

O MAIOR
EVENTO DE
SANEAMENTO
DA AMÉRICA
LATINA



18 A 20
SETEMBRO 2018
EXPO CENTER
NORTE
SÃO PAULO - SP

9555 (TRATAMENTO DE ESGOTOS E EFLUENTES)

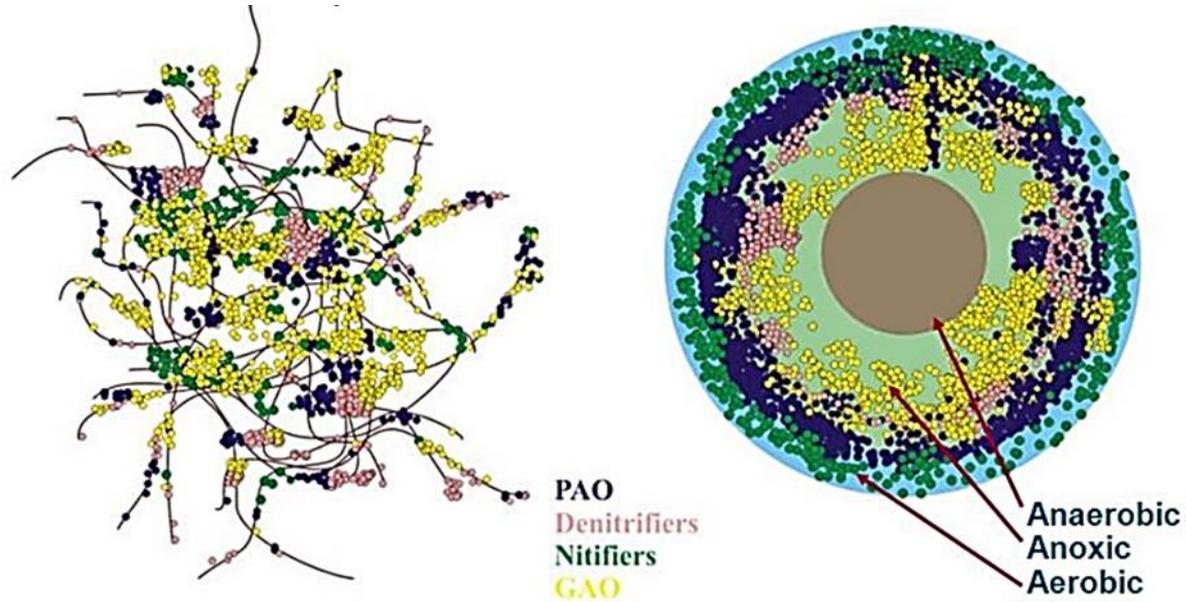
**REATOR COM LODO GRANULAR AERÓBIO: SOLUÇÃO PARA
TRATAMENTO DE ESGOTO NO BRASIL?**

Andrei Rosental Buarque de Gusmão – andrei.gusmao@usp.br

N.R. Guimarães, F. Campos, F. C. Maia, R. P. Piveli

Escola Politécnica da USP– Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental

O que é o lodo granular aeróbico (LGA)?



Fonte: Winkler *et al* (2013)

O que é o lodo granular aeróbio (LGA)?



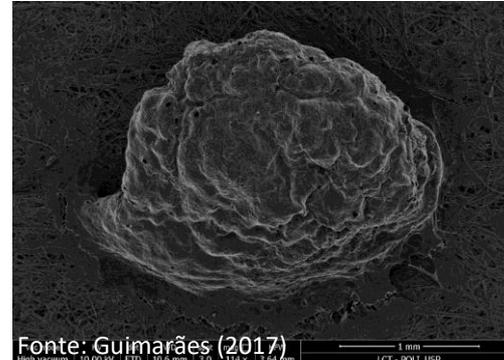
Fonte: Tavares (2017)



Fonte: Guimarães (2017)



Fonte: Sandoval (2017)



Fonte: Guimarães (2017)

Floco de Lodo Ativado

Lodo Granular Aeróbio

8-10 m/h



Velocidade de Sedimentação



30-90 m/h

< 0,2 mm



Tamanho da Partícula



0,2-6 mm

Flocos leves



Estrutura da partícula



Agregados densos e compactos

Não possui gradiente de difusão



Gradientes de Difusão



Forte gradiente de difusão

$IVL_5 \neq IVL_{30}$



Índice Volumétrico do Lodo



$IVL_5 \approx IVL_{30}$

Quais as vantagens do processo?

- Elevada retenção de biomassa
- Não necessita de meio suporte
- Melhor resistência a choque de carga e substâncias tóxicas
- Remoção simultânea de N, P e matéria orgânica
- Excelente sedimentabilidade
- Estrutura microbiana regular, compacta e mais forte
- Redução dos custos de operação entre 20 e 25 %, de demandas energéticas entre 23 e 40 % e de áreas requeridas entre 50 e 75 %
- Lodo com boas características de desidratação

E as desvantagens?

- Dificuldades na estabilidade da granulação
- Concentrações baixas de fósforo e elevadas de óleos e graxas
- Lixiviado de aterros sanitários (menor razão DQO/N)
- Maior nível de automação
- Maior desconhecimento do processo aplicado em países de clima tropical

Histórico

- 1991 – Primeiro relato na literatura. Desenvolvido em um reator de fluxo contínuo (MISHIMA e NAKAMURA)
- 1993 – Início das pesquisas na Universidade de Tecnologia de Delft
- 1997 – Primeiro relato de granulação estável. Desenvolvido em um reator em batelada (MORGENROTH *et al*)

A Royal HaskoningDHV em colaboração com a Universidade de Delft, desenvolveram o processo para aplicação comercial: tecnologia Nereda[®]

ETEs no mundo

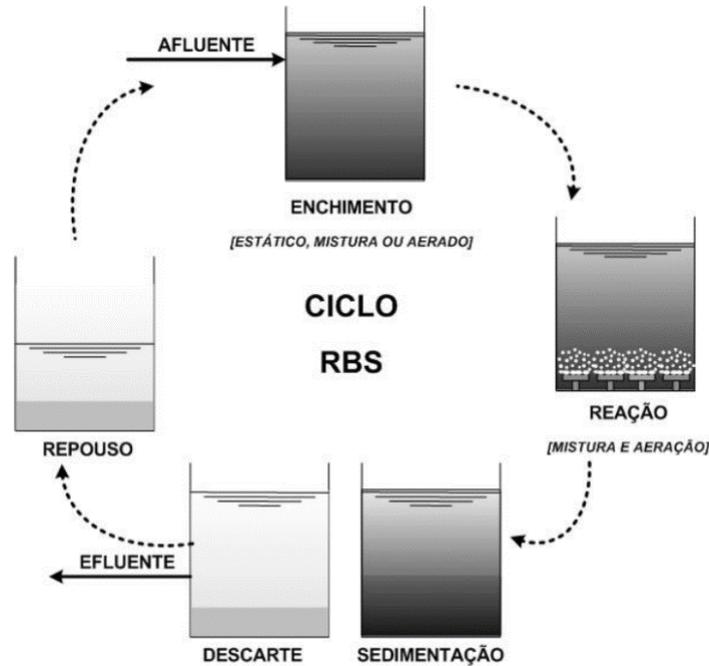
- 2005 – 1ª ETE em escala real (Ede, Holanda)
- 2018 – 42 ETEs municipais em operação, construção ou projeto - Austrália (1), Estados Unidos (1), Brasil (8), África do Sul (3), França (1), Irlanda (4), Polônia (1), Portugal (2), Suécia (1), Suíça (2), Holanda (8) e Reino Unido (10)

<https://www.royalhaskoningdhv.com/en-gb/nereda/nereda-wastewater-treatment-plants>

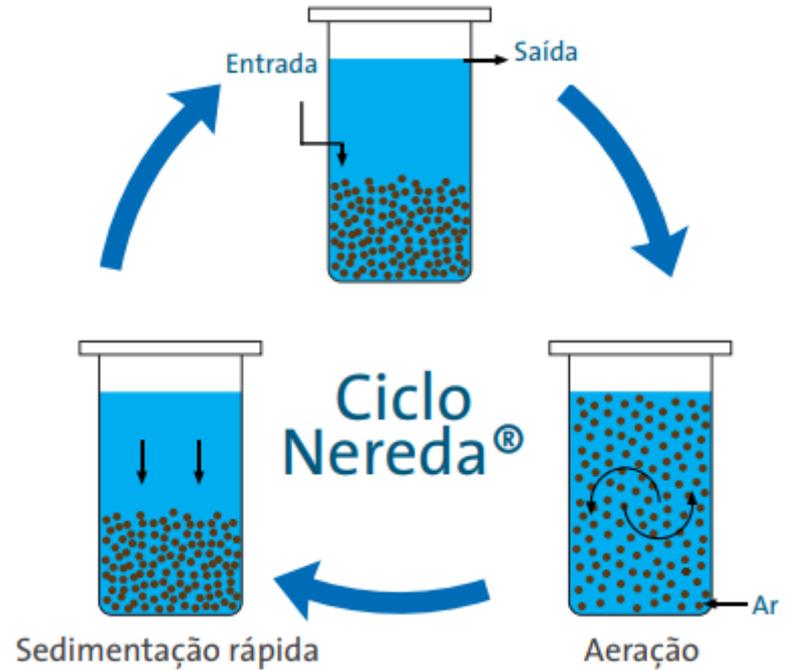
Reatores Nereda[®]



Etapas operacionais de um reator com LGA



Fonte: Tavares (2017)

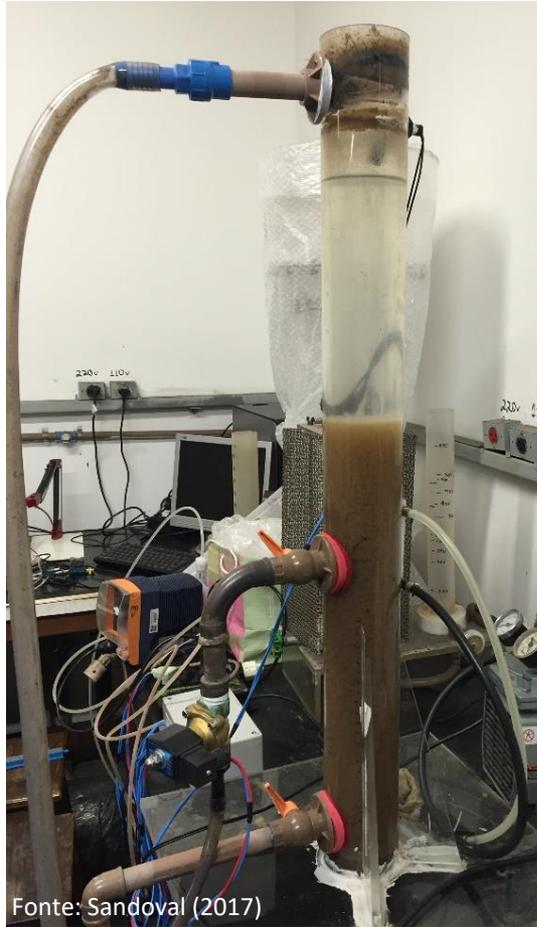


Fonte: Nereda® (2018)

Operação de um reator com LGA

- Inóculo: microrganismos presentes no próprio esgoto, lodo ativado, lodo granular aeróbio ou mistura de lodo ativado e UASB
- Duração dos ciclos: 3 a 4 hs
 - Aeração: cerca de 2/3 do tempo total de ciclo
 - Sedimentação: redução de 30 a 5 min para formação do LGA. Estabilização de 5 a 15 min
- Em um ciclo de 3 hs:
 - Enchimento/descarte: 45 min
 - Aeração: 125 min
 - Sedimentação: 10 min
- Otimização das etapas em função do esgoto afluyente

Reatores experimentais (EPUSP/CTH)



Fonte: Sandoval (2017)



Fonte: Autor (2018)

Análise comparativa - RBS e RLGA

| | RBS | RLGA |
|---|---------------------|---------------------|
| Sólidos suspensos voláteis (mg/L) | 4.000 | 8.000 |
| Relação alimento/ microrganismo (kg DBO/kg SSV.d) | 0,05 a 0,15 | 0,8 a 1,0 |
| Volume dos reatores | Maior | Menor |
| Volume de lodo não digerido | Menor | Maior |
| Demanda de OD | Semelhante | Semelhante |
| Nível de automação | Menor | Maior |
| Processo biológico | Perda da floculação | Perda da granulação |
| Tratamento preliminar | Elevada qualidade | Elevada qualidade |

- Características do efluente
 - DBO₅: 6 a 10 mg/L
 - Amônia, nitrito e nitrato: praticamente nulas
 - Fósforo: 0,1 mg/L com emprego de cloreto férrico
 - Sólidos em suspensão: 10 mg/L

- Conclusão
 - Tecnologia promissora
 - Necessidade de maior conhecimento do processo
 - Características do esgoto afluente e das condições climáticas e operacionais das ETEs no Brasil



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo

Muito obrigado!!!



FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA
DO ESTADO DE SÃO PAULO



sabesp



Projetos FAPESP: 2013/05434-7; 2017/04417-4

