SEMINÁRIO 03/12/2019

CLUBE DE ENGENHARIA DE BRASÍLIA

"EVOLUÇÃO NA GESTÃO DE ATERROS SANITÁRIOS"

DRENAGEM, MONITORAMENTO E TRATAMENTO DE CHORUME

Nova Era Ambiental

ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL SEÇÃO DISTRITO FEDERAL

PALESTRA

SISTEMAS BIOLÓGICOS AVANÇADOS NO TRATAMENTO DE CHORUME

DEZEMBRO 2019

Dr. Elso Vitoratto
engenharia@novaeraambiental.com.br
www.novaeraambiental.com.br

Nova Era Ambiental

Nova Era Ambiental

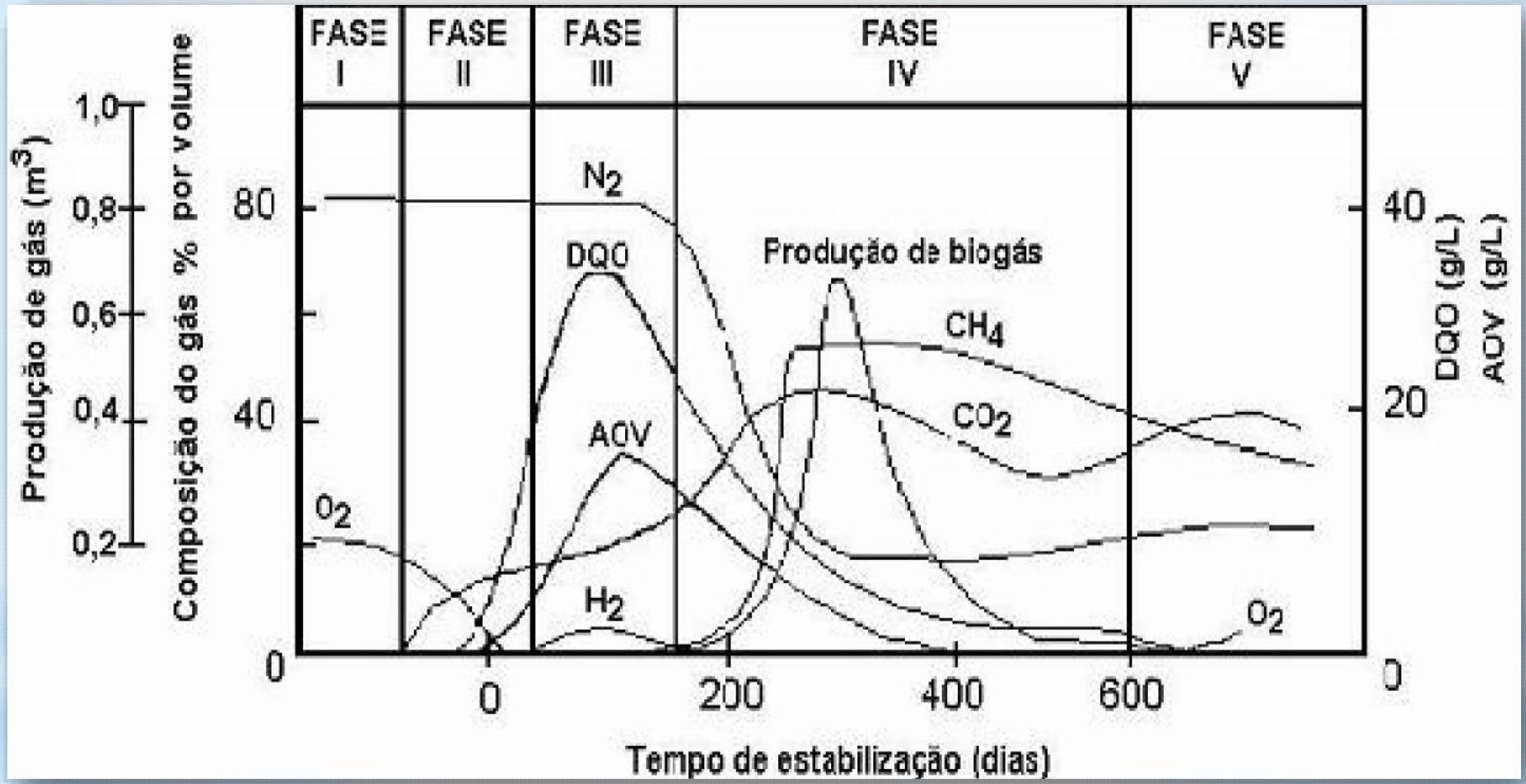
CHORUME É A CORRENTE LÍQUIDA GERADA NA

LIXIVIAÇÃO DOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Fases de produção do chorume e biogás em aterro



I Aeróbia	Horas a 1 semana
II Anóxica	3 meses a 3 anos
III. Anaeróbia, metanogênica, instável	8 a 40 anos
IV. Anaeróbia, metanogênica, estável	1 a 40 anos
V Anaeróbia, metanogênica, declinante	10 a 80 anos

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

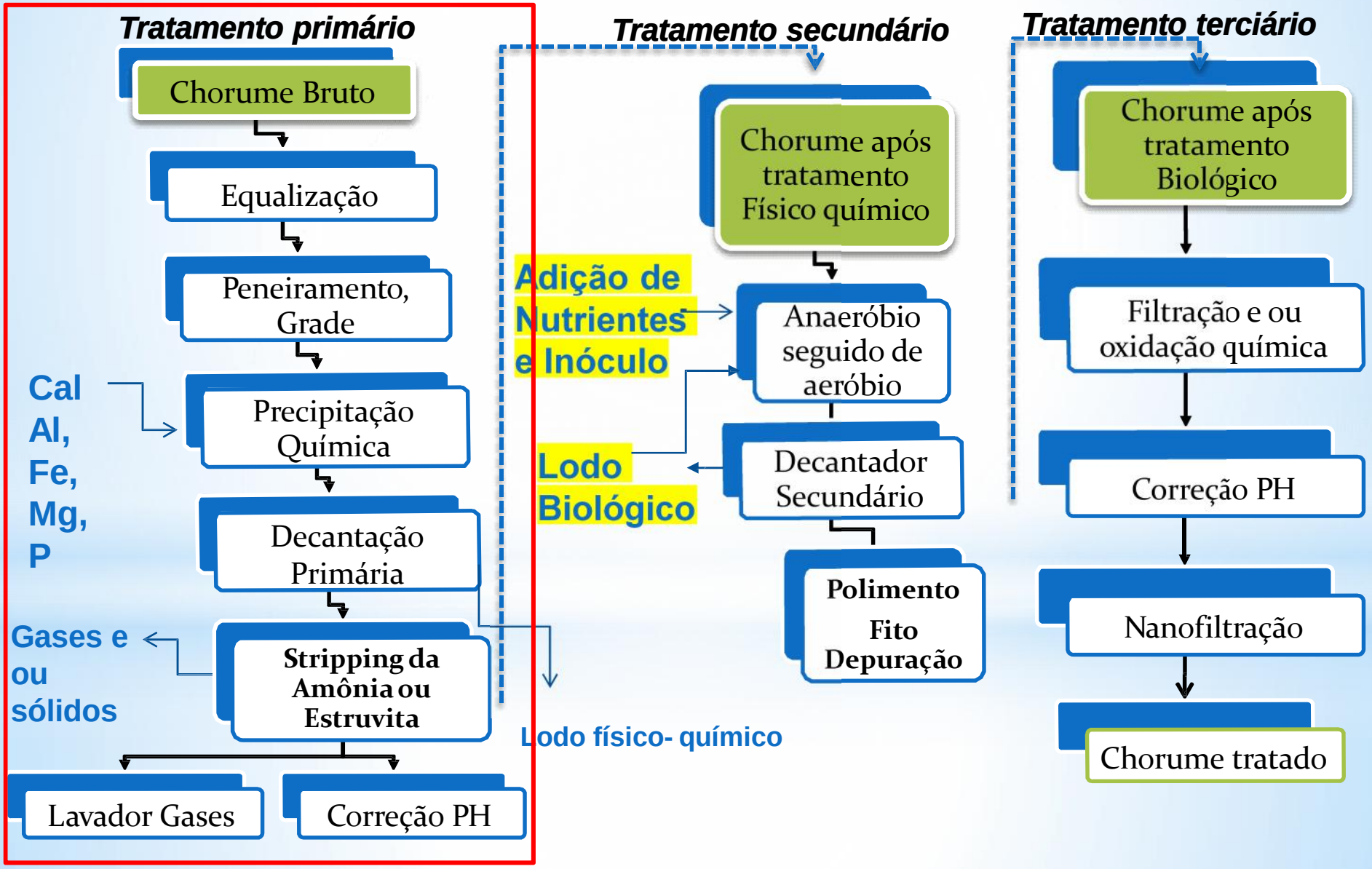
TABELA – Variação da composição do lixiviado para 25 aterros brasileiros

Parâmetros	Faixa máxima	mais provável
pH	5,7 - 8,6	7,2 - 8,6
DQO (mg/L)	190 – 80.000	190 -22.300
DBO (mg/L)	< 20 – 30.000	< 20 -8.600
N-amoniacal (mg/L)	0,4 – 3.000	0,4 -2.000
N-orgânico (mg/L)	5 – 1.200	400 -1.200
P (Fósforo total) (mg/L)	0,1- 40	0,1-15
Ácidos Orgânicos Volatéis(mg/L)	10.000	100 -3.000
Ácidos Húmicos / Fúlvicos	-	-
Óleos e graxas (mg/L)	10 - 480	10 -170
Fenóis (mg/L de C6H5OH)	0,9 - 10	0,9 -4,0
Alcalinidade total(mg/LCaCO3)	750 -11.400	750 -7.100
Dureza(mg/L de CaCO3)	95 -3.100	95 -2100
Sulfeto (mg/L)	0 – 35	0 -10
Sulfato (mg/L)	5 – 400	0 -1.800
Cloreto (mg/l)	500 – 5.200	500 -3000
Sólidos totais(mg/L)	3.200 – 21.900	3.200 -14400
Sólidos totais fixos(mg/L)	630 – 20.000	630 -5.000
Sólidos totais voláteis(mg/L)	2.100 – 14.500	2.100 -8300
Sólidos suspenso totais(mg/l)	5 -2800	5 -700
Sólidos Suspenso Voláteis(mg/L)	5 -530	5 -200
Ferro (mg/L)	0,01 - 260	0,01 -65
Manganês (mg/L)	0,04 - 2,6	0,04 -2,0
Cobre (mg/L)	0,005 -0,6	0,05 -0,15
Níquel (mg/L)	0,03 - 1,1	0,03 -0,5
Cromo (mg/L)	0,003 -0,8	0,003 -0,5
Cádmio (mg/L)	0 - 0,26	0 -0,065
Chumbo (mg/L)	0,01 - 2,8	0,01 -0,5
Zinco (mg/L)	0,01 - 8,0	0,01 -1,5

Fonte: SOUTO & POVINELLI, 2007

Nova Era Ambiental

Processo de tratamento do chorume



Nova Era Ambiental

Gradeamento:

- grade grossa, média ou fina;
- remoção de material como madeira, folhas, embalagens plásticas e outros sólidos grosseiros.

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

PROCESSO FÍSICO QUÍMICO

precipitação química com coagulante primário (Al, Fe, Ca, Mg) e decantação

Permite a remoção de:

DQO e DBO

Ácidos Húmicos / Fúlvico

Sólidos totais e suspenso

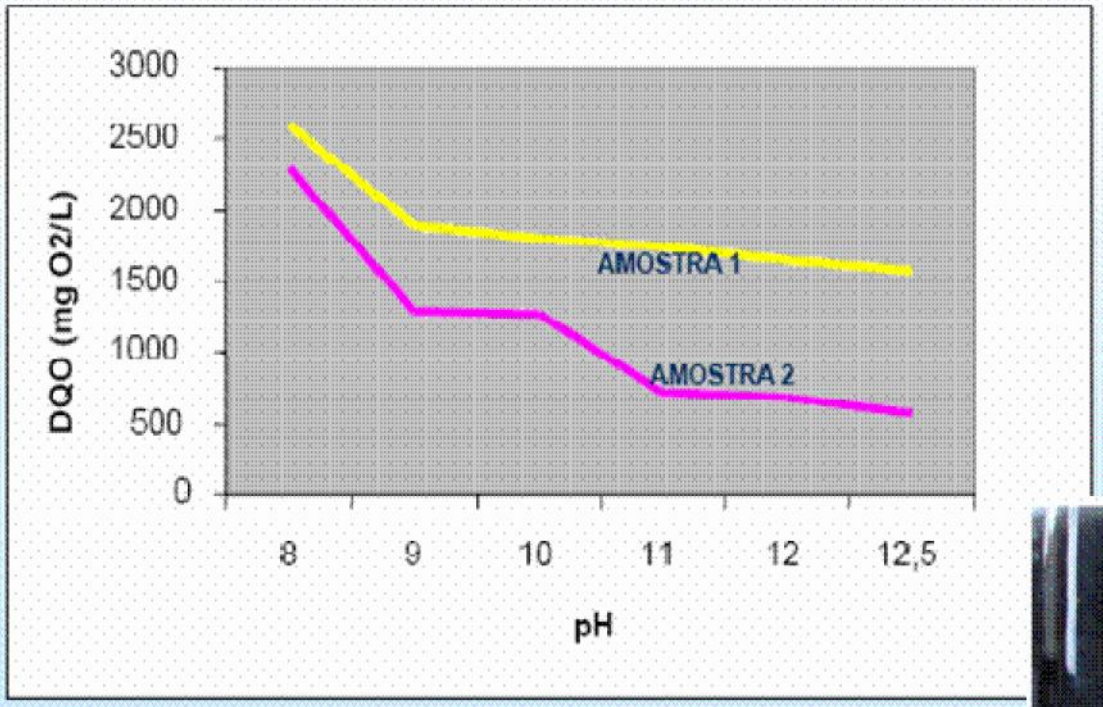
Metais como:

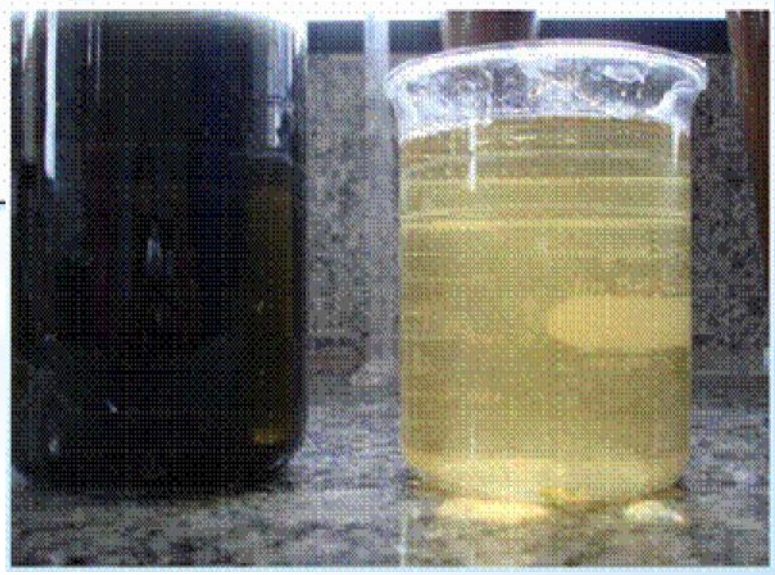
Ferro, Manganês, Cobre, Níquel, Zinco

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era
Ambiental

REDUÇÃO DA DQO EM FUNÇÃO VARIAÇÃO DO pH





Fonte : TECMA Tecnologia em Meio Ambiente

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Remoção química da Amônia – Via Estruvita

precipitação química formando mineral insolúvel

Magnésio + Fósforo + Amônia (estequiometria1:1:1)

A Estruvita conhecido como Fosfato Hidratado de Magnésio e Amônia – MAP

$$HPO^{2-}_{(aq)} + Mg^{2+}_{(aq)} + NH_4{}^{+}_{(aq)} + 6H_2O_{(l)} \leftrightarrow MgNH_4PO_4.6H_2O_{(s)} + H^{+}_{(aq)}$$

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

REDUÇÃO DA AMÔNIA VIA ESTRUVITA

Remoção de N amoniacal pela precipitação química com (Mg e P) e decantação

DQO e DBO

N-amoniacal e N-orgânico

Ácidos Húmicos / Fúlvicos

Sólidos totais e suspenso

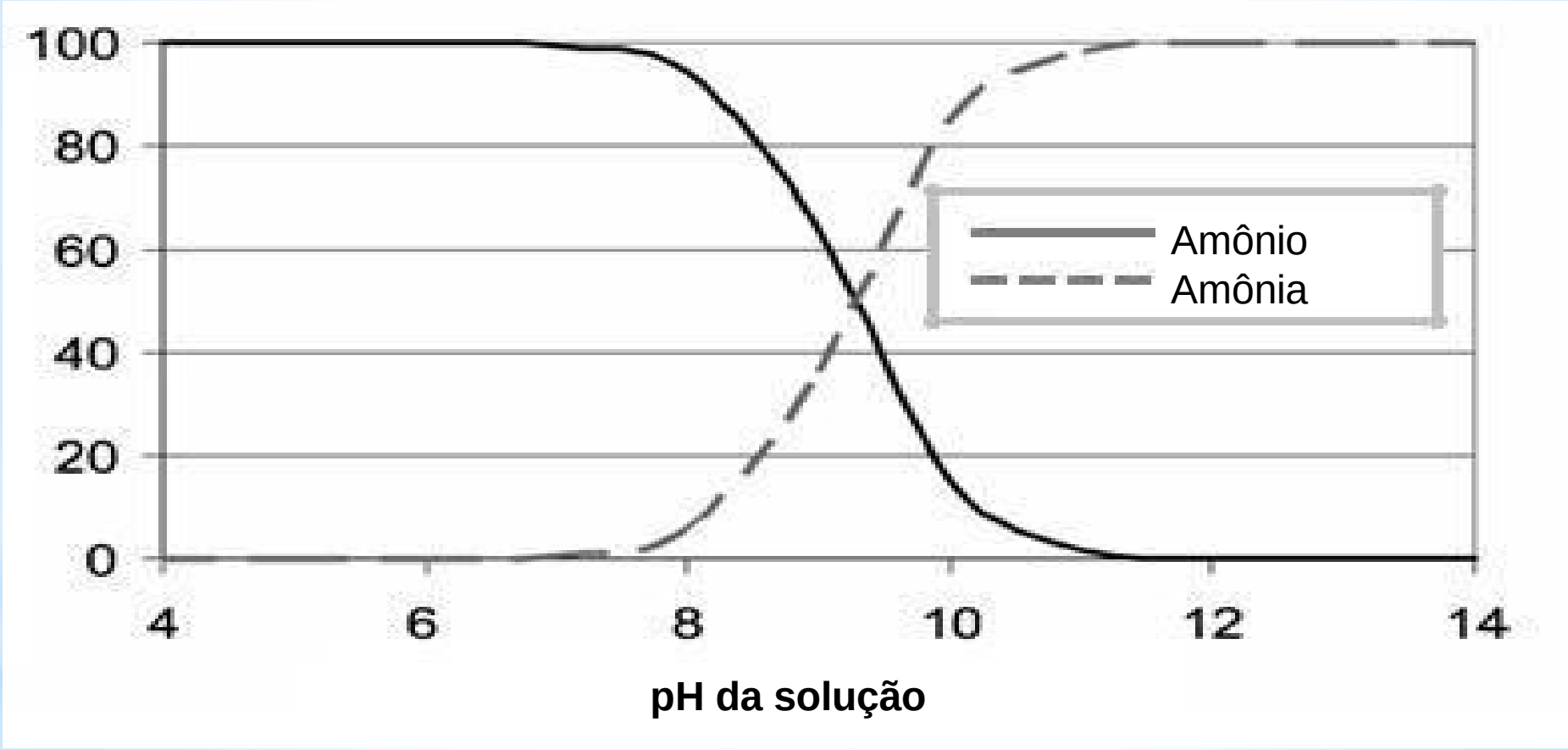
Metais como: Ferro, Manganês, Cobre, Níquel, Zinco

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

REMOÇÃO DE AMÔNIA POR ARRASTE DE GÁS

Concentração da amônia em diferentes valores de pH a 25ºC

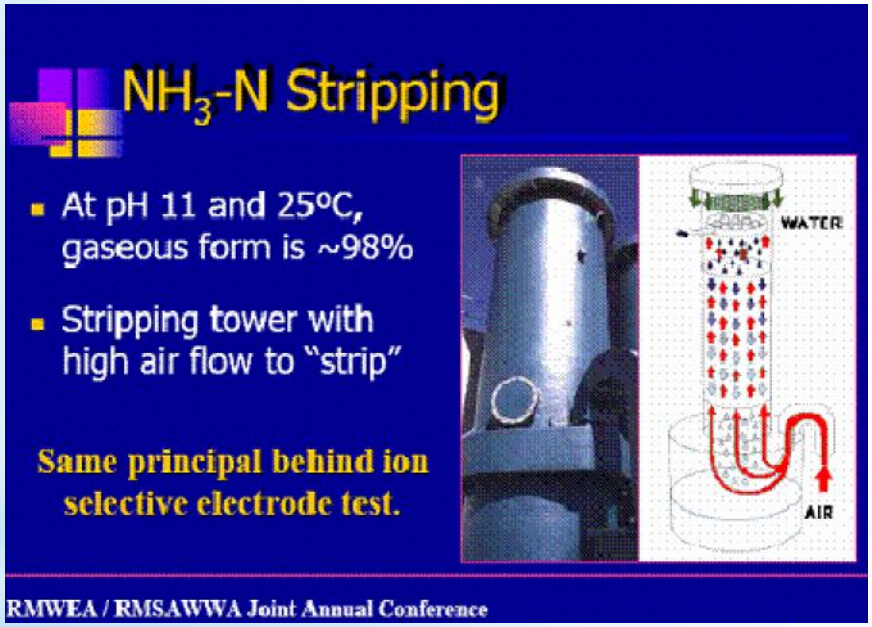


(AMÔNIA) NH3(gás) + H2O(ℓ) NH4+(aq) + OH-(aq)

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Stripping Amônia



FONTE:http://integraengineering.com/images/stories/PDFs/nitrogen%20denitrification.pdf

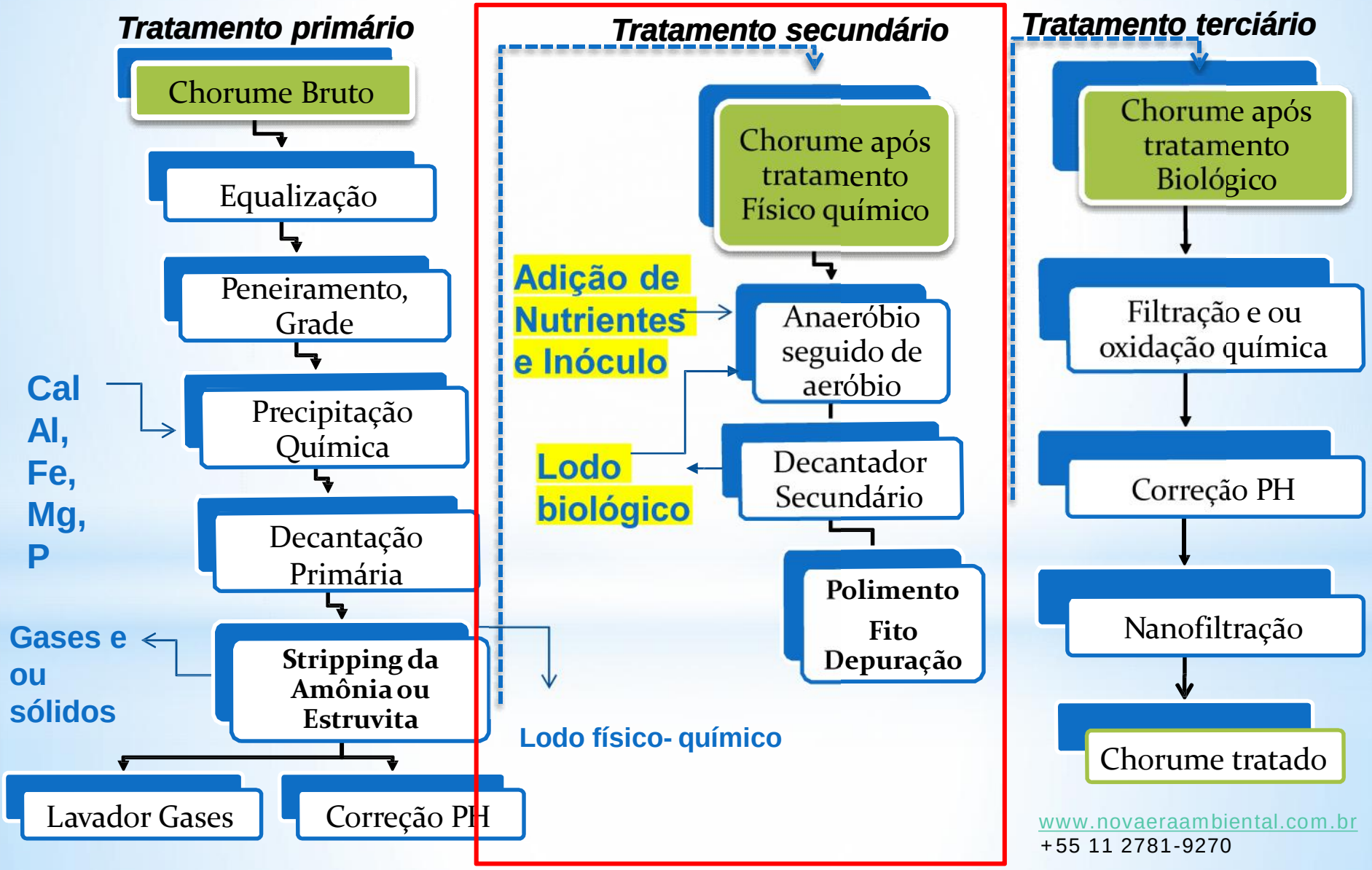
Fonte: TECMA Tecnologia em Meio Ambiente

Recolhe o Gás em meio Acido (H2SO4) formação de Adubo

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Processo de tratamento do chorume



www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Processos Biológicos

Processos Anaeróbios

Matéria Orgânica → $CH4 + CO_2$ + Energia

Baixa Consumo de Energia com < Biomassa

Processos ANÓXICOS - facultativos

Processos Aeróbios

Matéria Orgânica + O_2 → $CO_2 + H_20$ + Energia

Elevado Consumo de Energia com > Biomassa

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Processos anaeróbios:

- Lagoas anaeróbias;

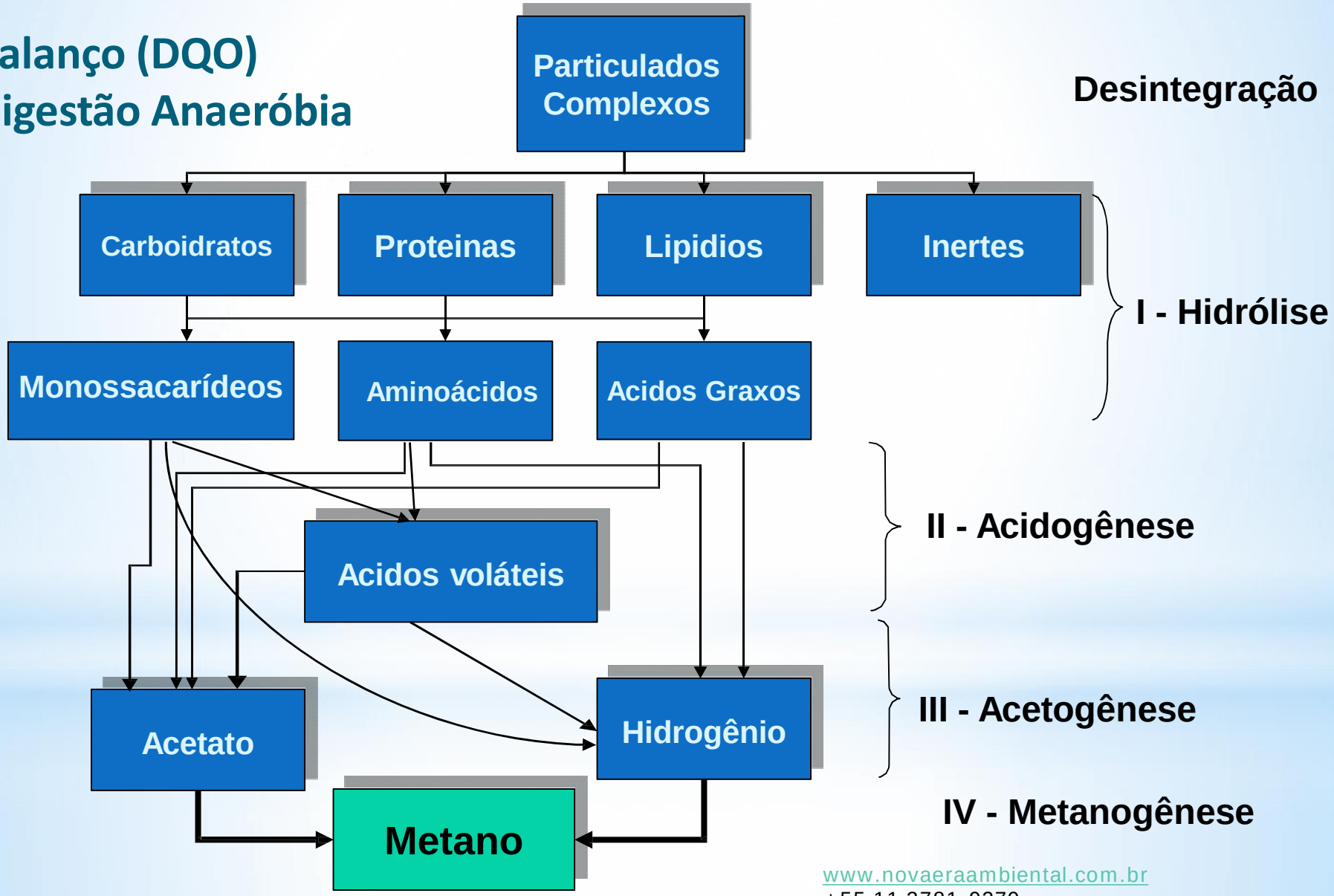
Reatores de alta carga:

- Filtros anaeróbios;
- RAFA – Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente;
- LAFA - Lagoas anaeróbias de fluxo ascendente.

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Balanço (DQO)
Digestão Anaeróbia



www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

CORREÇÃO COM NUTRIENTES

Para que a fermentação e o crescimento microbiano ocorram em condições ótimas, é necessário que haja macro e micronutrientes em concentrações adequadas.

Relação Carbono/Nitrogênio de 20:1 a 30:1 em massa,
Relação DQO/ Nitrogênio (menor que 100) (chorume da ordem de 20)

Relação Carbono/Fósforo de 100:1 a 150:1
Relação DQO/ Fósforo (menor que 500) **(chorume da ordem de 1500 a 2000)**

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Toxicidade do processo de digestão anaeróbia

- N amoniacal > 1.000 mg/L
- Cloretos > 2.500 mg/L
- Na+, > 8.000 mg/L
- K+, > 12.000 mg/L
- Mg2+, > 3.000 mg/L
- Ca2+, > 8.000 mg/L
- Cu, Cr, Ni, estimulam em baixas concentrações e inibem em concentrações superiores.

Esquema de um Reator - RAFA

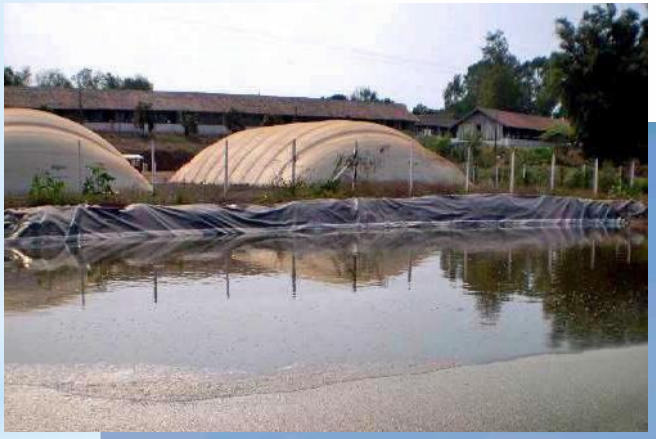
- Reator anaeróbio de fluxo ascendente:
  - Tratamento de elfuentes líquidos;
  - Não consome energia elétrica;
  - Fonte alternativa de energia pela produção do BIOGÁS

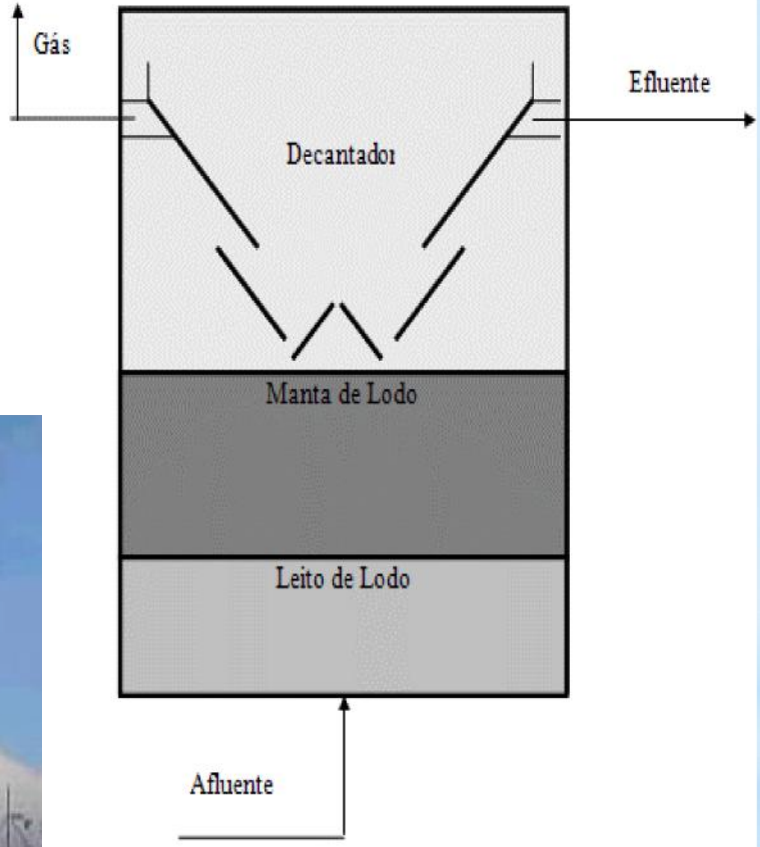
www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Reator LAFA - Lagoa anaeróbia de fluxo ascendente;

Aplicado a efluente com alta carga orgânica como CHORUME, SUINOCULTURA, VINHAÇA





www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Processos Aeróbios

- Lagoas aeradas;
- Lodos ativados nas diversas variantes;
- Filtro percolador aeróbio de alta taxa;
- (IFAS) Lodo ativado com enchimento;
- (MBR: Membrane Bio Reactor) Reatores biológicos com membranas de ultrafiltração;
- (MBBR: Reator com biofilme em leito móvel;
- Lagoas fotossintéticas;
- lagoas de estabilização.

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Nitrificação

- As bactérias nitrossomonas oxidam o nitrogênio amoniacal - NH_4, para nitrito N-NO_2

$$NH_4OH + 3/2O_2 \rightarrow NO_2 + 2H_2O \quad (2)$$

- As bactérias nitrobacter oxidam o nitrito N– NO_2 para nitrato N – NO_3

$$NO_2 + 1/2O_2 \rightarrow NO_3 \quad (3)$$

- Quantidade de O_2 requerida é de 4,6 mgO_2/mg N amoniacal.

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Processo de Desnitrificação

- A desnitrificação é um processo biológico onde bactérias facultativas heterotróficas, transformam o nitrato nos gases nitrogênio e oxigênio;

- A desnitrificação ocorre em meio anóxico, ausência de oxigênio livre, potencial redox de –100 a +50 mV;

- A desnitrificação é realizada por bactérias desnitrificantes, em condições anóxica:

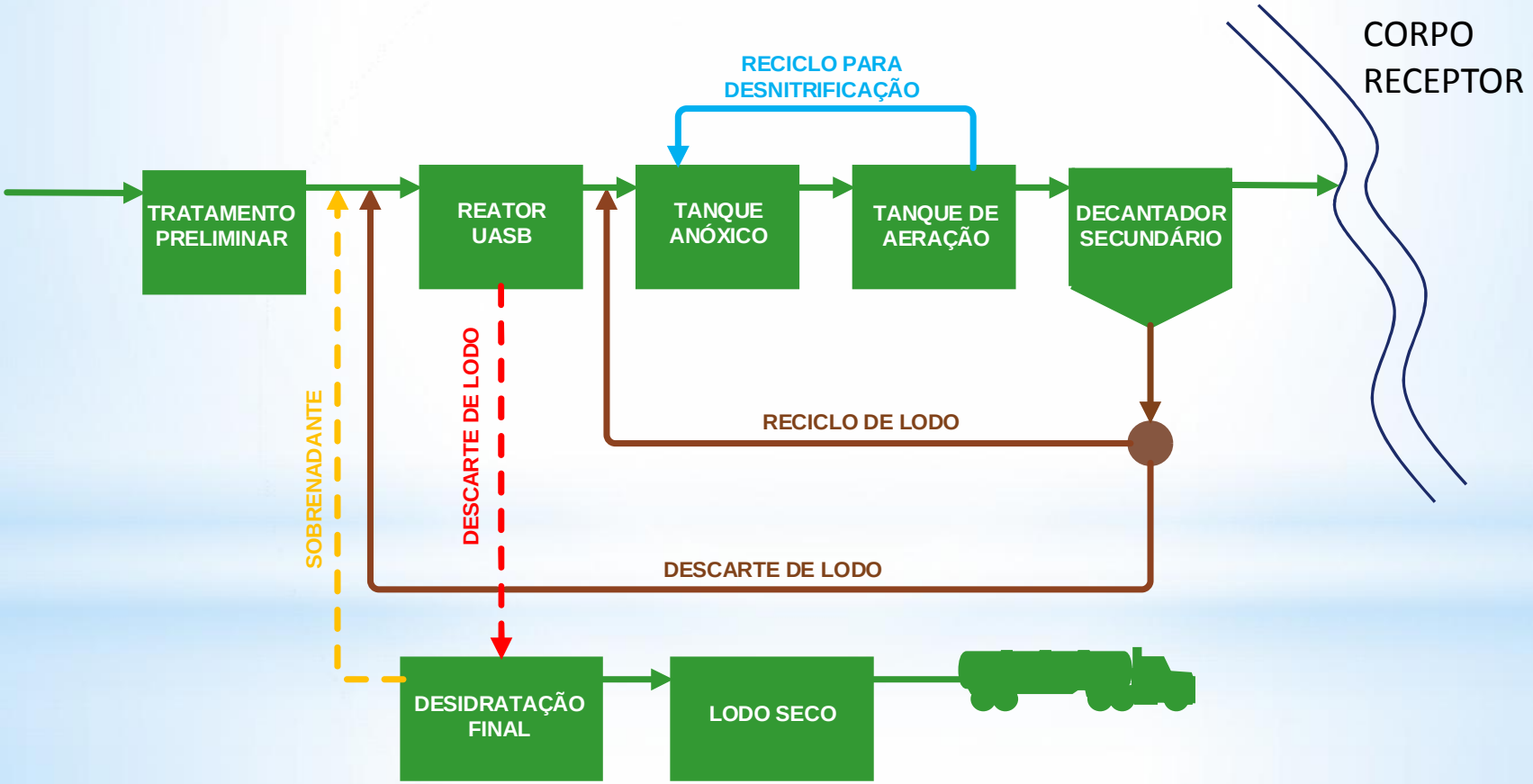
$$2NO_3 \text{ ì } 3O_2 + N_2 \qquad (4)$$

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

TRATAMENTO COM REMOÇÃO DE NITROGÊNIO

Sistema Anaeróbio / Anóxico / Aeróbio (IFAS)



www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

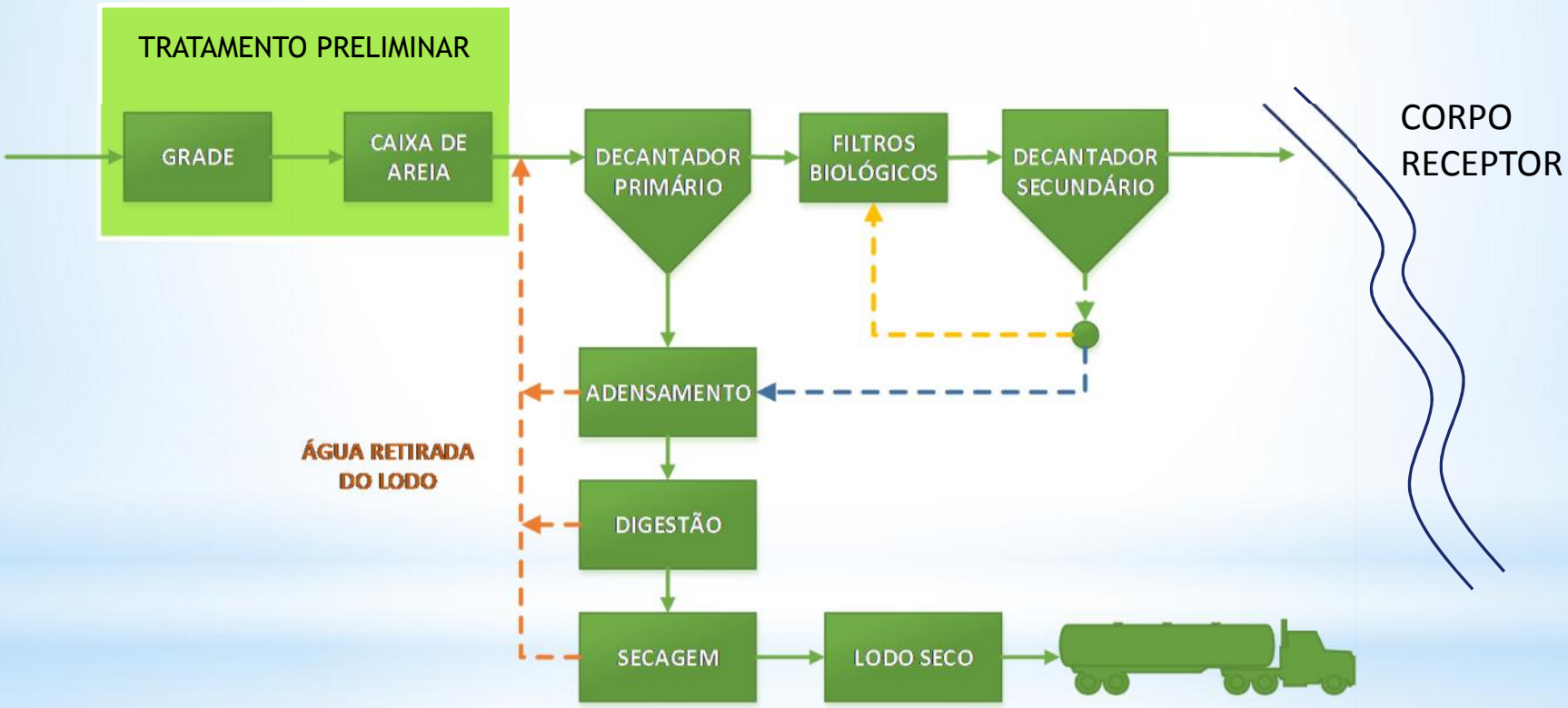
Nova Era Ambiental

IFAS – FILTRO AERADO SUBMERSO COM RECICLO DE LODO

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

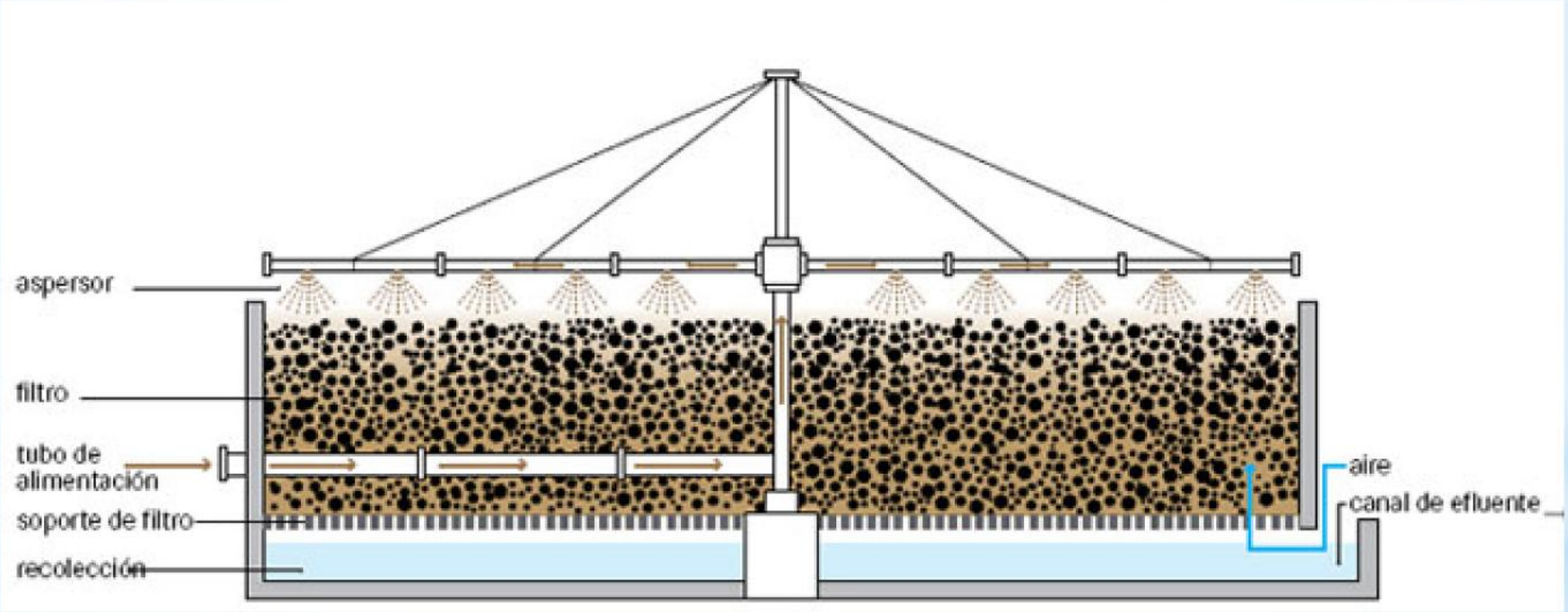
FILTRO PERCOLADOR AERÓBIO



www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

FILTRO PERCOLADOR AERÓBIO



Fonte: http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/t/t8.html

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

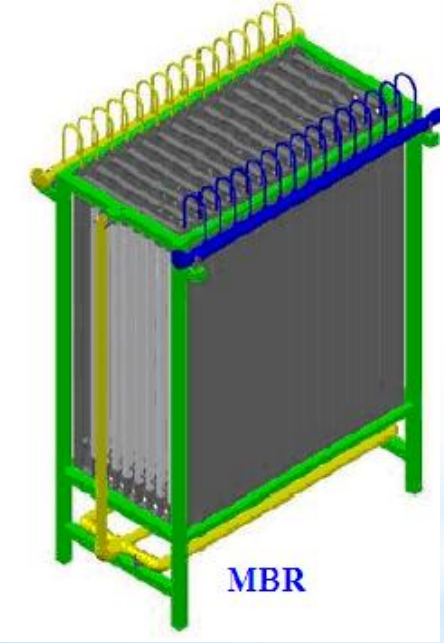
Nova Era Ambiental

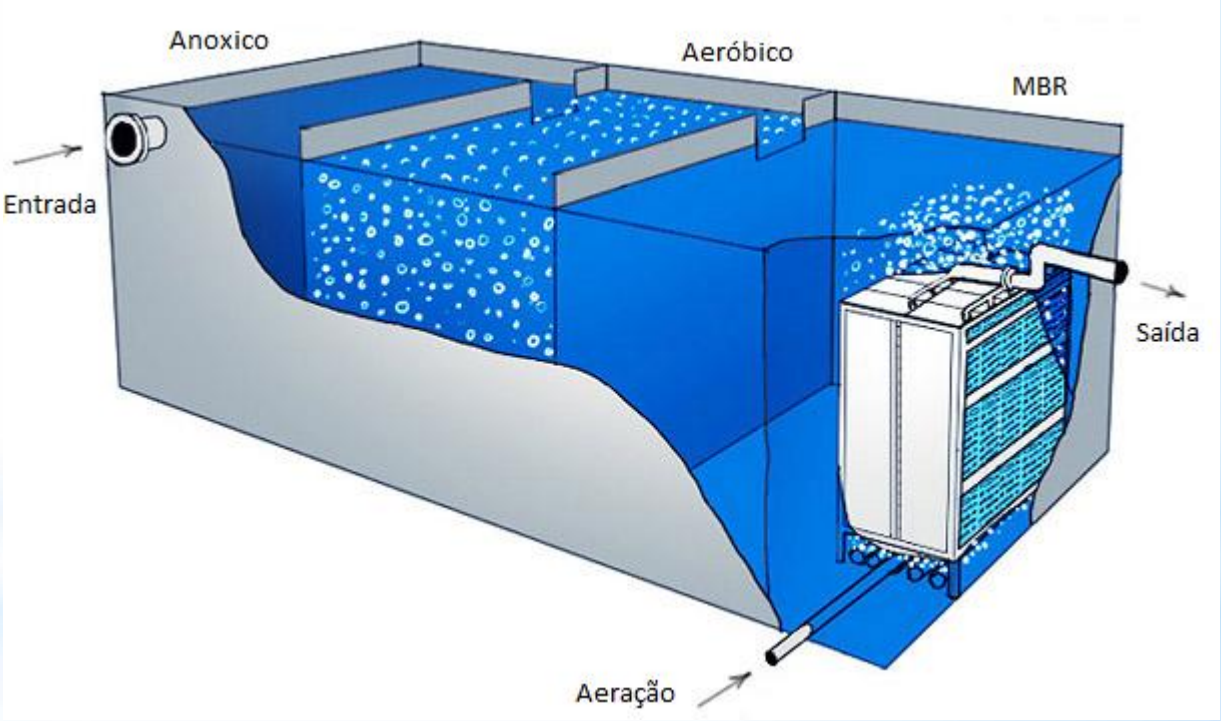
FILTRO PERCOLADOR AERÓBIO

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

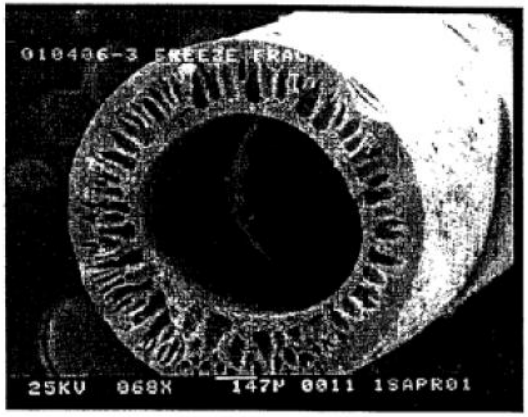
MBR - MEMBRANE BIO REACTOR

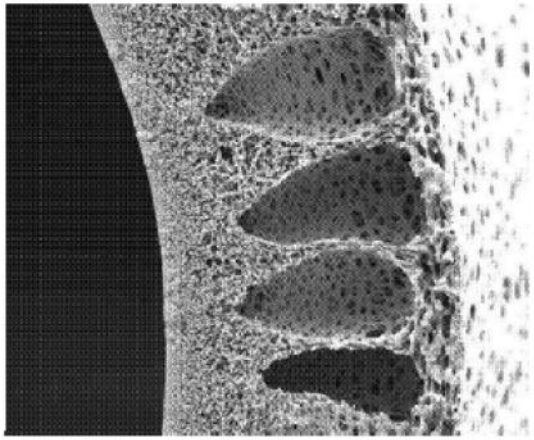




www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

MBR - MEMBRANE BIO REACTOR





Membrana de Fibra-Oca

A cutaway of a tubular membrane module

Membrana Tubular

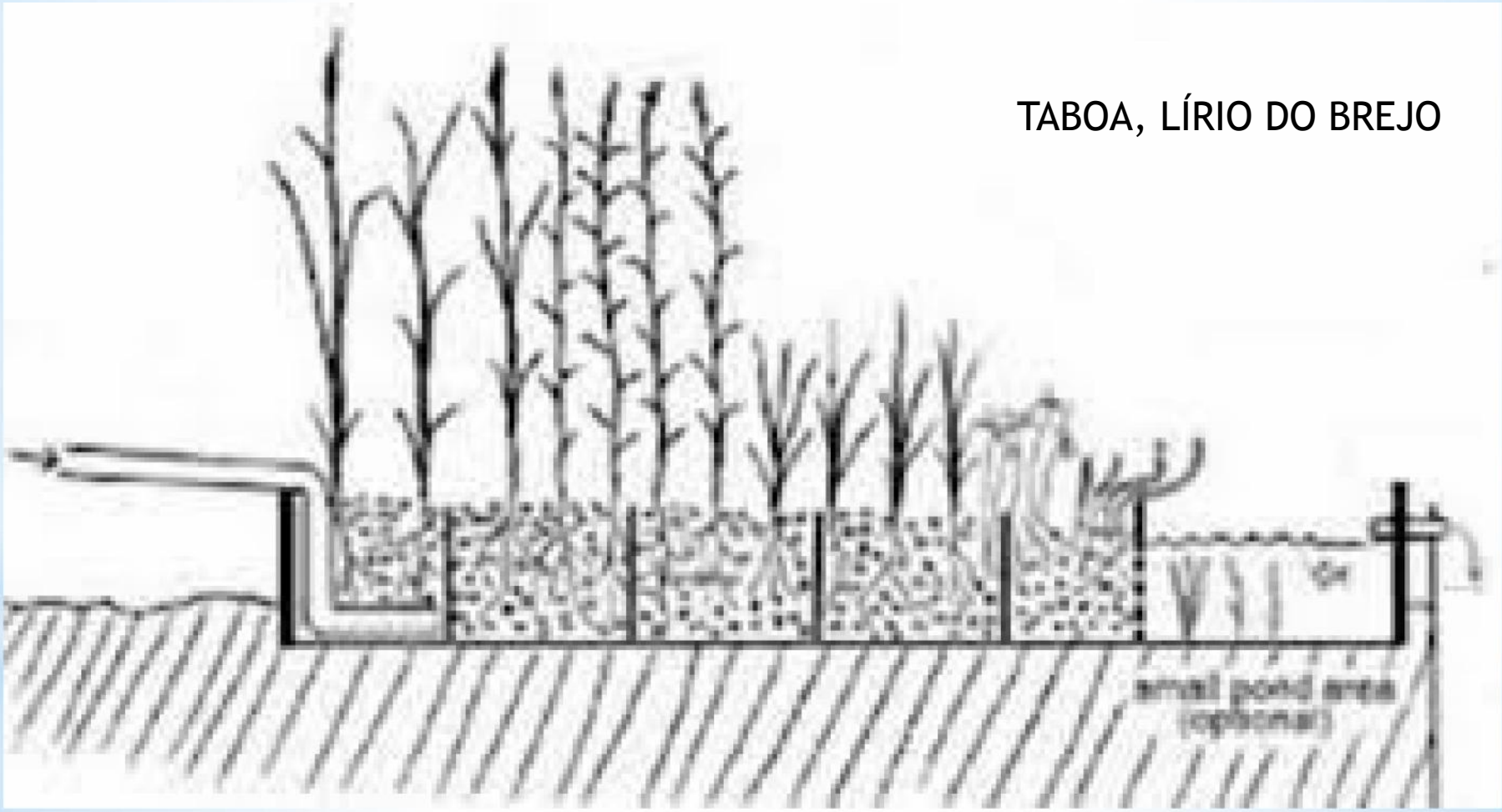
Nova Era Ambiental

TRATAMENTO FÍSICO QUÍMICO E BIOLOGICO AERÓBIO/ANOXICO E AERÓBIO

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era
Ambiental

Remoção de nutrientes e polimento por Fitodepuração



www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

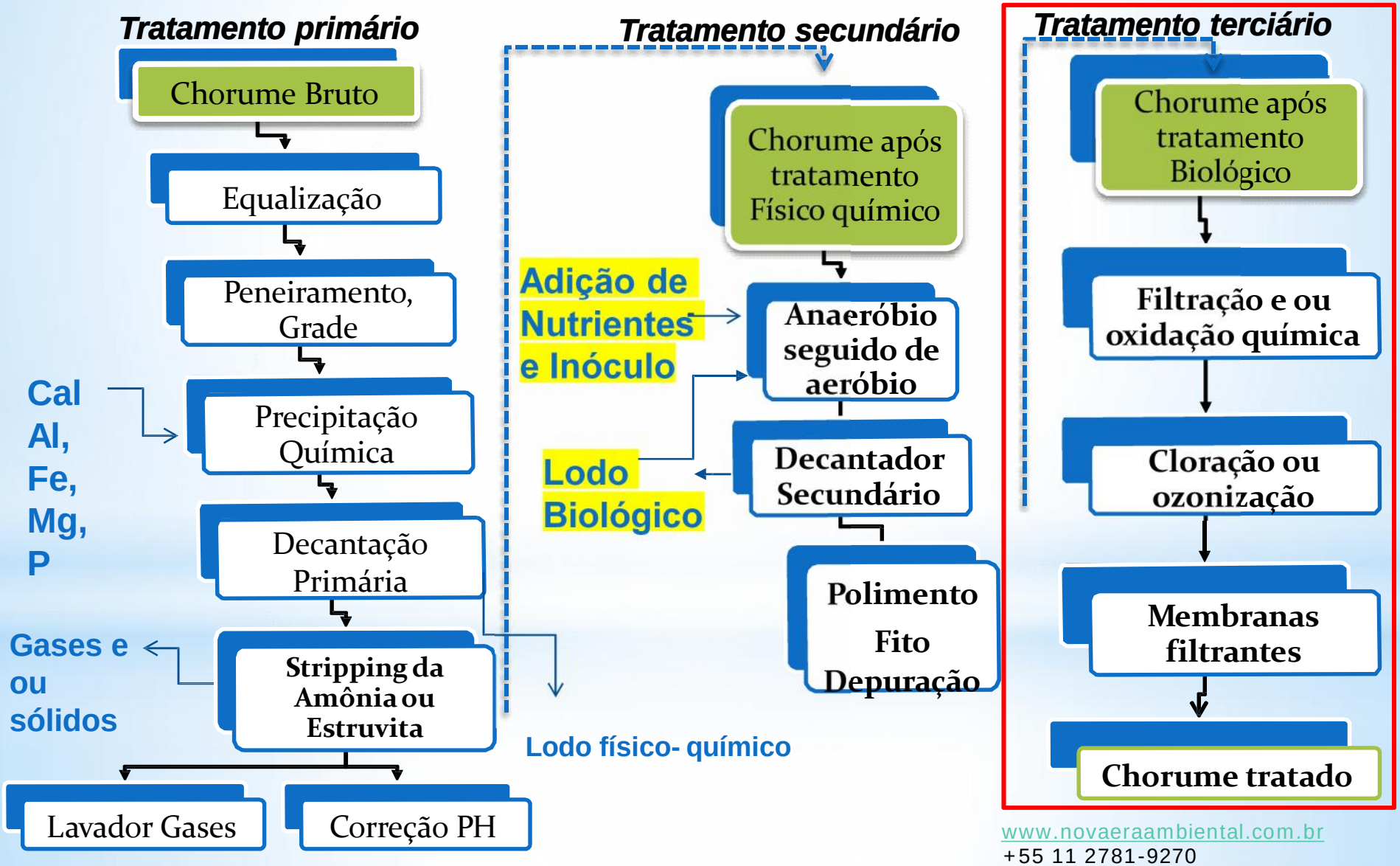
Nova Era Ambiental

Remoção de nutrientes (N e P) por Fitodepuração

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Processo de tratamento do chorume



www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era
Ambiental

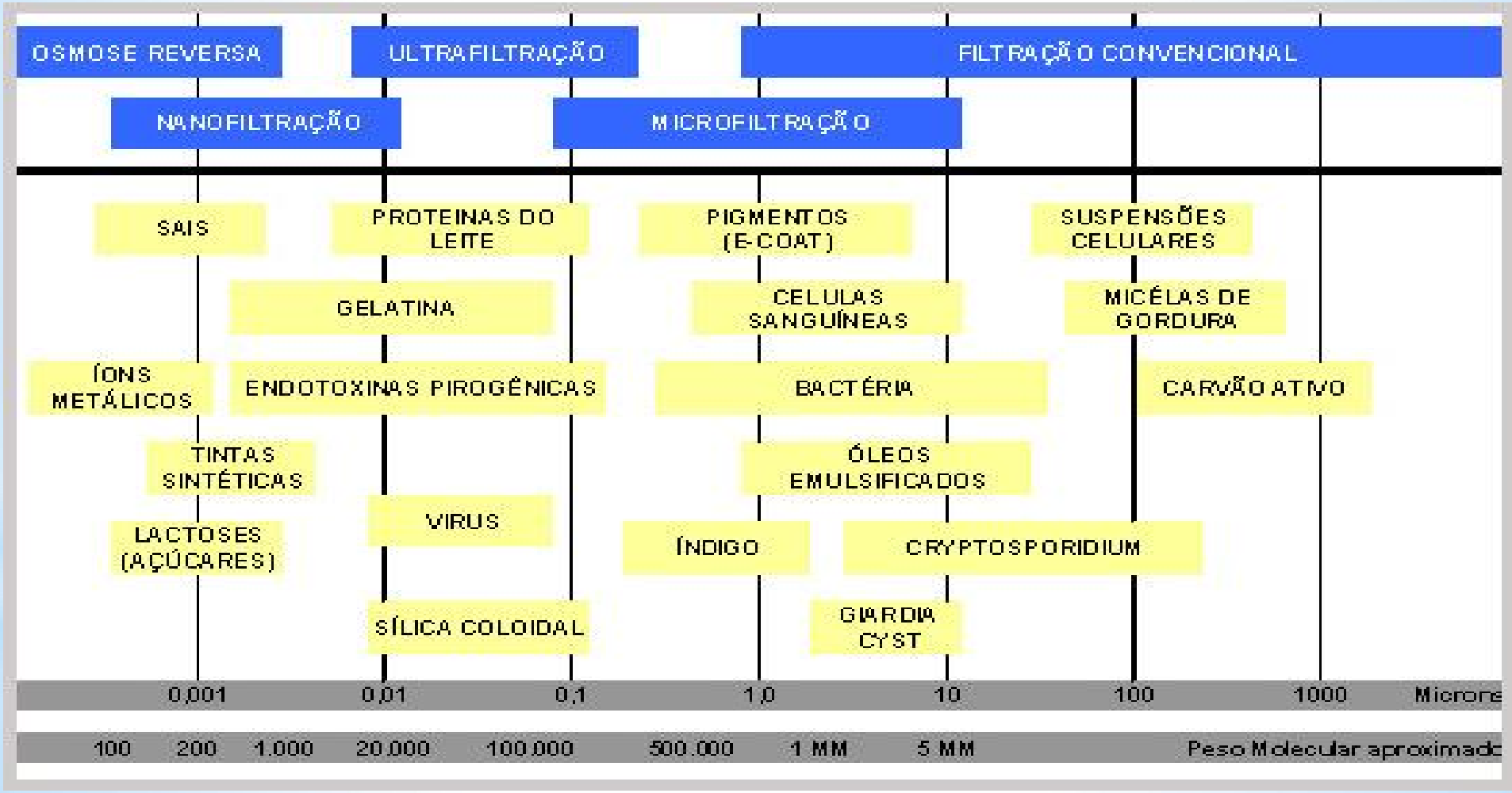
OZÔNIO - O3 : PROCESSOS

Desinfecção/Esterilização (Ar/Água)
Utilização em tratamento avançado
Controle microbiológico
Remoção de Nitrogênio
Remoção de cor
Remoção de gosto e odor
Oxidação metálica
Desincrustação
Redução em produtos químicos
Tratamento de poços
Branqueamento

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

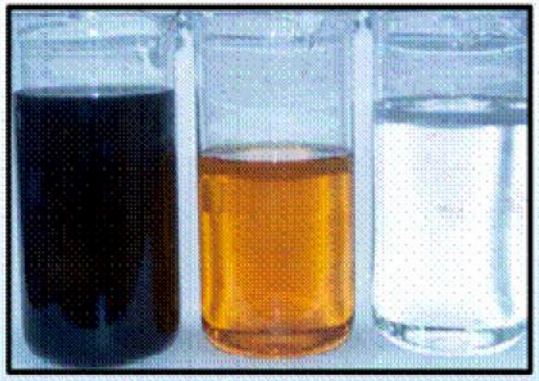
Membranas utilizadas para Água e Esgoto



www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era
Ambiental

CLARIFICAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA



Chorume Bruto | Chorume após tratamento físico-químico | Chorume Clarificado

HISTÓRICO EFLUENTE TERCIÁRIO – 2007 A 2008

Parâmetros	Médias
Alcalinidade Total, mg $CaCO_3$/L	53 - 66
Cálcio, mg/L Ca	50 - 18
Cloretos, mg/L Cl^-	302 - 119
Condutividade, µS/cm	1356 - 611
Cor, mg Pt/L	53 - 52
DBO, mgO_2/L	17 - 7
Detergentes (MBAS), mg/L	1 - <0,20
DQO, mgO_2/L	45 - 35
Fósforo Total, mg/L	3 - 1
Materiais Sedimentáveis, mL/L	0,5 - <0,5
Nitrogênio Amoniacal, mg/L N	1 - 5
pH	7,3 - 7,7
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	3 - 7

Fonte: TECMA Tecnologia em Meio Ambiente

www.novaeraambiental.com.br
+55 11 2781-9270

Nova Era Ambiental

Dr. Elso Vitoratto
11 2781-9270 ou 2781-2854 ou 2359-8014
engenharia@novaeraambiental.com.br