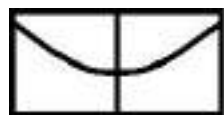


Reúso-DF

Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em residências do Distrito Federal: uma abordagem socioeconômica e ambiental



Universidade de Brasília

Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico

Coordenação: **Daniel Richard Sant'Ana**
Chenia Rocha Figueiredo Ávila

Pesquisadores Sênior: Marco Antonio Almeida de Souza
Pierre Mazzega Ciamp

Pesquisadores: Bruna Valverde de Moraes
Claudiana Lopes Maciel
Karla Cristina Ferreira Alvares
Lídia Batista Pereira Medeiros
Márcio Nascimento de Oliveira
Miguel de Almeida Pereira
Natália Totugui de Miranda
Paula Maria Santana
Susanna Almeida dos Santos

Objetivos da Pesquisa

O principal objetivo da pesquisa é analisar a **viabilidade, técnica, ambiental e econômica** de sistemas prediais voltados ao aproveitamento de águas pluviais (AAP) e ao reúso de águas cinzas (RAC) em edificações residenciais e não-residenciais do Distrito Federal.

Objetos de Estudo

1. Edificações Residenciais

- a) Unifamiliar
- b) Multifamiliar

2. Edificações Não-Residenciais

- a) Hospedagem
- b) Comercial
- c) Escritórios
- d) Saúde
- e) Ensino
- f) Transporte
- g) Industrial

Modelos Representativos

Para a análise de viabilidade, foi realizado um levantamento quantitativo e qualitativo em oito Regiões Administrativas do Distrito Federal para coleta de dados primários das principais características tipológicas de edificações residenciais de acordo com sua faixa de renda familiar.

Residências de renda alta



Fonte: Google™ Earth

Região Administrativa	<i>Lago Norte Lago Sul</i>
Tipologia residencial	Casas de alto padrão
Número de moradores	4.6 pessoas
Renda média familiar	R\$ 9.600
Número de banheiros	6
Área construída média	427 m ²
Área de cobertura média	373 m ²
Área de jardim/quintal	1,364 m ²
Volume de piscina	53 m ³

Residências de renda média alta



Fonte: Google™ Earth

Região Administrativa	<i>Brasília Aguas Claras</i>
Tipologia residencial	Edifício em alturas
Número de moradores	3.2 moradores
Renda média familiar	R\$ 7.600
Número de banheiros	3
Área construída média	91 m ²
Área de cobertura média	765 m ²
Área de jardim/quintal	---
Volume de piscina	---

Residências de renda média baixa



Fonte: Google™ Earth

Região Administrativa	<i>Taguatinga Candangolândia</i>
Tipologia residencial	Casa
Número de moradores	4.6 moradores
Renda média familiar	R\$ 4.000
Número de banheiros	3
Área construída média	141 m ²
Área de cobertura média	130 m ²
Área de jardim/quintal	80 m ²
Volume de piscina	35 m ³

Residências de renda baixa

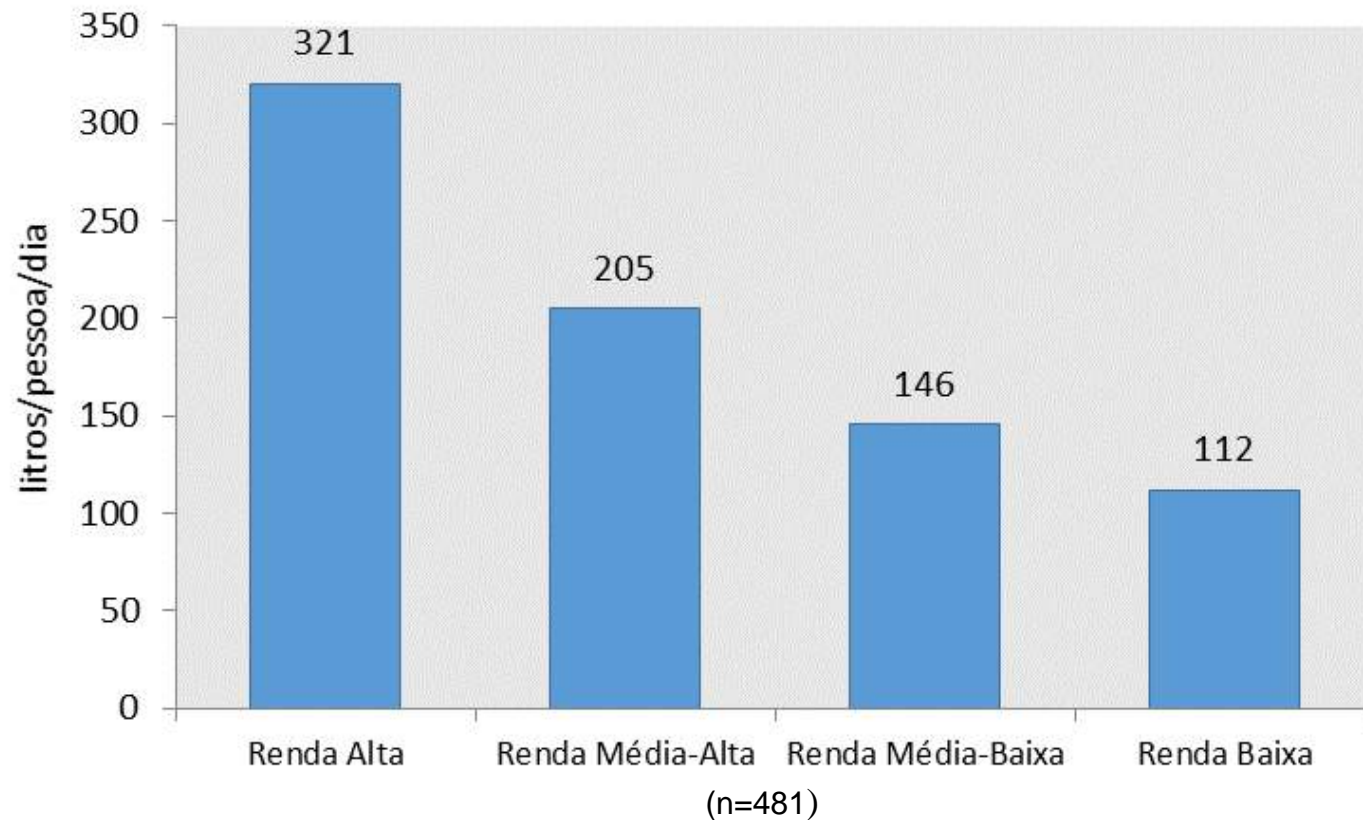


Fonte: Google™ Earth

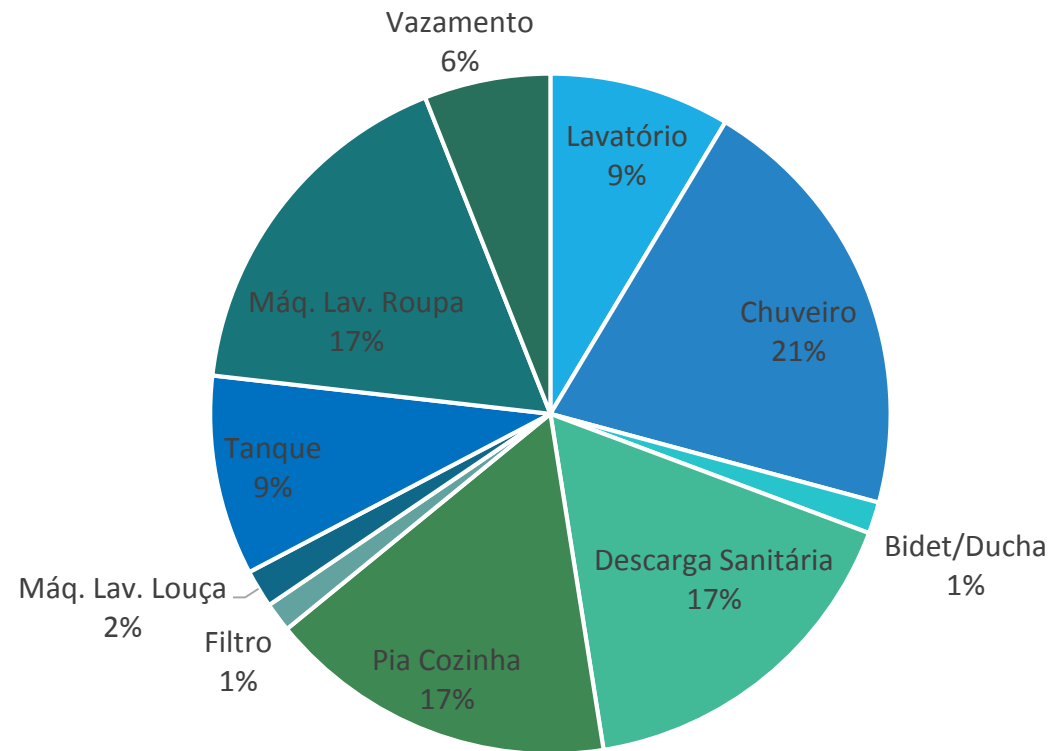
Região Administrativa	<i>Ceilândia Samambaia</i>
Tipologia residencial	Casa de baixo padrão
Número de moradores	4.5 moradores
Renda média familiar	R\$ 3.200
Número de banheiros	2
Área construída média	110 m ²
Área de cobertura média	97 m ²
Área de jardim/quintal	74 m ²
Volume de piscina	---

Demanda de Água

Consumo *per capita* por faixa de renda familiar



Demanda de Água



$$D_{in}^* = 0.48N_r^* + 0.16I_{dw}^* + 0.40B_a^*$$

$$D_{out}^* = -3.78 - 0.12I_{dw}^* + 0.88G_a^*$$

Demanda de Água

Indicadores de uso interno

Usos-Finais da Água	Alta		Média-Alta		Média-Baixa		Baixa	
	l/p/d	%	l/p/d	%	l/p/d	%	l/p/d	%
Lavatório	18	8.1	21	9.5	10	7.1	13	10.9
Chuveiro	36	15.9	53	23.9	33	23.0	28	23.7
Bidet / Duchinha	3	1.1	3	1.5	4	2.8	1	0,8
Descarga Sanitária	42	18.5	35	15.8	27	18.6	19	16.0
Torneira da Cozinha	35	15.4	34	15.5	29	20.2	22	18.9
Filtro	3	1.4	3	1.3	2	1.4	2	1.8
Máq. Lavar Louça	5	2.3	1	0.7	---	---	---	---
Torneira do Tanque	23	10.2	22	9.8	14	9.7	10	8.8
Máq. de Lavar Roupa	34	15.1	49	22.1	25	17.1	17	14.7
Vazamentos	27	11.9	---	---	0.5	0.3	5	4.3

l/p/d = litros/pessoa/dia

Sant’Ana & Mazzega (2017)

Demanda

Indicadores de uso externo

Usos-Finais de Água	Alta l/m ² /d	Média-Alta l/m ² /d	Média-Baixa l/m ² /d	Baixa l/m ² /d
Torneira de Jardim	2.2	0.5	0.7	0.7
Piscina	12	---	---	---
Poço	0.8	---	---	---
Reúso de Água	1.3	---	1.5	2.0

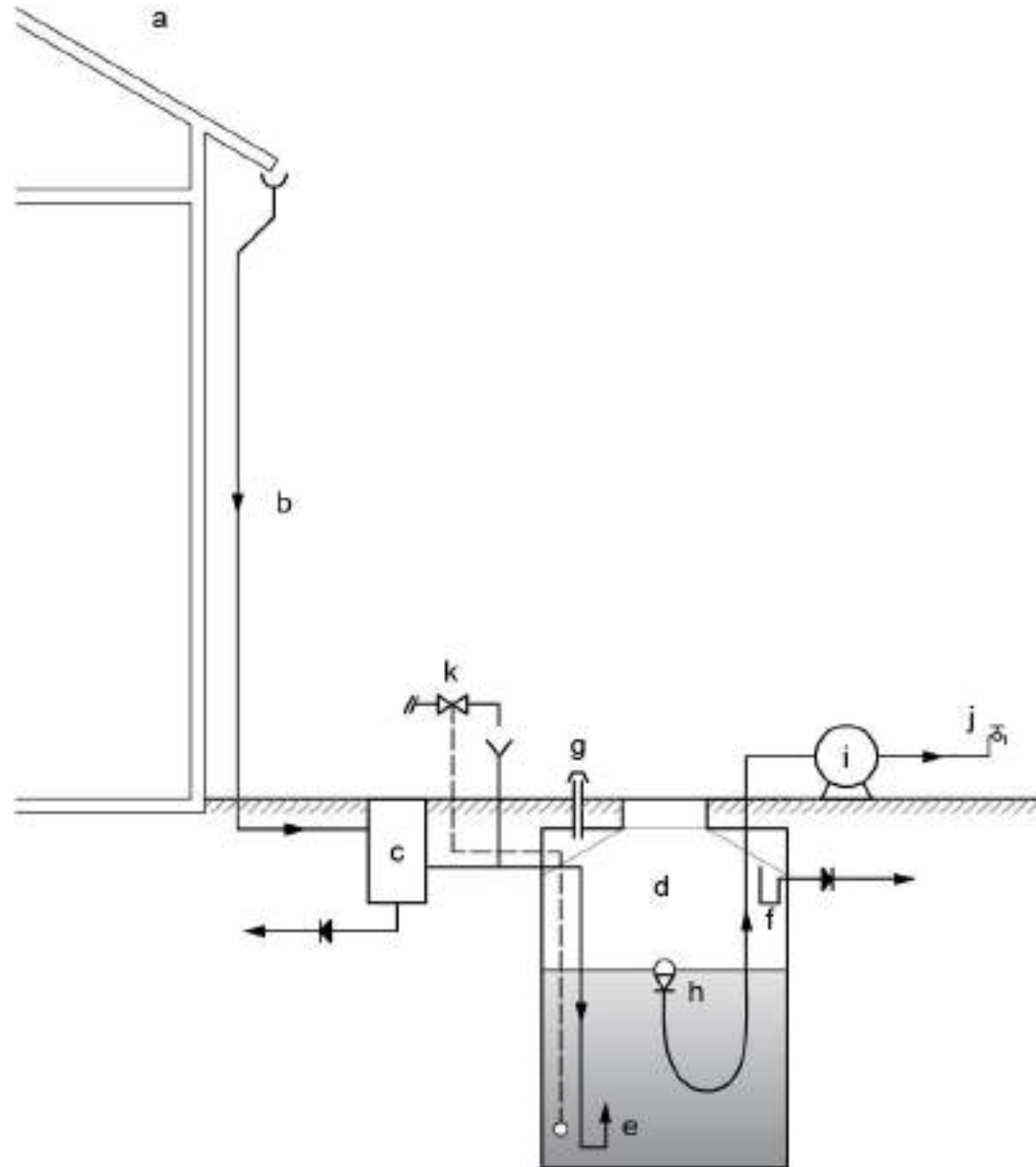
l/m²/d = litros/m²/dia

Sant'Ana & Mazzega (2017)

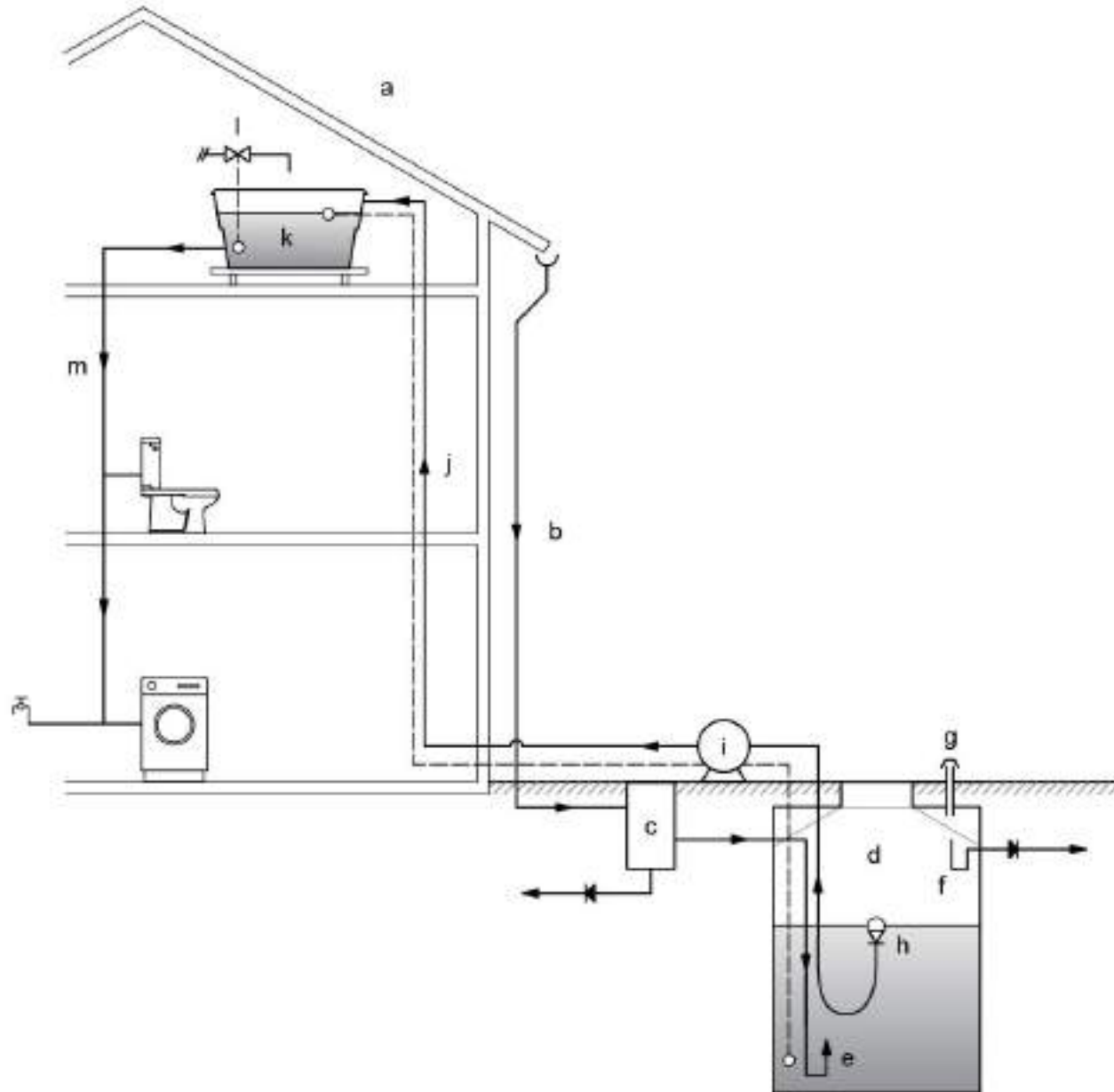
Análise de Viabilidade Técnica

Para a análise de viabilidade técnica, foi realizado um levantamento qualitativo relativo às instalações hidráulicas existentes em diferentes tipologias residenciais do DF para verificar a aplicabilidade de sistemas AAP e RAC.

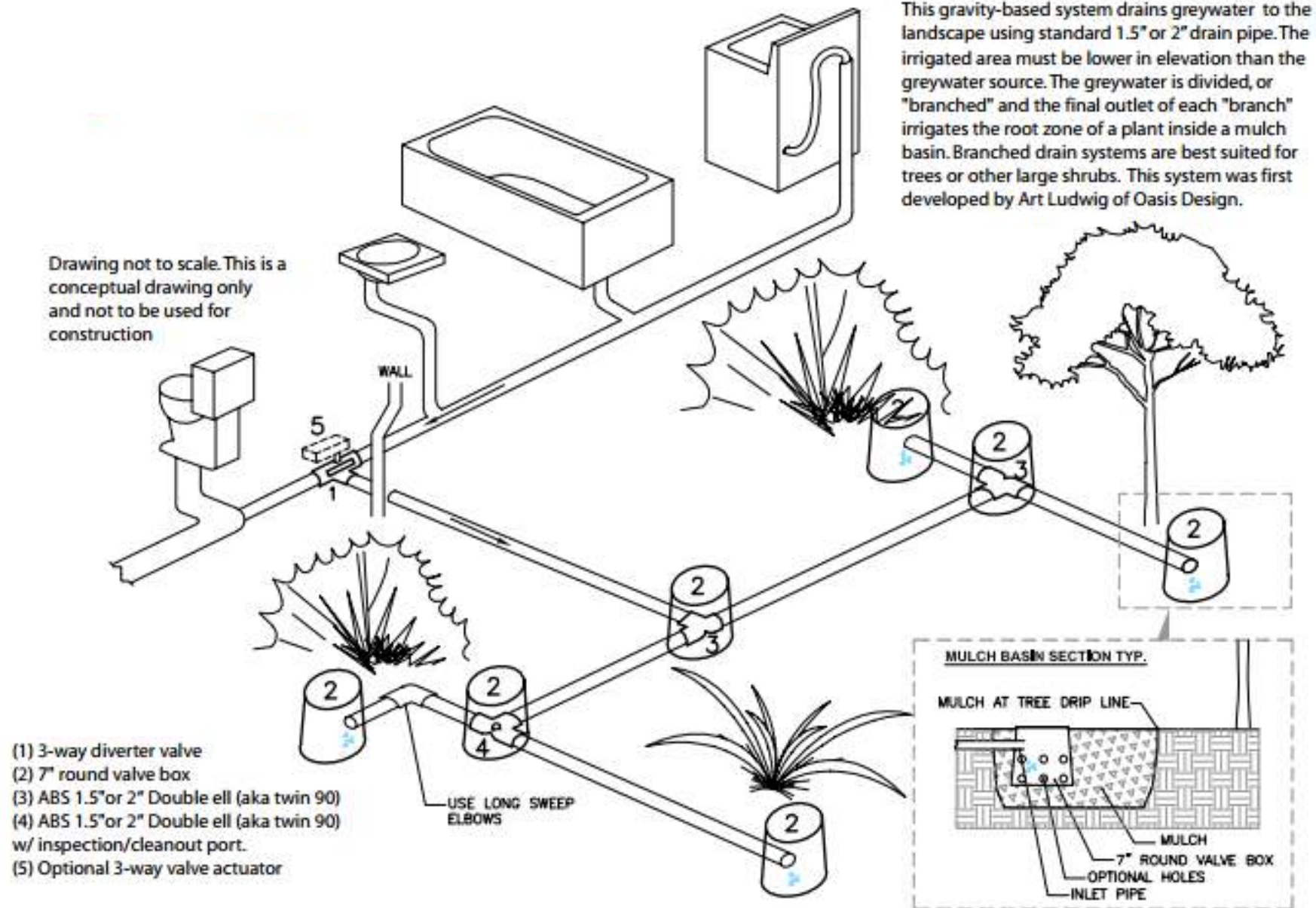
AAP: Sistema Isolado



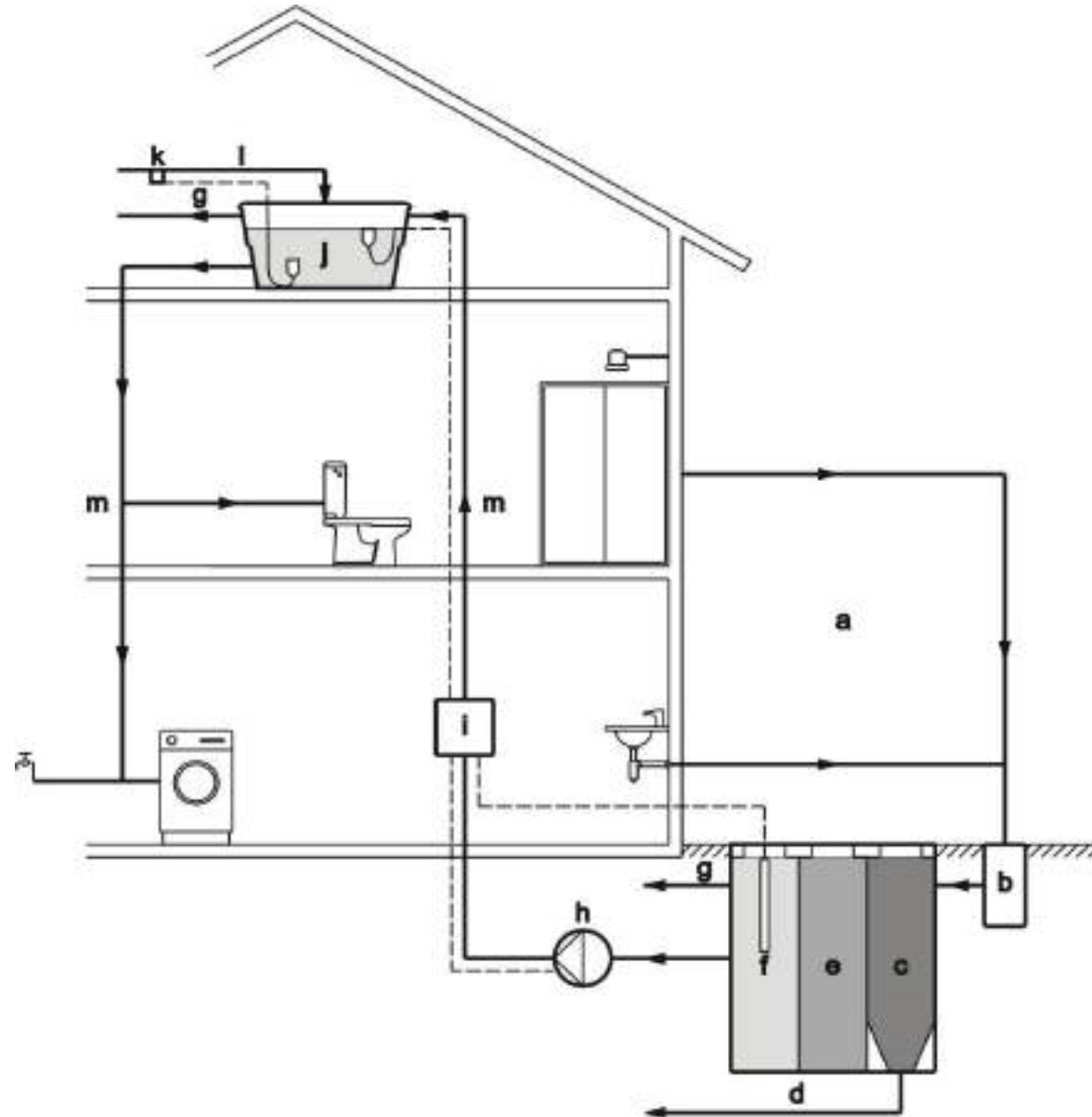
AAP: Sistema Integrado



RAC: Sistema Isolado

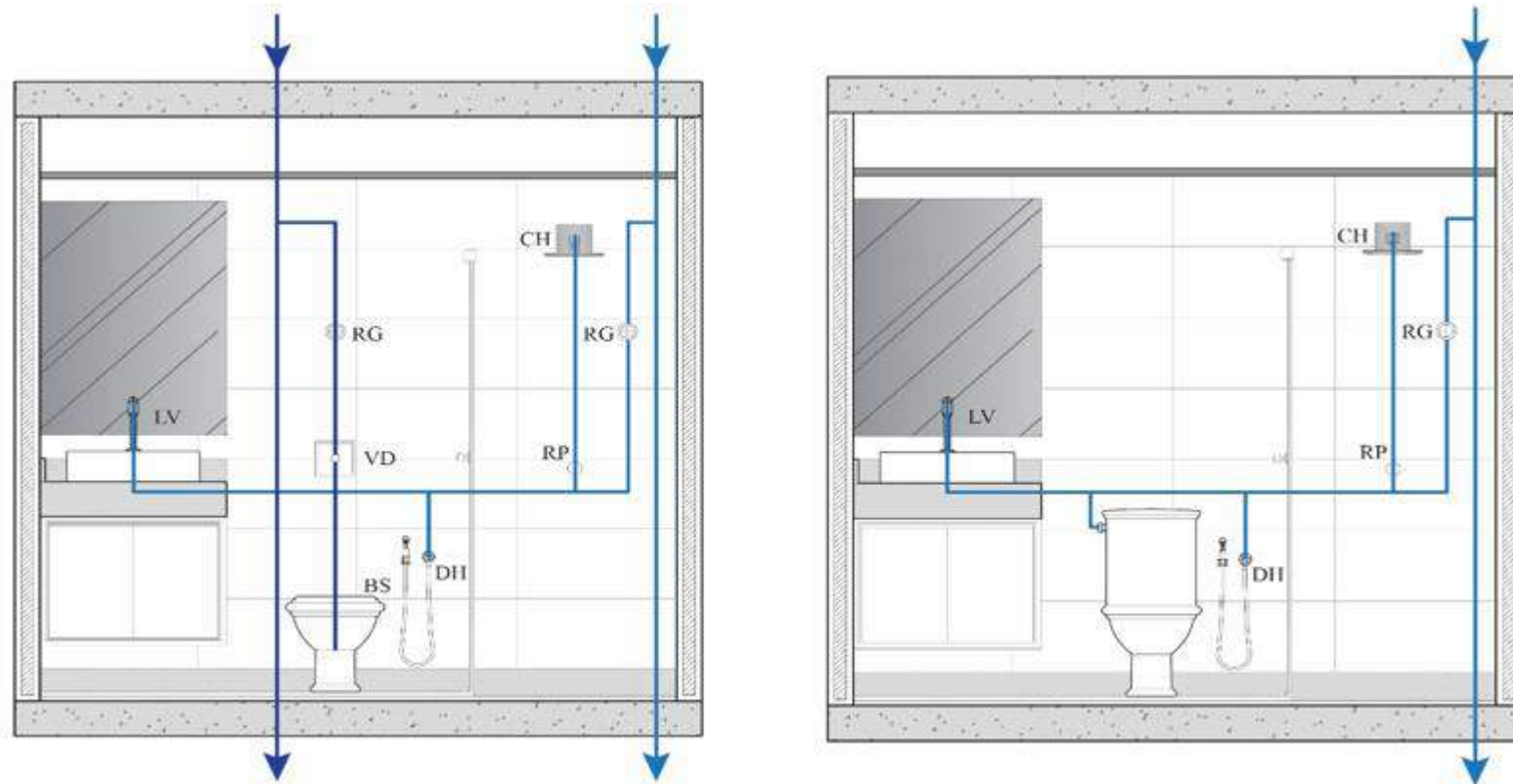


RAC: Sistema Integrado



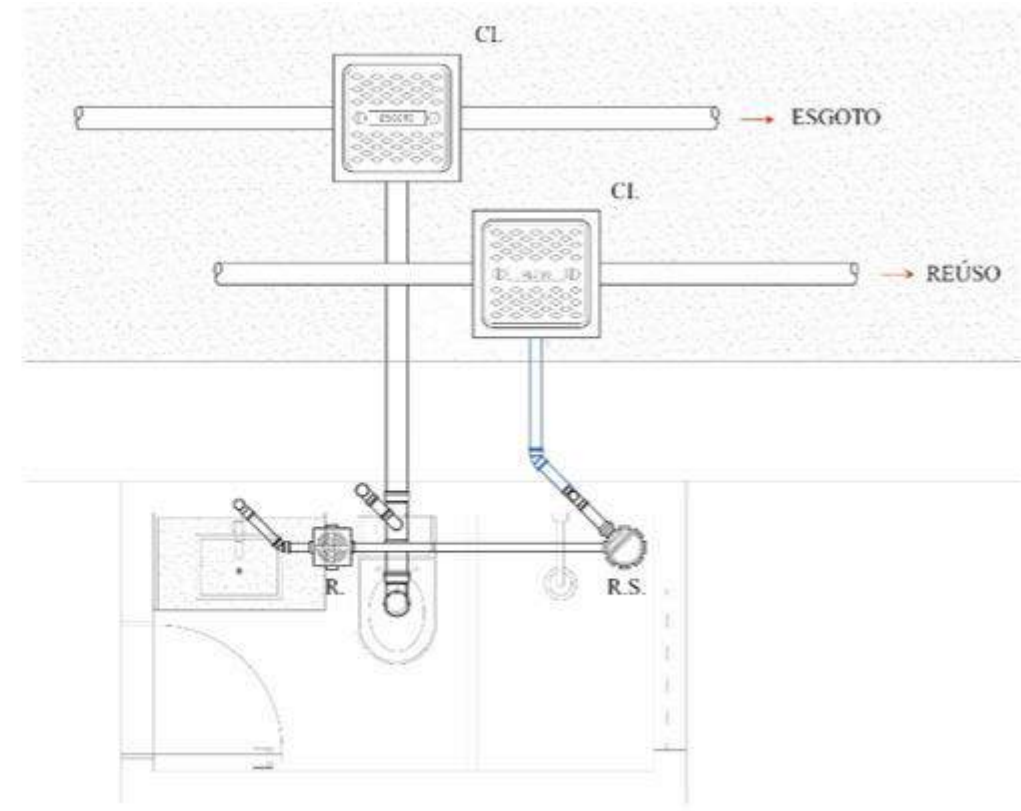
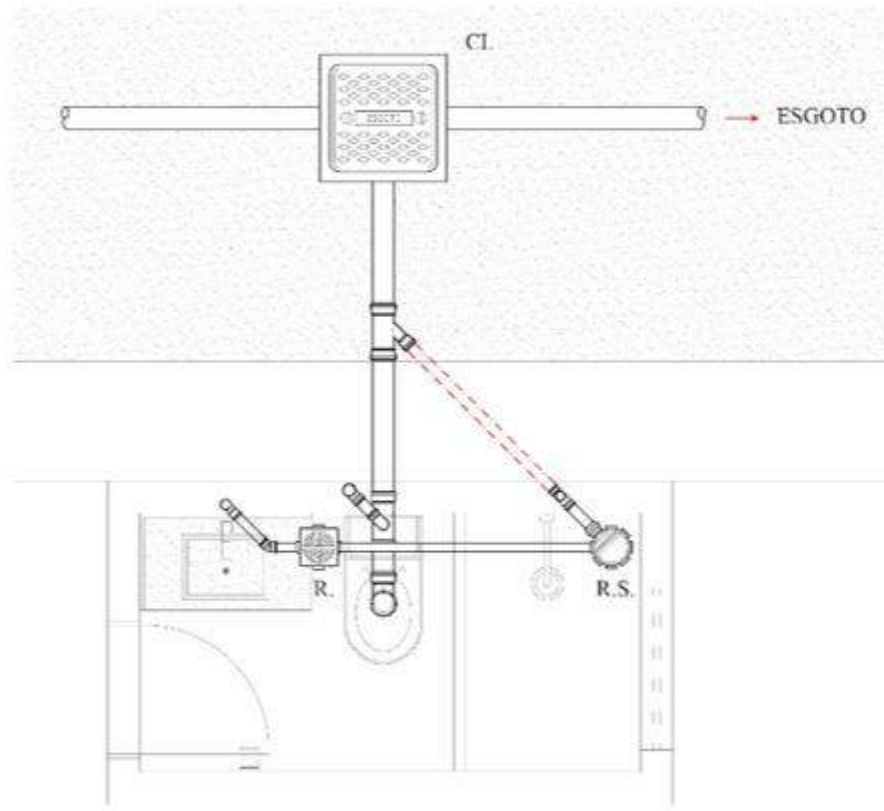
Adaptação Predial

Rede de distribuição de água não potável



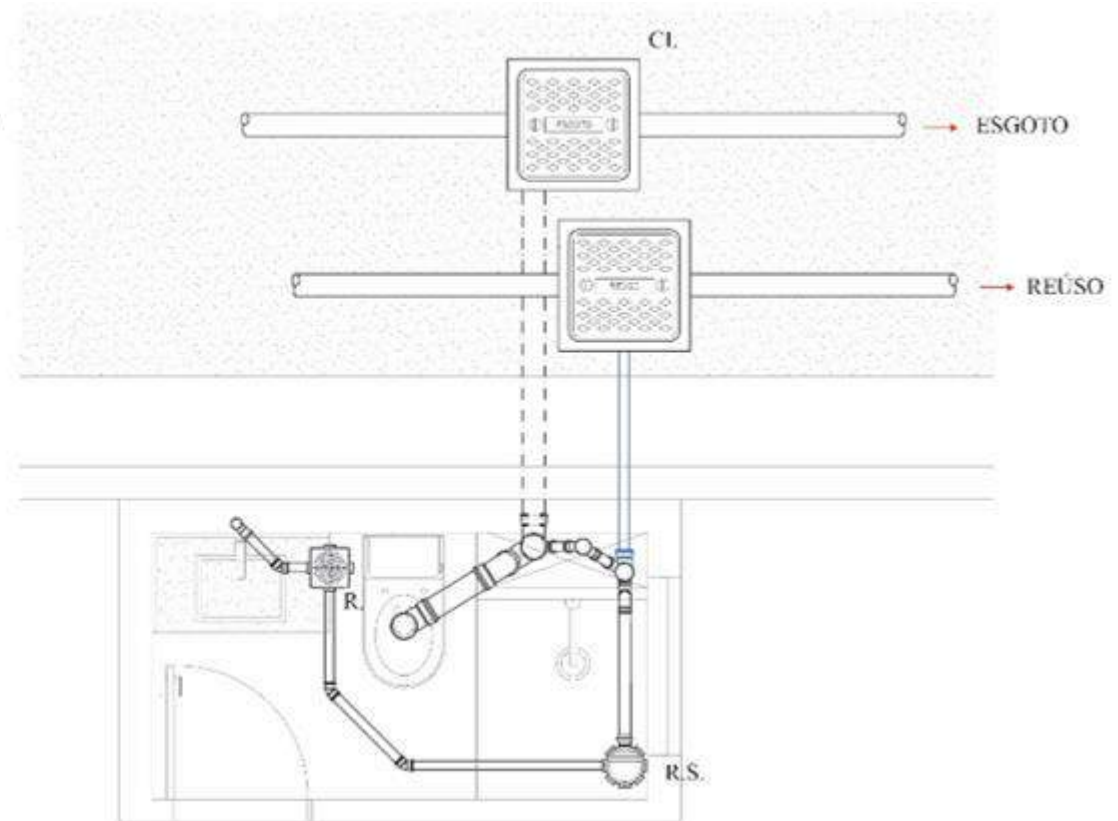
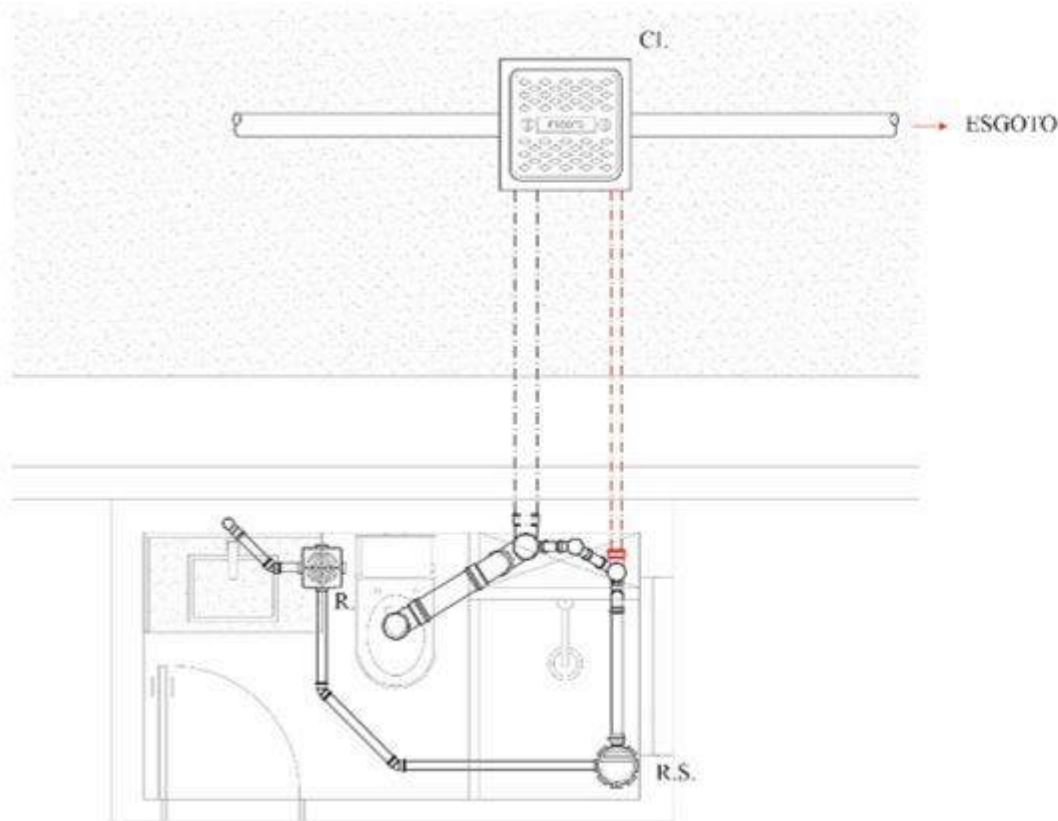
Adaptação Predial

Rede coletora de águas cinzas



Adaptação Predial

Rede coletora de águas cinzas



Análise de Viabilidade Ambiental

Baseado nos modelos representativos, foram realizadas simulações de oferta e demanda de água para identificar o potencial de redução do consumo de água para as diferentes tipologias residenciais.

Aproveitamento de Águas Pluviais

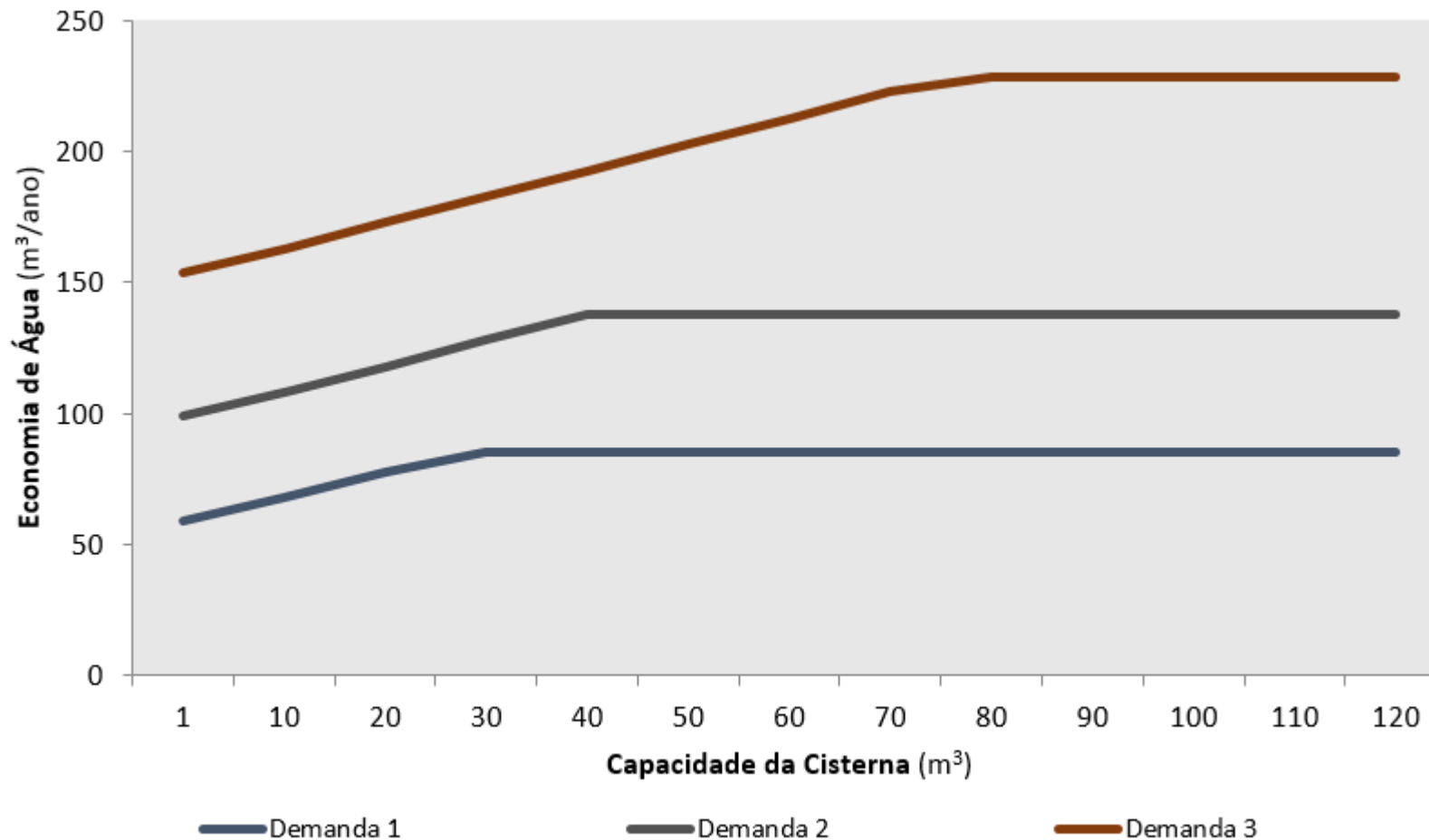
Cenários avaliados em função da demanda:

Demanda 1: Irrigação e lavagem de pisos

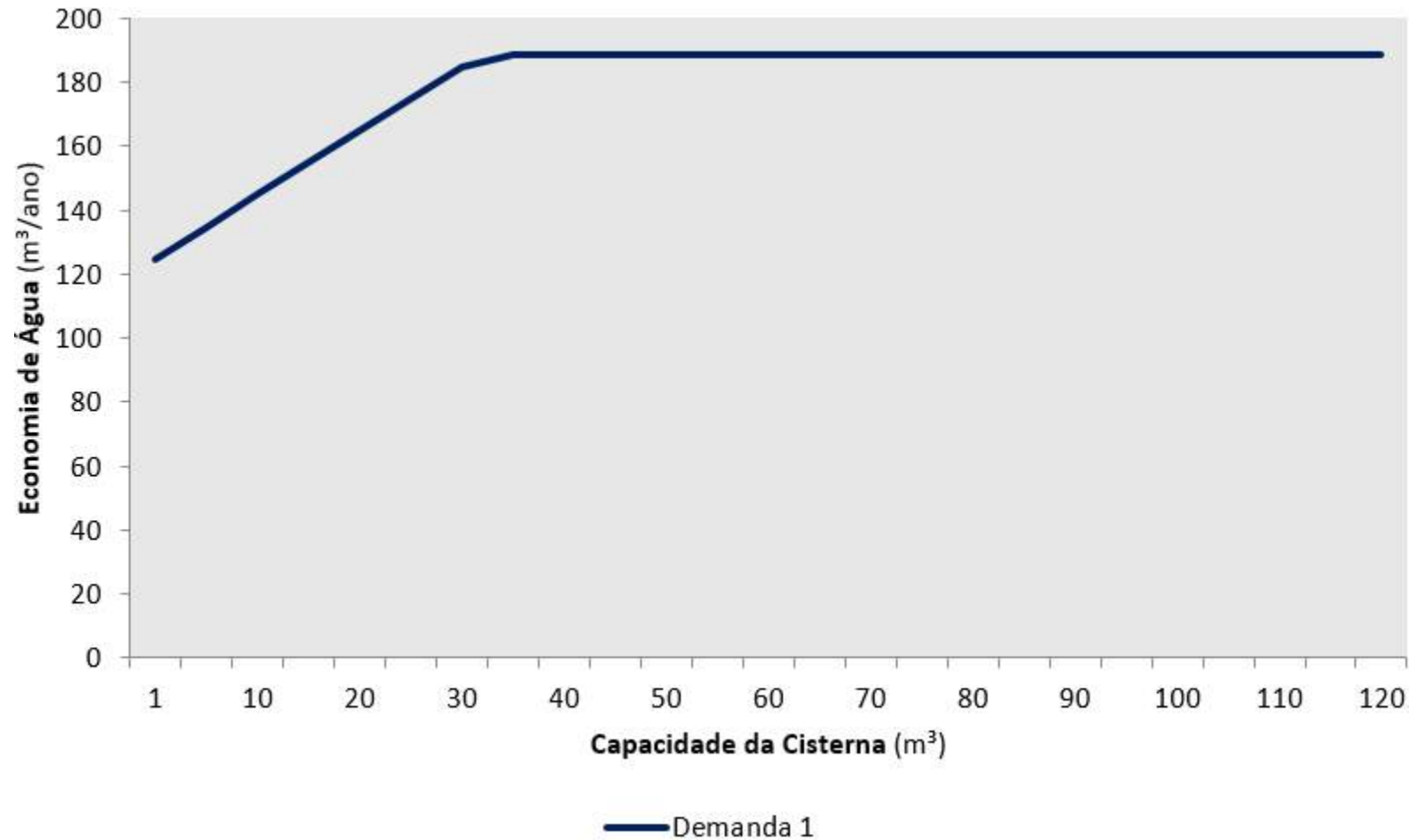
Demanda 2: Irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária

Demanda 3: Irrigação, lavagem de pisos, descarga sanitária e lavagem de roupas

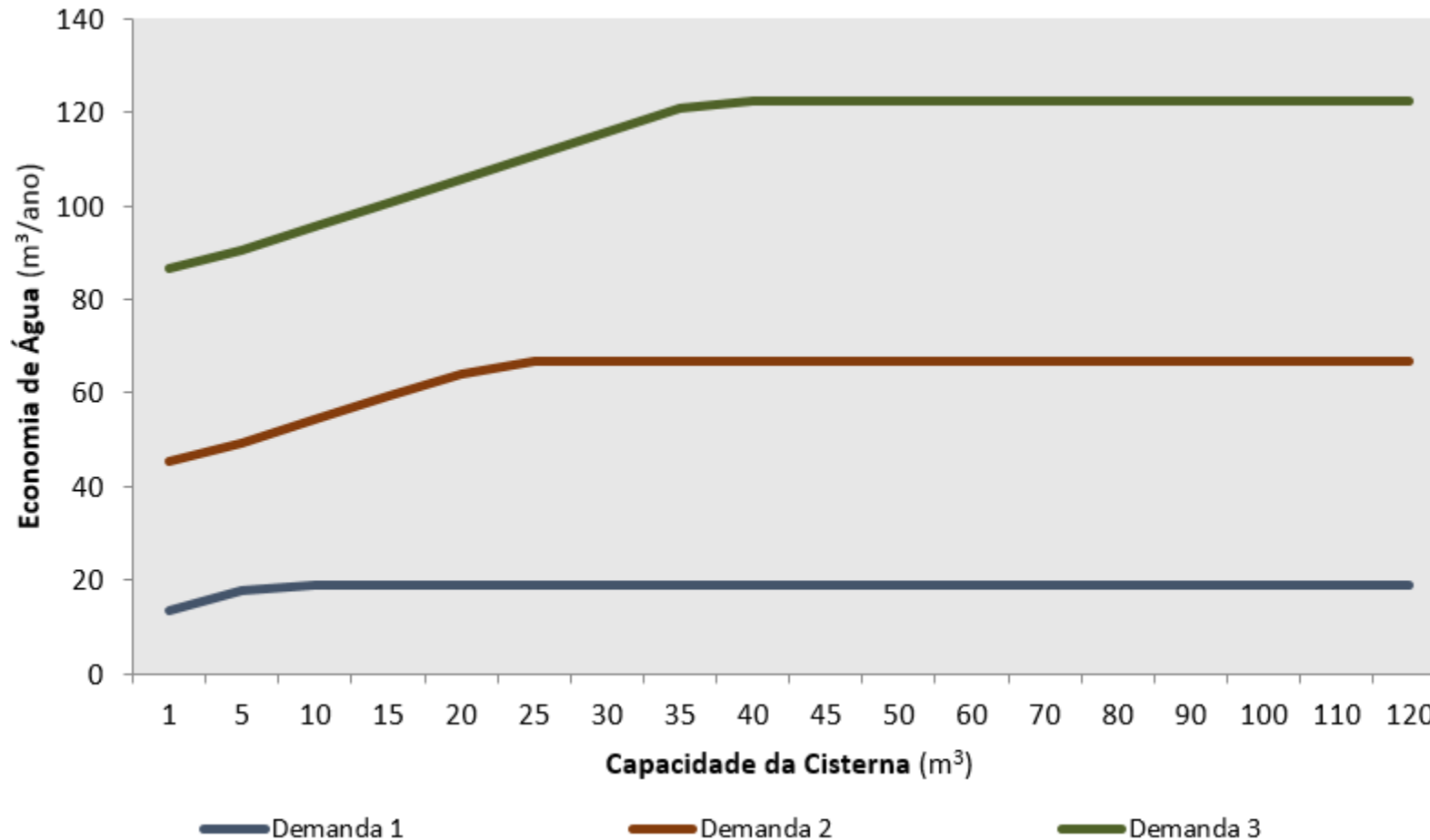
Residências de Renda Alta



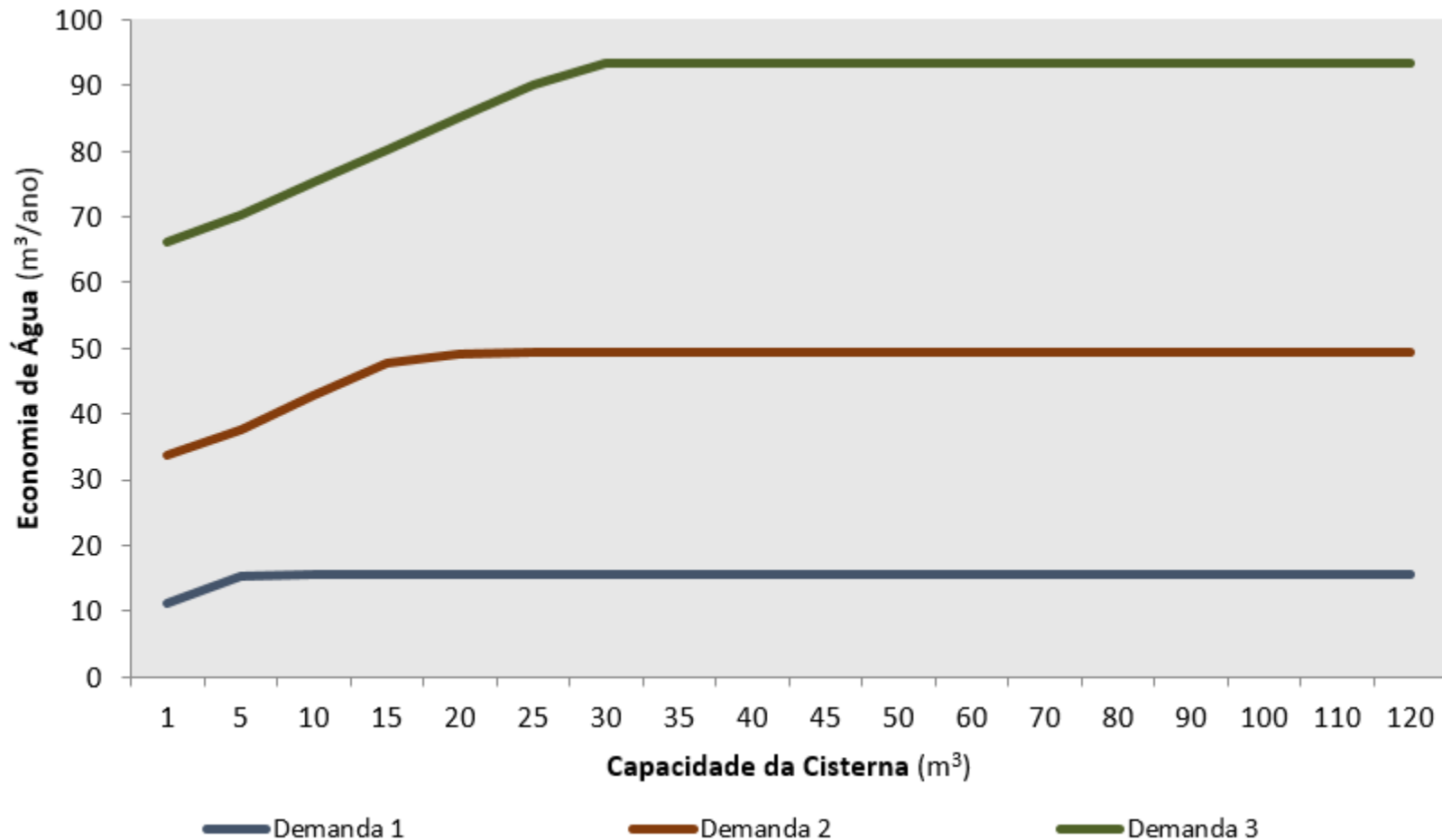
Residências de Renda Média-Alta



Residências de Renda Média-Baixa



Residências de Renda Baixa



Reúso de Águas Cinzas

Cenários avaliados em função da demanda:

Demanda 1: Irrigação e lavagem de pisos

Demanda 2: Irrigação, lavagem de pisos e descarga sanitária

Demanda 3: Irrigação, lavagem de pisos, descarga sanitária e lavagem de roupas

Sistema de Reúso de Águas Cinzas	Economia (m³/residência/ano)	Redução (%)
Residências Renda Alta		
<i>Prática do Tonel e Balde</i>	50	9.5
<i>Sistema de Desvio de Águas Cinzas</i>	84	15.8
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 1</i>	84	15.8
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 2</i>	148	27.8
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 3</i>	164	30.8
Residências Renda Média-Alta		
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 1</i>	3	1.1
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 2</i>	39	15.8
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 3</i>	65	26.7
Residências Renda Média-Baixa		
<i>Prática do Tonel e Balde</i>	19	6.9
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 1</i>	19	6.9
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 2</i>	68	24.1
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 3</i>	149	52.9
Residências Renda Baixa		
<i>Prática do Tonel e Balde</i>	16	6.8
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 1</i>	16	6.8
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 2</i>	50	21.7
<i>Sistema de Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 3</i>	126	54.2

Análise de Viabilidade Econômica

Baseado no potencial de redução do consumo de água de cada sistema e cenário, foi realizado uma análise custo-benefício utilizando três métodos: (i) período de retorno simples; (ii) análise do ciclo de vida útil; e (iii) custo incremental médio.

Aproveitamento de Águas Pluviais

Residências de Renda Alta

	Tipo de Sistema	Economia (m³/residência/ano)	Benefícios Financeiros (R\$/residência/ano)	Custo Capital (R\$/residência)	Custo Operacional (R\$/residência/ano)	Payback Simples (ano)	Vida Útil (ano)	VPL (R\$)	CIM (R\$/m³)
Demanda 1	Cisterna de 1m³	59	937,28	3.186,72	24,47	2,0	30	12.779,71	7,25
	Cisterna de 5m³	63	1.001,10	9.527,55	24,47	5,7	30	7.689,85	4,09
	Cisterna de 10m³	68	1.080,88	10.504,18	24,47	5,8	30	8.276,93	4,07
	Cisterna de 15m³	73	1.160,66	15.102,61	24,47	7,7	30	5.242,21	2,40
Demanda 2	Cisterna de 5m³	103	1.207,04	14.695,63	38,91	7,3	30	5.828,78	1,89
	Cisterna de 10m³	108	1.286,82	15.672,25	38,91	7,3	30	6.744,86	2,08
	Cisterna de 15m³	113	1.366,60	20.270,68	38,91	8,8	30	3.710,13	1,09
	Cisterna de 20m³	118	1.446,38	25.586,58	38,91	10,5	30	-42,05	-0,01
	Cisterna de 25m³	123	1.526,16	28.469,87	38,91	11,1	30	-1.361,63	-0,37
	Cisterna de 30m³	128	1.573,91	31.353,16	38,91	11,8	30	-3.309,06	-0,86
	Cisterna de 35m³	133	1.573,91	36.669,05	38,91	13,8	30	-8.624,95	-2,16
	Cisterna de 40m³	138	1.573,91	39.552,35	38,91	14,9	30	-11.508,25	-2,78
Demanda 3	Cisterna de 10m³	163	2.597,19	17.503,37	66,86	4,0	30	29.720,56	6,09
	Cisterna de 20m³	173	2.756,74	27.417,69	66,86	5,9	30	22.933,66	4,42
	Cisterna de 30m³	183	2.916,30	33.184,28	66,86	6,7	30	20.294,49	3,70
	Cisterna de 40m³	193	3.075,86	41.383,47	66,86	8,0	30	15.222,72	2,63
	Cisterna de 50m³	203	3.235,42	57.098,20	66,86	10,4	30	2.635,40	0,43
	Cisterna de 60m³	213	3.394,98	66.277,80	66,86	11,5	30	-3.416,79	-0,54
	Cisterna de 70m³	223	3.554,54	75.457,41	66,86	12,5	30	-9.468,98	-1,42
	Cisterna de 80m³	229	3.646,52	84.637,02	66,86	13,7	30	-16.845,72	-2,46

Aproveitamento de Águas Pluviais

Residências de Renda Média-Alta

Tipo de Sistema		Economia (m³/residência/ano)	Benefícios Financeiros (R\$/residência/ano)	Custo Capital (R\$/residência)	Custo Operacional (R\$/residência/ano)	Payback Simples (ano)	Vida Útil (ano)	VPL (R\$)	CIM (R\$/m³)
Demanda 1	Cisterna de 1m³	1.7	15,16	69,42	0,61	2,8	30	171,47	3,30
	Cisterna de 5m³	1.9	16,38	142,97	0,61	5,3	30	121,76	2,17
	Cisterna de 10m³	2.0	17,60	156,53	0,61	5,3	30	132,02	2,19
	Cisterna de 15m³	2.1	18,81	220,40	0,61	7,0	30	91,98	1,43
	Cisterna de 20m³	2.3	20,03	294,23	0,61	8,8	30	41,98	0,61
	Cisterna de 25m³	2.4	21,24	334,28	0,61	9,4	30	25,76	0,35

Aproveitamento de Águas Pluviais

Residências de Renda Média-Baixa

Tipo de Sistema		Economia (m³/residência/ano)	Benefícios Financeiros (R\$/residência/ano)	Custo Capital (R\$/residência)	Custo Operacional (R\$/residência/ano)	Payback Simples (ano)	Vida Útil (ano)	VPL (R\$)	CIM (R\$/m³)
Demanda 1	Cisterna de 1m³	13.6	116,40	2.871,91	8,08	15,4	30	-2.344,61	-5,73
	Cisterna de 5m³	17.6	150,53	9.060,12	8,08	36,9	30	-7.864,00	-14,86
	Cisterna de 10m³	19.0	162,29	10.036,75	8,08	37,7	30	-8.610,07	-15,09
	Cisterna de 15m³	19.0	162,29	14.635,18	8,08	55,0	30	-13.208,50	-23,14
Demanda 2	Cisterna de 5m³	49.2	524,86	12.645,23	18,26	14,5	30	-4.758,11	-3,22
	Cisterna de 10m³	54.2	567,51	13.621,85	18,26	14,4	30	-4.898,72	-3,01
	Cisterna de 15m³	59.2	610,16	18.220,28	18,26	17,8	30	-8.661,13	-4,87
	Cisterna de 20m³	64.2	652,82	23.536,18	18,26	21,5	30	-13.141,00	-6,82
Demanda 3	Cisterna de 5m³	90.7	773,75	12.969,42	34,34	10,2	30	-519,02	-0,19
	Cisterna de 10m³	95.7	816,41	13.946,04	34,34	10,3	30	-659,63	-0,23
	Cisterna de 15m³	100.7	859,06	18.544,48	34,34	13,0	30	-4.422,04	-1,46
	Cisterna de 20m³	105.7	901,71	23.860,37	34,34	15,9	30	-8.901,91	-2,81
	Cisterna de 25m³	110.7	944,37	26.743,66	34,34	17,0	30	-10.949,18	-3,30
	Cisterna de 30m³	115.7	987,02	29.626,95	34,34	18,0	30	-12.996,45	-3,74
	Cisterna de 35m³	120.7	1.029,67	34.942,84	34,34	20,3	30	-17.476,32	-4,83
	Cisterna de 40m³	122.4	1.043,88	37.826,14	34,34	21,7	30	-20.081,07	-5,47
	Cisterna de 45m³	122.4	1.043,88	40.709,43	34,34	23,4	30	-22.964,36	-6,26

Aproveitamento de Águas Pluviais

Residências de Renda Baixa

Tipo de Sistema		Economia (m³/residência/ano)	Benefícios Financeiros (R\$/residência/ano)	Custo Capital (R\$/residência)	Custo Operacional (R\$/residência/ano)	Payback Simples (ano)	Vida Útil (ano)	VPL (R\$)	CIM (R\$/m³)
Demanda 1	Cisterna de 1m³	11.3	83,74	2.759,15	8,25	21,2	30	-3.373,54	-9,97
	Cisterna de 5m³	15.3	113,42	8.947,36	8,25	49,3	30	-8.979,89	-19,59
	Cisterna de 10m³	15.5	114,88	9.923,98	8,25	53,9	30	-9.927,88	-21,38
Demanda 2	Cisterna de 5m³	37.7	367,57	12.605,11	15,46	20,7	30	-7.746,20	-6,85
	Cisterna de 10m³	42.7	404,67	13.581,74	15,46	20,2	30	-7.995,51	-6,24
	Cisterna de 15m³	47.7	440,43	18.180,17	15,46	24,8	30	-11.893,00	-8,31
	Cisterna de 20m³	49.0	440,43	23.496,06	15,46	32,0	30	-17.208,89	-11,70
Demanda 3	Cisterna de 5m³	70.8	520,85	13.805,13	23,16	16,1	30	-6.092,54	-2,89
	Cisterna de 10m³	75.8	557,96	14.781,76	23,16	16,0	30	-6.341,85	-2,81
	Cisterna de 15m³	80.8	595,07	19.380,19	23,16	19,6	30	-10.212,96	-4,25
	Cisterna de 20m³	85.8	632,18	24.696,08	23,16	23,5	30	-14.801,54	-5,79
	Cisterna de 25m³	90.8	669,28	27.579,37	23,16	24,7	30	-16.957,52	-6,27
	Cisterna de 30m³	95.8	691,88	30.462,67	23,16	26,4	30	-19.397,94	-6,94

Reúso de Águas Cinzas

Residências de Renda Alta

Tipo de Sistema	Economia (m³/residência/ano)	Benefícios Financeiros (R\$/residência/ano)	Custo Capital (R\$/residência)	Custo Operacional (R\$/residência/ano)	Payback Simples (ano)	Vida Útil (ano)	VPL (R\$)	CIM (R\$/m³)
Prática do Tonel e Balde	50	802,27	163,40	0,00	0.2	30	15.561,38	10,32
Sistema de Desvio de Águas Cinzas	84	1340,33	9124,62	0,00	7.9	30	17.146,35	6,80
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 1	84	1340,33	9451,29	790,93	25.9	30	-67,40	-0,03
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 2	148	2.356,84	36680,13	1.571,84	80	30	-22.678,23	-5,12
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 3	164	2.613,59	36789,61	1.599,79	56	30	-18.303,11	-3,72

Reúso de Águas Cinzas

Residências de Renda Média-Alta

Tipo de Sistema	Economia (m³/residência/ano)	Benefícios Financeiros (R\$/residência/ano)	Custo Capital (R\$/residência)	Custo Operacional (R\$/residência/ano)	Payback Simples (ano)	Vida Útil (ano)	VPL (R\$)	CIM (R\$/m³)
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 1	2,7	23,24	458,42	13,66	27,7	30	-276,10	-3,47
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 2	38,5	337,40	624,39	34,34	1,2	30	5.293,77	4,58
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 3	65,2	571,04	638,95	34,34	0,7	30	9.858,69	5,04

Reúso de Águas Cinzas

Residências de Renda Média-Baixa

Tipo de Sistema	Economia (m³/residência/ano)	Benefícios Financeiros (R\$/residência/ano)	Custo Capital (R\$/residência)	Custo Operacional (R\$/residência/ano)	Payback Simples (ano)	Vida Útil (ano)	VPL (R\$)	CIM (R\$/m³)
Prática do Tonel e Balde	19,3	164,54	163,40	0,00	0,6	30	3.130,43	5,41
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 1	19,3	164,54	7287,87	704,66	*	30	---	---
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 2	67,8	578,41	35338,56	1.599,79	*	30	---	---
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 3	148,8	1.269,29	35448,04	1.599,79	*	30	---	---

* Custos operacionais superam benefícios financeiros.

Reúso de Águas Cinzas

Residências de Renda Baixa

Tipo de Sistema	Economia (m³/residência/ano)	Benefícios Financeiros (R\$/residência/ano)	Custo Capital (R\$/residência)	Custo Operacional (R\$/residência/ano)	Payback Simples (ano)	Vida Útil (ano)	VPL (R\$)	CIM (R\$/m³)
Prática do Tonel e Balde	15,7	116,48	163,40	0,00	0,8	30	2.188,34	4,65
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 1	15,7	116,48	6.495,69	1.360,88	*	30	---	---
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 2	50,2	372,36	34.067,47	1.540,64	*	30	---	---
Tratamento de Águas Cinzas – Demanda 3	125,5	931,63	34.178,51	1.548,33	*	30	---	---

* Custos operacionais superam benefícios financeiros.

Reduções na Exploração de Recursos Hídricos

Com base nos modelos representativos, o potencial de redução do consumo de água para cada estratégia analisada foi projetado para a escala urbana estimando as reduções de exploração de recursos hídricos em um cenário otimista, onde haveria o maior impacto na preservação de recursos hídricos e na redução de arrecadação da concessionária.

Reduções na Demanda Urbana de Água

Residências de Renda Alta

	LAGO SUL		PARK WAY		LAGO NORTE		JARDIM BOTÂNICO		VICENTE PIRES		TOTAL	
	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)
SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS												
Cisterna 1m ³ - Demanda 1	438	14	223	7	328	10	195	6	423	13	1.607	51
Cisterna 5m ³ - Demanda 1	470	15	239	8	352	11	209	7	453	14	1.724	55
Cisterna 10m3 - Demanda 1	506	16	257	8	379	12	225	7	488	15	1.855	59
Cisterna 15m3 - Demanda 1	546	17	277	9	409	13	243	8	526	17	2.002	63
Cisterna 5m3 - Demanda 2	773	25	393	12	579	18	344	11	745	24	2.834	90
Cisterna 10m3 - Demanda 2	809	26	411	13	606	19	360	11	780	25	2.966	94
Cisterna 15m3 - Demanda 2	845	27	429	14	633	20	376	12	814	26	3.097	98
Cisterna 10m3 - Demanda 3	1.220	39	620	20	913	29	543	17	1.175	37	4.471	142
Cisterna 20m3 - Demanda 3	1.295	41	658	21	970	31	577	18	1.248	40	4.748	150
Cisterna 30m3 - Demanda 3	1.371	43	697	22	1.026	33	610	19	1.321	42	5.026	159
Cisterna 40m3 - Demanda 3	1.443	46	733	23	1.080	34	642	20	1.390	44	5.289	168
Cisterna 50m3 - Demanda 3	1.519	48	771	24	1.137	36	676	21	1.463	46	5.566	176
SISTEMAS DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS												
Prática tonel e balde	379	12	192	6	283	9	169	5	365	12	1.388	44
Sistema de desvio de águas cinzas	630	20	320	10	471	15	280	9	607	19	2.308	73
Sistema Leito Cultivado - Demanda 1	638	20	324	10	477	15	284	9	615	19	2.338	74
Sistema Leito Cultivado Demanda 2	1.116	35	567	18	835	26	497	16	1.075	34	4.091	130

Reduções nas Despesas de Exploração

Residências de Renda Alta

	LAGO SUL (R\$/ano)	PARK WAY (R\$/ano)	LAGO NORTE (R\$/ano)	JARDIM BOTÂNICO (R\$/ano)	VICENTE PIRES (R\$/ano)	TOTAL (R\$/ano)
SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS						
<i>Cisterna 1m3 - Demanda 1</i>	R\$ 2.051.891,11	R\$ 1.042.357,90	R\$ 1.535.979,24	R\$ 913.581,46	R\$ 1.977.346,80	R\$ 7.521.156,51
<i>Cisterna 5m3 - Demanda 1</i>	R\$ 2.201.119,55	R\$ 1.118.165,75	R\$ 1.647.686,82	R\$ 980.023,75	R\$ 2.121.153,84	R\$ 8.068.149,71
<i>Cisterna 10m3 - Demanda 1</i>	R\$ 2.369.001,55	R\$ 1.203.449,58	R\$ 1.773.357,85	R\$ 1.054.771,33	R\$ 2.282.936,76	R\$ 8.683.517,06
<i>Cisterna 15m3 - Demanda 1</i>	R\$ 2.555.537,11	R\$ 1.298.209,39	R\$ 1.912.992,32	R\$ 1.137.824,19	R\$ 2.462.695,56	R\$ 9.367.258,56
<i>Cisterna 5m3 - Demanda 2</i>	R\$ 2.864.579,25	R\$ 1.455.202,38	R\$ 2.144.331,26	R\$ 1.275.421,73	R\$ 2.760.510,34	R\$ 10.500.044,96
<i>Cisterna 10m3 - Demanda 2</i>	R\$ 2.997.472,10	R\$ 1.522.711,77	R\$ 2.243.810,55	R\$ 1.334.590,78	R\$ 2.888.575,25	R\$ 10.987.160,45
<i>Cisterna 15m3 - Demanda 2</i>	R\$ 3.130.364,95	R\$ 1.590.221,16	R\$ 2.343.289,83	R\$ 1.393.759,83	R\$ 3.016.640,16	R\$ 11.474.275,94
<i>Cisterna 10m3 - Demanda 3</i>	R\$ 3.914.978,72	R\$ 1.988.803,89	R\$ 2.930.626,29	R\$ 1.743.100,30	R\$ 3.772.749,26	R\$ 14.350.258,46
<i>Cisterna 20m3 - Demanda 3</i>	R\$ 4.158.065,64	R\$ 2.112.291,71	R\$ 3.112.593,29	R\$ 1.851.332,01	R\$ 4.007.004,93	R\$ 15.241.287,58
<i>Cisterna 30m3 - Demanda 3</i>	R\$ 4.401.152,55	R\$ 2.235.779,53	R\$ 3.294.560,28	R\$ 1.959.563,73	R\$ 4.241.260,61	R\$ 16.132.316,70
<i>Cisterna 40m3 - Demanda 3</i>	R\$ 4.631.445,42	R\$ 2.352.768,00	R\$ 3.466.950,06	R\$ 2.062.099,04	R\$ 4.463.187,03	R\$ 16.976.449,55
<i>Cisterna 50m3 - Demanda 3</i>	R\$ 4.874.532,33	R\$ 2.476.255,82	R\$ 3.648.917,05	R\$ 2.170.330,76	R\$ 4.697.442,71	R\$ 17.867.478,67
SISTEMAS DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS						
<i>Prática tonel e balde</i>	R\$ 1.772.087,77	R\$ 900.218,19	R\$ 1.326.527,52	R\$ 789.002,17	R\$ 1.707.708,60	R\$ 6.495.544,26
<i>Sistema de desvio de águas cinzas</i>	R\$ 2.947.261,77	R\$ 1.497.204,99	R\$ 2.206.224,72	R\$ 1.312.235,19	R\$ 2.840.189,04	R\$ 10.803.115,71
<i>Sistema Leito Cultivado - Demanda 1</i>	R\$ 2.984.568,88	R\$ 1.516.156,95	R\$ 2.234.151,62	R\$ 1.328.845,77	R\$ 2.876.140,80	R\$ 10.939.864,01
<i>Sistema Leito Cultivado Demanda 2</i>	R\$ 5.222.995,54	R\$ 2.653.274,66	R\$ 3.909.765,33	R\$ 2.325.480,09	R\$ 5.033.246,40	R\$ 19.144.762,02

Reduções na Demanda Urbana de Água

Residências de Renda Média-Alta

	BRASÍLIA		ÁGUAS CLARAS		SUDOESTE OCTOGONAL		NÚCLEO BANDEIRANTE		GUARÁ		CRUZEIRO		TOTAL	
	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)	(x10 ³ .m ³ /ano)	(L/s)
SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS														
Cisterna 1m3 - Demanda 1	112	4	73	2,3	27	0,9	8	0,2	53	1,7	12	0,4	284	9
Cisterna 5m3 - Demanda 1	121	4	79	2,5	29	0,9	8	0,3	57	1,8	13	0,4	308	10
Cisterna 10m3 - Demanda 1	129	4	84	2,7	31	1,0	9	0,3	61	1,9	14	0,4	328	10
Cisterna 15m3 - Demanda 1	138	4	91	2,9	34	1,1	10	0,3	66	2,1	14	0,5	352	11
Cisterna 20m3 - Demanda 1	148	5	97	3,1	36	1,1	10	0,3	70	2,2	15	0,5	376	12
Cisterna 25m3 - Demanda 1	156	5	102	3,2	38	1,2	11	0,3	74	2,3	16	0,5	396	13
SISTEMAS DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS														
Unidade de Tratamento - Demanda 2	2.482	79	1.625	51	604	19,1	173	5,5	1.179	37,4	260	8,2	6.324	200
Unidade de Tratamento - Demanda 3	4.194	133	2.746	87	1.021	32,3	293	9,3	1.993	63,1	440	13,9	10.686	339

Reduções nas Despesas de Exploração

Residências de Renda Média-Alta

	BRASÍLIA (R\$/ano)	ÁGUAS CLARAS (R\$/ano)	SUDOESTE OCTOGONAL (R\$/ano)	NÚCLEO BANDEIRANTE (R\$/ano)	GUARÁ (R\$/ano)	CRUZEIRO (R\$/ano)	TOTAL (R\$/ano)
SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS							
Cisterna 1m3 - Demanda 1	R\$ 521.946,39	R\$ 341.725,82	R\$ 127.002,65	R\$ 36.487,38	R\$ 247.993,52	R\$ 54.741,75	R\$ 1.329.897,52
Cisterna 5m3 - Demanda 1	R\$ 566.054,54	R\$ 370.604,06	R\$ 137.735,27	R\$ 39.570,82	R\$ 268.950,72	R\$ 59.367,81	R\$ 1.442.283,23
Cisterna 10m3 - Demanda 1	R\$ 602.811,33	R\$ 394.669,26	R\$ 146.679,12	R\$ 42.140,35	R\$ 286.415,06	R\$ 63.222,87	R\$ 1.535.937,98
Cisterna 15m3 - Demanda 1	R\$ 646.919,48	R\$ 423.547,50	R\$ 157.411,74	R\$ 45.223,79	R\$ 307.372,25	R\$ 67.848,93	R\$ 1.648.323,69
Cisterna 20m3 - Demanda 1	R\$ 691.027,62	R\$ 452.425,74	R\$ 168.144,35	R\$ 48.307,23	R\$ 328.329,45	R\$ 72.474,99	R\$ 1.760.709,39
Cisterna 25m3 - Demanda 1	R\$ 727.784,41	R\$ 476.490,94	R\$ 177.088,20	R\$ 50.876,76	R\$ 345.793,79	R\$ 76.330,05	R\$ 1.854.364,15
SISTEMAS DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS							
Unidade de Tratamento - Demanda 2	R\$ 11.615.145,13	R\$ 7.604.602,86	R\$ 2.826.256,16	R\$ 811.972,59	R\$ 5.518.729,12	R\$ 1.218.196,71	R\$ 29.594.902,59
Unidade de Tratamento - Demanda 3	R\$ 19.628.124,99	R\$ 12.850.816,23	R\$ 4.776.015,16	R\$ 1.372.130,90	R\$ 9.325.953,65	R\$ 2.058.598,24	R\$ 50.011.639,18

Propostas de uma Política Tarifária

Baseando-se nos resultados da análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica, alguns mecanismos de incentivo são apresentados como sugestão por meio de princípios de políticas tarifárias voltadas ao aproveitamento de águas pluviais ou reúso de águas cinzas.

Tarifa de Contingência - Zero

Imóveis que contém um sistema predial de aproveitamento de águas pluvias ou de reúso de águas cinzas devidamente registrado junto à ADASA devem ser dispensadas de tarifa de contingência em períodos de racionamento de água.

Desconto / Tarifa-Prêmio

Criação de uma Tarifa-Prêmio ou oferecer um desconto na conta àquelas edificações que contém um sistema registrado junto à ADASA.

As economias mensais geradas pela redução das despesas de exploração (DEX) podem ser utilizadas como desconto ao proprietário (em média R\$18,91 por mês)

Ou até mesmo elevar a tarifa dos últimos blocos tarifários para que grandes consumidores subsidiem a Tarifa-Prêmio.

Cobrança sobre o Esgoto

Não existe a necessidade de cobrar uma tarifa adicional aos imóveis que aproveitam águas pluviais ou fazem o reúso de águas cinzas em usos internos como descargas sanitárias e lavagem de roupas.

AAP: As economias geradas pela redução nas despesas de tratamento e distribuição de água neutralizam os custos de coleta e tratamento de águas pluviais usadas em descarga sanitária e na lavanderia.

RAC: Águas cinzas reutilizadas em irrigação e lavagem de pisos devem ser descontadas da tarifa de esgoto.

Principais Conclusões

1. Sistemas AAP e RAC são viáveis em edificações que tem um elevado padrão de consumo.
 - *Casas de renda alta*
 - *Apartamentos de renda média-alta*
2. Para o proprietário, investimentos tem retorno financeiro de curto a longo prazo, dependente do tipo de sistema.
 - *Casas de renda alta (2 a 10 anos)*
 - *Apartamentos de renda média-alta (1 a 9 anos)*

Principais Conclusões

3. Para a concessionária, as economias geradas pela redução nas despesas de exploração são expressivas, assim como para seu arrecadamento.
 - *Casas de renda alta* (até R\$19 milhões/ano)
 - *Apartamentos de renda média-alta* (até R\$50 milhões/ano)
4. Para os recursos hídricos a redução na demanda urbana de água é significativa.
 - *Casas de renda alta* (até 5,5 milhões m³/ano - 176 L/s)
 - *Apartamentos de renda média-alta* (até 10,7 milhões m³/ano - 339 L/s)

Principais Conclusões

5. Incentivos fiscais podem ser subsidiados pelas reduções em Despesas de Exploração de recursos hídricos.

→ Tarifa de Contingência – Zero

→ Tarifa-Prêmio / Desconto

→ Cobrança de Esgoto – Zero

Obrigado

Prof. Daniel Sant'Ana

dsantana@unb.br