



Encontro Técnico **AESABESP**

31º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

**TEMA SISTEMAS DE COLETA DE ESGOTO/TRATAMENTO
DE ESGOTOS E EFLUENTES - CÓDIGO 5445**

COMBATE ÀS INFILTRAÇÕES PLUVIAIS NA REDE COLETORA DE ESGOTO - BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

Janine Smania Alano
Dalva Schnorrenberger
Nathalia Marcon Toller

Companhia Águas de Joinville - (47) 21051600



Prefeitura de
Joinville

COMPANHIA ÁGUAS DE JOINVILLE

- Missão: prestar serviços de água e esgoto com eficiência para melhorar a qualidade de vida em Joinville e Região
- Visão: estar presente em todas as casas, sendo motivo de orgulho para a população de Joinville e Região
- Valores: CLIENTES satisfeitos (razão de nossa existência); PESSOAS respeitadas e comprometidas (elas tornam tudo possível); CONDUTA ética, profissional e transparente (é isso que nos proporciona credibilidade); SUSTENTABILIDADE econômica, social e ambiental (é o que nos dá a perspectiva do amanhã).
- População: 590.466 Habitantes
- Ligações Ativas de Água: 157.082
- Economias Ativas de Água: 235.092



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

14 Estações de Tratamento de Esgoto

Extensão da Coletora: 554 km

Cobertura de Atendimento de Esgoto: 38,88%

24 mil m³ de esgoto tratados / dia

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2 Estações de Tratamento de Água

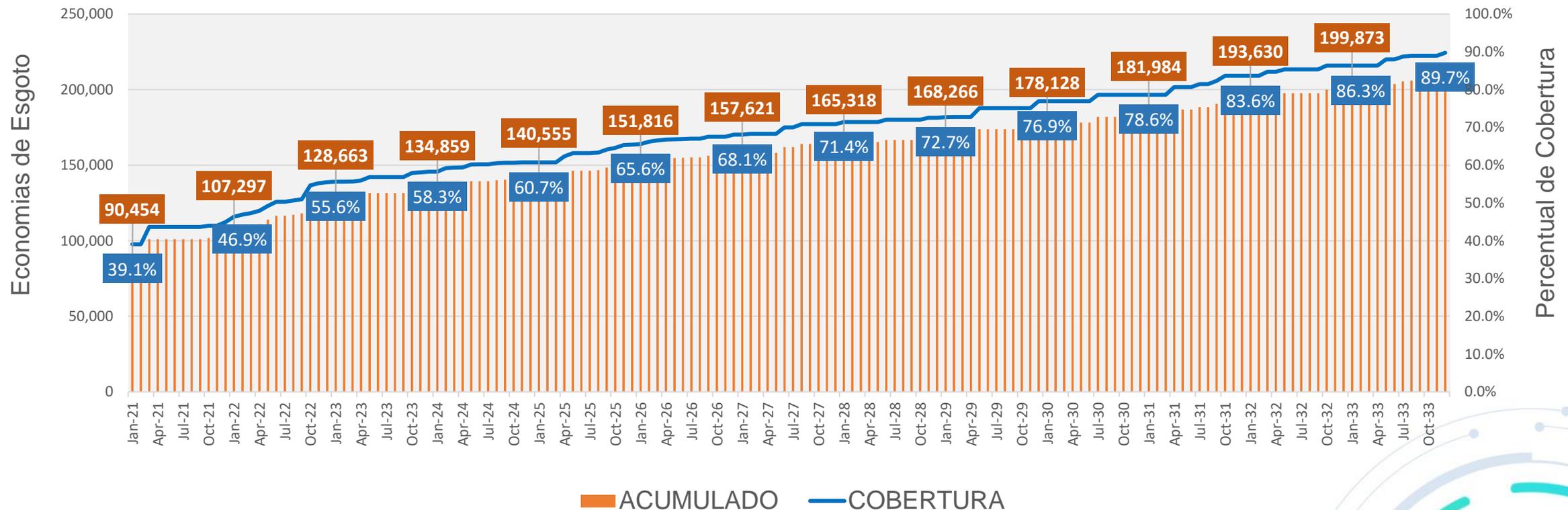
Extensão da Rede de Abastecimento: 2.258 km

13 reservatórios com capacidade total de 56 mil m³

Produção aproximada de 2.100 litros / segundo

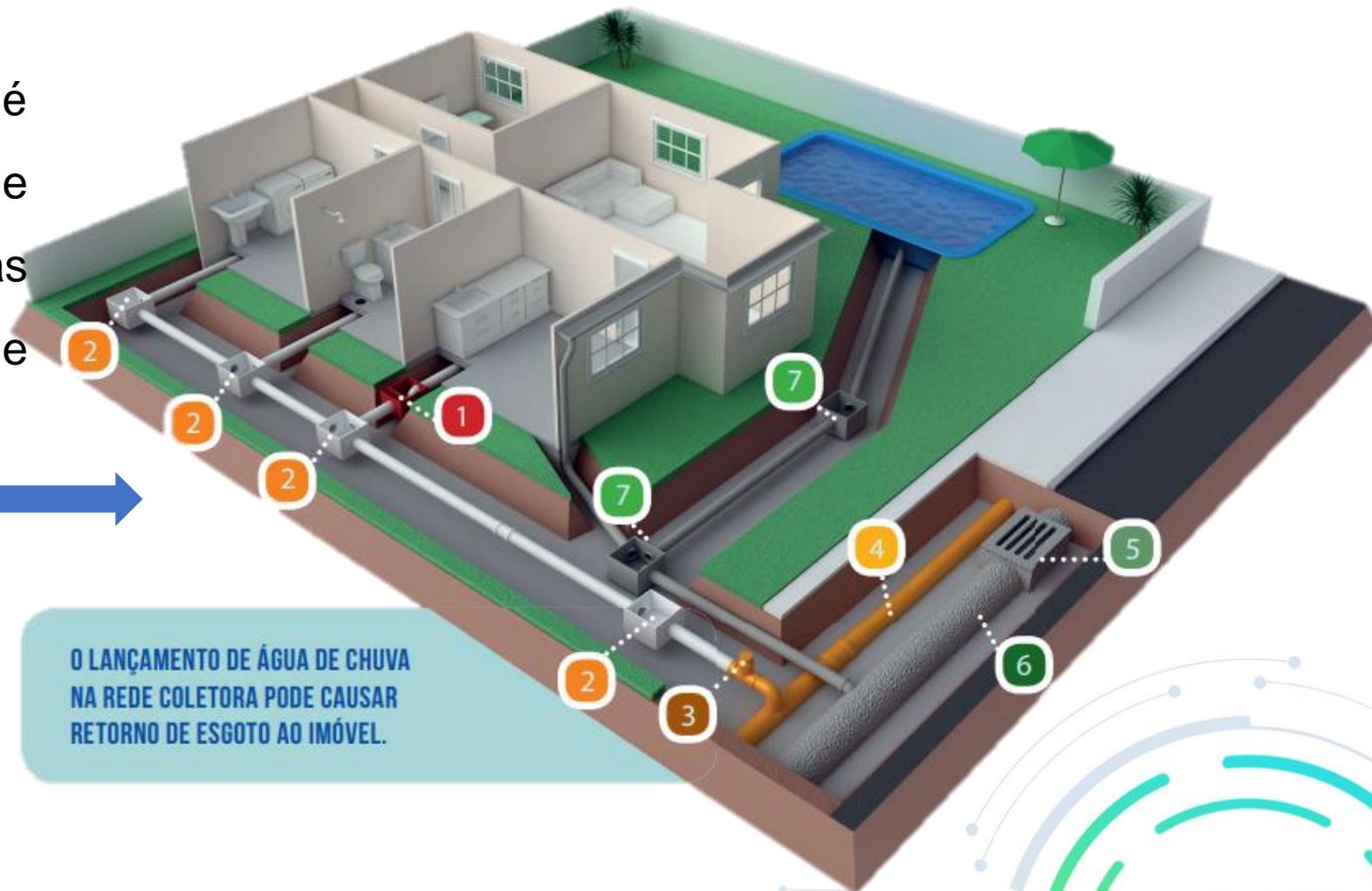
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SES

MAPA DE EXPANSÃO DA COBERTURA DE ESGOTO- JOINVILLE



SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SES

O SES no município de Joinville é do tipo separador absoluto, onde as águas pluviais são direcionadas e transportadas por uma rede de drenagem pluvial.



O LANÇAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NA REDE COLETORA PODE CAUSAR RETORNO DE ESGOTO AO IMÓVEL.

OPERAÇÃO SES

Metcalf e Eddy (2003) separam a água de chuva que entra ao sistema de esgotamento sanitário em dois grupos, a infiltração e o afluxo.

- Acontece devido a problemas nas tubulações, possibilitando a entrada da água que permeia o solo pelas juntas mal encaixadas como as juntas mal encaixadas, defeitos nas conexões, trincas nas tubulações ou defeitos em outros elementos do sistema como poços de visita.

INFILTRAÇÃO

- Afluxos constantes: que são provenientes de áreas pantanosas, nascentes e geram uma vazão constante no sistema.
- Afluxos diretos: que acontecem devido a ligações diretas de água da chuva no SES, como ligações irregulares de residências. Esta contribuição possui reflexo imediato no sistema.
- Afluxos atrasados: que ocorrem após o acontecimento do evento de chuva e são provenientes da entrada tardia por meio de poços em áreas de alagamento.

AFLUXO

OPERAÇÃO SES

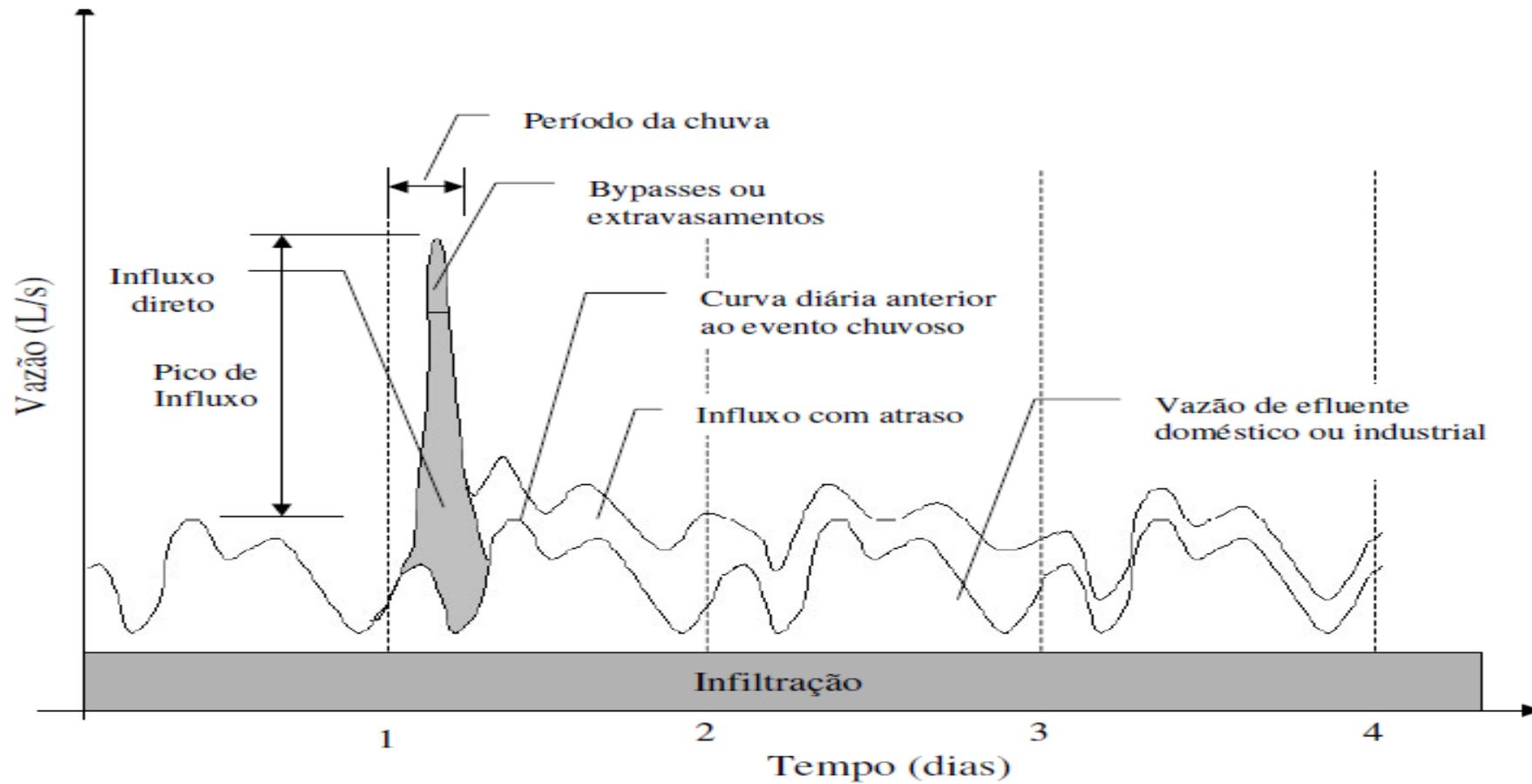


Figura 1: Gráfico de identificação da infiltração e afluxo.

Fonte: Adaptado de METCALF & EDDY (1991)

OPERAÇÃO SES

O cálculo da vazão de esgoto sanitário para um sistema de esgotamento sanitário deve considerar as seguintes contribuições: esgoto doméstico, esgoto industrial e água de infiltração (AZEVEDO NETTO, 1998).

$$Q_{es} = Q_s + Q_{ind} + Q_{inf}$$

Onde:

Q_{es} = Vazão de esgoto sanitário ($L \cdot s^{-1}$);

Q_s = Vazão sanitária ou de contribuição de esgoto doméstico ($L \cdot s^{-1}$);

Q_{ind} = Vazão industrial ($L \cdot s^{-1}$);

Q_{inf} = Vazão de infiltração ($L \cdot s^{-1}$).

$$Q_{inf} = tx_{inf} \cdot ext_{rede}$$

Onde:

Q_{inf} = Vazão de infiltração ($L \cdot s^{-1}$);

tx_{inf} = Taxa de contribuição de infiltração ($L \cdot s^{-1} \cdot m$);

ext_{rede} = Comprimento da rede coletora de esgoto (m);



DESAFIOS

A entrada de águas pluviais no Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) pode ocasionar:

- Extravasamentos de esgoto;
- Perda de eficiência em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE);
- Refluxo de esgoto nas residências;
- Aumento da despesa operacional associada à manutenção das redes coletoras.



OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Avaliar e minimizar a entrada de águas pluviais no SES sub-bacia 3.1 A-28, localizada no município de Joinville – SC.

Objetivos

- Definir ações prioritárias e viáveis de acordo com as características de cada bacia;
- Setorizar as bacias com instalação de medidores de vazão e de precipitação;
- Realizar melhorias estruturais.

Objetivos

- Obter taxas de infiltração e de afluxo;
- Obter percentuais de redução de infiltração;
- Nortear ações futuras.

METODOLOGIA



METODOLOGIA

ETAPA 1: Caracterização do SES

ETAPA 2: Definição de bacia crítica

ETAPA 3: Dados pluviométricos

ETAPA 4: Medição de vazão

ETAPA 5: Ações de combate às contribuições pluviais

ETAPA 6: Análise dos dados

ETAPA 7: Gestão da manutenção e de melhorias operacionais

ETAPA 8: Relatório final

Número de extravasamentos

Avaliação do comportamento hidráulico das EEE

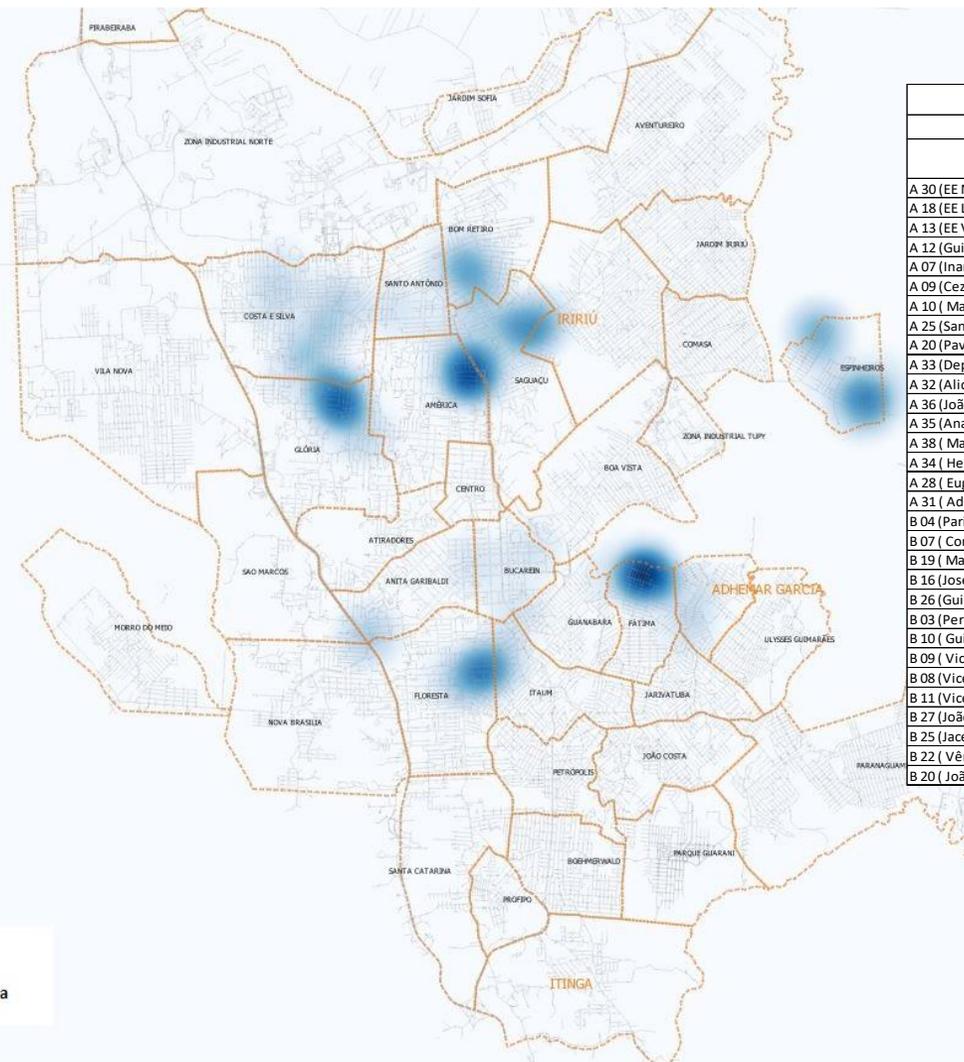
Vistoria de rede

Filmagem intratubular

Fiscalização domiciliar

Inspeção visual de CI em dia de chuva

DEFINIÇÃO DE BACIAS CRÍTICAS



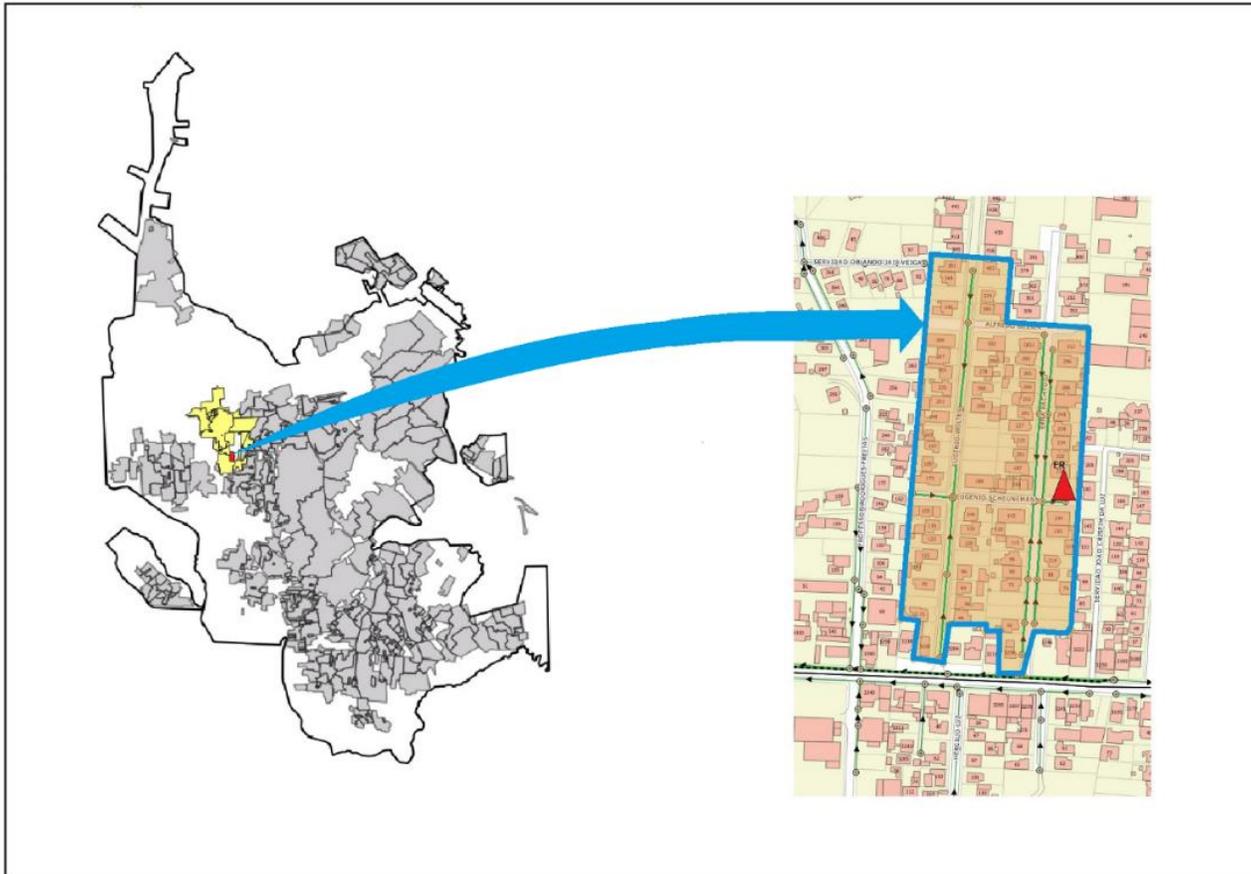
Avaliação do comportamento hidráulico das elevatórias via telemetria															
EE	Área (m2)	Período Seco 23/08							Período chuvoso 29/09			Dados CAJ			
		Qenc (l/s)	Tenc (min)	H	Qesv(l/s)	Tesv (min)	H	Q(estimada)bomba	H	Tenc (min)	Qenc (l/s)	Q bomba planilha Ricardo	N. de economias	Qest. Econ.	
A 30 (EE Nazareno)	3,14	2,44	12	0,56	3,26	9	0,56	5,70	0,58	8	3,79	55%	8,9	461	2,43
A 18 (EE Luiz Bachtold)	4,9	4,49	8	0,44	7,35	5	0,45	11,84	0,43	3	11,71	161%	14,5	1205	6,35
A 13 (EE Valter Peters)	3,14	1,57	13	0,39	5,23	4	0,4	6,80	0,49	3	8,55	444%	2 x 9,3	899	4,73
A 12 (Guilherme Finkbener)	3,14	6,50	7	0,87	7,76	12	0,89	14,27	0,52	3	9,07	39%	2 x 8,6	839	4,42
A 07 (Inambu)	3,14	4,24	9	0,73	4,77	9	0,82	9,01	Problema nas bombas			2 x 7,8	785	4,13	
A 09 (Cezar Gruntald)	1,76	1,07	19	0,69	1,32	16	0,72	2,39	0,64	13	1,44	36%	2,8	117	0,62
A 10 (Maria Rosalina Spech)	1,76	1,29	5	0,22	1,91	4	0,26	3,20	0,23	4	1,69	31%	5,3	253	1,33
A 25 (Sanhaçu)	7,06	16,47	6	0,84	50,99	3	0,65	67,46	0,74	3	29,02	76%	2 x 38,1	4169	21,96
A 20 (Pavão)	1,76	1,07	23	0,84	1,06	27	0,98	2,14	0,83	8	3,04	184%	5,1	323	1,70
A 33 (Deputada Ivete Vargas)	1,76	1,08	35	1,29	3,07	11	1,15	4,15	1,21	18	1,97	82%	3,1	232	1,22
A 32 (Alicia Bitencourt)	1,76	1,60	15	0,82	2,82	8	0,77	4,43	0,7	7	2,93	83%	3,1	210	1,11
A 36 (João Dietrich)	3,14	3,14	5	0,3	3,01	4	0,23	6,15	0,2	3	3,49	11%	2 x 11,5	434	2,29
A 35 (Ana Henning)	3,14	2,51	5	0,24	3,66	3	0,21	6,18	0,32	4	4,19	67%	2 x 9,9	325	1,71
A 38 (Marques de Olinda)	4,9	PID													
A 34 (Herman Lange)	1,76	0,61	24	0,5	3,74	4	0,51	6,18	0,54	7	2,26	270%	2	104	0,55
A 28 (Eugênio Scheunemann)	1,76	0,47	36	0,58	2,69	6	0,55	3,16	0,59	4	4,33	816%	4,1	114	0,60
A 31 (Adriano Schondermark)	3,14	PID													
B 04 (Parintintins)	0,78	0,11	48	0,41	0,65	7	0,35	0,76	0,38	8	0,62	456%	2	45	0,24
B 07 (Comandante Telles de Mendonça)	4,9	8,00	10	0,98	6,01	14	1,03	14,01	0,96	5	15,68	96%	40,4	1287	6,78
B 19 (Marquês de Olinda (Gabivel))	1,76	x													
B 16 (José Sandrup)	0,78	0,24	18	0,33	0,49	5	0,19	0,73	0,27	9	0,39	64%	2,1	59	0,31
B 26 (Guilherme PA)	4,9	PID													
B 03 (Pero Vaz Caminha)	0,78	0,14	51	0,55	0,47	16	0,58	0,61	0,58	18	0,42	64%	2	55	0,29
B 10 (Guilherme Benner)	0,78	0,06	80	0,39	0,91	4	0,28	0,97	0,35	28	0,16	156%	14,2	24	0,13
B 09 (Vice Prefeito Praça)	3,14	8,37	3	0,48	13,61	3	0,39	21,98	0,44	2	11,51	38%	14,2	911	4,80
B 08 (Vice Prefeito Jardim)	19,32	PID													
B 11 (Vice Prefeito Posto)	19,32	PID													
B 27 (João Pessoa)	19,32	PID													
B 25 (Jaceguay)	7,06	15,06	10	1,28	95,70	3	1,22	110,76	0,85	2	50,01	232%	90,3	3426	18,04
B 22 (Vênus)	7,06	8,83	12	0,9	58,83	4	1	67,66	1	2	58,83	567%	69,4	1738	9,15
B 20 (João Vogelsanger)	0,78	0,63	6	0,29	2,60	3	0,3	3,23	0,36	3	1,56	148%	8,2	179	0,94

Legenda

OS Chuva

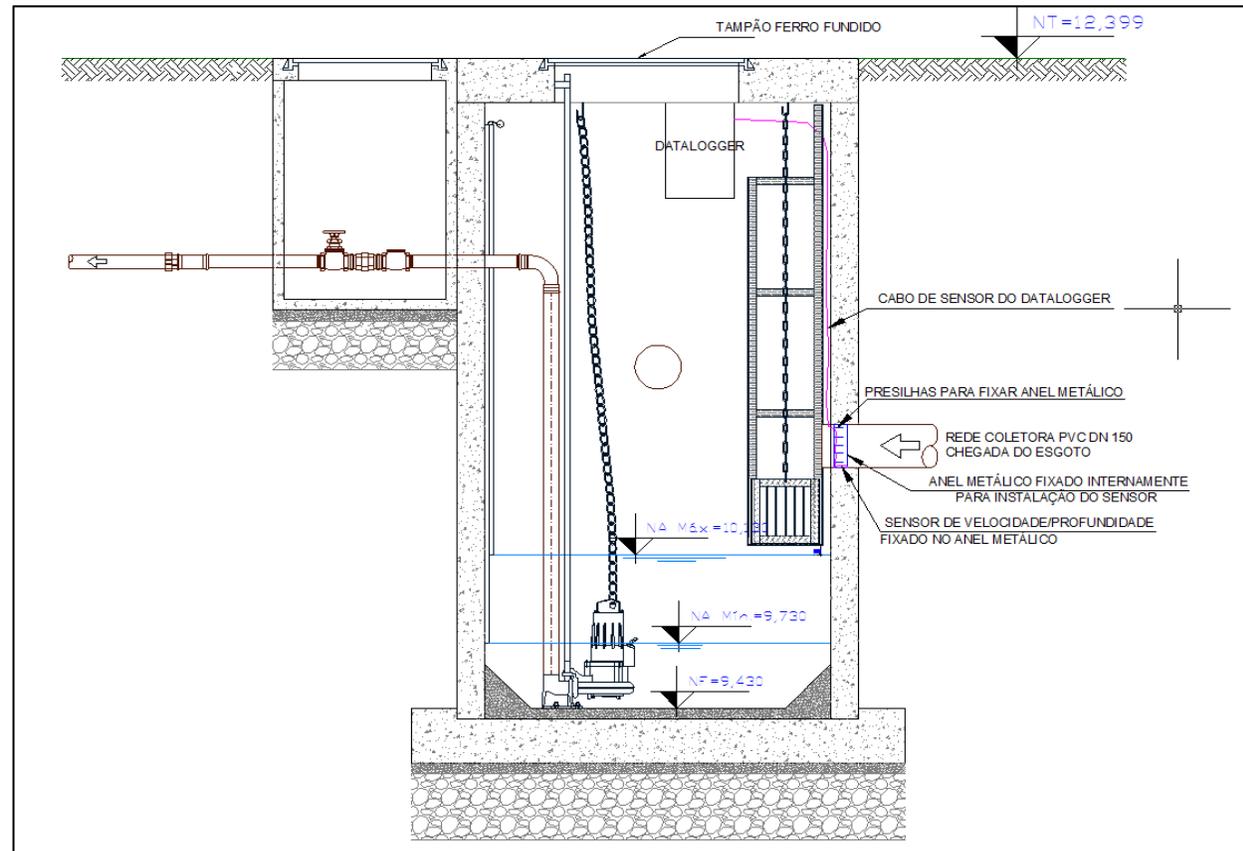
BACIA CRÍTICA

Estudo de caso da Bacia Eugênio Scheunemann (3.1 A-28)

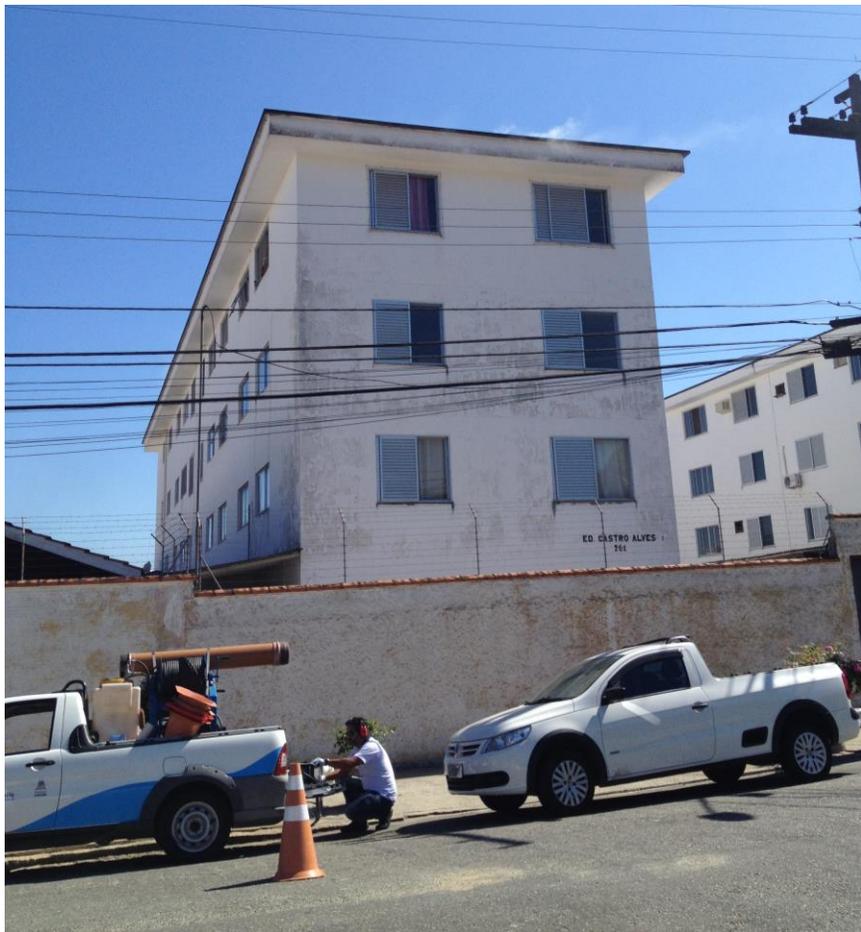


- 85 ligações
- 121 economias
- 1.063,68 m de rede
- Área de 54.837,19 m²
- Vazão média 1,02 L/s

MEDIDOR DE VAZÃO E PLUVIÔMETROS



AÇÕES DE COMBATE ÀS INFILTRAÇÕES



Vistoria da rede coletora

Vistoria visual: verificadas as conexões da rede, condições estruturais e de localização dos poços de visita, TIL de passagem e terminal de limpeza.

Vistoria com o teste de fumaça: injeção de fumaça na rede coletora por determinado tempo, a fim de identificar possíveis redes rachadas ou interferências de rede de drenagem.

AÇÕES DE COMBATE ÀS INFILTRAÇÕES

Filmagem intratubular

Nos trechos de redes coletoras com possíveis irregularidades são realizadas as vistorias internas da tubulação, através de vídeo inspeção.

A partir da vistoria intratubular são geradas as manutenções corretivas, ou melhorias.



AÇÕES DE COMBATE ÀS INFILTRAÇÕES



Fiscalização domiciliar

Verificação da existência de calhas ou drenagens pluviais ligadas na rede coletora de esgoto através de testes com água mais corante e também com auxílio de máquina de fumaça.



Para imóveis irregulares são emitidos os termos de notificação, com prazo para regularização e posteriormente, caso necessário, o termo de infração que poderá gerar uma multa.

AÇÕES DE COMBATE ÀS INFILTRAÇÕES

Inspeção visual de CI's em dias de chuva

Consiste na abertura da CI no momento de ocorrência da precipitação e observação do fluxo.



Quando é observado um fluxo constante e limpo durante um evento de chuva é possível que haja interligações de águas pluviais na rede de esgoto.

AÇÕES DE COMBATE ÀS INFILTRAÇÕES

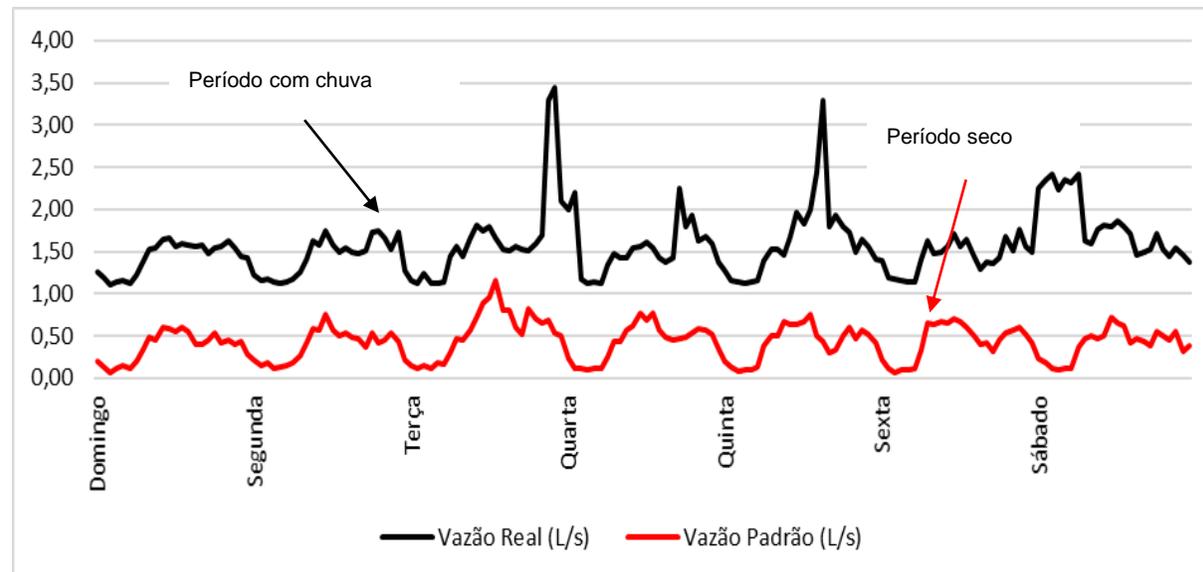
Análises dos Dados

Coletar informações

- Inicialmente deverão ser coletados os dados por 3 meses;
- Definição da curva padrão de comportamento da bacia (média para cada dia da semana em período seco);
- Lançamento da medição real e pluviometria;
- Análise de períodos de mesma intensidade de pluviometria;
- Após iniciar as ações, os dados deverão ser coletados semanalmente.

Medições e controles

- Avaliar micromedido
- Avaliar mínima noturna
- Elaborar gráficos

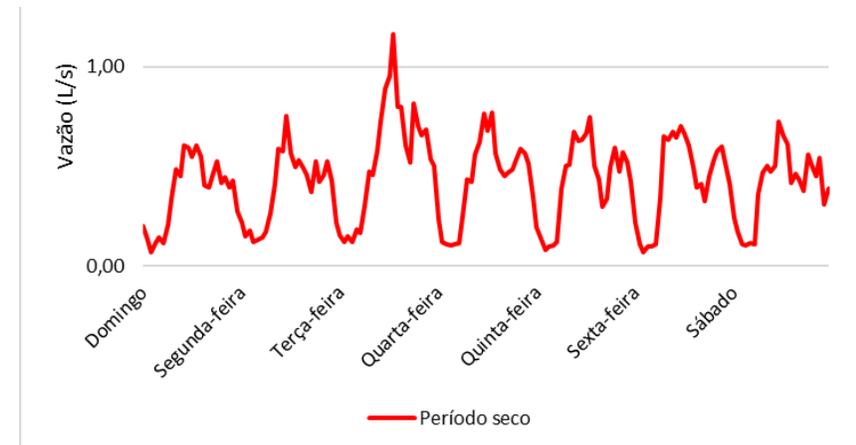


RESULTADOS OBTIDOS

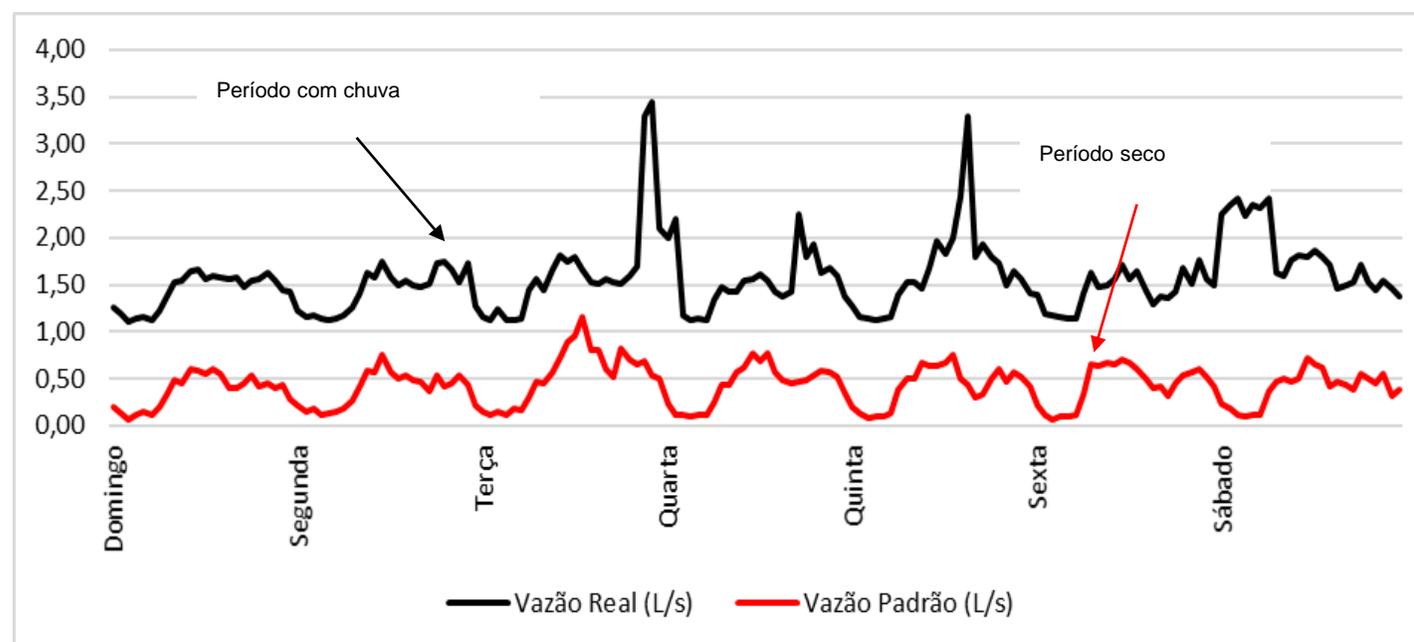
BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

Comportamento Padrão da Bacia

Com o gráfico do comportamento padrão da bacia, foi possível relacionar as medições reais de vazão em dias de chuva, e identificar as diversas situações que nos direcionaram à determinadas ações.



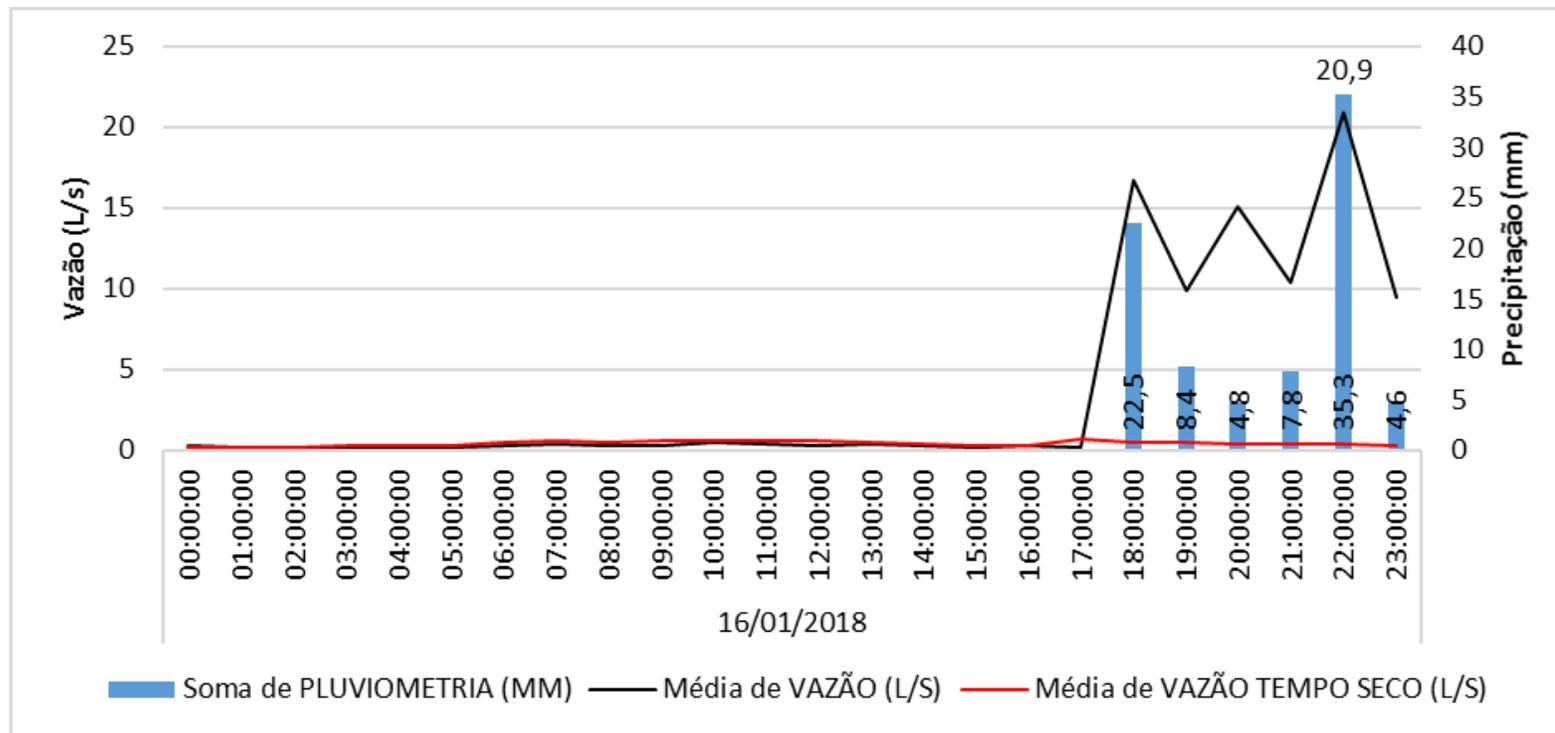
Curvas de vazão padrão para cada dia da semana.



RESULTADOS OBTIDOS

BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

Com os eventos de chuva lançados no gráfico, identificamos que o comportamento padrão da vazão (período sem precipitação) sofria influência direta da chuva, caracterizando afluxo direto.



Relação de perfil diário da vazão de esgoto em período seco x evento de chuva ocorrido no dia.

RESULTADOS OBTIDOS

BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

Ações realizadas:

- Medição de vazão na entrada da EEE;
- Acompanhamento dos dados pluviométricos;
- Vistoria técnica de toda a rede (inspeção intratubular, condições estruturais e de localização dos poços de visita, TIL de passagem e terminal de limpeza);
- Substituição dos PVs com tampa de PVC para tampa de ferro (seis substituições);
- Inspeção de CIs em dias de chuva;
- Fiscalização domiciliar de 100% dos imóveis que constituem a bacia.

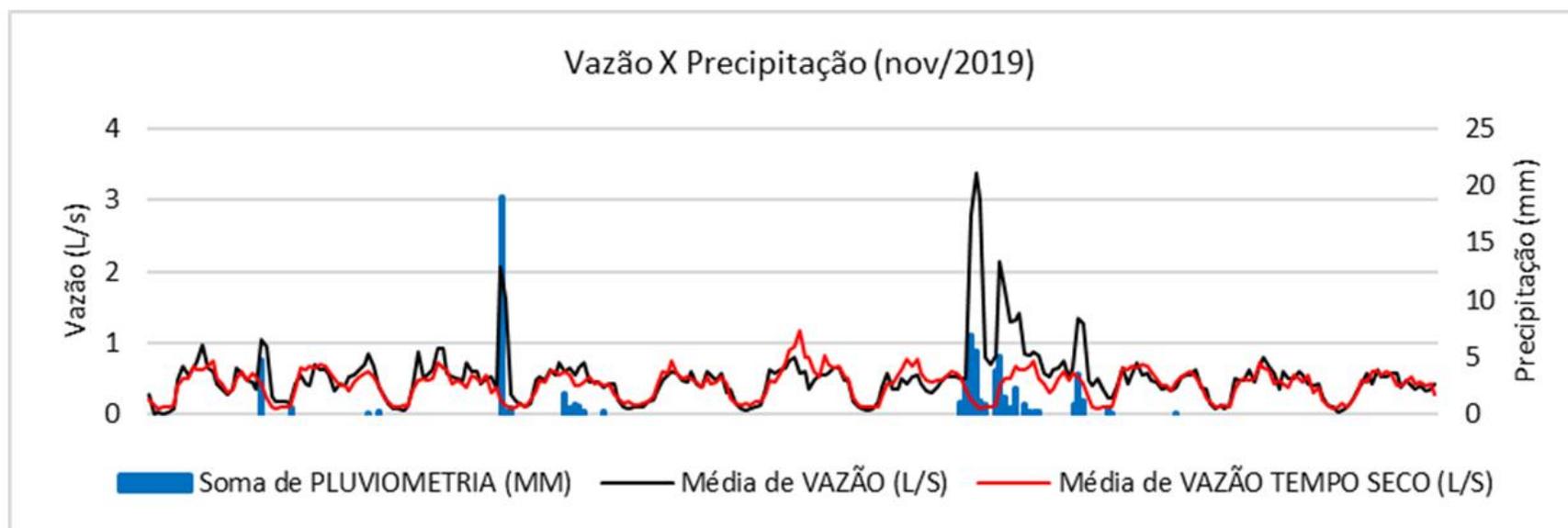


RESULTADOS OBTIDOS

BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

Das ações de fiscalização domiciliar na bacia foram detectadas, na primeira vistoria, 31 imóveis com a pluvial ligada diretamente à rede coletora.

Após a regularização completa de todos os imóveis, os dados ainda demonstravam a permanência de afluxos diretos na rede coletora de esgoto, e a ação adotada foi a vistoria de CIs em dias de chuva.



RESULTADOS OBTIDOS

BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE



Inspeção de CIs em dias de chuva:

- 20 imóveis com suspeita de ligação pluvial;
- 20 foram revistoriados;
- 14 confirmados com pluvial.

RESULTADOS OBTIDOS

BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

Taxa de Infiltração (Parcela que infiltra pelo solo através de juntas das tubulações, por defeito das tubulações, conexões ou pelo poço de visita)

- Foram selecionados os dias úmidos, ou seja, dois dias após o evento de chuva, e comparados aos dias secos para se obter a taxa de infiltração média.
- NBR 9649/1986 admite valores entre 0,05 a 1,0 L/s.km

Data	Precipitação (mm)	Q médio úmido (L.s ⁻¹)	Vol médio úmido (m ³ /dia)	Q médio seco (L.s ⁻¹)	Vol médio seco (m ³ /dia)	Vol excedente (m ³ /dia)	Taxa de infiltração (L.s ⁻¹ .km)
23/03/2018	0,00	0,49	42,69	0,41	35,18	7,52	0,08
07/04/2018	0,00	0,45	38,67	0,36	31,10	7,57	0,08
20/04/2018	0,00	0,64	55,04	0,41	35,18	19,86	0,22
11/05/2018	0,00	0,51	44,25	0,41	35,18	9,08	0,10
30/06/2018	0,00	0,40	34,30	0,40	34,27	0,03	0,00
25/03/2019	0,00	0,53	45,62	0,46	39,52	6,10	0,07
27/05/2019	0,00	0,57	48,85	0,46	39,52	9,33	0,10
09/09/2019	0,00	0,49	42,11	0,54	46,94	0,00	0,00
Média		0,51	43,94	0,43	37,11	6,83	0,08

RESULTADOS OBTIDOS

BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

Análise da redução de vazão por faixa de precipitação

Faixa (mm/h)	Data	Precipitação horária (mm)	Vazão (L.s ⁻¹)	Vazão tempo seco (L.s ⁻¹)	Vol excedente (m ³ /h)	% de redução	
>50	04/04/2018	63,32	18,38	0,42	64,66		
	12/01/2019	52,20	15,88	0,35	55,89	13,6%	
			Diferença: 2,50	Diferença: 8,77			
30 - 50	16/01/2018	35,31	20,93	0,36	74,05		
	06/03/2018	40,65	18,65	0,48	65,42		
	15/03/2019	36,94	13,48	0,14	48,04	35,6%	
			Diferença: 7,45	Diferença: 26,01			
25 - 30	24/12/2017	26,20	11,61	0,34	40,58		
	05/03/2018	26,14	13,08	0,37	45,76		
	11/02/2019	28,46	6,08	0,44	20,30	47,6%	
			Diferença: 5,53	Diferença: 20,28			
~10	19/01/2019	10,76	17,65	0,45	61,93		
	30/05/2019	9,93	7,92	0,21	27,75	55,2%	
				Diferença: 9,73	Diferença: 34,18		
	24/01/2018	10,74	11,69	0,39	40,68		
18/09/2019	10,66	3,63	0,50	11,28	69,0%		
			Diferença: 8,06	Diferença: 29,39			
~5	22/01/2018	5,02	3,23	0,44	10,05		
	20/03/2018	4,90	2,64	0,48	7,80		
	18/05/2019	5,13	0,93	0,25	2,43	71,3%	
			Diferença: 2,30	Diferença: 7,62			

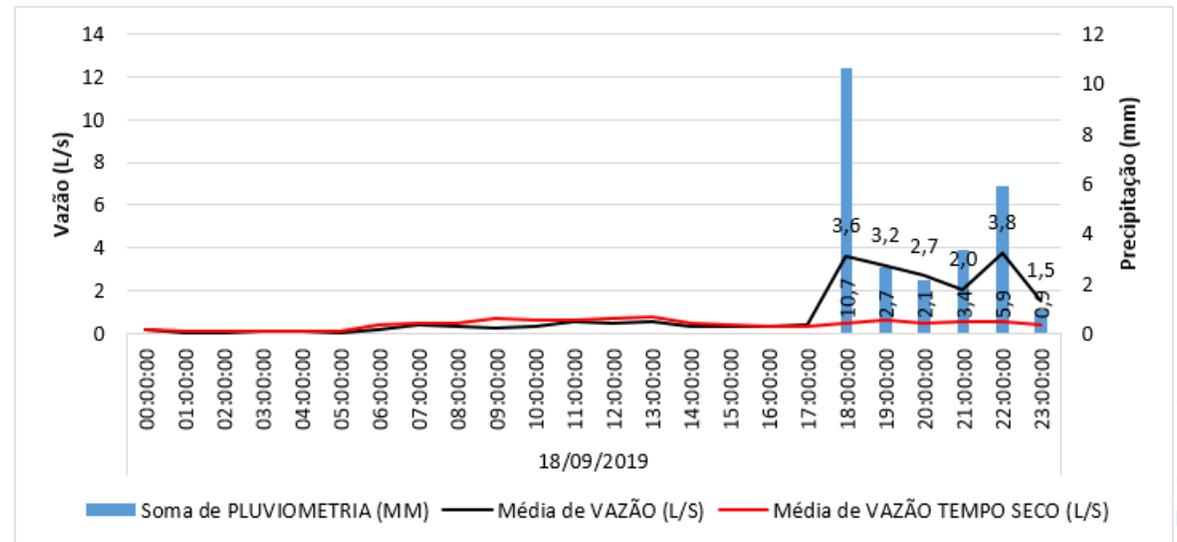
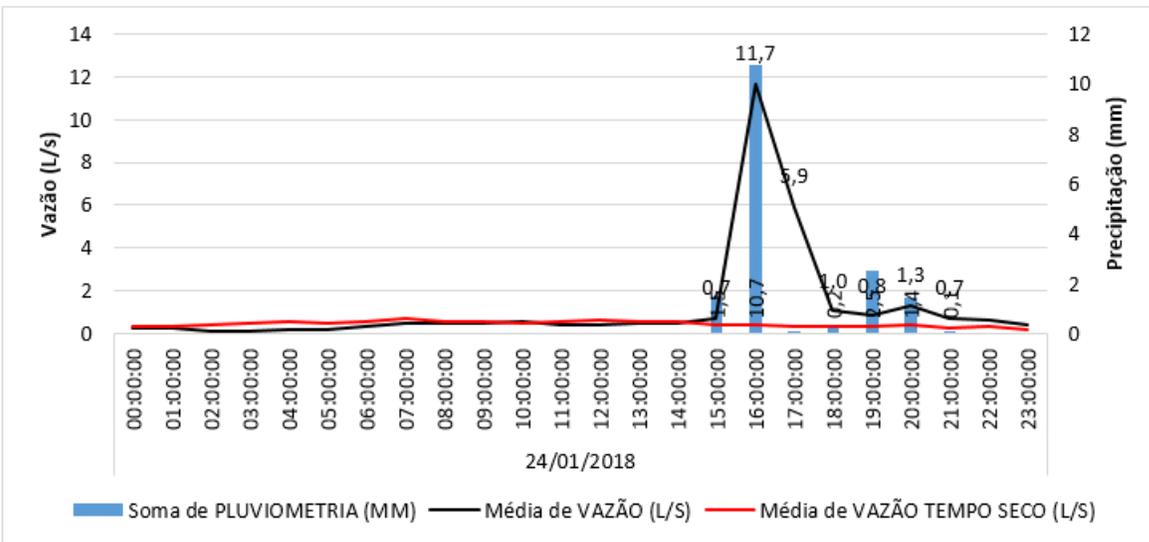


RESULTADOS OBTIDOS

BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

Exemplo da redução do incremento de vazão para uma chuva de 10 mm/h:

- Redução de 29,39 m³



RESULTADOS OBTIDOS

BACIA 3.1 A-28 - SES JOINVILLE

A redução das contribuições parasitárias pluviais no SES pode representar, mais de 70% de economia com energia elétrica no recalque dessas vazões.

Faixas de Precipitação	Média de horas das bombas ligadas	Custo com energia (R\$)	Aumento de custos
0 mm/dia	01:19:00	2,71	-
10 mm/dia	02:58:00	6,11	125%
20 mm/dia	05:49:00	11,97	342%
Chuva de 40 mm/dia	07:57:00	16,36	504%
acima 50 mm/dia	10:03:00	20,68	663%

Custo (R\$/kW.h) = 0,70
Custo médio mensal (kW) = 393
Custo médio mensal (R\$) = 281,22
Potência de cada bomba (kW) = 2,94

Despesa com recalque de águas pluviais

Mensal	R\$ 199,93
Anual	R\$ 2.399,16
10 anos	R\$ 23.991,60

CONCLUSÕES

- O estudo demonstra que a contribuição de águas pluviais em SES é muito variável e depende do volume precipitado, intensidade e duração da chuva.
- A taxa de infiltração obtida foi de $0,08 \text{ L.s}^{-1}.\text{km}$, sua definição é imprescindível, uma vez que pode apontar problemas e ser definidor de soluções.
- Neste estudo, precipitações acima de 50 mm/h apresentaram uma redução da vazão em torno de 13,6% e precipitações de 5 mm/h essa redução chegou a 71,3%.
- Para a eficácia na identificação de ligações pluviais é necessário incluir teste com água e corante em conjunto com a inserção de fumaça.
- O resultado apontou para uma oportunidade de adequação no planejamento das ações, para garantir uma maior produtividade das equipes.
- Como melhoria na avaliação e mensuração da eficácia das ações serão instalados, nas bacias em estudo, analisadores de energia que nos permitirão realizar relações diretas de redução de afluxo com o consumo de energia dispendido para o bombeamento.

Obrigada!

Janine Smania Alano

Gerente de Esgoto

Companhia Águas de Joinville

janine.alano@aguasdejoinville.com.br

www.aguasdejoinville.com.br