



Recuperação de recursos e reuso de água: contribuições da RENTED

Ricardo Franci Gonçalves

Prof. Titular, D. Ing.

Depto. Enga. Ambiental

Universidade Federal do Espírito Santo

Reengenharia do ciclo urbano da água



Vitória: colapso hídrico entre 2016 e 2025?

23.05.2004 13:08

Macro → Bacia hidrográfica

Meso → Cidade

Micro → Edificações



Energia

Água

Nutrientes

“NEXUS”

Escalas: Meso x Micro

MESO

- ✓ Produção → EPARs
- ✓ Controle e fiscalização 😊
- ✓ Produção longe da demanda 😊
- ✓ Economia para empresas 😞
- ✓ Investimento concentrado 😞

MICRO

- ✓ Produção → ETACs
- ✓ Controle/fiscalização mais difíceis 😞
- ✓ Produção perto da demanda 😊
- ✓ Benefício direto aos usuários 😊
- ✓ Investimento difuso 😊

Escalas: Meso x Micro

MESO

- ✓ Produção → EPARs
- ✓ Controle físico
- ✓ Empresas de saneamento
- ✓ Produção da demanda
- ✓ Investimento concentrado

Empresas de saneamento



MICRO

- ✓ Produção → ETACs
- ✓ Controle físico
- ✓ Usuários dos Imóveis
- ✓ Produção da demanda
- ✓ Investimento difuso

Usuários dos Imóveis



Escala Micro



O déficit habitacional

✓ Para eliminar o déficit e a sub-habitação até 2030:

- ~ 1,6 milhões de novas habitações/ano (Fonte: FGV, 2016)

✓ Esforço 2018 - 2030: R\$ 390 bilhões/ano

(Fonte: FGV, 2016)

O déficit habitacional

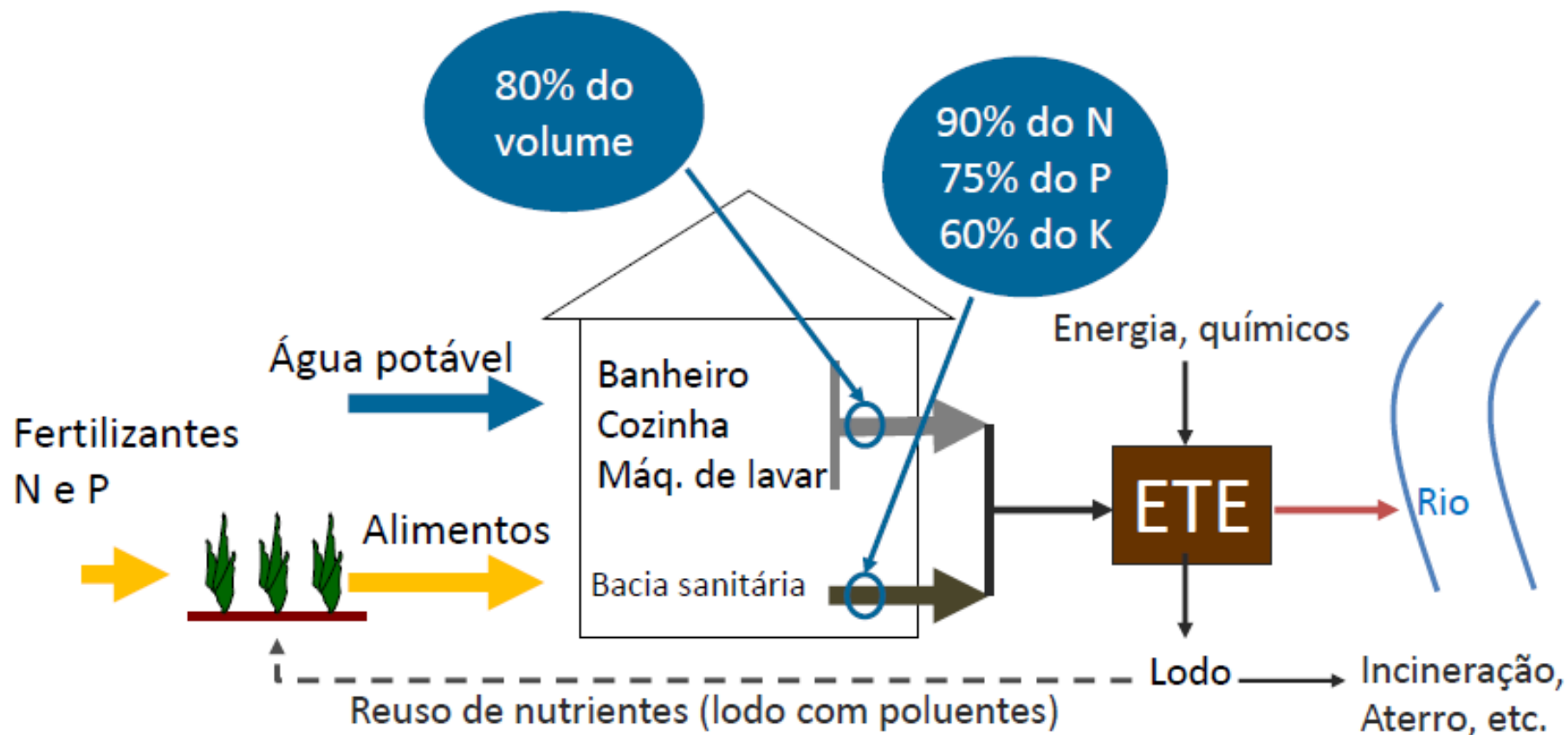
✓ Para eliminar o déficit habitacional até 2030:

- ~ 1,6 milhões de habitações/ano (Fonte: FGV, 2016)

2018 - 2030: R\$ 390 bilhões/ano

do PIB Brasileiro (Fonte: FGV, 2016)

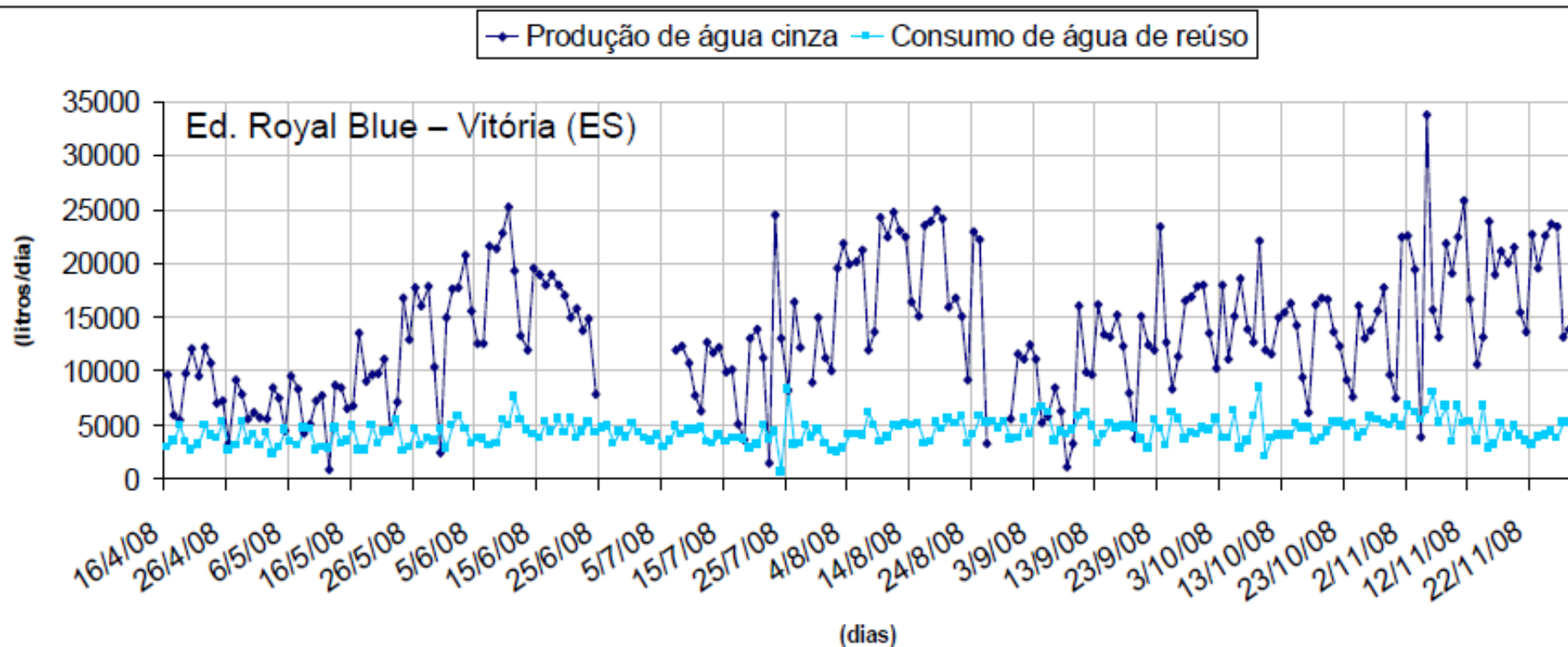
Consumo de água residencial > 80% do total



- ✓ Mistura de águas com diferentes quantidades e qualidades.
- ✓ Sistema de esgotamento centralizado e ETE única.

- ✓ Tratamento avançado p/ remover matéria orgânica e nutrientes.
- ✓ Possibilidade limitada de reuso de nutrientes (lodo contaminado).

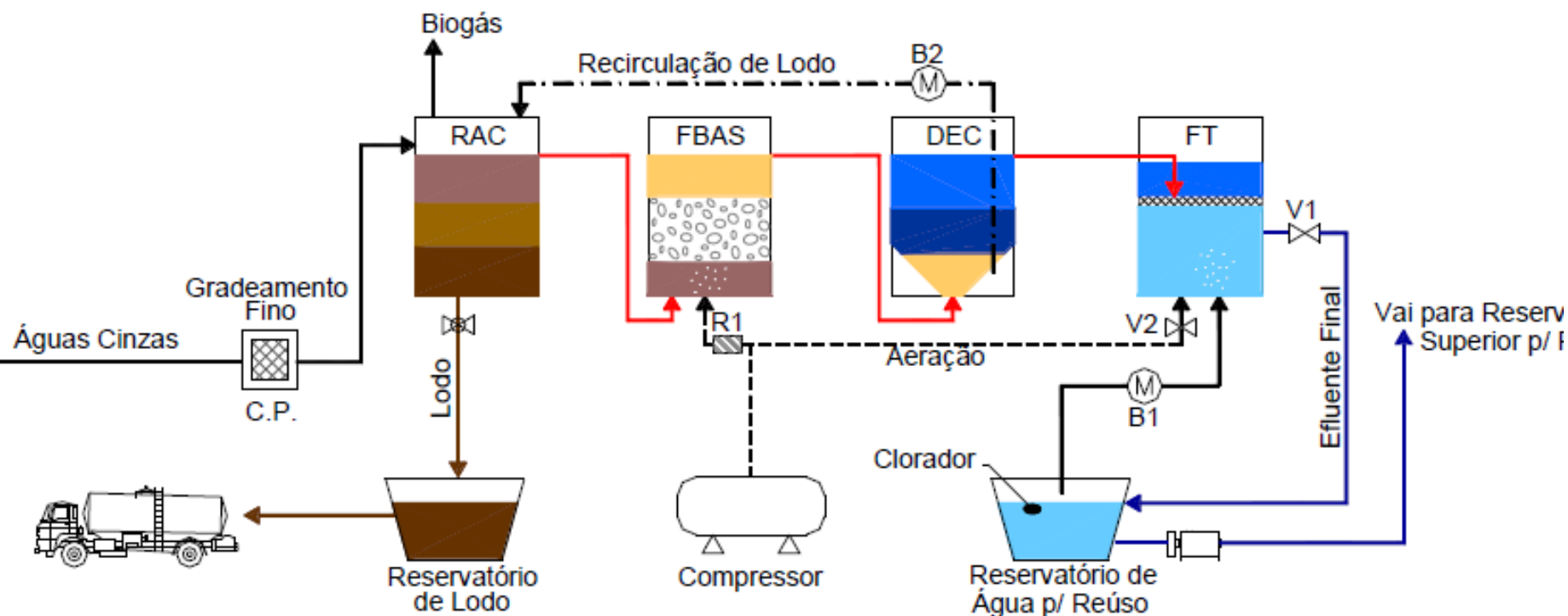
Balanço hídrico do edifício: demanda e oferta de água segundo uso e qualidade



Água de reúso corresponde a aproximadamente
32% da água cinza gerada

Qualidade das águas cinzas

ETAC



ETAC - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS

RAC - Reator Anaeróbio Compartimentado
FBAS - Filtro Biológico Aerado Submerso
DEC - Decantador Secundário
FT - Filtro Terciário
B1 - Bomba centrífuga auto-escorvante
B2 - Bomba centrífuga auto-escorvante

R1 - Rotâmetro
V1 - Válvula Solenóide
V2 - Válvula Solenóide
- - - Recirculação de Lodo
— Água de lavagem do FT
— Fluxograma do Processo
- - - Sistema de Aeração

Água cinza

Efluente Anaeróbico

Efluente aeróbico

Efluente filtrado

Efluente clorado

Vaso sanitário





PETROBRAS

Raciona



- Universidade Petrobras
 - Alto padrão de acabamento
 - Cidade Nova – Centro/RJ
 - Área: 52.425 m²
 - 3 sub-solos e 7 andares
 - Auto nível de automação predial
-
- IMPLANTAÇÃO: 2006 e 2008





Figura 1 – Vazão nominal 70m³/d



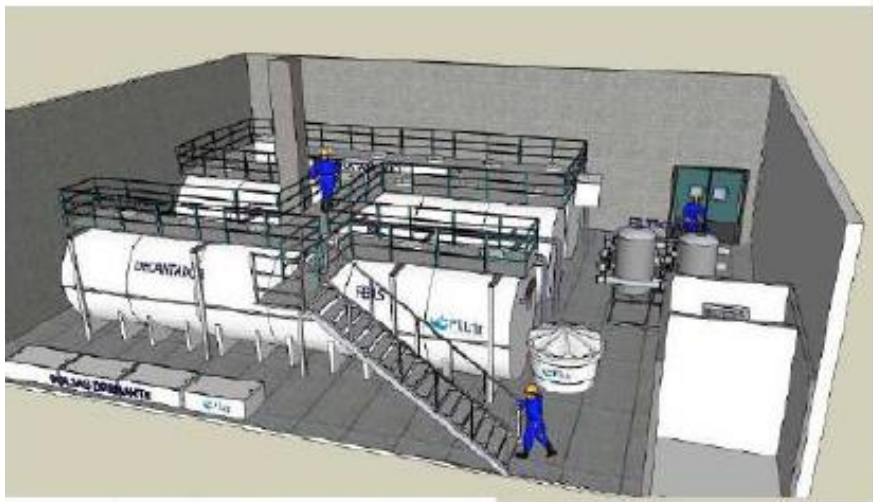
Figura 2 – Vista Geral da ETAC



Figura 3 – Automação (Turbidímetro on-line)



Figura 4 – Dupla Filtração

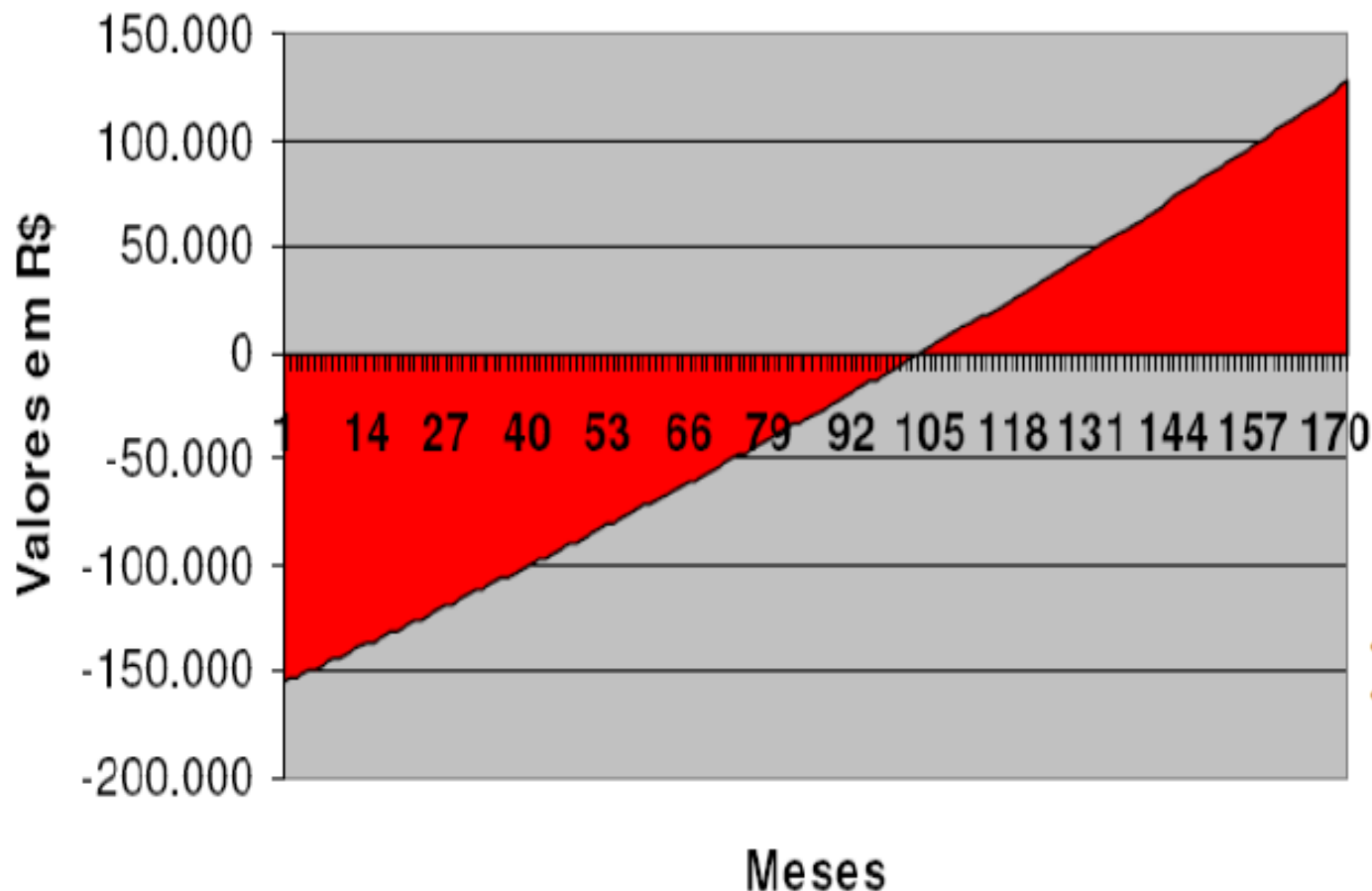


ETER PETROBRAS: 300 m³/d
Pré-tratamento + RAC + FBAS + FT areia + FT
carvão + Cloro



Implantação → R\$ 620.000,00
Período de retorno → 4,5 anos

Viabilidade Econômica



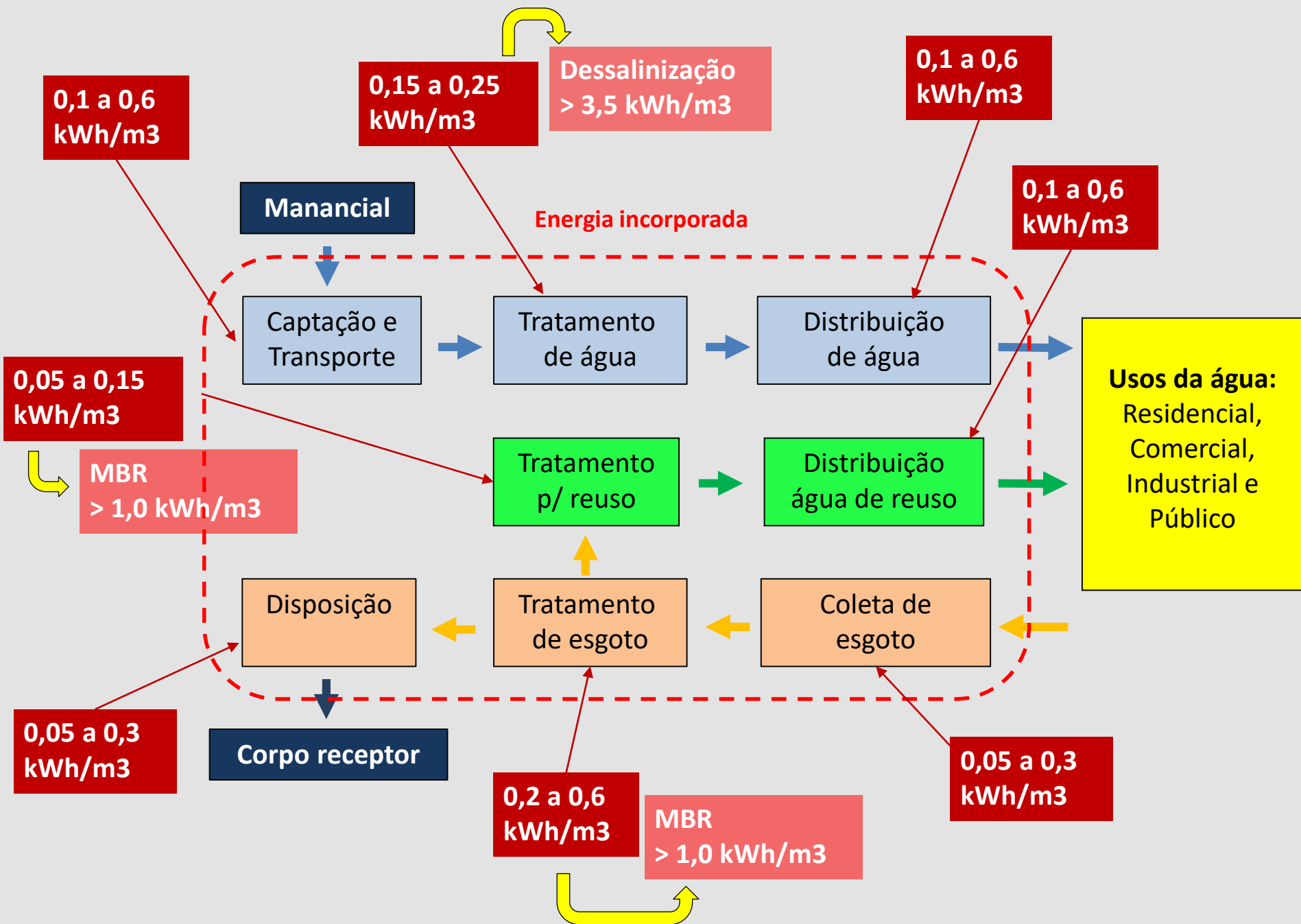
Ed. Royal Blue

- Poupança: 0,65% ao mês
- Inflação: 5% ao ano

Cenário 1 – Tempo de Retorno para a implantação do sistema de reúso **com BDI**

TEMPO DE RETORNO: 103 MESES OU 8,5 ANOS

Escala Meso →
Cidades



**ETE AJMAN → 300 mil hab.
(Emirados Árabes Unidos)**



Grande



Média

**ETE REZENDE (RJ)
30 mil hab.**



Metano
10 a 20 m³/1000 hab.d
(9,3 kWh/m³)

UASB seguido de
Biofiltro Aeróbio (UFES)





ETE Manguinhos
Qmed = 200 L/s
Lodos ativados NBPR

Consumo energético ~ 0,5 kWh/m³

An aerial photograph of a water treatment plant. The facility includes several large rectangular concrete tanks, a complex network of pipes, and electrical equipment. The plant is surrounded by a paved area and greenery. In the background, a residential neighborhood with houses and trees is visible under a clear blue sky. A large, bright yellow starburst shape is superimposed over the center of the image, containing text.

Conta de energia em 2015:
R\$ 90.000.000,00

Consumo energético ~ 0,5 kWh/m³

Reúso → tecnologias de tratamento do esgoto

Parâmetro	Tratamento secundário NBPR + desinfecção	Tratamento secundário NBPR + filtros de areia + desinfecção	Tratamento secundário NBPR + microfiltr. + O.R. desinfecção
SST	5 a 20	1 a 4	≤ 1
DBO ₅	5 a 20	1 a 5	0 a 2
N Total	2 a 12	2 a 12	≤ 1
N-NO ₃ ⁻	1 a 10	1 a 10	≤ 1
P total	0,1 a 0,5	0,1 a 0,5	≤ 0,5
Turbidez	2 a 6	0,5 a 4,0	0,1 -1,0
Coli Term.	2,2 a 240	≤ 2,2	≈ 0
Protozoários	5 a 10	≤ 1	≈ 0
Vírus	100 a 10000	≤ 0,0001	≈ 0

Aquapolo – SP → $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$



Aquapolo – SP → $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$



PRODUTO III - CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ÁGUA (RP01B)
OFICINA DE TRABALHO 3

**Elaboração de Proposta do Plano de Ações
para Instituir uma Política de Reúso
de Efluente Sanitário Tratado no Brasil**

Ministério das Cidades e
Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA

Acordo de Empréstimo Nº 8074-BR – Banco Mundial

13 de Junho de 2017

Coordenação



MINISTÉRIO DAS
CIDADES

Parceiros Governamentais



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE
MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO NACIONAL



Financiamento



BANCO MUNDIAL

Através do

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do
SETOR ÁGUA

Consultor

Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reúso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil

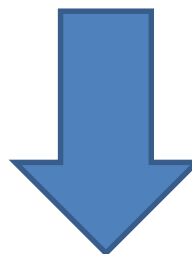
Coordenação



INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do
SETOR ÁGUA



Reúso urbano irrestrito



Parâmetro	Unidade	USEPA	COEMA	PROSAB	CETESB	FIESP BS	FIESP Irr.	CH2M
Coli. Term.	NMP/100mL	0	1000	200	200	200	200	10
Ovos helm.	ovo/L		1	1	1			1
pH		9	8,5			9	9	9
DBO5	mg/L	10				10	20	15
Turbidez	U.T.	2		5		2	5	5
SST	mg/L					5	20	
RAS	mmolc/L				12			
Cl residual	mg/L	1				1		1
Condutiv.	µS/cm		3000		2900			
SDT	mg/L						1500	
Ntotal	mg/L					10	30	

Parâmetros	Classe A	Classe B	Classe C
Coliformes termotolerantes ou E.coli	Não detect.	Não detect.	Não detect.
Ovos de helmintos	1 ovo/L	1 ovo/L	1 ovo/L
Turbidez	5 UT	<5 UT	<5 UT
DBO _{5,20}	30 mg/L	10 mg/L	10 mg/L
CRT (cloro residual total) (**)	Mín. 0,5mg/L Máx.1,0 mg/L	Mín. 0,5 mg/L	Mín. 0,5 mg/L
Cloro residual livre (**)	Mín. 0,5mg/L Máx.1,0 mg/L	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) / Condutividade elétrica	≤500 mg/L / 900 µS/cm	≤500 mg/L / 900 µS/cm	≤500 mg/L / 900 µS/cm
Razão de Absorção de Sódio- irrigação superficial (*)	8 me/L	-	-
Razão de Absorção de Sódio- irrigação por aspersão (*)	3 me/L	-	-
Amônia	-	-	<1,0 mg NH ₃ /L
Cloretos	-	-	15,0 a 25,0 mg/L
Condutivid			300 a 450 µS/cm (540 a 810 SDT)
Dureza			< 60,0 mg CaCO ₃ /L
Ferro			< 0,3 mg Fe/L
Fósforo			< 1,0 mg P/L
Silica Solú			< 30 mg P/l

ABNT/CB-02
1º PROJETO:
MARÇO 2017

LEGENDA: XX Alteração/Inclusão – XX Pendência – XX Término da discussão

Sistemas de água não potável em edificações

Ricardo Franci Gonçalves
Depto. Enga. Ambiental
Univ. Federal do Espírito Santo

franci@npd.ufes.br

(27) 99293 9992