



**INTERNACIONAL REFERENCE CENTER ON WATER REUSE  
IRCWR/CIRRA/UNIVERSITY OF SÃO PAULO**

# **METROPOLITAN SÃO PAULO – WATER AND SANITATION**

**IVANILDO HESPANHOL**

[www.usp.br/cirra](http://www.usp.br/cirra)

CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA  
EM REÚSO DE ÁGUA

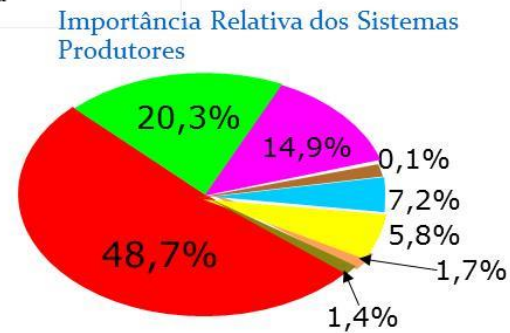
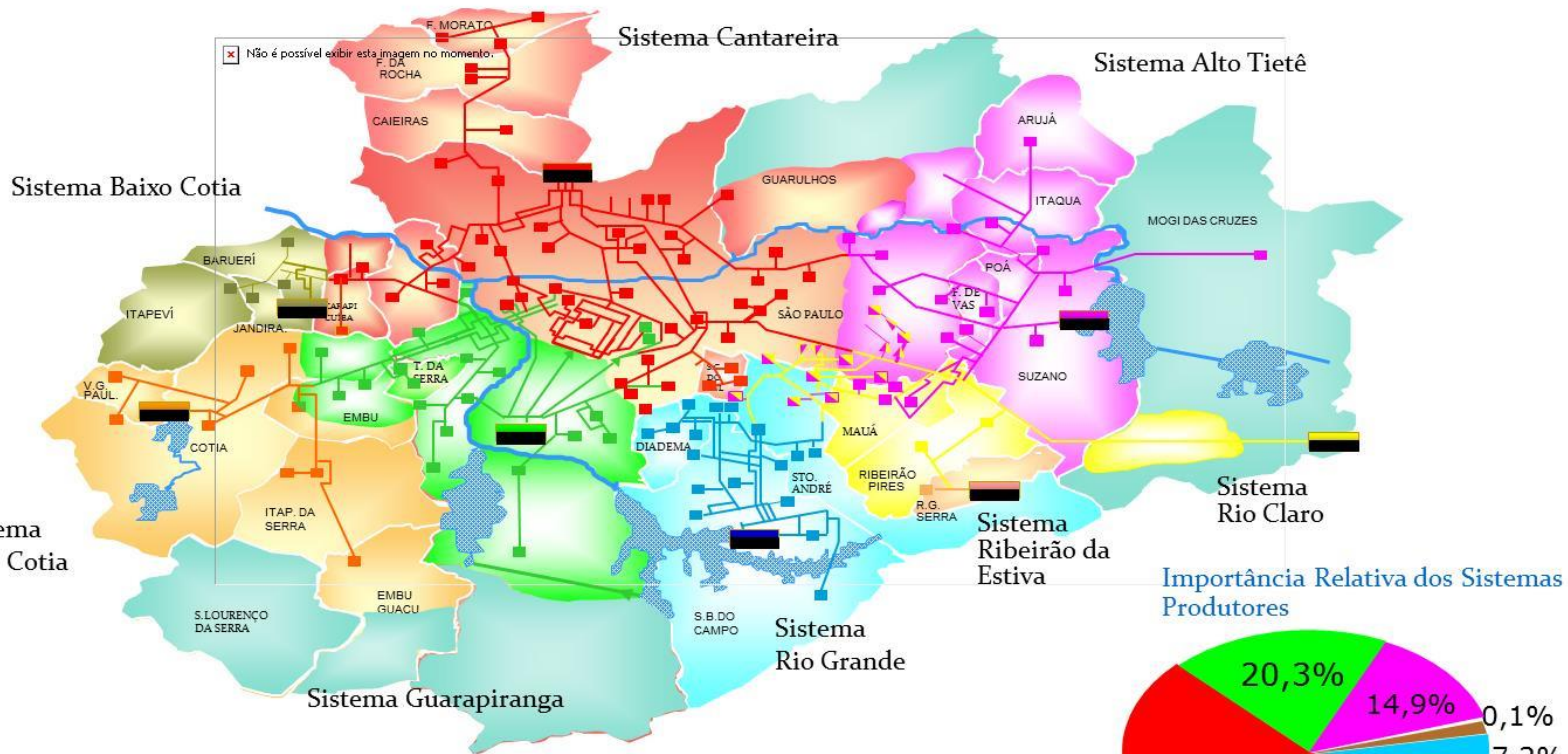
# **WATER SUPPLY IN METROPOLITAN SÃO PAULO**

# **METROPOLITAN SÃO PAULO**

**750 m (2,460 ft ) ABOVE SEA LEVEL**

**AT THE HEADS OF HIGH TIETÊ RIVER BASIN**

# SOURCES OF WATER



# WATER SUPPLY BEFORE THE DROUGHT PERIOD 2015-2016

**SURFACE WATER**

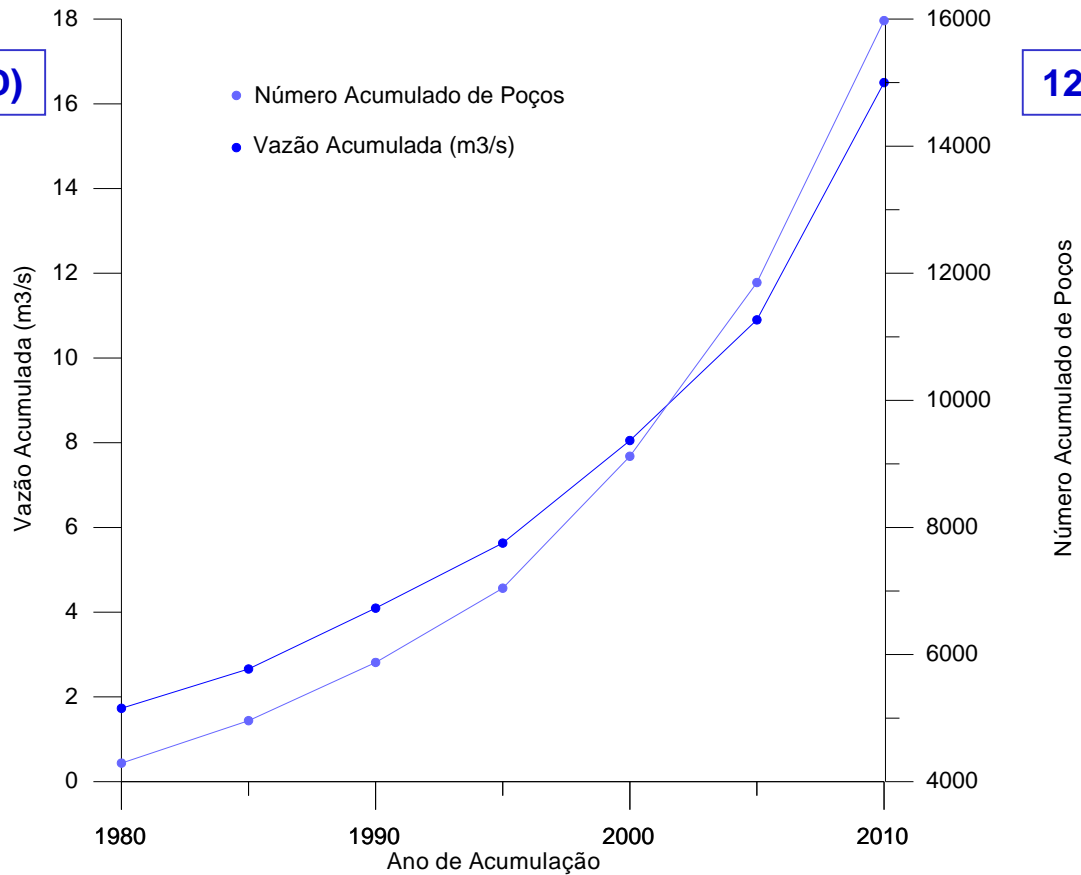
**74.0 m<sup>3</sup>/s ( 1.690 MGD)**

Agliberto Lima - Agência Estado  
Av. Paulista

folha **on** line

PROF. IVANILDO HESPANHOL

# GROUNDWATER SUPPLY



# WATER SUPPLY BEFORE THE DROUGHT PERIOD

ABOUT 20% OF PHYSICAL LOSSES

SUPPLY  $(74.0 + 10.00) = 84,0 (1 - 0.20)$

67 m<sup>3</sup>/s (1,534 MGD)

WASTEWATER PRODUCED (80%)

54 m<sup>3</sup>/s (1,233 MGD)

INSTALLED TREATMENT CAPACITY

18 m<sup>3</sup>/s (411 MGD) (33%)

RAW WASTEWATER TO RIVERS  $(54 - 18)$  m<sup>3</sup>/s

36 m<sup>3</sup>/s (822 MGD) (67%)



# WATER SUPPLY AFTER THE DROUGHT PERIOD

ABASTECIMENTO [50 x (1-0,20)]

40 m<sup>3</sup>/s (913 MGD)

WASTEWATER (80%)

32 m<sup>3</sup>/s (730 MGD)

INSTALLED TREATMENT CAPACITY

18 m<sup>3</sup>/s (411 MGD) (56%)

RAW WASTEWATER TO RIVERS (32 - 18) m<sup>3</sup>/s

14 m<sup>3</sup>/s (320 MGD) (44%)

## NEW WATER – FROM BASIN TRANSPOSITION

SÃO LOURENÇO, PARAÍBA DO SUL, GUAÍÓ RIVER , BILLINGS-TAIÇUPEBA, ITATINGA-JUNDIAÍ,  
BILLINGS-GUARAPIRANGA, JUQUÍÁ-STA.RITA, ITAPANHAÚ....

TOTAL NEW WATER TO METROPOLITAN SÃO PAULO = 20 m<sup>3</sup>/s (457 MGD)

TOTAL NEW WATER WITH 20% OF LOSSES = [ 20x(1-0,20)] = 16 m<sup>3</sup>/s (365 MGD)

NEW WASTEWATER PRODUCED (0.80) = 13 m<sup>3</sup>/s (267 MGD)

TOTAL WASTEWATER TO RIVERS = OLD + NEW = 14 + 13 = 27 m<sup>3</sup>/s (616 MGD)

**ACCESS TO WATER WITHOUT SANITATION MEANS  
THE RIGHT TO POLLUTE.**

*It is possible for cities to move away from reliance on imported water. This is a revolution that's is coming in the water supply area".*

**Prof. David Sedlack, Berkeley Water Center, Berkeley, CA.**

## **A NEW PARADIGM FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT**

**TO UTILIZE THE "INSIDE WATER", ALWAYS AVAILABLE  
AS WASTEWATER,  
INSTEAD OF COSTLY BASIN TRANSPOSITION**

**A DROUGHT FREE MANAGEMENT**

**PROPOSAL FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT  
IN METROPOLITAN SÃO PAULO – HIGH TIETÊ BASIN.**

**2015-2035**

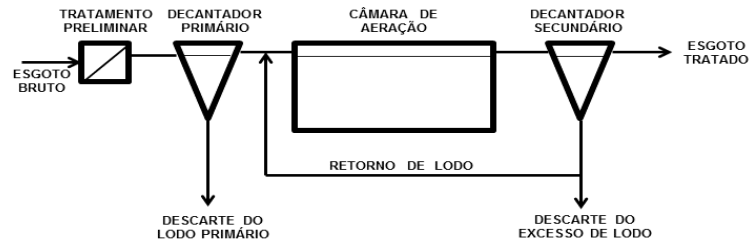
# **A NEW PARADIGM FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT**

## **FIRST PHASE - 5 YEARS INDIRECT POTABLE REUSE**

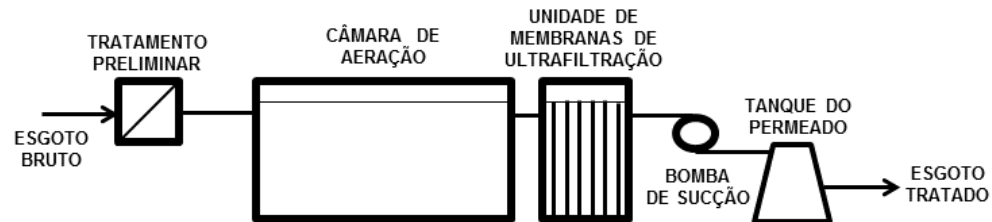
**RETROFIT OF 5 WWTP FROM 18 M<sup>3</sup>/S (411 MGD) TO ABOUT 40 M<sup>3</sup>/S (913 MGD) WITH  
MBRs**

**AND INDIRECT POTABLE REUSE TO CLOSEST RESERVOIRS**

## ACTIVATED SLUDGE SYSTEMS - 18 M<sup>3</sup> / S (411 MGD)



## MIOMEMBRANE SYSTEMS - 40 M<sup>3</sup> / S (913 MGD)



# **A NEW PARADIGM FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT**

## **SECOND PHASE - 5 YEARS DIRECT POTABLE REUSE**

**ADVANCED WASTEWATER TREATMENT ON THE SAME 5 WWTP TO PRODUCE UP TO  
40 M<sup>3</sup>/S (913 MGD), AND DIRECT POTABLE REUSE USING THE EXISTING WATER  
DISTRIBUTION SYSTEM**

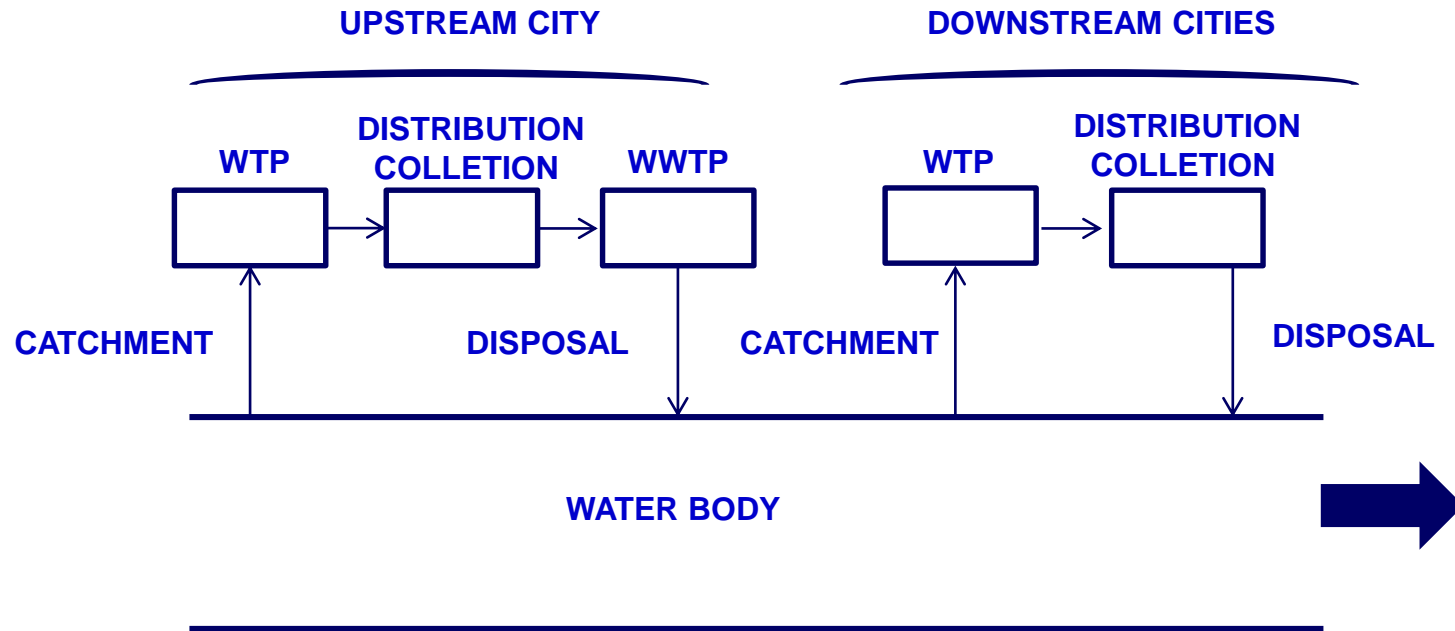
# **A NEW PARADIGM FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT**

## **THIRD PHASE - 10 YEARS : SANITATION**

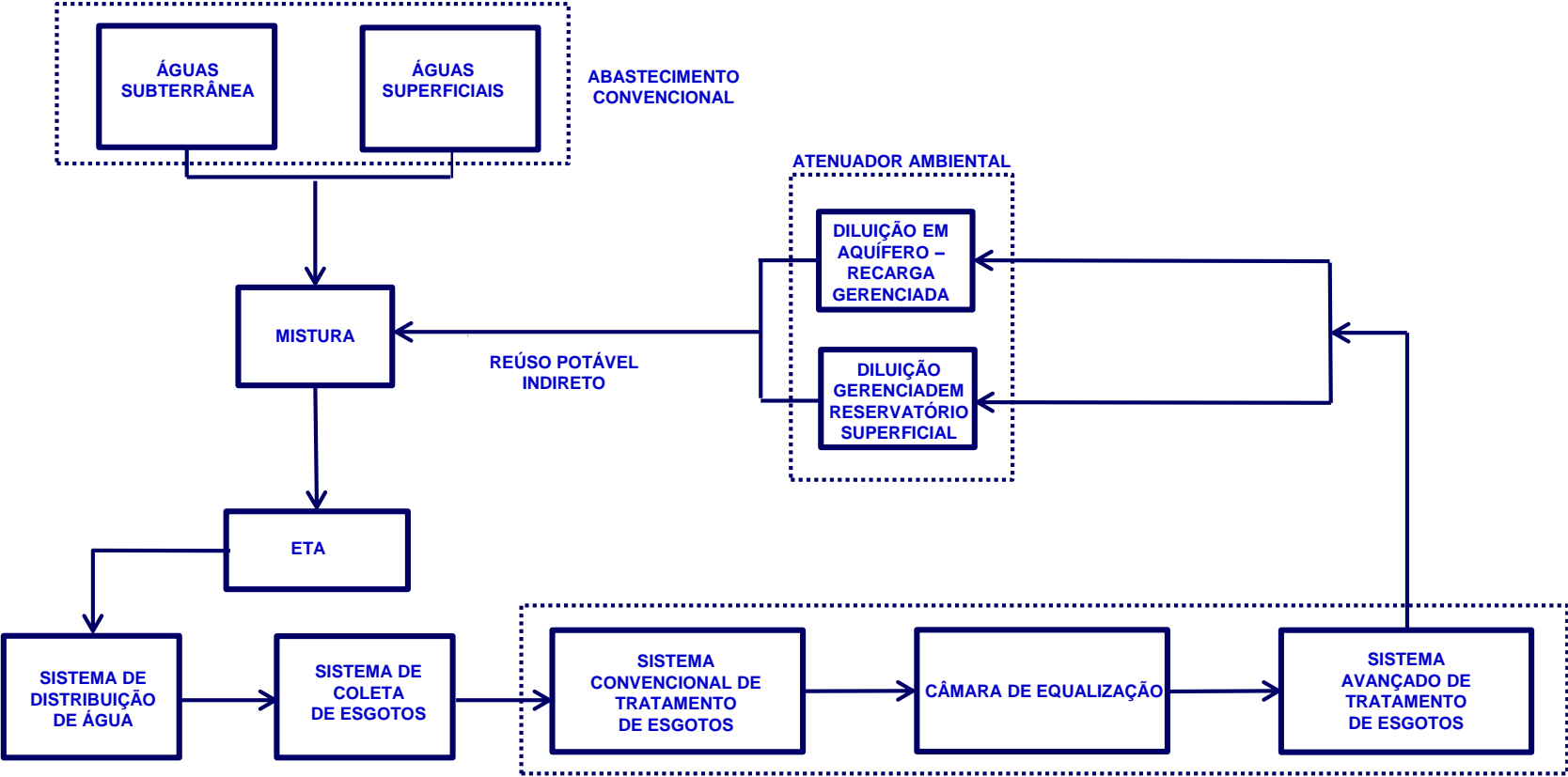
**INTERCEPTORS TO COLLECT RAW WASTEWATER AND CONTROL OF DIFFUSE  
POLLUTION**



# NOT PLANNED INDIRECT POTABLE REUSE



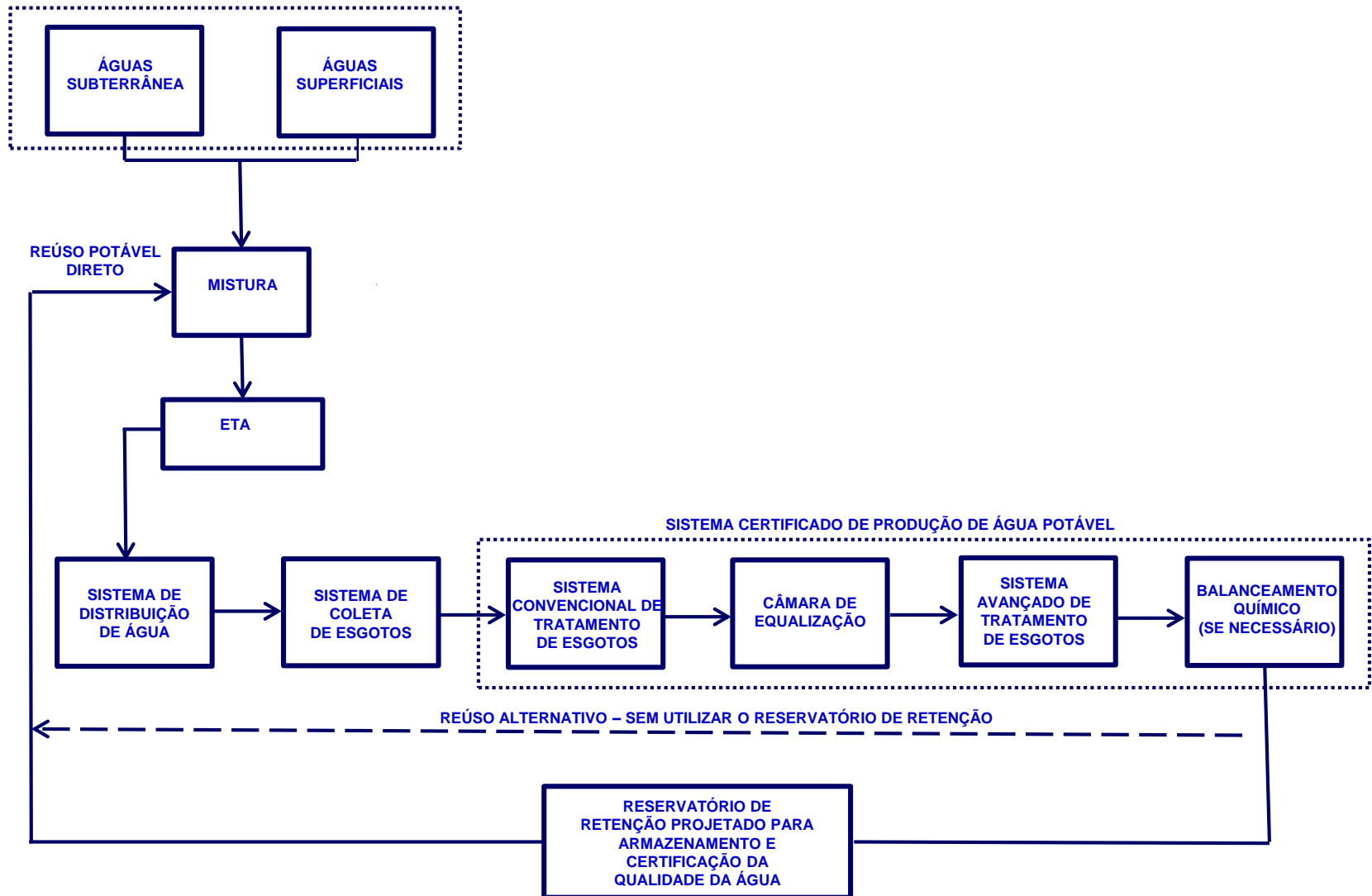
# PLANNED INDIRECT POTABLE REUSE



# DIRECT POTABLE REUSE



# DIRECT POTABLE REUSE



**NEW OFFICIAL ACTIONS  
TO PROMOTE WATER REUSE IN BRAZIL**

# **BRAZILIAN CONFEDERATION OF INDUSTRIES-CNI**

**EVALUATION OF GAPS AND OPTIONS TO BOOST WATER REUSE IN  
BRAZIL AND REGULATION CHALLENGES.**

**MINISTRY OF CITIES  
AND THE INTER AMERICAN INSTITUTE FOR  
AGRICULTURE COOPERATION – IICA**

**LOAN NO. 8074-BR FROM THE WORLD BANK**

**ACTION PLAN FOR A NATIONAL POLICY ON WATER REUSE IN  
BRAZIL**

# **BRAZILIAN SENATE**

## **BILLS UNDER DISCUSSION AIMING AT THE PROMOTION AND REGULATION OF WATER REUSE PRACTICES IN BRAZIL**



<b>PROPOSIÇÃO</b>	<b>PROPOSTA DE POSICIONAMENTO</b>	<b>TEMA DA PROPOSIÇÃO</b>	
<b>FONTES ALTERNATIVAS</b>	PLS 753 2015	DIVERGENTE	ALTERA A NA LEI 11.445 DE 2007
	PLS 51 2015	CONVERGENTE COM RESSALVAS	ALTERA A NA LEI 11.445 DE 2007
	PLS 12 2014	CONVERGENTE COM RESSALVAS	INCENTIVO AO REUSO
	PL 182 2015	CONVERGENTE	INCENTIVO AO REUSO
	PL 183 2015	DIVERGENTE	RECUPERAÇÃO DE MANANCIAS
	PLS 13 2014	DIVERGENTE	FONTES ALTERNATIVAS NA PNRH
	PL 2297 2015	CONVERGENTE	ISENÇÃO SOBRE EQUIPAMENTOS PARA REUSO DE ÁGUA
	PL 1675 2015	DIVERGENTE	OBRIGATORIEDADE DE REUSO - INDUSTRIA E COMÉRCIO
	PL 1799 2015	CONVERGENTE	DESSALINIZAÇÃO
	PLS 326 2015 E PL 2990 2015	CONVERGENTE	POLÍTICA DE ÁGUA DE CHUVA NA PNRH E NO SINGREH
	PL 7818 2014	DIVERGENTE	INSTITUI A POLÍTICA NACIONAL DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS
	PL 108 2015		ALTERA LEI DE SANEAMENTO
	PLS 324 2015	DIVERGENTE (EM FUNÇÃO PARECER CDR)	OBRIGATORIEDADE DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

# **EXISTING SYSTEMS FOR DIRECT POTABLE REUSE**

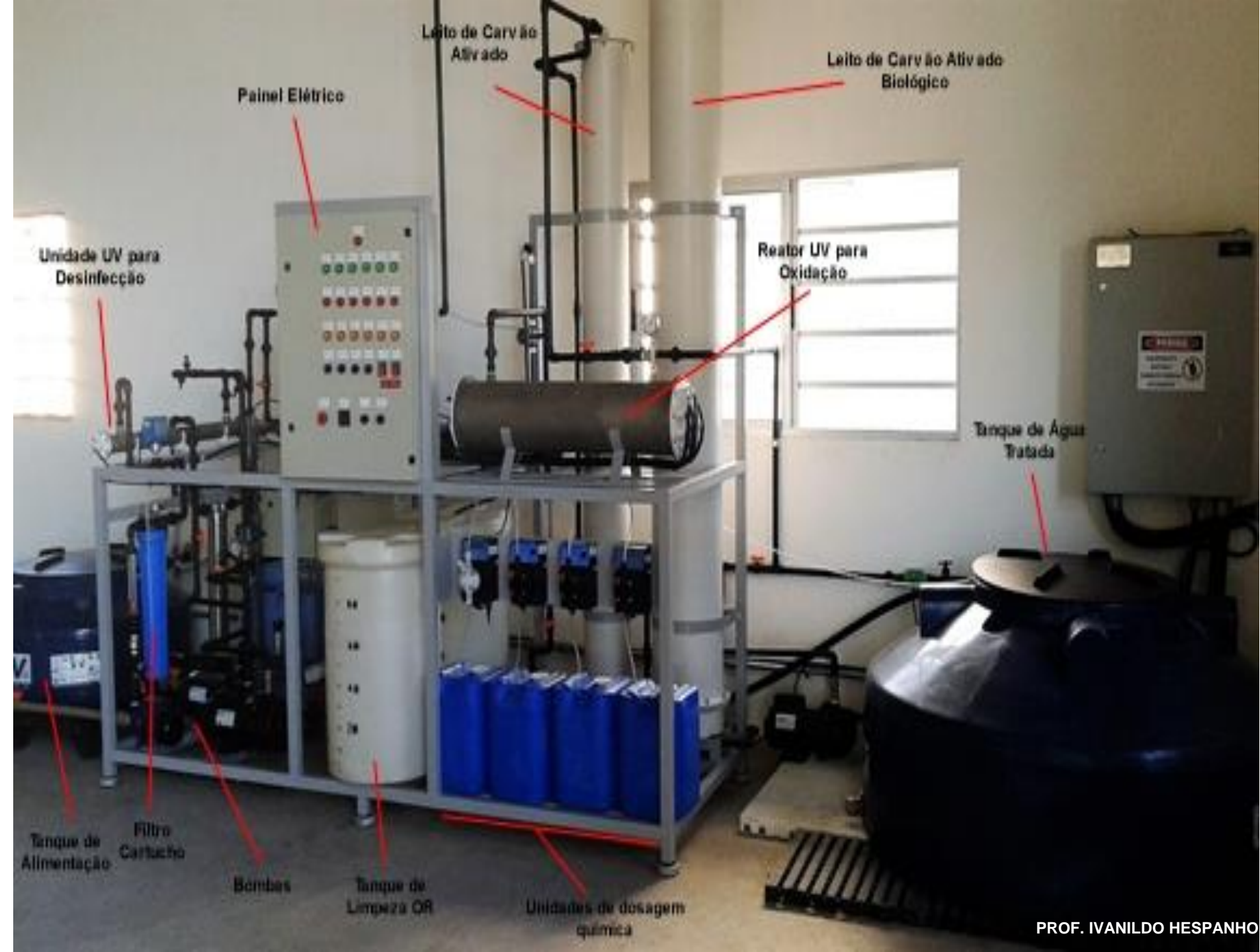
**POSITIVE AND NEGATIVE FACTORS  
REGARDING DIRECT POTABLE REUSE**

**PILOT PLANT FOR DIRECT POTABLE  
REUSE.**

**DESIGNED, CONSTRUCTED AND  
OPERATED BY CIRRA.**

**SUPPORTED BY THE PCJ (PIRACICABA,  
CAPIVARÍ, JAGUARÍ) BASIN WATER  
AUTHORITY AND SANASA CAMPINAS.**







LIFE'S A BEER



**Save Water  
Drink Beer**  
MEXICO



**CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REÚSO DE ÁGUA - CIRRA**  
**INTERNATIONAL REFERENCE CENTER ON WATER REUSE - IRCWR**

**[ivanhes@usp.br](mailto:ivanhes@usp.br)**

**[cirra@usp.br](mailto:cirra@usp.br)**

**[www.usp.br/cirra](http://www.usp.br/cirra)**





# BARUERÍ – PAIVA CASTRO

Distância entre a ETE Barueri e o Rio Juqueri (Represa Paiva Castro):  
30,4 km (Rodoanel)

Rio Juqueri  
W 46°40'13"  
S 23°21'47"  
Alt. 759m

**Modelagem:  
Localção de  
Ativos ou PPP**

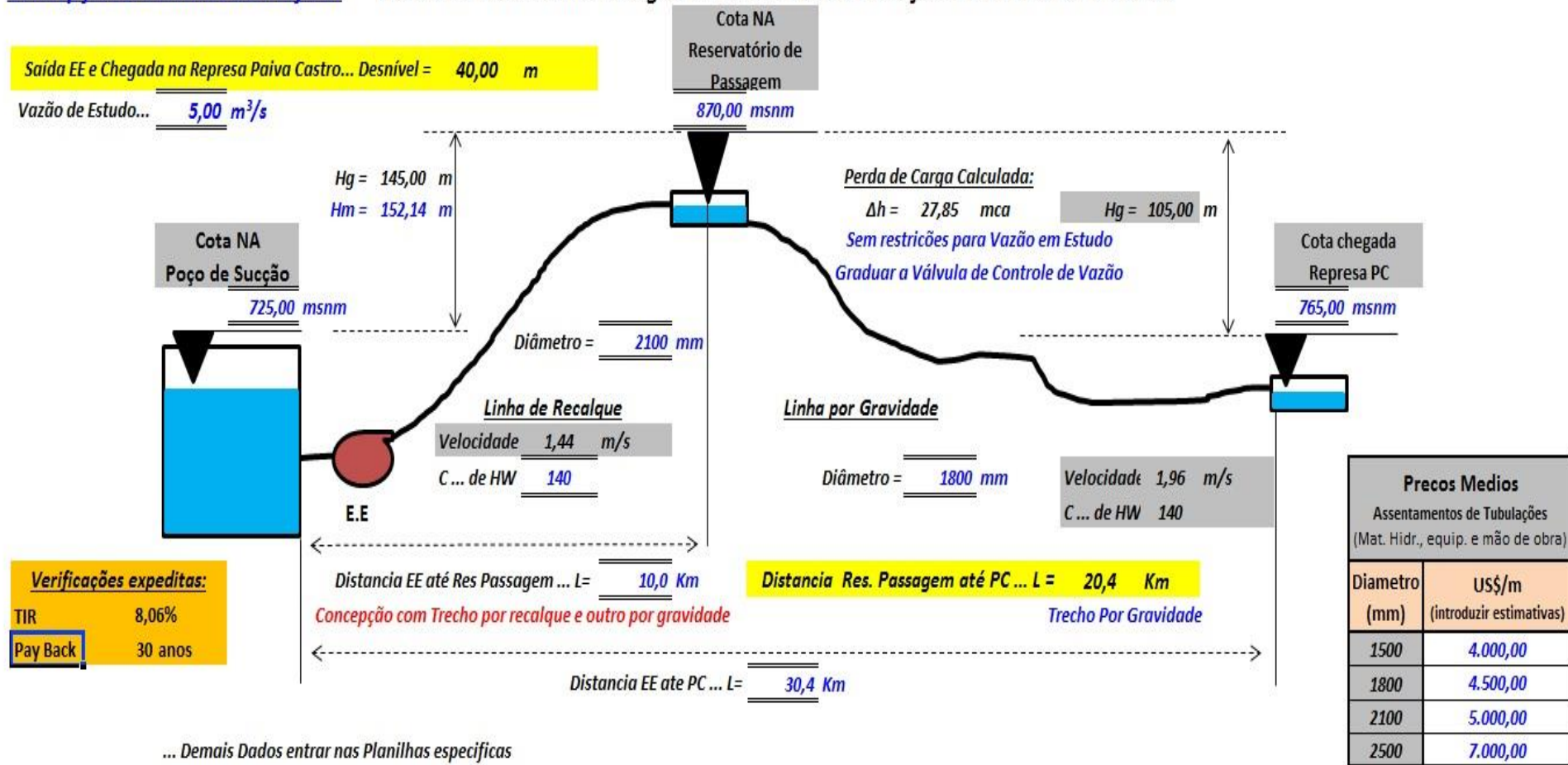
ETE Barueri  
W 46°50'55"  
S 23°30'44"  
Alt. 725m  
Ref: Decantador Secundário

Osasco

Image © 2015 DigitalGlobe  
Image © 2015 CNES / Astrium  
© 2015 Google

Google earth

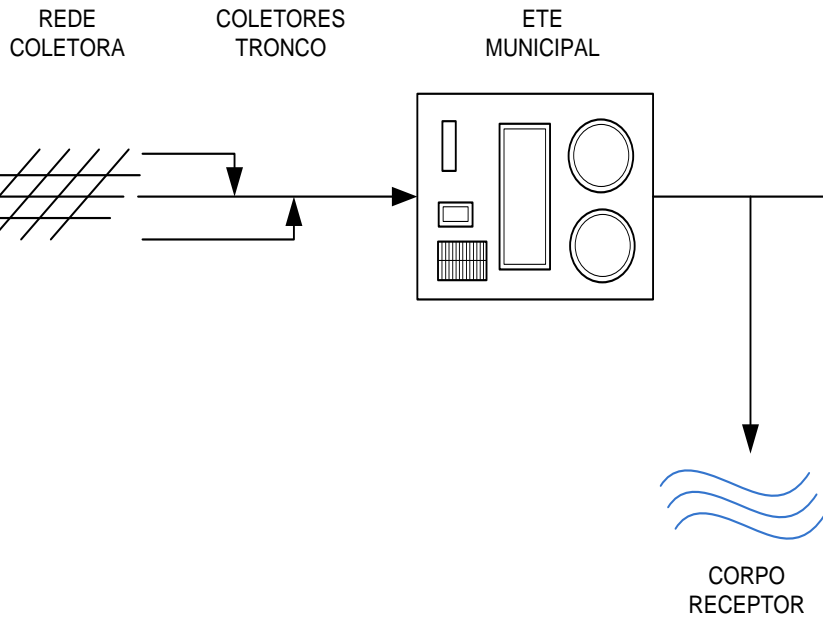
## Concepção Preliminar do Projeto: Planta de Tratamento de Agua de Reuso - Ultra Filtração + Elevatória + Adutora



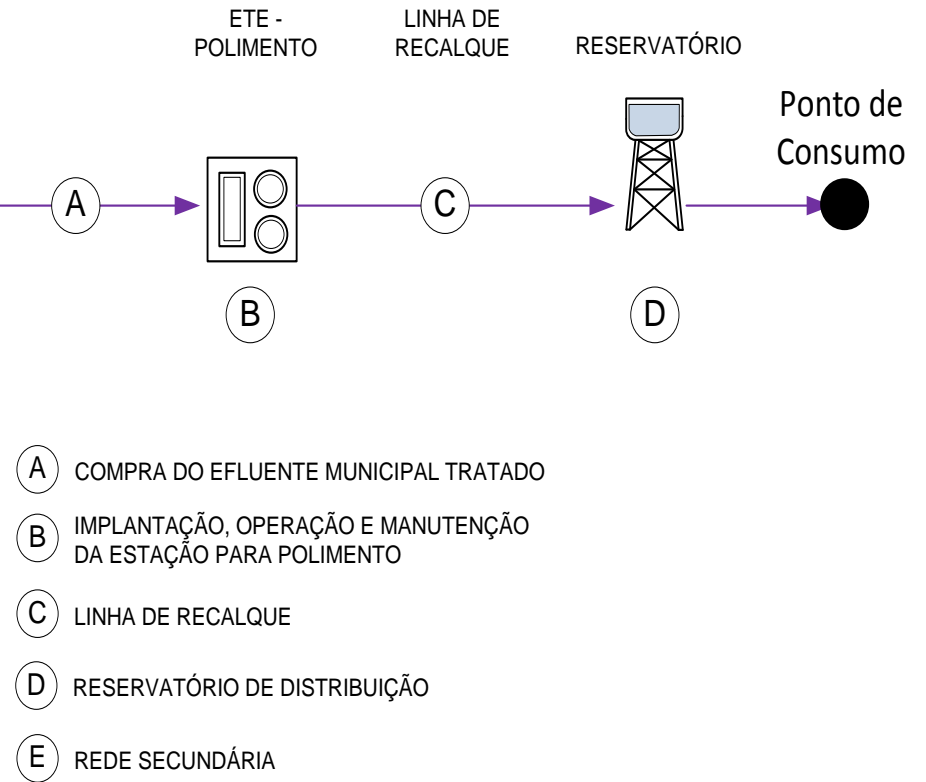
PRODUÇÃO	CAPEX	TIR (PROJETO)	CONTRAPRESTAÇÃO	CUSTO DE PRODUÇÃO
3 MESES POR ANO (25%)	<b>R\$ 948 mi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>R\$ 425,0 mi Sistema de Ultrafiltração (Ref.: empresa GE)</li> <li>R\$ 425,4 mi Adutora (Ref.: Sistema São Lourenço)</li> <li>R\$ 97,0 mi Elevatória (Ref.: Sistema São Lourenço)</li> <li>R\$ 0,6 mi Reservatório de Passagem</li> </ul>	8,06% (wacc da Sabesp)	R\$ 4,15/m <sup>3</sup>	R\$ 2,27/m <sup>3</sup>
		12,00%	R\$ 5,23/m <sup>3</sup>	
12 MESES POR ANO (100%)		8,06% (wacc da Sabesp)	R\$ 1,28/m <sup>3</sup>	R\$ 0,81/m <sup>3</sup>
		12,00%	R\$ 1,55/m <sup>3</sup>	

# **COSTS RELATED TO INDIRECT POTABLE REUSE**

**CUSTOS PRIMÁRIOS**  
CONCESSIONÁRIA PÚBLICA



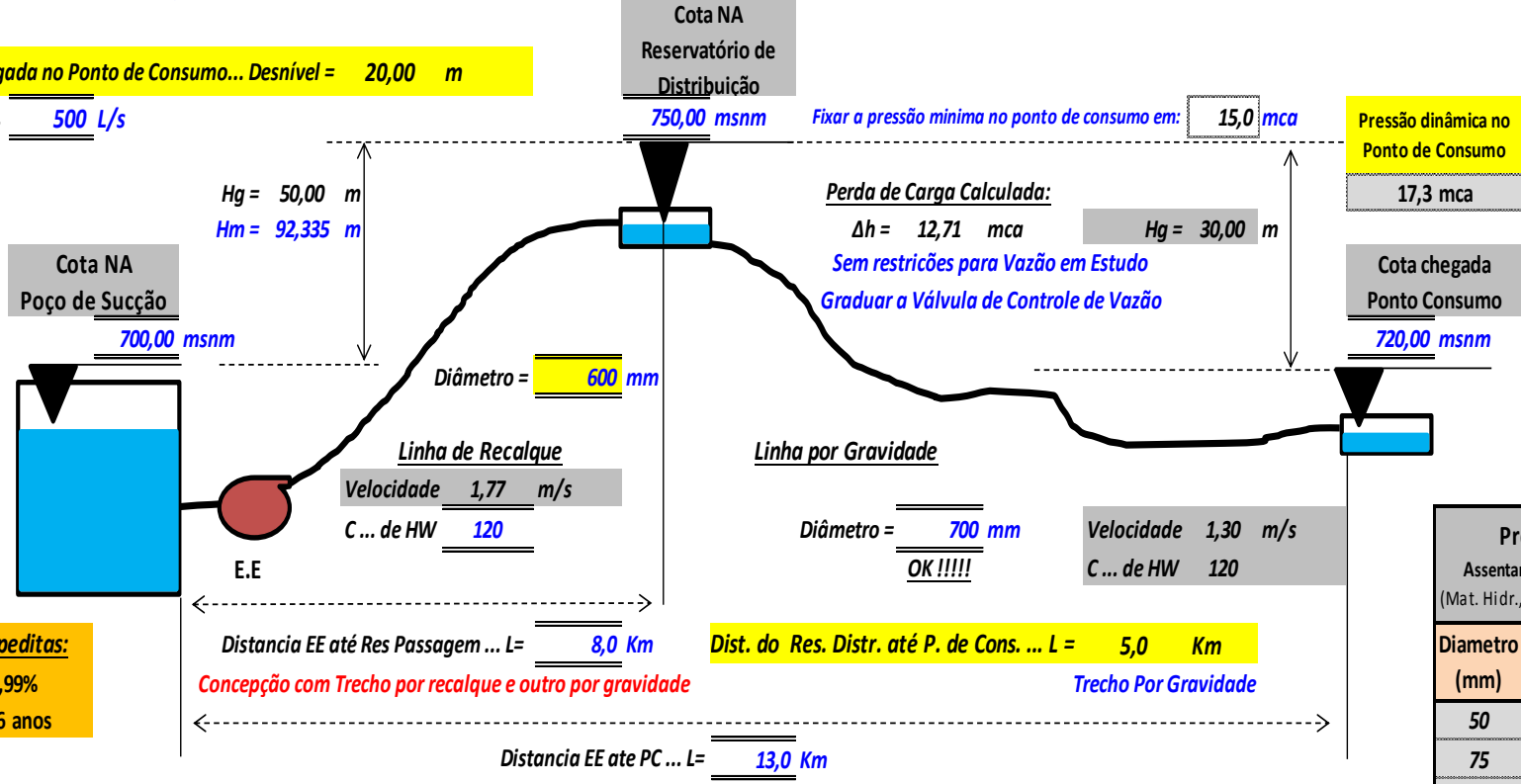
**CUSTOS MARGINAIS**  
CONSÓRCIO PÚBLICO-PRIVADO



**Concepção Preliminar do Projeto: Planta de Tratamento de Água de Reuso + Elevatória + Linha de Recalque + Adutora por gravidade ao Ponto de Consumo**

Saída EEAR e Chegada no Ponto de Consumo... Desnível = 20,00 m

Vazão de Estudo... 500 L/s



Fixar a pressão mínima no ponto de consumo em: 15,0 mca

Pressão dinâmica no Ponto de Consumo

17,3 mca

Cota chegada Ponto Consumo

720,00 msnm

Perda de Carga Calculada:

$\Delta h = 12,71$  mca

Sem restrições para Vazão em Estudo

Graduar a Válvula de Controle de Vazão

Hg = 30,00 m

Hg = 50,00 m

Hm = 92,335 m

Cota NA Poço de Sucção

700,00 msnm

Diâmetro = 600 mm

Linha de Recalque

Velocidade 1,77 m/s

C... de HW 120

Linha por Gravidade

Diâmetro = 700 mm

OK!!!!

Velocidade 1,30 m/s

C... de HW 120

Distancia EE até Res Passagem ... L = 8,0 Km

Dist. do Res. Distr. até P. de Cons. ... L = 5,0 Km

Concepção com Trecho por recalque e outro por gravidade

Trecho Por Gravidade

Distancia EE ate PC ... L = 13,0 Km

**Verificações expeditas:**

TIR	14,99%
Pay Back	16 anos

**Preços Médios**  
Assentamentos de Tubulações  
(Mat. Hidr., equip. e mão de obra)

Diametro (mm)	R\$/m (Estimativas)
50	86,67
75	314,76
100	340,34
150	430,98

... Demais Dados entrar nas Planilhas especificas

# AVALIADOS CENÁRIOS E RESPECTIVAS TARIFAS

## VAZÕES

- Q = 50 L/S (11.4 MGD)
- Q = 100 L/S (22.8 MGD)
- Q = 200 L/S, (45.7 MGD)
- Q = 500 L/S (114 MGD)

## LINHA DE RECALQUE: EM MATERIAL DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL K9

- 4,0 KM (2,5 mi)
- 8,0 KM. (5 mi)
- NAS DUAS EXTENSÕES: PERDAS LOCAIS,  $\Sigma$ KS (SUC.) = 2,25  
E  $\Sigma$ KS (REC.) = 9,3

## RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO:

- Q = 50 L/S; VOLUME DE 500 M<sup>3</sup> (132,100 galon)
- Q = 100 L/S; VOLUME DE 1.000 M<sup>3</sup> (264, 200 galon)
- Q = 200 L/S; VOLUME DE 1.500 M<sup>3</sup> (396.300 galon)
- Q = 500 L/S; VOLUME DE 2.000 M<sup>3</sup> (520.400 gal)

## ADUTORA EM CONDUTO FORÇADO POR GRAVIDADE: EM FERRO FUNDIDO DÚCTIL K9

PARA TODOS OS CENÁRIOS; EXTENSÃO DE 5,0 KM E PERDAS LOCAIS COM  $\Sigma$ KS = 9

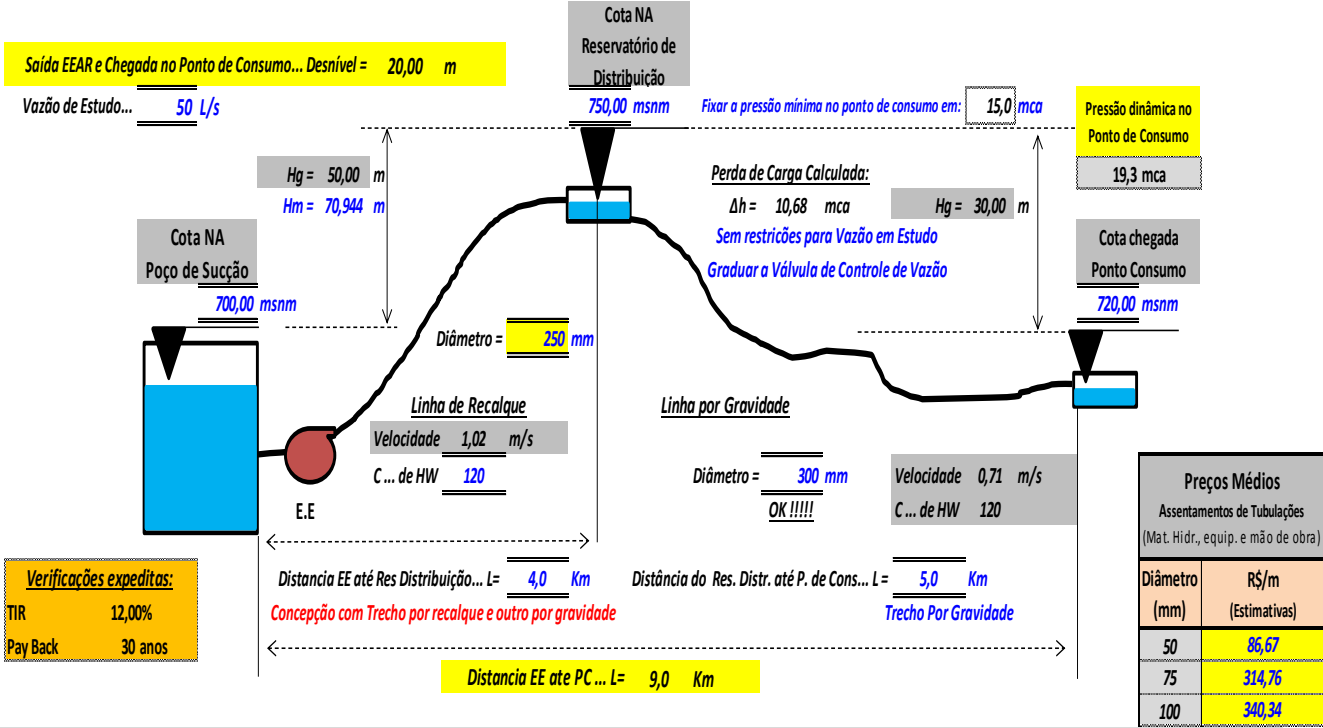
## DESNÍVEL GEOMÉTRICO NO SISTEMA ELEVATÓRIO E NO SISTEMA POR GRAVIDADE, PARA TODOS OS CENÁRIOS

- PARA TODOS OS CENÁRIOS: HG = 50,0 M E 30,0 M RESPECTIVAMENTE



# CENÁRIO PARA 50 L/S LINHA DE RECALQUE DE 4,0 KM ADUTORA POR GRAVIDADE DE 5,0 KM

## Concepção Preliminar do Projeto: Planta de Tratamento de Água de Reuso + Elevatória + Linha de Recalque + Adutora por gravidade ao Ponto de Consumo



### Planta de Tratamento de Água de Reuso + Elevatória + Linha de Recalque + Reservatorio + Adutora por Gravidade ao Ponto de Consumo

Vazão .....	0,05 m³/s	Hipóteses...	1,1 Kwh/m³ produzido ... Fonte prof. Ivanildo (valor fixo - independe do volume tratado)
Preço do Kwh ....	0,4383 R\$/m³ ... Estimado		8.502 R\$/mês - Planta: ... Ref. a manutenção, pessoal, prod. químicos, etc. - Fonte: Prof. Ivanildo
			3.796 R\$/mês - Elevatória: ... Referente a manutenção, pessoal, etc.
Fator de disponibilidade (F.D) .....	100%	Estimar	727,13 R\$/m estimativa de preço de implantação da linha de recalque de diâmetro de 250 mm
			883,37 R\$/m estimativa de preço de implantação da linha por gravidade de diâmetro de 300 mm
Tempo de execução da Obra .....	1	anos	6.580,73 R\$/Kw de potência como preço de implantação da Elevatória
			2,35 R\$/m³ tratado na tecnologia de membrana ... Fonte prof. Ivanildo

Volume Anual Produzido (considera o fator de disponibilidade).....	1.576.800 m³/ano
Cons. de Ener. Elétr. Anual Previsto na ETAR (considera o F.D).....	1.734.480 Kwh/ano
Custo Anual Previsto de Energia Elétrica (Planta ETAR) .....	760.188 R\$/ano
Outros Custos Anuais Operacionais (Planta ETAR).....	102.029 R\$/ano
Custo Anual Previsto de Energia Elétrica (Elevatória - EEAR).....	187.495 R\$/ano
Outros Custos Anuais (Elevatória - EEAR).....	45.552 R\$/ano

Somente Energia Elétrica.....	947.683 R\$/ano
Outros serviços.....	147.581 R\$/ano

Tarifa Indicada.....	2,28253	R\$/m³
Índice de Evasão de Receitas	2,00%	Entrada
Taxa de Atratividade Utilizada (a.a.)	12,00%	de
IMPOSTO 1 (PIS etc.)	9,25%	Dados
AGENCIA REGULADORA	0,50%	para
Alíquota do IR	34,00%	EVE
Anos do Ensaio (Estudo Viab. Econ.)	30	anos
Anos de Depreciação (vida Útil)	30	anos

Preço estimado da Adutora por Recalque.....	2.908.518 R\$
Preço estimado da Elevatória.....	286.343 R\$
Preço estimado da Planta de tratamento.....	3.709.727 R\$

Nota: Outros investimentos ao longo do período de operação considerar na planilha Outros Investimentos pós obra.

<b>Investimento Total....</b>	<b>11.670.950 R\$ TOTAL</b>	<b>...CAPEX</b>
-------------------------------	-----------------------------	-----------------

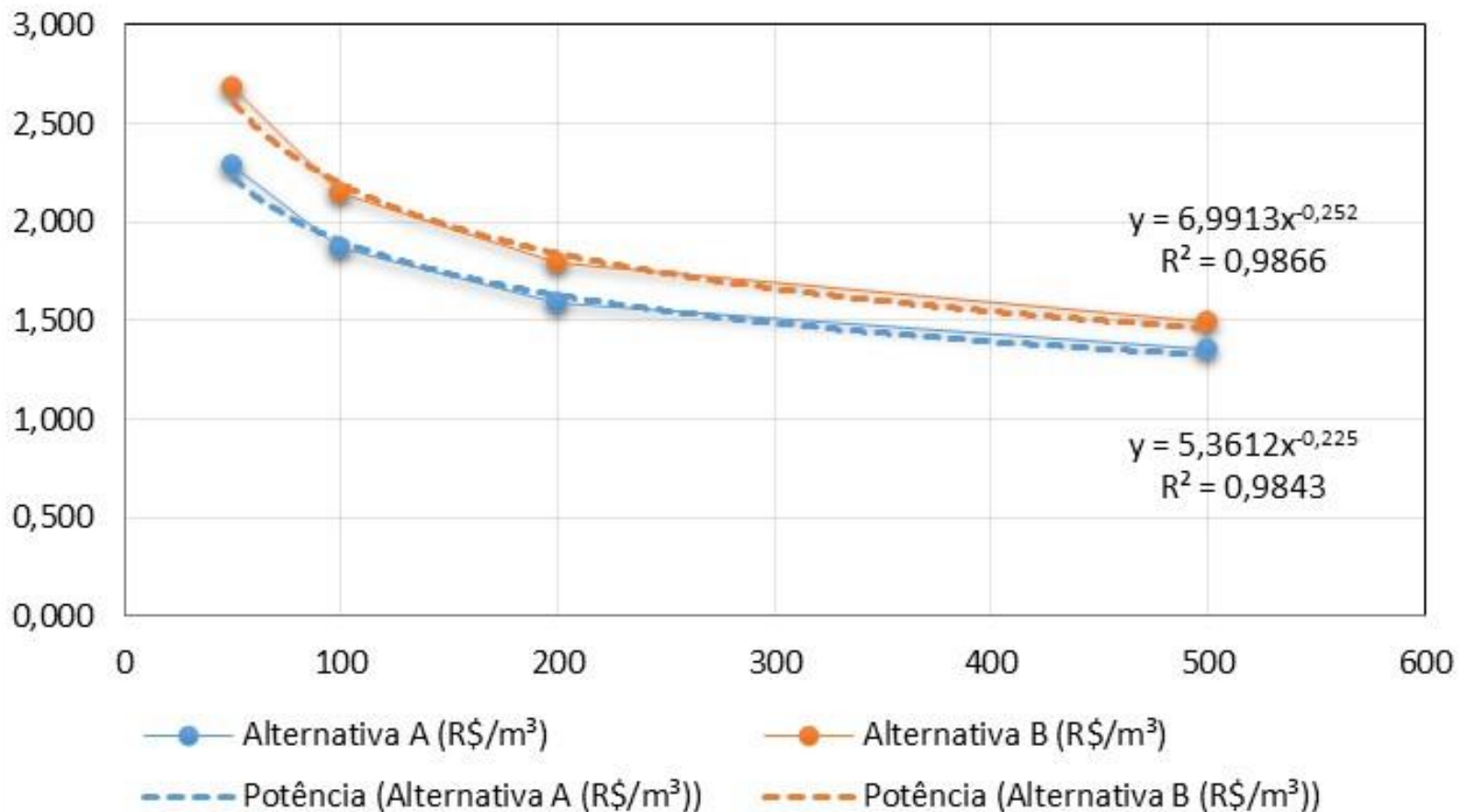
Extensão da linha por gravidade .....	5.000 m
Preço estimado da Adutora por Gravidade.....	4.416.871 R\$
500 m³ (Volume)...Preço estimado do Res. de Distrib....	349.492 R\$ ...Estimado... 349.492

RESULTADOS ECONOMICOS ESPERADOS:	
PAYBACK (anos)	30 anos ..... OK.
TIR (Taxa Interna de Retorno)	12,00%
VPL (Valor Presente Líquido)	0 R\$

# TARIFAS MÉDIAS MÍNIMAS RELATIVAS AO SISTEMA DE REÚSO COMPLETO

Vazão (l/s)	Alternativa A (R\$/m <sup>3</sup> )	Alternativa B (R\$/m <sup>3</sup> )
50	2,283	2,682
100	1,866	2,142
200	1,586	1,794
500	1,357	1,496

Tarifas médias mínimas (R\$/m<sup>3</sup>) x vazão (l/s)



## AVERAGE TARIFFS RELATED TO COSTS ATTRIBUTABLE TO WATER REUSE

CENÁRIO (L/S)	LINHA DE RECALQUE (KM)	LINHA POR GRAVIDADE (KM)	RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO (M³)	CAPEX (R\$)	OPEX (R\$/ANO)	TARIFA  R\$/M³ (US\$/M³)
50	4,0	5,0	500	11.670.950	1.095.265	2,283 (\$ 0,69)
	8,0			14.579.468	1.148.949	2,682 (\$ 0,81)
100	4,0	5,0	1000	16.579.354	2.199.339	1,866 (\$ 0,56)
	8,0			20.112.851	2.358.622	2,142 (\$ 0,65)
200	4,0	5,0	1500	25.808.257	4.109.659	1,586 (\$ 0,48)
	8,0			31.973.075	4.205.003	1,794 (\$ 0,54)
500	4,0	5,0	2000	44.991.535	10.468.610	1,357 (\$ 0,41)
	8,0			53.132.787	11.003.443	1,496 (\$ 0,45)