



8 - QUAL O IMPACTO DA GESTÃO DE PRESSÃO NOTURNA NA VIDA ÚTIL DOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA? UM ESTUDO DE CASO DE QUASE UMA DÉCADA!!!

Ricardo Alves⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Cidade de São Paulo, Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho, Pós-graduado em Gestão Ambiental pela Universidade São Carlos, Mestrando em Engenharia e Gestão Industrial pela Universidade Lusófona de Lisboa.

Endereço⁽¹⁾: Rua Azevedo Soares, 63 apto 12 – Tatuapé – São Paulo - SP - CEP: 03322-000 - Brasil - Telefone: +55 11 98643-7915 - e-mail: alvesricardo@sabesp.com.br

RESUMO

O trabalho é um estudo de caso realizado para avaliar o impacto da gestão de pressão noturna realizada no sistema de abastecimento de água potável e como esse impacto influencia a vida útil deste sistema. O estudo foi realizado com dados de ocorrência de vazamentos de quase uma década nas redes, nos ramais e nos cavaletes de uma extensa área da região metropolitana da região norte da cidade de São Paulo.

Através de uma complexa análise de dados que interpolam informações importantes como pressão, material da rede, idade da rede e quantidade de ocorrências de vazamentos, associados a indicadores de performance operacionais da IWA (*International Water Association*) foi possível identificar como as redes de abastecimento são afetadas e quais as melhores ações para aumentar a vida útil dos ativos que compõe o sistema.

PALAVRAS-CHAVE: abastecimento, gestão de pressão, água

1. INTRODUÇÃO

A gestão de demanda noturna é uma prática realizada por diversas empresas responsáveis pelo sistema de abastecimento de água potável. Essa prática consiste em reduzir a pressão das redes durante o período noturno que possui menor consumo, com isso, diminui-se o volume perdido nos vazamentos e conseqüentemente melhora o índice de perdas do sistema (HAMILTON, S., & MCKENZIE, R. (2014). Porém, apesar do conhecido benefício da redução de perdas, há uma lacuna na literatura científica sobre os efeitos dessa prática na vida útil dos componentes do sistema de abastecimento. Esse estudo de caso procura responder essa lacuna, através da análise de uma base de dados de aproximadamente uma década, aplicada em uma extensa área composta por 1.158km de redes de água localizada na região norte da cidade de São Paulo. A gestão de demanda noturna neste estudo será denominada apenas por GDN (Gestão de Demanda Noturna).

2. METODOLOGIA UTILIZADA

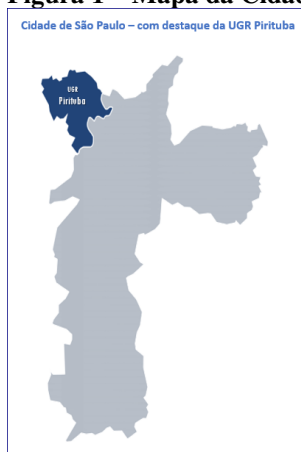
A metodologia utilizada foi a revisão literária e a análise de dados baseada em SIG (Sistemas de Informação Geográfica). Utilizando o software ARCGIS os vazamentos encontrados na base de dado foram georreferenciados para subsidiar a análise. A principal linha de pesquisa foi uma base de dados de ocorrências de vazamentos de quase 10 anos que contemplam 3 períodos distintos. Para tornar a análise mais robusta foram interpolados dados de pressão, material e idade das redes em mapas de calor (Mapas Kernel ou Mapas de Densidade).



3. DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO

Para o desenvolvimento do estudo de caso à área escolhida foi uma extensa área da região norte da cidade de São Paulo que chamaremos de UGR Pirituba, a figura abaixo ilustra a exata localização dessa área.

Figura 1 – Mapa da Cidade de São Paulo com destaque da UGR Pirituba



Fonte: Elaboração própria.

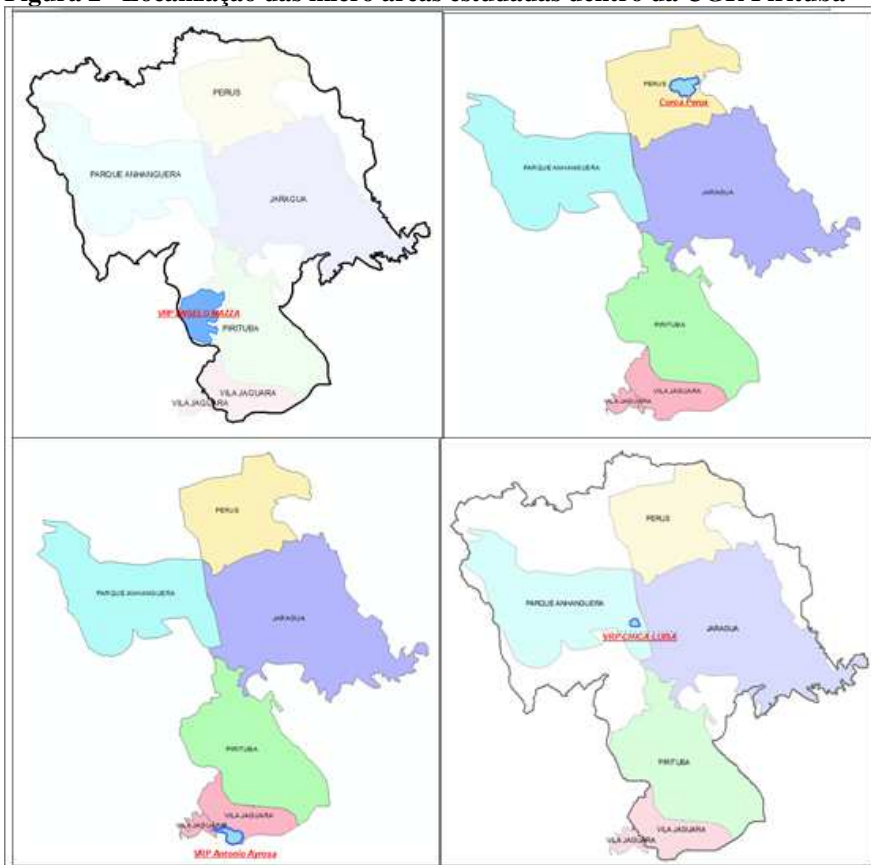
A área da UGR Pirituba atende uma população de aproximadamente 900.000 pessoas, 250.000 ligações de água, 5 grandes reservatórios e uma extensão de rede de 1.168km. Para incrementar a análise outras 4 áreas menores dentro da UGR Pirituba foram utilizadas, são elas: ANGELO MAZZA, COROA PERUS, VRP ANTONIO AYROSA e VRP CHICA LUIZA. Essas 4 áreas possuem características importantes que serão importantes para o desenvolvimento do estudo, se a rede é considerada nova (abaixo de 40 anos de instalação) e se a pressão da área é controlada por VRP (Válvula Redutora de Pressão), seguem as características de cada uma dessas 4 áreas:

- ANGELO MAZZA (possui rede antiga, sem atuação de VRP)
- COROA PERUS (possui rede nova, sem atuação de VRP)
- VRP ANTONIO AYROSA (possui rede antiga, com atuação de VRP)
- VRP CHICA LUIZA (possui rede nova, com atuação de VRP)

Os demais critérios utilizados para a escolha dessas áreas foram, além do controle ou não da pressão e da idade da rede foram: não possuem nenhuma intervenção importante da infraestrutura e não terem sofrido alterações significantes em nenhum dos quesitos analisados, durante o período do estudo. Uma única área foi escolhida por não ter ação da GDN (VRP Chica Luiza), essa escolha é importante para que o estudo possa comparar as diferenças entre áreas com e sem operação de GDN.

A localização de cada uma dessas áreas dentro da UGR Pirituba é mostrada abaixo:

Figura 2 –Localização das micro áreas estudadas dentro da UGR Pirituba

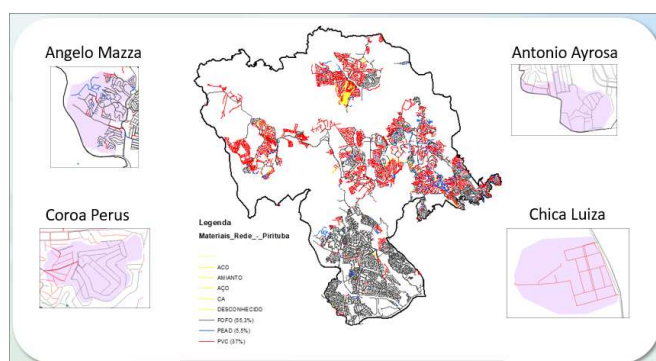


Fonte: Elaboração própria.

A base de dados de ocorrência de vazamentos foi extraída através do SQL Server, somente foram considerados os serviços executados corretivamente nas redes de água, nos ramais e nos cavaletes, excluindo-se todos os dados de serviços realizados preventivamente.

A UGR Pirituba possui diversos tipos de materiais de rede aplicados em seu sistema de abastecimento, entre eles ferro fundido, aço, pvc, pead e amianto. A figura 3 mostra a distribuição desses materiais, com destaque dos materiais de rede aplicado nas micro áreas estudadas.

Figura 3 – Análise dos materiais das áreas



Fonte: Elaboração própria.



Ao interpolar os dados dos vazamentos com o tipo de materiais que compõe a rede não foi possível observar uma forte relevância entre o tipo de material e o aumento no número de vazamentos. O fator mais relevante foi a idade da rede.

O período utilizado da amostra da base de dados foi dividido em 3 categorias de 24 meses, definidos da seguinte forma:

- Pré GDN – compreendido entre outubro de 2012 à setembro de 2014 – (24 meses)
- Pós GDN – compreendido entre outubro de 2014 à setembro de 2016 – (24 meses)
- Atual – compreendido entre julho de 2019 à junho de 2021 – (24 meses)

O período Pré GDN é o período em que não era praticada a gestão de pressão noturna, o período Pós GDN é o período imediatamente posterior ao início dessa prática e o período Atual é um período selecionado para verificar se as tendências das alterações ocorridas nos dois outros períodos se mantiveram. O período Atual não foi estendido até 2024 porque houveram alterações nos sistemas da base de dados da empresa de saneamento que poderiam trazer inconsistências à análise. E para que a análise fosse coerente cada um dos períodos foi fixado em 24 meses.

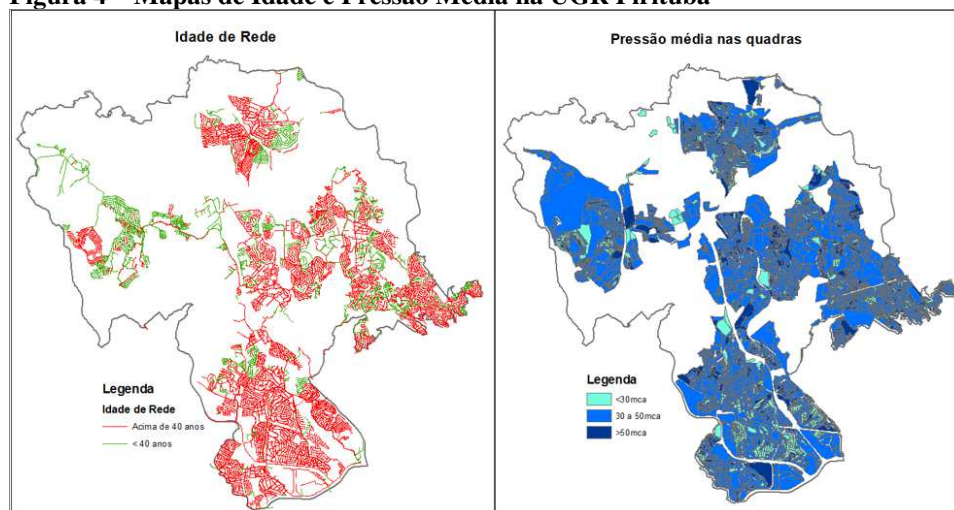
3.1 Análise na área de abrangência da UGR Pirituba

As principais características da área a ser analisada são:

- Extensão de rede: 1.168 km
- Idade média da rede: 35 anos
- Pressão média: 43 mca

A Figura 4 mostra dois mapas, um com a idade da rede e outro com a pressão média nas quadras, é fácil perceber que a maior parte da rede é antiga (acima dos 40 anos) e que a na maior parte da área temos pressões próximas do limite recomendado pela Norma Técnica Brasileira NBR 12.218/1994 de 500kPa equivalentes a 50 mca.

Figura 4 – Mapas de Idade e Pressão Média na UGR Pirituba



Fonte: Elaboração própria.

A seguir segue o número absolutos de vazamentos em cavaletes rede e ramal durante os 3 períodos de análise, as porcentagens mostradas na tabela foram calculadas em relação ao período Pré GDN:

Tabela 1 – Números absolutos de vazamentos na UGR Pirituba

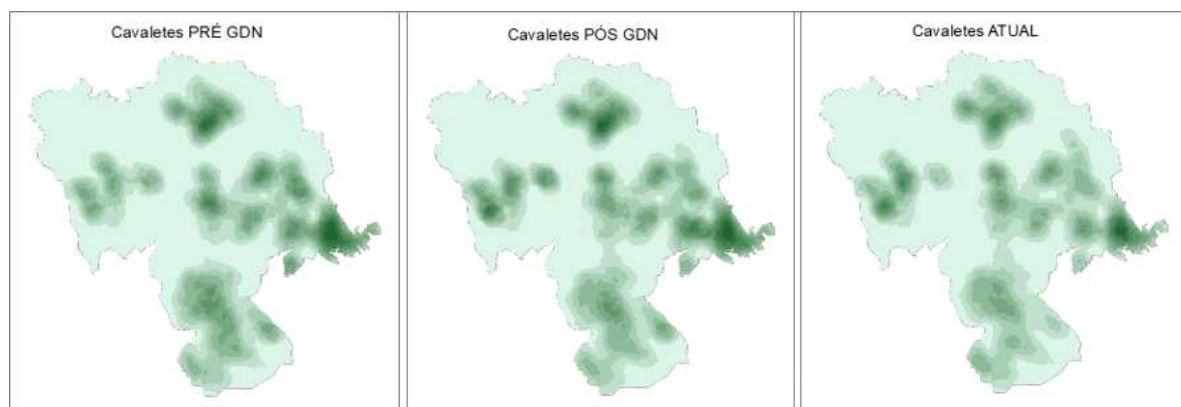
Vazamentos	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	9976	11859 (19%)	13241 (33%)
RAMAL	4975	3583 (-28%)	2176 (-56%)
REDE	1909	1967 (3%)	2200 (15%)

Fonte: Elaboração própria.

3.1.1 Análise dos vazamentos em cavaletes na área da UGR Pirituba

A figura a seguir mostra um mapa de densidade da distribuição dos vazamentos de cavalete nos 3 períodos.

Figura 5 – Mapas de densidade de vazamentos em cavaletes na UGR Pirituba



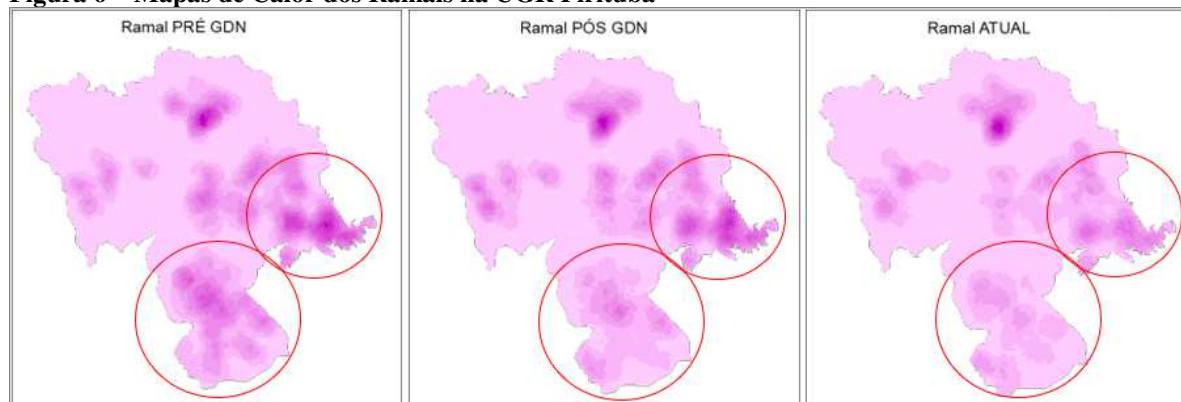
Fonte: Elaboração própria.

Os mapas acima mostram que nos períodos Pré GDN e Pós GDN as intervenções eram mais concentradas. No período Atual apesar do incremento de 33% no número de vazamentos, as áreas atingidas foram dissipadas em praticamente toda a área, por esta razão o mapa deste período apresenta tonalidades mais claras.

3.1.2 Análise dos vazamentos em ramais na área da UGR Pirituba

Na Tabela 1 percebe-se que houve um aumento progressivo no número absoluto de vazamentos em cavaletes e em rede, porém os vazamentos em ramal apresentaram uma regressão ao longo do tempo. A Figura 6 mostra os mapas de calor nos ramais da área analisada, as áreas destacadas pelos círculos vermelhos confirmam a relevante redução nos números de vazamento nos ramais.

Figura 6 – Mapas de Calor dos Ramais na UGR Pirituba

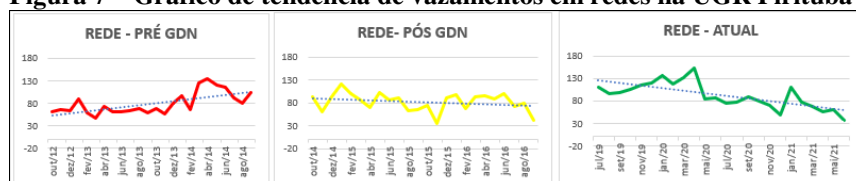


Fonte: Elaboração própria.

3.1.3 Análise dos vazamentos em rede na área da UGR Pirituba

Para a análise dos vazamentos de rede, utilizaremos os gráfico de tendência mostrado na Figura 7. Os gráficos apontam forte tendência de alta no período PRÉ GDN, essa curva ao longo do tempo foi revertida, porém os números absolutos de vazamentos de rede subiram nos períodos PÓS GDN (3%) e ATUAL (15%).

Figura 7 – Gráfico de tendência de vazamentos em redes na UGR Pirituba



Fonte: Elaboração própria.

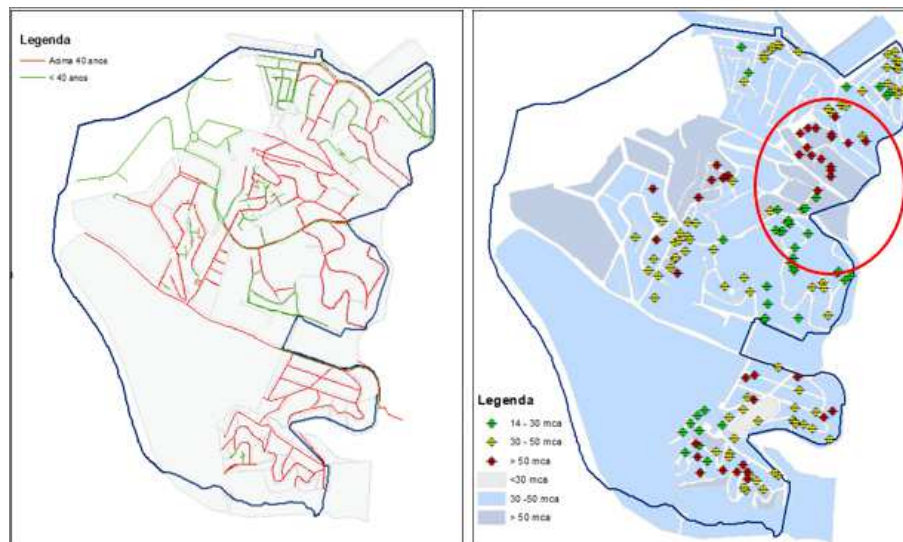
3.2 Análise na área de abrangência Angelo Mazza

As principais características da área Angelo Mazza são:

- Esta área é abastecida por *booster* e não houve troca preventiva de ramal em grandes quantidades
- A pressão não é controlada por VRP
- Extensão de rede: 29.404m
- Idade média da rede: 30 anos
- Pressão média: 42 mca (mínima de 14mca e máxima de 81 mca)

A Figura 8 mostra dois mapas o primeiro de idade de rede, percebemos que a maior parte da rede é antiga acima de 40 anos, o segundo mapa mostra as médias de pressão e as pressões pontuais. O círculo vermelho destaca a região com maior incidência de pressões altas (acima de 50 mca).

Figura 8 – Mapas da área Angelo Mazza – Idade de Rede e Mapa de Pressão



Fonte: Elaboração própria.

A Tabela abaixo mostra os números absolutos dos vazamentos nessa área, percebe-se que houve aumento progressivo no número de vazamentos de cavalete e de rede, e uma redução nos números de vazamento de ramais.

Tabela 2 – Números absolutos de vazamentos na área Angelo Mazza

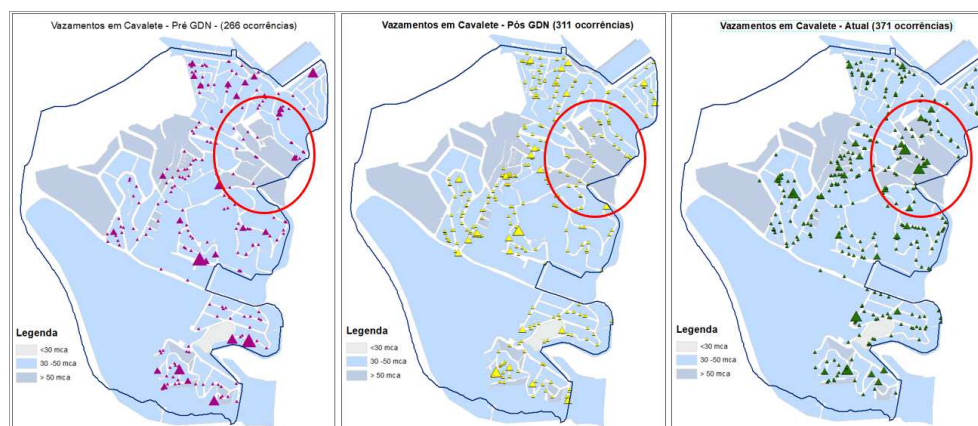
Angelo Mazza (rede antiga - sem VRP)			
Vazamentos	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	266	311 (17%)	371 (39%)
RAMAL	144	59 (-59%)	58 (-59%)
REDE	35	36(2%)	54 (54%)

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1 Análise dos vazamentos em cavalete na área Angelo Mazza

Percebe-se na Figura 9, que as áreas destacadas com o círculo vermelho, que apresentam pressões altas, também apresentaram um aumento progressivo no número de vazamentos de cavaletes ao longo do tempo.

Figura 9 – Mapas da área Angelo Mazza – Vazamento em Cavaletes

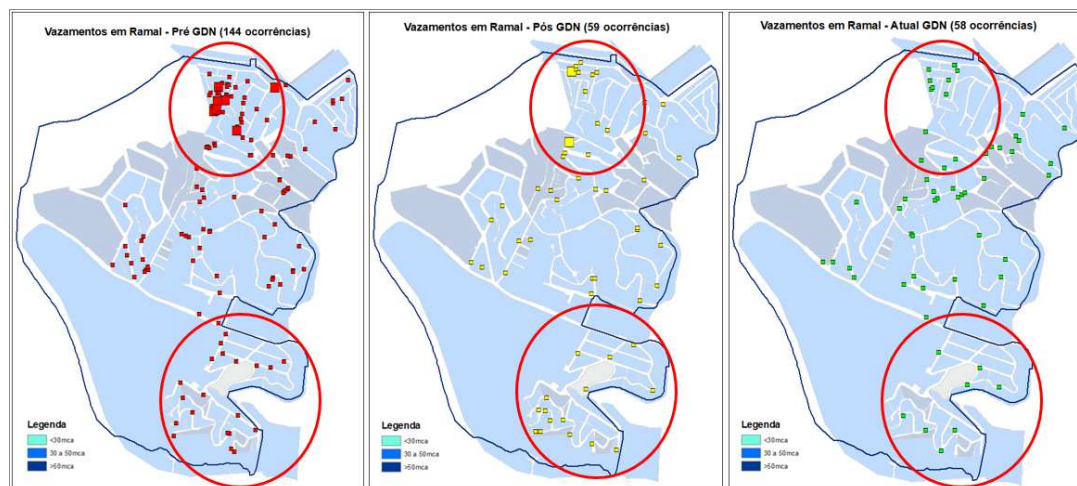


Fonte: Elaboração própria.

3.2.2 Análise dos vazamentos em ramais na área Angelo Mazza

Em relação aos ramais, a diminuição nos números absolutos de vazamento é mostrada na figura abaixo, as áreas em destaque mostram como a diminuição foi significativa em algumas áreas após o início da GDN.

Figura 10 – Mapas da área Angelo Mazza – Vazamento em Ramais

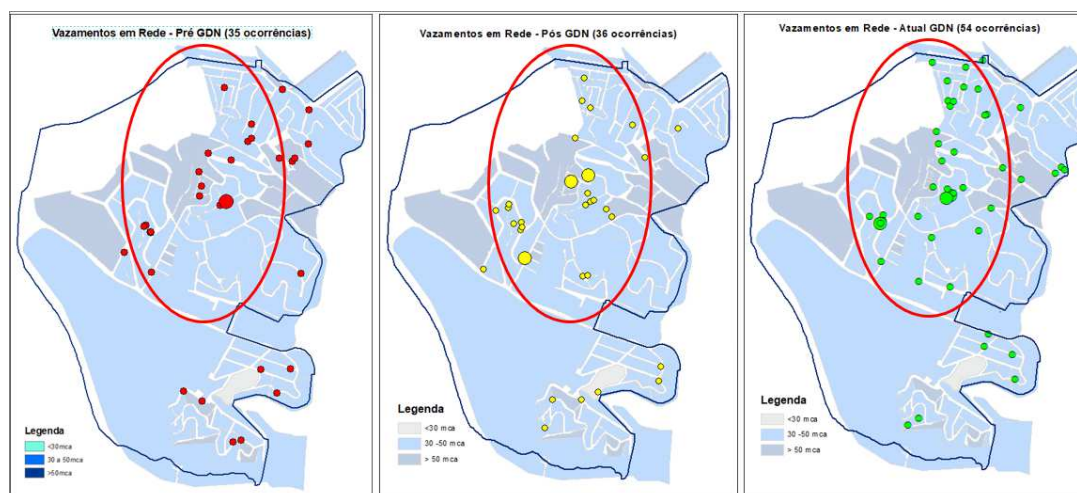


Fonte: Elaboração própria.

3.2.3 Análise dos vazamentos em rede na área Angelo Mazza

Na Figura 11, que mostra os vazamentos em rede na área Angelo Mazza, nota-se que a área destacada sofreu um aumento significativo no número de vazamentos. Um dos motivos que colaboram com esse aumento é que a área destacada na parte superior do mapa possui cota elevada, durante a recuperação do abastecimento após o fim da GDN a rede sofre um golpe hidráulico que causa vazamentos. Nota-se que na área inferior do mapa não houve aumento de casos no período exatamente porque esse local não possui cota elevada, nem está sujeito aos golpes durante a retomada do abastecimento.

Figura 11 – Mapas da área Angelo Mazza – Vazamento em Redes



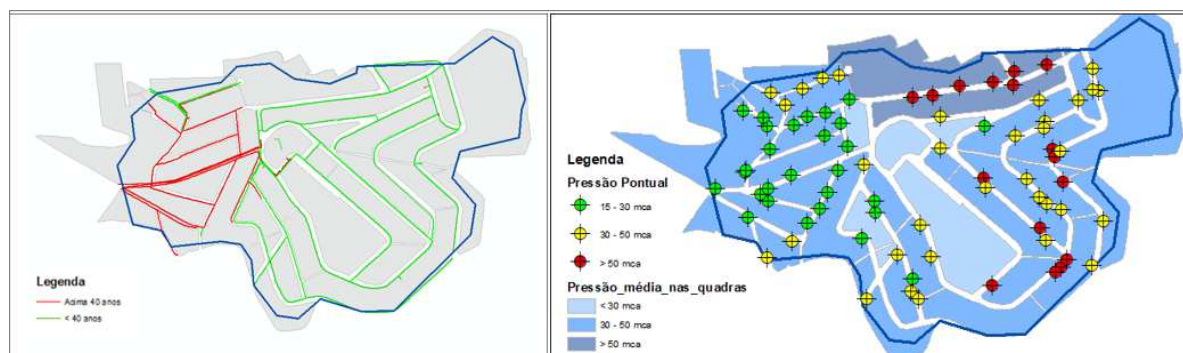
Fonte: Elaboração própria.

3.3 Análise na área de abrangência Coroa Perus

As principais características da área Coroa Perus são:

- Extensão de rede: 10.793 m
- Idade média da rede: 33 anos (considerada nova conforme o mapa abaixo)
- Pressão média: 38mca (mínima de 15mca e máxima de 60 mca)
- O abastecimento dessa área é realizado diretamente do sistema produtor e não há GDN.
- Não houve troca de ramais preventivas em quantidades significativas.
- Apesar de sofrer com o aumento da pressão durante o período noturno de menor consumo, mostrou resultados semelhantes às demais áreas, que possuem GDN.

Figura 12 – Mapas da área Coroa Perus – Idade de Rede e Mapa de Pressão



Fonte: Elaboração própria.

A tabela abaixo mostra os números absolutos dos vazamentos nessa área, percebe-se que houve aumento progressivo no número de vazamentos de cavalete, uma redução nos ramais e um aumento nos vazamentos de rede no período imediatamente após o início da GDN.

Tabela 3 – Números absolutos de vazamentos na área Coroa Perus

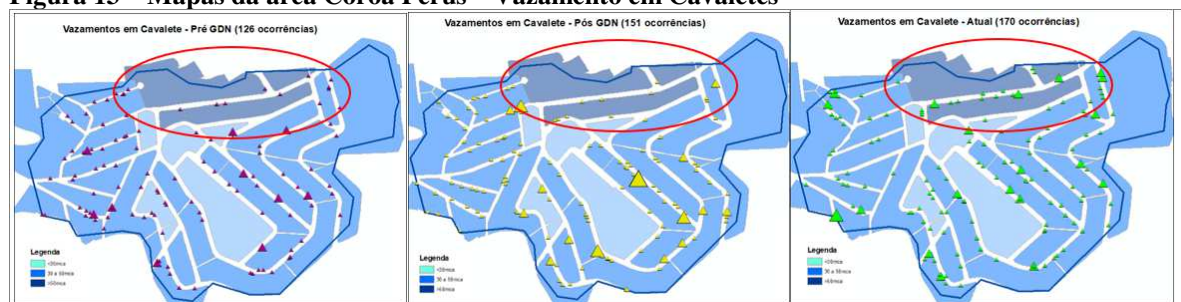
Vazamentos	Coroa Perus (rede nova - sem VRP)		
	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	126	151 (20%)	170 (35%)
RAMAL	65	44 (-33%)	32 (-51%)
REDE	5	11 (120%)	11 (120%)

Fonte: Elaboração própria.

3.3.1 Análise dos vazamentos em cavalete na área Coroa Perus

Os vazamentos em cavaletes continuaram subindo durante os períodos após o início da GDN, apresentando o mesmo comportamento das áreas contempladas por GDN. Isso mostra que apenas a GDN não é um fator determinante para o aumento dos casos. A área destacada do mapa da Figura 13 revela que na área com pressão maior houve um aumento significativo de ocorrências.

Figura 13 – Mapas da área Coroa Perus – Vazamento em Cavaletes



Fonte: Elaboração própria.

3.3.2 Análise dos vazamentos em ramais na área Coroa Perus

Essa área apesar de não ter ação da GDN e não ter a pressão controlada pela atuação de VRP, apresenta a mesma redução no número de vazamentos encontrados nas outras áreas, pois tem a menor pressão média das áreas estudadas e grande parte de suas redes são novas, mostrando que a renovação dos ativos e uma pressão mais baixa são fatores determinantes para a redução dos vazamentos em ramais e redes, como mostra o mapa abaixo.

Figura 14 – Mapas da área Coroa Perus – Vazamento em Ramais



Fonte: Elaboração própria.

3.3.3 Análise dos vazamentos em rede na área Coroa Perus

Por se tratar de área onde não há GDN, o número de ocorrências de vazamentos nas redes se manteve estável entre os períodos Pós GDN e Atual.

Figura 15 – Mapas da área Coroa Perus – Vazamento em Redes



Fonte: Elaboração própria.

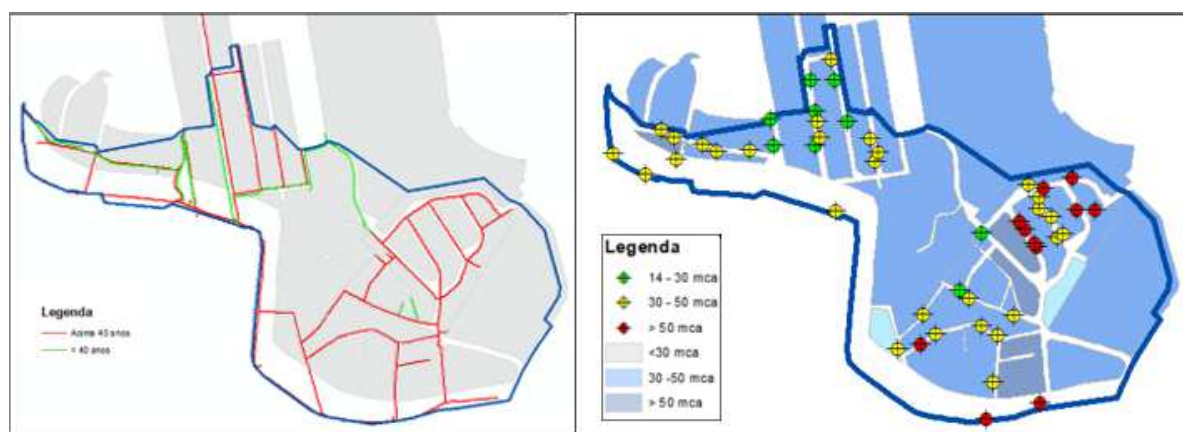
3.4 Análise na área de abrangência VRP Antonio Ayrosa

As principais características da área Antonio Ayrosa são:

- Extensão de rede: 8.042m
- Idade média da rede 43 anos
- Pressão média: 43 mca (mínima 20mca e máxima 55 mca)
- A VRP só entrou em operação efetivamente a partir de 2019

A Figura 16 mostra dois mapas o primeiro de idade de rede, percebemos que a maior parte da rede é antiga acima de 40 anos, o segundo mapa mostra as médias de pressão e as pressões pontuais.

Figura 16 – Mapas da área Antonio Ayrosa – Idade de Rede e Mapa de Pressão



Fonte: Elaboração própria.

A tabela abaixo mostra os números absolutos dos vazamentos nessa área, percebe-se que em relação aos ramais, assim como nas áreas mostradas anteriormente, houve uma regressão. Porém, tanto nas redes como nos cavaletes, os números de vazamentos aumentaram no período após início da GDN. Como a partir de 2019 a VRP entrou em operação controlando melhor a pressão na área, esse aumento não progrediu nos cavaletes e os números de vazamentos em redes foram menores no período Atual do que o número Pré GDN. Esse fato se torna mais interessante se lembrarmos que o intervalo entre os períodos é de quase 10 anos. Ou seja, a rede mesmo após 10 anos de utilização e com a GDN, apresentou resultados melhores a partir da operação da VRP.

Tabela 4 – Números absolutos de vazamentos na área Antonio Ayrosa

Antonio Ayrosa (rede antiga - com VRP)			
Vazamentos	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	55	72 (31%)	68 (23%)
RAMAL	19	17 (-11%)	14 (-27%)
REDE	18	23 (28%)	15 (-17%)

Fonte: Elaboração própria.

3.4.1 Análise dos vazamentos em cavalete na área Antonio Ayrosa

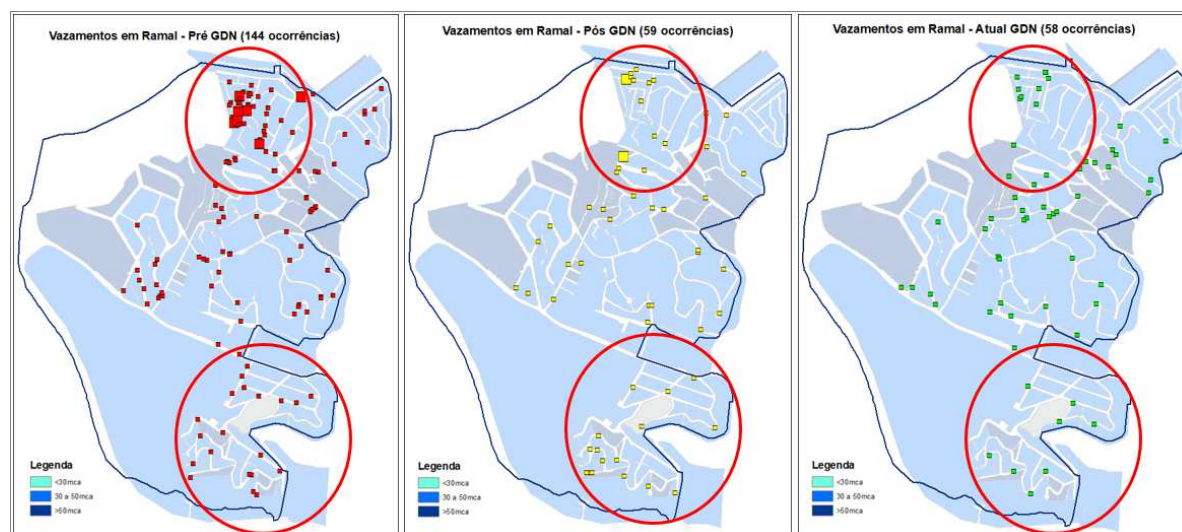
A análise dos vazamentos em cavalete na área Antonio Ayrosa é mostrada na Figura 17, as áreas destacadas, que possuem maior pressão, apresentaram maior concentração de ocorrências. Percebe-se também que no período Pós GDN tivemos aumento no número de casos, porém, como em 2019 a VRP passou a operar efetivamente, o número de ocorrências diminuiu no período Atual.

**Figura 17 – Mapas da área Antonio Ayrosa – Vazamento em Cavaletes**

Fonte: Elaboração própria.

3.4.2 Análise dos vazamentos em ramais na área Antonio Ayrosa

Em relação aos ramais, a diminuição nos números absolutos de vazamentos acompanha a mesma tendência das áreas estudadas anteriormente e é mostrada na figura abaixo. As áreas em destaque mostram como a diminuição foi significativa em algumas áreas, mesmo após o início da GDN.

Figura 18 – Mapas da área Antonio Ayrosa – Vazamento em Ramais

Fonte: Elaboração própria.

3.4.3 Análise dos vazamentos em rede na área Antonio Ayrosa

No período Pós GDN houve aumento no número de vazamentos em rede, porém, como em 2019 a VRP passou a operar efetivamente, o número de ocorrências diminuiu. Conclui-se que a GDN impacta negativamente as redes porém uma boa gestão da pressão através da VRP reduziu esse impacto e diminuiu o número de ocorrências para patamares menores ao encontrado no período Pré GDN. As áreas em destaque da figura abaixo mostram que locais com maiores pressões causaram mais vazamentos em rede.

Figura 19 – Mapas da área Antonio Ayrosa – Vazamento em Redes



Fonte: Elaboração própria.

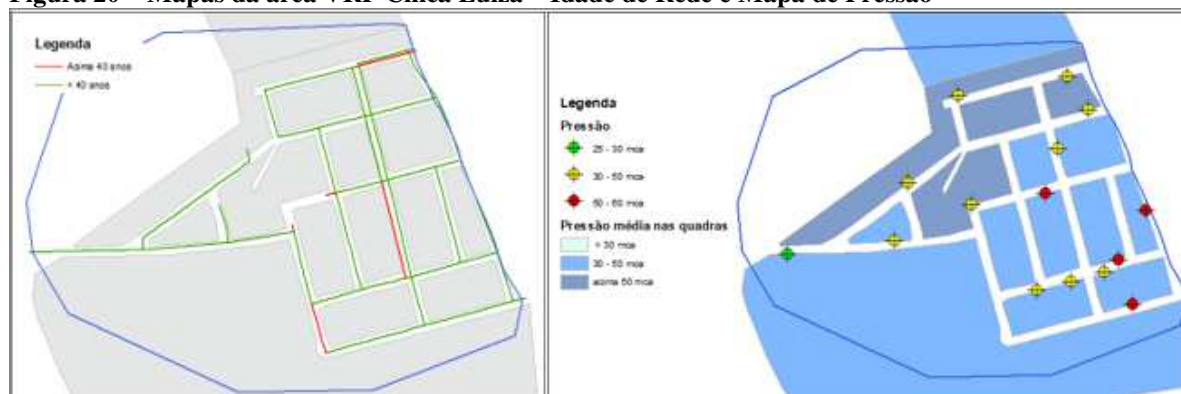
3.5 Análise na área de abrangência VRP Chica Luiza

As principais características da área VRP Chica Luiza são:

- A VRP só entrou em operação efetivamente a partir de 2019
- Extensão de rede: 2.052m
- Idade média da rede 30 anos
- Pressão média: 40mca (mínima de 25mca e máxima de 60mca)

Na Figura 20 estão dois mapas, o primeiro de idade de rede, percebe-se que a maior parte da rede é nova, e o segundo mapa mostra as médias de pressão nas quadras e as pressões pontuais.

Figura 20 – Mapas da área VRP Chica Luiza – Idade de Rede e Mapa de Pressão



Fonte: Elaboração própria.

A tabela abaixo mostra os números absolutos dos vazamentos nessa área, percebe-se uma semelhança com os números da área Antonio Ayrosa. Na VRP Chica Luiza, assim como na Antonio Ayrosa tivemos o início da operação da VRP em 2019 (início do período Atual) e novamente percebe-se que essa ação reverteu os efeitos da GDN. Nessa área a redução ocorreu inclusive nos cavaletes.

Tabela 5 – Números absolutos de vazamentos na área VRP Chica Luiza

Vazamentos	Chica Luiza (rede nova - com VRP)		
	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	29	36 (24%)	22 (-24%)
RAMAL	13	11 (-15%)	10 (-23%)
REDE	4	8 (100%)	4

Fonte: Elaboração própria.

3.5.1 Análise dos vazamentos em cavalete na área VRP Chica Luiza

Percebe-se na Figura 21, que os números de vazamentos aumentaram após a implantação da GDN assim como nas áreas anteriores. Porém, após a operação da VRP (período Aual), os números de ocorrências diminuíram a patamares inferiores ao período do início do estudo (período Pré GDN).

Figura 21 – Mapas da área VRP Chica Luiza – Vazamento em Cavaletes



Fonte: Elaboração própria.

3.5.2 Análise dos vazamentos em ramais na área VRP Chica Luiza

Em relação aos ramais, a diminuição nos números absolutos de vazamento é mostrada na figura abaixo, assim como em todas as áreas estudadas anteriormente. Percebe-se novamente, que com a entrada em operação da VRP os números voltaram a patamares inferiores ao inicial, assim como ocorreu com os cavaletes.

Figura 22 – Mapas da área VRP Chica Luiza – Vazamento em Ramais



Fonte: Elaboração própria.

3.5.3 Análise dos vazamentos em rede na área VRP Chica Luiza

Ao analisar os vazamentos em rede, nota-se que assim como a área da VRP Antonio Ayrosa, as redes sofreram aumento de casos após a GDN, mas após o início da operação da VRP (período Atual) os números voltaram a patamares semelhantes ao período Pré GDN.



Figura 23 – Mapas da área VRP Chica Luiza – Vazamento em Redes



Fonte: Elaboração própria.

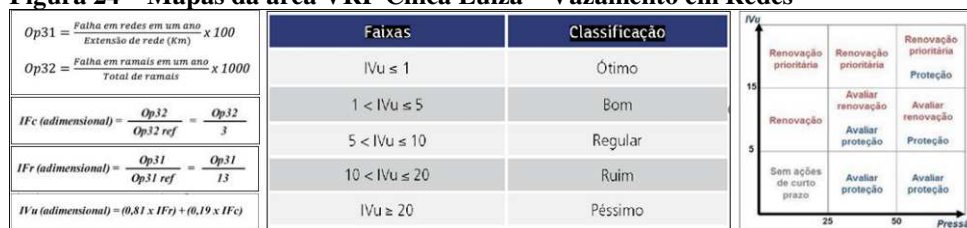
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para determinar os impactos da GDN nas redes de distribuição de água, a análise baseou-se em dois principais aspectos: indicadores de performance operacional e análise dos números absolutos de intervenções.

4.1 Análise dos indicadores de performance operacional

Em meados de 2000, a IWA criou indicadores de performance operacional dos sistemas de distribuição de água. Dentre eles, dois que medem as falhas em rede e ramais (Op31 e OP32), dois que medem o índice de fragilidade das redes e ramais (IFr e IFc) e o índice de vulnerabilidade das redes (IVu). As fórmulas desses indicadores, a classificação e ações sugeridas são mostradas nas figuras abaixo:

Figura 24 – Mapas da área VRP Chica Luiza – Vazamento em Redes



Fonte: IWA, 2014.

A tabela abaixo mostra o cálculo desses indicadores em nas áreas desse estudo em cada um dos períodos considerados:

Tabela 6 – Cálculo dos indicadores de performance e classificação dos resultados

Área de Estudo	Extensão (km)	Ligações	Vaz. em Rede	Vaz. Em Ramais	Op31	Op32	Ifr	Ifc	Ivu	Classificação
Ugr Pirituba - Pré GDN	1.158	243.353	954,5	2487,5	82,4	10,2	6,3	2,1	5,5	Regular
Ugr Pirituba - Pós GDN	1.158	243.353	983,5	1791,5	84,9	7,4	6,5	2,2	5,7	Regular
Ugr Pirituba - Atual	1.158	243.353	1100,0	1088,0	95,0	4,5	7,3	2,4	6,4	Regular
Angelo Mazza - Pré GDN	29,4	7.264	17,5	72,0	59,5	9,9	4,6	1,5	4,0	Bom
Angelo Mazza - Pós GDN	29,4	7.264	18,0	29,5	61,2	4,1	4,7	1,6	4,1	Bom
Angelo Mazza - Atual	29,4	7.264	27,0	29,0	91,8	4,0	7,1	2,4	6,2	Regular
Coroa Perus - Pré GDN	10,8	3197	2,5	32,5	23,1	10,2	1,8	0,6	1,6	Bom
Coroa Perus - Pós GDN	10,8	3197	5,5	22,0	50,9	6,9	3,9	1,3	3,4	Bom
Coroa Perus - Atual	10,8	3197	5,5	16,0	50,9	5,0	3,9	1,3	3,4	Bom
Antonio Ayrosa - Pré GDN	8	1482	9,0	9,5	112,5	6,4	8,7	2,9	7,6	Regular
Antonio Ayrosa - Pós GDN	8	1482	11,5	8,5	143,8	5,7	11,1	3,7	9,7	Regular
Antonio Ayrosa - Atual	8	1482	7,5	7,0	93,8	4,7	7,2	2,4	6,3	Regular
Chica Luiza - Pré GDN	2	473	2,0	6,5	100,0	13,7	7,7	2,6	6,7	Regular
Chica Luiza - Pós GDN	2	473	4,0	5,5	200,0	11,6	15,4	5,1	13,4	Ruim
Chica Luiza - Atual	2	473	2,0	5,0	100,0	10,6	7,7	2,6	6,7	Regular

Fonte: Elaboração própria.



Nota-se que na maioria dos casos houve aumento do índice de vulnerabilidade da rede nos períodos Pós GDN e Atual, essa condição aponta um impacto negativo da GDN, somado ao fator do tempo de utilização da rede de 9 anos (2012 a 2021). Porém, nas duas áreas em que a operação da VRP passou a ser efetiva em 2019 (Chica Luiza e Antonio Ayrosa) o período Atual apresentou melhora no índice (setas vermelhas). Percebe-se também que a acentuada queda no número de intervenções em ramais foi importante pois apesar dos aumentos nos casos de vazamentos em rede o índice de vulnerabilidade (Ivu) não sofreu significativa alteração. E por fim, a área que apresentou melhores resultados (Coroa Perus) é justamente a área não afetada pela GDN. Essa área apesar de não ser operada por VRP possui rede nova na maior parte de sua extensão e a pressão média mais baixa das áreas estudadas (38mca) reforçando a conclusão de que o controle de pressão e renovação de ativos são os meios mais eficazes para reduzir a vulnerabilidade das redes.

4.1 Análise dos números absolutos

Através dos números absolutos apresentados na planilha abaixo, nota-se que houve aumento na quantidade de intervenções em cavaletes na maioria das áreas, com exceção da VRP Chica Luiza que possui redes novas e teve sua pressão melhor controlada através da operação da VRP em 2019.

Em relação aos ramais, podemos afirmar que a GDN não gera impactos negativos, em todas as áreas estudadas nota-se uma redução significativa nos números de intervenções em ramais ao longo do período, inclusive na área que não é afetada pela GDN. Acredita-se que parte dessa redução se deve a melhoria da qualidade dos materiais utilizados no decorrer dos períodos estudados.

Os números de vazamentos em rede aumentaram após o início da GDN em todas as áreas, mostrando que a GDN gera um impacto negativo. É importante notar que os números das duas áreas em que houve uma melhora na operação da VRP a partir do período ATUAL (Antonio Ayrossa e Chica Luiza), mostra que uma boa gestão da pressão através da VRP reduziu o número de ocorrências a patamares iguais ou inferiores ao encontrado no período Pré GDN e a área não atendida pela GDN (Coroa Perus), por possuir menor pressão média das áreas estudadas e grande parte de suas redes novas, mostra que a renovação dos ativos e uma pressão mais baixa são fatores mais relevantes para a redução dos vazamentos em ramais e redes do que a própria interferência da GDN.

Tabela 7 – Números absolutos de vazamentos em todas as áreas analisadas

UGR PIRITUBA			
Vazamentos	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	9976	11859 (19%)	13241 (33%)
RAMAL	4975	3583 (-28%)	2176 (-56%)
REDE	1909	1967 (3%)	2200 (15%)
Angelo Mazza (rede antiga - sem VRP)			
Vazamentos	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	266	311 (17%)	371 (39%)
RAMAL	144	59 (-59%)	58 (-59%)
REDE	35	36(2%)	54 (54%)
Coroa Perus (rede nova - sem VRP)			
Vazamentos	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	126	151 (20%)	170 (35%)
RAMAL	65	44 (-33%)	32 (-51%)
REDE	5	11 (120%)	11 (120%)
Antonio Ayrosa (rede antiga - com VRP)			
Vazamentos	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	55	72 (31%)	68 (23%)
RAMAL	19	17 (-11%)	14 (-27%)
REDE	18	23 (28%)	15 (-17%)
Chica Luiza (rede nova - com VRP)			
Vazamentos	Pré GDN	Pós GDN	Atual
CAVALETE	29	36 (24%)	22 (-24%)
RAMAL	13	11 (-15%)	10 (-23%)
REDE	4	8 (100%)	4

Fonte: Elaboração própria.

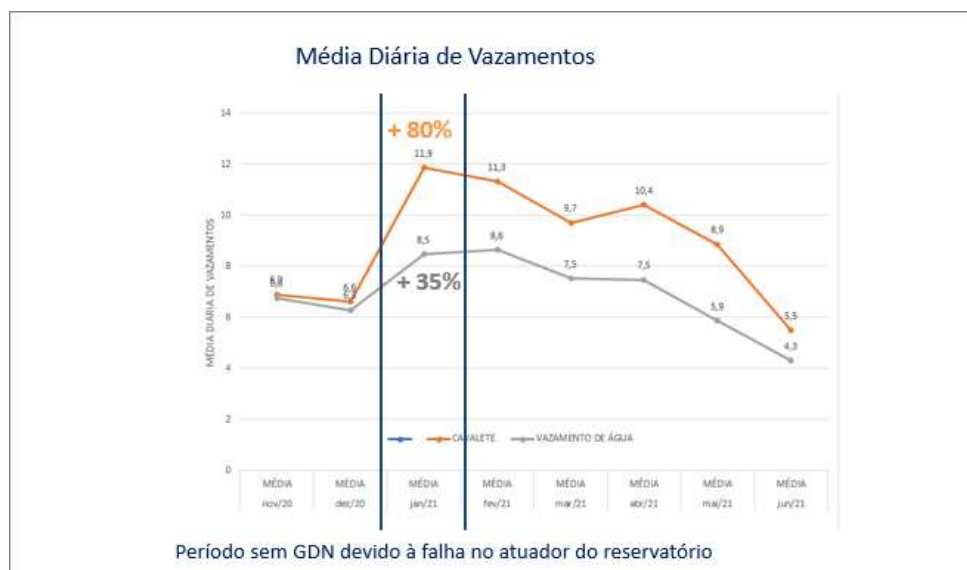
5. CONCLUSÕES

A GDN é uma prática recomendada pela IWA e utilizada por diversas empresas de saneamento em todo o mundo, ela evita que as altas pressões no sistema, associado ao baixo consumo no período noturno impacta negativamente as redes de abastecimento causando vazamentos e aumentando os índices de perdas no sistema de abastecimento de água potável (HAMILTON, S., & MCKENZIE, R. (2014).

A conclusão resumida de todo este estudo de caso, mostra que operação da GDN resulta em um impacto negativo nas redes e nos cavaletes, porém o mesmo não ocorre nos ramais. Esse impacto negativo pode ser mitigado ou mesmo revertido com uma gestão eficiente da pressão no sistema através da utilização das VRPs. Outro fator de mitigação é a renovação dos ativos, este estudo mostrou que áreas com redes mais novas sofreram menos impactos. Para que essas conclusões tivessem algum fundamento prático, foram extraídos alguns dados de eventos ou informações específicas da região estudada:

- Em janeiro de 2021, um dos reservatórios da UGR Pirituba, sofreu um problema no atuador da válvula de saída que impediu que a GDN fosse realizada durante todo o mês. Como consequência, houve um aumento de 80% na média diária de vazamentos em cavaletes e 35% nos vazamentos em rede. Somente após 3 meses os patamares voltaram ao normal. A figura a seguir ilustra esse evento em que a área do reservatório ficou sem GDN, e fundamenta na prática, que a utilização da GDN é importante para evitar aumento dos números de vazamentos.

Figura 25 – Média diária de vazamentos



Fonte: Elaboração própria.

- Em 2018 a UGR Pirituba possuía 627km de redes de distribuição cobertas por VRPs. Em 2020, após um trabalho para aumentar essa cobertura, esse número aumentou de 627km para 680km um aumento de 16%. Como consequência, houve uma diminuição no número absoluto de vazamento em redes de aproximadamente 30%. Essa informação fundamenta a conclusão de que a gestão de pressão apresenta ganhos na redução dos vazamentos, mesmo com o impacto negativo da operação da GDN.

6. RECOMENDAÇÕES E INVESTIGAÇÕES FUTURAS

Apesar do estudo de caso abranger uma extensa área, com materiais diversos, idades de rede, pressões e cotas divergentes, faz-se necessário ampliar ainda mais o estudo devido as diversas variáveis e a dinâmica que os



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



sistemas de abastecimento possuem. Uma investigação futura que complementaria este estudo é a análise de custos da renovação dos ativos em relação aos custos operacionais gerados pelos vazamentos e demais impactos financeiros dos aumentos de índices de perdas. Essa análise é importante para a tomada de decisão dos ativos que devem ou não ser trocados de acordo com seu índice de vulnerabilidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HAMILTON, S., & MCKENZIE, R. (2014). *Water management and water loss*. IWA Publishing.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.218: Instalações prediais de água potável - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
3. IWA. *International Water Association Publishing Online*. Disponível em https://iwaponline.com/ws/search.results?page=1&q=water%20supply%20pressure%20manage%20nigh%20flow&fl_SiteID=30. Acesso em: 10/05/2024.