

GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS APARENTES E REAIS NA UNIDADE DE GERENCIAMENTO REGIONAL DE SÃO MATEUS

Autor: Lucas Pereira Lima

Líder do Centro de Monitoramento dos Equipamentos da Operação – CEMEO São Mateus

Co-Autor: Ivan Ferreira Freire

Gerente do Processo Água São Mateus

Endereço: Rua Nelson de Oliveira, 50 – Jd Sapopemba – São Paulo – São Paulo - CEP: 03976-010 - Brasil -
Tel: +55 (11) 2010-3530 / (11) 99011-7749 - e-mail: limalucas@sabesp.com.br

RESUMO

O presente trabalho visa expor a aplicação de ferramentas de geoprocessamento na tomada de decisão, análise e resolução de desafios rotineiros do abastecimento com foco no controle e redução de perdas na Unidade de Gerenciamento Regional de São Mateus em São Paulo.

A partir do tratamento e manipulação de bancos de dados que são alimentados diariamente via sistemas corporativos. As aplicações da tecnologia SIG são muitas e tornam-se fundamentais devido trazer praticidade e agilidade aos processos, uma vez que a coleta e triagem de dados necessários para elaboração dos mapas temáticos acerca dos assuntos de interesse e simples e rápida.

A UGR São Mateus atende a população das Subprefeituras de São Mateus, Sapopemba, Vila Prudente e Carrão, com manutenção, expansão, melhoria nas infraestruturas de distribuição de água/ coleta de esgoto, atendimento aos clientes e serviços comerciais, planejar e prospectar as ações operacionais de engenharia torna-se primordial para manter os resultados da UGR, o geoprocessamento em âmbito infraestrutural/comercial auxilia na espacialização de ocorrências no abastecimento de modo geral, isso cadencia a tomada de decisão.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento, Otimização do abastecimento de água, Gestão e redução de perdas.

SIGLAS

SIGNOS: Sistema de Informações Geográficas no Saneamento

SIGAO: Sistema de geren. de atend. e controle dos serviços operacionais solicitados e prestados aos clientes

CSI: Sistema de gerenciamento de informações cadastrais e comerciais dos clientes da Sabesp.

SGP: Sistema de Gestão de Perdas

PGP: Plano de Gestão Pressão

VRP: Válvula Redutora de Pressão

DMC: Distrito de Medição e Controle

SA: Setor de Abastecimento

MCA: Metro de Coluna de Água

SIG: Sistema de Informações Geográficas

IPDT: Índice de Perda na Distribuição Total

VD: Volume Distribuído

VCM: Volume de Consumo Medido

INTRODUÇÃO

Dentro da gama de atividades de uma Unidade de Gerenciamento Regional a distribuição de água ocorre por meio dos sistemas ou malhas de redes de abastecimento, esta apresenta avarias infraestruturais decorrentes de intempéries, operação, gestão de pressão noturna, sobre carga rodoviária, crescimento desordenado com ligações irregulares entre outras.

Essas consequências são caracterizadas de modo quantitativo/qualitativo, sendo, PERDAS APARENTES as não-físicas, decorrentes de submedição nos hidrômetros, fraudes, ligações reativadas indevidamente pelos clientes e uso de água em áreas irregulares, água que é consumida, porém não é faturada pela empresa de saneamento. Já as PERDAS REAIS são perdas físicas de água decorrentes de vazamentos na rede de distribuição e extravasamentos em reservatórios, impactando a disponibilidade de recursos hídricos superficiais e os custos de produção de água tratada.

Uma alternativa para análise e solução desses desafios decorrentes da operação é o Geoprocessamento, onde filtrando os bancos de dados de cadastro comercial em função do infraestrutural e serviços de campo dentro de um determinado período, obtém-se importantes produtos, mapas temáticos, para análise e embasamento das ações na gestão. Sendo estes:

- Mapa de Qualidade da Água;
- Mapa de falta d'água;
- Mapas de Vazamento;
- Mapas de Idade de Redes;
- Mapas de Caracterização e análise de DMC
- Modelagem Hidráulica
- Monitoramento de áreas irregulares (Núcleos de baixa renda)

Cada um desses mapas temáticos possui seu objetivo dentro do processo de redução de perdas geral. Esses serão expostos e explicados desde a elaboração até os diagnósticos possíveis a partir de sua análise.

OBJETIVO

Demonstrar de forma aplicada as diversas as ferramentas de geoprocessamento no processo de gestão e redução de perdas, expondo exemplos diagnósticos obtidas a partir de mapeamentos elaborados no intuito de transpor desafios rotineiros em São Mateus - SP possui características complexas devido o perfil de consumo e relevo.

METODOLOGIA UTILIZADA

O pacote Arcgis, conjunto de ferramentas que possibilita análise espacial a partir da edição de informações geográficas, essas estão disponíveis das mais diversas formas, o Sistema de informações Geográficas no Saneamento SIGNOS dispõe de um vasto banco de informações e a partir da integração desse banco de dados georreferenciados com o Arcmap, software de edição e projeto que compõem o pacote, pode-se trabalhar os dados de cadastro técnico das infraestruturas de saneamento, dentro dos limites de interesse do usuário. Tais informações já possibilitam análises espaciais relevantes.

Utilizando os bancos de dados operacionais e comerciais, as análises podem ser ainda mais profundas, levando em conta que cada abertura de serviço gerada a partir das demandas de manutenção, expansão de ativos, vistorias aos imóveis dos clientes devido reclamações do 195, fiscalização, compõe os atributos do banco do SIGAO, assim, sendo relacionadas com as informações georreferenciados como: quadra e setor fiscal (informações públicas), RGI (corporativo) é possível obter informações espaciais históricas periodicamente, para isso torna-se necessário o gerenciamento desses bancos de dados, para isso a utilização do SQL agiliza o processo.

A partir do plugin do Arcmap com os bancos de dados da Sabesp executa-se o “imput” do banco geral de serviços operacionais (SIGAO), daí é feito o filtro ou seleção por atributos utilizando códigos de linguagem SQL, o primeiro exemplo será a sequência de códigos aplicados ao filtro de incidência de “Qualidade de água”. Essas reclamações são acatadas pelo sistema de atendimento da Sabesp, o 195. Esses chamados que por sua vez partem de RGIs que estão geolocalizados, portanto é possível mapeá-los, o código e composto das seguintes informações:

COD_POLO = '26' AND DATA_FIM_SERVICO >= '01/04/2020' AND

**DATA_FIM_SERVICO < '21/04/2020' AND (COD_SERVICO_EXECUTADO = '7.02000' OR
COD_SERVICO_EXECUTADO = '7.03000' OR COD_SERVICO_EXECUTADO = '7.04000' OR
COD_SERVICO_EXECUTADO = '7.09000' OR COD_SERVICO_EXECUTADO = '7.09010')**

(Formula 1)

Sendo:

COD_POLO: Campo existente na tabela do banco de dados do SIGAO, neste existe a numeração do polo de manutenção responsável pela área onde ocorreu o chamado;

DATA_FIM_SERVICO: Campo onde a data de baixa do serviço de campo, ou seja, término da ocorrência;

COD_SERVICO_EXECUTADO: Esse campo comporta o código do serviço proveniente do sistema SIGAO, portanto cada serviço terá seu código de acatamento (entrada) e baixa (conclusão)

A sequência SQL visa, portanto, selecionar todos os serviços que foram baixados dentro do período de 01/04/2020 à 20/04/2020, dentro dos limites da UGR São Mateus (COD_POLO = '26'). Os códigos de serviços 7.02000 / 7.04000 / 7.09010, são baixas referentes à qualidade da água.

A **figura 2** exibe a sequência de opções para manipulação da tabela. Concluindo tal comando gera-se o *output*, outra tabela que será ligada ao banco georreferenciado de ligações/RGIs mantendo somente os registros correspondentes (reclamantes). Com essa relação de bancos, o *output* das reclamações de qualidade da água e RGIs, espacializa-se os pontos com a quantidade de reincidências dentro do período.

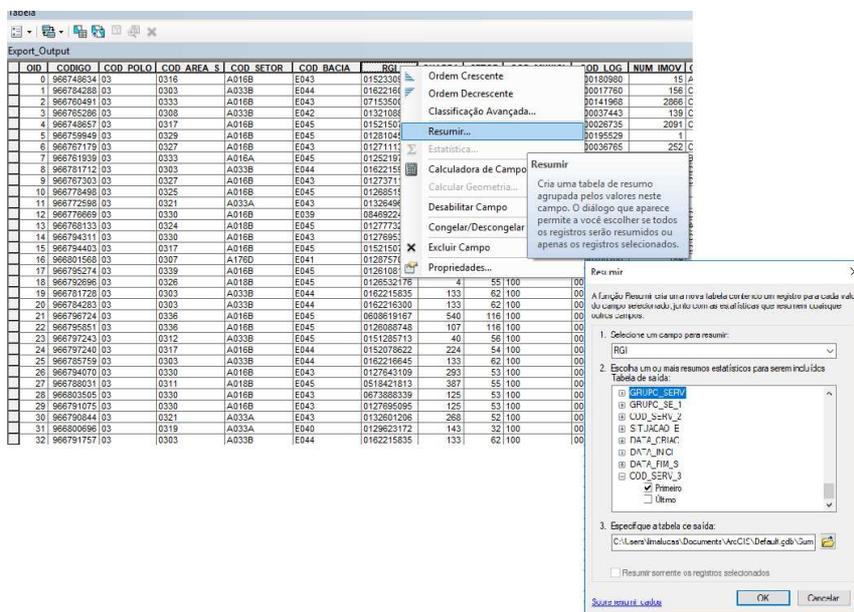


Figura 2: Passos para criar tabela de resultados reincidências por RGI

O Estilo de rotulação da camada é definido pelo usuário, no mapa a seguir foi escolhido a graduação por quantidades/graduação de símbolos, a partir das propriedades da camada de ligações que foi relacionada ao *output*, produto do resumo das informações exportadas anteriormente do banco geral de serviços da Sabesp, como exposto na **figura 3**:

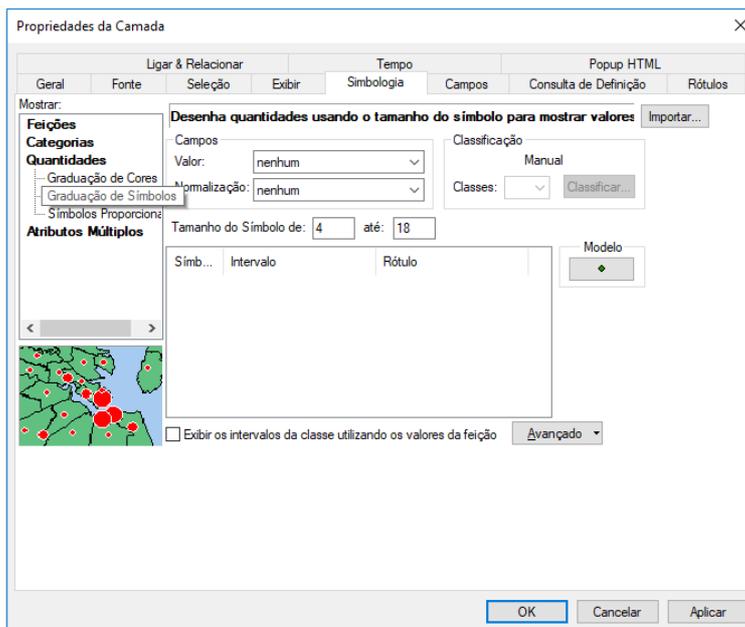


Figura 3: Demonstração de estilo de rotulação de feição

Mapa elaborado visando quantificar e locar a incidências de qualidade da água após início da Gestão de pressão noturna na saída do reservatório do Setor de Abastecimento Jardim da Conquista:

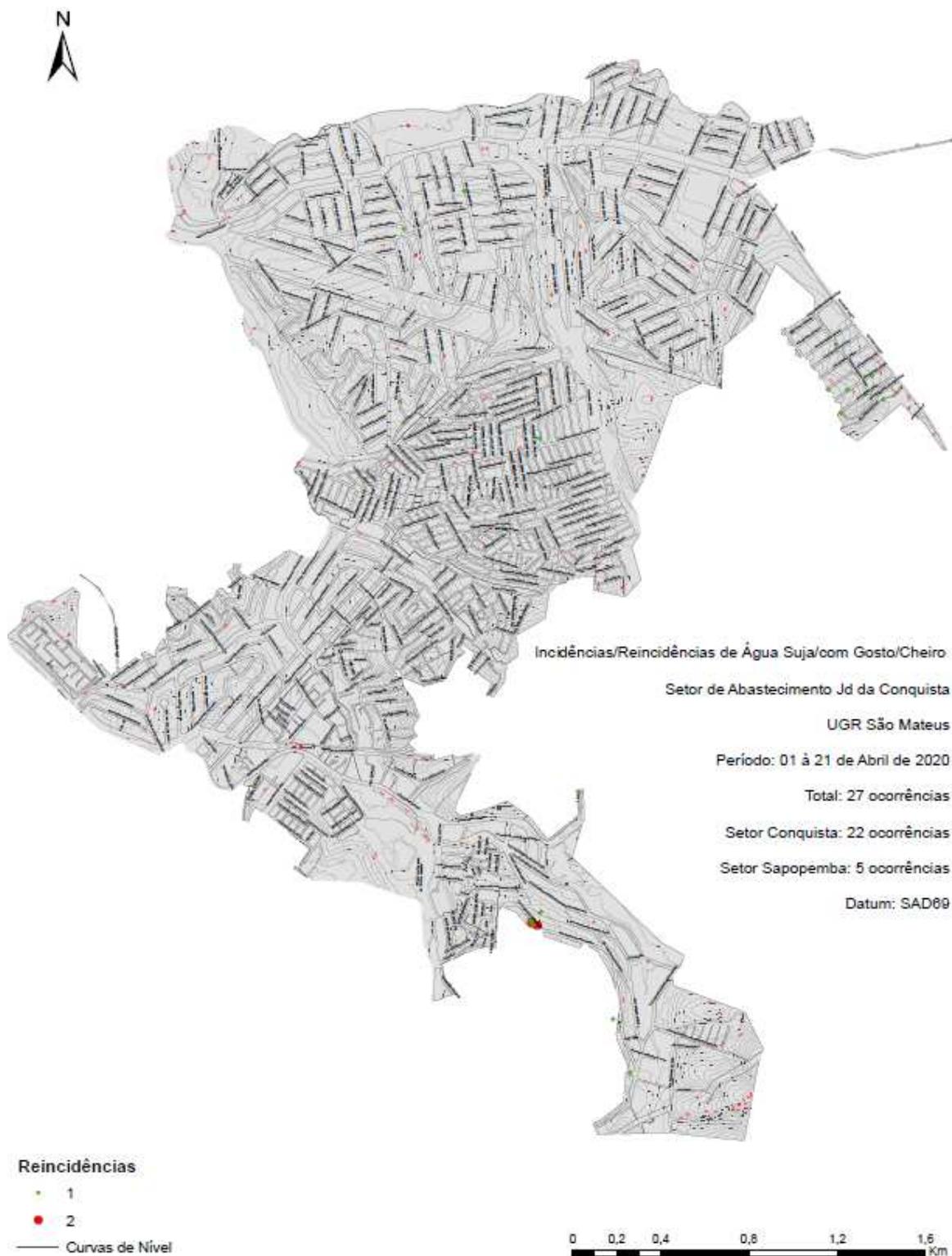


Figura 4: Incidências/Reincidências de Água suja/Com Gosto/Cheiro

A técnica para elaboração dos próximos três mapas (**Figuras 5, 6 e 7**) é a mesma descrita no processo de espacialização de incidências de qualidade da água:

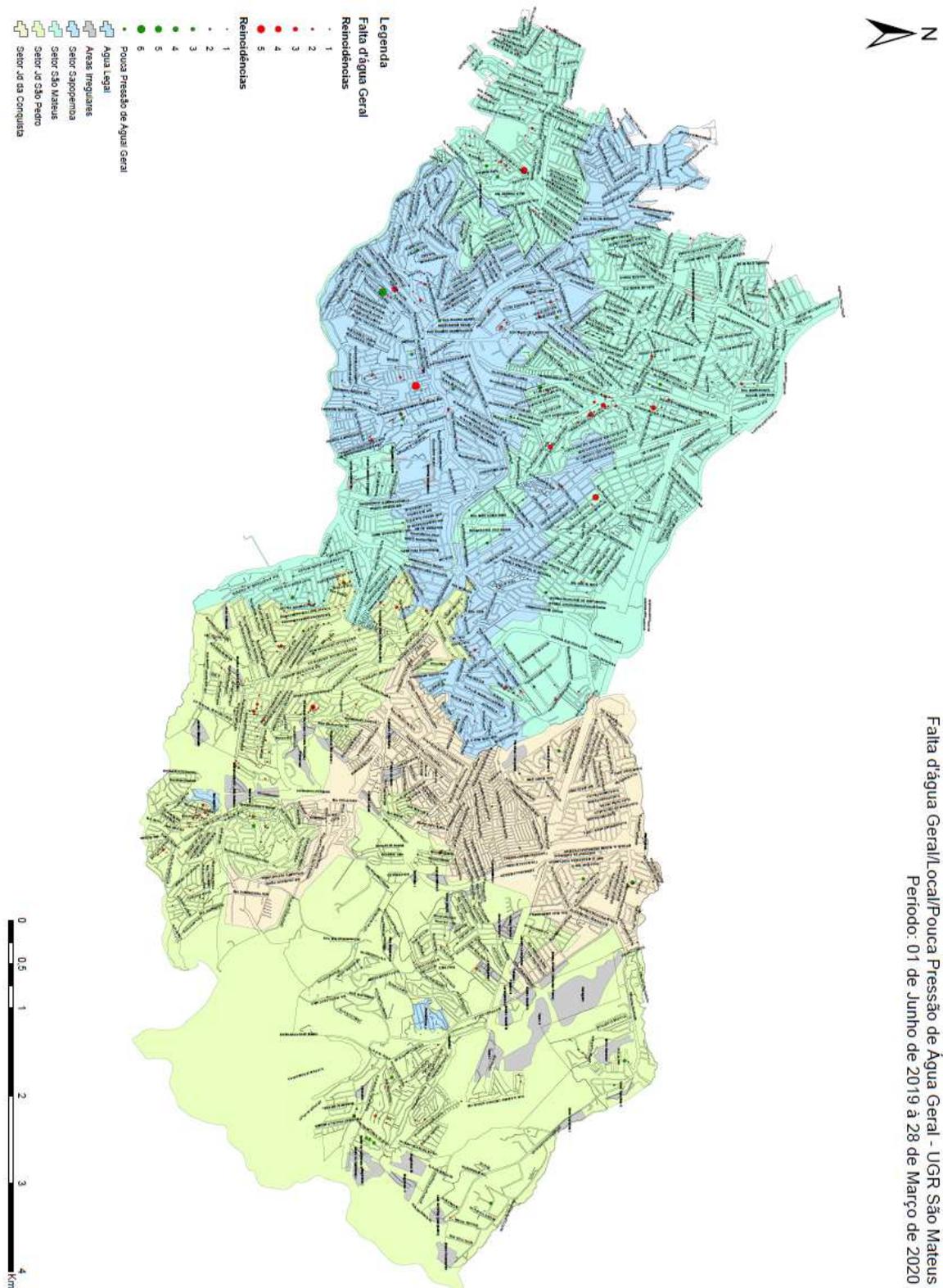


Figura 5: Incidências de falta d'água geral/local/baixa pressão

Evidenciando os pontos críticos de abastecimento dos SAs

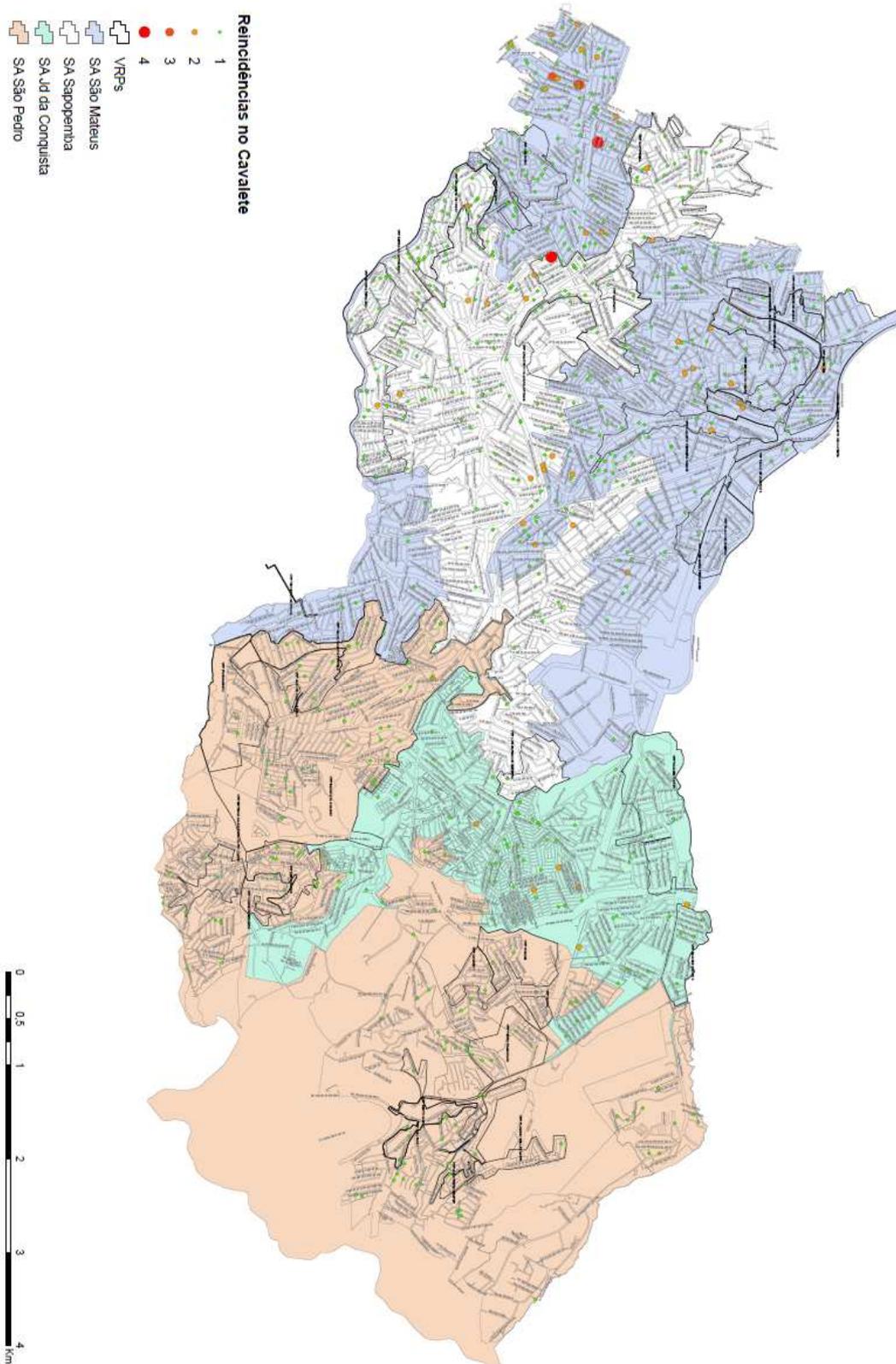


Figura 6: Incidências de vazamentos de cavaletes com áreas cobertas ou não por VRPs, além dos limites dos setores abastecimento.

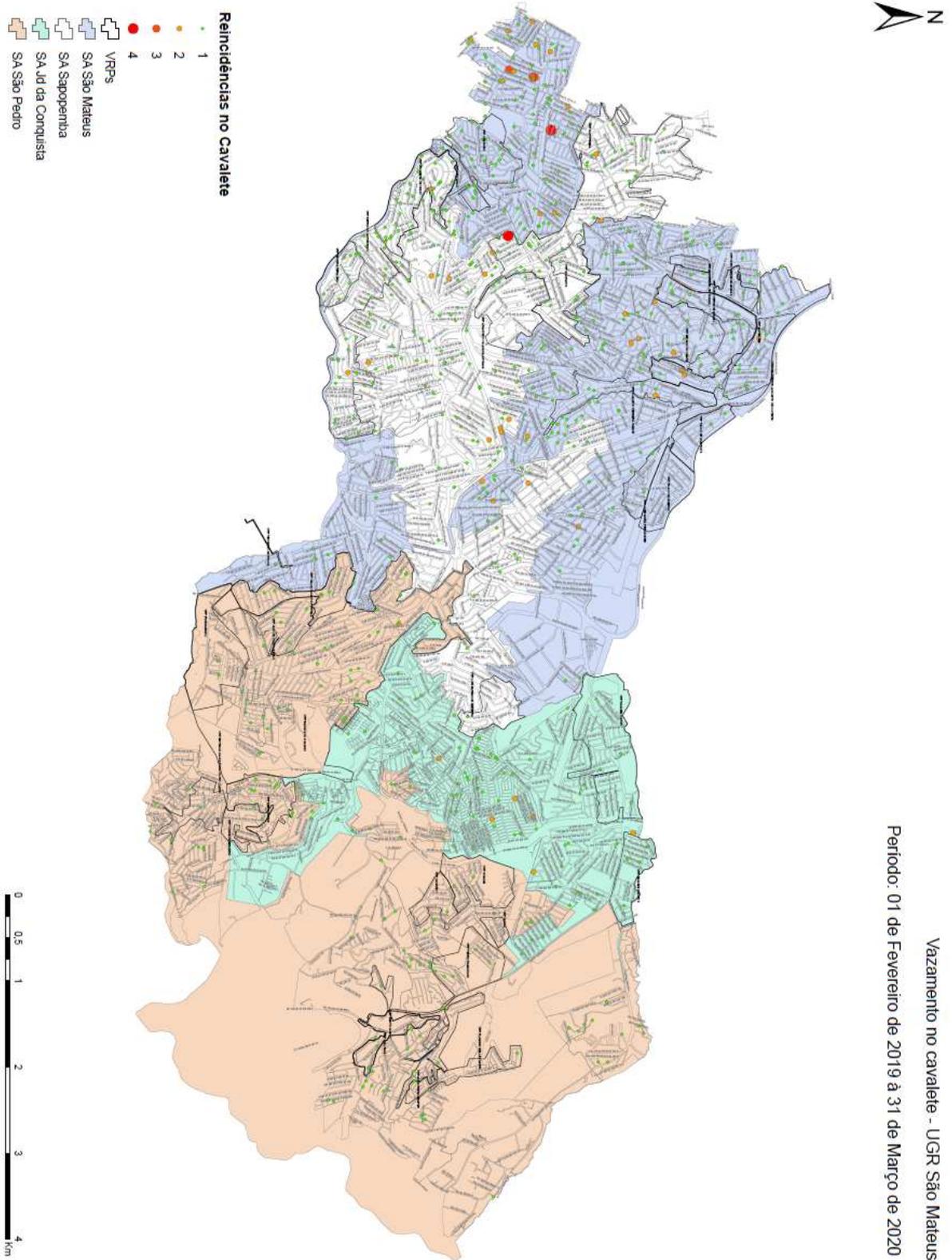


Figura 7: Incidências de vazamentos de cauletes com áreas cobertas ou não por VRPs, além dos limites dos setores abastecimento.

A **Figura 8** espacializa vazamentos de rede, com aplicação da ferramenta *Spatial Analyst* > recurso Densidade de Kernel, este converte número de reincidências e proximidade de pontos (espacial) em frequência de cores graduadas. Assim obtendo um Mapa de Calor:

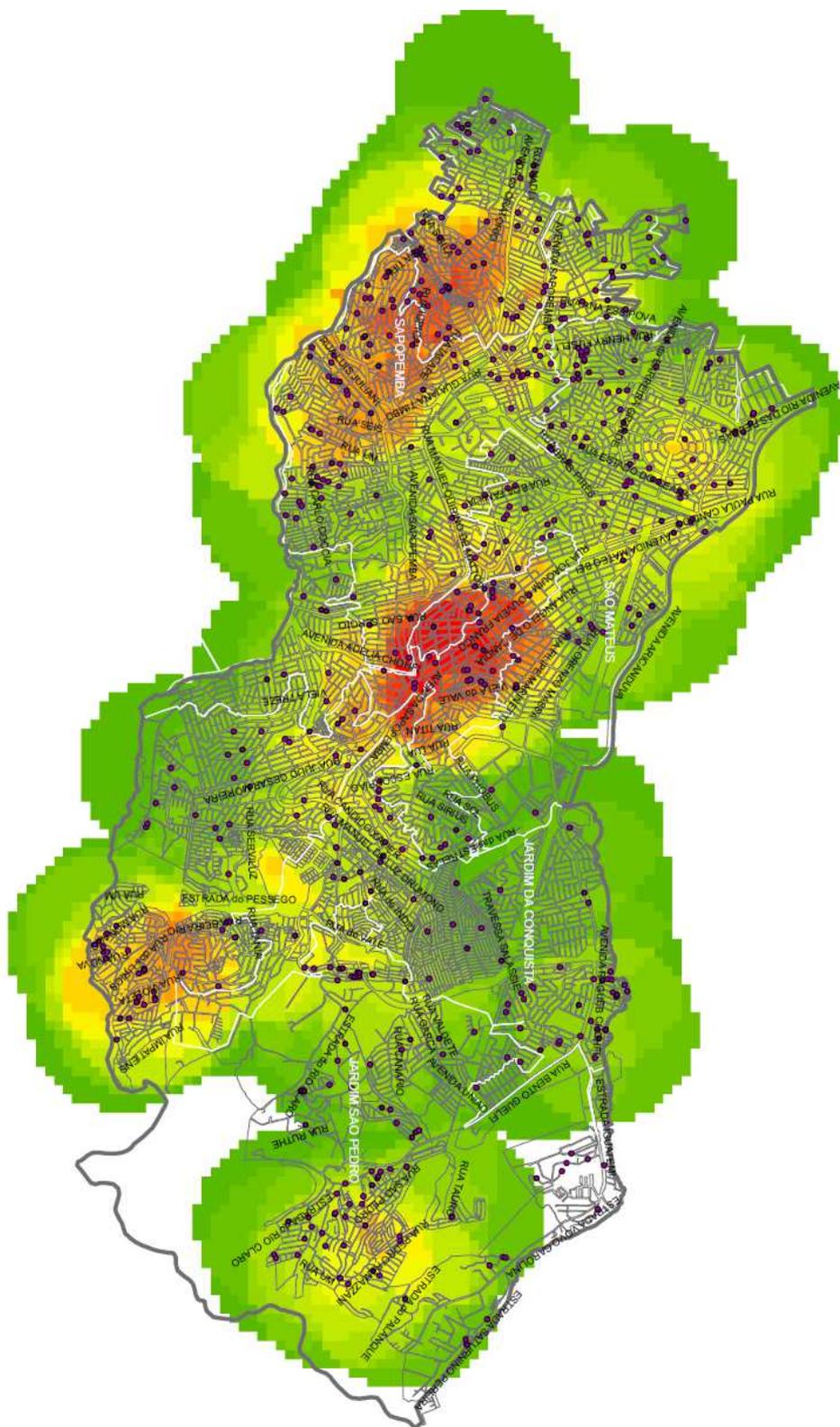


Figura 8: Vazamentos em redes de distribuição de água

Espacialização das redes de abastecimento de água considerando a data de instalação de cada feição (**Figura 9**).

CLASSIFICAÇÃO ETÁRIA DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DO SETOR DE ABASTECIMENTO JD DA CONSQUIITA

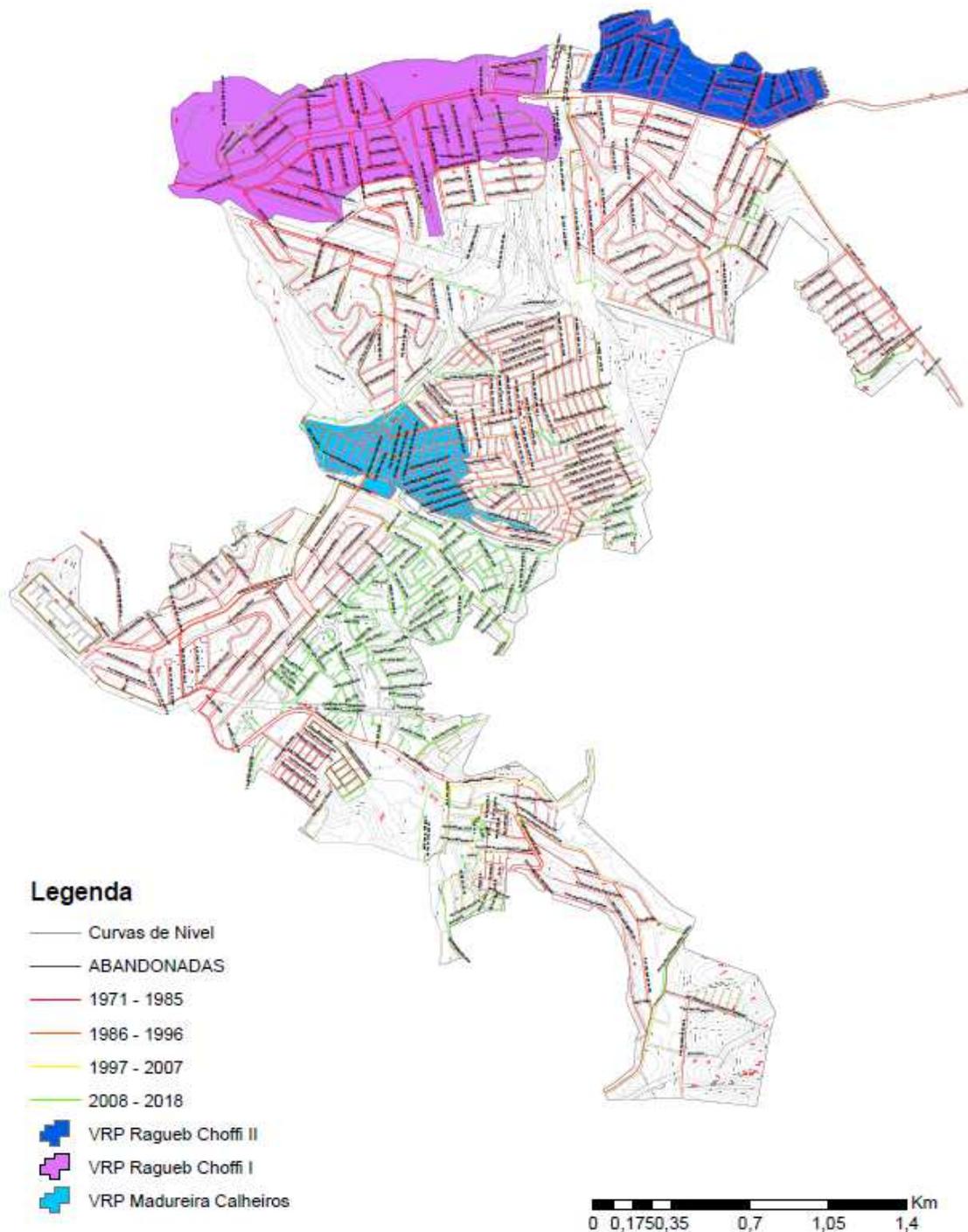
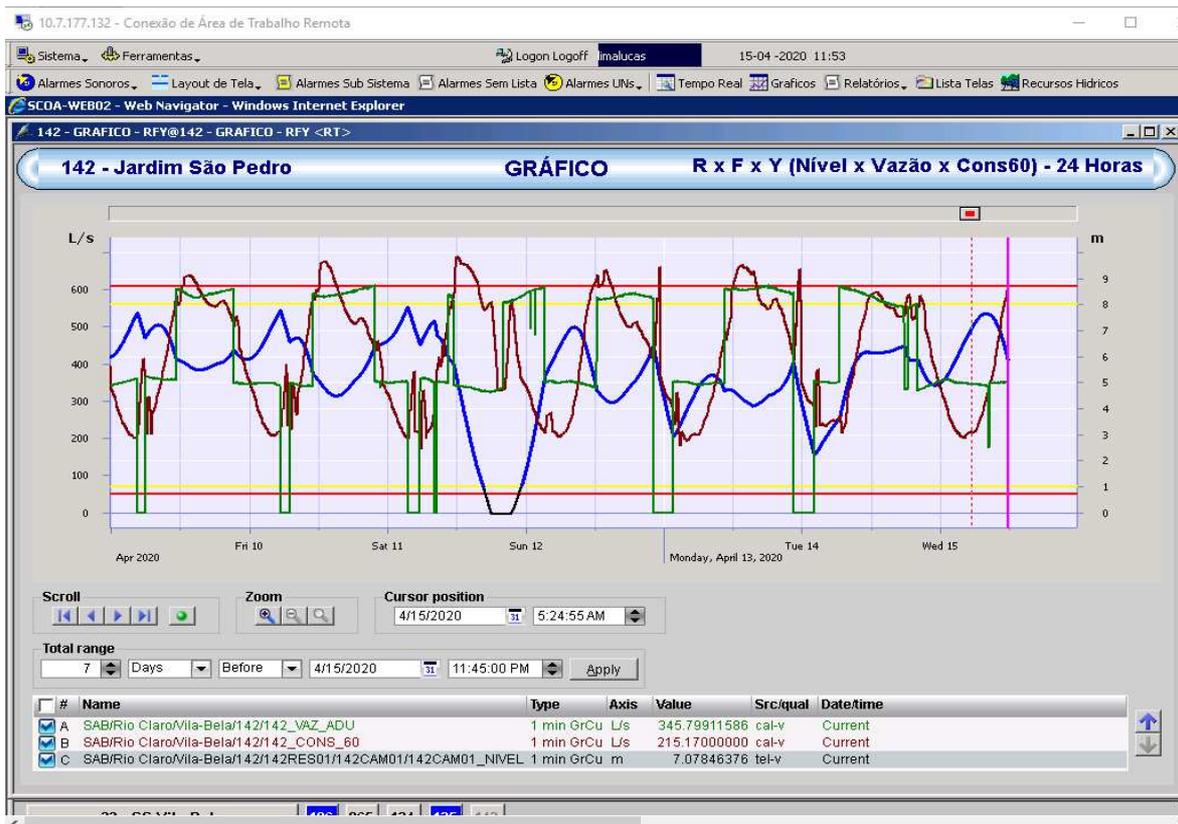


Figura 9: Classificação Etária da Infraestrutura de Distribuição de Água no Setor de Abastecimento Jardim da Conquista

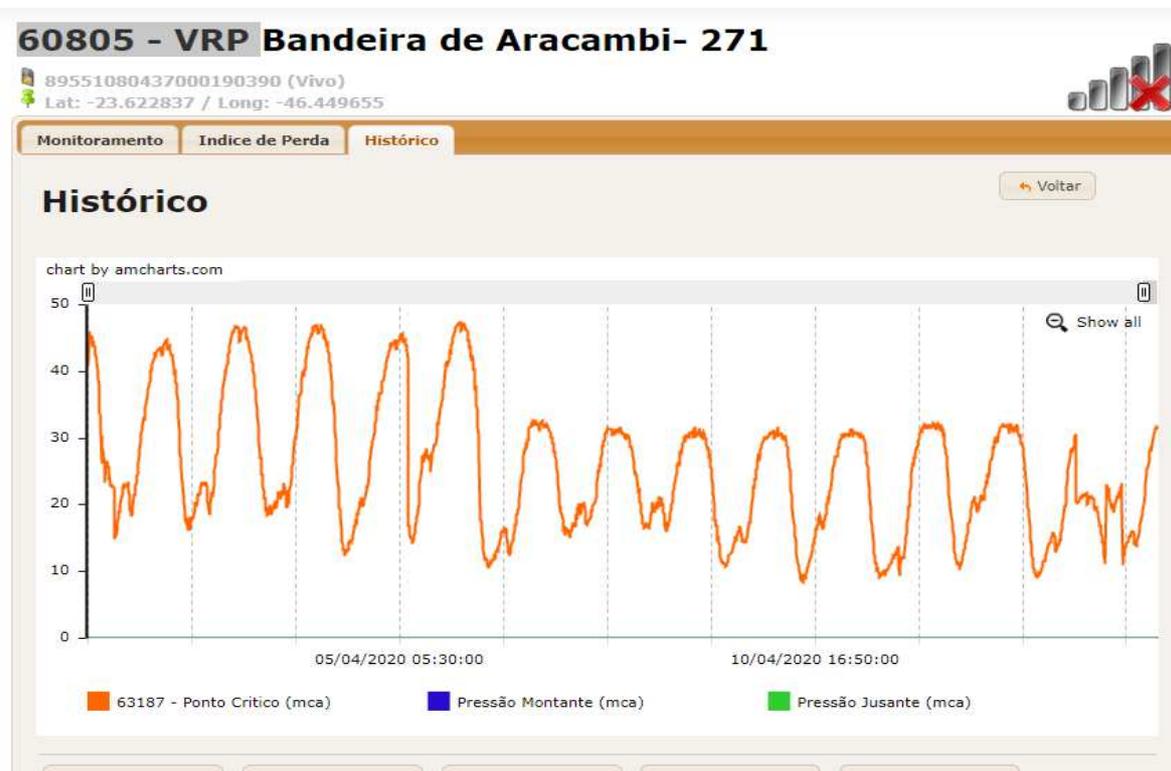
Caracterizar e analisar um DMC (Distrito de Medição e Controle) demanda perspectiva ampla e integrada. Afinal, é necessário considerar fatores como: equipamentos existentes na distribuição, número de ligações ativas/inativas, perfil de consumo, idade das redes, pontos críticos de abastecimento, caracterização geral dos micros medidores, portanto, segue exemplo:

Avaliar as curvas de consumo/adição do reservatório do Setor é de extrema importância, vide **figura 10** (Sistema de telemetria SCOA). O consumo apresenta queda a partir das 22h, todavia, volta com pico rotineiro por volta de 23h30. Logo nota-se que é possível executar PGP a partir da 00h até 4h30. Tais informações aliadas as informações espaciais como banco de dados das redes, ligações (idade dos hidrômetros / Ligações inativas) curvas de nível e etc, geram embasamento e critério para tomada de decisão integrada com área comercial.

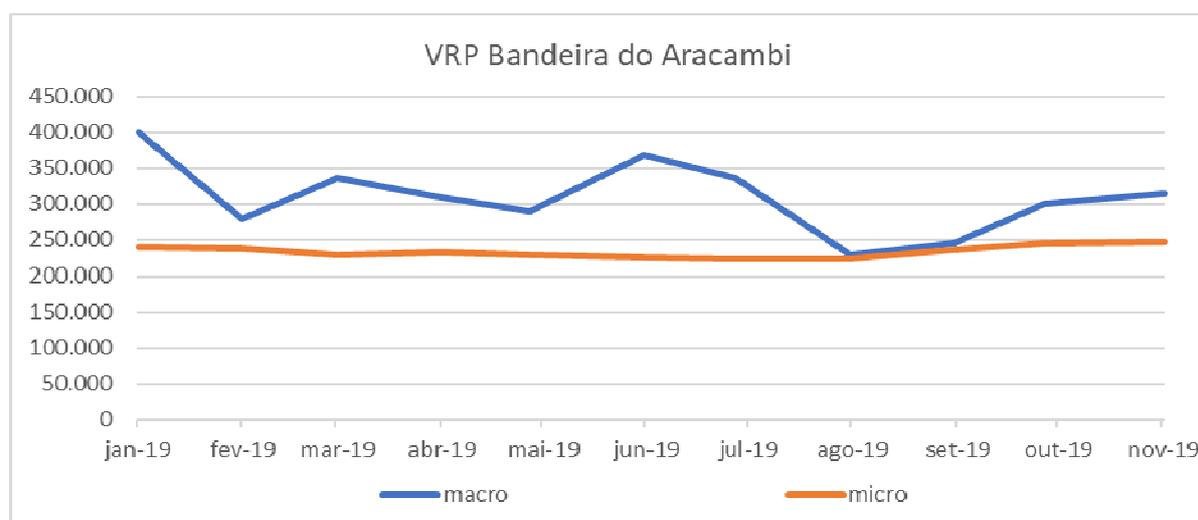


DMC - VRP Bandeira do Aracambi (Setor de Abastecimento São Pedro)

Possui pressões montante/jusante altíssimas enquanto o ponto crítico não atende de forma perene com pressão mínima exigida de 10 mca pela agencia reguladora, devido as características do relevo e extensão abrangida pela VRP. Entretanto, ao avaliar as curvas do *Datalogger* instalado no Ponto Crítico de abastecimento da área da VRP, nota-se que as pressões noturnas chegavam na média de 40 mca (**figura 11** com gráfico do Sistema *Vectora* em que foi considerado todo o mês de março), cenário muito desfavorável para IPDT do setor.



Na **Figura 12**, o gráfico compara a macromedição coletada nas leituras mensais em campo com a micromedição coletada via Arcgis no banco de dados de consumo por RGI do CSI. A irregularidade na macro de ago-19 seu devido intervalo de dias entre uma medição e outra. (julho e agosto).





Na **figura 13** as características físicas da área de abastecimento da VRP Bandeira do Aracambi estão expostas:

Classificação Etária das Redes de Distribuição de Água na Area da VRP Bandeira do Aracambi - UGR São Mateus

Setor de Abastecimento São Pedro

32,5 km em redes de distribuição

Ligações:

Ativas: 17.686

Inativas: 1.788

Datum: SAD69

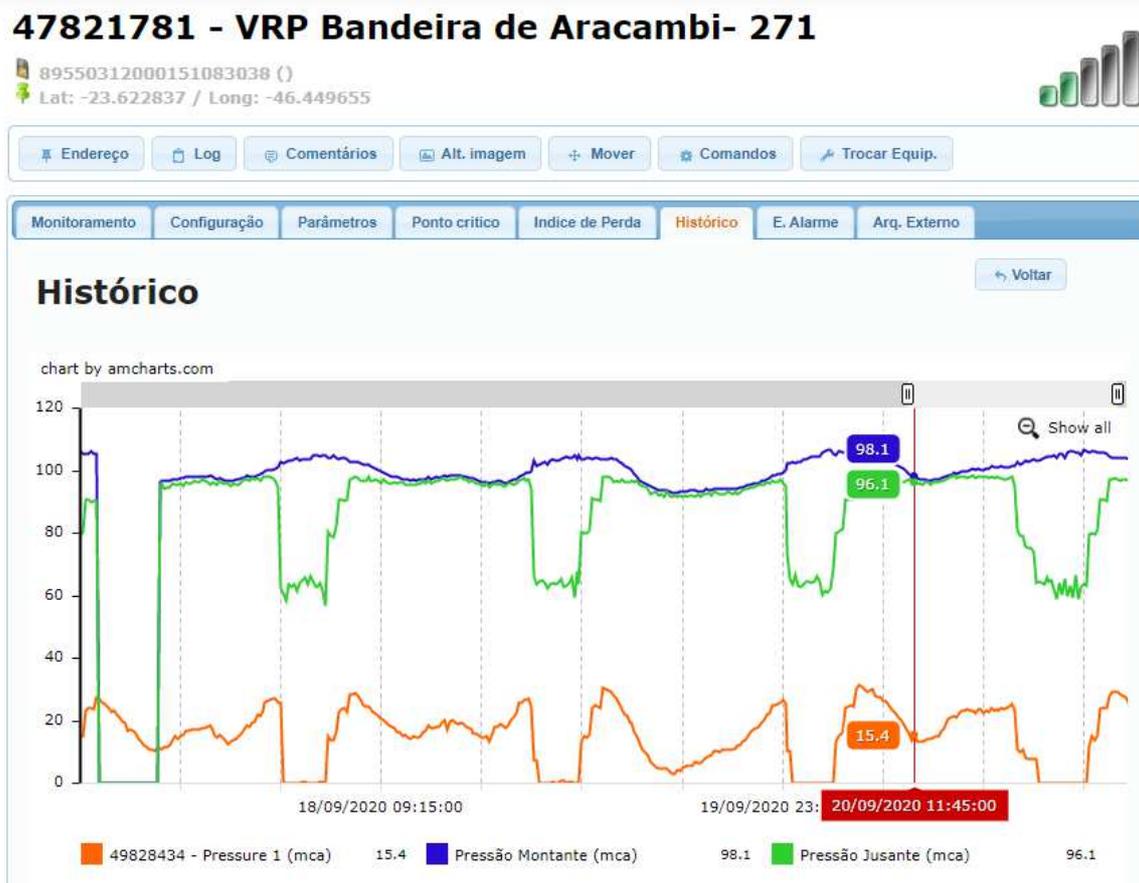


Figura 13: Classificação Etária da Distribuição de Água no Setor de Abastecimento Conquista

Estudo realizado visando otimizar a gestão de pressão noturna feita na válvula redutora de pressão existente na entrada do DMC

Onde após a constatação das altas pressões no DMC com redes relativamente antigas, número efetivo de ligações e núcleos de baixa renda, optou-se por instalação de controlador automatizado de pressão na VRP em função do consumo local:

Onde no ponto crítico de abastecimento, a pressão mantém-se em 15mca no pico de vazão e a pressão jusante é reduzida em 45mca durante a noite onde a vazão de consumo é reduzida drasticamente, vide **Figura 14**, gráfico do sistema *Vectora*:



Existe também uma ferramenta de código fonte aberto, chamada Quantum GIS, muito semelhante ao Arcgis e útil no processo de controle e redução de perdas devido ser gratuita e permitir a instalação de *plugins* como o Qwater, este utiliza o algoritmo do EPANET (software de modelagem hidráulica gratuito). Com o *plugin* instalado, na aba de configuração de parâmetros chamada *Data*, carrega-se os arquivos *shapes files* referentes à área de estudo, tubulações, nós, que interpoladas a um MDE (modelo digital de elevação), obtém automaticamente elevação, (cota Z). Posteriormente, é necessário atribuir população, consumos (demandas) em todos os nós. Por fim, escolher a equação de perda de carga que será utilizada no caso, **Darcy-Weisbach**. Assim como mostra a **figura 15**, onde há uma comunidade chamada Morumbizinho que terá seu abastecimento regularizado, na figura 15 o MDE está sobreposto a mesma:

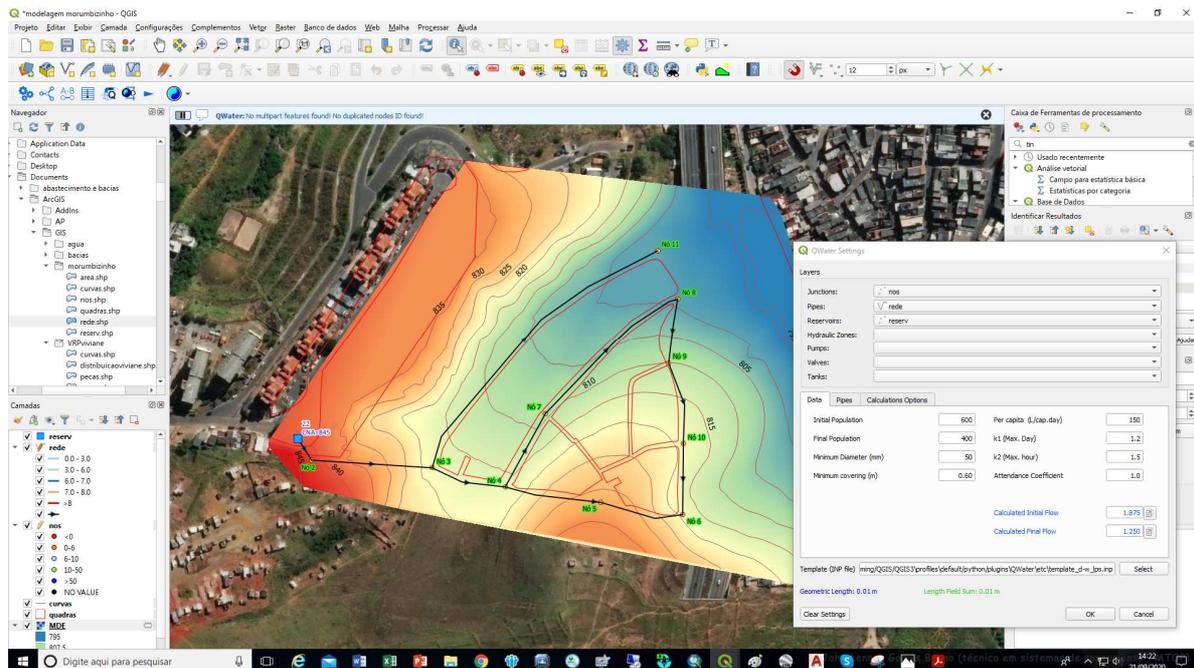


Figura 15: Demonstração do *input* de dados no Qwater

Na aba *pipes* estima-se a vazão máxima de cada trecho (l/s), o que irá redimensionar diâmetros de alguns trechos de redes existentes no *shape* para otimizar a distribuição. (Figura 16), o raster do MDE foi desativado para melhor visualização da área modelada:

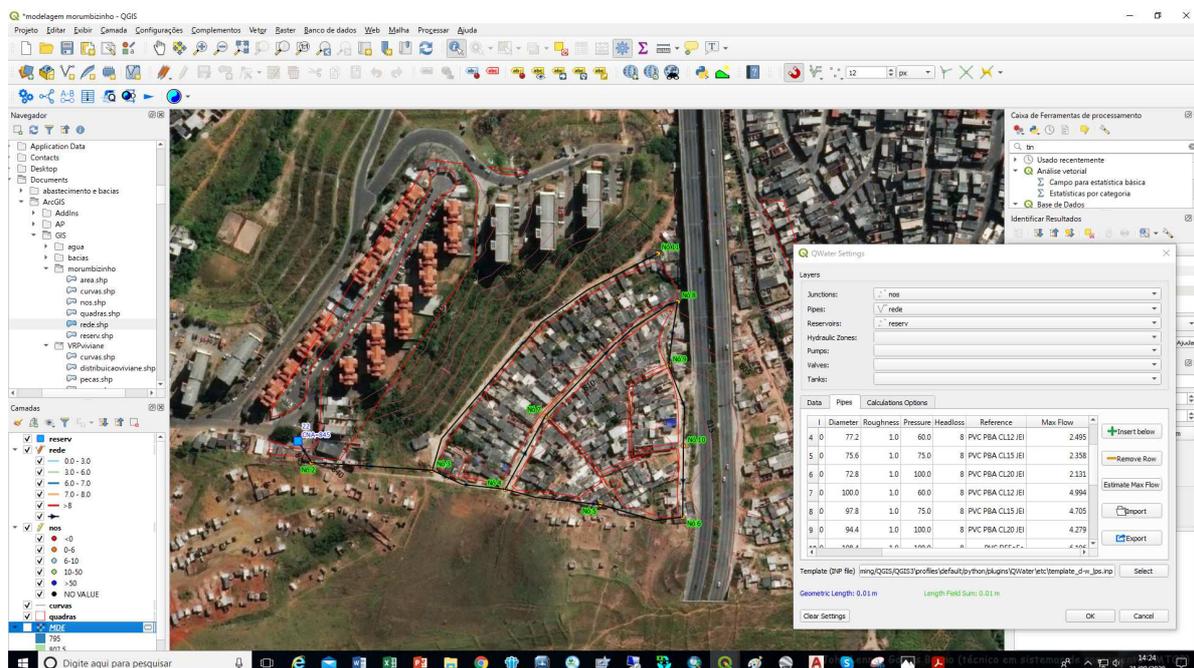


Figura 16: Demonstração do modelo no Qwater

A partir do Qgis é possível também monitorar o crescimento vegetativo de áreas irregulares, fator que implica de forma contundente no que tange Perdas Aparentes na UGR São Mateus. O método utilizado se dá por meio de instalação de outro *plugin* chamado *QuickMapService* que liga o Qgis a dezenas de serviços de imageamento terrestres a partir de satélites, o serviço utilizado foi o *Google Satellite*, a seguir na **figura 17** está especializado o banco de áreas irregulares com os polígonos dos núcleos existentes na UGR, a partir da atualização periódica dos polígonos, de acordo com o crescimento do número de imóveis. É possível trazer dados precisos, assim atualizar a variável específica na fórmula de cálculo do IPDT (Índice de Perdas na Distribuição Total) da UGR:

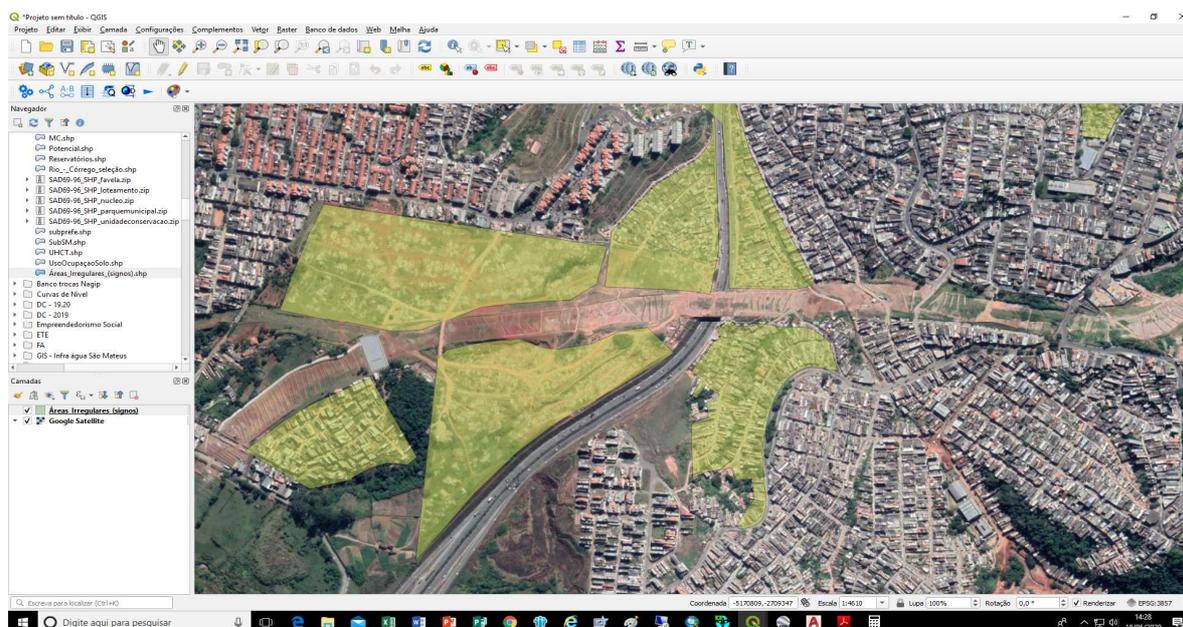


Figura 17: Áreas Irregulares especializadas no Qgis

RESULTADOS OBTIDOS

- Maior autonomia sob as VRPs, otimizando a operação;
- Agilidade no processo de melhoria e expansão das infraestruturas da UGR
- Critérios espaciais para direcionamento de pesquisas de vazamento;
- Integração dinâmica de bancos de dados, otimizando tomada de decisão;
- Autonomia e agilidade na operação do sistema de informações geográficas da companhia;
- Agilidade na manipulação histórica dos bancos de dados, tanto para espacialização, quanto para tratamento

A UGR São Mateus já apresenta os melhores números de IPDT atualmente, manter esse índice é um desafio constante, portanto toda ferramenta que venha subsidiar as análises é útil. A seguir a fórmula de cálculo do IPDT é exposta

$(VD-VCM-Usos) / n^{\circ} \text{ ligações}/365*1000$

(formula 2)

Sendo:

VD: Volume Distribuído

VCM: Volume de Consumo Medido

Usos: Usos Sociais e Usos Operacionais

Na **figura 17** há um gráfico com dados extraídos do Sistema de Gestão de Perdas corporativo comparando os índices dos quatro últimos anos do ano de 2020 entre as UGRs da Unidade de Negócio Centro.

O IPDT da UGR São Mateus, se mantém na média de 149L/lig.dia. Além de serem os melhores da Unidade de Negócio, apresentam leve queda, resultado positivo. Consequência de ações estratégicas.

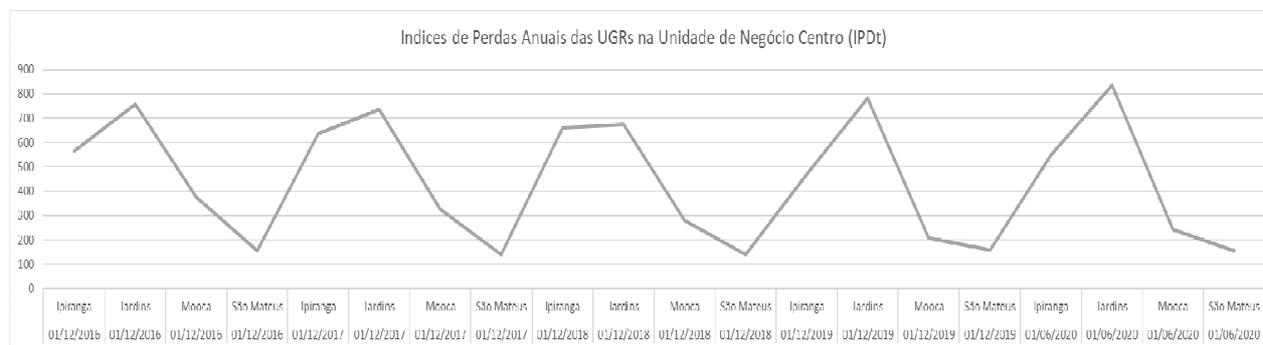


Figura 17: Índices de Perdas na Distribuição das UGRs da MC

IPDa: Índice de Perdas Aparentes na Distribuição

IPDr: Índice de Perdas Reais na Distribuição

IPDt: Índice de Perdas na Distribuição Total

O Índice de Falta d'água se dá pela somatória do número de reclamações, dividido pelo número de ligações ativas. A seguir a formula de cálculo do IRFA e exibida:

$$IRFA = \frac{\sum \text{reclamações sobre descontinuidade do serviço de abastecimento de água}}{\sum \text{ligações ativas de água}}$$

(formula 3)

Atualmente a UGR São Mateus (MCS) possui o segundo melhor índice de falta d'água da Unidade de Negócio Centro, validado que mapear incidências garante o abastecimento de água com qualidade a população com a **máxima** eficiência operacional, vide **figura 18**:

Atualização	IRFA MC - Acompanhamento diário					Fonte: MCEA
20/7/20	MCR	MCJ	MCB	MCS	MCT	IRFA MC
FAG no mês	333	130	572	94	84	1,17
IRFA	1,79	0,85	2,38	0,43	0,41	
Participação	27,45%	10,72%	47,16%	7,75%	6,92%	

Atualização	IRFA MC - Mensal					Fonte: MP
junho de 2020	MCR	MCJ	MCB	MCS	MCT	IRFA MC
IRFA	3,1	4,6	7,9	1,4	N/D	4,4

AGRADECIMENTOS

Devo totalmente a consolidação de tal conteúdo aos companheiros e mestres de trabalho Nagip César Abrahão (MPD), Ivan Ferreira Freire (MCSS), Manoelito Ferreira Alves (MCEA), Regina Fernandes (MCSM), Douglas Couri Junior (MCEA) e Mauricio Suzumura (MCEP). Cada um desses profissionais compõe parte do trabalho diretamente. Máximo respeito e admiração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ESRI Arcgis: Regras Topologicas do *Geotabase*
2. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: Conceitos Fundamentais Sobre Perdas de Água.
3. BÁGGIO, M.A, DA COSTA, H. G. Formulação de Estratégias de Combate às Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água
4. OLIVEIRA MATOS, F. GESTÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POR MEIO DAS GEOTECNOLOGIAS - Estudo de caso no Bairro de Fátima, Belém – PA
5. PEDROSA, HUDSON – A Arte da Modelagem Hidráulica - EPANET
6. OficialSabesp: *DELIBERAÇÃO ARSESP n° 898/19*:
[http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/297A0FDD9D6F847F8325845E007798AC/\\$File/deliberacao_arsesp898.pdf](http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/297A0FDD9D6F847F8325845E007798AC/$File/deliberacao_arsesp898.pdf)