

Estudo de perdas em sistema de abastecimento de água

Matheus do Carmo Costa⁽¹⁾

Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Pós-graduado em Estruturas de Concreto e Fundações pelo Instituto Brasileiro de Educação Continuada (INBEC). Mestrado em andamento em Tecnologias Ambientais pela UFMS.

Fábio Veríssimo Gonçalves⁽²⁾

Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP). Mestrado em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Doutorado em Engenharia Civil pelo Instituto Superior Técnico (IST) – Portugal.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Costa e Silva, S/N - Bairro Universitário – Campo Grande – Mato Grosso do Sul - CEP: 79070-900 - Brasil - Tel: +55 (67) 3345-7158 - e-mail: matheus.carmo@ufms.br.

RESUMO

O estudo se dedica ao estudo das perdas, identificação das tubulações em falha, manutenção dos pontos encontrados e observação dos impactos das perdas nos sistemas de abastecimento da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Cidade Universitária, localizado em Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Para tanto, foram utilizadas técnicas de identificação de perdas de maneira global e local, tais como mínimo consumo noturno, comparação de consumo de água e esgoto e utilização de geofone para refino da localização. Após encontrados os pontos de vazamento, foram feitas as intervenções necessárias e analisados os efeitos nos consumos. O impacto imediato foi próximo de 600 metros cúbicos de consumo de água, além do impacto posterior no consumo de esgoto.

O estudo promoveu a redução de 58,58% no consumo total da Cidade Universitária do mês de março para abril. Observa-se ainda que houve redução de 29,29% do consumo anual quando comparado o ano de 2019 com 2020. Assim, é possível notar que a aplicação de metodologia de controle de perdas em sistemas de abastecimento promove o correto manejo dos recursos naturais, por meio da gestão hídrica adequada, além de impor ao consumidor final a redução de consumo, gerando economia pecuniária.

PALAVRAS-CHAVE: mínimo consumo noturno, consumo, perdas.

INTRODUÇÃO

O acesso à água é crucial para a vida, bem como para todas as atividades humanas. Assim, deduz-se que as engrenagens que mantêm o diário funcionamento da sociedade seriam fatalmente paralisadas em caso de interrupção do fornecimento de água ou teriam, em certa medida, seus ciclos alterados pelo fornecimento deficiente.

De acordo com AL-Washali et al., 2020, fornecer água enquanto se preservam suas fontes é uma tarefa difícil, pois uma parte significativa da água fornecida não chega aos usuários pretendidos, mas sim é perdida durante a trajetória em forma de vazamentos ou extraviasadas do sistema de distribuição. A maior parte das perdas são evitáveis, no entanto, certa parte das perdas não podem ser evitadas, mesmo em sistemas de distribuição muito bem geridos Lambert et al. (1999).

Assim, o estudo se concentra no acompanhamento do consumo de água do campus Cidade Universitária da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), localizado em Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul, por meio da aplicação do mínimo consumo noturno para identificação das macro áreas com indícios de perdas.

A vantagem do método de mínimo consumo noturno é de poder ser utilizado em qualquer dimensão de sistema de abastecimento. Como demonstrado por Farah; Shahrour (2017), o método já foi aplicado em sistema de

abastecimento de água de dimensões comerciais, tal como o Campus da University of Lille, ajudando na diminuição da porção de perdas de 43% para 7%.

Após a determinação das macro áreas, há a necessidade de identificação precisa dos pontos de vazamento. Essa tarefa foi executada por meio da utilização de geofone. Após identificação dos pontos de vazamentos, é feito o reparo das tubulações danificadas e observação do consumo de água posterior.

É pertinente ainda que se faça a comparação entre o consumo de água e esgoto. Essa comparação é possível dado que o consumo de esgoto da instituição é medido, não sendo usado pela concessionária um fator de proporcionalidade para cobrança. Assim, é esperado que, com o aumento de consumo de água, o consumo de esgoto acompanhe o comportamento.

As metodologias utilizadas foram escolhidas por serem de fácil aplicação, não necessitando de investimento financeiro para sua utilização, uma vez que os dados de consumo são conhecidos. O trabalho realizado se justifica pela percepção da administração pública em se desenvolver de maneira sustentável, princípio preconizado em diversas normas, regulamentos e leis, a exemplo do artigo 5º da lei 14.133/2021 - licitações e contratos administrativos. Adicionalmente, houve a observação de que, antes do estudo, o consumo era de cerca de 21 mil metros cúbicos de água por mês, fato que motiva o estudo, dada a magnitude do consumo e sua grande proporção no orçamento da instituição.

OBJETIVO

O presente estudo possui como objetivo geral a redução de perdas em um sistema de abastecimento de um complexo universitário de grande porte.

Como objetivos específicos temos:

- Identificar as matrículas de consumo de água
- Acompanhar o consumo de água e esgoto da área de estudo, comparando-os para análises anteriores e posteriores às intervenções de contenção de perdas
- Delimitar as macro áreas de possíveis perdas por meio do mínimo consumo noturno
- Refinar as localizações apontadas pelo mínimo consumo noturno por meio da utilização de geofone
- Encontrar pontos específicos de vazamentos e repará-los

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo se concentra no setor 1 da Cidade Universitária da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada em Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A região perfaz a área de 251181 m² e pode ser observada na figura 1.



Figura 1 - Imagem de Satélite - Setor 1, Cidade Universitária, UFMS

Para melhor identificação das tubulações, foi desenvolvido o esquema das tubulações apresentado na figura 2, onde podem ser observadas as derivações analisadas: Moreirão, FAENG e Corredor Central.

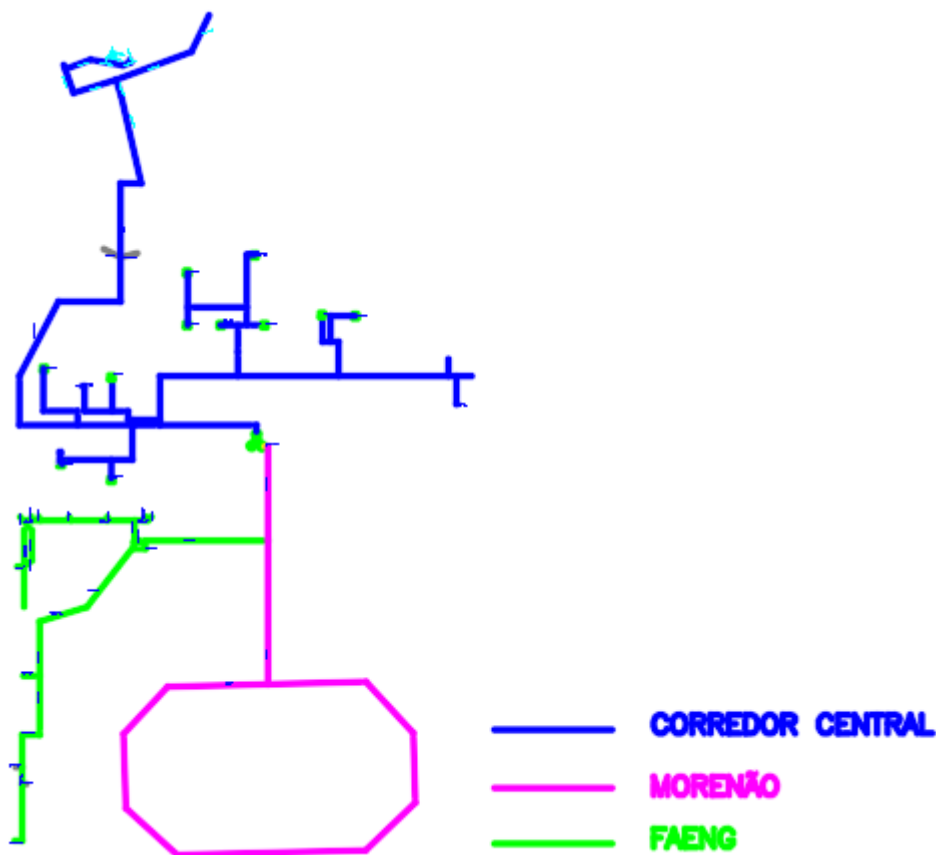


Figura 2 - Esquema das Tubulações

METODOLOGIA UTILIZADA

Há alguns métodos que podem ser utilizados para a identificação de perdas. Devemos entender que as perdas, em sistemas de abastecimento de água, possuem componentes de diferentes origens e naturezas. Há de se diferenciar os tipos de perdas para sua melhor quantificação. De acordo com AL-Washali et al., 2020, as perdas podem ser reais (PR), ocorrendo em tubulações, reservatórios e instalações do consumidor ou perdas aparentes (PA), ocorrendo devido à consumidores não registrados, erros de leitura e faturamento ou uso não autorizado.

Essa diferenciação se mostra importante, pois o somatório do volume de perdas do consumo autorizado e não faturado, como água utilizada para combate a incêndios ou limpeza do sistema de distribuição, deve ser computado separadamente do volume de perdas do consumo não autorizado e, portanto, não faturado, como vazamentos e consumidores não registrados.

Reduzir todas fontes de perdas a zero não é tecnicamente possível Lambert et al. (2014), nem economicamente viável, dado que quanto maior o nível de recursos empregados para a redução de perdas, menor será o incremento de benefícios (Ashton; Hope (2001) e Kanakoudis et al. (2012) e Pearson; Trow (2005))

AL-Washali et al., 2020 cita alguns métodos para análise dos componentes das perdas, dos quais cita-se:

- a) Top-down water balance (balanço hídrico top-down): Essa estimativa é feita primeiramente por meio da análise das perdas aparentes, então a perda é estimada. Esse método utiliza-se de ferramentas indiretas para a determinação das perdas.
- b) Water and Wastewater balance method (balanço de água e esgoto): Esse método, de maneira similar ao anterior, utiliza-se da estimativa de perda aparente. No entanto, diferencia-se na medida em que assume que a água consumida pelos usuários, eventualmente entra pelo sistema de esgoto e, conseqüentemente chega à

estação de tratamento. O fluxo de esgoto representaria o consumo real dos usuários, mesmo aqueles que consomem de maneira ilegal/irregular.

- c) **Minimum night flow analysis (Análise de mínimo consumo noturno):** Esse método analisa as perdas reais de maneira direta. Após a determinação da área que se deseja investigar, utiliza-se um datalogger ou um medidor de fluxo para a análise. É importante que seja realizada durante períodos de baixo consumo e que os reservatórios estejam cheios e os sistema esteja saturado.

ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA

Ao se fazer a análise do consumo da água até o ano de 2018, observou-se que, a cada ano, o consumo aumentou em entorno de 30% em relação ao ano anterior. Inicialmente, desconfiou-se da existência de perdas com base na comparação dos consumos de água e esgoto.

Uma vez que o consumo de esgoto na região de estudo é monitorado, a análise pode ser feita comparando estes dados, de modo que se espera que o consumo de esgoto acompanhe o consumo de água, dado que parte da água consumida retorna para a rede em forma de esgoto. A existência de picos de consumo de água pode sinalizar vazamentos. O gráfico da figura 3 relaciona os dados de consumo de água (em azul) e os de esgoto (laranja), apresentados em metros cúbicos.

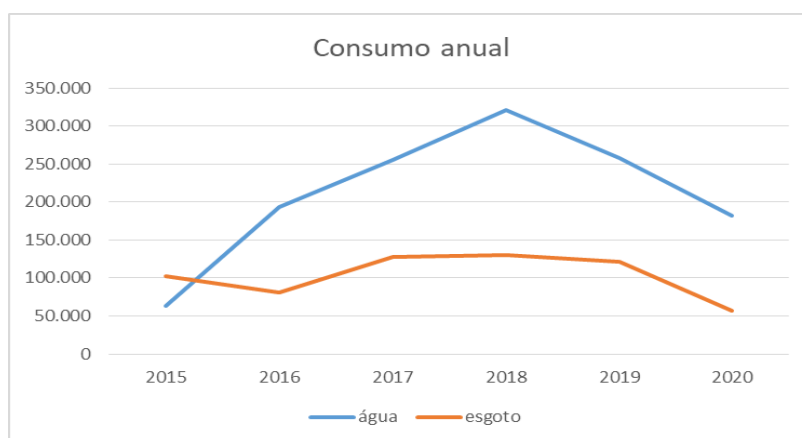


Figura 3: Comparação do consumo geral água x esgoto em m³

Diante disso, iniciaram-se as buscas por vazamento na rede de distribuição interna. Contudo, algumas problemáticas tiveram que ser contornadas. A rede hidráulica da Cidade Universitária é antiga, e as informações sobre sua distribuição na instituição são falhas. Ao longo dos anos, muitas alterações na configuração do sistema foram feitas, sem os devidos registros.

Assim, buscou-se restringir as unidades de abastecimento, com base nos dados de consumo retirados das faturas mensais. As entradas do abastecimento de água são nomeadas como matrículas, que são representadas por números indicados na fatura mensal de água. Cada matrícula alimenta um grupo de edificações, de modo que é apresentado, na tabela 1, o número do medidor de cada matrícula e uma identificação leiga.

Tabela 1: Matrículas e numeração dos hidrômetros

Matrícula	Identificação	nº do medidor
17914206	Próximo a FAMED	F15B000159
17914208	Unidade 6 /Autocine	F15B000161
17914209	Caixa central	J15S000064
17914210	Unid. XI Química	F15B000165

Tabela 2: Matrículas e numeração dos hidrômetros - continuação

Matrícula	Identificação	nº do medidor
17914211	FAMEZ	J15S000066
17915743	UPA/CCBS	E12B900187
17915747	Química	E12B900142
17915750	Música	E12B900179
17924504	Centro de Formação de Professores	E12B900020
17924509	Pró-Reitorias	E12B900094
17931146	Curso de Música	F16B000372
17931159	Curso de Nutrição	F16B000127
17931160	CIPeBIO	D16B700061
17953122	FAMED (novo prédio, ao lado das Pró-reitorias)	C09S004059
17957481	Mercado Escola	D18B706408

Com os dados por matrícula é possível estabelecer os locais com maiores consumos, possibilitando a visualização das variações com maior precisão. É importante citar que, algumas matrículas foram ativadas no decorrer do período analisado, devido à inauguração de novos blocos ou divisão de unidades consumidoras, assim, pode-se ter consumo zerado em alguns locais.

As figuras 4 e 5 demonstram os consumos totais de todas as matrículas em comparação aos consumos da maior matrícula consumidora, a caixa central, para os anos de 2019 e 2020 respectivamente. Assim, notamos que o consumo que governa o comportamento geral de consumo da Cidade Universitária é o consumo da caixa central.

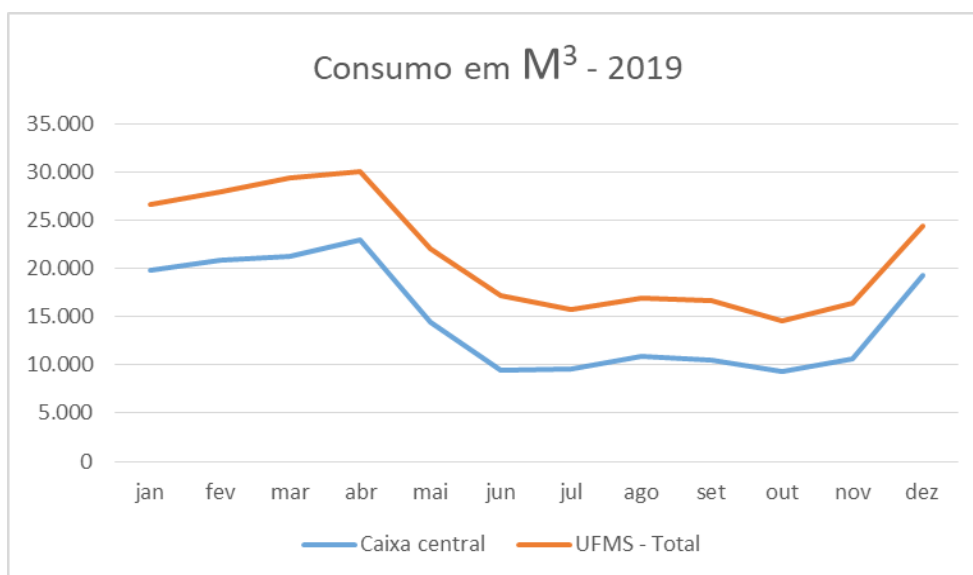


Figura 4: Comparativo consumo total e consumo da caixa central em 2019

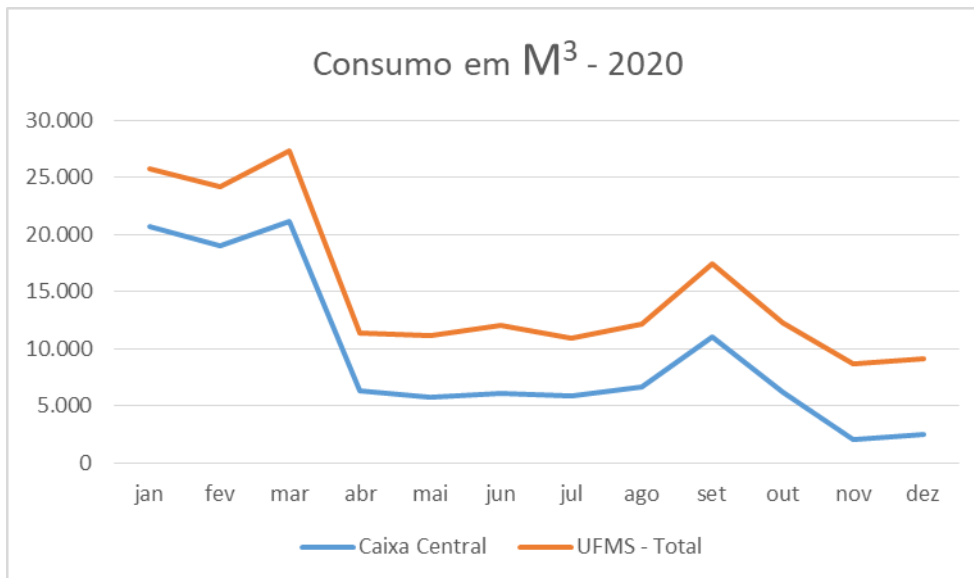


Figura 5: Comparativo consumo total e consumo da caixa central em 2020

As figuras 6 e 7 demonstram os consumos totais de todas as matrículas em comparação aos consumos de esgoto para os anos de 2019 e 2020 respectivamente.

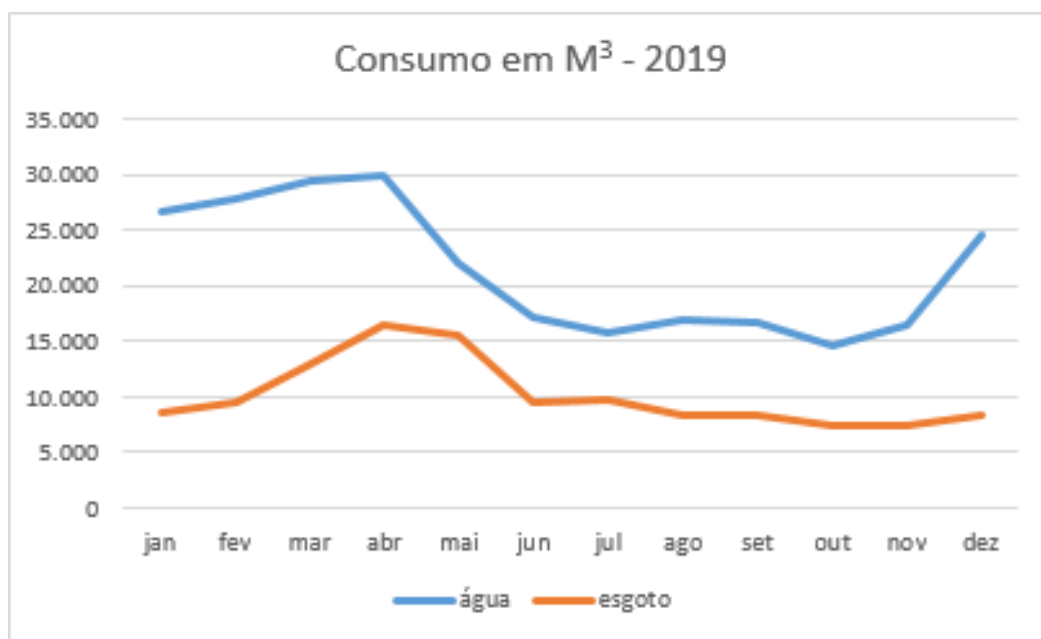


Figura 6: Comparativo consumo total de água x esgoto em 2019

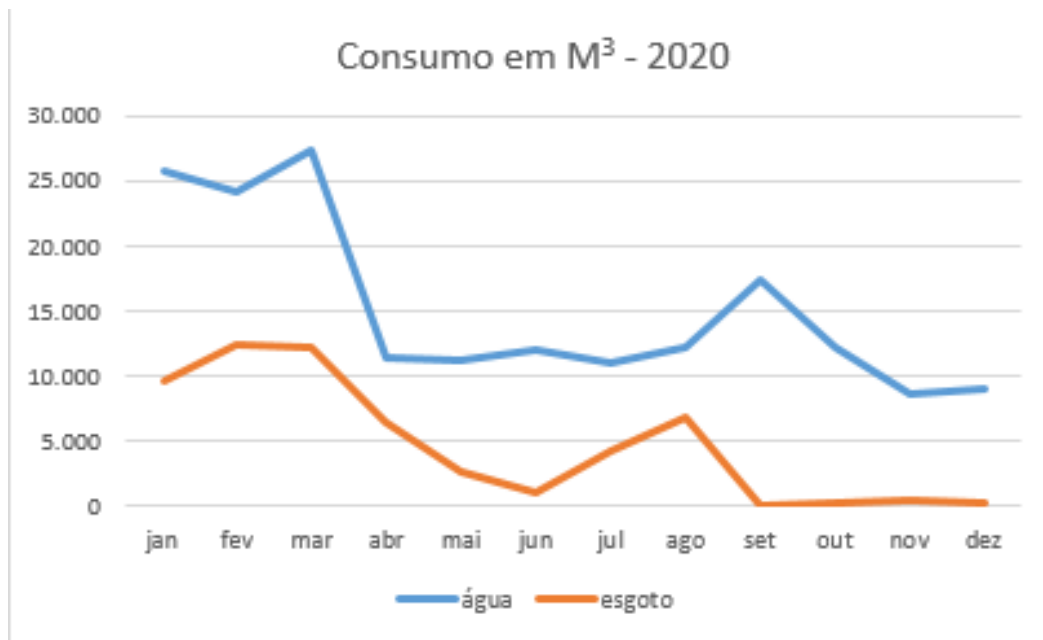


Figura 7: Comparativo consumo total de água x esgoto em 2020

Dessa maneira, as investigações de perdas se concentraram inicialmente na rede de distribuição da caixa central.

APLICAÇÃO DO MÍNIMO CONSUMO NOTURNO

Assim, inicialmente, foi escolhido o método de mínimo consumo para localização das perdas na caixa central, matrícula 17914209. A caixa central possui 3 derivações iniciais: Moreirão, Corredor central e FAENG.

Tabela 3: Dados da aplicação do mínimo consumo noturno

Data de fechamento	Intervalo de fechamento	Derivação aberta	Leitura Inicial (m³)	Leitura Final (m³)	Perda (m³)
01/04/2020	8 horas	Corredor Central	754885,2	754943,0	57,8
02/04/2020	8 horas	Moreirão	755048,0	755247,0	199,0

Como pode ser observado na Tabela 2, após as 3 observações, foi possível concluir que havia perdas de cerca de 200 m³ em 8 horas de observação na região do Moreirão e cerca de 60 m³ na região do corredor central. Uma vez determinada a macro área, a busca por perdas pontuais foi realizada por meio da utilização de geofone na região do Moreirão, por concentrar as perdas mais significativas.

Os serviços foram executados em todo o complexo, contemplando, banheiros, salas e corredores, iniciado em 06 de maio de 2020 e finalizado em 17 de maio de 2020. Durante esse processo foram encontrados vazamentos em vasos sanitários com válvulas travadas, torneiras abertas em banheiros trancados e sem utilização, vazamento em tubulação enterrada, entre outros que são mostrados nas figuras 8, 9, 10 e 11.



Figura 8: Válvula hidra travada



Figura 9: Torneiras abertas

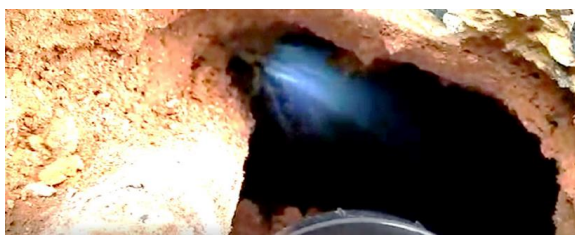


Figura 10: Tubulação com vazamento de grande intensidade



Figura 11: Tubulação deteriorada removida

Após as manutenções das áreas afetadas foi feita medição de vazão por meio do medidor número J15S000064, com o fechamento dos registros que levam água para o corredor centras. A medição ocorreu entre os dias 15 de maio de 2020, às 19:20 h e 16 de maio de 2020, às 06:20 h. De acordo com o registro, durante a noite, período sem uso de água, houve consumo de apenas 2m³ de água. Isso significa que depois de estancados as principais perdas, há perda de apenas 2m³ em 11 horas, totalizando 4,36 m³/dia.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A redução de consumo devido às intervenções realizadas pode ser observada por meio da figura 5, a partir do mês de abril de 2020. É possível observar a diminuição do consumo de água por meio da análise das tabelas 3 e 4. Ao analisar as tabelas 1 e 2, se verifica que houve redução de 70,07% no consumo de água do mês de março para abril de 2020 na matrícula 17914209. Isso representa redução de 58,58% no consumo total da Cidade Universitária do mês de março para abril. Observa-se ainda que houve redução de 29,29% do consumo anual quando comparado o ano de 2019 com 2020

Tabela 4: Consumo de água em 2019 (m³)

Matrícula	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
17914206	610	711	869	1.040	1.038	728	761	746	962	826	899	719
17914208	739	762	1.315	1.219	1.520	1.115	1.198	1.169	1.160	973	926	623
17914209	19.815	20.924	21.241	22.938	14.386	9.412	9.647	10.893	10.512	9.282	10.603	19.321
17914210	3.353	3.200	3.215	1.375	1.505	1.764	1.464	1.529	1.505	1.517	1.643	1.725
17914211	1.401	1.632	1.326	1.750	2.040	2.819	1.645	1.737	1.663	1.489	1.575	1.552

Tabela 3: Consumo de água em 2019 (m³) - continuação

Matrícula	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
17915743	10	10	11	14	11	7	34	26	32	27	24	45
17915747	56	28	30	39	32	29	30	33	69	33	31	25
17915750	15	18	23	23	33	28	47	47	32	39	39	37
17924504	214	89	120	251	239	71	83	111	127	109	114	105
17924509	169	204	264	195	197	184	227	232	253	203	188	156
17931146	45	5	19	36	56	48	114	310	4	22	10	1
17931159	65	27	39	34	361	357	376	29	52	57	31	13
17931160	134	286	905	1.082	572	603	61	72	220	0	149	80
17953122	26	28	40	43	42	53	27	42	50	29	31	18
17957481	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	68
Total (m³)	26.652	27.924	29.417	30.039	22.032	17.218	15.714	16.976	16.641	14.606	16.385	24.488

Tabela 5: Consumo de água em 2020 (m3)

Matrícula	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
17914206	587	674	778	466	462	569	571	576	560	591	705	534
17914208	745	661	1.032	665	538	325	286	326	512	1.143	1.842	1.731
17914209	20.751	19.040	21.186	6.341	5.739	6.087	5.892	6.649	11.009	6.207	2.028	2.507
17914210	1.609	1.814	1.909	1.748	2.269	2.798	1.689	2.445	2.883	2.845	2.979	2.933
17914211	1.679	1.381	1.895	1.571	1.709	1.774	1.836	1.684	2.187	1.171	734	1.009
17915743	30	56	54	55	50	39	71	40	70	26	24	18
17915747	22	24	26	21	27	29	27	49	27	27	29	29
17915750	37	41	54	51	56	61	69	44	12	4	3	6
17924504	49	88	90	55	41	31	46	34	31	39	42	126
17924509	165	153	145	48	38	45	35	100	30	40	44	46
17931146	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17931159	3	72	10	185	25	54	121	0	0	0	118	0
17931160	63	123	119	114	147	161	266	133	57	92	97	98
17953122	17	24	30	3	3	4	11	56	11	16	12	12
17957481	39	50	29	7	15	30	52	63	72	89	22	45
Total (m³)	25.797	24.201	27.357	11.330	11.119	12.007	10.972	12.199	17.461	12.290	8.679	9.094

CONCLUSÃO

Assim, nota-se que a aplicação dos métodos de controle de perdas propostos surtiu efeitos positivos. Foi possível encontrar pontos globais e locais de vazamentos e repará-los. Consequentemente, houve redução dos consumos de água e esgoto após as intervenções. Conclui-se que, além da preservação de recursos naturais, a correta aplicação dessas metodologias promove economia pecuniária.

De maneira global, foi possível observar redução de 29,29% do consumo de água anual, quando comparados os consumos dos anos de 2019 e 2020. Quando analisado o consumo individual da matrícula 17914209, na derivação do Moreirão, se observou que, antes das intervenções, as perdas permeavam os 600 m³/dia, enquanto, após, passaram a ser da ordem de 4,36 m³/dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AL-WASHALI, T.; SHARMA, S.; LUPOJA, R.; et al. Assessment of water losses in distribution networks: Methods, applications, uncertainties, and implications in intermittent supply. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 152, n. September 2019, p. 104515, 2020. Elsevier. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104515>>. .
2. ASHTON, C. H.; HOPE, V. S. Environmental valuation and the economic level of leakage. **Urban Water**, v. 3, n. 4, p. 261–270, 2001.
3. FARAH, E.; SHAHROUR, I. Leakage Detection Using Smart Water System: Combination of Water Balance and Automated Minimum Night Flow. **Water Resources Management**, v. 31, n. 15, p. 4821–4833, 2017. Water Resources Management.
4. KANAKOUDIS, V.; TSITSIFLI, S.; PAPADOPOULOU, A. Integrating the carbon and water footprints' costs in the water framework directive 2000/60/EC full water cost recovery concept: Basic principles towards their reliable calculation and socially just allocation. **Water (Switzerland)**, v. 4, n. 1, p. 45–62, 2012.
5. LAMBERT, A.; CHARALAMBOUS, B.; FANTOZZI, M.; et al. 14 Years Experience of using IWA Best Practice Water Balance and Water Loss Performance Indicators in Europe. **Proceedings of the WaterLoss Conference 2014**, , n. May, p. 1–31, 2014.
6. LAMBERT, A. O.; BROWN, T. G.; TAKIZAWA, M.; WEIMER, D. A review of performance indicators for real losses from water supply systems. **Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA**, v. 48, n. 6, p. 227–237, 1999.
7. PEARSON, D.; TROW, S. W. Calculating the Economic Levels of Leakage. **Leakage 2005 Conference Proceedings**, p. 1–16, 2005. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Calculating+Economic+Levels+of+Leakage#1>>. .