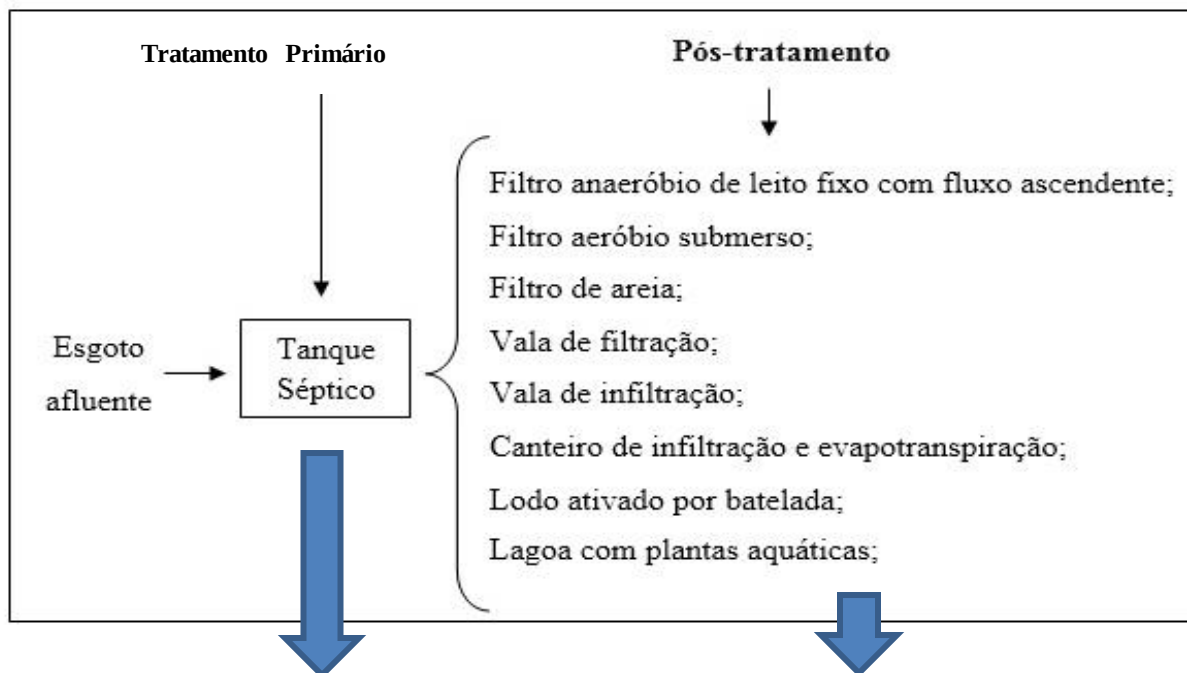
Compactas



Níveis de tratamento



Tecnologias convencionais aplicáveis



ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 20º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1882
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telex: (021) 34331 ABNT - RJ
Brasileiro: 0800-080110
NO HASTED: 8014

Copyright © 1993
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil
Número no Brasil
Todos os direitos reservados

SET 1993	NBR 7229
Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos	
Procedimento	
Origem: Projeto NBR 7229/1992 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02.009.07 - Comissão de Estudo de Instalação Predial de Fossas Sépticas NBR 7229 - Project, construction and operation of septic tank systems - Procedure Descriptor: Septic tank Esta Norma substitui a NBR 7229/1982 Válida a partir de 01.11.1993 Incorpora as Erratas de JAN 1994 e nº 2 de SET 1997	
Palavras-chave: Tanque séptico; Fossa séptica	15 páginas



ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 20º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1882
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telex: (021) 34331 ABNT - RJ
Brasileiro: 0800-080110
www.abnt.org.br

Copyright © 1997
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

SET 1997	NBR 13969
Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação	
Origem: Projeto 02.144.07.002.1996 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02.144.07 - Comissão de Estudo de Instalação Predial de Tanques Sépticos NBR 13969 - Septic tank - Units for treatment and disposal of liquid effluents - Project, construction and operation Descriptor: Septic tank Válida a partir de 30.10.1997	
Palavra-chave: Tanque séptico	60 páginas

Em processo de REVISÃO no ano de 2017...

Tanque Séptico

- Utilizados no tratamento de esgotos domésticos
- Prismáticos ou cilíndricos
- Separação gravitacional de espuma e sólidos
- Digestão anaeróbia do decantado
- Armazenamento do lodo
- Necessita tratamento posterior, baixa eficiência
 - DBO 30 a 55%
 - SS 20 a 90%
 - O&G 70 a 90%



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-500 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telex: (021) 34333 ABNT - BR
Endereço Telegráfico:
RORUMATEC NCA

Copyright © 1993,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados



		SET 1993	NBR 7229
Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos			
Procedimento			
Origem: Projeto NBR 7229/1992 CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil CE-02:009.07 - Comissão de Estudo de Instalação Predial de Fossas Sépticas NBR 7229 - Project, construction and operation of septic tank systems - Procedure Descriptor: Septic tank Esta Norma substitui a NBR 7229/1982 Válida a partir de 01.11.1993 Incorpora as Erratas de JAN 1994 e nº 2 de SET 1997			
Palavras-chave: Tanque séptico. Fossa séptica			15 páginas

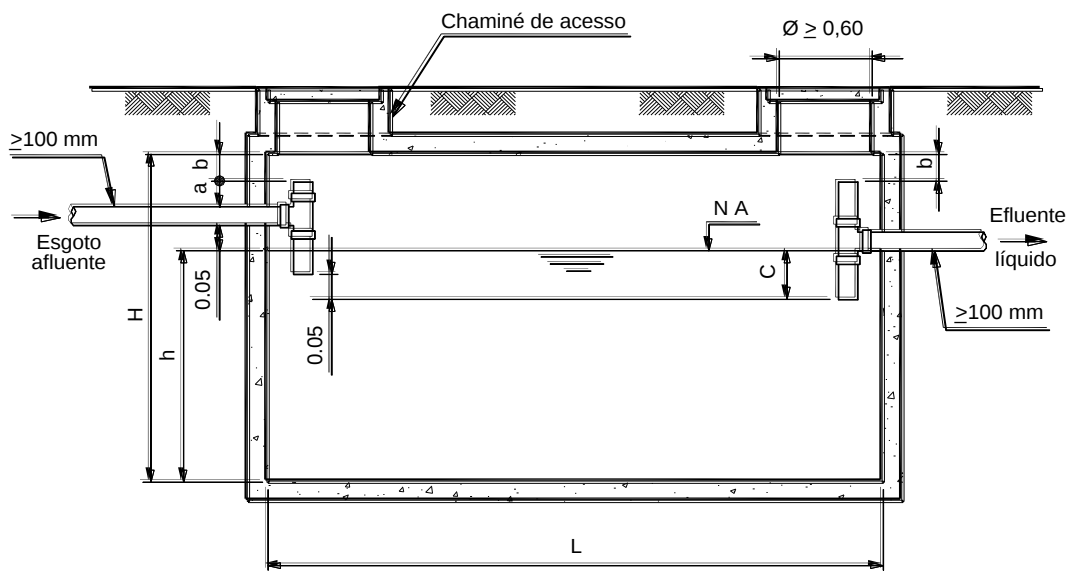
[illegible]

- V = volume útil
- N = nº de contribuintes
- C = contribuição
- T = tempo de detenção hidráulico
- L_f = contribuição de lodo fresco
- K = taxa de acumulação de lodo

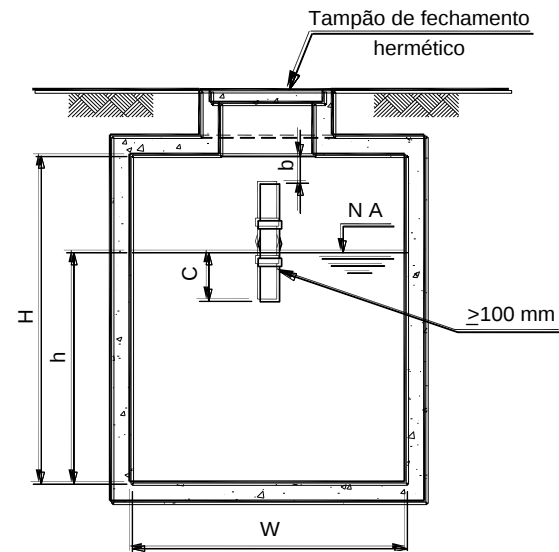
Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

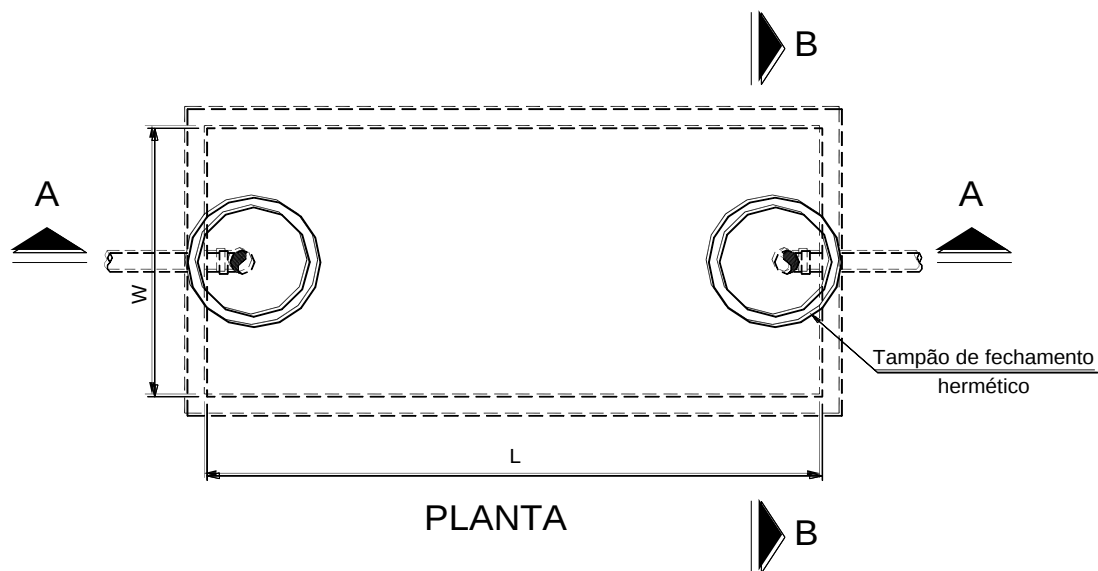
Volume útil (m³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80



CORTE A A



CORTE A / B B



PLANTA

- $a \geq 5 \text{ cm}$
- $b \geq 5 \text{ cm}$
- $c = 1/3 h$
- h = profundidade útil
- H = altura interna total
- L = comprimento interno total
- W = largura interna total ($> 80 \text{ cm}$)
- Relação L / W : entre 2:1 e 4:1

*Dimensões em metros



Tanque Séptico – aspectos constructivos



Tanque Séptico – aspectos constructivos



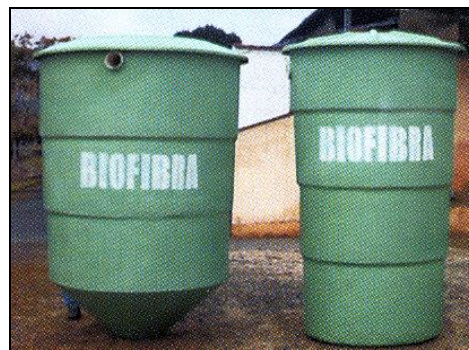
Tanque Séptico – aspectos constructivos



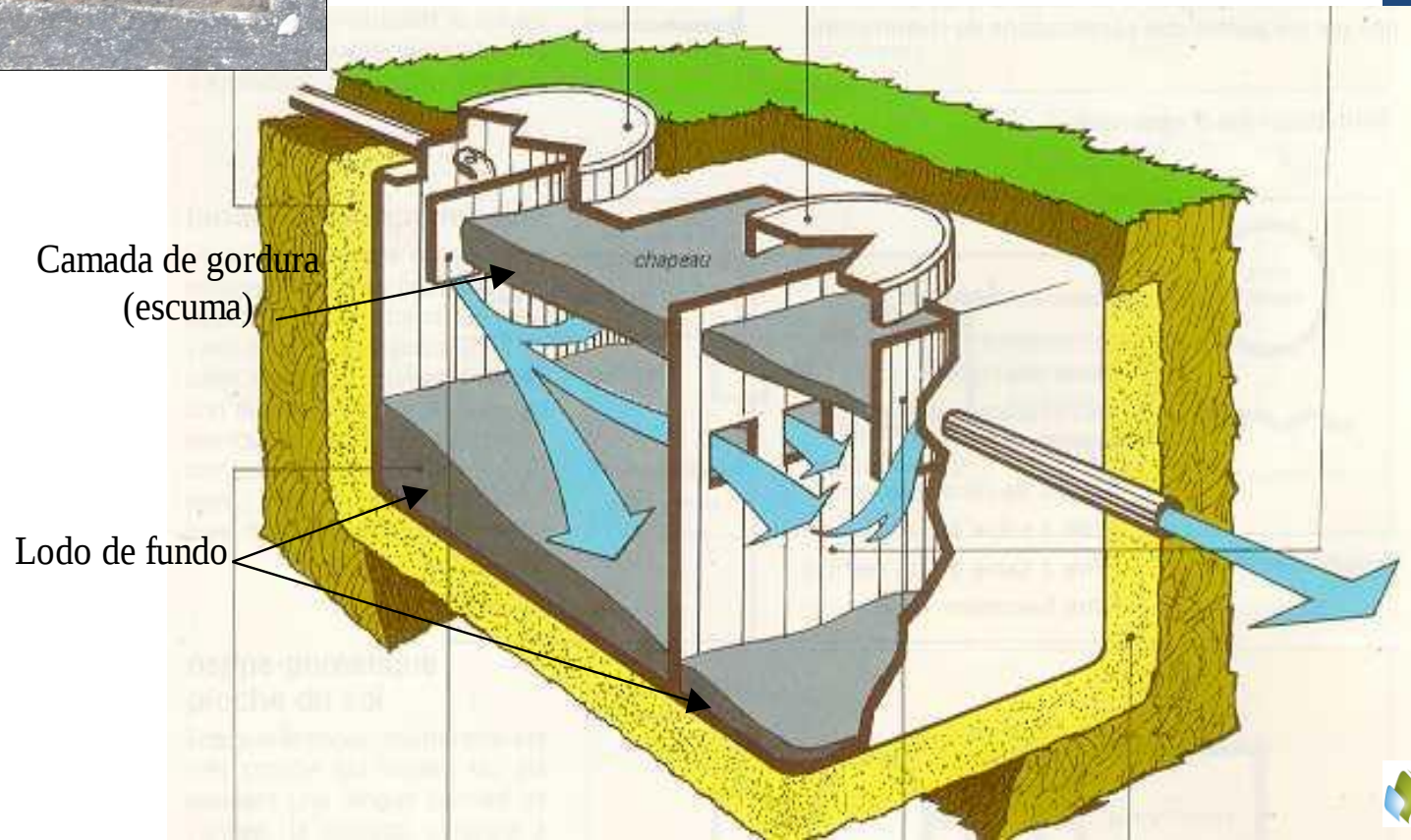
Tanque Séptico – aspectos construtivos



Tanque Séptico – aspectos constructivos

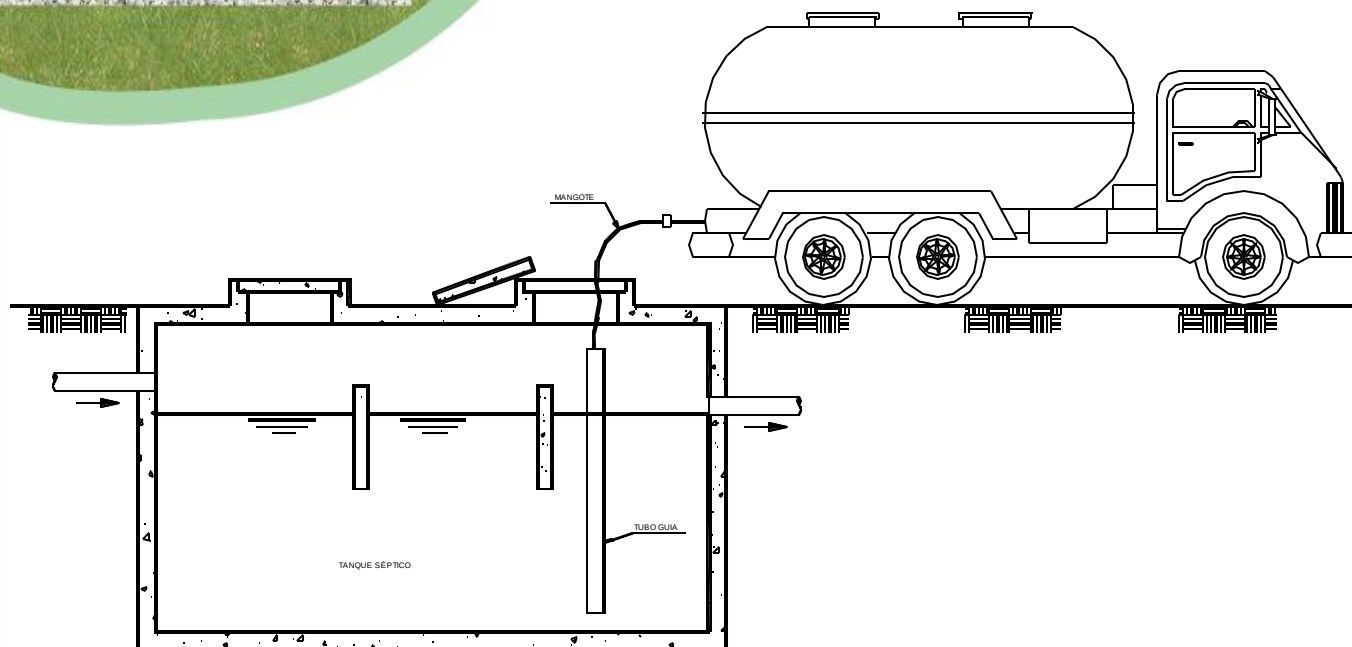


Tanque Séptico – unidades de mercado



Subprodutos de Tanque Séptico – Escuma e Lodo

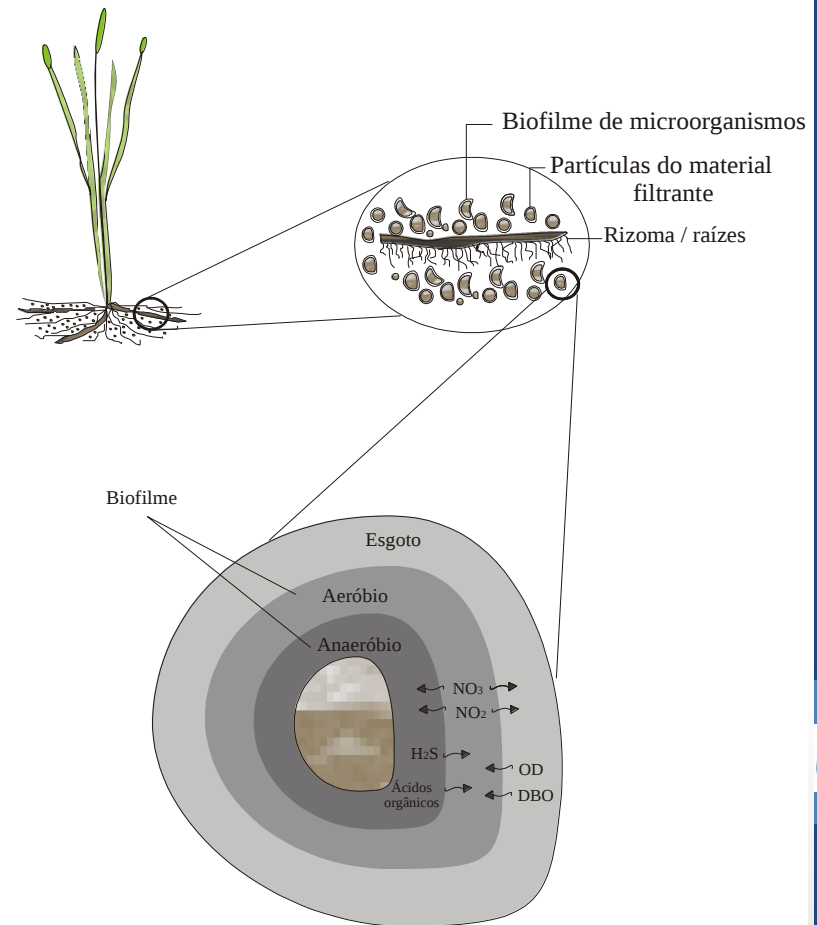
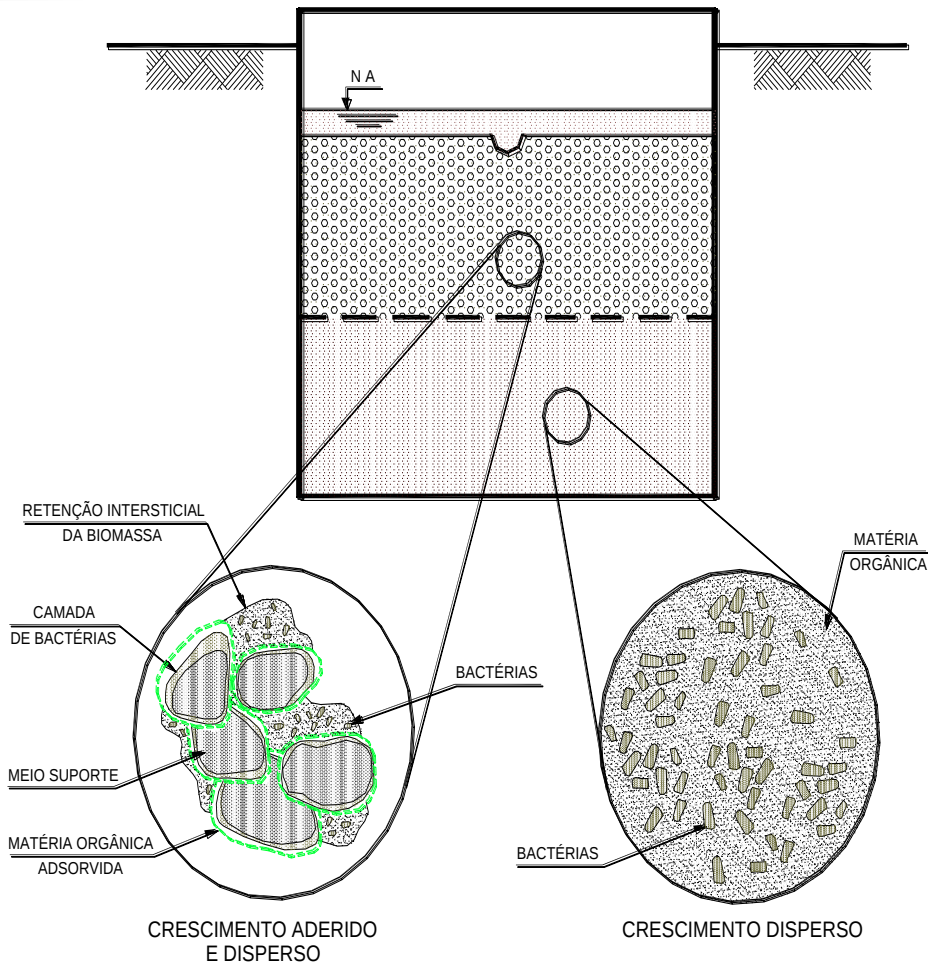
Tanque Séptico



Subproduto de Tanque Séptico - Lodo

Tecnologias aplicáveis

Biomassa Aderida



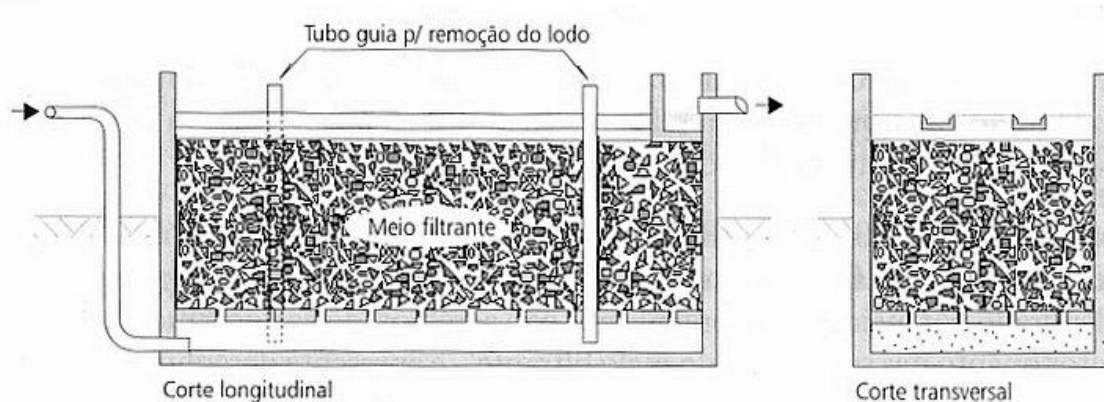
Tecnologias aplicáveis

Biomassa Aderida – Filtro Anaeróbio

NBR 13969/97

% Remoção

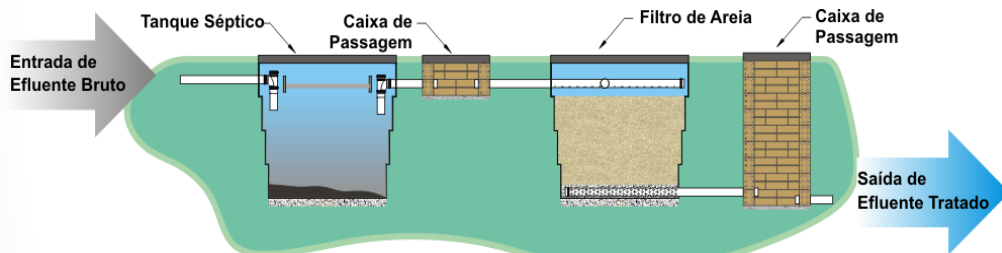
Processo / Parâmetro	Filtro anaeróbio submerso
DBO _{5,20}	40 a 75
DQO	40 a 70
SNF	60 a 90
Sólidos sedimentáveis	70 ou mais
Nitrogênio amoniacal	-
Nitrato	-
Fosfato	20 a 50
Coliformes fecais	-



Tecnologias aplicáveis

- Biomassa Aderida**

Filtro de Areia



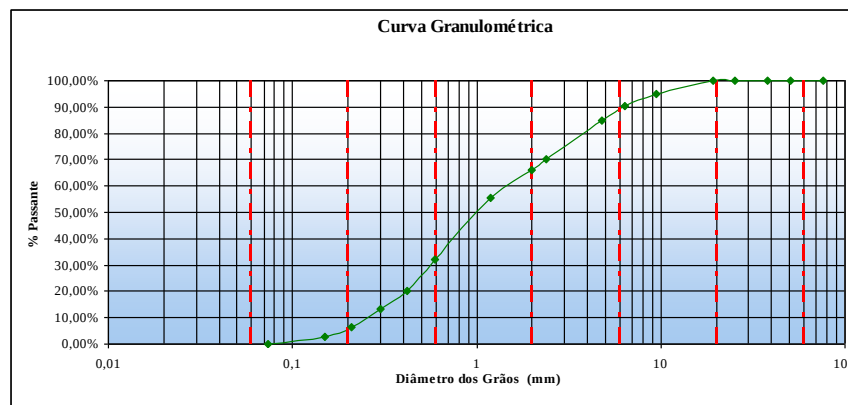
Reduzido controle operacional

Escolha do material filtrante

NBR 13969/97

% Remoção

	Filtro de areia
DBO _{5,20}	50 a 85
DQO	40 a 75
SNF	70 a 95
Sólidos sedimentáveis	100
Nitrogênio amoniacal	50 a 80
Nitrato	30 a 70
Fosfato	30 a 70
Coliformes fecais	99 ou mais



Filtro de Areia



Valas de
infiltração

Poço de
desinfecção

Filtro de areia

Tanque séptico



Filtro de areia – aspectos construtivos



Filtro de areia – aspectos construtivos



Filtro de areia – aspectos construtivos



Filtro de areia – aspectos construtivos

Tecnologias aplicáveis

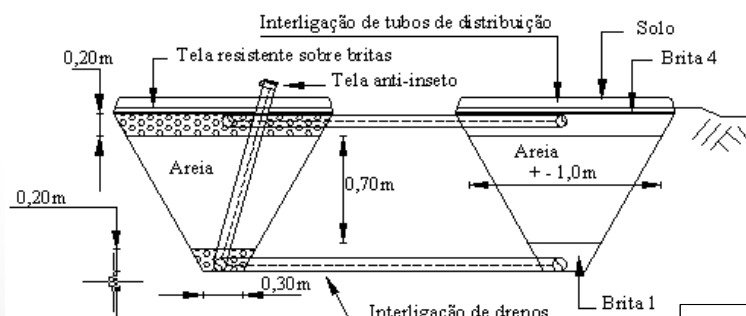
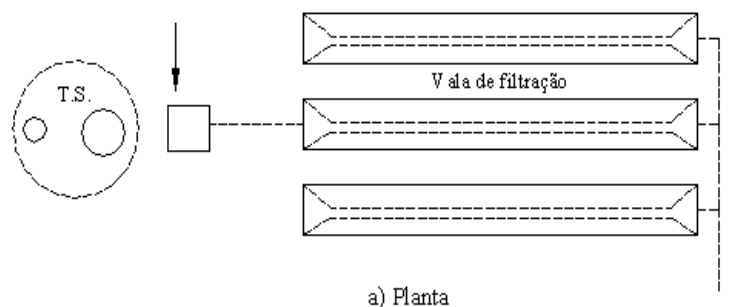
- Biomassa Aderida**

NBR 13969/97

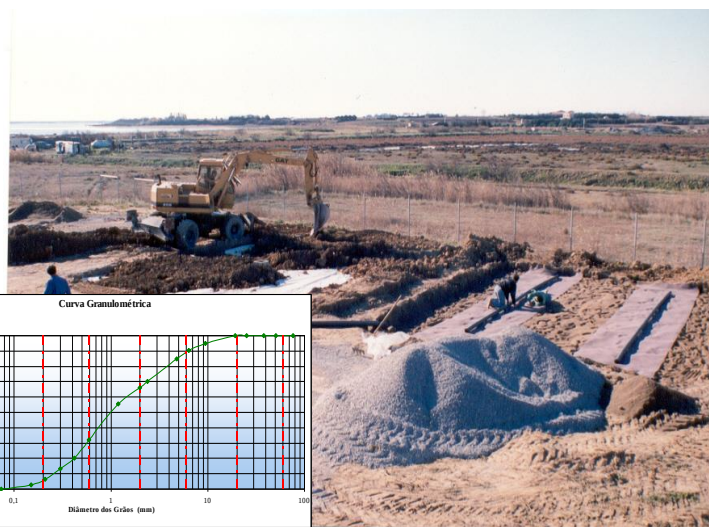
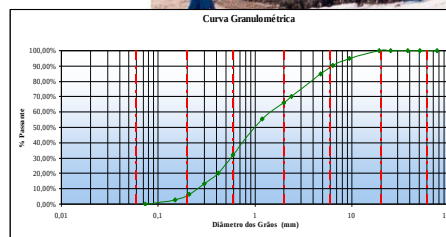
% Remoção

	Vala de filtração
DBO _{5,20}	50 a 80
DQO	40 a 75
SNF	70 a 95
Sólidos sedimentáveis	100
Nitrogênio amoniacal	50 a 80
Nitrato	30 a 70
Fosfato	30 a 70
Coliformes fecais	99,5 ou mais

Vala de Filtração



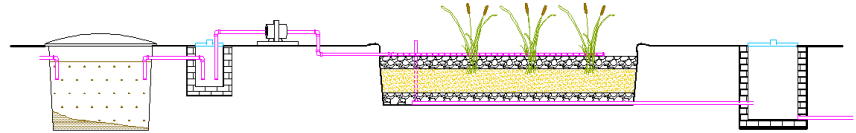
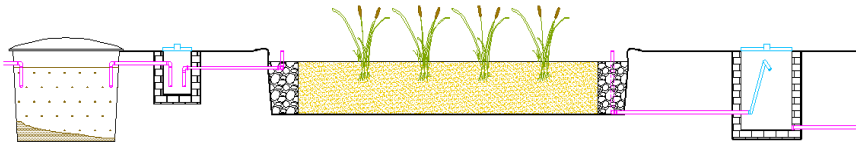
Reduzido controle operacional



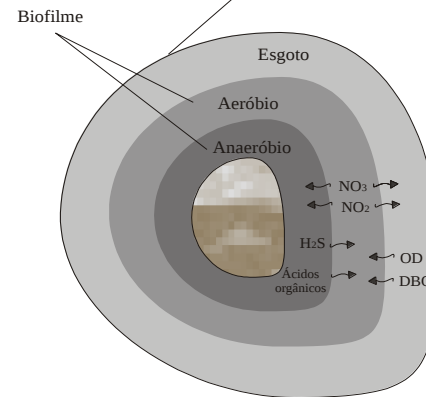
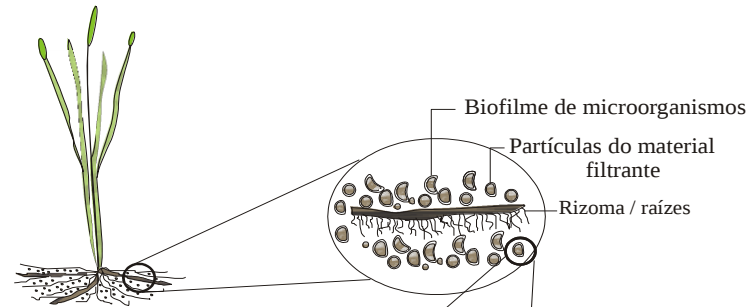
Tecnologias aplicáveis

- Biomassa Aderida**

Wetlands construídos



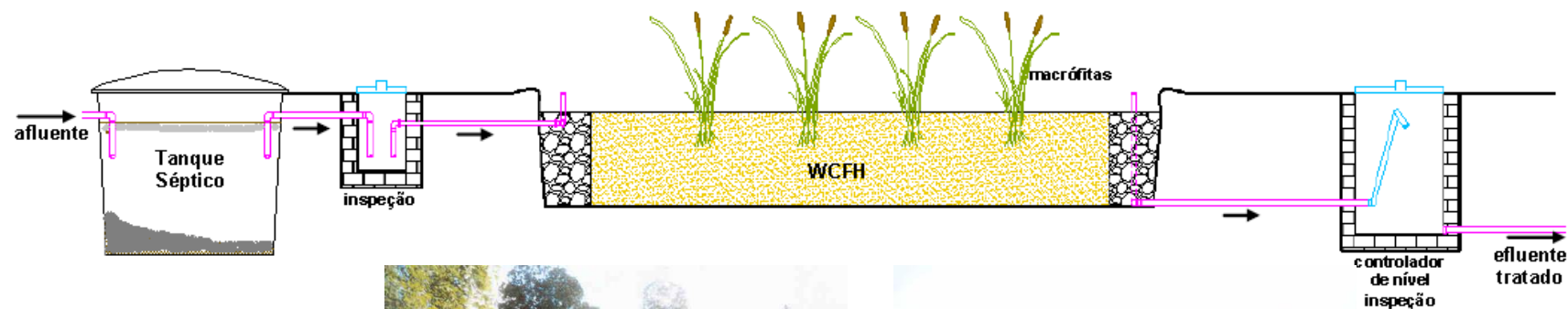
**Reduzido controle
operacional**



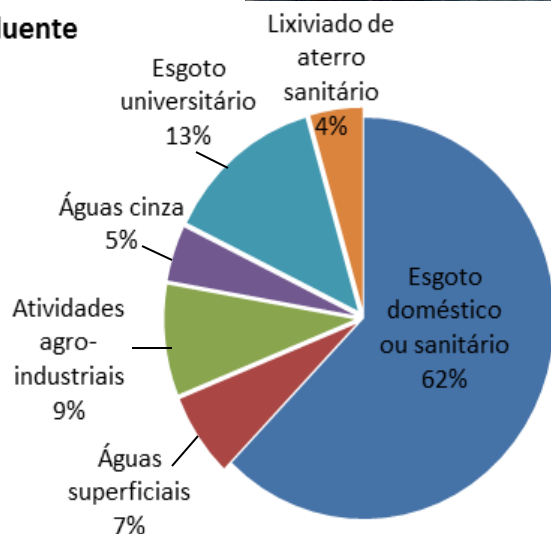
Wetlands Construídos



Desempenho WC Horizontal



Afluente

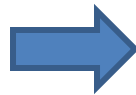


- remoção de 90% de DBO_5 ;
- remoção de 90% de SS;
- remoção de 20% de amônia;
- remoção de 30% de fósforo.

Para relação 2 m²/pessoa

100 trabalhos publicados no BR entre 1999-2011

WC - Horizontal



Agronômica / SC – Brasil
23 anos de operação

Desempenho WC Vertical



Para relação 1,2 m²/pessoa

pH = 6,29 ± 0,35

DQO = 72%

NH₄-N = 78% com nitrificação de 73%

SS = 70% de remoção

Critérios de Sezerino (2006)

Região da Bavária – Alemanha
+ de 3.000 sistemas



WC - Vertical

2.000 pessoas

9 anos de operação
Palhoça / SC



250 pessoas

5 anos de operação
Biguaçu/SC



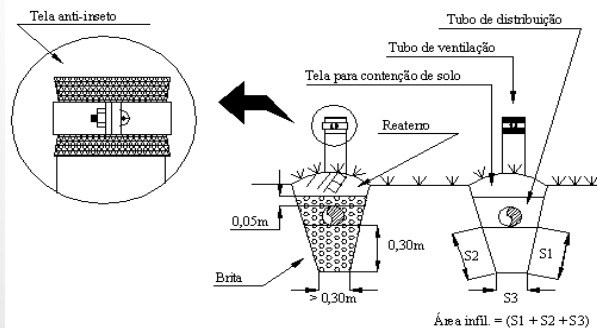
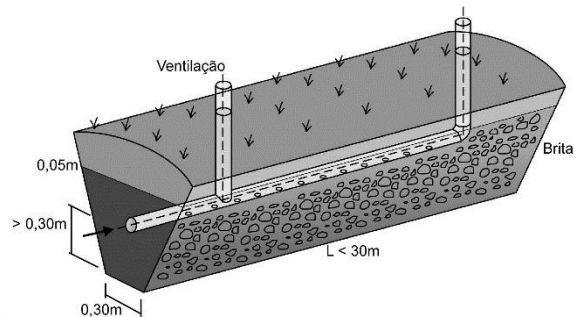
Wetlands construídos



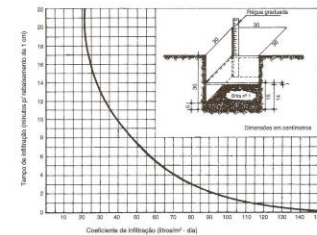
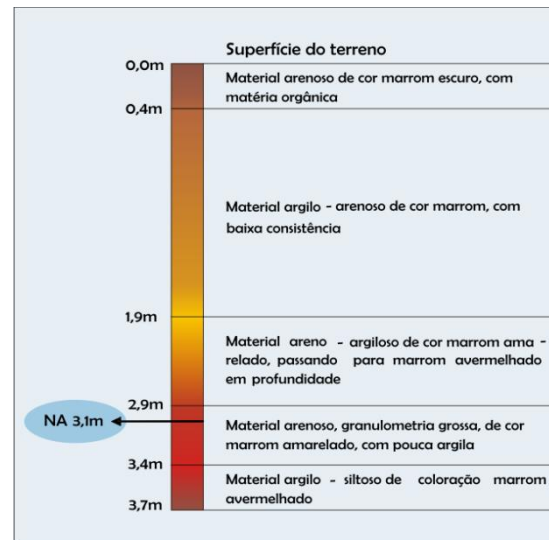
Tecnologias aplicáveis

- **Biomassa Aderida** + **Disposição Final**

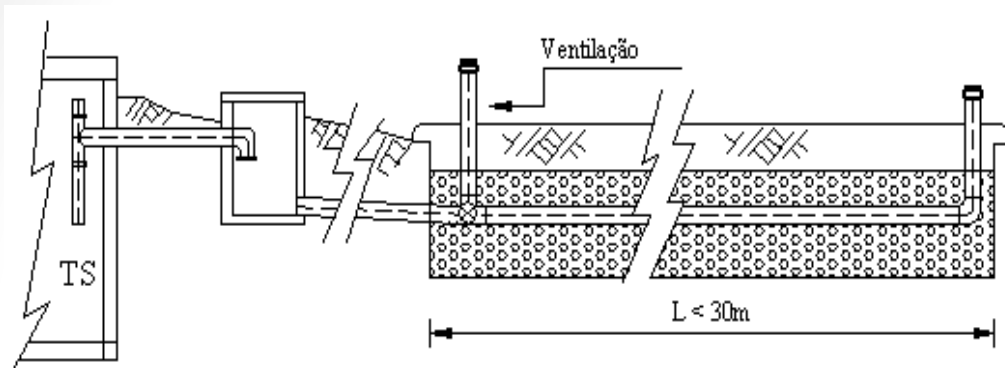
Valas de Infiltração



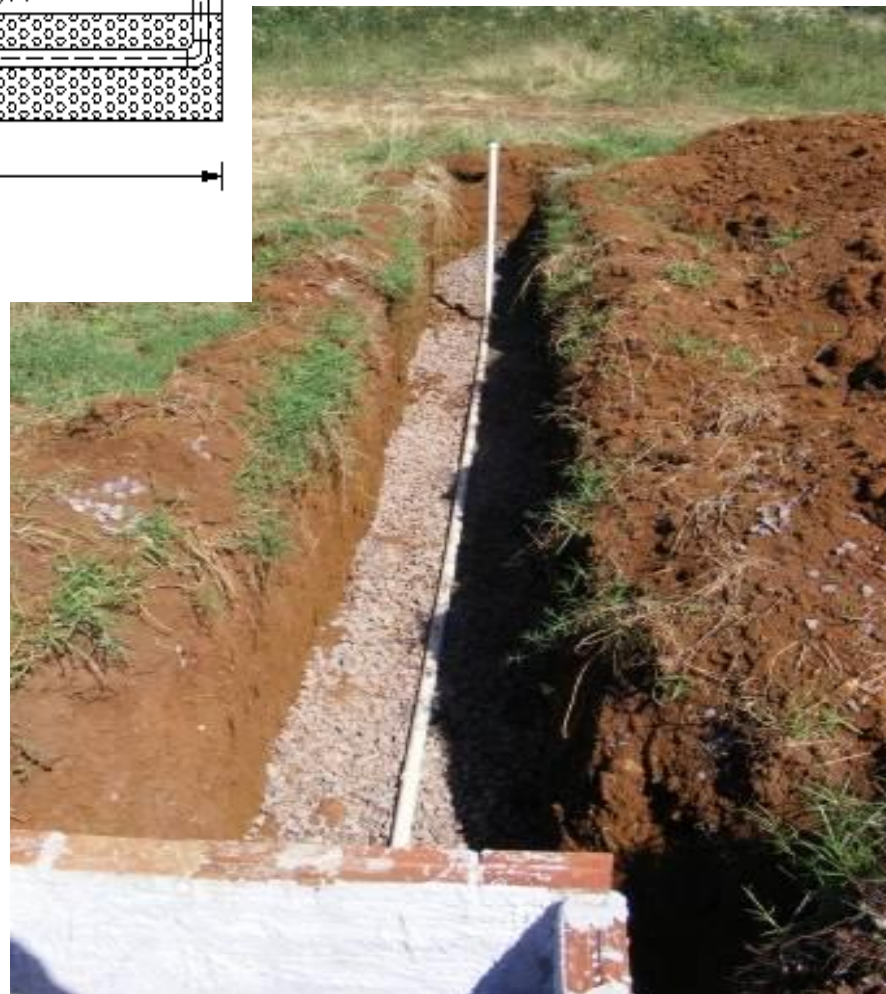
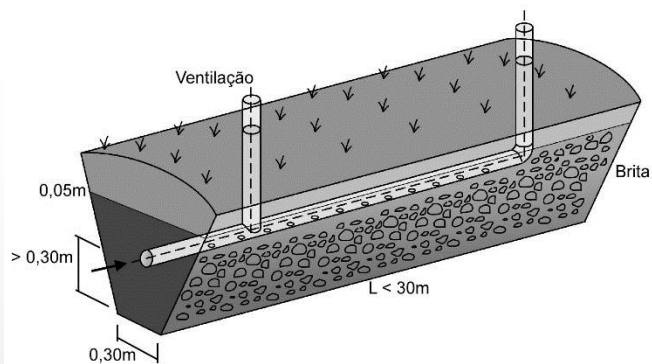
a) Corte transversal



Valas de Infiltração



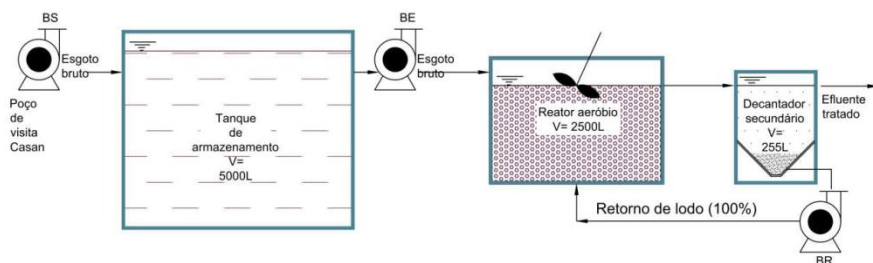
b) Corte longitudinal



Tecnologias aplicáveis

- Biomassa Suspensa**

Lodo Ativado em Batelada - LAB



Reator Sequencial em Batelada – SBR



NBR 13969/97

% Remoção

	LAB
DBO _{5,20}	70 a 95
DQO	60 a 90
SNF	80 a 95
Sólidos sedimentáveis	90 a 100
Nitrogênio amoniacal	60 a 90
Nitrato	30 a 70
Fosfato	50 a 90
Coliformes fecais	-

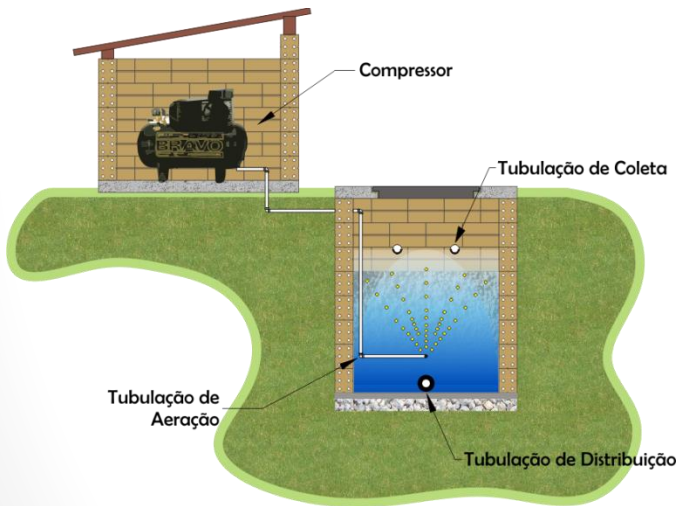
Controle operacional automatizado



Tecnologias aplicáveis

- **Biomassa Aderida**

Biofiltro aeróbio submerso



Controle operacional automatizado

NBR 13969/97

% Remoção

	Filtro aeróbio
DBO_{5,20}	60 a 95
DQO	50 a 80
SNF	80 a 95
Sólidos sedimentáveis	90 ou mais
Nitrogénio amoniacal	30 a 80
Nitrato	30 a 70
Fosfato	30 a 70
Coliformes fecais	-



Tecnologias aplicáveis

- Outras alternativas



Filtro Biológico Percolador



UASB



Lagoas com macrófitas aquáticas

Avaliação comparativa



ABNT - Associação
Brasileira de
Normas Técnicas

Endereço:
Rua do Catete, 101 - 20130-000
Rio de Janeiro, RJ
Tel: (21) 250-2141
Fax: (21) 250-2142
E-mail: atendimento@abnt.org.br
www.abnt.org.br

Copyright © 1997
ABNT - Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Todos os direitos reservados
Tudo ou parte reproduzida

SET 1997 NBR 13969

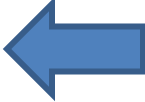
**Tanques sépticos - Unidades de
tratamento complementar e disposição
final dos efluentes líquidos - Projeto,
construção e operação**

Origem: Projeto 02/144-07-002-1996
CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil
CE-02/144-07 - Comissão de Estudo de Instalação Predial de Tanques Sépticos
NBR 13969 - Septic tank - Units for treatment and disposal of liquid effluents -
Project, construction and operation
Descriptor: Septic tank
Válida a partir de 30.10.1997
Palavra-chave: Tanque séptico 80 páginas

**TABELA 2 – Algumas características dos processos de tratamento
(exclui tanque séptico)**

	Filtro anaeróbio	Filtro aeróbio submerso	Filtro de areia	Vala de filtração	LAB	Lagoa com plantas
Área necessária	Reduzida	Reduzida	Média	Média	Média	Média
Operação	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple
Custo operacional	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Baixo
Manutenção	Simple	Simple	Simple	Simple	Mediana complexidade	Simple
Odor/cor no efluente	Sim	Não	Não	Não	Não	Não

Necessidades adicionais relacionadas ao sistema descentralizado de tratamento...

- Gerenciamento do LODO; 
- Serviços especializados de operação de ETE pequeno porte;
- Tarifação destes serviços;
- Controle de qualidade – Operador / órgãos de controle;
- Tendências do uso racional da água;
- **RENOVAÇÃO DE ALVARÁ SANITÁRIO – HABITE-SE!!**

WC APLICÁVEIS AO TRATAMENTO DE LODO



Wetlands em Estação de Tratamento de Lodo de “limpa fossa”



Desentupidora Pires – Palhoça/SC





Obrigado!

Pablo Heleno Sezerino

pablo.sezerino@ufsc.br



GESAD
ENS - UFSC

GRUPO DE ESTUDOS EM
SANEAMENTO DESCENTRALIZADO



Wetlands Brasil