



95 - PLANO DE RENOVAÇÃO E REABILITAÇÃO DAS REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO SETOR DO CHÁCARA FLORA, SÃO PAULO/SP

Michel Mathez ⁽¹⁾

Engenheiro Mecânico. Formado pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Pós-Graduado em Administração para Engenheiros pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Colaborador da Suez Brasil.

Thaís Foffano Rocha ⁽²⁾

Engenheira Ambiental. Formada pela UNESP de Sorocaba. Pós-Graduada em Segurança do Trabalho pelo SENAC São Paulo. Colaboradora da Suez Brasil.

Flavio Henrique Javares Lemos ⁽³⁾

Engenheiro Civil, com habilitação em Engenharia Sanitária, pela PUC Campinas, tem especialização em Gestão de projetos pela Fundação Vanzolini/USP e em Administração – Capacitação Gerencial, pela FEA/USP

Evandro Vale de Almeida ⁽⁴⁾

Tecnólogo em Obras Hidráulicas. Formada pela FATEC-SP. Colaborador na SABESP / Div. de Operação de Água e Redução de Perdas Sto. Amaro

Luis Palini Júnior ⁽⁵⁾

Engenheiro Civil. Formado pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Mestrado em Recursos hídricos energéticos e ambientais UNICAMP. Colaborador da Suez Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Av. do Café, 277 – 7º Andar – Vila Guarani – São Paulo - SP - CEP: 04311-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 2166-3600 - Fax: +55 (11) 2166-3600 - e-mail: michel.mathez@suez.com

RESUMO

A gestão dos recursos hídricos, em especial os sistemas de distribuição, cada vez mais exigem um alto grau de desempenho e resultados eficientes em sua operação.

Desta forma, a Suez vem desenvolvendo diversos projetos para o setor de saneamento, estes baseado em novas tecnologias, a fim de monitorar os indicadores de performance dos sistemas e tornar as gestões mais rápidas e assertiva, antecipando-se aos eventuais problemas. A tecnologia a ser apresentada neste estudo, o Metrawa.

Essa tecnologia é uma solução que projeta o plano adequado de renovação e reabilitação para redes de distribuição de água potável, o que facilita a tomada de decisões e execução das ações através de uma análise de multicritérios.

O Setor de Abastecimento de água escolhido para implantação piloto dessa ferramenta foi o Chácara Flora. Localizado na cidade de São Paulo, capital.

PALAVRAS-CHAVE: redes de água, plano de renovação de rede, perdas de água, vazamento, setorização

INTRODUÇÃO

De acordo com Morais e Almeida (2006) os sistemas de abastecimento de água por sua complexidade e características próprias embutem um certo grau de perda da produção, por isto é utópica a ideia de se obter perda zero neste setor. O problema é que as empresas de saneamento estão convivendo com índices elevados de perdas e consequentemente de receita, jogando fora água tratada por falta de um gerenciamento adequado.

Segundo Venturini et al. (2001), a falta de planejamento e manutenção adequada, associadas à escassez de recursos financeiros têm tornado deficientes os sistemas de abastecimento de água. Os sistemas com o passar do tempo se deterioram de maneira natural ou acelerada, dando origem a problemas operacionais que provocam a diminuição da qualidade dos serviços prestados e aumento dos custos operacionais, os quais recairão sobre seus consumidores na forma de tarifas. Estes efeitos podem ser sentidos pelas empresas diante dos altos índices de perdas de água no sistema, principalmente associados a alta pressão de trabalho, gerando um grande número de rupturas; crescente aumento das despesas com manutenção do sistema; aumento significativo do consumo energético, uma vez que, manobras operacionais tendem a compensar o funcionamento deficiente do sistema; aumento do número de reclamações.



A gestão dos recursos hídricos, em especial os sistemas de distribuição, cada vez mais exigem um alto grau de desempenho e resultados eficientes em sua operação. Tais resultados são monitorados e comparados através de indicadores, muitas destes estabelecidos por instituições internacionais como a IWA.

Desta forma, o monitoramento desses sistemas é importante, uma vez que estabelecem compromissos das gestões atuais com a evolução dos mesmos, visando atingir as metas estabelecidas e manter os indicadores dentro dos padrões adequados.

Acreditando na capacidade da Suez em lidar com tendências emergentes, vem sido desenvolvido diversos projetos para o setor de saneamento, estes baseado em novas tecnologias, a fim de monitorar os indicadores de performance dos sistemas e tornar as gestões mais rápidas e assertiva, antecipando-se aos eventuais problemas.

A tecnologia a ser apresentada neste estudo, o Metrawa, está alinhada com a ambição da Suez de transformar o negócio de água através da digitalização da expertise e da revolução da rede inteligente.

Essa tecnologia é uma solução que projeta o plano adequado de renovação e reabilitação para redes de distribuição de água potável, o que facilita a tomada de decisões e execução das ações através de uma análise de multicritérios.

Tal análise é baseada:

- No estado estrutural da rede (idade, dados de vazamento, modelo de deterioração, etc.),
- Identificação do momento ideal para renovação
- Análise hidráulica
- Análise de risco
- Comparação do Retorno do investimento (por setor ou para a rede globalmente) em caso de renovação e caso não seja feito nada

Baseado nesses aspectos o Metrawa visa:

- Otimização do plano de investimento
- Plano de manutenção preventiva
- Redução do número de interrupções
- Plano de renovação de tubulação e redes
- Maior conhecimento da rede

Segundo Venturini et al. (2001), é de fundamental importância para o sucesso do controle efetivo da deterioração que os decisores conheçam: a extensão, a severidade e a natureza da deterioração; avaliem alternativas que reduzam a taxa de deterioração e a substituição da seção deteriorada; realizem o desenvolvimento cuidadoso de um plano de reabilitação sistemática e tomem ciência das prováveis tendências de deterioração do sistema.

Morais, Cavalcante e Almeida (2010) afirmam que a falta de eficiência no gerenciamento dos sistemas de abastecimento pela concessionária da água conduz a resultados que não alcançam os objetivos almejados pelos projetos de controle de perdas. O controle operacional adotado na grande maioria dos sistemas brasileiros tem sido exercido de forma que o fornecedor controla a produção, delegando inconscientemente o controle da distribuição ao consumidor que se incumbe de identificar as faltas d'água e as incidências de má qualidade do produto, cabendo ao fornecedor o gerenciamento passivo sempre tardio, ineficaz, emergencial e dependente.

Desta forma, esta ferramenta é parte de um projeto que inclui um portfólio de tecnologias exclusivas que estão no mercado após anos de pesquisa e desenvolvimento a fim de atender padrões de qualidade nos sistemas de distribuição de água e ainda trazer eficiência operacional para os mesmos.

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo a apresentação dos resultados obtidos para o planejamento de renovação e reabilitação das redes de abastecimento de água do Setor do Chácara Flora, localizado na cidade de São Paulo, através da ferramenta desenvolvida pela Suez, o Metrawa. Tal ferramenta desenvolve, a partir das informações repassadas pelo gestor, cenários/simulações que proporcionam um entendimento atual e futuro do comportamento das redes do sistema, tornando as decisões mais eficientes e eficazes.



METODOLOGIA

O Setor de Abastecimento de água escolhido para implantação piloto do Metrawa que projeta o plano adequado de renovação e reabilitação das redes de distribuição de água, foi o Chácara Flora. Localizado na cidade de São Paulo, capital, é suprido pelo sistema de abastecimento do Guarapiranga.

O setor de abastecimento Chácara Flora atualmente possui 23.293 ligações com um volume distribuído médio de 1.293.848 m³/mês e um volume utilizado de 833.615 m³/mês, totalizando em 36% as perdas calculadas a partir dos dados referentes ao período de jun/2016 a maio/2017.

Ele é abastecido por um reservatório circular semienterrado de concreto com volume total de 3.796m³ e altura máxima de 6,78m. Atualmente, o setor é composto por uma zona baixa e uma zona alta. A zona baixa é dividida em duas alças de abastecimento, ambas redes de 600mm, uma se encontra na rua Utinga e abastece a maior área do Chácara Flora (64%), a outra alça se encontra na rua Junqueira (26%). A zona alta é abastecida pelo booster e representa a menor área no Chácara Flora, 10%.

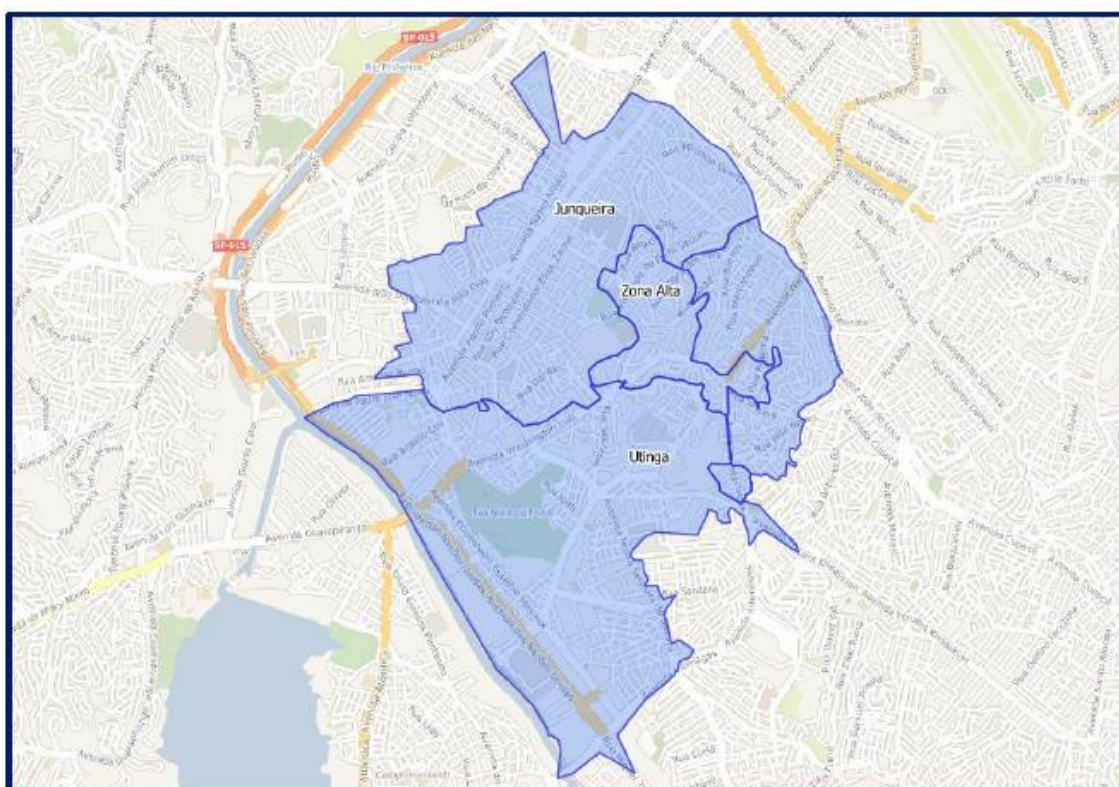


Figura 1. Localização da área a ser estudada – Chácara Flora

Para realizar os estudos de planejamento da rede do setor usando o Metrawa, foi utilizado os dados das tubulações, vazamentos/rupturas, conexões e setores hidráulicos.

Cabe destacar que os dados solicitados foram levantados e repassados pelo cliente, gestor da área, e a qualidade dos mesmos são de vital importância para a confiabilidade dos resultados a serem gerados pela ferramenta.

Basicamente foram requeridos:

Tubulações/redes:

- Geometria da linha (shape)
- Identificador
- Diâmetro inferior
- Diâmetro exterior
- Material
- Extensão



- Data da instalação
- Data de retirada/desativação de rede
- Tubulação pressurizada ou gravidade
- Rugosidade
- Riscos associados
- Recobrimento interior
- Recobrimento exterior
- Tipo de rede
- Rua
- Setor hidráulico
- Cota média

Conexões

- Geometria tipo ponto (shape)
- Identificador
- Extensão

Vazamentos/rupturas

- Geometria tipo ponto
- Identificador
- Data de referencia
- Tipo de elemento com vazamento
- Origem do vazamento
- Natureza do vazamento
- Pressão na rede do elemento com vazamento
- Profundidade do elemento com vazamento
- Tamanho do vazamento
- Identificador do elemento com vazamento
- No caso do vazamento ser em rede, o Metrawa requer dados de diâmetro, material, extensão, data de instalação, etc.)

Através dos dados levantados acima, a configuração do Metrawa é baseada nos seguintes conceitos:

- Configurações gerais
- Curvas de vazamentos
- Custos
- Avaliação dos critérios

O primeiro conceito inclui a configuração dos materiais do tubo, as regras de renovação, a classificação baseada na pontuação, os tipos de elementos, etc.

O segundo conceito refere-se a um módulo específico do programa, onde as curvas de vazamento são calculadas ou importadas, trata-se do principal parâmetro de qualquer estudo, pois essas curvas interferem praticamente em todos os cálculos dos diferentes critérios de avaliação de risco e, portanto, no plano de renovação.

O conceito de "custos" abrangeu as configurações relacionadas com os custos de reparação, renovação e reabilitação de tubagens. Esses valores influenciam fortemente os resultados dos estudos.

Finalmente, o conceito de "avaliação de critérios" incluiu todas as configurações relacionadas à maneira como os tubos são pontuados para cada um dos possíveis critérios de análise.

Estas configurações intervêm na avaliação do risco de cada um dos tubos e, portanto, na sua priorização face de renovação e/ou reabilitação, em maior ou menor grau, influenciaram os resultados, por isso é extremamente importante que a ferramenta seja configurada por um especialista no campo e de forma responsável. A confiabilidade dos resultados depende disso.

Em primeiro lugar, foram realizadas análises de mono-critério para verificar as tendências dos principais indicadores com base nos diferentes critérios de análise ou priorização. Esses critérios são: idade, vazamento, idade ótima de renovação, setorização (ILI e taxa de vazamento) e, finalmente, TIR (taxa interna de retorno).

Foi determinado, por meio da análises dos resultados obtidos, que a idade, os vazamentos e a idade ótima de renovação seguiram uma priorização semelhante. Já o critério de setorização propôs uma priorização diferenciada em relação aos demais critérios, o que favoreceu significativamente a redução do volume de perdas físicas.

Por fim, os resultados obtidos para o estudo TIR mostraram que este critério não poderia ser utilizado no como definitivo, pois não obteve-se detalhes suficientes nos valores das pontuações individuais (de cada pipeline) para permitir uma priorização baseada nesse critério. Isso se deveu à falta de detalhes das informações relacionadas a custos de água, custos de energia de água e custos de reparo de tubulação. Cabe destacar ainda, que foi identificado um baixo custo de reparação dos tubos em relação ao custo de renovação, o que baseado na experiência da Suez não apresenta coerência.

Desta forma, o presente estudo concentrou-se principalmente na redução e prevenção de perdas de água e, secundariamente, em uma otimização econômica. O horizonte de estudo foi definido em 15 anos, a partir de 2019 e foi considerado um investimento nulo em 2018.

Os objetivos estabelecidos neste estudo piloto foram:

- Reduzir, no horizonte de planejamento, a taxa de vazamento em 10%;
- Reduzir, no horizonte de planejamento, o volume de perdas físicas em 10%;
- Aumentar, no horizonte de planejamento, a idade ótima de renovação em pelo menos 5%.

Diante dos objetivos definidos, foram realizadas uma série de simulações, com caráter iterativo e com o objetivo de determinar os pesos dos critérios e os orçamentos ótimos para atingir os objetivos supracitados com o menor orçamento possível.

Para determinar os pesos dos critérios citados foi utilizada a experiência da Suez no desenvolvimento de planos de investimento em redes de abastecimento de água potável, com auxílio do Metrawa.

A seguir, uma apresentação esquemática do procedimento iterativo a ser seguido para determinar os pesos dos critérios de análise e dos orçamentos anuais:

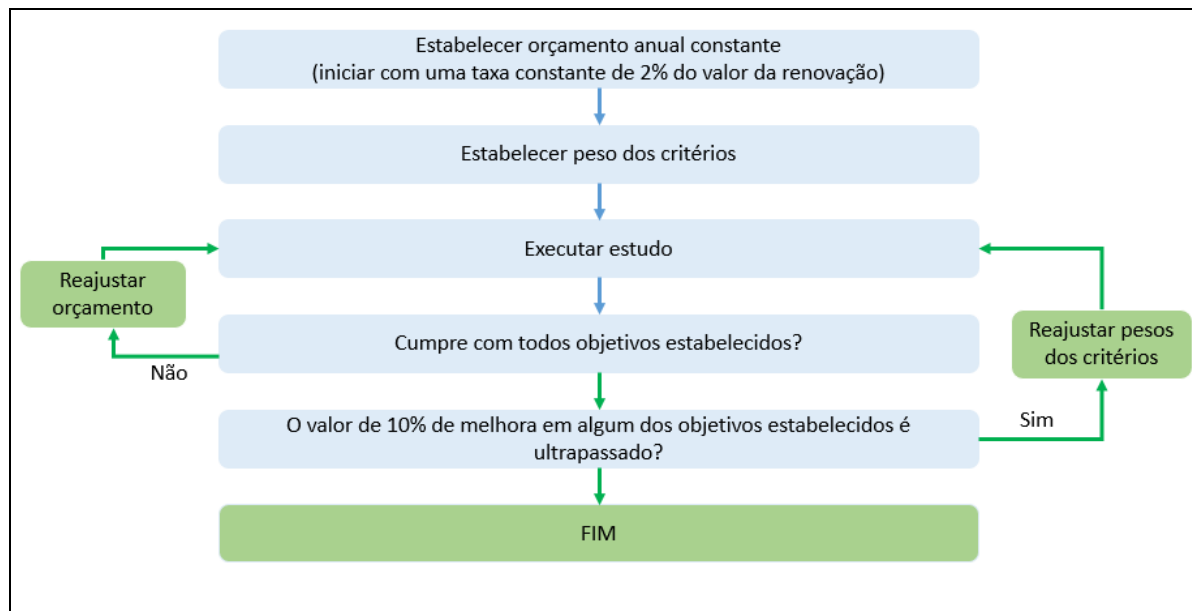


Figura 2. Procedimento para determinar pesos dos critérios e orçamentos

Seguindo o procedimento apresentado no esquema anterior, foram necessárias 10 iterações para alcançar um resultado ótimo para atender aos objetivos estabelecidos.



A tabela a seguir apresenta os parâmetros e resultados obtidos em cada uma das iterações:

Iteração	Orçamento Anual (MR\$)	Peso dos Critérios			Valores Finais das variáveis objetivo			Variação das variáveis objetivo		
		Vaz.	Idade ótima	Setorização	VPF	TF	EO	VPF	TF	EO
DEF-01	4,5	35%	15%	50%	1.847.089	0,61	58,09	-6,5%	8,9%	5,9%
DEF-02	4,5	10%	10%	80%	1.592.114	0,67	57,23	19,4%	19,6%	4,3%
DEF-03	4,5	30%	5%	65%	1.750.360	0,61	58,42	11,4%	8,9%	6,5%
DEF-04	6	45%	5%	50%	1.458.341	0,46	65,31	26,2%	17,9%	19,0%
DEF-05	5,5	55%	5%	40%	1.703.519	0,5	63,25	13,8%	10,7%	15,3%
DEF-06	5,25	60%	0%	40%	1.778.087	0,51	62,34	10,0%	-8,9%	13,6%
DEF-07	5,4	65%	0%	35%	1.748.687	0,49	63,29	11,5%	12,5%	15,3%
DEF-08	5,35	63%	0%	37%	1.754.310	0,5	62,92	11,2%	10,7%	14,7%
DEF-09	5,3	64%	0%	0	1.766.796	0,5	63	10,6%	10,7%	14,5%
DEF-10	5,25	64%	0%	36%	1.782.034	0,51	62,65	-9,8%	-8,9%	14,2%

Nesta tabela foram definidas, em primeiro lugar, os parâmetros variáveis nas iterações (orçamento anual e pesos dos critérios), bem como os resultados de variáveis do objetivo (VPF ou volume perdas de rede física, TF ou taxa de vazamento na rede, EO ou idade média ótima da rede), apresentada em valor absoluto e a % de alteração em comparação com o valor atual estimado.

O código de cores usado para mostrar a conformidade ou não dos objetivos é traduzido da seguinte forma:

- Vermelho: a variação do valor da variável de objetivo está abaixo do valor estipulado. Valor inválido
- Azul: a variação no valor da variável do objetivo excede o valor estipulado e a tolerância de 10% estabelecida. Valor inválido
- Verde: a variação do valor da variável do objetivo atende ao valor estipulado e à tolerância estabelecida. Valor válido

Portanto, a fim de validar a parametrização ideal do estudo, todos os valores de variação de objetivo variáveis deveriam ser apresentados com a cor verde, indicando que eles são válidos com base em objetivos definidos e valores de tolerância. Como mostrado na tabela anterior, a parametrização do cenário de simulação DEF-09 foi dada como ótima, sendo ela:

- Orçamento anual necessário: R\$ 5.300.000 (assumindo que não haverá investimento em 2018)
- Peso dos critérios:
 - Vazamento: 64%
 - Setorização: 36%
 - Idade ótima: 0%

Cabe destacar que, o peso do critério Idade ótima foi fixado em 0% porque todo o peso dado aos outros dois critérios permitiu atingir o objetivo de 5% de aumento da idade ótima, o que favoreceu a minimização do orçamento necessário.

RESULTADOS OBTIDOS

Com base na metodologia apresentada e nos dados adquiridos e inseridos no Metrawa, foram obtidos alguns dados e sua evolução ao longo do período desejado.

A seguir serão apresentados os resultados dos indicadores mais relevantes gerados pela ferramenta.

- **Geral**

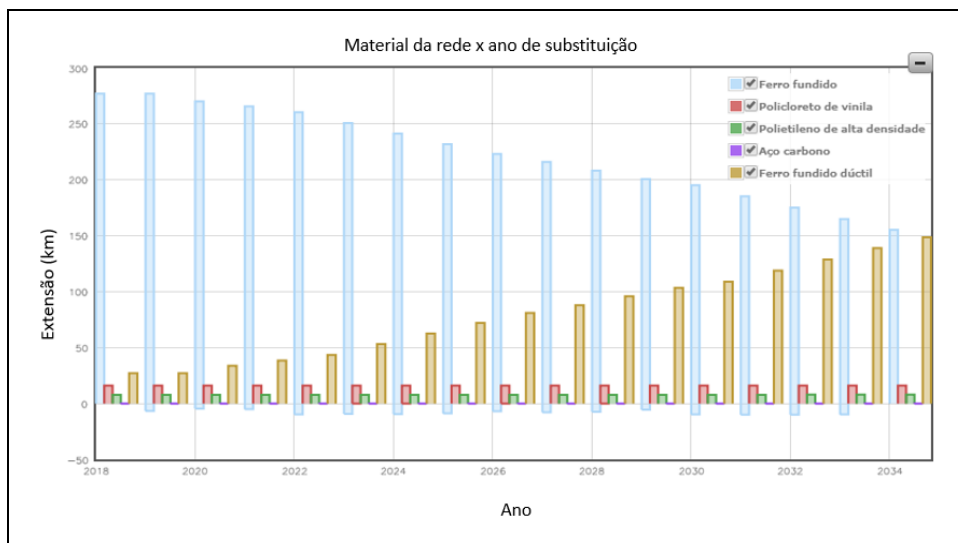


Figura 3. Extensão de material por cada ano de estudo

Através do indicador de extensão dos materiais por ano é claramente observado que uma grande quantidade deverá ferro fundido substituída/renovada ao longo dos anos. Este material deverá substituído por polietileno de alta densidade ou ferro fundido dúctil, dependendo do diâmetro do tubo substituído.

- **Idade**

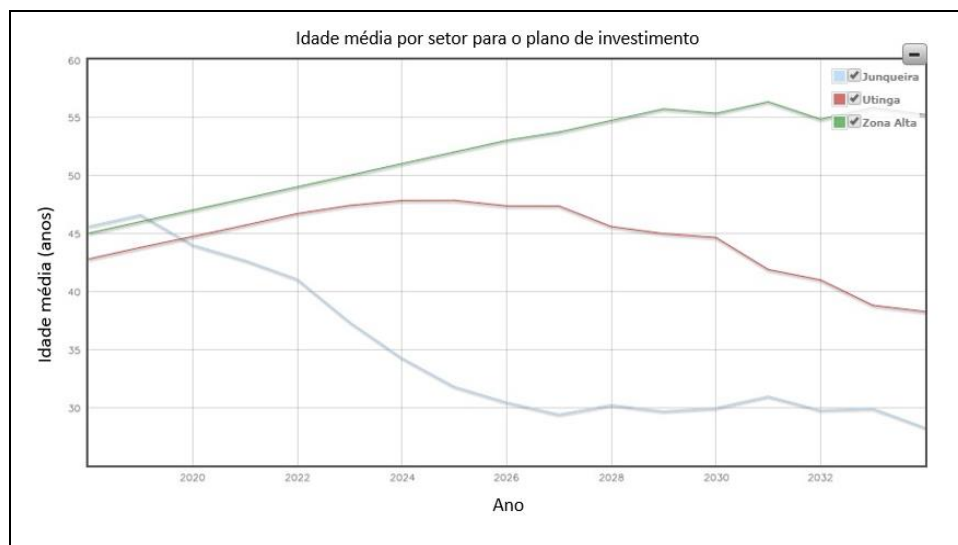


Figura 4. Idade média das redes por setores

Através dos critérios adotados o indicador da idade média por zonas de abastecimento mostra que as redes dos setores de Utanga e Junqueira terão a idade média reduzida, especialmente nos últimos anos, atingindo uma redução de cerca de 35%.

A idade média da rede da Zona Alta aumentará em aproximadamente 20%, porém, cabe destacar que nessa área o material predominante da rede é ferro fundido dúctil, ou seja, mais resistente e de melhor qualidade, fazendo com que esse aumento na idade média da rede não impacte na eficiência do setor.

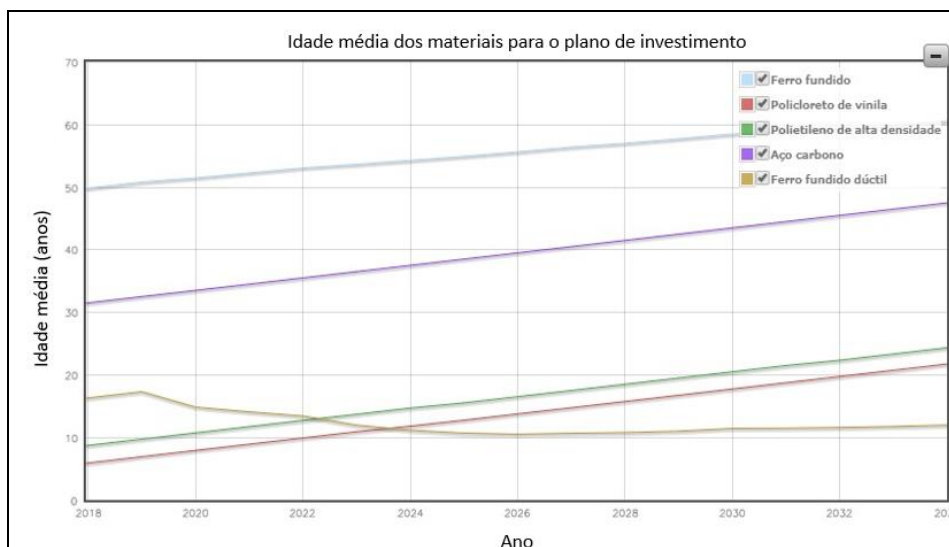


Figura 5. Evolução da idade dos materiais da rede

Depois de observar o indicador da Evolução da idade dos materiais da rede, entende-se perfeitamente porque a ferramenta propôs renovar Ferro fundido. A idade média deste material na rede da Chácara Flora é bastante alta, e isso afetou diretamente a taxa de vazamento, então parece lógico que a renovação dos tubos deste material produzirá economia evitando vazamentos e diminuindo o volume de perdas físicas da rede.

- **Taxa de vazamento**

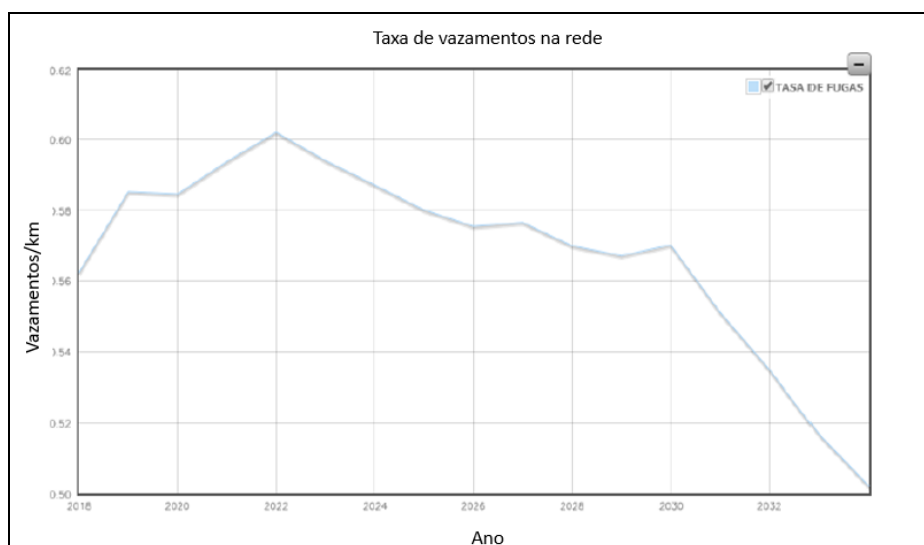


Figura 6. Evolução da taxa de vazamentos estimada

Através das renovações propostas pelo Metrawa, observou-se um ligeiro aumento na taxa de vazamentos nos primeiros três anos (2019-2022), embora não muito importante, seguido por uma diminuição neste parâmetro. No geral, uma queda na taxa de vazamento de aproximadamente 11% é esperada em 15 anos.

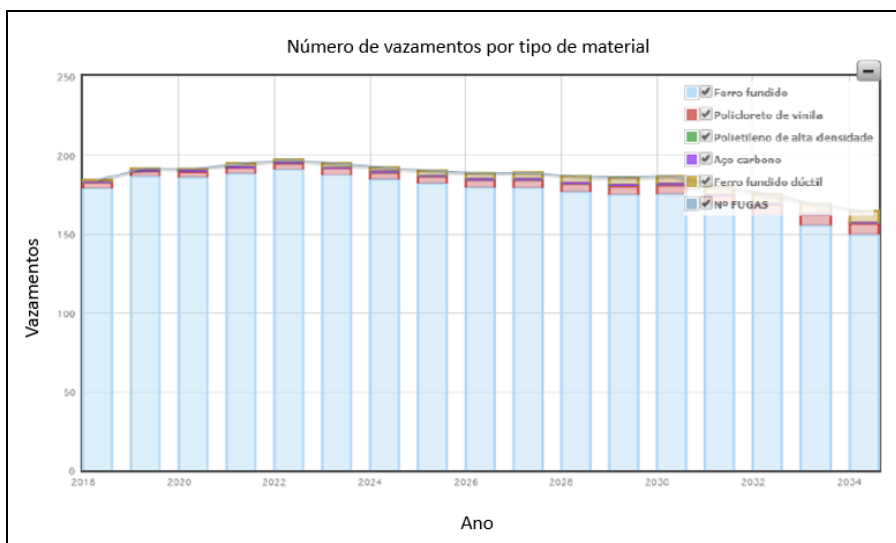


Figura 7. Evolução prevista dos vazamentos por tipo de material

A redução da taxa de vazamento tem como consequência direta a redução do número de vazamentos na rede. A figura acima mostrou uma redução significativa no número de vazamentos nos tubos de ferro fundido, devido à significativa substituição deste material nos anos simulados.

Por outro lado, devido ao aumento do envelhecimento de tubos de PVC, é esperado que este material possa causar um aumento do número de vazamentos comparados com atualmente. Porém, como não há um comprimento de rede longo de PVC, não é esperado um grande número de vazamentos nos próximos 15 anos nos tubos deste material.

Foi possível observar ainda que o mesmo comportamento nas tubulações de ferro fundido dúctil, embora, neste caso, não é apenas devido à degradação provocada pelo envelhecimento, mas também devido ao grande número de tubos deste material a ser instalado. De qualquer forma, um número muito baixo de vazamentos de nas redes de ferro fundido dúctil é esperado nos próximos 15 anos.

- **Idade ótima de renovação**

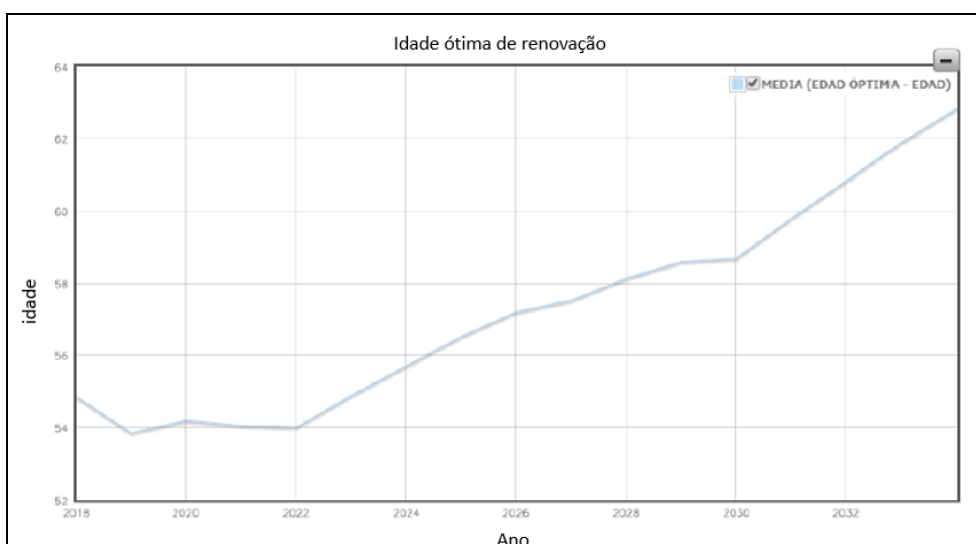


Figura 8. Evolução da idade ótima da rede

Conforme mostra a figura acima, a idade ótima da rede tem uma tendência ascendente. Isso é positivo, uma vez que indica que os materiais de substituição têm um melhor equilíbrio entre os custos de renovação e os custos de manutenção e operação. Em outras palavras, os custos do ciclo de vida desses novos materiais serão menores que os dos materiais obsoletos. O gráfico acima mostra como este indicador aumenta ao longo dos anos simulados, aproximadamente 15%.

- **Idade ótima de renovação**

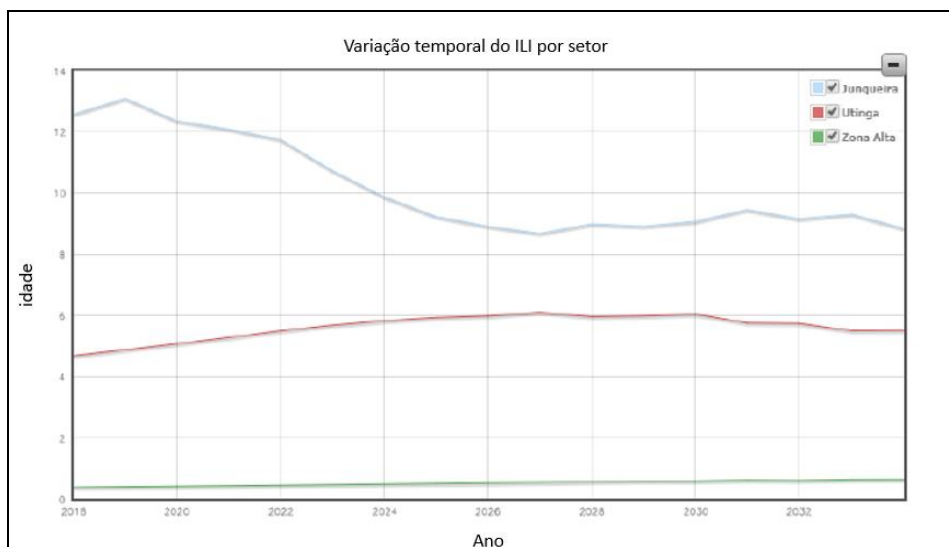


Figura 9. Evolução estimada do ILI para os setores hidráulicos

Para esse indicador, conforme citado na metodologia, será levado em conta o ILI. Desta forma, a diferença no ILI dos diferentes setores pode ser observada no gráfico acima, sendo que a International Water Association (IWA) afirma que um ILI maior que 8 representa que a rede/infraestrutura pode ser consideravelmente melhorada.

O gráfico acima aponta que a Zona Alta permanecerá com um ILI constante, fato também relacionado ao material da rede, ferro fundido dúctil, ao contrário do setor Junqueira, que vê seu ILI reduzido em quase 30% ao longo dos anos de estudo. O setor da Utinga sofre ligeiro aumento, porém esse não afeta sua classificação de acordo com o IWA.

Cabe destacar que, as diferenças no ILI desses 3 setores podem indicar um erro na alocação dos volumes de perdas físicas de cada setor, embora como um todo (volume de perdas físicas da rede) esteja correto.

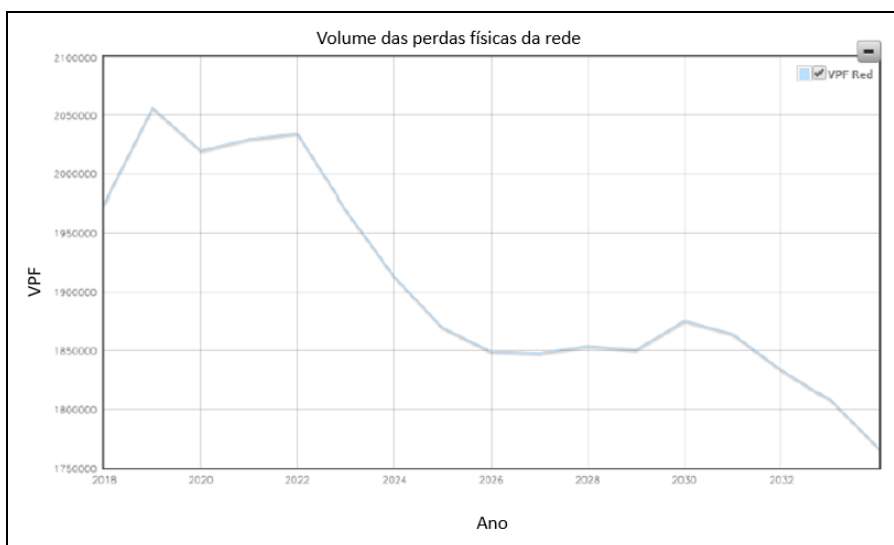


Figura 10. Evolução estimada do volume de perdas físicas da rede

Diferente do gráfico segmentados por setores, o gráfico acima coleta dados da rede como um todo. Observou-se que, da mesma forma que na evolução da taxa de vazamento da rede, ocorre um ligeiro aumento do parâmetro nos três primeiros anos estudados (2019-2022). Porém, a partir desse ponto, nota-se uma diminuição nas perdas físicas, que é estimada praticamente constante durante o restante dos anos, alcançando uma redução de mais de 10% no período estudado.

- **Econômico**

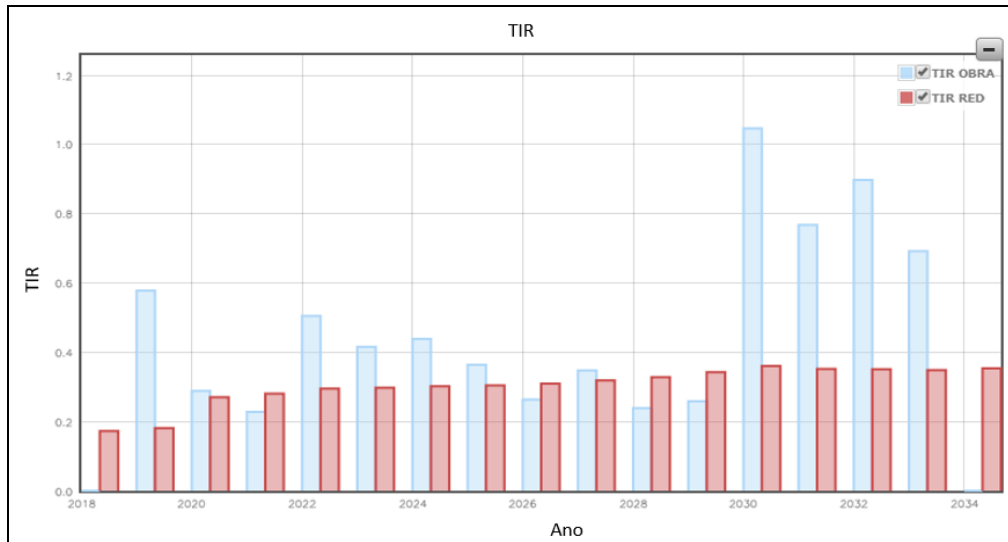


Figura 11. Evolução da TIR de obra e TIR da rede

As renovações das tubulações propostas pelo Metrawa neste estudo não são muito interessantes do ponto de vista do retorno sobre o investimento. Porém, todos os investimentos realizados através das renovações propostas terão um retorno positivo sobre a economia da rede, uma vez que a TIR estimada para as obras anuais é superior a zero, mas estas não excedem 1% em nenhum dos casos.

É muito provável que a TIR não seja muito atraente do ponto de vista do investimento devido aos baixos custos de água, dos reparos de vazamentos e das rupturas na tubulação apresentados nesse estudo como dados de entrada.

- **Evolução global**

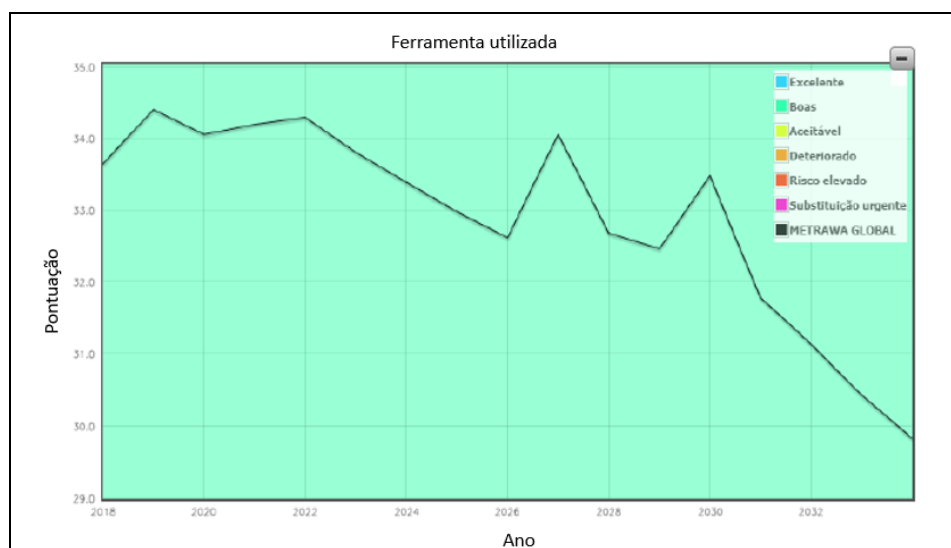


Figura 12. Evolução da pontuação global da rede

As pontuações para os critérios adotados nesse estudo não forneceram informações diretas sobre o estado da rede, estas serviram para priorizar os tubos a serem renovados.

Neste caso, a pontuação global da rede indica que, em relação aos aspectos de setorização levados em consideração ILI e taxa de vazamento, a rede está em boas condições e melhorará em aproximadamente 11% aplicando o plano de renovação proposto neste estudo.

O gráfico abaixo mostra, de forma semelhante à evolução da pontuação da rede, a melhoria que ocorrerá na rede se o plano de renovação proposto for cumprido. Observa-se que, nos primeiros anos de simulação, propõe-se renovar tubulações em estado avançado de degradação (Deteriorado, Risco elevado, Substituição urgente) e que a partir dos anos 2022-2023 inicia-se uma notável melhora na rede.

Embora a porcentagem da rede classificada como aceitável seja levemente aumentada no período global, verifica-se um aumento significativo na classificação excelente, o que garante um baixo índice de rupturas e, portanto, baixo custo de operação e manutenção (redução do OPEX).

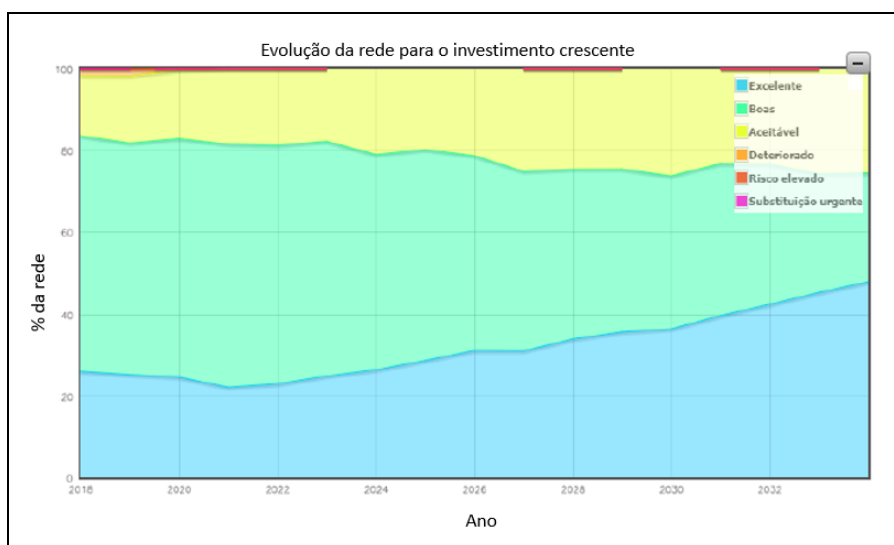


Figura 13. Evolução da rede

A seguir serão apresentados os mapas temáticos que foram elaborados a partir das informações levantadas e as simulações realizadas para os longos dos anos.

Esses mapas fornecem uma quantidade importante de informações, pois representam o instantaneamente e visualmente as informações e evolução das ações se o plano de renovação de redes for seguido adequadamente.

Os mapas temáticos que serão apresentados mostram a evolução da situação da pontuação da tubulação, tubulações a serem renovadas e taxa de vazamentos dos anos de 2018 para o horizonte do plano em 2033.



- Pontuação de tubulação em 2018 e em 2033

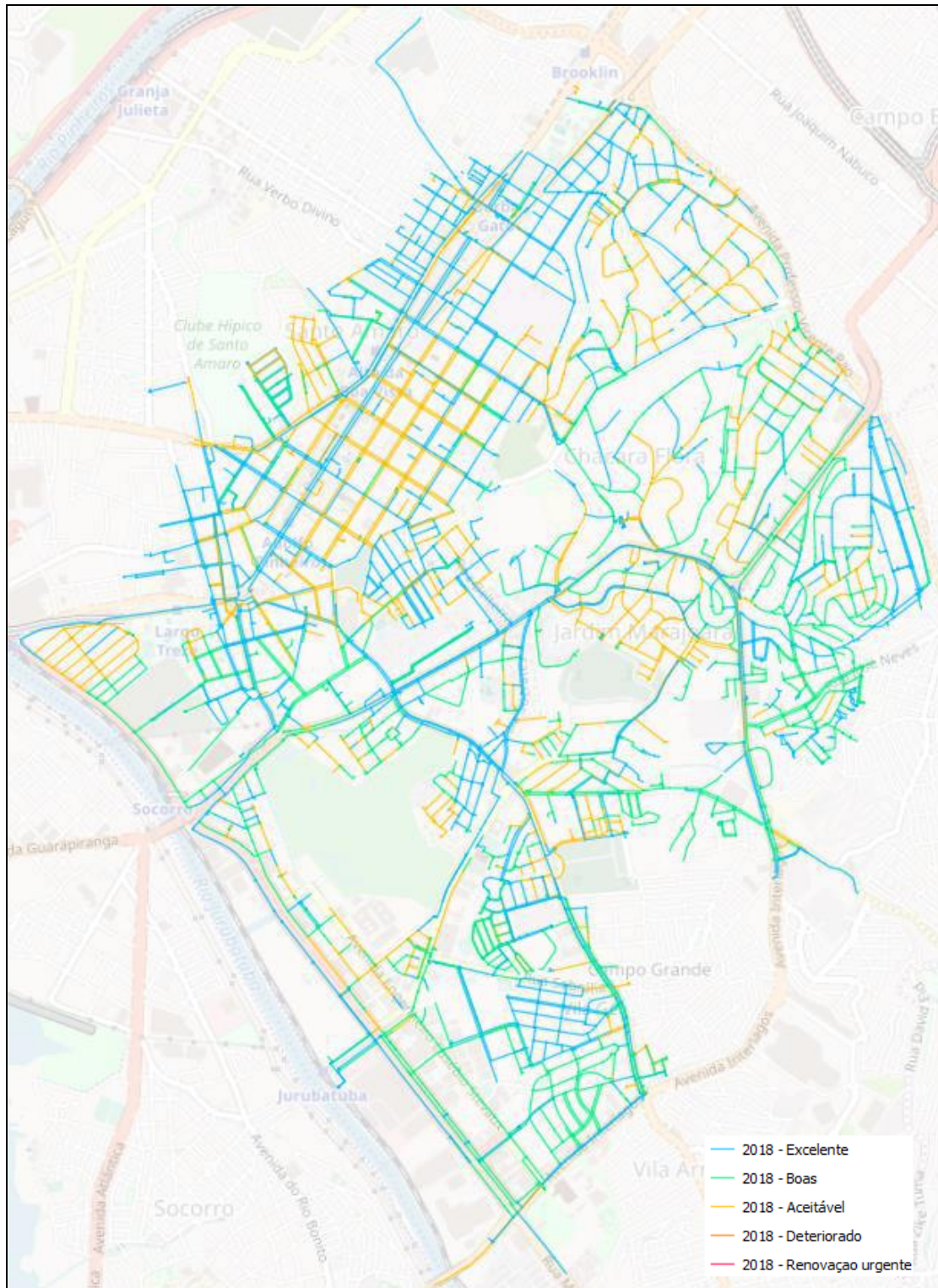


Figura 14. Pontuação de tubulação em 2018

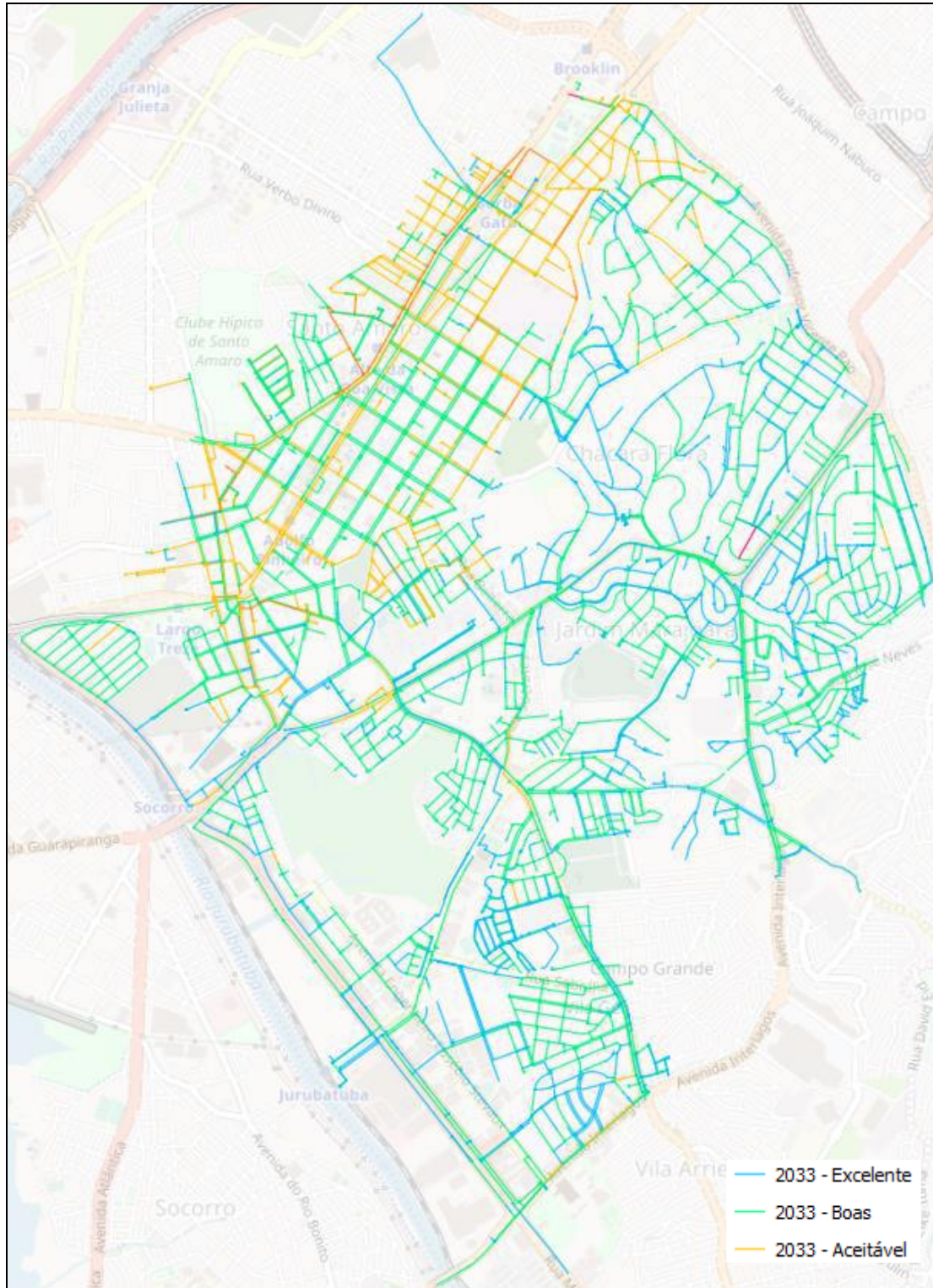


Figura 15. Pontuação de tubulação em 2033



- Tubulações a serem renovadas

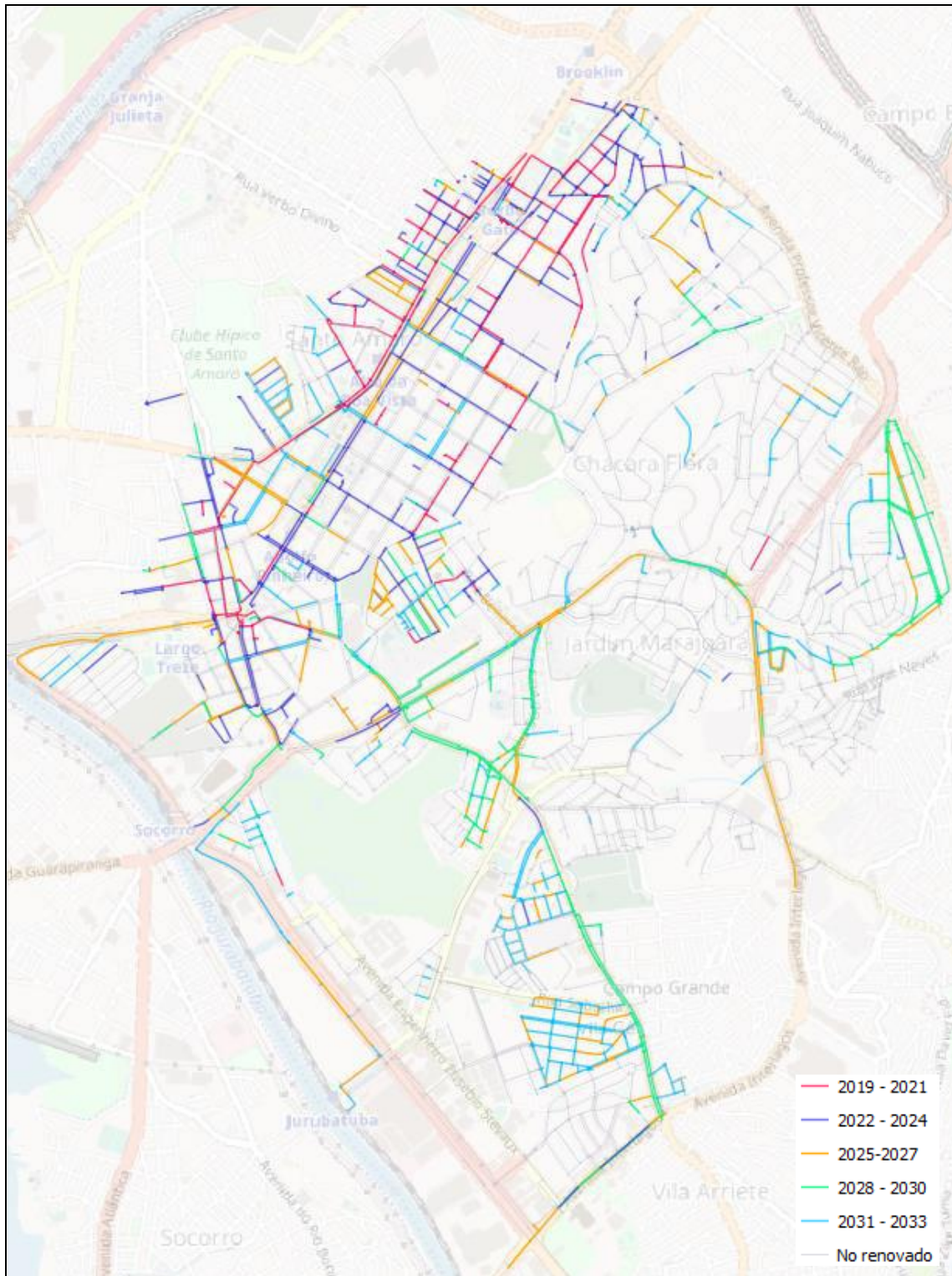


Figura 16. Tubulação a ser renovada 2018-2033



- Taxa de vazamento estimada em rede em 2018 e em 2033

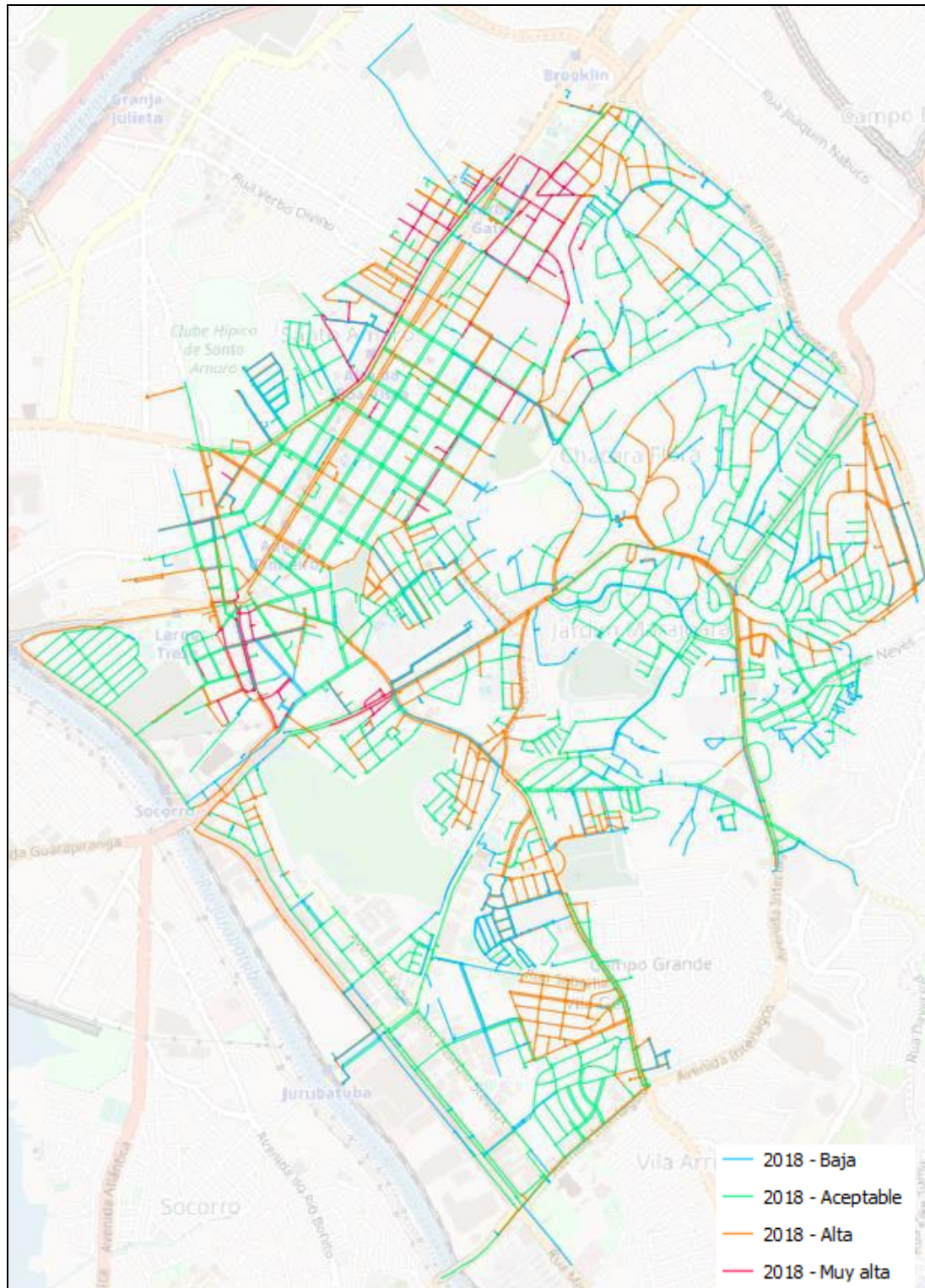


Figura 17. Taxa de vazamentos em 2018

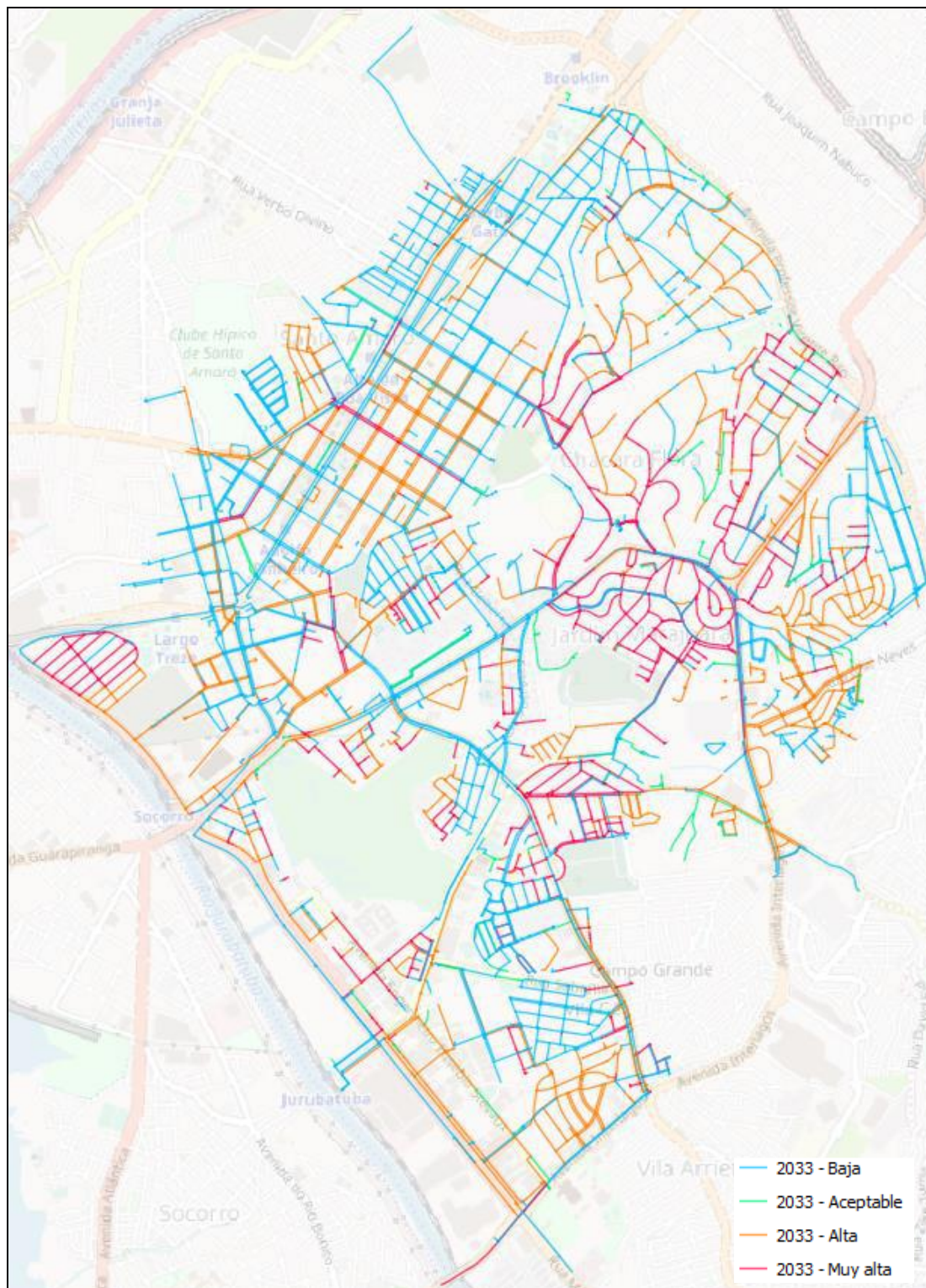


Figura 18. Taxa de vazamentos em 2033

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após os indicadores apresentados no item anterior para o horizonte desejado, chega-se nos seguintes resultados:

- Redução, no horizonte de planejamento, de 10,7% da taxa média de vazamento da rede
- Redução, no horizonte de planejamento, de 10,6% do volume de perdas físicas da rede;
- Aumento, no horizonte de planejamento, de 14,5% da idade ótima de renovação média da rede.

O primeiro objetivo será alcançado priorizando os tubos com a maior taxa de vazamento, ou seja, aqueles que são compostos de um material obsoleto e/ou envelhecido.

O segundo objetivo será alcançado priorizando, em conjunto, as tubulações com maior vazão, com maior diâmetro, e que se encontram nos setores com maiores perdas físicas.

O último objetivo será alcançado priorizando a renovação de tubulações com pior equilíbrio econômico e as mais antigas. O pior equilíbrio econômico significa aqueles tubos que, com base em seu custo de renovação, custo médio de reparo em caso de vazamento, custo de água e material associado a uma curva de taxa de vazamentos (em relação a outros materiais), atingiu o ponto mínimo OPEX + CAPEX em menos tempo.

O principal material de tubo a ser substituído é o ferro fundido, por ser o principal material das redes e devido ao seu envelhecimento (80% da rede foi instalada antes da década de 80, especialmente durante os anos 1960 e 1970). Foi proposto que este material seja substituído por ferro fundido dúctil, um ferro fundido mais durável e, conseqüentemente, menor custo em seu ciclo de vida.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi feita uma análise exaustiva dos dados disponíveis da rede Chácara Flora, tanto dos dados do sistema de informações geográficas (SIG) quanto das demais informações disponíveis na documentação recebida.

Por um lado, é importante destacar que os estudos realizados com esta com Metrawa são muito sensíveis às informações disponíveis. A qualidade ou confiabilidade dos resultados obtidos é diretamente proporcional à qualidade, ou confiabilidade, dos dados utilizados.

Nesse sentido, conclui-se que os resultados deste estudo piloto devem ser tomados como um caminho a seguir, uma tendência, usando outras palavras, uma ordem de grandeza.

Por outro lado, é importante destacar nesta conclusão que uma série de correções foram feitas com base na lógica e experiência da Suez em sistemas de água potável e planejamento de investimentos nesta área.

Devido algumas das configurações terem um alto grau de credibilidade interferir diretamente nos resultados, a Suez a recomenda rever os seguintes aspectos para uma possível revisão na aplicação/resultados da ferramenta:

- Custos de reparo de vazamentos ou interrupções na rede: esse parâmetro de configuração tem um impacto significativo nos estudos de planejamento. É aconselhável estabelecer um procedimento operacional que reúna informações suficientes e que permita conhecer anualmente os custos de reparo de tubos, pelo menos, pelo diâmetro nominal ou faixa de diâmetros nominais. Também seria aconselhável conhecer o material do tubo reparado.
- Custos da água: é aconselhável detalhar o custo da água (produção e tratamento da desinfecção) e o custo da energia da água (custo elétrico associado às unidades) pelo setor hidráulico. Para o estudo atual, apenas o custo médio de produção e distribuição de água estava disponível. Áreas de maior altitude exigem mais fluxo de água, portanto, seu custo associado deve ser maior. Em suma, a estimativa de perdas econômicas em vazamentos e quebras poderia ser melhorada.

Sendo assim, é necessário fazer um esforço importante para melhorar a informação associada às avarias na rede, aos setores hidráulicos e aos custos dos elementos associados à rede (ativos, água, energia). Isso requer necessariamente uma revisão dos procedimentos de coleta de dados nos sistemas de informação.



Por fim, o valor total de renovação da rede da Chácara Flora foi estimado em cerca de R\$ 198.300.000. As melhorias propostas exigem um investimento constante de R \$ 5,3 milhões por 15 anos, o que implica uma taxa constante de aproximadamente 2,7%.

Geralmente, a taxa de renovação é estabelecida entre 1,25% e 2,5%. Nesse caso, e devido aos objetivos estabelecidos, é necessário um valor maior. É importante ter em mente que, depois de atingir esses objetivos em 2033, será mais barato manter a rede (provavelmente um valor próximo a uma taxa de renovação entre 1,4 e 1,8%).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MORAIS, D. C.; ADIEL ALMEIDA, A; T. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. Rio de Janeiro/RJ. (2006)
2. MORAIS, C. D; ADIEL ALMEIDA, T; CAVALCANTE, V. C. Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água. Rio de Janeiro/RJ. (2010)
3. VENTURINI, M.A.A.G.; BARBOSA, P.S.F. & LUVIZOTTO JR., E. Estudo de Alternativas de Reabilitação para Sistemas de Abastecimento de Água.In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracaju-SE, Brasil. (2001)
4. SUEZ. Relatório interno com resultados da aplicação da ferramenta Metrawa. *Estudio piloto de planificación de inversiones en la red de distribución de agua potable de Chácara Flora mediante la herramienta de ayuda a la toma de decisión*. São Paulo/SP. (2018)