



Realização:



Mesa Redonda 14

Comparação entre modelos de tratamento de esgoto sanitário

Gilson Merli
Diretor de O&M
GS Inima Brasil

OPERAÇÕES GS INIMA BRASIL



ARAÇATUBA / SP

PARAIBUNA / SP

STA. RITA DO PASSA QUATRO / SP

OURO PRETO / MG

LUIZ ANTÔNIO/ SP

SANTA CRUZ DAS PALMEIRAS/SP



RIBEIRÃO PRETO / SP

MOGI MIRIM / SP



SÃO JOSÉ DOS CAMPOS / SP
CAMPOS DO JORDÃO / SP



MACEIÓ / AL



SÃO PAULO/SP
TRIUNFO/RS



BIRIGUI / SP
OLÍMPIA / SP
BATATAIS / SP
SERTÃOZINHO / SP



Colaboradores 2024
933 Diretos
686 Indiretos



ETE RIBEIRÃO PRETO [SP] DADOS GERAIS

- População do município: **711 mil**
- Tipo de Tratamento: **Lodos Ativado Convencional**
- Vazão atual: **2.000 L/s**

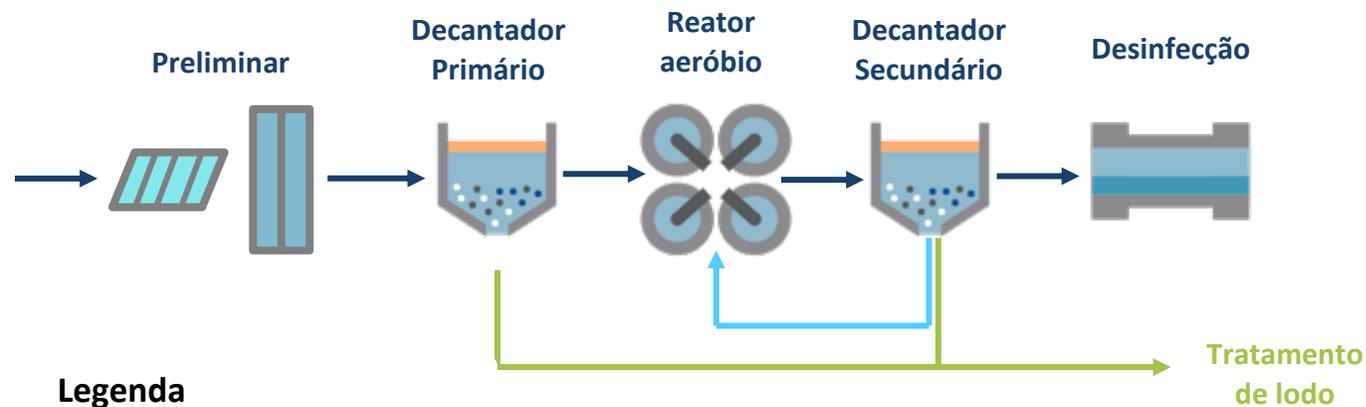


ETE RIBEIRÃO PRETO [SP]

A ETE Ribeirão Preto possui um sistema de geração de energia elétrica a partir do biogás produzido no processo de tratamento desde 2011.

ETE RIBEIRÃO PRETO

Tipo de Sistema de Tratamento: Lodos Ativados Convencional



Dados Quantitativos (2023)

Volume tratado	62.796.449 m ³
Energia consumida	15.051 MWh
Lodo gerado	12.768 ton
Sólidos Secos gerados	3.264 ton
Emissões atmosféricas	21.959 ton CO ₂ e

Dados Qualitativos (2023)

	Entrada (mg/L)	Saída (mg/L)	Eficiência
DBO	200,0	14,8	93%
Nitrogênio	23,9	16,4	31%
Fósforo	3,0	1,5	50%



Até 05/23 a aeração representava 46% do consumo energético (0,11 kWh/m³). Após a troca do sistema de difusão de ar, a aeração passou a representar 33% do consumo total do sistema (0,08 kWh/m³)



ETE RIBEIRÃO PRETO [SP]

Energia

0,24 kWh/m³ tratado

Lodo

0,20 kg/m³ tratado

Emissões GEE

0,35 kg CO₂/m³

Sólidos Secos

0,05 kg/m³ tratado



ETE PARAIBUNA -
PARAIBUNA [SP]

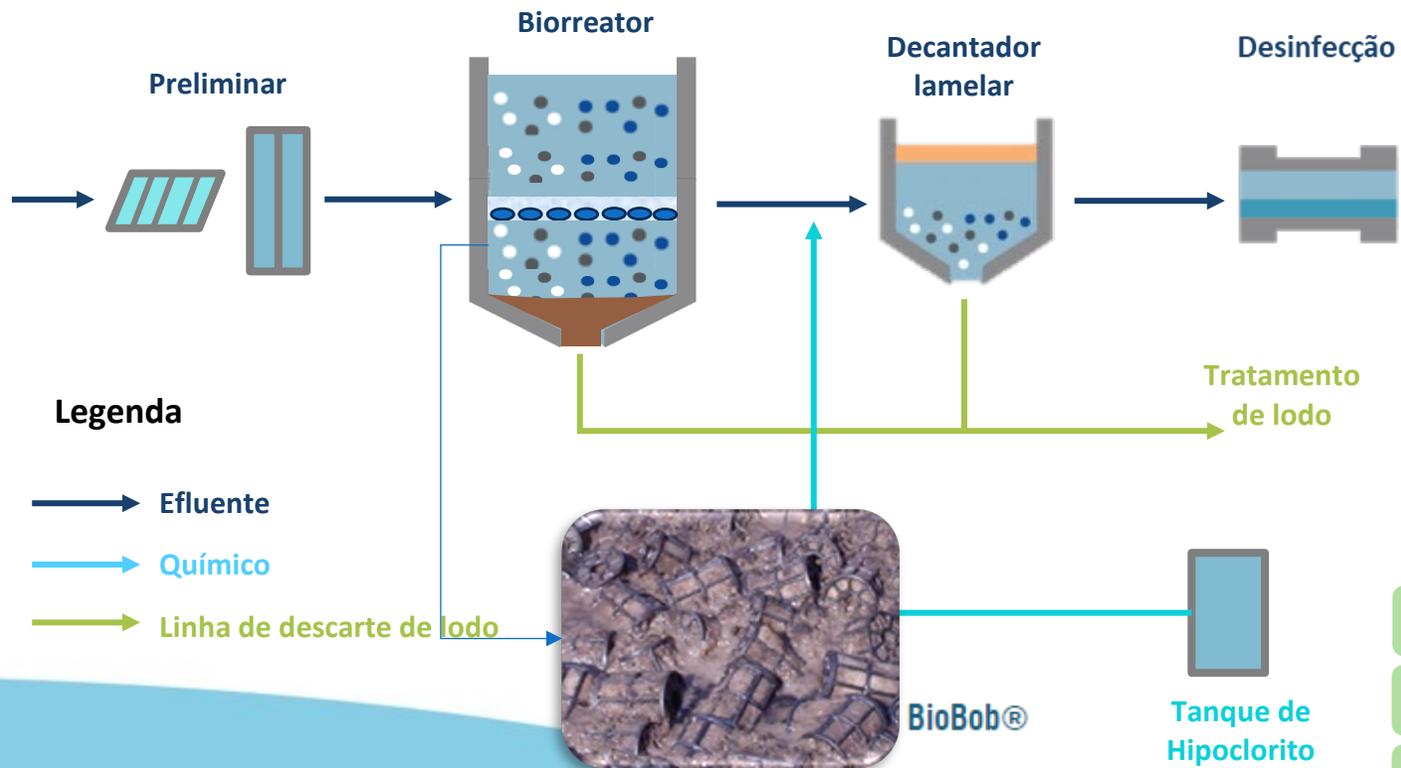
DADOS GERAIS

- População do município: **11 mil**
- Tipo de Tratamento: **Biorreator Combinado Anaeróbio-Aeróbio (BRC - Bioproj®)**
- Vazão projeto: **23 L/s**
- Vazão atual: **8 L/s**



ETE PARAIBUNA

Tipo de Sistema de Tratamento: MBBR - BRC



Dados Quantitativos (2023)

Volume tratado	191.046 m ³
Energia consumida	233 MWh
Lodo gerado	19,53 ton
Sólidos Secos gerados	4,88 ton
Emissões atmosféricas	175 ton CO ₂ e

Dados Qualitativos (2023)

	Entrada (mg/L)	Saída (mg/L)	Eficiência
DBO	364,0	13,0	96,4%
Nitrogênio	58,8	22,9	61,1%
Fósforo	5,76	5,42	5,9%

A ETE está em adequação para remoção de Fósforo

A ETE faz o desaguamento do lodo da ETA



ETE PARAIBUNA - PARAIBUNA [SP]

Energia

1,22 kWh/m³ tratado

Lodo

0,10 kg/m³ tratado

Emissões GEE

0,92 kg CO₂/m³

Sólidos Secos

0,03 kg/m³ tratado



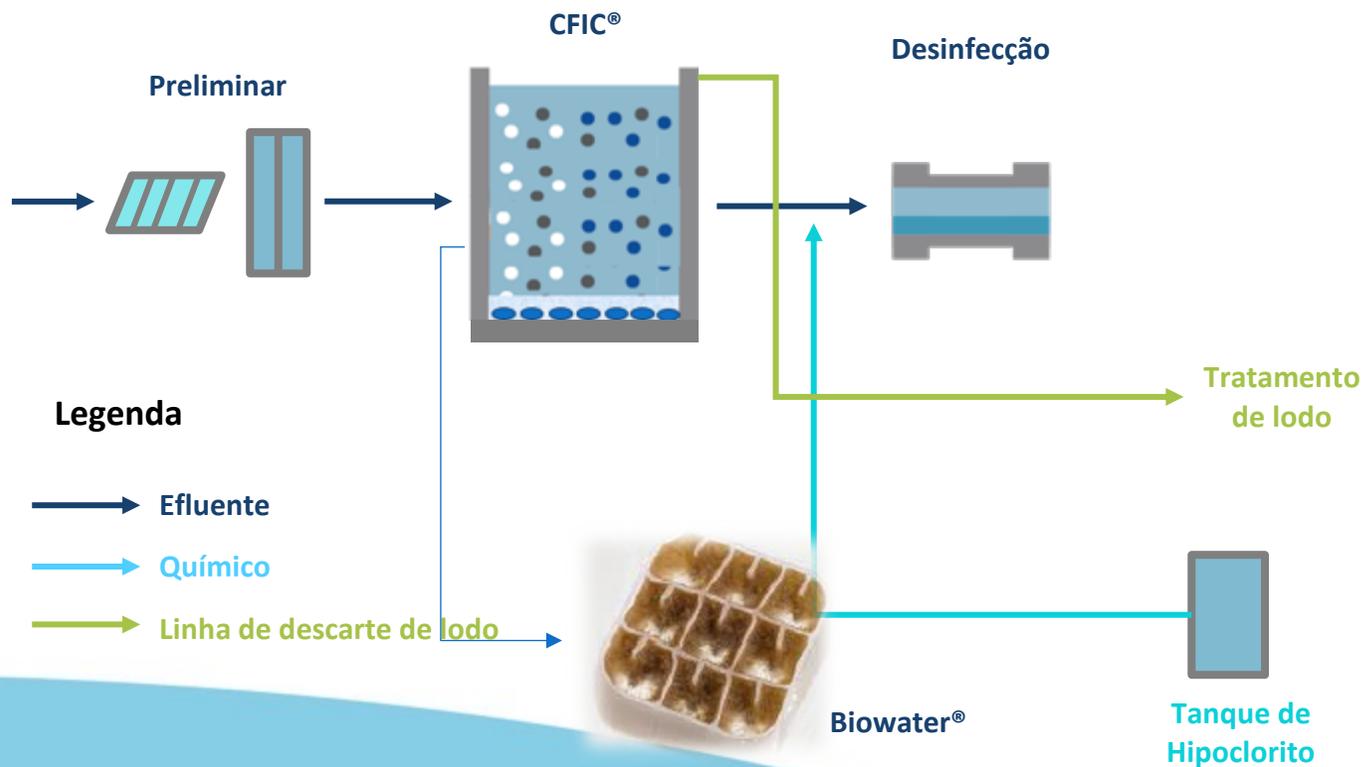
ETE BENEDITO BENTES -
MACEIÓ [AL]

DADOS GERAIS

- População do município: **1 milhão (350 mil)**
- Tipo de Tratamento: **MBBR CFIC® (Vazão Constante e Limpeza Intermitente)**
- Vazão atual: **90 L/s**
- Vazão de projeto: **360 L/s**

ETE BENEDITO BENTES

Tipo de Sistema de Tratamento: MBBR - CFIC®



Dados Quantitativos (2023)

Volume tratado	2.202.712 m ³
Energia consumida	1.369 MWh
Lodo gerado	1.728 ton
Sólidos Secos gerados	345 ton
Emissões atmosféricas	628 ton CO ₂ e

Dados Qualitativos (2023)

	Entrada (mg/L)	Saída (mg/L)	Eficiência
DBO	356,6	20,3	94,3%
Nitrogênio	36,2	16,1	55,4%
Fósforo	8,9	3,2	64,0%

A ETE recebe caminhões Limpa-Fossa



ETE BENEDITO BENTES -
MACEIÓ [AL]

Energia

0,62 kWh/m³ tratado

Lodo

0,78 kg/m³ tratado

Emissões GEE

0,29 kg CO₂/m³

Sólidos Secos

0,15 kg/m³ tratado



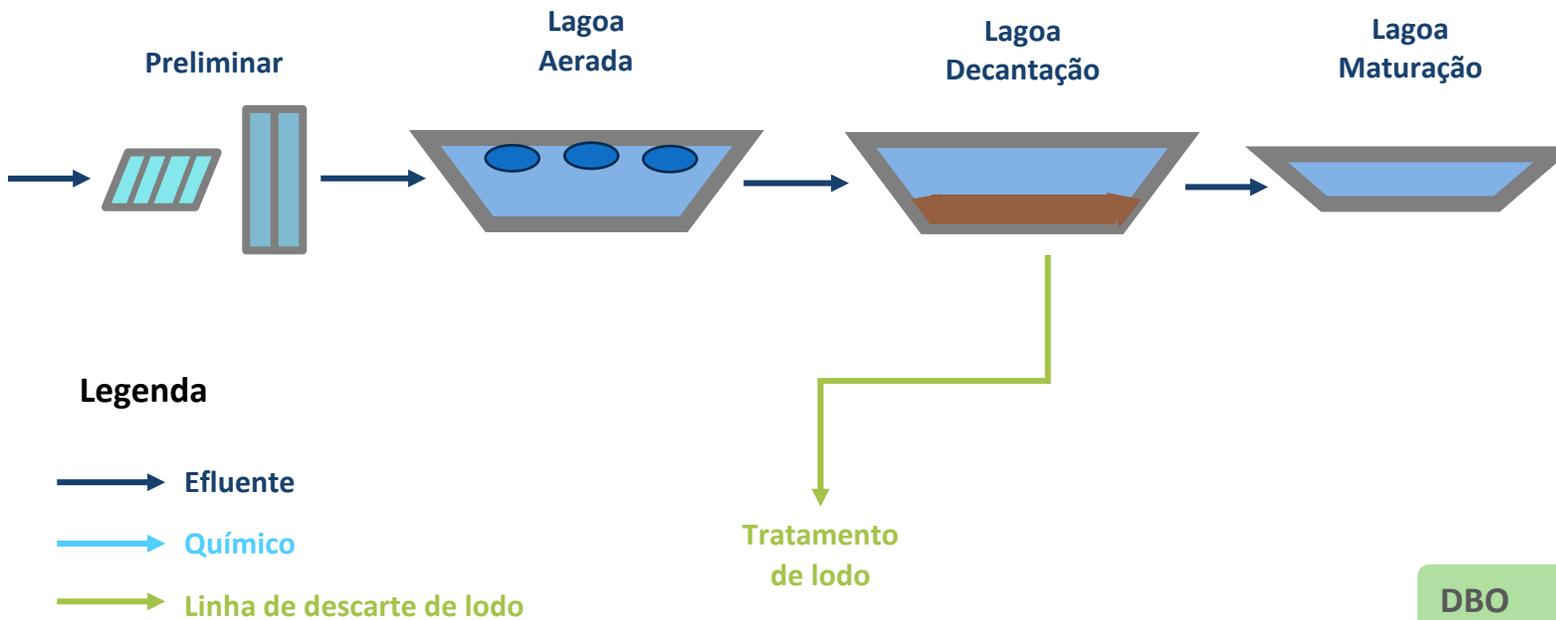
ETE MARINHO - SANTA RITA DO
PASSA QUATRO [SP]

DADOS GERAIS

- População do município: **27 mil**
- Tipo de Tratamento: **Lagoa Aerada + Lagoa de Decantação + Lagoa de Maturação**
- Vazão atual: **31 L/s (Atende 50% município)**
- Vazão atual: **31 L/s (ETE Captuva)**

ETE MARINHO

Tipo de Sistema de Tratamento: Lagoa Aer. + Lagoa Dec. + Lagoa Mat.



Dados Quantitativos (2023)

Volume tratado	981.831 m ³
Energia consumida	590 MWh
Lodo gerado	730 ton calculado
Sólidos Secos gerados	33 ton
Emissões atmosféricas	2.194 ton CO ₂ e

Dados Qualitativos (2023)

	Entrada (mg/L)	Saída (mg/L)	Eficiência
DBO	370,0	60	83,8%
Nitrogênio	31,1	24,6	20,9%
Fósforo	4,1	3,9	4,9%



ETE MARINHO [SP]

Energia

0,60 kWh/m³ tratado

Lodo

0,74 kg/m³ tratado

Emissões GEE

2,2 kg CO₂/m³

Sólidos Secos

0,03 kg/m³ tratado

COMPARATIVO DE EFICIÊNCIA

Indicadores Qualitativos			
Tipos de Tratamento	Eficiência DBO	Eficiência N	Eficiência P
Lodos Ativados Convencional	93,0 %	31,0 %	50,0 %
Biorreator Combinado Anaeróbio-Aeróbio - BRC	96,4 %	61,1 %	5,9 %
MBBR - CFIC	94,3 %	55,4 %	64,0 %
Lagoa Aerada + Lagoa Decantação	83,8 %	20,9 %	4,9 %

RESUMO

Consumo compatível com o indicado pela literatura: 18 – 26 kWh/hab.ano (Von Sperling, 2012)
ETE Ribeirão ≈ 24,6 kWh/hab.ano

Indicadores Quantitativos

Tipos de Tratamento	Consumo Energético	Geração Lodo	Geração Sólidos Secos	Emissões atmosféricas
Lodos Ativados Convencional	0,24 kWh/m ³	0,20 kg/m ³	0,05 kg/m ³	0,35 kg CO ₂ /m ³
Biorreator Combinado Anaeróbio-Aeróbio - BRC	1,22 kWh/m ³	0,10 kg/m ³	0,03 kg/m ³	0,92 kg CO ₂ /m ³
MBBR - CFIC	0,62 kWh/m ³	0,72 kg/m ³	0,15 kg/m ³	0,29 kgCO ₂ /m ³
Lagoa Aerada + Lagoa Decantação	0,60 kWh/m ³	0,74 kg/m ³	0,03 kg/m ³	2,20 kgCO ₂ /m ³

Indicação do fabricante: até 0,30 kWh/m³.
- A ETE opera atualmente com metade da capacidade instalada utilizando, portanto, potência superior a necessária

Aeradores superficiais mecanizados, baixa Taxa de Transferência de Oxigênio

Consumo compatível com o indicado pelo fabricante

Porção anaeróbia aumenta as emissões de CO₂ (Maior MCF)

O MCF (Fator de Conversão de Metano) deste tipo de sistema é maior que os outros apresentados aqui.
- Lagoa aerada + dec.: 0,29
- Outros sistemas aerados: 0,003

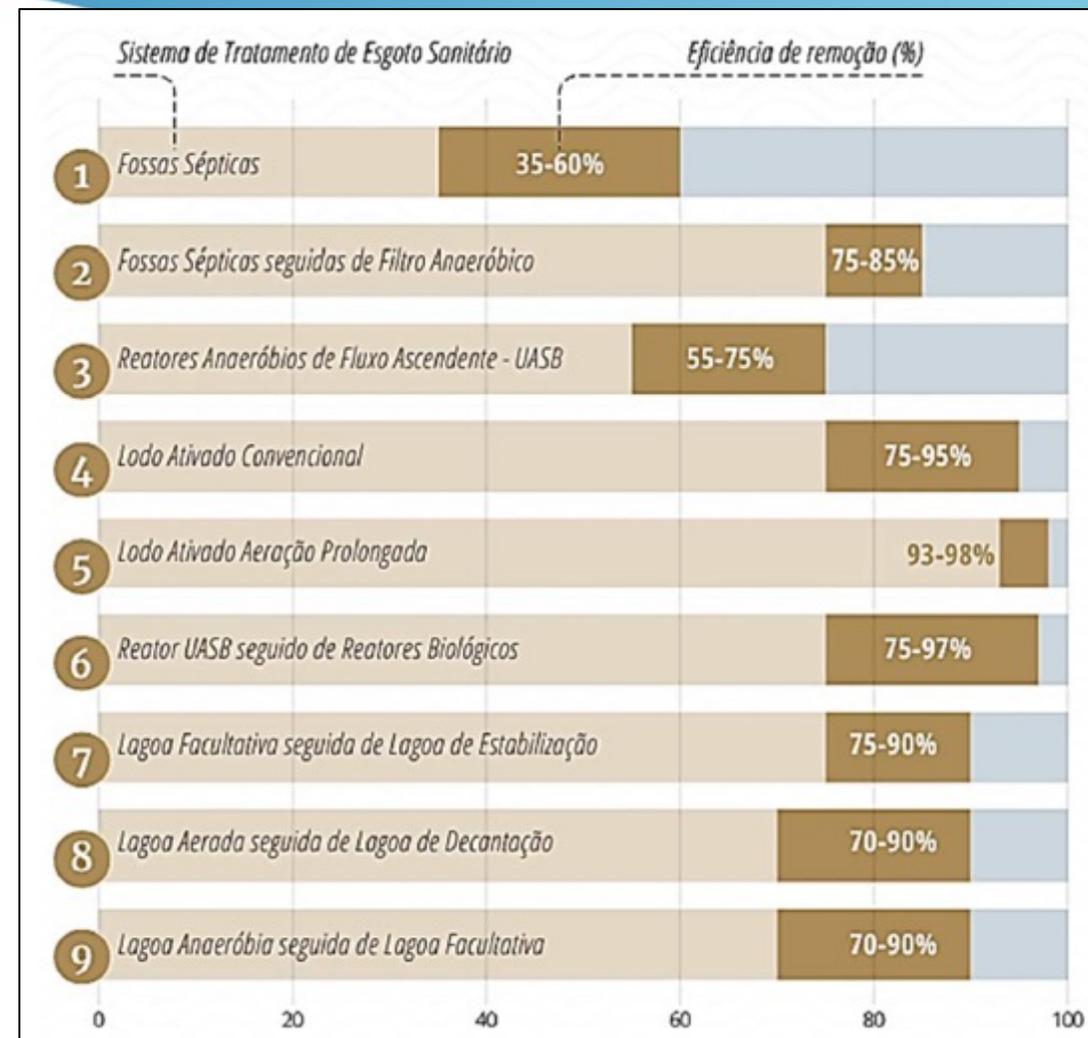
**INDICADOR DE CONSUMO DE ENERGIA POR DBO REMOVIDA
(Média de 2023)**

Tipo	Vazão (m³/d)	Vazão (L/s)	Indicador (kWh/kgDBO removida)
Lodos Ativados	172.045	1.991	1,3
MBBR CFIC	6.035	70	1,8
LA + LD + LM	2.690	31	1,9
Biorreator Combinado Anaeróbio-Aeróbio	523	6	3,5

COMPARAÇÃO LITERATURA

Indicadores Qualitativos – Remoção DBO

Tipos de Tratamento	Eficiência DBO
Lodos Ativados Convencional	93,0 %
Biorreator Combinado Anaeróbio-Aeróbio - BRC	96,4 %
MBBR - CFIC	94,3 %
Lagoa Aerada + Lagoa Decantação	83,8 %



Eficiências típicas de diversos sistemas de tratamento de esgoto

Fonte: Panorama do Saneamento básico no Brasil SNIS 2021

PONTOS DE REFLEXÃO



Esgoto Sanitário (projeto) x Esgoto sanitário (real)

- Diferença de qualidade (Concentrações de diversos parâmetros)
- Chorume
- Limpa-fossas
- Lodo de ETA
- Efluentes industriais (variedade de tipos)
- Águas pluviais + Infiltração
- Disponibilidade de nutrientes
- Biodegradabilidade do efluente

PONTOS DE REFLEXÃO



Projeto x Capacidade Instalada

- Capacidade projetada (Vazão e Carga) – Eficiências Projetadas
- Capacidade instalada (etapalização, evolução da contribuição, etc)
- Vazão e Carga operacional e resultados reais



Sustentabilidade

- Reúso
- Aproveitamento biogás
- ISO 9000, 14000, etc
- Emissões de gases
- Aproveitamento dos resíduos
- Eficiência Energética
- Economia Circular

PONTOS DE REFLEXÃO



OPEX

- Tarifa de energia elétrica local
- Custo produtos Químicos (preço regional)
- Custo transporte e disposição de lodo (Distância)
- Nível de automação
- Custo de manutenção (quantidade de equipamentos)
- Condicionantes e requisitos ambientais (monitoramentos)
- Custo manutenção predial

PONTOS DE REFLEXÃO

CAPEX

- Nível de tratamento (primário, secundário, terciário)
- Escala: 1 L/s – 10 L/s – 100 L/s – 1000 L/s (Custo unitário)
- Área necessária
- Topografia e geotecnia
- Infraestrutura elétrica disponível
- Distância ponto de lançamento (emissário final)
- Projeto em etapas
- Nível de automação
- Unidades complementares (Laboratório, auditório, oficinas, escritório, etc)
- Gerador de energia
- Redundância e segurança de equipamentos

CONSIDERAÇÕES FINAIS



- 1. Comparar condições similares de vários processos para equalização correta;**
- 2. Consumo de energia está relacionado ao processo de tratamento mas também com a tecnologia de aeração;**
- 3. A geração de lodo está relacionada com o processo, mas também com carga removida e ao tipo de desaguamento. (Considerar Lodo Desaguado x Lodo Seco);**
- 4. Estudo de engenharia com avaliação das condições e requisitos locais além do Capex e Opex.**



Realização:



OBRIGADO!

Gilson Merli
Diretor de O&M
GS Inima Brasil

 gilson.merli@gsinima.com.br

 www.gsinimabrasil.com.br