



# **BIORRETENÇÃO: TECNOLOGIA AMBIENTAL URBANA PARA UMA DRENAGEM SUSTENTÁVEL**

**Newton Becker (FAUUSP)**

**Paulo Pellegrino (Prof. Dr FAUUSP)**

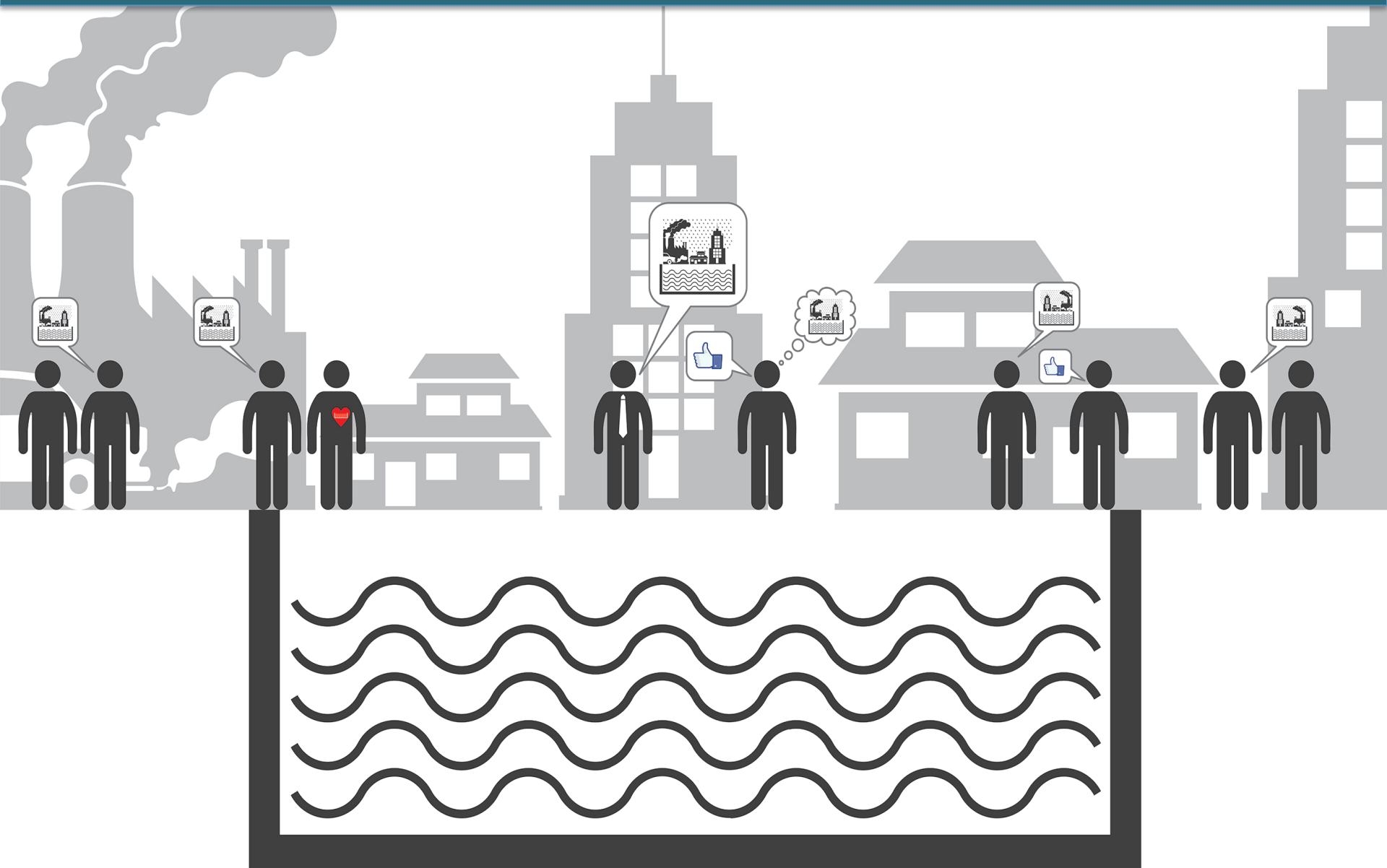
**Rodolfo Scarati (Prof. Dr. PHD – EPUSP)**

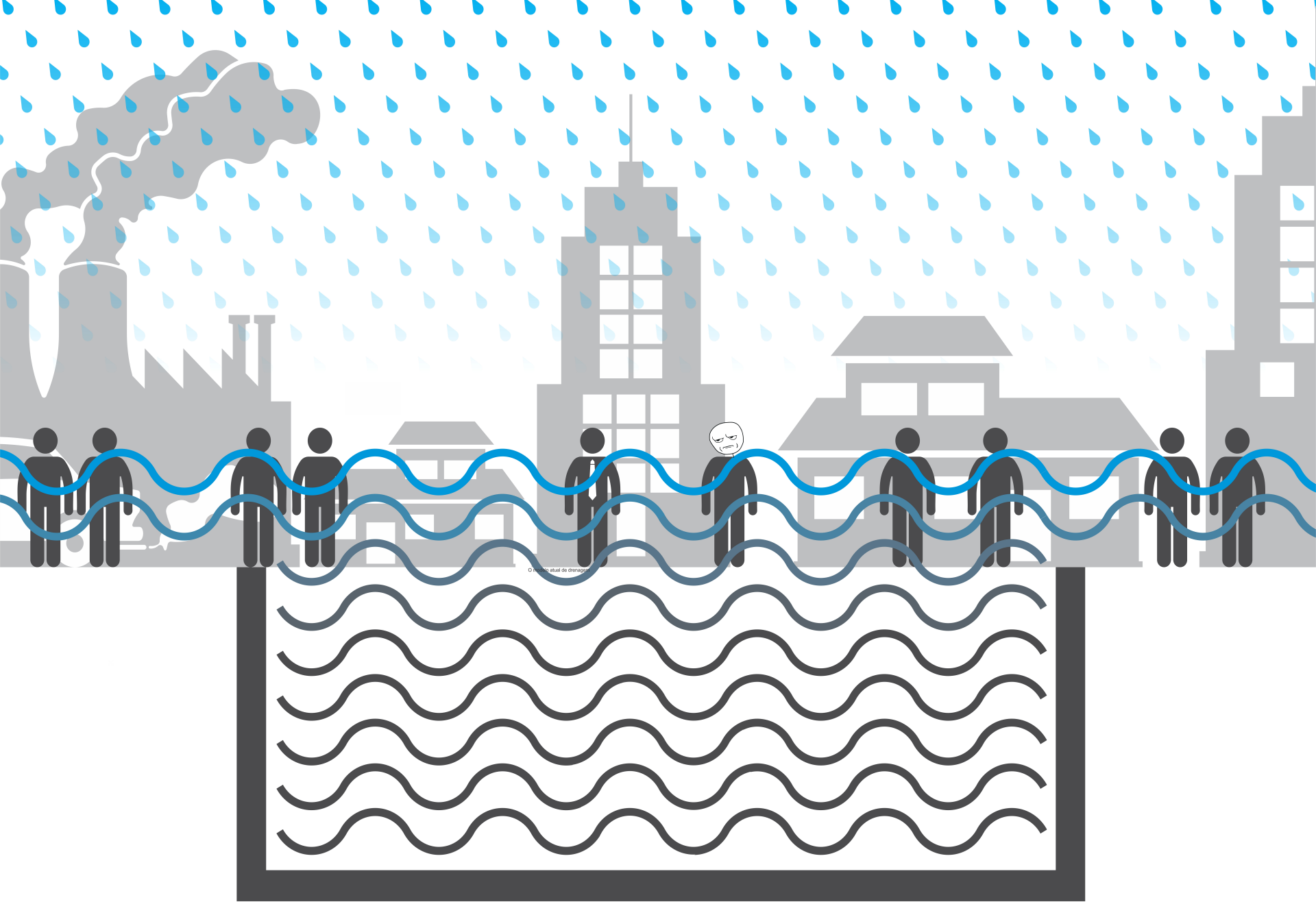
Universidade de São Paulo

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAUUSP

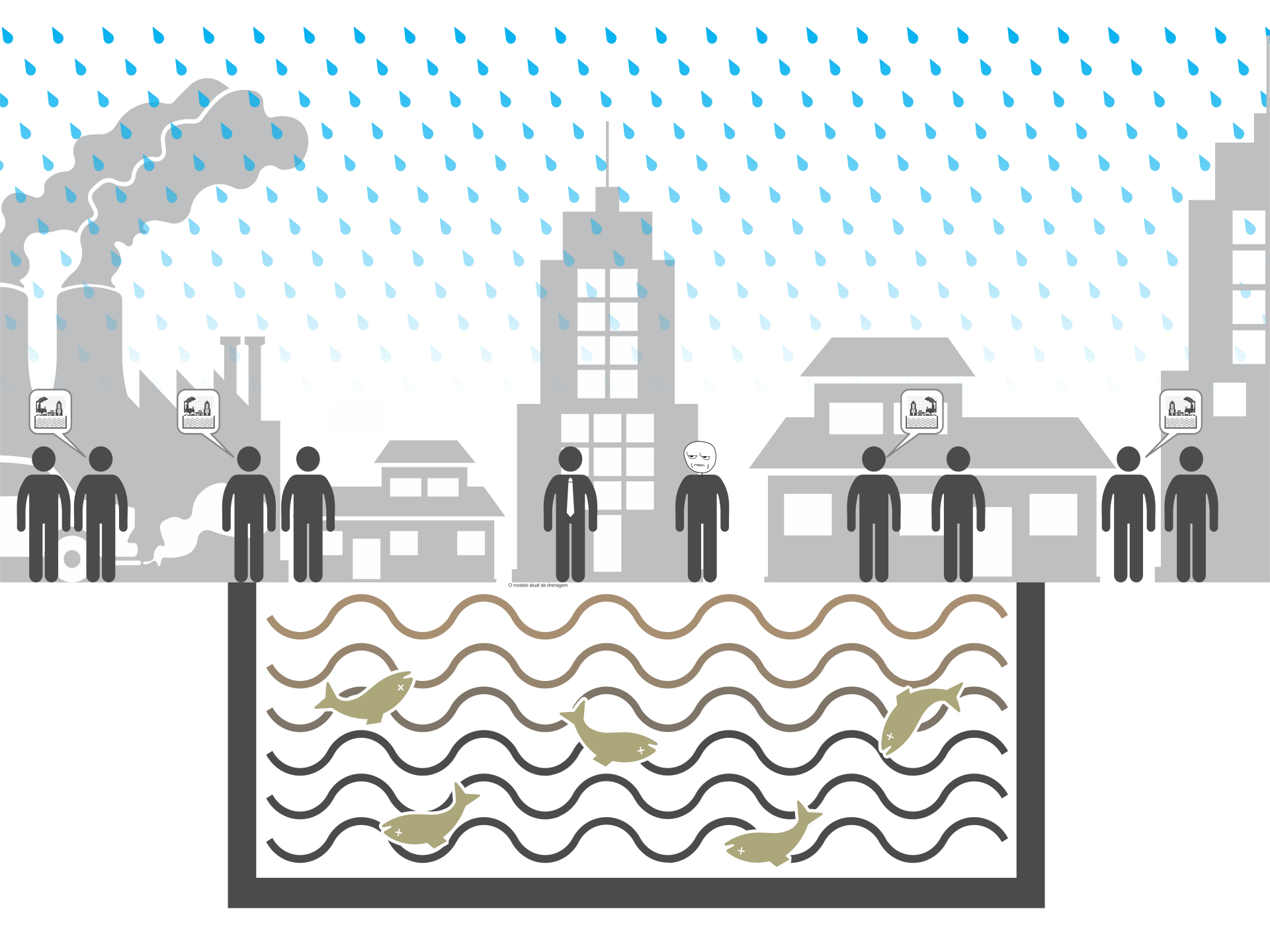
Departamento de Eng. Hidráulica e Ambiental – PHD - EPUSP

# POR QUE É TÃO DIFÍCIL MUDAR O PARADIGMA URBANO DE MANEJO DAS ÁGUAS DE CHUVA NO BRASIL?

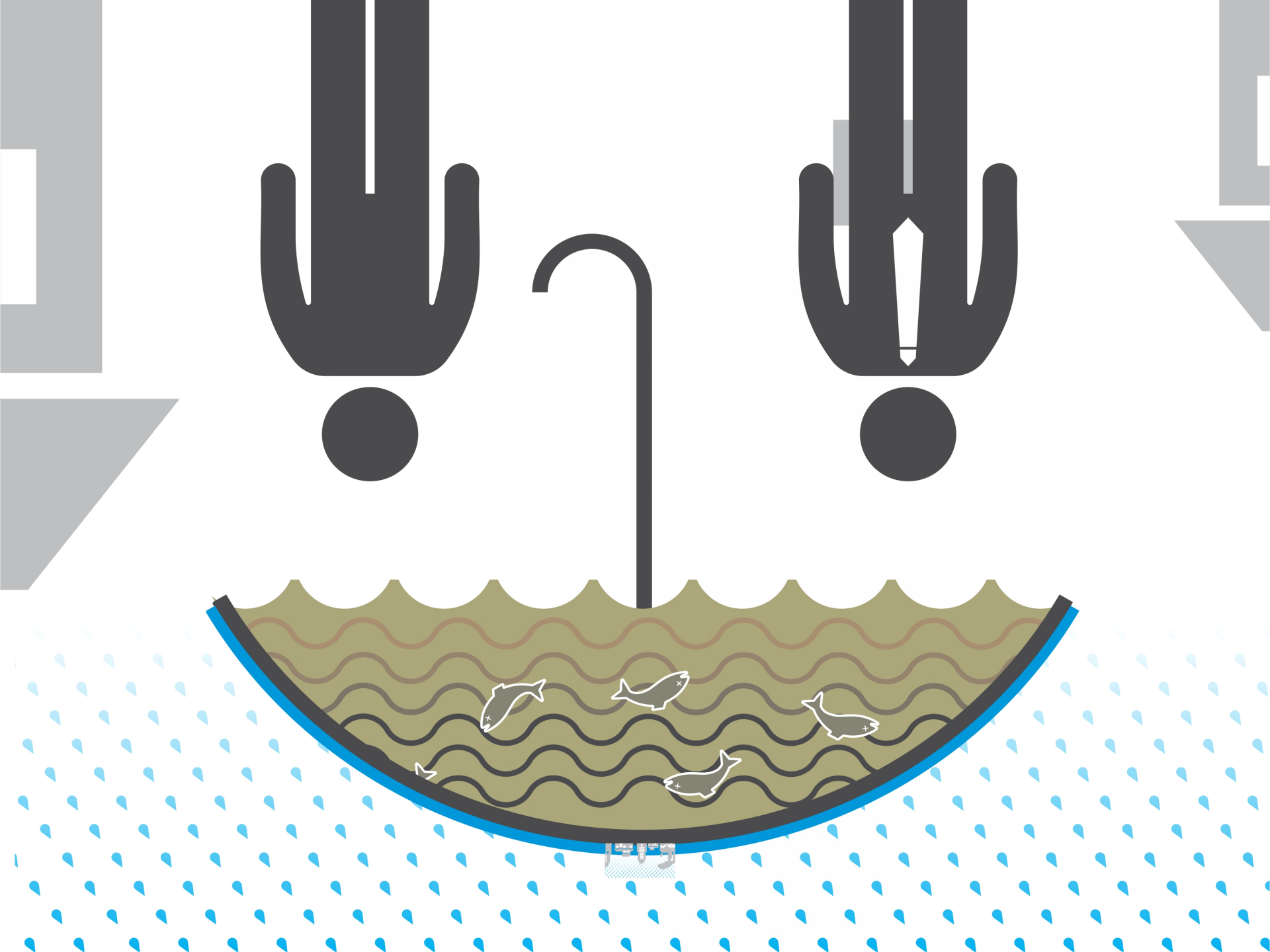


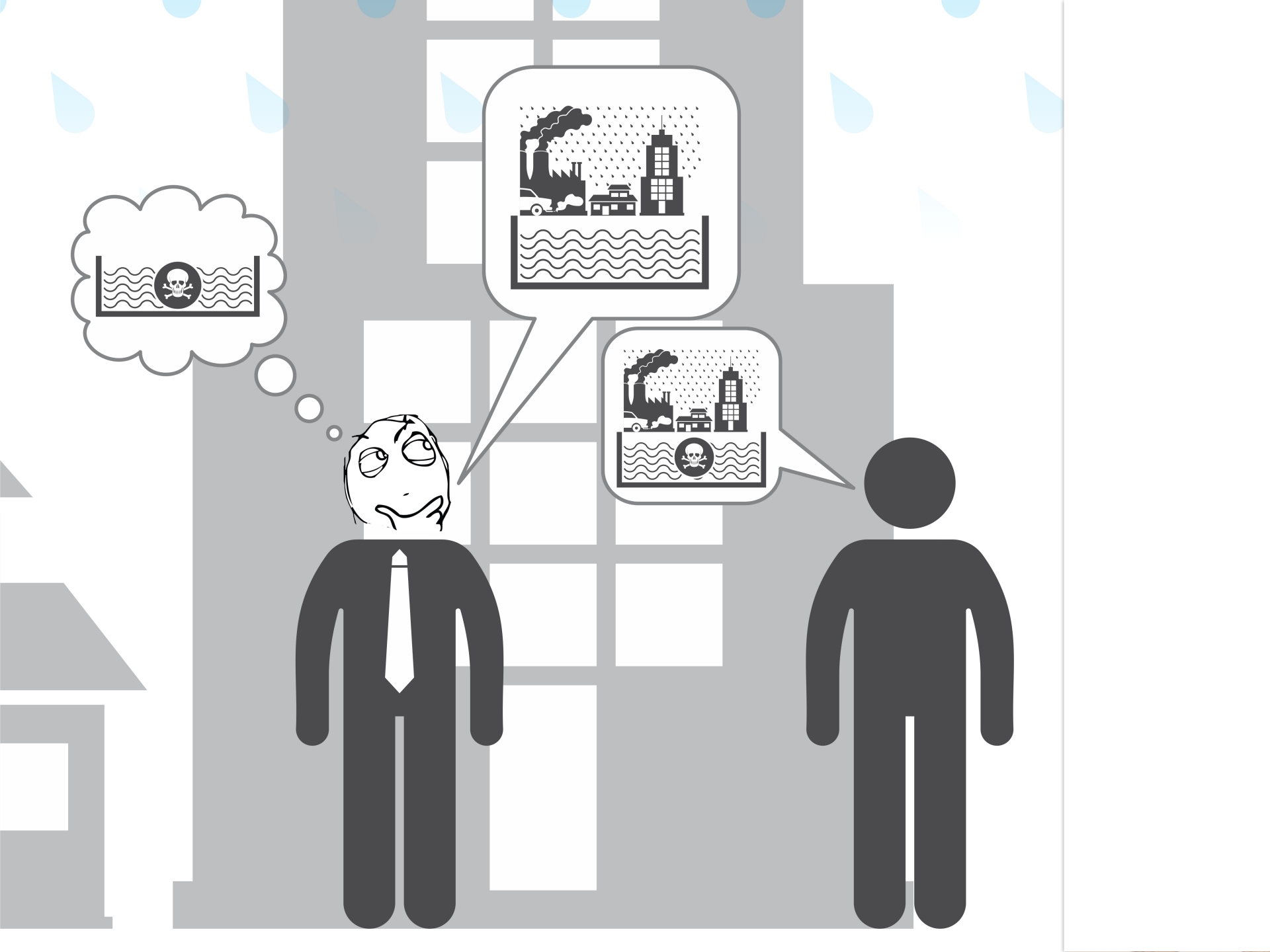


© 2010 by Atal de drenagem



O modelo atual de drenagem

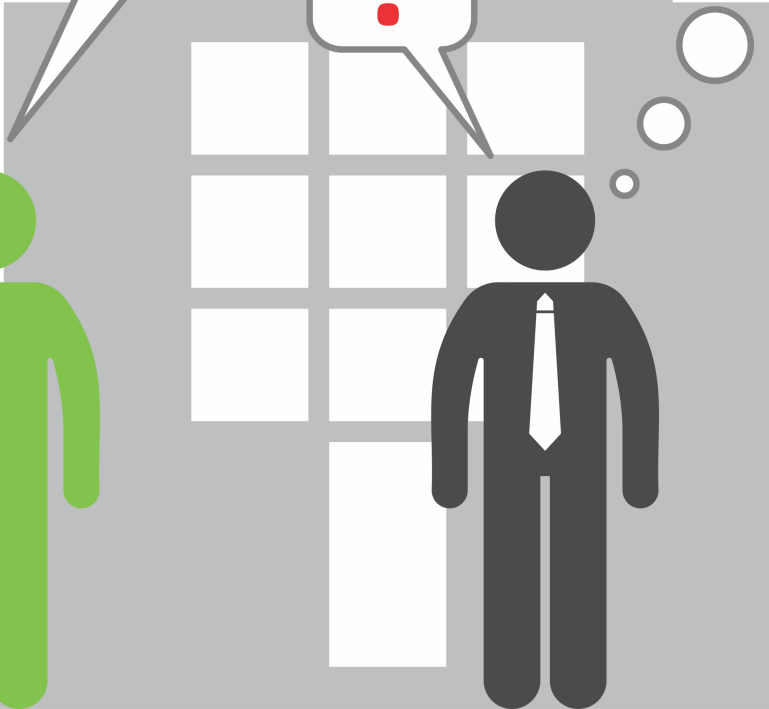
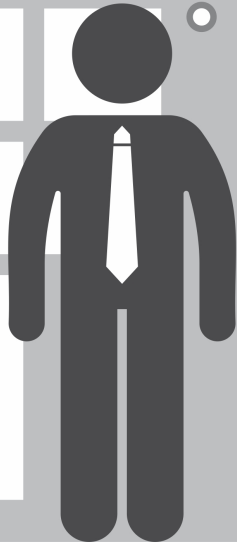










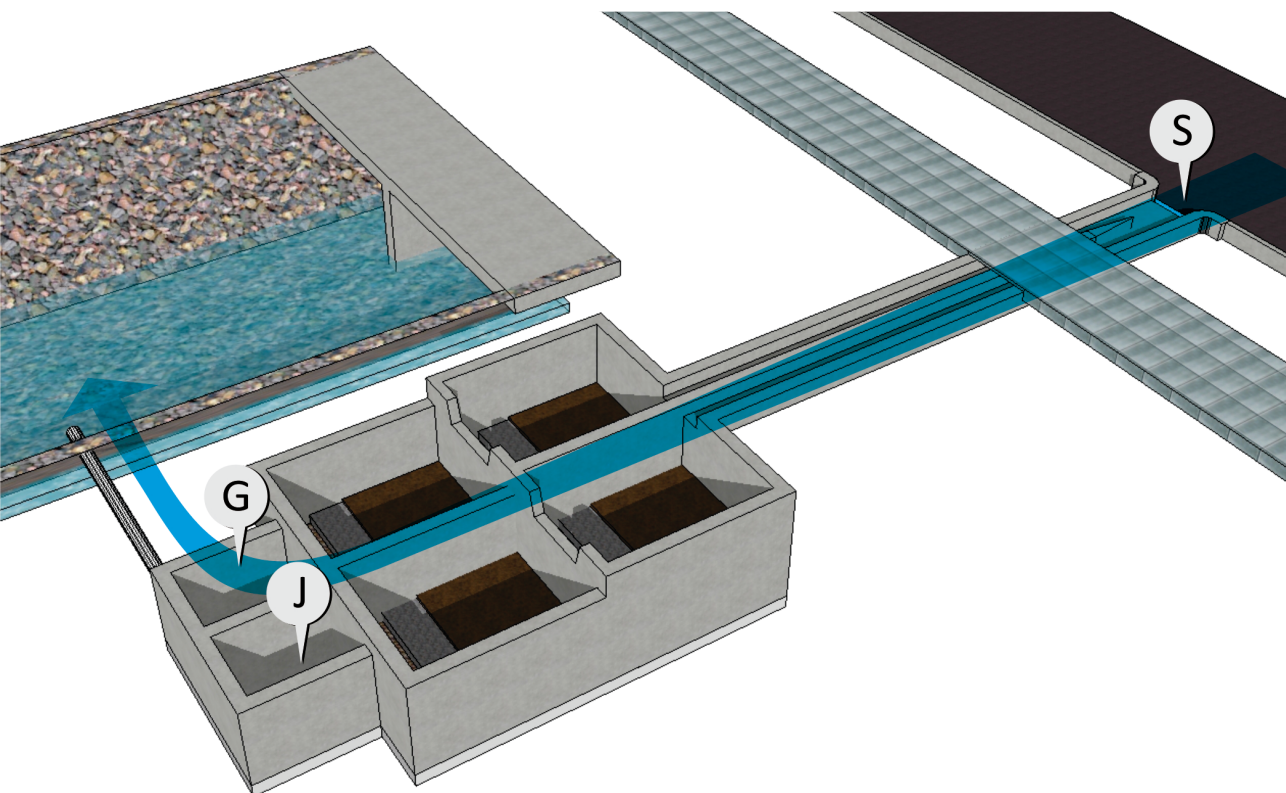


MANUAL DE  
**DRENAGEM**  
E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE  
DRENAGEM URBANA

VOLUME I





cobertura vegetal



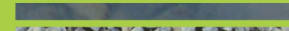
tela fibratêxtil de coco e palha



substrato de plantio



areia grossa



manta geotêxtil



brita zero



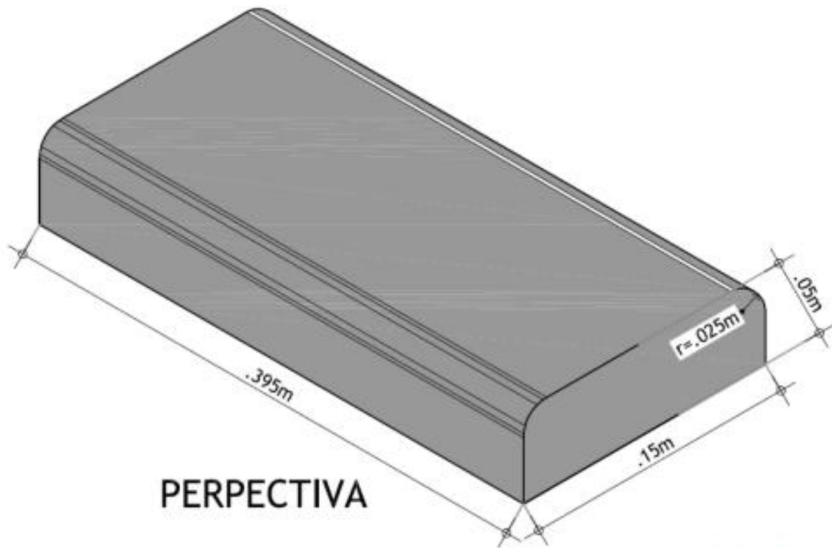
macadame hidráulico

JARDIM (J)





**Vazão de saída**



**Vazão de entrada**



# 7 EVENTOS DE CHUVA

## 116 AMOSTRAS

DATA	HORÁRIO INÍCIO	HORÁRIO FIM	TEMPO MONITORAMENTO	NÚMERO AMOSTRAS	PRECIPITAÇÃO	INÍCIO CHUVA	PRECIPITAÇÃO ANTERIOR	TEMPO SEM CHUVA	MONITORAMENTO SENSORES	ANÁLISES LABORATORIAIS	VAZÃO AFLUENTE
27.MARÇO.2012	16:05	18:01	01:56	12	8,2mm	16:00	28mm (22:20 de 22 de março às 4:50 de 23 de março de 2013).	4dias, 11hs, 10min	OK	OK	OK
12.ABRIL.2012	16:17	18:15	01:58	14	19,6mm	16:20	49,8mm (16:10 a 18:10 em 11 de abril de 2012)	1dia e 10min	falha na transmissão de dados	OK	OK
05.JUNHO.2012	08:30	10:29	01:59	18	14,8mm	08:20	12,4mm (22:00 de 04 de junho a 7:00 de 05 de junho de 2012)	1h e 20min	OK	OK	OK
19.DEZEMBRO.2012	20:35	22:00	01:25	18	56,0mm	17:20	11,00mm (8:10 a 11:50 de 17 de dezembro)	2dias, 5hs e 30min	falha na leitura de dados	OK	OK
04.FEVEREIRO.2013	01:30	03:00	01:30	18	7,4mm	23:10 (dia anterior)	5,2mm (17:10 a 17:40 de 02 de fevereiro)	1dia, 5hs e 30min	OK	OK	OK
19.FEVEREIRO.2013	16:10	19:45	03:35	18	31,6mm	15:10	25,2mm (16:00 a 18:30 em 18 de fevereiro de 2013)	21h e 40min	OK	OK	OK
07.MARÇO.2013	14:25	15:50	01:25	18	11,2mm	14:20	16,00mm (18:50 a 22:40 de 26 de fevereiro)	6dias, 15hs e 45min	OK	OK	OK

pH  
ALCALINIDADE



pH  
alcalinidade

MATÉRIA  
ORGÂNICA



carbono orgânico total (COT)  
demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

NUTRIENTES



nitrito (NO<sub>2</sub>-)  
nitrato (NO<sub>3</sub>-)

ÓLEOS E  
GRAXAS



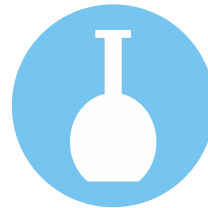
óleos e graxas

METAIS



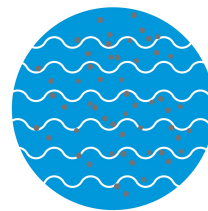
ferro  
zinco  
cromo  
cádmio  
cobre

COMPOSTOS  
INORGÂNICOS



dureza  
condutividade  
magnésio  
cálcio  
sulfetos  
cloretos  
fluoretos

SÓLIDOS  
SUSPENSOS



sólidos dissolvidos totais  
sólidos suspensos totais

COLIFORMES  
TERMOTOLERANTES



coliformes termotolerantes

**MASSA TOTAL ACUMULADA**



**$\Sigma$  CARGAS POLUIDORAS**



**CONCENTRAÇÕES x VAZÕES**



REDUÇÕES DAS MASSAS TOTAIS ACUMULADAS (MTAs)																						
GRUPO DE INDICADORES			ALCALINIDADE	MATÉRIA ORGÂNICA		NUTRIENTES		ÓLEOS	METAIS					COMPOSTOS ORGÂNICOS						SEDIMENTOS		
INDICADOR INDIVIDUAL				DBO	COT	Nitrito	Nitrato	O & G	Ferro	Cromo	Zinco	Cobre	Cádmio	Condut.	Dureza	Cálcio	Magnésio	Cloreto	Sulfeto	Fluoreto	TSS	TDS
27	MAR	2012																				
JARDIM			89,74%	99,97%	99,74%	99,61%	100,00%	99,71%	99,93%	99,00%	99,62%	99,58%	99,58%	95,16%	94,44%	94,10%	95,22%	97,52%	92,91%	96,26%	99,55%	95,15%
GRAMADO			31,51%	99,56%	98,71%	98,64%	100,00%	96,11%	99,62%	97,67%	99,02%	97,22%	97,22%	80,79%	62,23%	58,90%	69,89%	88,38%	96,01%	81,38%	95,44%	80,83%
Média Jardim			89,74%		99,85%		99,81%	99,71%					99,54%							95,09%		97,35%
Média Gramado			31,51%		99,13%		99,32%	96,11%					98,15%							76,80%		88,14%
05	JUN	2012																				
JARDIM			98,42%	99,44%	99,22%	98,52%		98,80%	99,72%	99,61%	99,74%	99,14%	100,00%	98,68%	97,05%	96,75%	98,06%	98,35%	-0,44%	81,36%	97,69%	93,14%
GRAMADO			87,53%	92,57%	88,65%	90,60%		80,62%	92,59%	91,92%	93,98%	90,03%	100,00%	73,09%	84,09%	81,44%	87,94%	81,75%	-1,72%	100,00%	91,34%	75,03%
Média Jardim			98,42%		99,33%		98,52%	98,80%					99,64%							81,40%		95,42%
Média Gramado			87,53%		90,61%		90,60%	80,62%					93,70%							72,37%		83,18%
04	FEV	2013																				
JARDIM			99,15%	99,73%	99,82%		97,94%	99,51%	99,92%	99,90%	99,80%	99,73%	100,00%	97,36%	98,60%	97,86%	98,86%	97,46%		97,38%	100,00%	99,71%
GRAMADO			91,65%	98,64%	99,81%		87,19%	98,72%	99,85%	99,13%	98,75%	99,47%	100,00%	96,18%	98,27%	97,31%	98,68%	92,80%		90,58%	100,00%	95,33%
Média Jardim			99,15%		99,78%		97,94%	99,51%					99,87%							96,16%		99,85%
Média Gramado			91,65%		99,23%		87,19%	98,72%					99,44%							95,13%		96,38%
19	FEV	2013																				
JARDIM			88,57%	100,00%	98,18%		85,09%	90,82%	99,51%	100,00%	98,27%	98,85%		92,27%	58,56%	83,87%	87,31%	85,32%	100,00%	100,00%	98,00%	82,06%
GRAMADO			88,51%	99,93%	98,62%		77,95%	87,95%	99,35%	99,29%	97,06%	99,65%		81,99%	92,56%	91,86%	94,28%	60,76%	100,00%	100,00%	95,88%	95,88%
Média Jardim			88,57%		99,09%		85,09%	90,82%					99,16%							86,76%		90,03%
Média Gramado			88,51%		99,27%		77,95%	87,95%					98,84%							88,78%		95,88%
07	MAR	2013																				
JARDIM				97,76%	98,59%	96,50%	100,00%	88,39%	99,56%	100,00%	99,38%	97,18%	100,00%	77,61%	92,74%	93,28%	89,77%	58,28%	99,95%	68,27%	99,96%	84,00%
GRAMADO				98,81%	98,46%	90,55%	100,00%	94,72%	99,67%	99,22%	99,21%	96,07%	100,00%	86,02%	96,37%	96,43%	96,05%	82,71%	99,93%	67,52%	100,00%	88,23%
Média Jardim					98,18%		98,25%	88,39%					99,23%							82,84%		91,98%
Média Gramado					98,64%		95,27%	94,72%					98,84%							89,29%		94,11%
			2012	2013																		
			27/mar	05/jun	04/fev	19/fev	07/mar															
ALCALINIDADE			G	G	G	G																
MATÉRIA ORGÂNICA			J	J	J	G	G															
NUTRIENTES			J	J	J	J	J															
ÓLEOS			J	J	J	J	G															
METAIS			J	J	J	J	J															
COMPOSTOS ORGÂNICOS			J	J	J	G	G															
SEDIMENTOS			J	J	J	G	G															
			LEGENDA																			
			maior eficiência no jardim (J)																			
			maior eficiência no gramado (G)																			
			dados indisponíveis																			
			OBSERVAÇÕES																			
			As eficiências quanto às reduções das massas totais acumuladas (MTAs) não foram calculadas para pH e coliformes, já que o conceito de MTA não se aplica a esses indicadores.																			
			Quanto à alcalinidade, considerou-se a menor diminuição das concentrações como parâmetro de melhoria de qualidade da água, tendo em vista que o aumento na alcalinidade reduz a possibilidade de acidez no meio.																			
			As células da tabela sem valores indicam que não houve variação dos resultados para o indicador, ou ainda que as concentrações permaneceram abaixo do mínimo detectável.																			
REDUÇÕES DAS MASSAS TOTAIS ACUMULADAS (MTAs)																						
GRUPO DE INDICADORES			ALCALINIDADE	MATÉRIA ORGÂNICA		NUTRIENTES		ÓLEOS	METAIS					VARIÁVEIS INORGÂNICAS						SEDIMENTOS		
INDICADOR INDIVIDUAL			Alcalinidade	DBO	COT	Nitrito	Nitrato	O & G	Ferro	Cromo	Zinco	Cobre	Cádmio	Condut.	Dureza	Cálcio	Magnésio	Cloreto	Sulfeto	Fluoreto	TSS	TDS
JARDIM			93,97%		99,25%		96,98%	95,45%					99,52%							88,33%		94,93%
GRAMADO			74,80%		97,38%		92,27%	91,63%					97,75%							83,94%		91,80%

MASSAS TOTAIS ACUMULADAS																				
GRUPO DE INDICADORES	ALCALINIDADE	MATÉRIA ORGÂNICA		NUTRIENTES		ÓLEOS	METAIS					VARIÁVEIS INORGÂNICAS							SEDIMENTOS	
INDICADOR INDIVIDUAL	Alcalinidade	DBO	COT	Nitrito	Nitriato	O & G	Ferro	Cromo	Zinco	Cobre	Cádmio	Conduct.	Dureza	Cálcio	Magnésio	Cloreto	Sulfeto	Fluoreto	TSS	TDS
<b>MÉDIA POR INDICADOR</b>																				
JARDIM	93,97%	99,38%	99,11%	98,21%	95,76%	95,45%	99,73%	99,70%	99,36%	98,90%	99,90%	93,90%	88,28%	93,17%	93,84%	87,39%	73,11%	88,65%	99,04%	90,81%
GRAMADO	74,80%	97,90%	96,85%	93,26%	91,29%	91,63%	98,22%	97,45%	97,61%	96,49%	99,02%	83,61%	86,70%	85,19%	89,37%	81,28%	73,56%	87,90%	96,53%	87,06%
<b>MÉDIA POR GRUPO</b>																				
JARDIM	93,97%		99,25%		96,98%	95,45%					99,52%							88,33%		94,93%
GRAMADO	74,80%		97,38%		92,27%	91,63%					97,75%							83,94%		91,80%

RESUMO DAS MÉDIAS			
	JARDIM	GRAMADO	J x G
ALCALINIDADE	93,97%	74,80%	19,17%
MATÉRIA ORGÂNICA	99,25%	97,38%	1,87%
NUTRIENTES	96,98%	92,27%	4,71%
ÓLEOS	95,45%	91,63%	3,82%
METAIS	99,52%	97,75%	1,76%
VARIÁVEIS INORGÂNICAS	88,33%	83,94%	4,39%
SEDIMENTOS	94,93%	91,80%	3,13%
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>95,49%</b>	<b>89,94%</b>	

**LEGENDA**

- maior eficiência no jardim (J)
- maior eficiência no gramado (G)
- eficiência equivalente

**OBSERVAÇÕES**

As eficiências quanto às reduções das massas totais acumuladas (MTAs) não foram calculadas para pH e coliformes, já que o conceito de MTA não se aplica a esses indicadores.

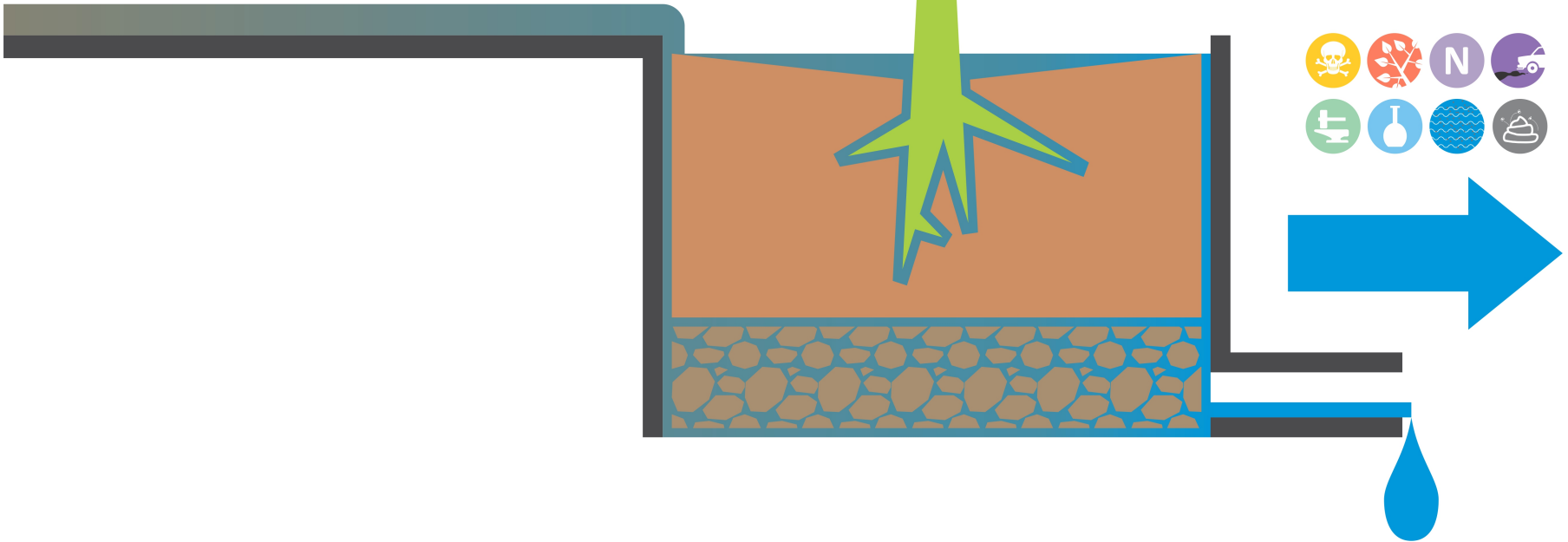
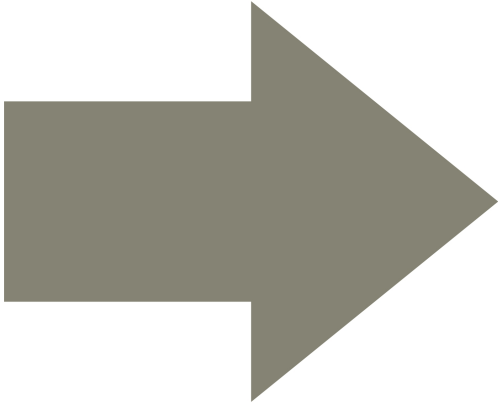
Quanto à alcalinidade, considerou-se a menor diminuição das concentrações como parâmetro de melhoria de qualidade da água, tendo em vista que o aumento na alcalinidade reduz a possibilidade de acidez no meio.

95,49%

JARDIM

89,94%

GRAMADO



CANTEIRO J



12. dez. 2011

CANTEIRO G



13. jan. 2012

CANTEIRO J



CANTEIRO G



27. mar. 2012



19. jun. 2012



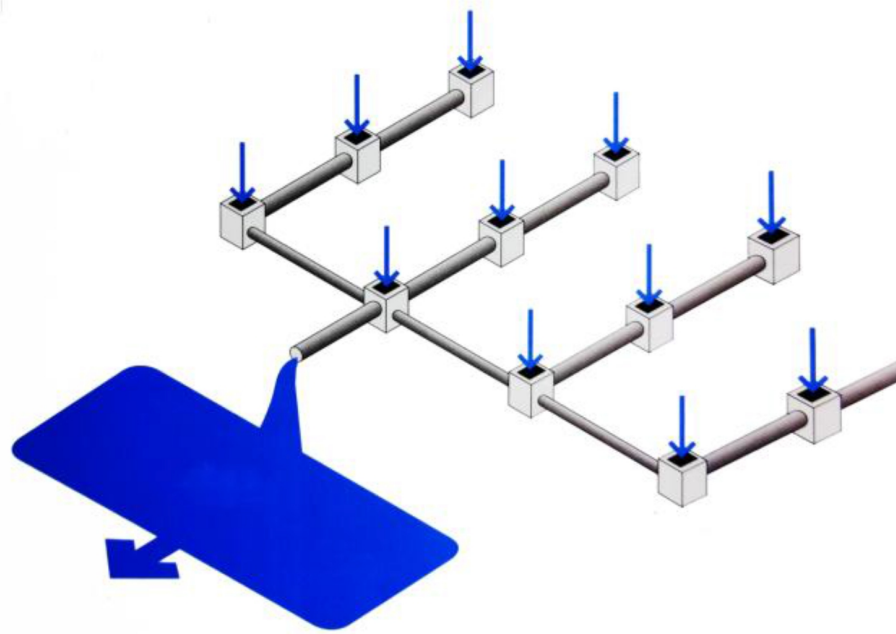
13. mar. 2013



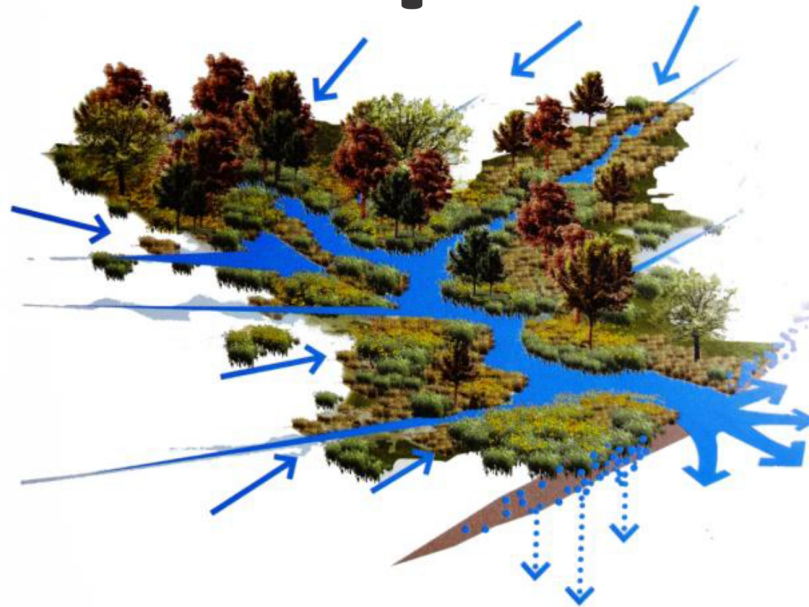
16. ago. 2013







+



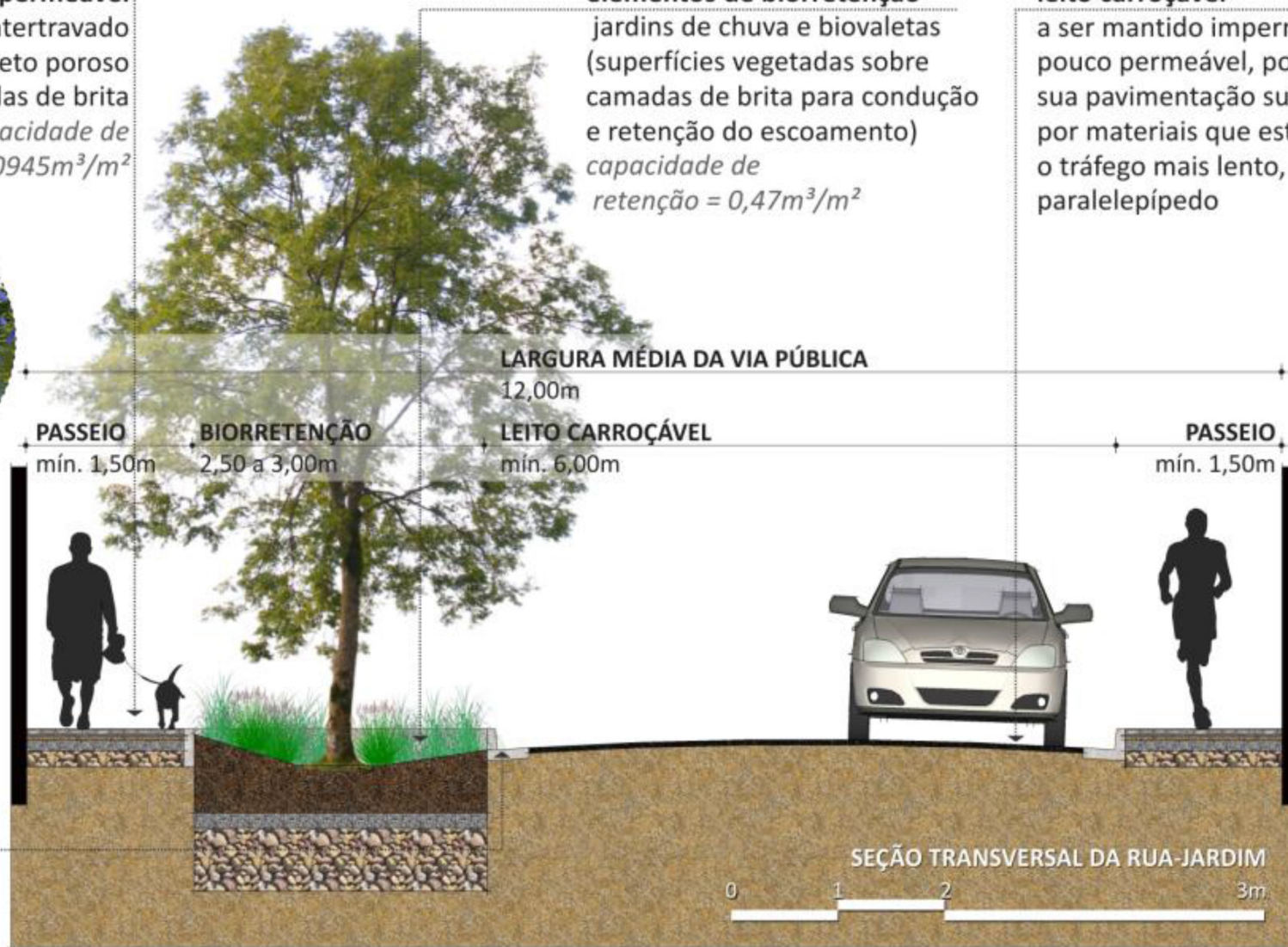


**passeio permeável**  
bloquete intertravado  
de concreto poroso  
sobre camadas de brita  
*capacidade de  
retenção = 0,0945m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>*



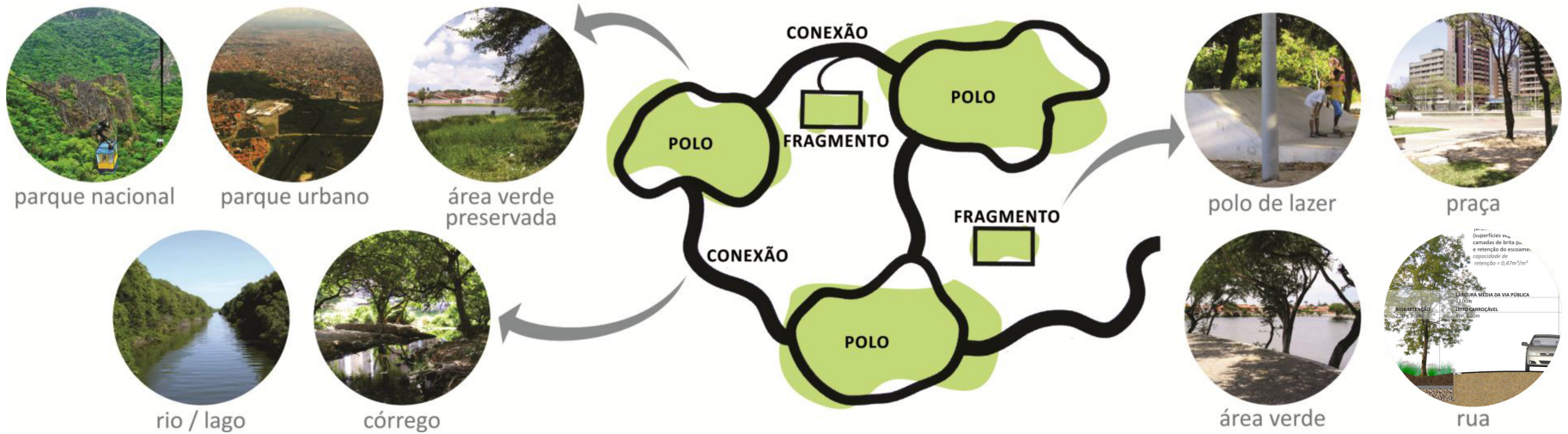
**elementos de biorretenção**  
jardins de chuva e biovaletas  
(superfícies vegetadas sobre  
camadas de brita para condução  
e retenção do escoamento)  
*capacidade de  
retenção = 0,47m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>*

**leito carroçável**  
a ser mantido impermeável ou  
pouco permeável, podendo ter  
sua pavimentação substituída  
por materiais que estimulem  
o tráfego mais lento, como o  
paralelepípedo





# Infraestrutura Verde



# USP



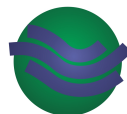
FAU



EP



LABVERDE  
FAU · USP



Fundação Centro  
Tecnológico de Hidráulica



FUNDEP



DAEE

# OBRIGADO!