

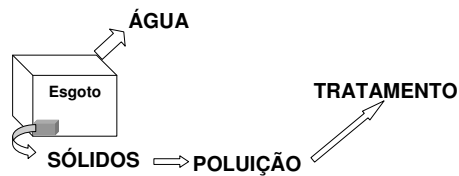
CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTOS

COMPOSIÇÃO

Função dos usos a qual a água é submetida e forma com que são exercidos.

- ⇒ **Variação com o clima**
- ⇒ **Situação social e econômica**
- ⇒ **Hábitos da população**

- ⇒ **Água: 98 – 99,9 %**
- ⇒ **Sólidos: 2 – 0,1 %**



- ⇒ Orgânicos
- ⇒ Inorgânicos
- ⇒ Suspensos
- ⇒ Dissolvidos
- ⇒ Microrganismos

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTOS

Principais Características Físicas dos Esgotos Domésticos

Parâmetro	Descrição
Temperatura	- Ligeiramente superior à da água de abastecimento - Variação conforme as estações (mais estável ar) - Influência na atividade microbiana - Influência na solubilidade dos gases - Influência na viscosidade do líquido
Cor	- Esgoto fresco: ligeiramente cinza - Esgoto séptico: cinza escuro ao preto
Odor	- Esgoto fresco: odor oleoso, relativamente desagradável - Esgoto séptico: odor fétido, devido ao H ₂ S e outros - Despejos industriais: odores característicos
Turbidez	- Causada por uma grande variedade de SS - Esgotos mais frescos ou mais concentrados (+)

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTOS

Principais Características Químicas dos Esgotos Domésticos

Parâmetro	Descrição
Sólidos totais	Orgânicos e inorgânicos: suspenso e dissolvidos; sedimentáveis
• Em suspensão	- Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que não são filtráveis
- Fixos	- Componentes minerais inertes dos sólidos em suspensão
- Voláteis	- Componentes orgânicos dos sólidos em suspensão
• Dissolvidos	- Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que são filtráveis
- Fixos	- Componentes minerais inertes dos sólidos dissolvidos
- Voláteis	- Componentes orgânicos dos sólidos dissolvidos
• Sedimentáveis	- Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que sedimentam em 1 hora no cone Imhoff.
Matéria Orgânica	Mistura heterogênea de diversos compostos orgânicos: proteínas, carboidratos e lipídios
• DBO ₅	- Está associada a fração biodegradável dos componentes orgânicos carbonáceos. Medida do oxigênio consumido após 5 dias pelos microrganismos na estabilização bioquímica da matéria orgânica
• DQO	- Representa a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar quimicamente a matéria orgânica carbonácea. Utiliza fortes agentes oxidantes em condições ácidas
• DBO _u	- Representa o consumo total de oxigênio, ao final de vários dias, requeridos pelos microrganismos para a estabilização bioquímica

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTOS

Principais Características Químicas dos Esgotos Domésticos

Parâmetro	Descrição
Nitrogênio Total	Inclui o nitrogênio orgânico e amônia (NTK), nitrito e nitrato.
• Nitrogênio orgânico	- Nitrogênio na forma de proteínas, aminoácidos e uréia.
• Amônia	- Produzida como primeiro estágio da decomposição do N orgânico
• Nitrito	- Estágio intermediário da oxidação da amônia.
• Nitrato	- Produto final da oxidação da amônia.
Fósforo Total	Forma orgânica e inorgânica.
• Fósforo orgânico	- Combinado à matéria orgânica
• Fósforo inorgânico	- Ortofosfato e polifosfatos.
pH	Indicador das características ácidas ou básicas do esgoto.
Alcalinidade	Indicador da capacidade tampão do meio (resistência às variações do pH). Devido a presença de bicarbonatos, carbonatos e íon hidroxila.
Cloretos	Proveniente da água de abastecimento e dos dejetos humanos.
Óleos e graxas	Fração da matéria orgânica solúvel em hexanos..

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTOS

Principais Características Biológicas dos Esgotos Domésticos

Microrganismos	Descrição
Bactérias	<ul style="list-style-type: none"> - Organismos protistas unicelulares - Apresentam-se em várias formas e tamanhos - São os principais responsáveis pela estabilização da matéria orgânica
Fungos	<ul style="list-style-type: none"> - Organismos aeróbios, multicelulares, não fotossintéticos, heterotróficos - Também de grande importância na decomposição da MO - Podem crescer em condição de baixo pH.
Protozoários	<ul style="list-style-type: none"> - Organismos unicelulares sem parede celular - A maioria é aeróbia ou facultativa - Alimentam-se de bactérias, algas e outros microrganismos - São essenciais no tratamento biológico para a manutenção de um equilíbrio entre os diversos grupos - Alguns são patogênicos
Vírus	<ul style="list-style-type: none"> - Organismos parasitas, formados pela associação de material genético (DNA ou RNA) e uma carapaça proteica - Causam doenças e podem ser de difícil remoção no tratamento da água ou esgoto..
Helmintos	<ul style="list-style-type: none"> - Animais superiores - Ovos de helmintos presentes nos esgotos podem causar doenças

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTO

Características químicas dos esgotos domésticos brutos

Parâmetro	CPC (g/hab.d)		Concentração (mg/L)	
	Faixa	Típico	Faixa	Típico
Sólidos totais	120–220	180	700–1350	1000
• Em suspensão	35–70	60	200–450	400
Fixos	7–14	10	40–100	80
Voláteis	25–60	50	165–350	320
• Dissolvidos	85–150	120	500–900	700
Fixos	50–90	70	300–550	400
Voláteis	35–60	50	200–350	300
• Sedimentáveis	–	–	10–20	15
Matéria Orgânica				
• DBO ₅	40–60	50	200–500	350
• DQO	80–130	100	400–800	700
• DBO _u	60–90	75	350–600	500

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTOS

Características químicas dos esgotos domésticos brutos

Parâmetro	CPC (g/hab.d)		Concentração (mg/L)	
	Faixa	Típico	Faixa	Típico
Nitrogênio total	6,0–112,0	8,0	35–70	50
• Nitrogênio orgânico	2,5–5,0	3,5	15–30	20
• Amônia	3,5–7,0	4,5	20–40	30
• Nitrito	≈0	≈0	≈0	≈0
• Nitrato	0,0–0,5	≈0	0–2	≈0
Fósforo	1,0–4,5	2,5	5–25	14
• Fósforo orgânico	0,3–1,5	0,8	2–8	4
• Fósforo inorgânico	0,7–3,0	1,7	4–17	10
pH	–	–	6,7–7,5	7,0
Alcalinidade (mgCaCO ₃ /L)	20–30	25	20–50	35
Cloretos	4–8	6	20–50	35
Óleos e graxas	10–30	20	55–170	110

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTO

Microrganismos presentes nos esgotos domésticos brutos

Microorganismo	CPC (org/hab.d)	Concentração (org/100 mL)
Bactérias totais	10 ¹² –10 ¹³	10 ⁹ –10 ¹⁰
Coliformes totais	10 ⁹ –10 ¹²	10 ⁶ –10 ⁹
Coliformes fecais	10 ⁸ –10 ¹¹	10 ⁵ –10 ⁸
Estreptococos fecais	10 ⁸ –10 ⁹	10 ⁵ –10 ⁶
Cistos de protozoários	<10 ⁶	<10 ³
Ovos de helmintos	<10 ⁶	<10 ³
Vírus	10 ⁵ –10 ⁷	10 ² –10 ⁴

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTOS

RELAÇÕES DIMENSIONAIS ENTRE CARGA E CONCENTRAÇÃO

$$CP = C.Q$$

⇒ **EXEMPLO 1:** Os habitantes de uma cidade geram uma carga per capita de DBO de 54 g/hab.d, e uma contribuição per capita de esgotos de 180 L/hab.d. Calcular a concentração de DBO nos esgotos.

⇒ **EXEMPLO 2:** Calcular a carga de nitrogênio total afluente a uma ETE, sendo dados:

Concentração de nitrogênio= 45 mg/L Vazão: 50 L/s

⇒ **EXEMPLO 3:** Qual a carga poluidora diária e "per capita" para o esgoto doméstico de uma cidade, admitindo-se os seguintes dados:

População: 10.000 habitantes

Contribuição per capita de esgoto: 130 L/hab.dia

Concentração de DBO: 300 mg/L (g/m³)

⇒ **EXEMPLO 4:** Qual a carga poluidora diária e "per capita" do esgoto doméstico de uma cidade, admitindo-se os seguintes dados;

População: 50.000 habitantes

padrão alto: 20 %

padrão médio: 30 %

padrão baixo: 50 %

Concentração de DBO no esgoto: 300 mg/L (g/m³)

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS ESGOTO

EQUIVALENTE POPULACIONAL (EP)

Equivalência entre o potencial poluidor de uma indústria (comumente em termos de matéria orgânica) e uma determinada população, a qual produz essa mesma carga poluidora.

$$EP = \frac{\text{c arg a de DBO da indústria (kg / d)}}{\text{CPC de DBO (kg / hab.d)}} \quad (\text{hab})$$

Geralmente utiliza-se CPC = 54 g DBO/hab.d

⇒ **EXEMPLO 5:** Calcular o equivalente populacional de uma indústria que possui os seguintes dados:

Vazão de efluentes: 120 m³/d

Concentração de DBO: 2000 mg/L

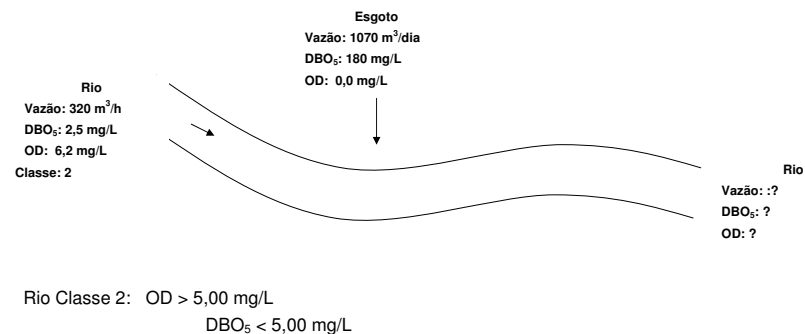
⇒ **EXEMPLO 6:** Calcular o equivalente populacional de uma indústria que possui os seguintes dados:

Vazão de efluentes: 5 L/s (considere que a indústria opere um processo contínuo)

Concentração de DBO: 3200 g/m³

IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS

⇒ Capacidade de Autodepuração



- Qual a carga orgânica presente no esgoto?
- Analise a situação do rio após o lançamento do esgoto.
- Qual a solução para a situação?

IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS

EXERCÍCIO

Em uma pequena comunidade não existe estação de tratamento de esgotos. Para atender à implantação de um restaurante em um parque municipal, a secretaria de meio ambiente do município encarregou você de fazer os estudos da necessidade de tratamento dos efluentes deste restaurante, considerando como parâmetro de decisão a Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (índice de concentração de matéria orgânica presente num volume de água e, por consequência, um indicativo dos seus efeitos na poluição). Como você sabe, a DBO é dada em mg/L, ou seja, o número de miligramas indica a quantidade necessária de oxigênio para que bioquimicamente seja estabilizada a matéria orgânica presente em um litro de esgoto. Ao analisar o projeto, você estudou dados referentes ao restaurante e ao córrego onde se deseja depositar o efluente desse restaurante, como descrito no quadro abaixo.

Dados/Informações Técnicas

Quanto ao restaurante:

- irá servir 500 refeições diárias;
- terá uma contribuição diária de despejos de 25 L / refeição;
- a DBO do seu efluente é de 300 mg /L.

Quanto ao córrego onde se deseja depositar o efluente desse restaurante:

- apresenta uma vazão crítica de 40 L / s;
- apresenta DBO admissível de 10 mg/L;
- apresenta DBO real de 9,6 mg/L.

Diante dos resultados dos estudos que você apresentou ao secretário do meio ambiente, ele lhe fez as seguintes solicitações:

- explique a necessidade de tratamento dos efluentes do restaurante considerando a DBO como parâmetro de decisão
- indique qual será a redução de DBO, em mg / l, necessária para adequação do efluente às condições do córrego.

IMPACTOS DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS

Exercício

Preocupada com o estado de contaminação de um arroio que corta um bairro estritamente residencial da cidade, devido a ligações clandestinas de esgotos domésticos, a administração de um certo município contratou a sua empresa para fazer um estudo sobre as condições desse curso de água.

Informações disponíveis no órgão ambiental indicaram que o curso de água tem uma bacia de contribuição de 2 km², uma vazão mínima específica de 10 L/s/km², e que o arroio, naturalmente, tem uma DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) de 4 mg/L.

Para a realização do estudo, você solicitou que fosse realizado um exame de uma amostra de água, que deveria ser colhida do arroio, em época de seca (período de estiagem). O resultado desse exame indicou uma DBO de 54 mg/L.

Pesquisando na bibliografia referente ao assunto, você encontrou as seguintes informações:

- para um esgoto doméstico, a DBO considerada é de 300 mg/L;
 - no local do estudo, a contribuição de esgotos adotada para uma pessoa é 100L/dia.
- a) Qual a vazão mínima do arroio, em época de seca, sem o afluxo de nenhuma vazão de esgoto?
 - b) Qual a quantidade de oxigênio demandada pelo curso de água, em kg, no transcurso de um dia, considerando-se o exame realizado?
 - c) Que parcela da quantidade de oxigênio demandada, em kg, no transcurso de um dia, pode ser atribuída à contaminação por esgoto clandestino?
 - d) Qual a quantidade de pessoas cujos dejetos estão contribuindo para a contaminação do arroio?

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

ESGOTOS SANITÁRIOS - TRATAMENTO

OBJETIVO

- ⇒ **Remoção da Matéria Orgânica**
- ⇒ **Remoção de Sólidos em Suspensão**
- ⇒ **Remoção de Organismos Patogênicos**
- ⇒ **Remoção de Nutrientes (N, P)**

DEFINIÇÃO DA EFICIÊNCIA

- ⇒ **Capacidade de Auto-depuração do Corpo Receptor**
- ⇒ **Atendimento à Legislação**
 - ⇒ padrões de qualidade associados às características que devem ser respeitadas no corpo receptor;
 - ⇒ padrões de emissão relativos às características do efluente para possível lançamento no corpo receptor
- ⇒ **Diretrizes Básicas**
 - ⇒ remoção mínima de 80 % DBO
 - ⇒ DBO inferior a 60 mg/L
 - ⇒ outros limites (s. suspensos, NMP de coliformes, etc.)

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

ESGOTOS SANITÁRIOS - TRATAMENTO

INTRODUÇÃO

Níveis de Tratamento de Águas Residuárias

Item Nível	Poluentes Removidos	Eficiência de Remoção	Tipo de Tratamento	Cumprimento Padrão de Lançamento
Preliminar	Sólidos Grosseiros	-	Físico	Não
Primário	- Sólidos Sedimentáveis - Matéria Orgânica (sed)	- S.S.:60 – 70 % - M.O.:30 – 40 % - Patogênicos: 30 – 40 %	Físico	Não
Secundário	- Sólidos não Sedimentáveis - M. O. não Sedimentável - Eventualmente Nutrientes	- S.S.:60 – 99 % - M.O.:60 – 99 % - Patogênicos: 60 – 99 %	Biológico	Usualmente Sim
Terciário	Nutrientes Patogênicos	Refinamento do efluente	Físico Biológico Químico	Sim

M.O.: Matéria Orgânica

SS: Sólidos em suspensão

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

ESGOTOS SANITÁRIOS - TRATAMENTO

INTRODUÇÃO

Depuração das cargas poluidoras presentes nas águas residuárias, pela ação bioquímica de organismos vivos, através de condições controladas e otimizadas de processo.

- ⇒ **Principais Organismos**
 - √ Bactérias ⇒ Algas
 - √ Protozoários ⇒ Vermes
 - √ Fungos
- ⇒ **Classificação dos Organismos**
 - √ Seres autótrofos: CO₂
 - √ Seres heterótrofos: matéria orgânica
 - √ Seres fototróficos: energia luminosa
 - √ Seres quimiótrofos: energia de reações químicas

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

ESGOTOS SANITÁRIOS - TRATAMENTO

Classificação Geral dos Organismos

Classificação	Fonte de energia	Fonte de carbono	Organismos representativos
Fotoautótrofos	Luz	CO ₂	Plantas superiores, algas, bactérias fotossintéticas
Fotoheterótrofos	Luz	Matéria orgânica	Bactérias fotossintéticas
Quimioautótrofos	Matéria inorgânica	CO ₂	Bactérias
Quimioheterótrofos	Matéria orgânica	Matéria orgânica	Bactérias, fungos, protozoários e animais

⇒ Metabolismo bacteriano

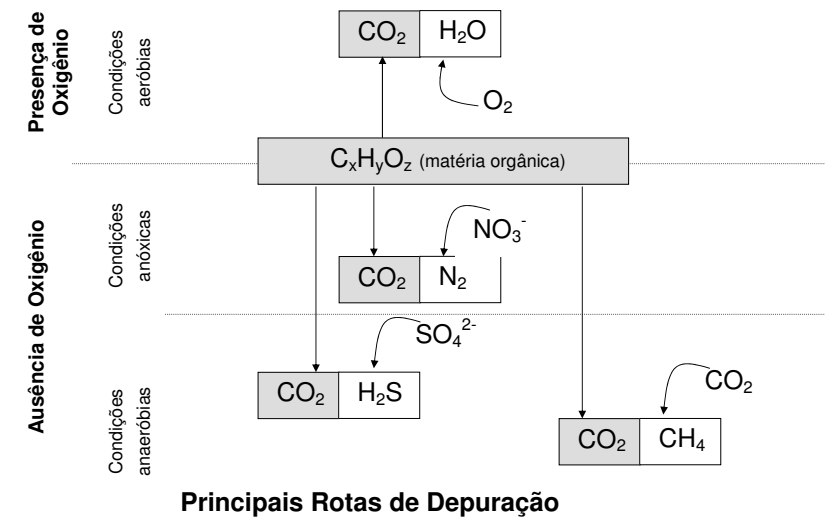
- Catabolismo: produção de energia
- Anabolismo: formação de massa celular

⇒ Condições do Metabolismo

- Aeróbias: presença de oxigênio molecular
- Anaeróbias: ausência do oxigênio molecular
- Anóxicas: presença de nitrato

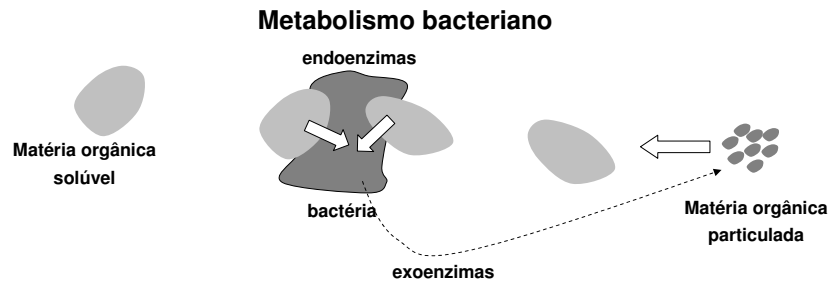
ESGOTOS SANITÁRIOS – PROCESSOS BIOLÓGICOS

INTRODUÇÃO



ESGOTOS SANITÁRIOS – PROCESSOS BIOLÓGICOS

PROCESSOS DE CONVERSÃO

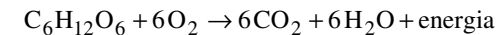


- ⇒ Processo catabólico: fonte de energia
- ⇒ Processo anabólico: síntese de massa celular:
 - aeróbio 67%
 - anaeróbio 3%

ESGOTOS SANITÁRIOS – PROCESSOS BIOLÓGICOS

PROCESSOS DE CONVERSÃO

⇒ Conversão aeróbia



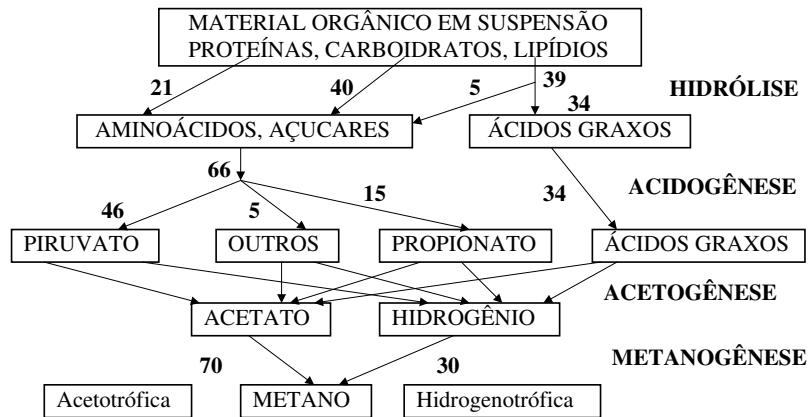
⇒ Suprimento de oxigênio

- ⇒ natural
- ⇒ mecânica

ESGOTOS SANITÁRIOS – PROCESSOS BIOLÓGICOS

PROCESSOS DE CONVERSÃO

⇒ Conversão Anaeróbia



Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

ESGOTOS SANITÁRIOS – PROCESSOS BIOLÓGICOS

TRATAMENTOS

Tratamento de Águas Residuárias

Tipo de Tratamento	Processo predominante
disposição no solo	aeróbio e anaeróbio
lagos facultativas	
sistemas de lagoas tipo australiano	
lagoa aerada + lagoa de sedimentação	
lodos ativados convencionais	aeróbio
lodos ativados (aeração prolongada)	
lodos ativados em reator do tipo batelada	
filtro biológico aerado	
reator aeróbio de leito fluidizado	
reator anaeróbio de batelada	anaeróbio
decanto-digestor + filtro anaeróbio	anaeróbio
reator anaeróbio de manta de lodo	anaeróbio
reator anaeróbio de leito fluidizado/expandido	anaeróbio

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS

TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

PRINCIPAIS MECANISMOS DE REMOÇÃO DE POLUENTES

Poluente	Dimensões	Principais mecanismos de remoção	
Sólidos	> 1 cm	Gradeamento	Retenção de sólidos grosseiros com dimensões superiores ao espaçamento entre as barras
	> 0,001 cm	Sedimentação	Separação de partículas com densidade superior à do esgoto
	< 0,001 cm	Adsorção	Retenção na superfície de aglomerados de bactérias ou biomassa
M. Orgânica	> 0,001 cm	Sedimentação	Separação de partículas com densidade superior à do esgoto
		Adsorção	Retenção na superfície de aglomerados de bactérias ou biomassa
		Estabilização	Utilização pelas bactérias como alimento, com a conversão a gases, águas e outros
Patogênicos		Radiação UV	Radiação solar ou artificial
		Cond. adversas	Temperatura, pH, falta de alimento, competição com outras espécies
		Desinfecção	Adição de agente desinfetante, como o cloro

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais – UFSM/CT/HDS