



Experiência do PROSAB com relação ao reúso doméstico de água

Oficina de trabalho CTCT - CNRH:
Uso racional e reúso doméstico de água

Brasília, 25 e 26 de outubro de 2017

Ricardo Franci Gonçalves

Prof. Titular, D. Ing.

Depto. Enga. Ambiental

Universidade Federal do Espírito Santo



PROSAB

1996 a 2006

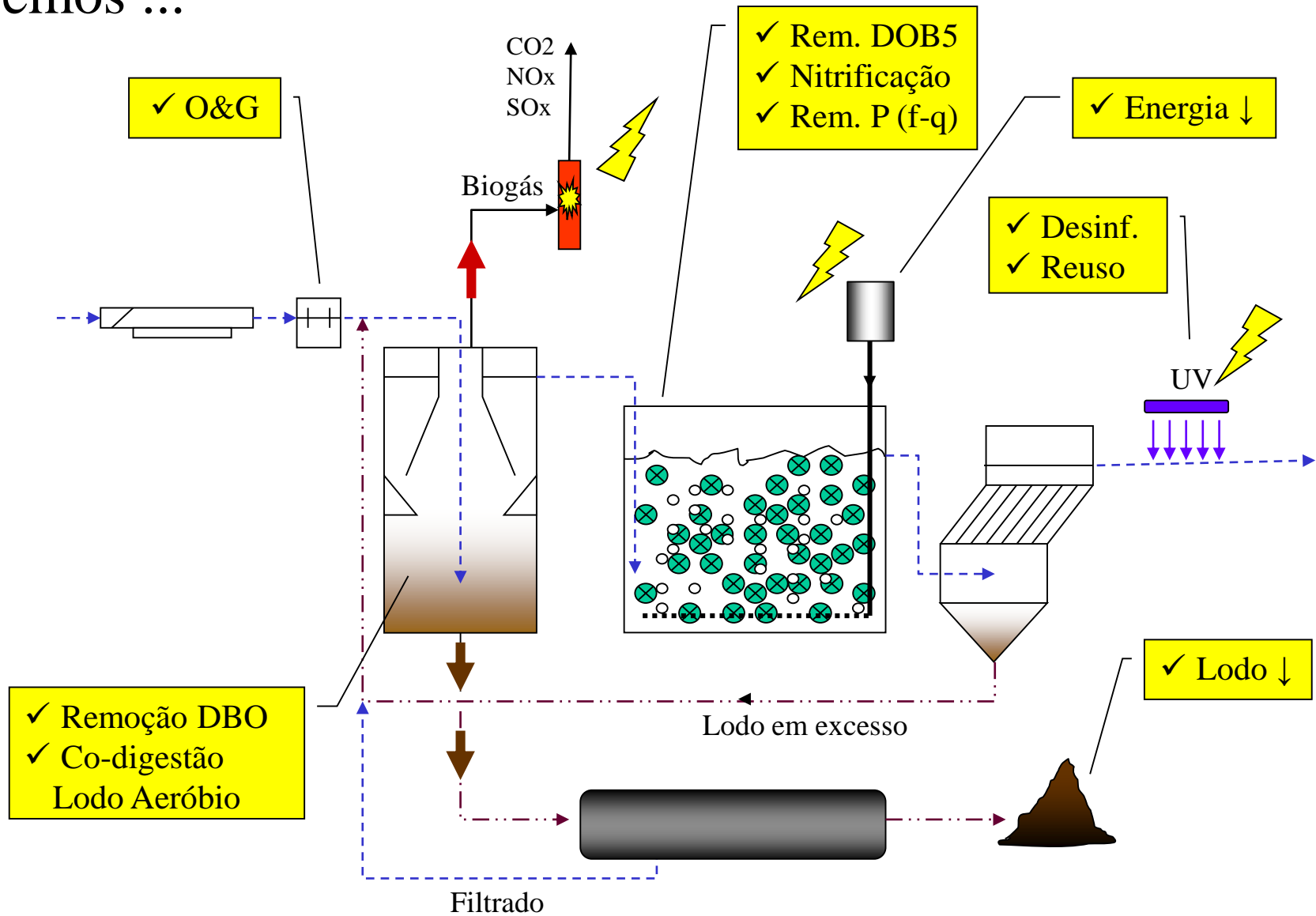
Grupo Coordenador

**FINEP - CNPq - CAIXA - Comunidade
Ativa - ABES - Universidades -
Companhias de Saneamento**

Recursos de R\$ 4 milhões/ano

- Desenvolvimento de tecnologia brasileira;
- Abordagem integrada e cooperativa;
- Otimização de recursos;
- Sem duplicidade e pulverização;
- Integração de pesquisadores;
- Disseminação de informações;
- Capacitação das instituições;
- Formação de recursos humanos;
- Resultados efetivos e prontamente aplicáveis;
- Conhecimento científico de domínio público.

Sabemos ...



PROSAB: Desenvolvimento tecnológico

MCT/FINEP, CAIXA, CNPq



Editais 1: Processos anaeróbios

Objetivos:

- SS e DBO (ef. 70%)
- Minimizar lodos
- Maximizar biogás



Editais 2: Processos anaeróbios + aeróbios

Objetivos:

- SS e DBO (ef. > 90%)
- Gerenciar lodos aeróbios
- Maximizar biogás



Editais 3: (Processos anaeróbios + aeróbios) + desinfecção + reúso

Objetivos:

- SS e DBO (ef. > 90%)
- Inativação patógenos
- Reúso



REDES DE PESQUISA

Instituição
C

Instituição
A

Instituição
B

REDE DE
PESQUISA

Consultores
Ad-doc

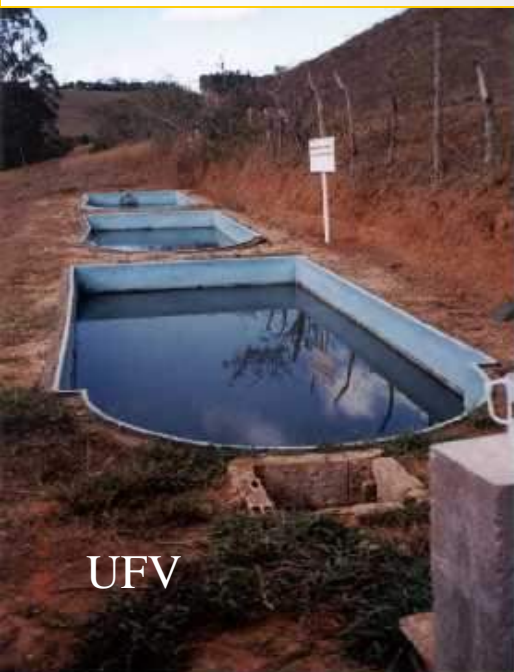
Instituição
D

Grupo de
Coordenação



Abrangência territorial do PROSAB





UFV



UFC



UFMG



UFPE



UNICAMP



UASB seguido de
Biofiltro Aeróbio
(UFES)

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

Grande

Média



ETE AJMAN
(Emirados Árabes Unidos)
300 mil hab.



ETE REZENDE (RJ)
30 mil hab.

ETE Melchior – UASB + Lodo Ativado – 1 milhão da hab –
ao fundo ETE Samambaia



UASBs

Sanepar – ETE Sul Londrina (224.000 hab)



Itabira – MG (60.000 hab)



<http://www.finep.gov.br/prosab/>



- Conhecimento;
- Tecnologias;
- Novos Pesquisadores;
- Massa crítica para o setor de saneamento.

Revisão da NBR 12.209 – Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitários de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários

Texto Base - Agosto/ 2006

O presente Texto Base de revisão da Norma NBR 12.209 foi elaborado com a participação dos seguintes engenheiros:

- Eduardo Pacheco Jordão, Universidade Federal do Rio de Janeiro
- Pedro Além Sobrinho, Universidade de São Paulo
- Adrianus C.van Haandel, Universidade Federal de Campina Grande
- Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Universidade Federal de Minas Gerais
- Décio Jürgensen, Companhia de Saneamento do Paraná, SANEPAR
- José Roberto Campos, Universidade de São Paulo
- Marcelo Pinto Teixeira, Companhia de Água e Esgotos de Brasília, CAESB
- Marco Antonio Penalva Realli, Universidade de São Paulo
- Ricardo Franci Gonçalves, Universidade Federal do Espírito Santo

A elaboração do presente Texto Base foi possível graças ao apoio da FINEP



Precisamos resgatar o PROSAB

A maior e mais democrática
iniciativa brasileira no sentido da
independência tecnológica no setor
de saneamento

Macro → Bacia hidrográfica

Meso → Cidade

Micro → Edificações

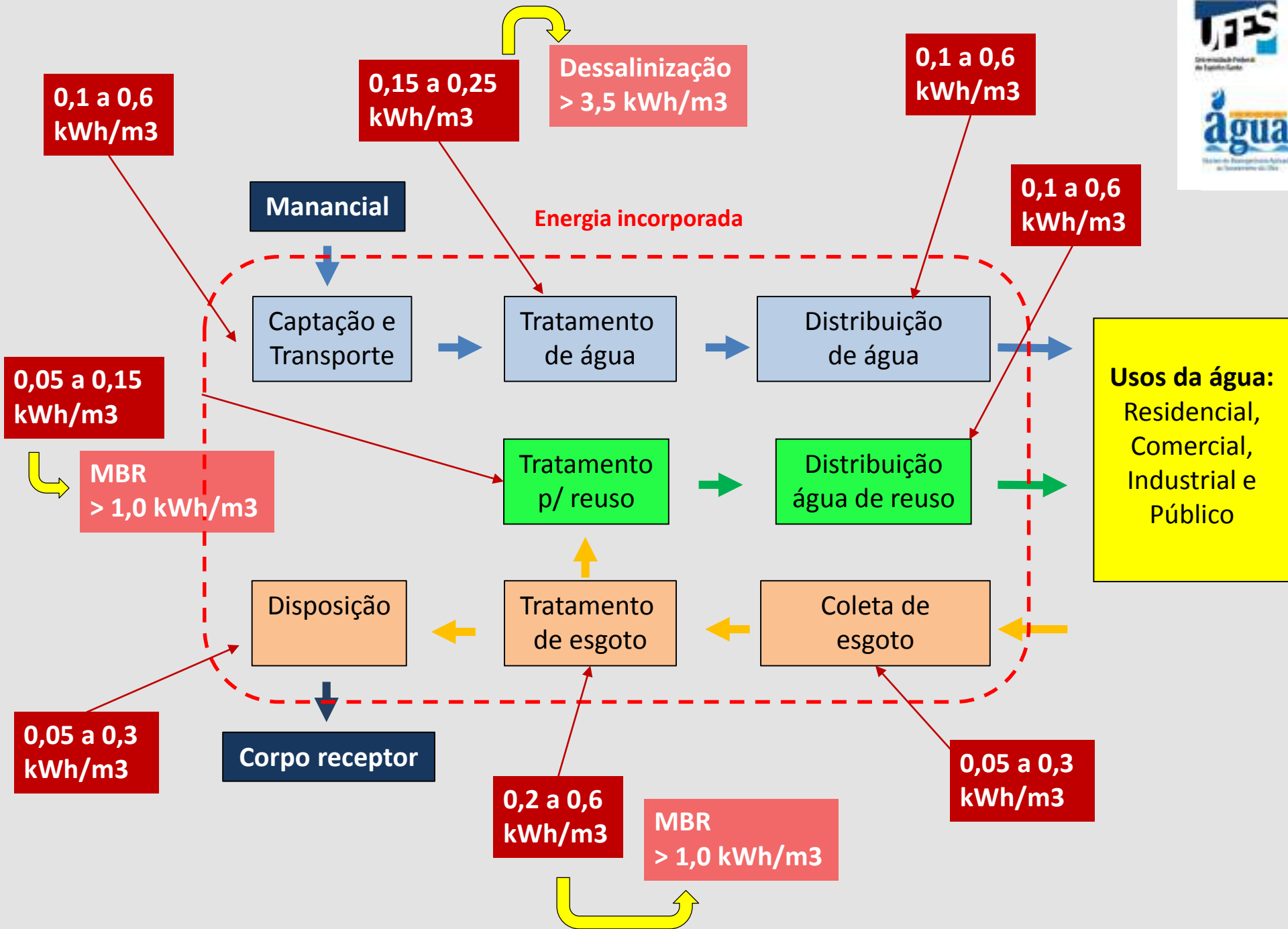


Energia

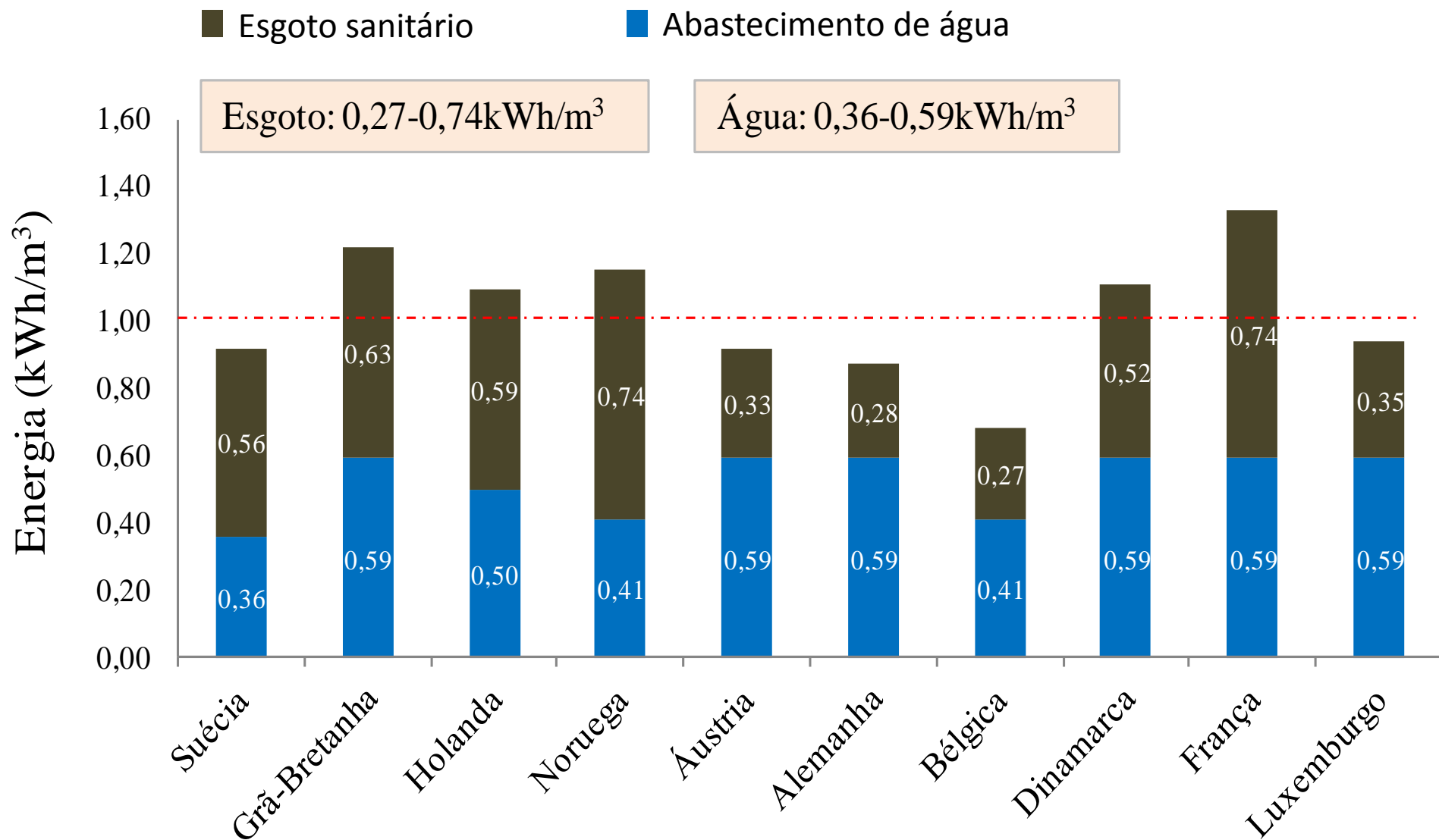
Água

Nutrientes

“NEXUS”






Escala Meso → cidades







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

fis

✓ E

Empresas
de
saneamento

✓ Pro e da
demanda

✓ Investimento
concentrado



MICRO

✓ Produção → ETACs

✓ Controle

dif

✓ B s

u

✓ Pro da
demanda

✓ Investimento difuso

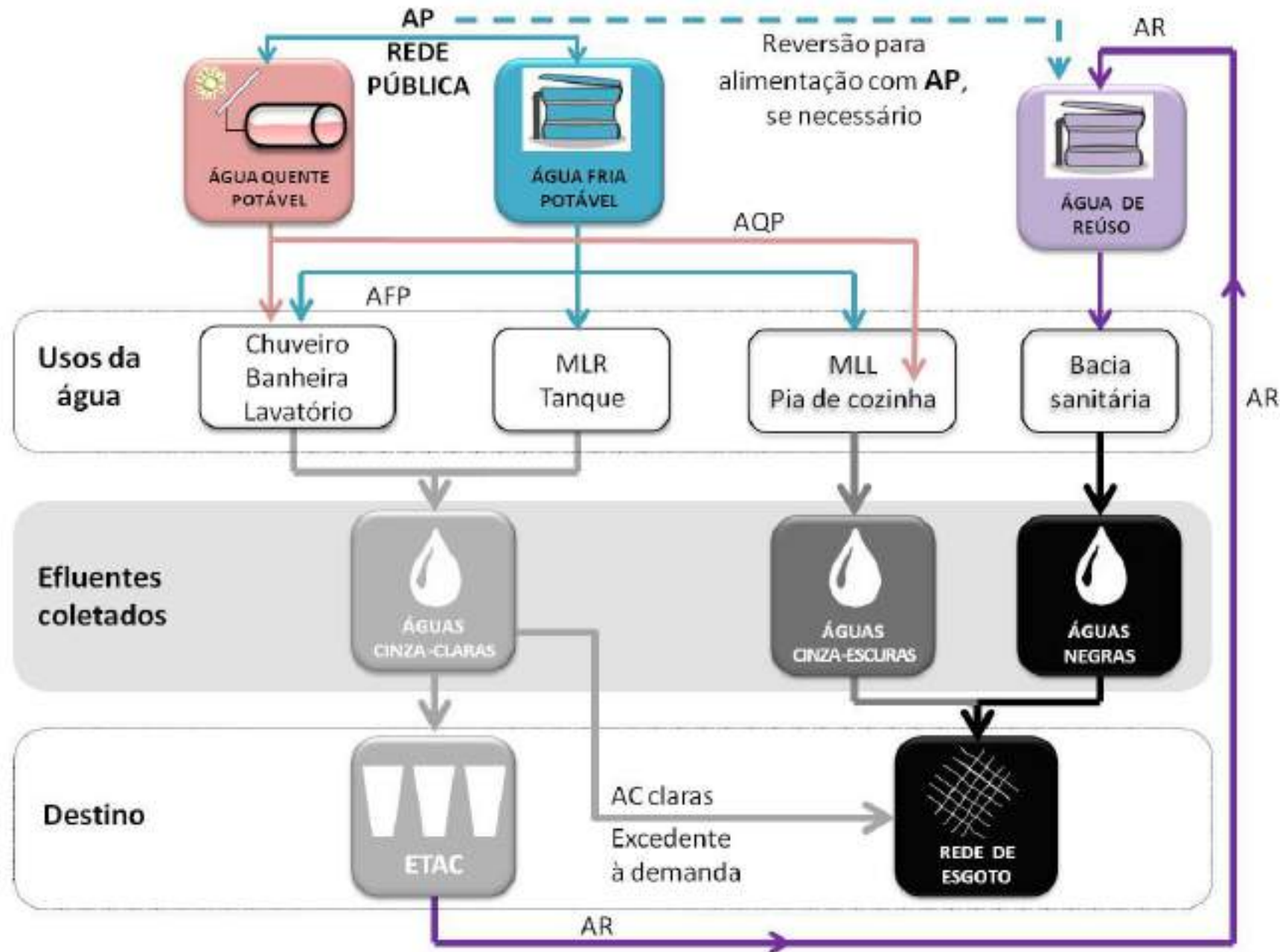
Usuários
dos
Imóveis



Escala Micro



Edifícios FLEX

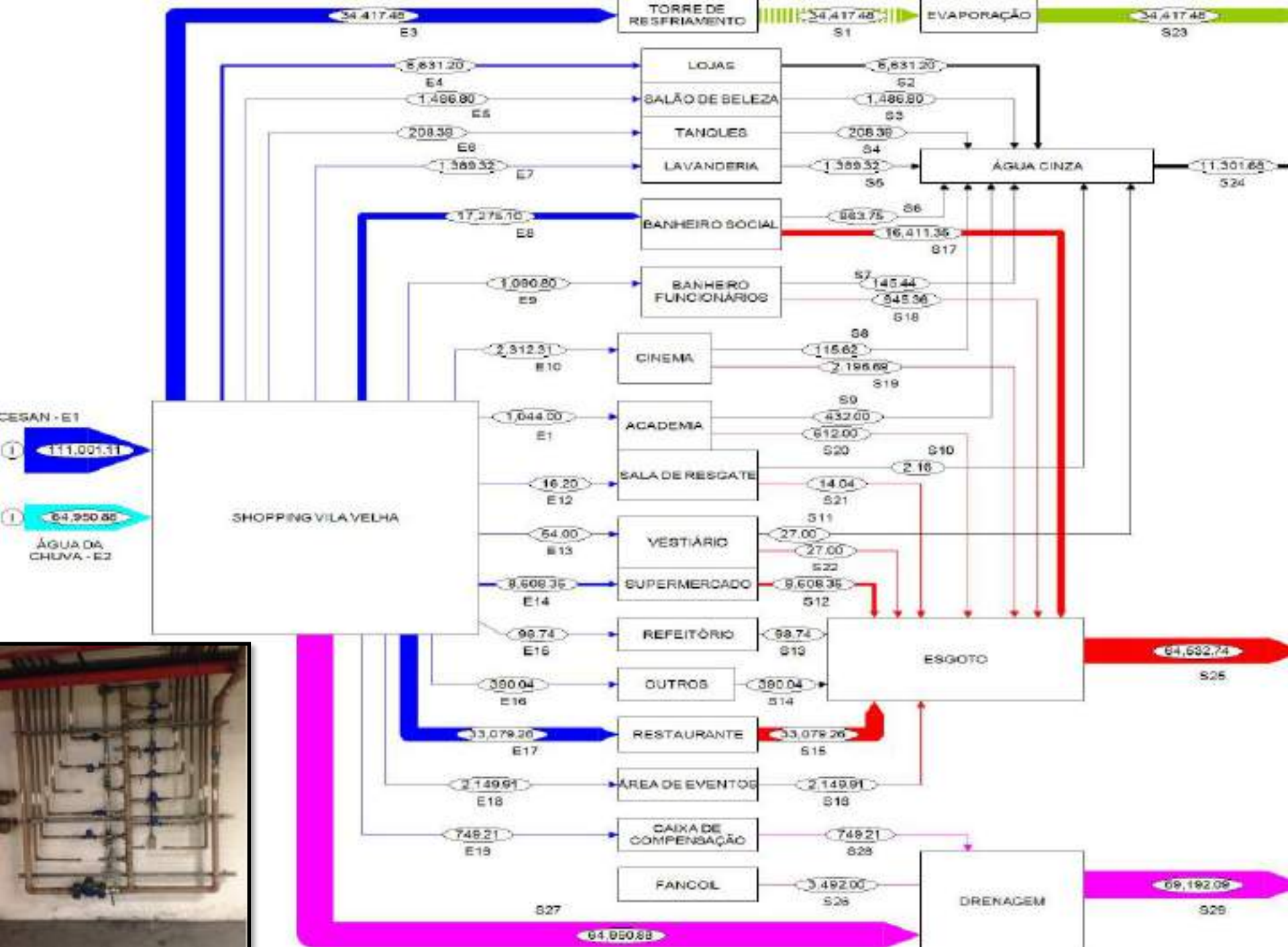


AC claras – Águas cinza-claras; AFP – Água fria potável; AP – Água potável; AQP – Água quente potável; ETAC – Estação de tratamento de águas cinza; MLL – Máquina de lavar louça; MLR – Máquina de lavar roupa;



shopping
vila velha





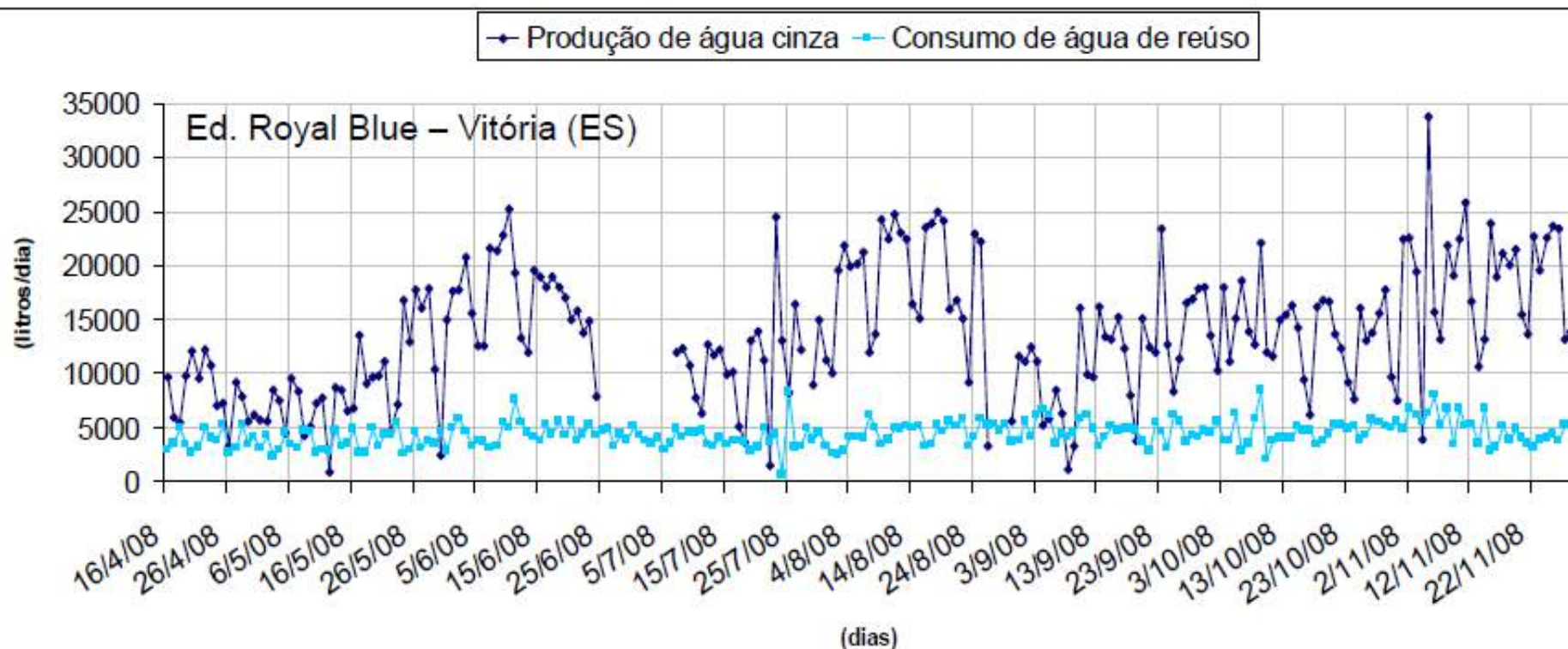
1º Edifício residencial com reúso / Vitória (ES)



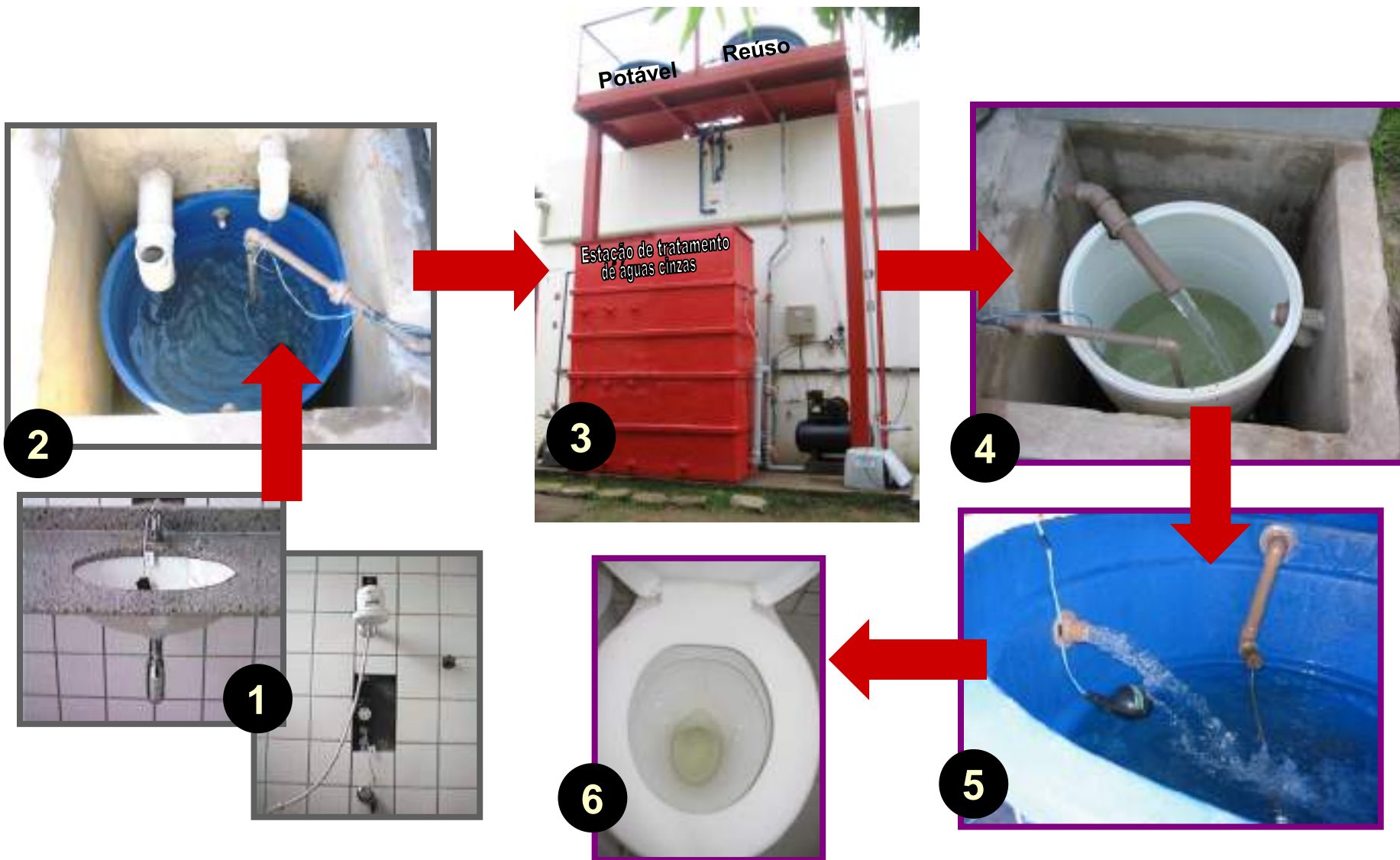
- ✓ Sistema de Tratamento de Águas Cinzas para Reúso
- ✓ Praia do Canto (4 quartos, 2 suítes, 3 garagens, 170m², área de lazer completa)
- ✓ Capacidade: 260 pessoas

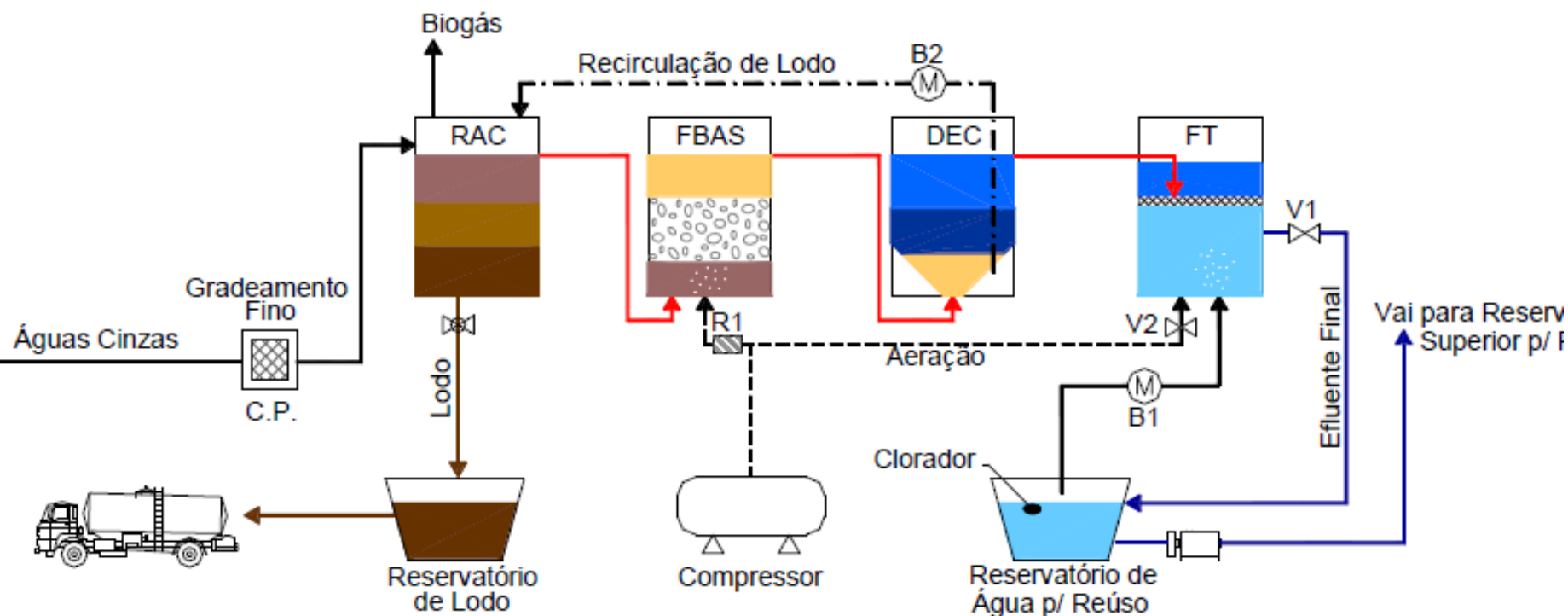


Balanço hídrico do edifício: demanda e oferta de água segundo uso e qualidade



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





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

Premiações recebidas por desenvolvimento tecnológico





- 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



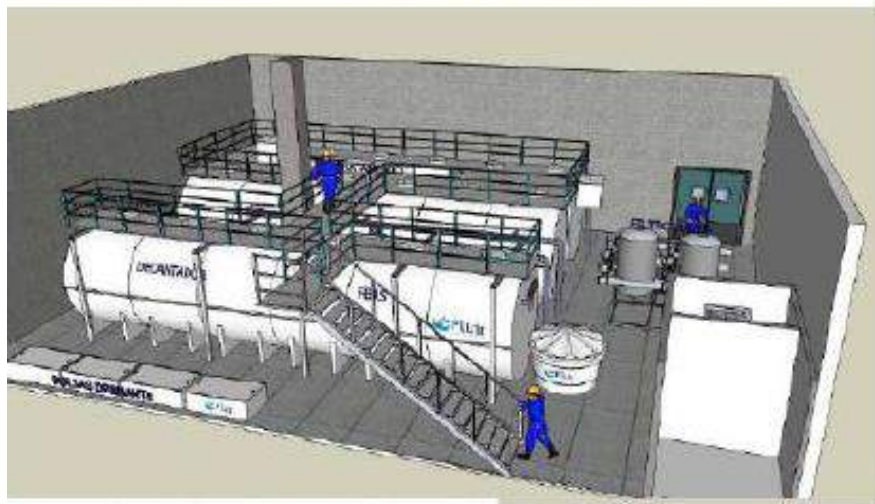
Figura 2 – Vista Geral da ETAC



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



ETAC + EACH \rightarrow 20 m³/d



ETAC \rightarrow 40 m³/d

Sede da Petrobras – Salvador BA



PETROBRAS



ODEBRECHT



→ ETAC: 120 m³/d
→ Reúso em fins
não potáveis: ar
condicionado,
irrigação, umectação
de vias.



Após 8 meses



Após 18 meses



Água
cinza



Efluente
Anaeróbico

Efluente
aeróbico

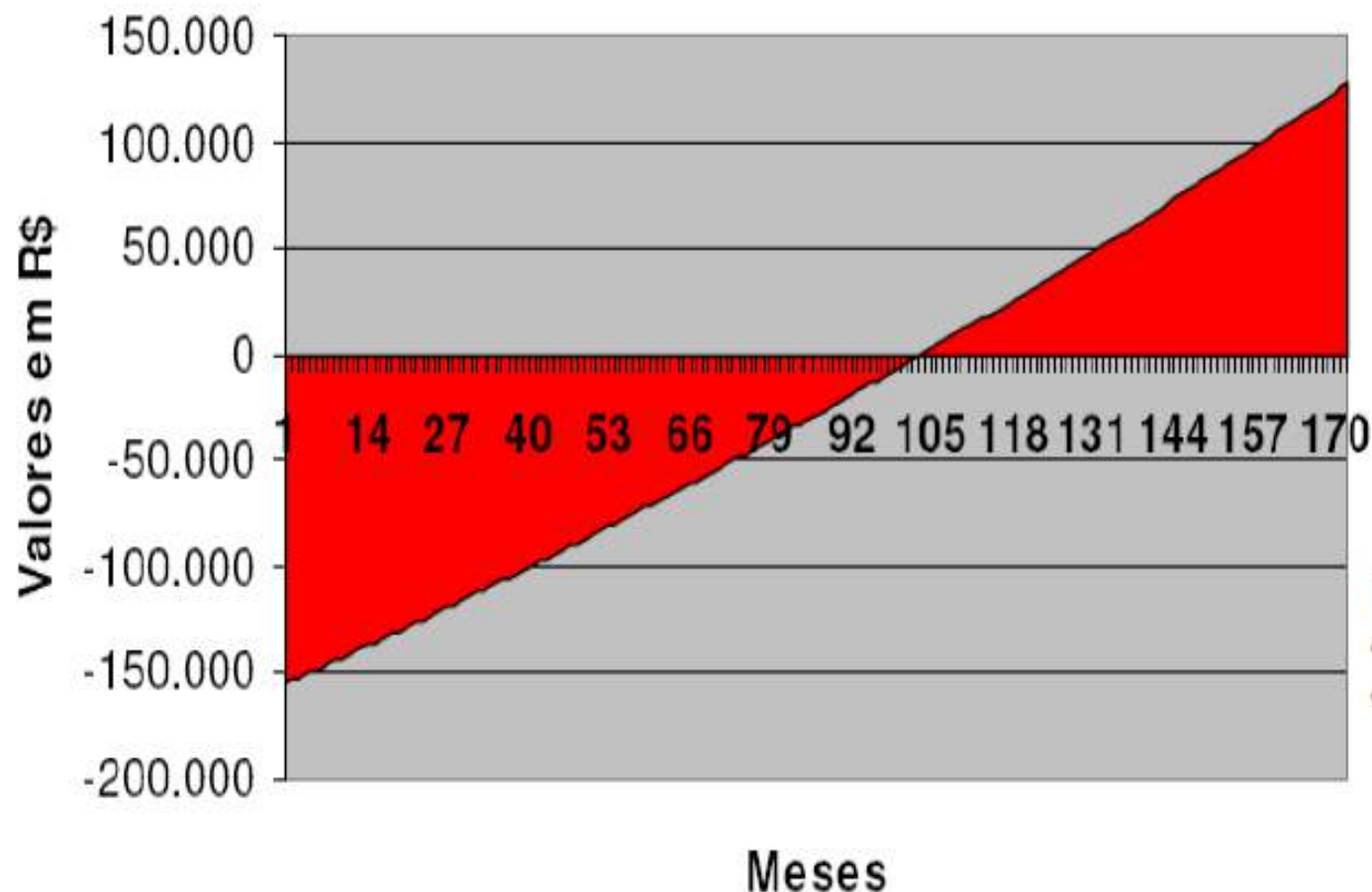
Efluente
filtrado

Efluente
clorado

Vaso
sanitário



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

Construindo o futuro:

- Tempo mínimo de vida útil de um edifício em Vitória (SUNDUSCON): (Fonte: SINDUSCON)

50 anos

LEGISLAÇÕES MUNICIPAIS URGENTEMENTE:

EDIFÍCIOS FLEX (sistema hidrossanitário apto para águas potável e não potável)

Custo de construção com o reúso

GRUPO DE SERVIÇOS	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO SEM REÚSO		ACRÉSCIMO DO CUSTO DEVIDO A IMPLANTAÇÃO DO REÚSO		ACRÉSCIMO COM O REÚSO
	R\$	%	R\$	%	%
Projetos	224.340,00	4,08%	1.190,00	1,39%	0,02%
Instalações provisórias e máquinas	229.380,00	4,17%	-	-	-
Adm canteiro de obras e escritório	556.270,00	10,12%	-	-	-
Transporte / limpeza permanente	117.847,00	2,14%	-	-	-
Infra-estrutura	411.830,00	7,49%	-	-	-
Supra-estrutura e paredes	1.322.513,00	24,06%	14.456,00	16,85%	0,26%
Esquadrias e vidro	531.834,00	9,68%	1.045,00	1,22%	0,02%
Coberturas/impermeabilizações	78.587,00	1,43%	1.732,00	2,02%	0,03%
Revestimento paredes	1.421.009,00	25,86%	3.340,00	3,89%	0,06%
Instalação elétrica / telefônica	126.844,00	2,31%	857,00	1,00%	0,02%
Inst. hidro-sanitário - água/esgoto	92.996,00	1,69%	4.668,00	5,44%	0,08%
Instalação de gás /incêndio	20.458,00	0,37%	-	-	-
Instalações mecânicas	165.904,00	3,02%	2.280,00	2,66%	0,04%
Instalação da ETAC	-	-	55.000,00	64,12%	0,99%
Louças/metals e bancadas	180.410,00	3,28%	1.182,00	1,38%	0,02%
Revisão/decoração	15.494,00	0,28%	32,00	0,04%	0,00%
TOTAL	5.495.716,00	100,00%	85.782,00	100,00%	1,54%

Obs: Valores sem BDI e o custo de terreno.

Escala Meso →
Cidades

Vitória: colapso hídrico entre 2016 e 2025?

fluxo

Termoelétrica?

Siderúrgica
Arcelor - Mittal

Porto
CVRD

ETE Jardim Camburi
 $Q_{med} = 200 \text{ L/s}$

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2010 DigitalGlobe
© 2010 MapLink/Tele Atlas
Image © 2010 TerraMetrics

20°15'15.51"S 40°15'07.13"O elev 16 m Altitude do ponto de visão 7.62 km



Google

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



Lodos ativados + MBR UF + Desinfecção + O.R.

Consumo de energia
0,5 a 1,0 kWh/m³

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



Lodos ativados + MBR UF + Desinfecção + O.R.

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

ch2m e parceiros

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

O.M.S.

USEPA

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 NH3/L
Cloretos	-	-	15,0 a 25,0 mg/L
Condutiv			300 a 450 µS/cm
Dureza			(540 a 810 SDT)
Ferro			< 60,0 mg CaCO3/L
Fósforo			< 0,3 mg Fe/L
Sílica Solú			< 1,0 mg P/L
			< 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 – Prof. Titular, D.Ing. – Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: <franci@npd.ufes.br; rfg822@gmail.com>

Asher Kiperstok – Prof. Titular, PhD – Universidade Federal da Bahia. E-mail: <asherkiperstok@gmail.com>;

Luciano Queiroz – Prof. Adjunto, D. – Universidade Federal da Bahia. E-mail: <lmqueiroz@ufba.br>;

Andre Bezerra dos Santos – Prof. Adjunto, PhD. – Universidade Federal do Ceará. E-mail: <andre23@ufc.br>;

Ana Silvia Santos – Profa. Adjunta, D. – Universidade Estadual do Rio de Janeiro. E-mail: <anasilvia.lightner@gmail.com>;

Eduardo Pacheco Jordão - Prof. Titular, D. – Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: <epjordao@gmail.com>

Marcos von Sperling – Prof. Titular, PhD. – Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: <sperling.bhz@terra.com.br>;

Paula Loureiro Paulo – Profa. Adjunta, PhD. – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. E-mail: <paula.paulo@ufms.br>;

Lourdinha Florêncio – Profa. Titular, PhD. – Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: <flor@ufpe.br>;

Rafael Kopschitz Xavier Bastos – Prof. Titular, PhD. – Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: <rafakops@yahoo.com.br>;

Maria Elisa Magri – Profa. Adjunta, PhD. – Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: <mariaelisamagri@yahoo.com.br>;

Miguel Aisse – Prof. Titular, D. – Universidade Federal do Paraná. E-mail: <miguel.aisse@gmail.com>;

Mario Kato – Prof. Titular, PhD. – Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: <kato@ufpe.br>

Carlos Augusto de Lemos Chernicharo – Prof. Titular, PhD. – Universidade Federal de Minas Gerais. E-mail: <calemos@desa.ufmg.br>



A.Q.R.M.



**WATER REUSE FOR IRRIGATION – CAN DEVELOPING
COUNTRIES AFFORD A TOLERABLE DISEASE BURDEN OF
NO MORE THAN 10^{-6} DALY PPPY?**

Ivanildo Hespanhol ¹

¹ Professor of Environmental Engineering, University of São Paulo, Director,
International Reference Center on Water Reuse – IRCWR/CIRRA
Av. Prof. Lúcio Martins Rodrigues 120, Cidade Universitária,
05508-090, São Paulo, SP, Brazil.

- ✓ Um risco tão restritivo é quase impossível de ser alcançado na maioria dos países em desenvolvimento que pode não ser capaz de suportar o custo do tratamento de águas residuais ...
- ✓ ... propostas para adaptar o nível de referência de risco a técnicas locais, culturais, condições econômicas e sociais dos países em desenvolvimento com base em uma abordagem de benefícios de risco.



JRC SCIENCE AND POLICY REPORTS

Water Reuse in Europe

Relevant guidelines, needs for and
barriers to innovation

A synoptic overview

Laura Alcalde Sanz, Bernd Manfred Gawlik

2014

- Existe um mercado global de água em rápido crescimento, que é estimado em 1 trilhão de euros até 2020.
- Um aumento de 1% na taxa de crescimento da indústria da água na Europa poderia criar entre 10 000 e 20 000 novos empregos.
- É enorme potencial de eco-inovação em termos de tecnologias e serviços em torno do reuso de água na indústria, agricultura e água urbana sistemas .
- Com o investimento adequado em pessoas, conhecimentos e tecnologia, a Europa poderá ser um líder global neste mercado em rápido desenvolvimento.

Precisamos resgatar o PROSAB

A maior e mais democrática
iniciativa brasileira no sentido da
independência tecnológica no setor
de saneamento!

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo

rfg822@gmail.com

Fone: (27) 99293 9992