

PESQUISA E MELHORIAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA RUA QUINZE DE NOVEMBRO NO BAIRRO VILA NOVA

Leandro Buch

Eng. Civil, formado no Centro Universitário Católica de Santa Catarina, Servidor da Companhia Águas de Joinville a 13 anos, cursos complementares em: Instalações hidráulicas, pesquisa de vazamento e método não destrutivo para substituição de tubulações.

Pricila de Santana

Eng^a. Civil, formada no Centro Universitário Católica de Santa Catarina.

Vitor Estevão Antunes Gomes

Eng. Civil, formado no Centro Universitário Católica de Santa Catarina, Engenheiro de aplicação da Acque Engenharia.

Robison Negri (orientador)

Professor Doutor, do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católica de Santa Catarina, Sócio Proprietário da Ambient Engenharia.

Endereço: Rua XV de Novembro, 3950 – Glória – Joinville – SC – CEP: 89216-202 – Brasil – Tel: +55 (47) 99195-1344 – e-mail: leandro_buch_@hotmail.com

RESUMO

Esse trabalho visa demonstrar que um cadastro técnico confiável, fornece meios mais precisos para auxiliar na redução de perdas de água e agilidade nas manutenções ou melhorias na rede de distribuição. A rede de água apresenta problemas e desgastes devido os materiais utilizados em sua implantação e seu uso. Com isso, visou pesquisar os desvios cadastrais da rede de distribuição existente, e bem como a análise das despesas da obra de pesquisa e melhorias no sistema de abastecimento de água do bairro Vila Nova em Joinville, Santa Catarina. A setorização é fundamental para o controle e monitoramento do sistema. O principal problema encontrado na obra foi a falta de precisão nas informações registradas no cadastro técnico, assim foi executado o levantamento cadastral em campo das redes de abastecimento. A maior dificuldade da obra foi compatibilizar as execuções, com a obra de drenagem e pavimentação, executadas pela Prefeitura Municipal, e que não houve gastos com a repavimentação asfáltica. Demonstramos que foi alcançado o resultado esperado, que era reduzir as interrupções no abastecimento de um bairro todo durante manutenções ou melhorias na rede de distribuição.

PALAVRAS-CHAVE: Setorização, Cadastro Técnico, Sistema de Abastecimento.

INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento público de água tratada é um dos serviços que são classificados com requisitos básicos de saneamento na Política Nacional de Saneamento. De acordo com Motta (2010), é inevitável uso da água para a manutenção da vida. Considerada abundante no planeta, nunca existiu preocupação com seu uso e destinação, sendo utilizada em estado natural para fins como irrigação, geração de energia e lazer, e após o processo de tratamento para o abastecimento público ou industrial.

O município de Joinville está geograficamente localizado na Vertente Atlântica da Serra do Mar, e tem a seu favor a geomorfologia da região, juntamente com as condições climáticas que influenciam a região. O município é formado pelas bacias hidrográficas dos rios, Cubatão, Palmital, Cachoeira, Parati, Pirai, Itapocuzinho e das bacias da vertente Leste e Sul. As bacias utilizadas para captação de água para tratamento e distribuição são as bacias dos rios Cubatão e Pirai (JOINVILLE, 2021).

Dentro do sistema de abastecimento, a água passa por vários processos, procedimentos operacionais e medições até chegar à residência do usuário, como: tratamento, adução, reservação, distribuição e medição.

Devido à substituição de empresas prestadoras do serviço no decorrer dos anos, muitas informações sobre a infraestrutura das redes de abastecimento acabam se perdendo. No ano de 2004, quando nesse período a Prefeitura Municipal de Joinville (PMJ) decidiu criar a empresa Companhia Águas de Joinville (CAJ) e a ela

conceder o sistema de água e esgoto do município através da lei 5.054/2004 de 02 jul. 2004 (JOINVILLE, 2004).

O desabastecimento emergencial de água para a execução de reparos na rede de distribuição no bairro Vila Nova, afeta aproximadamente 13500 lotes, impactando em pouco mais de 25 mil habitantes no ano de 2020 (JOINVILLE, 2021). A interrupção total do abastecimento do bairro se dá pela falta de conhecimento da realidade de implantação das redes de macro distribuição de água, além da falta de confiabilidade no cadastro operacional herdado da antiga prestadora do serviço do município.

As interrupções no abastecimento de água no bairro Vila Nova trazem à tona a necessidade de otimização do sistema de distribuição de água. Portanto, o presente trabalho pretende contribuir com uma análise relativa à importância da manutenção e atualização do sistema de cadastro técnico das empresas de saneamento. Também pretende-se avaliar as técnicas utilizadas na gestão da CAJ a fim de melhorar o sistema de abastecimento e minimizar os impactos à população.

OBJETIVOS

O trabalho propõe analisar os desvios cadastrais da rede existente, bem como as soluções técnico-financeiras da obra de setorização do abastecimento de água do bairro Vila Nova, de Joinville -SC.

Objetivos Específicos

- Comparar os resultados do levantamento cadastral de campo das redes de abastecimento com os dados do cadastro técnico operacional existente;
- Apresentar as dificuldades executivas encontradas e as soluções técnicas propostas para cada caso;
- Realizar uma análise dos custos de implantação da setorização do sistema de abastecimento de água.

METODOLOGIA DE PESQUISA

Para se atingir os objetivos deste trabalho estruturou-se um método de pesquisa descrito no presente capítulo, iniciando pela apresentação do objeto da pesquisa.

Objeto De Estudo

O objeto de estudo é a obra de pesquisa e melhoria do sistema de abastecimento de água do bairro Vila Nova, na Rua Quinze de Novembro, localizada no Município de Joinville-SC. A obra se estendeu em aproximadamente 3 km entre a Rua Leopoldo Beninca e a Rodovia SC-108, e foi executada pelo prestador do serviço do município de Joinville – SC, à CAJ. A Figura 1, apresenta um panorama geral da área de estudo.

A Rua Quinze de Novembro é a principal via do bairro Vila Nova, região oeste da cidade, dividindo o bairro em norte e sul e fazendo a ligação com rodovias e outros bairros. Também é considerada uma das principais vias da cidade de Joinville, possuindo uma extensão total de aproximadamente 8 km e cruzando por 4 bairros do município.

Figura 1 – Trecho da via para obras



Fonte: Adaptado Google, 2022

Pesquisa De Crescimento Populacional Do Bairro Vila Nova

Como primeira etapa metodológica realizou-se um estudo relativo ao crescimento populacional do bairro, para tanto, catalogou-se as imagens de satélite disponíveis no Google Earth a partir do ano de 2005, com o intuito de identificar os novos empreendimentos implantados.

De posse da análise espacial qualitativa realizou-se a estimativa do crescimento populacional vegetativo com base no número de economias e média de habitantes por economia. Considerou como base de cálculo a estimativa do IBGE de 2010, que considera 2,9 habitantes por economia.

Por fim, realizou-se uma comparação com o crescimento previsto no Plano Diretor de Água da CAJ.

Análise Comparativa Cadastral

Os dados iniciais para o levantamento de campo das redes de abastecimento existentes, foram obtidos do mapa de cadastro técnico da antiga concessionária que atuava na cidade, a Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN) e do atual cadastro técnico vetorial da CAJ.

Inicialmente foi efetuada a análise comparativa entre ambos os cadastros, a fim de identificar as divergências existentes. Os dados cadastrais analisados nesta etapa foram: os mapas antigos datados da década de 1980 que atualmente estão digitalizados, um mapa em formato vetorial de desenho 2D e outros em formato vetorial geoespacial.

Neta primeira análise verificou-se as divergências das redes de distribuição, acessórios como: conexões, válvulas de manobra, válvulas de descarga, ventosas, entre outros. Também foi possível analisar o crescimento do bairro, a fim de identificar os novos loteamentos e a implantação de novas redes de distribuição.

De posse da pesquisa documental, realizou-se uma pesquisa de campo, efetuando escavações em locais pré-determinados, identificando a posição, diâmetro e se há algum acessório instalado junto a tubulação. Durante a pesquisa de campo, foram feitos testes de funcionamento e vedação de todas as válvulas de manobras que foram localizadas, para prever sua substituição, se necessário.

O resultado de toda a fase de análise cadastral foi materializado em croquis, com indicação de tipo de tubulação, diâmetro, material da tubulação, medida de profundidade, distância de pontos fixos, distância entre acessórios caso houver, e o registro fotográfico do local. Este registro foi utilizado para a comparação e correção do cadastro técnico quando necessário.

Análise Das Soluções Propostas E Dificuldades Executivas

Segundo a CAJ a intervenção objeto de estudo, foi planejada com o objetivo de solucionar as dificuldades operacionais do sistema, motivadas também pelas intervenções que a via estava passando, relacionadas às obras de drenagem e requalificação asfáltica de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Joinville (PMJ).

Para atingir este objetivo, foi realizada a análise dos resultados da comparação cadastral, bem como dos registros fotográficos do histórico de execução da obra, fornecidos pela CAJ.

O método científico utilizado foi o de análise documental descritiva.

Os dados foram organizados em um fichamento que possibilitou relacionar claramente as informações gráficas documentais com as análises descritivas.

Análise De Custos

Os custos realizados foram levantados dos pagamentos efetivamente realizados pela CAJ as empreiteiras, através de contratos vigentes no período, onde há uma composição de custos para tipos de serviços a serem executados. Sendo que alguns serviços são pagos um valor fixo definido em contrato, e outros, são remunerados por medição quantitativa dos volumes de escavação ou metro de rede implantada.

A medição e pagamento são realizadas através do sistema comercial e operacional da CAJ denominado Sansys. Os dados extraídos do referido sistema, foram posteriormente organizados também em planilha no Excel.

Resultados E Discussões

Apresentamos neste capítulo as pesquisas realizadas sobre o bairro Vila Nova, o cadastro técnico da CAJ, serviços de pesquisa de campo, as propostas pós pesquisa e os resultados obtidos.

PESQUISA DE CRESCIMENTO DO BAIRRO VILA NOVA

Com base nas imagens de satélite disponibilizadas pela plataforma do Google Earth pode-se realizar uma análise histórica do crescimento urbano da região abastecida pelo Macro setor do Centro de Reservação – R5. Pode-se observar partir do ano de 2005, a implantação de novos loteamentos e condomínios residenciais horizontais ou verticais conforme demonstramos no 08 01.

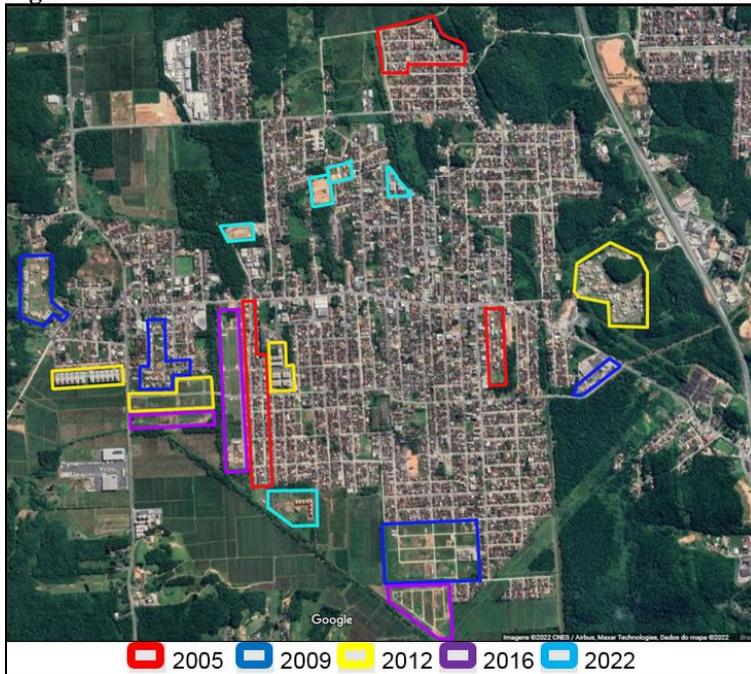
Quadro 01 – Número de novos empreendimentos

Novos Empreendimentos	
Quantidade	Tipo de empreendimento
4	Condomínio Horizontal fechado
6	Condomínio Vertical
9	Loteamentos

Fonte: Os autores, 2022

Por fim, na Figura 02 observa-se a distribuição espacial e cronológica de todos os novos grandes empreendimentos citados no Quadro 01 até o ano de 2022.

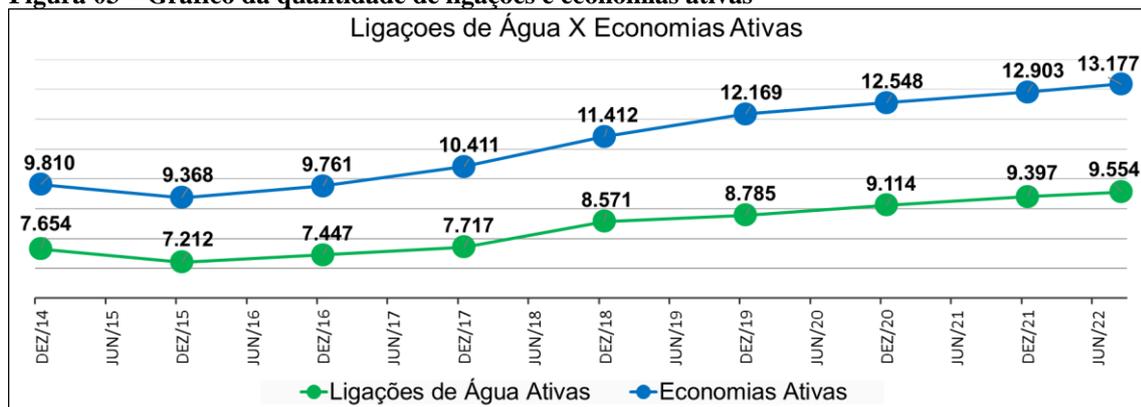
Figura 02 – Vila Nova em 2022



Fonte: Adaptado de Google, 2022

Na Figura 03 procura-se ilustrar o crescimento do bairro em termos do número de ligações de água ativas e do número de economias a partir do ano de 2014. Percebe-se que o número de economias sofreu um incremento de 34,32% no período de 2014 a 2022.

Figura 03 – Gráfico da quantidade de ligações e economias ativas

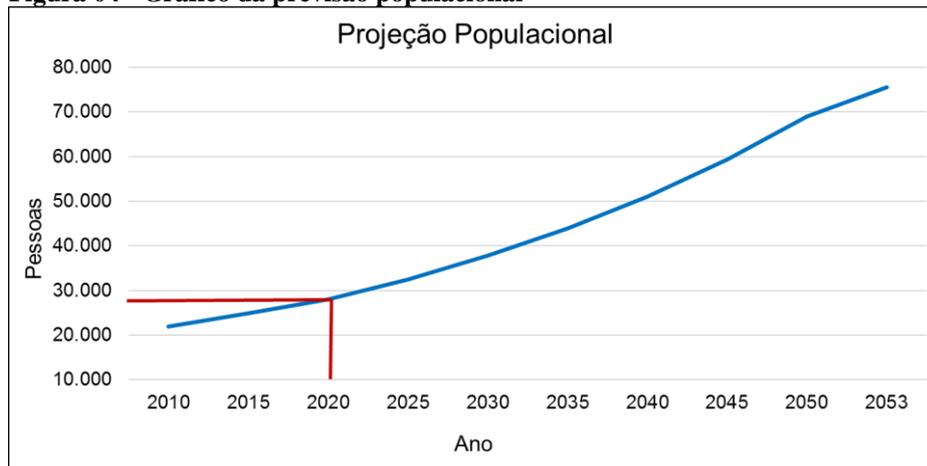


Fonte: Adaptado de CAJ, 2022

Considerando que o número de economias representa aproximadamente a quantidade de residências ou apartamentos existentes pode-se estimar, com base na média de habitantes por economia do IBGE (2010), que o bairro conta com aproximadamente 38 mil habitantes e, segundo o plano diretor de água (PDA) da CAJ, até o ano de 2053 projeta-se uma população de aproximadamente 75 mil pessoas, para o bairro Vila Nova Figura 04.

De modo, a aferir o crescimento projetado, o PDA da CAJ estimava uma população de 30 mil habitantes para o bairro no ano de 2022, valor este superado conforme a estimativa apresentada. Já a PMJ estimava uma população aproximada de 25 mil habitantes para 2020.

Figura 04 - Gráfico da previsão populacional



Fonte: Adaptado de CAJ, 2022

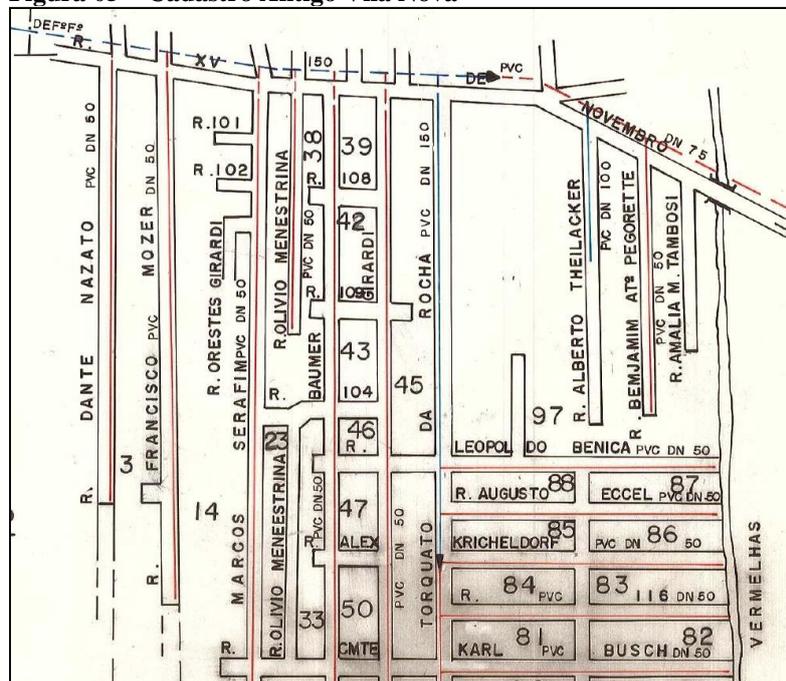
PESQUISA DE CADASTRO TÉCNICO OPERACIONAL E INTERVENÇÕES

Neste capítulo apresenta-se um breve histórico do sistema de cadastro técnico da CAJ, bem como os resultados relativos às divergências cadastrais observadas.

Cadastro Da Antiga Concessionaria

Inicialmente apresenta-se o cadastro técnico disponibilizado à CAJ pela antiga concessionária. Cabe ressaltar que o cadastro técnico consistia em mapas em papel nos formatos A1 e A0, com desenhos feitos a mão. Estas peças gráficas foram digitalizadas e estão armazenadas no setor de cadastro técnico. Os mapas referentes ao bairro Vila Nova estão datados de 1982, 1985 e 1990, todos possuem as ruas impressas como referência e as redes de água desenhadas a mão nas cores azul e vermelha para diferenciar seu diâmetro ou material, como exemplo vemos a Figura 05.

Figura 05 – Cadastro Antigo Vila Nova



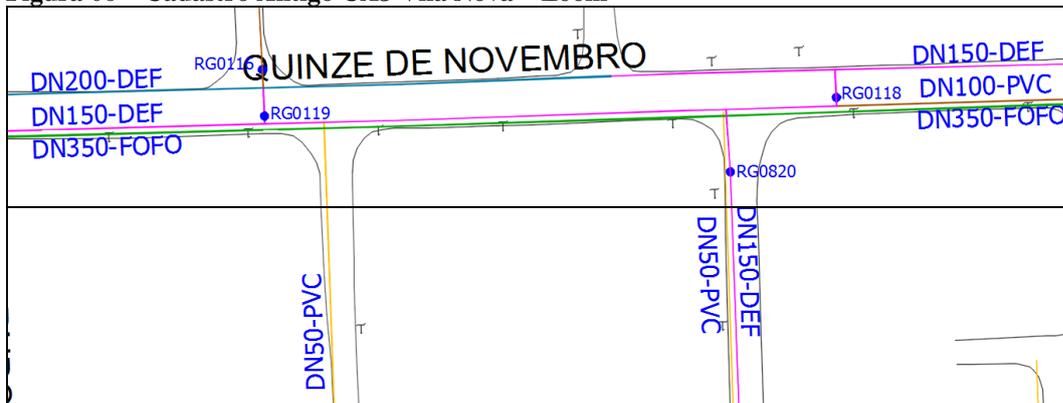
Fonte: CAJ, 2022

Cadastro Antigo Da Caj

Com o início da operação do sistema pela CAJ em 2005, passou a criar um banco cadastral em formato vetorial, através de *software CAD* em formato *Design Web Graphic – DWG*. O novo cadastro passou a contar com as informações de posição aproximada das redes, válvulas, material da tubulação, conexões e acessórios.

Abaixo a Figura 06 apresenta um exemplo do cadastro técnico para a mesma área. Logo, percebe-se algumas diferenças relativas à precisão da escala, além da diferenciação vetorial de cada rede, através dos *layers* do *software CAD*.

Figura 06 – Cadastro Antigo CAJ Vila Nova – Zoom

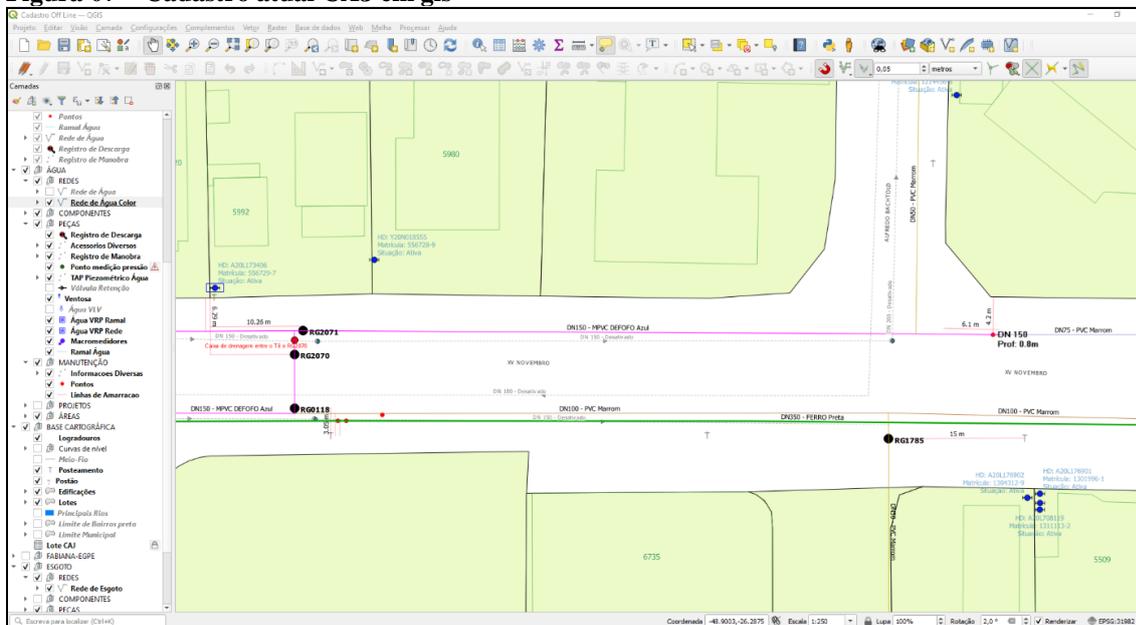


Fonte: CAJ, 2022

Cadastro Atual Da Caj

Atualmente a CAJ utiliza o cadastro em formato vetorial *Geographic Information System – GIS*, onde todas as informações estão em um banco de dados que podem ser acessados de qualquer lugar com um aplicativo leitor ou editor através de uma Sistema de Informações Geográfica – SIG. Neste formato de cadastro houve a união dos cadastros operacional de água, esgoto e comercial conforme ilustrado na Figura 07.

Figura 07 – Cadastro atual CAJ em gis



Fonte: CAJ, 2022

Neste formato cada item cadastrado possui suas atribuições definidas e armazenadas em uma tabela de atributos referenciada ao seu georreferenciamento. Por exemplo uma rede de água, é dividida em segmentos, cada segmento possui diversos atributos, destacados e mostrados na Figura 14 como; diâmetro, cor, material, ano de implantação e status.

Esta evolução tecnológica no sistema atualmente utilizado contribuiu para melhorar a disponibilização das informações a todos os usuários, com atualização diária, tanto em desktop ou smartphones. Os arquivos podem ser lidos ou editados em softwares de GIS. O armazenamento principal dos dados está em servidor central compartilhado com a PMJ. Além de unir todas as informações cadastrais em um único local, pode-se exportar ou inserir dados através de planilhas.

COMPARATIVO DO CADASTRO TÉCNICO

Conforme o método proposto, realizou-se um levantamento de campo com o intuito de verificar a conformidade do cadastro técnico existente, a fim de propor as intervenções e melhorias necessárias para micro setorização da rede de distribuição.

Os locais ou trechos da pesquisa foram definidos com base na análise das informações de campo registradas pelos colaboradores durante a execução das obras dos serviços de manutenção, conforme apresentado na Figura 08.

Figura 08 - Pontos de pesquisa



Fonte: Adaptado do google, 2022

As pesquisas de campo foram executadas por colaboradores da CAJ e de empresa contratada por ela, entre os meses de abril e agosto do ano de 2020, tendo sido concomitantes às obras de micro drenagem e pavimentação da PMJ.

As divergências encontradas foram listadas no Quadro 02, onde é apresentada uma descrição das divergências, se existirem, bem como a proposta das melhorias necessárias para o local.

Quadro 02 – Divergências cadastrais

Ponto	Há Divergência Cadastral?	Qual?	Efetuar Melhoria Oper.?	Qual?
Ponto 1	Sim	-Inexistência de conexão entre redes -Inexistência de válvula cadastrada	Sim	-Conectar redes existentes -Instalar válvula
Ponto 2	Sim	-Erro de conexão entre redes -Erro na posição da válvula	Sim	-Substituir válvula
Ponto 3	Sim	-Erro de conexão entre redes -Erro de diâmetro de rede	Sim	-Refazer conexões entre redes

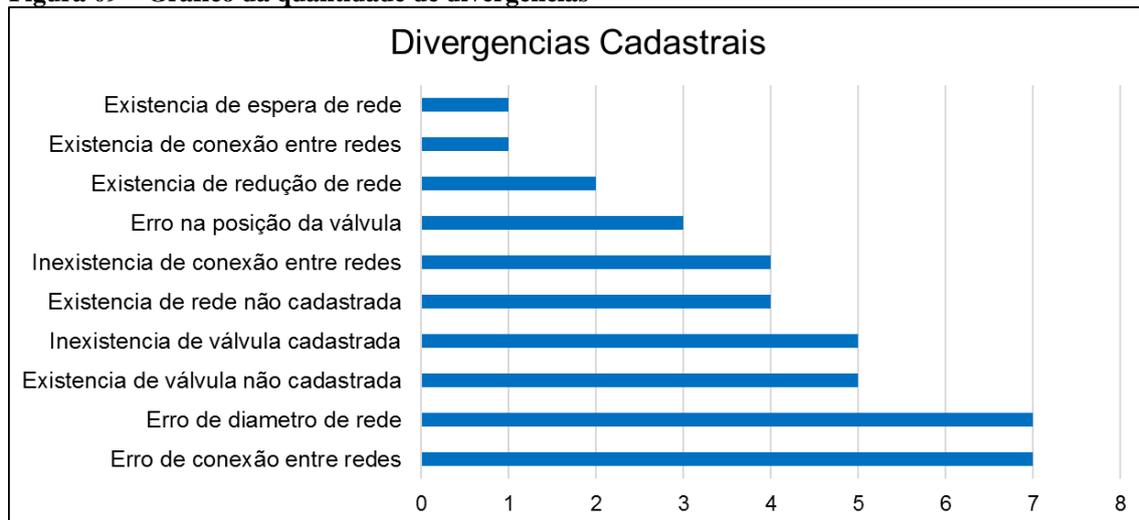


Ponto 3		-Erro na posição das válvulas -Existência de válvula não cadastrada		-Substituir válvula
Ponto 4	Sim	-Erro de diâmetro de rede -Existência de espera de rede -Existência de redução de rede -Existência de válvula não cadastrada	Sim	-Retirar espera de rede -Retirar válvula
Ponto 5	Sim	-Erro de conexão entre redes -Existência de válvula não cadastrada	Sim	-Instalar nova válvula
Ponto 6	Sim	-Erro de conexão entre redes -Erro de diâmetro de rede -Existência de rede não cadastrada -Inexistência de conexão entre redes -Inexistência de válvula cadastrada	Sim	-Substituir válvula
Ponto 7	Sim	-Erro de conexão entre redes -Erro de diâmetro de rede -Existência de rede não cadastrada -Existência de válvula não cadastrada	Sim	-Instalar novas válvulas
Ponto 8	Sim	-Erro de diâmetro de rede -Existência de rede não cadastrada	Não	---
Ponto 9	Sim	-Erro de diâmetro de rede -Existência de rede não cadastrada	Sim	-Substituir válvula
Ponto 10	Sim	- Erro de diâmetro de rede -Inexistência de conexão entre redes -Inexistência de válvula cadastrada	Sim	-Ampliar rede -Padronizar ramal predial
Ponto 11	Sim	-Existência de conexão entre redes -Existência de redução de rede -Existência de válvula não cadastrada -Inexistência de válvula cadastrada	Sim	-Substituir válvula
Ponto 12	Sim	- Erro de conexão entre redes - Inexistência de conexão entre redes -Inexistência de válvula cadastrada	Sim	-Substituir e deslocar válvula
Ponto 13	Sim	- Erro de conexão entre redes - Erro na posição da válvula	Não	---
Ponto 14	Não	---	Sim	-Substituir válvula
Ponto 15	Não	---	Não	---

Fonte: Os Autores, 2022

Na Figura 09, apresenta-se o resumo das principais divergências encontradas durante a pesquisa de campo, tendo destaque para os erros de diâmetro incorreto da tubulação e a falta de conexão entre as tubulações principais com as secundárias.

Figura 09 – Gráfico da quantidade de divergências



Fonte: Os autores, 2022

MELHORIAS OPERACIONAIS

Todo trabalho que vise alteração do sistema, mudança de fluxo de água, reforço de abastecimento, facilidade de operação, são considerados como melhorias operacionais na CAJ. Apesar de possuírem semelhanças executivas são diferentes dos serviços de manutenção.

Pontos de Melhoria Operacional

Com base nas pesquisas e informações cadastrais e o histórico operacional a equipe técnica da CAJ previu as melhorias operacionais a serem executadas e bem como os locais das intervenções, sendo estes demonstrados na Figura 10.

Figura 10 – Pontos de Intervenções para melhorias



Fonte: Adaptado do google, 2022

Por fim, foram executadas as melhorias demonstradas no Quadro 03, sendo as mais importantes as relacionadas as válvulas de manobra, que foram substituídas, reposicionadas ou instaladas. Todas as válvulas também passaram pela padronização do seu acesso, sendo este, o item mais executado, como vê-se na Figura 11.

**Quadro 03 – Melhorias Executadas**

Ponto	Melhoria Executada
Ponto 1	-Conexão entre redes DN 100 e DN75 -Instalação de válvula de manobra DN 75 -Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 2	-Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 3	-Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 4	-Substituição de válvula de manobra DN 75 -Padronização acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 5	-Reposicionamento das conexões entre redes DN100, DN75 e DN50 -Instalação de válvula de manobra DN 50 -Padronização do acesso e tampa de 3 válvulas
Ponto 6	-Retirada válvula de manobra que estava tampada e fechada -Retirada espera de rede DN 50 sem uso -Reposicionamento da redução DN 150x75 -Padronização acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 7	-Instalação de 2 válvulas de manobra DN 150 -Padronização do acesso e tampa de 4 válvulas
Ponto 8	-Substituição de válvula de manobra DN 100 -Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 9	-Instalação de válvula de manobra DN 50 -Instalação de válvula de manobra DN 150 -Padronização do acesso e tampa de 2 válvulas
Ponto 10	-Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 11	-Instalação de válvula de manobra DN 150 -Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 12	-Substituição de válvula de manobra DN 100 -Padronização do acesso e tampa de 2 válvulas
Ponto 13	-Ampliação de 60mts de rede de abastecimento DN50 em rua lateral -Padronização de ramal predial -Instalação de válvula de manobra DN 50 -Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 14	-Substituição de válvula de manobra DN 200 -Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 15	-Reposicionamento de válvula de manobra DN 100 -Padronização do acesso e tampa de 2 válvulas
Ponto 16	-Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 17	-Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 18	-Padronização do acesso e tampa de 2 válvulas
Ponto 19	-Correção da conexão entre redes DN200 e DN50 com te 200x50 -Instalação de válvula de manobra DN 50 -Padronização do acesso e tampa de 2 válvulas
Ponto 20	-Instalação de válvula de manobra DN 200 -Padronização do acesso e tampa de 2 válvulas
Ponto 21	-Substituição de válvula de manobra DN 200 -Padronização do acesso e tampa de 1 válvula
Ponto 22	-Padronização do acesso e tampa de 2 válvulas
Ponto 23	-Instalação de 2 válvulas de manobra DN 200 -Padronização do acesso e tampa de 2 válvulas

Fonte: Os autores, 2022

Figura 11 - Gráfico das melhorias executadas



Fonte: Os autores, 2022

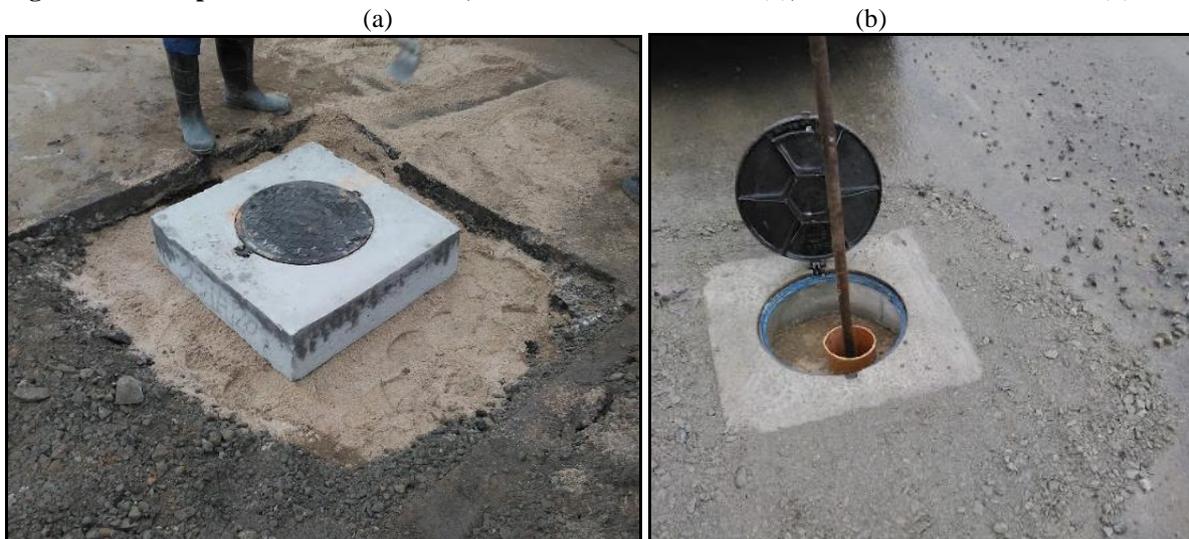
Padronização dos Acessos as Válvulas de Manobra

Considerando que todos os acessos às válvulas passaram por padronização, apresenta-se na sequência os procedimentos executivos adotados. Estas válvulas são utilizadas para interromper ou reduzir o fluxo de água sempre que necessário, seja para manutenções das redes ou execução de serviços de melhorias. Devido a isso, elas devem possuir fácil acesso para sua manobra, principalmente nas manutenções emergenciais, o que contribui para a redução das perdas de água.

Como a via estava recebendo pavimentação nova, todas as tampas de acesso às válvulas foram niveladas ao pavimento novo. Esta ação foi facilitada pelo fato que a via receberia duas camadas de asfalto.

Todas as tampas utilizadas no acesso as válvulas são fabricadas em ferro fundido dúctil, conforme e NBR 10160:2005, com DN400 e classe de resistência de 400kN. As tampas foram todas fixas em bases de concreto armado com 70x70 cm e 20cm de espessura conforme a Figura 12.

Figura 12 – Tampa de acesso as válvulas, fechada sendo instalada (a), instalada e aberta em uso (b)



Fonte: Os autores, 2022

Foi definido em campo juntamente com a empreiteira executora da obra de pavimentação a serviço da PMJ, o processo para substituição ou instalação das válvulas e nivelamento das tampas de acesso, seguindo o cronograma da pavimentação, a fim de não gerar danos ao pavimento após a pavimentação, sendo:

- Localizar, substituir ou instalar válvulas juntamente a obra de drenagem ou antes da fresagem do pavimento antigo;
- Instalar o tubo DN150 de acesso ao cabeçote da válvula;
- Instalar um CAP (conexão) na ponta superior do tubo de acesso para proteção contra sujeiras;
- Instalar uma tampa provisória metálica ou chapa de madeira sobre o cap para futura identificação após a primeira camada de asfalto ser aplicada;
- Instalar tampa DN400 definitiva, deixando-a 5 cm acima no nível da primeira camada de asfalto, já antecipando a segunda camada de asfalto que teria 5 cm de espessura.

PRINCIPAIS DIFICULDADES DE EXECUÇÃO

A principal dificuldade encontrada teve relação direta a logística e planejamento das intervenções. Como as obras de melhorias na rede de distribuição da água ocorreram simultaneamente às obras de drenagem e pavimentação, houve a necessidade de compatibilizar a programação de ambas. De modo geral as obras de abastecimento de água foram encaixadas ao cronograma das obras de drenagem e pavimentação da via.

Tendo maior liberdade de planejamento somente no trecho onde não houve a execução de drenagem, apenas requalificação asfáltica.

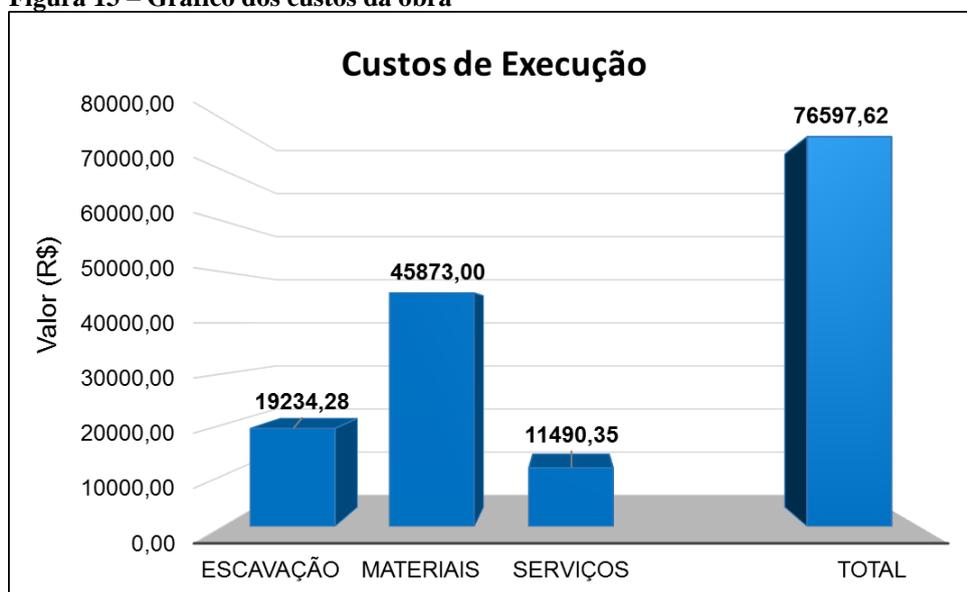
ESTUDO DE CUSTOS DA OBRA DA CAJ

Um ponto positivo para a execução da obra, foi a não necessidade de repavimentação dos pontos escavados, devido a obra da PMJ de requalificação asfáltica, toda a pavimentação foi efetuada pela PMJ.

A CAJ teve custo apenas com a mão de obra de execução dos serviços de instalação hidráulica, escavação e materiais.

Conforme a Figura 13, o maior custo para execução da obra foi com os materiais utilizados, e o custo total de aproximado foi de R\$ 76.600,00.

Figura 13 – Gráfico dos custos da obra



Fonte: Os autores, 2022

Levando em consideração que no ano de 2020, foi faturado mensalmente em média 13m³ por unidade ou economia ativa, isso representou R\$ 54,27 por unidade, a quantidade de unidades no período era de 12548, logo o faturamento médio bruto da região foi de R\$ 680.979,96.

Com estas informações, vemos que o investimento na obra de pesquisa e melhorias na região representou 11,25% do faturamento médio de um mês.

HISTÓRICO E MELHORIAS ALCANÇADAS DEPOIS DA SETORIZAÇÃO

Com a conclusão da obra, foi possível analisar os resultados operacionais obtidos, em comparação com a situação anterior a execução das obras.

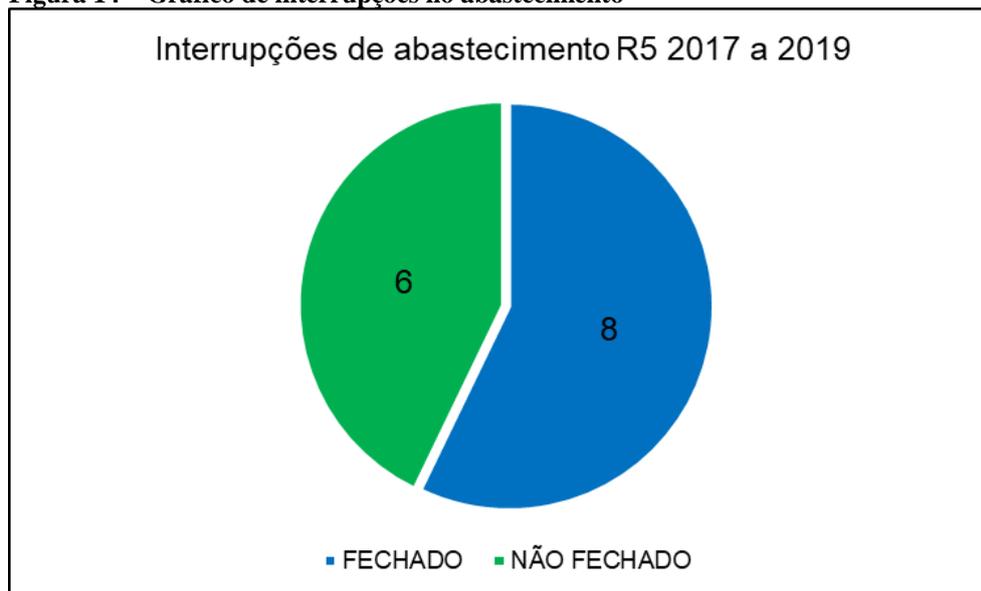
Histórico Das Intervenções Na Rede De Abastecimento De Água

Inicialmente foi pesquisado o histórico de intervenções nas redes de abastecimento da Rua Quinze de Novembro, seja para manutenções, melhorias ou interligações de novas redes de água, entre os anos de 2017, 2018 e 2019, período antes da obra

Verifica-se que durante a execução de serviços de manutenção ou melhorias em que houve a necessidade de interrupção do fluxo da água, foi necessário fechar temporariamente a saída do reservatório R5 para a execução dos trabalhos, afetando toda a população abastecida por ele.

Em mais da metade das vezes foi preciso fechar a saída do reservatório como vemos graficamente na Figura 14 abaixo.

Figura 14 – Gráfico de interrupções no abastecimento



Fonte: Os autores, 2022

Como forma de exemplificar o impacto da ausência da setorização, no atendimento à população, a Figura 15, representa os registros da vazão do macromedidor de saída do reservatório R5, devido ao rompimento da rede seguido de interrupção do abastecimento para a manutenção, no dia 07 de ago. de 2017.

Figura 15 – Gráfico de vazão do reservatório dia 07/08/2017



Fonte: Adaptado de CAJ, 2022

Quando ocorre o fechamento da válvula de saída do reservatório R5, toda a área destacada na Figura 16 fica com o abastecimento comprometido, isso engloba praticamente todo o bairro Villa Nova e parte da área rural. Neste caso, aproximadamente 12 mil economias ficaram desabastecidas entre 5 e 6 horas, com base em dados de 2020.

Figura 16 – Área afetada com fechamento do reservatório R5

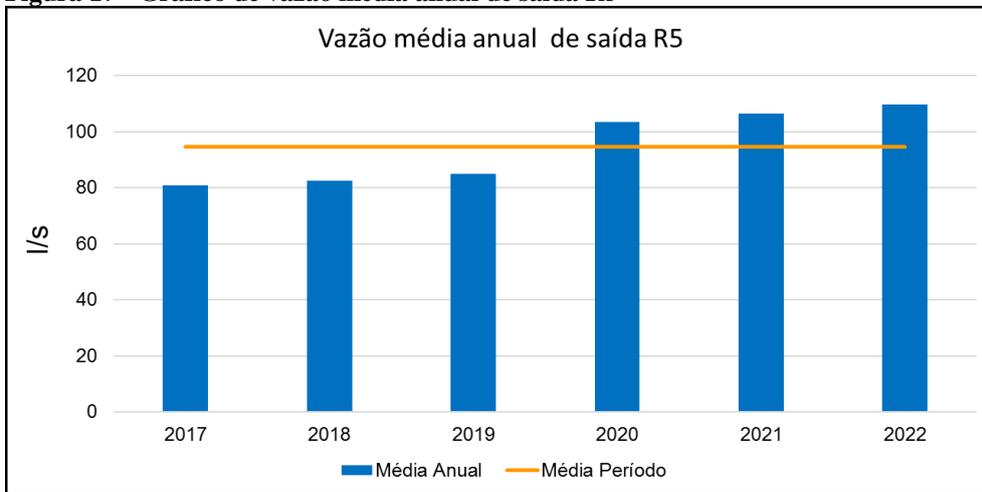


Fonte: Adaptado do google, 2022

Dados Históricos e Comparativos

Na figura 17 demonstra-se que a vazão média anual de saída do reservatório R5, sofreu um aumento gradativo, vindo a convergir com os dados de aumento populacional do bairro. Já o aumento repentino de vazão média no ano de 2020, ocorreu em função dos rompimentos de rede ocorridos durante as obras e as várias interrupções no abastecimento, cada interrupção gera a necessidade de esvaziamento da tubulação para execução dos trabalhos, vindo a aumentar a perdas de água e consequentemente aumento da vazão.

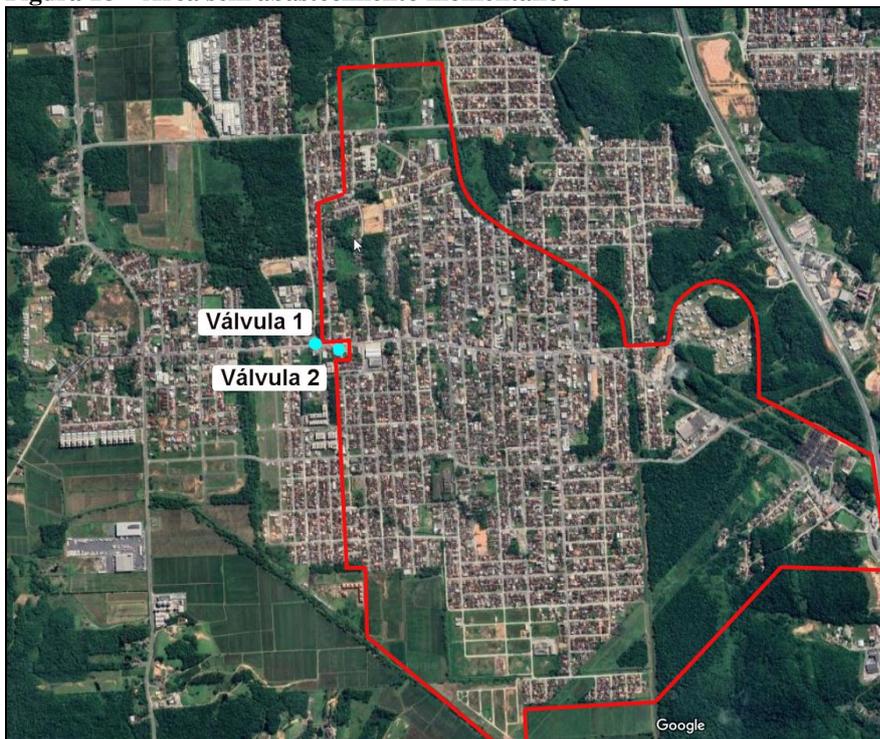
Figura 17 - Gráfico de vazão média anual de saída R5



Fonte: Adaptado de CAJ, 2022

A instalação de novas válvulas já demonstrou eficácia, na Figura 18, foram instaladas 2 novas válvulas em período anterior as obras, nas proximidades dos números 7765 (2) e 7920 (1), o que permitiu reduzir a área afetada pelas interrupções no abastecimento, neste caso 6803 economias tiveram o abastecimento comprometido.

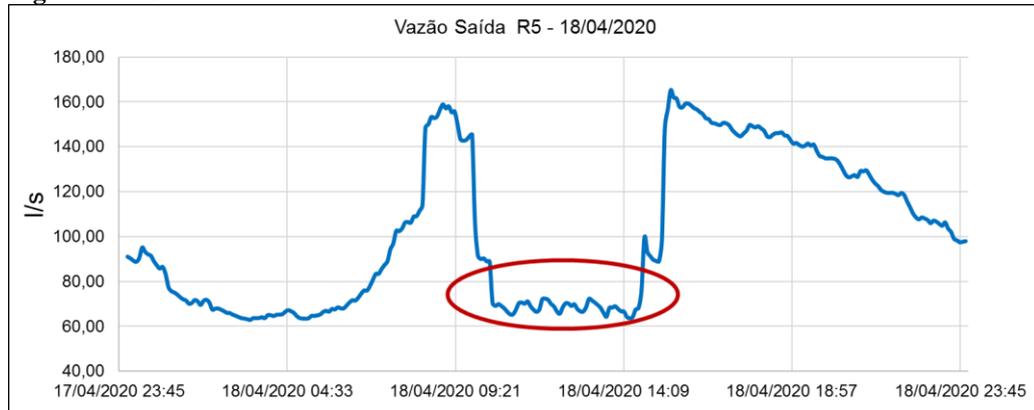
Figura 18 – Área sem abastecimento momentâneo



Fonte: Adaptado de google, 2022

Com o fechamento das válvulas da figura 18, e o hidrograma de vazão de saída do reservatório R5, demonstra-se na Figura 19, que a interrupção devido a manutenção de rede DN150, no dia 18/04/2020, ainda manteve o consumo parcial do bairro, mantendo a vazão de saída do reservatório próximo a 70 l/s.

Figura 19 - Gráfico de vazão do reservatório dia 18/04/2020

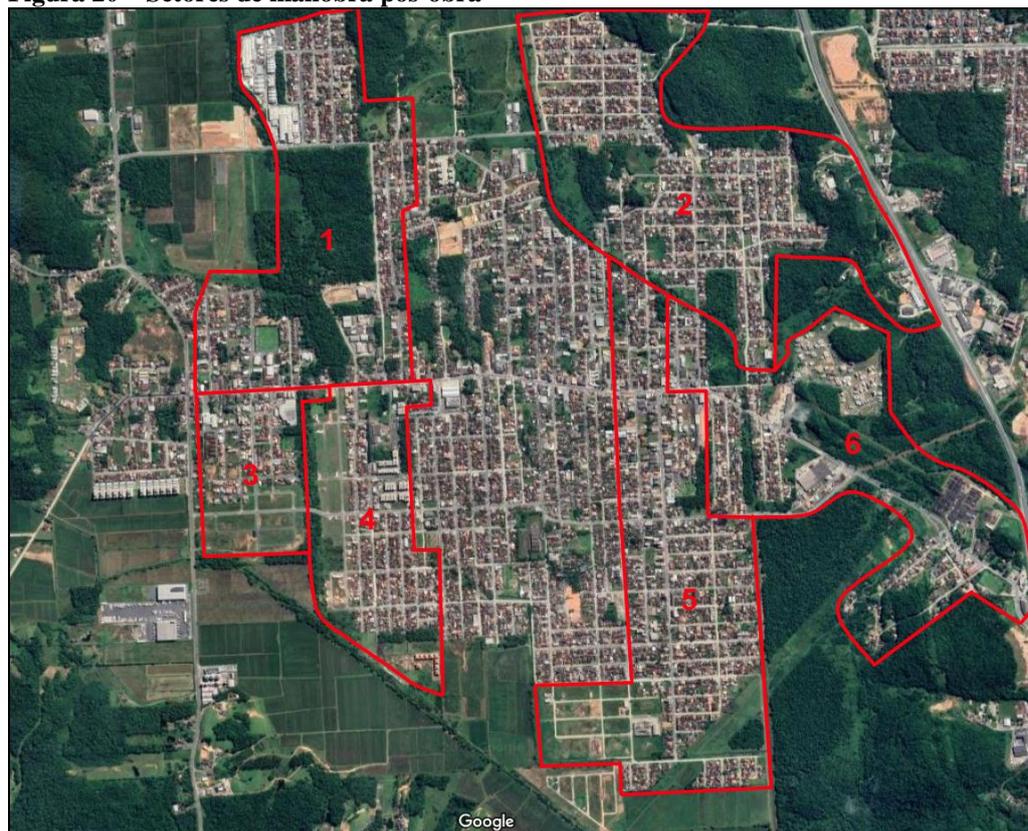


Fonte: Adaptado de CAJ, 2022

Com a conclusão da obra, conseguiu-se a individualização de 6 setores de manobra, apresentados na Figura 20, sendo possível a operação com desabastecimento parcial do Bairro, de bem como interrupção total com o fechamento de no máximo 3 válvulas de manobra na Rua Quinze de Novembro.

Na área central do bairro, é necessário o fechamento de mais válvulas de manobra, inclusive em ruas laterais a via principal, a ação é necessária devido as características da tubulação ser do tipo de rede malhada, conforme o ponto da intervenção pode ser necessário fechar até 6 válvulas de manobra.

Figura 20 – Setores de manobra pós-obra

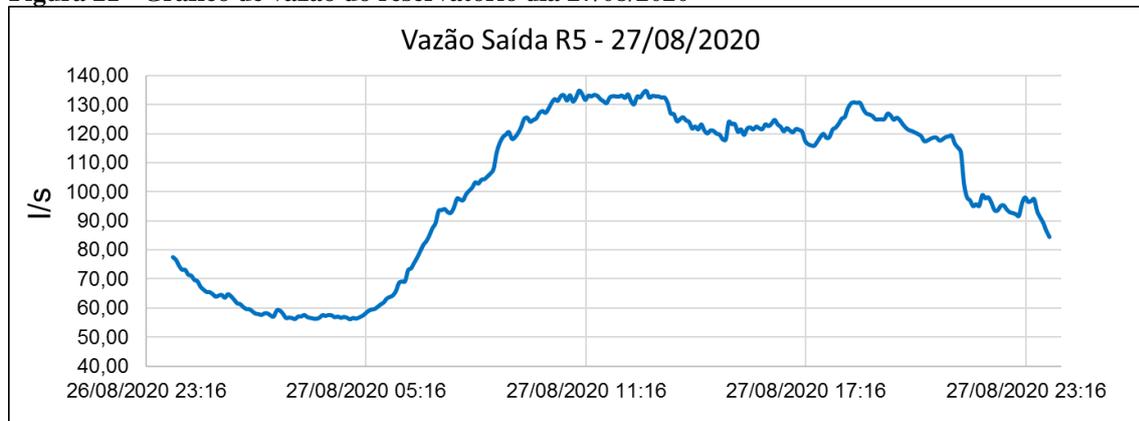


Fonte: Adaptado de google, 2022

Ainda no período final de execução da obra ocorreu um rompimento de rede DN150, onde foi preciso fechar válvulas que afetaram o abastecimento da área 1. Atualmente (2022) esta área possui 1054 economias ativas.

Neste período todas as válvulas já estavam operando em definitivo. Foi possível analisar na Figura 21 que a vazão de saída do reservatório neste dia não sofreu significativa alteração, mostrando resultado positivo dos trabalhos realizados.

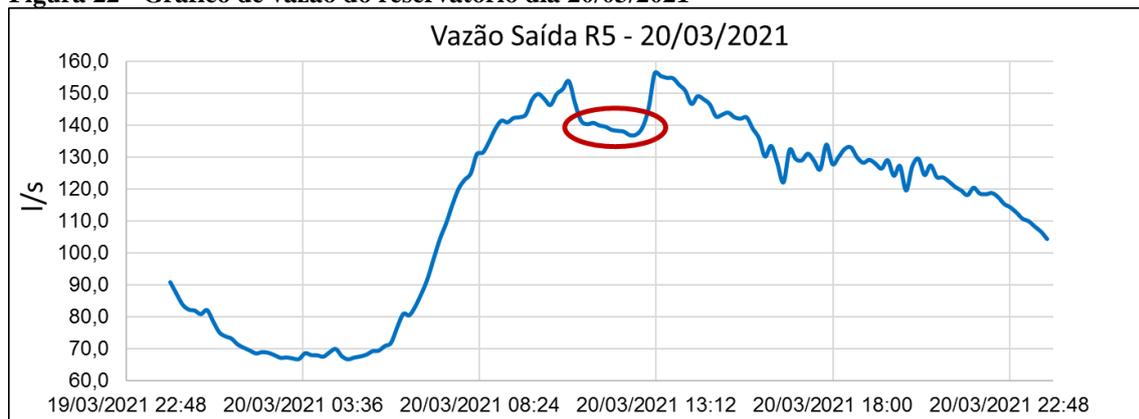
Figura 21 - Gráfico de vazão do reservatório dia 27/08/2020



Fonte: Adaptado de CAJ, 2022

No dia 20 março de 2021, houve rompimento de rede DN200, o que afetou o abastecimento da área 4, que atualmente possui 1645 economias ativas (2022). Analisando os dados na Figura 22 a vazão de saída do reservatório, neste dia sofreu uma pequena alteração de aproximadamente 20 l/s, durante a execução do conserto da tubulação.

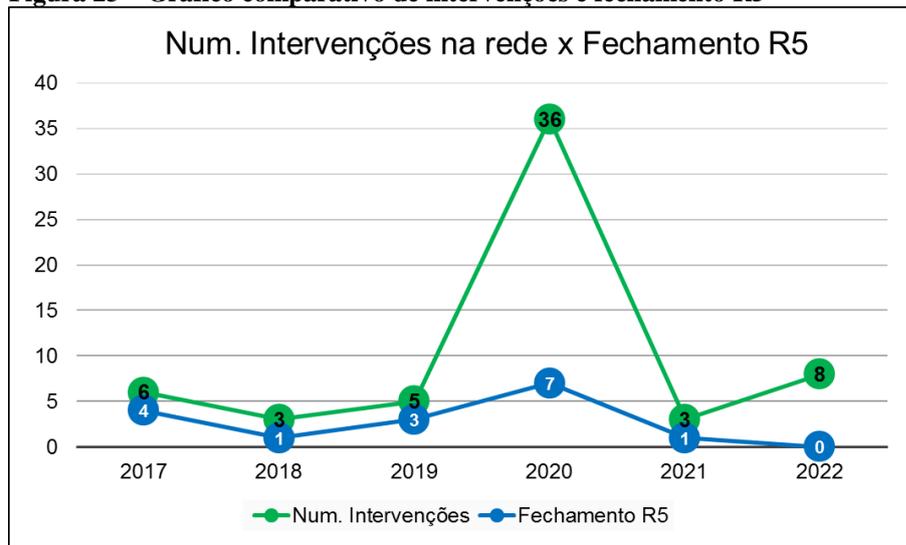
Figura 22 - Gráfico de vazão do reservatório dia 20/03/2021



Fonte: Adaptado de CAJ, 2022

Diante do histórico de intervenções na rede de distribuição do Bairro relacionada com a necessidade de fechamento total do reservatório, na Figura 23, fica clara a eficácia do trabalho, pois em 2022, após a conclusão das obras de melhoria, mesmo havendo oito intervenções na rede, não houve a necessidade de interrupção total do abastecimento.

Figura 23 – Gráfico comparativo de intervenções e fechamento R5



Fonte: Os autores, 2022

O pico na quantidade de intervenções no ano de 2020 está relacionado à execução da obra. Nos anos pós-obra, 2021 e 2022, identifica-se significativa redução no número de fechamento da saída do reservatório R5. Em 2021 houve 1 fechamento do reservatório para manutenção, devido a rompimento da rede no único trecho em que não houve obras no ano de 2020, no cruzamento da Rua Quinze de novembro com a Rodovia SC108.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o constante crescimento do bairro, era necessário a obra para regularizar a situação e minimizar os problemas futuros de total desabastecimento.

O trecho mais crítico quanto as redes de macro distribuição, é onde se encontram as redes DN200 e DN150, para intervenções nestas redes é obrigatório o fechamento das válvulas de manobra, e assim afetar o abastecimento. O fato de executar as obras conjuntamente, gerou economia para a CAJ, pelo fato que não houve despesas com repavimentação asfáltica e algumas escavações foram executadas pela executora da drenagem pluvial.

A padronização do acesso as válvulas de manobra trouxeram benefícios como facilidade e agilidade nas manobras, considerando seu uso nas manutenções emergenciais, a rapidez é fundamental para interrupção do fluxo da água, contribuindo para a redução das perdas de água e execução da manutenção. A execução da obra trouxe além de benefícios financeiros a empresa, o benefício social em que se reduz a falta de água para a sociedade, fato de extrema relevância por ser um bem essencial a vida, e que sua falta pode alterar a rotina das pessoas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água**. Posicionamento e Contribuições Técnicas da ABES. 2015. Disponível em: < https://www.abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas_Abes.pdf>. Acesso em: 19 set. 2022.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10160: Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2005.

3. _____. **NBR 12218:** Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público — Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.
4. _____. **NBR 12586:** Cadastro de Sistema de Abastecimento de água - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
5. _____. **NBR 24512:** Diretrizes para gestão dos prestadores de serviço de água e para avaliação dos serviços de água potável. Rio de Janeiro, 2012.
6. BRASIL, Caixa Econômica Federal. **Sistema Nacional De Pesquisa De Custos E Índices Da Construção Civil.** 2022. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662>. Acesso em: 20 set. 2022.
7. BRASIL. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde:** Redução de perdas em sistemas de abastecimento de água. 2. ed. Funasa. Brasília. 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/reducao_de_perdas_em_saa74.pdf>. Acesso em: 09 set. 2022.
8. COMPANHIA ÁGUAS DE JOINVILLE. **Sistema de abastecimento de água do município de Joinville-SC.** Plano Diretor de Água. 2022. Disponível em: < <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/Plano-Diretor-de-%C3%81gua-PDA.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2022.
9. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **NTS 292:** Elaboração de Cadastro Técnico Digital - Especificação. São Paulo, 2017.
10. COMPANHIA ESPÍRITO SANTENSE DE SANEAMENTO. **ENG/CA/049/01/08:** Cadastro Técnico de Sistemas de Abastecimento de Água. Vitória, 2008.
11. JOINVILLE. **Lei n. 5054, de 02 de julho de 2004.** Autoriza o poder executivo municipal a criar a companhia Águas de Joinville e a ela conceder a prestação de serviços de saneamento básico no município de Joinville, e dá outras providências. Joinville, 02 jul. 2004. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/sc/j/joinville/lei-ordinaria/2004/505/5054/lei-ordinaria-n-5054-2004-autoriza-o-poder-executivo-municipal-a-criar-a-companhia-aguas-de-joinville-e-a-ela-conceder-a-prestacao-de-servicos-de-saneamento-basico-no-municipio-de-joinville-e-da-outras-providencias>>. Acesso em 17 set. 2022.
12. MOTTA, Renato Gonçalves da. **Importância da setorização adequada para combate às perdas reais de água de abastecimento público.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-18082010-171334/pt-br.php>>. Acesso em: 20 ago. 2022.
13. PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE - SEPUD. **Joinville cidade em dados 2021:** Ambiente construído. Joinville, 2021. Disponível em: <<https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/Joinville-Cidade-em-Dados-2021-%E2%80%93-Ambiente-Constru%C3%ADdo.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2022.
14. SOARES, Andreia Senna, DALSSASSO, Ramon Lucas, TRENNEPOHL, Felipe Gustavo. **Fatores que Influenciam no Tempo de Reparo dos Vazamentos em um Sistema de Abastecimento de Água.** Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/TrabalhosCompletoPDF/I-010.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2022.
15. TARDELLI FILHO, J. **Controle e redução de perdas.** In: TSUTIYA, M.T. Abastecimento de Água. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. P. 457-526.
16. TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de Água.** São Paulo, 2006, 643 p.