

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS NO ESTUDO DE MICROBACIAS DE ESGOTAMENTO PARA PRIORIZAÇÃO DE LAVAGENS PREVENTIVAS

Fabrício de Souza Costa ⁽¹⁾

Técnico da Célula de Engenharia da UGR BILLINGS - SABESP

Oswaldo Lopes Manzano

Técnico da Célula de Engenharia da UGR BILLINGS - SABESP

Paulo Sérgio Macedo Ferreira

Gestor da Célula de Engenharia da UGR BILLINGS – SABESP

Lucas Fonseca de Oliveira

Engenheiro da Célula de Engenharia da UGR BILLINGS - SABESP

Amílton Aparecido Scavassini dos Santos

Gerente do Processo Esgoto da UGR BILLINGS - SABESP

Endereço⁽¹⁾: Rua Paulo Di Favari, 60 – Bairro: Vila Mussolini - Cidade: São Bernardo do Campo – Estado: São Paulo - CEP: 09618-100 – País: Brasil - Tel: +55 (11) 4366-8790 - Fax: +55 (11) 4366-8791 - e-mail: fscosta@sabesp.com.br.

RESUMO

Alguns métodos para melhoria contínua têm sido desenvolvidos com ênfase cada vez maior na estatística, na melhoria de processos e na otimização de sistemas como um todo.

O objetivo do trabalho foi desenvolver um método que possibilitasse a análise e identificação de microbacias de esgotamento com a maior probabilidade de piora no Índice de Obstrução de Redes Coletoras (IORC), direcionando a atuação das equipes de lavagem preventiva para as microbacias elencadas no estudo.

Através da análise de séries temporais estudamos tendências, variações sazonais, variações cíclicas, neste trabalho, optou-se por uma ferramenta do programa Microsoft Excel (2016) denominada Análise de Tendência, aplicada com base nos dados históricos de doze meses de serviços de desobstrução, metragem de rede coletora e IORC calculado de cada microbacia de esgotamento.

A adoção desta metodologia viabilizou o ranqueamento destas áreas para uma atuação mais assertiva da lavagem de rede, direcionando recursos contratados para as microbacias em que os índices tendiam a piorar.

Como resultado da aplicação desta metodologia obteve-se redução sensível dos serviços corretivos de desobstrução de rede, do IORC e do indicador de criticidade das microbacias de esgotamento da unidade.

PALAVRAS-CHAVE: Preventiva de Esgoto, Análise de Tendência, Microbacia de Esgotamento

INTRODUÇÃO

Todas as empresas de infraestrutura urbana, em todos os segmentos, se deparam com um problema semelhante com manutenções em seus sistemas, as manutenções corretivas são relativamente simples, pois operam em pontos que estão atualmente com problemas operacionais, mas como podemos prever estes problemas que ainda não são sintomáticos para direcionar manutenções preventivas?

Planejar de acordo com a real necessidade e capacidade da organização pode evitar desperdício de recursos e garantir uma melhor gestão dos processos, partindo dessa premissa, a equipe que desenvolveu o trabalho identificou a necessidade de inovar no planejamento da lavagem preventiva de redes de esgoto.

Em um cenário com mais de dois mil quilômetros de redes coletoras, divididas em 270 microbacias de esgotamento, o desafio de utilizar o recurso “lavagem de rede” da forma mais assertiva possível demonstra-se essencial, visto que, a demanda de redes a ser lavada é infinitamente superior a capacidade mensal de execução pelas equipes de campo.

OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo principal do trabalho é reduzir manutenção corretiva de esgoto, de forma que os clientes tenham maior satisfação, os mananciais não recebam essa carga poluente, a imagem da empresa seja preservada e reduzam-se os custos operacionais do sistema, através do desenvolvimento e aplicação de uma metodologia de análise de tendência que produza como resultado projeções dos índices de obstrução para cada microbacia de esgotamento, indicando quais tendem a piorar autonomamente seus índices de obstrução, direcionando assim as equipes de campo às áreas mais carentes de intervenção, tornando mais eficiente o trabalho de lavagens preventivas de redes de esgoto.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho é a de análise quantitativa de dados pesquisados, para tanto foi pautada na seguinte ordem de pesquisa:

- Pesquisa exploratória, etapa constituída de pesquisa documental, onde foram acumulados dados disponíveis nos sistemas corporativos da empresa responsável pelos serviços de esgotamento sanitário da região estudada.
- Pesquisa descritiva, onde os dados foram compilados, selecionados e trabalhados em planilhas e gráficos, para fim de observar e relacionar dados mediante à períodos e localidades.
- Pesquisa explicativa, onde as planilhas e gráficos adquiridos pelas etapas anteriores foram analisados e compilados em resumos para definir os estudos e divulgar os seus resultados.

O estudo de caso determina-se na rede coletora de esgoto pública da região específica trabalhada, porém tem alto grau de replicabilidade por se tratar de subdivisões não maiores do que o tamanho médio de uma “vila” comum.

As ferramentas utilizadas foram os bancos de dados georreferenciados de manutenções corretivas no sistema de esgotamento sanitário, o software de produção de mapas temáticos, os shapex de rede coletora de esgoto (RCE) local e o software de produção de planilhas.

Primeiramente as bacias de esgotamento foram subdivididas em 270 microbacias de esgotamento com aproximadamente 8km de RCE cada. Após a divisão foram carregados mensalmente os dados de desobstruções anuais e através de ligação espacial foram especificados a quantidade de serviços por microbacia por mês, assim como os trechos críticos de obstrução (trechos de RCE com maior incidência de manutenção corretiva).

Estes dados são transferidos para uma planilha onde é calculado o IORC de cada microbacia por mês, como visto na **Figura 2** abaixo, a estas microbacias são ranqueadas em 6 faixas de IORC como demonstrado na **Figura 1** abaixo, estes dados são extrapolados mensalmente para os próximos 3 meses, assim obtendo a tendência do indicador, dado que ele é anualizado, através dos dados obtidos verificamos quais microbacias tem tendência de manter-se na faixa de criticidade, que irão melhorar de forma autônoma com os serviços anteriormente executados e quais estão se tornando mais críticas se nada for feito, também demonstrados nas **Figuras 1 e 2**.



Figura 1 – Legenda



Informações Espaciais		HISTÓRICO DE SERVIÇOS DE DESOBSTRUÇÃO DE REDES (MENSAL)												Projeto (Serviços)			HISTÓRICO DO INDICADOR IORC									Tendência da Microbacia	
		2019 (realizado)						2020 (realizado)									IORC (Realizado)						IORC (Projetado)				
		abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	out/19	nov/19	dez/19	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20		
07MB01	3026	0	0	2	0	2	5	4	8	6	2	0	1	1	3	2	925	1190	1388	1322	1091	992	1025	1124	1129	⇒	0
08MB01	5138	0	2	5	2	0	2	0	1	1	0	0	0	2	1	1	311	311	272	253	253	253	292	266	181	↑	1
08MB02	6095	4	1	8	4	1	6	2	6	7	1	0	0	0	2	2	492	574	689	673	673	656	591	613	510	↑	1
08MB03	6328	2	1	3	6	2	9	5	4	1	7	0	4	4	3	3	727	711	711	743	695	695	727	764	767	↓	2
08MB04	9035	5	1	2	4	2	2	8	3	5	1	2	2	0	2	2	432	432	454	443	410	410	354	367	367	⇒	0
08MB05	4020	1	2	0	3	3	5	2	4	4	1	1	1	1	2	2	1095	1070	1095	846	721	672	672	672	713	⇒	0
08MB06	10770	4	5	8	8	7	13	7	9	5	14		3	4	7	7	696	734	771	836	808	771	771	789	776	⇒	0
08MB07	8807	2	1	2	9	5	2	2	6	3	4	1	1	0	3	2	602	613	534	534	454	431	409	426	425	⇒	0
08MB08	7360	5	6	6	11	6	4	9	10	7	9	1	10	3	7	6	1168	1277	1209	1209	1073	1141	1114	1123	1125	⇒	0
08MB09	9526	3	6	12	8	9	2	6	12	8	8	2	2	3	6	5	808	819	871	903	840	819	819	817	742	↑	1
08MB10	8915	2	4	5	13	12	11	9	10	2	9	5	4	1	5	4	920	998	976	987	953	965	953	966	959	⇒	0
08MB11	3015	2	1	1	2	2	4	1	2	1	0	1	0	1	1	1	663	696	663	597	597	564	531	525	513	↑	1
08MB12	8665	3	4	4	6	9	8	8	6	4	3	8	6	6	6	5	889	877	877	842	808	796	831	848	865	⇒	0
10MB01	11308	2	2	3	1	2	5	5	6	2	7	5	4	3	5	4	345	380	345	363	380	389	398	420	431	⇒	0
10MB02	5892	1	5	1	14	3	5	2	4	4	2	8	3	2	4	4	899	866	849	781	899	882	899	880	927	⇒	0
10MB03	7891		3		3	2	4	3	1	4	3	2	0	0	2	2	215	228	279	291	317	317	317	300	322	⇒	0
10MB04	9732	2	2	3		1	4	6	4	5	3	2	0	0	2	2	267	308	349	329	349	329	308	312	302	⇒	0
10MB05	10383	8	3	7	7	11	8	20	10	5	5	5	3	10	6	6	838	838	867	876	905	886	905	937	925	⇒	0
10MB06	8893	1	0	0	3	1	2	1	2	0	4	4	2	0	2	2	292	259	214	247	202	225	214	236	259	↓	2
10MB07	6380	3	4	1	2	2	2	3	4	2	3	4	0	2	3	2	502	533	502	502	517	470	455	431	451	⇒	0

Figura 2 - Planilha de Microbacias

Com a planilha produzida, partimos para a produção de mapas temáticos, como demonstrado na **Figura 3** abaixo, nestes mapas constam as microbacias, com seus respectivos IORCs, trechos críticos de obstrução e a tendência melhora ou piora da sua faixa de criticidade. São produzidos mensalmente mapas específicos de todas as microbacias com potencial de piora autônoma e das microbacias sem potencial de melhora autônoma, mas que estão com IORC próximo de descer uma faixa de criticidade, mapa que são utilizados pelas equipes de manutenção preventiva em campo.

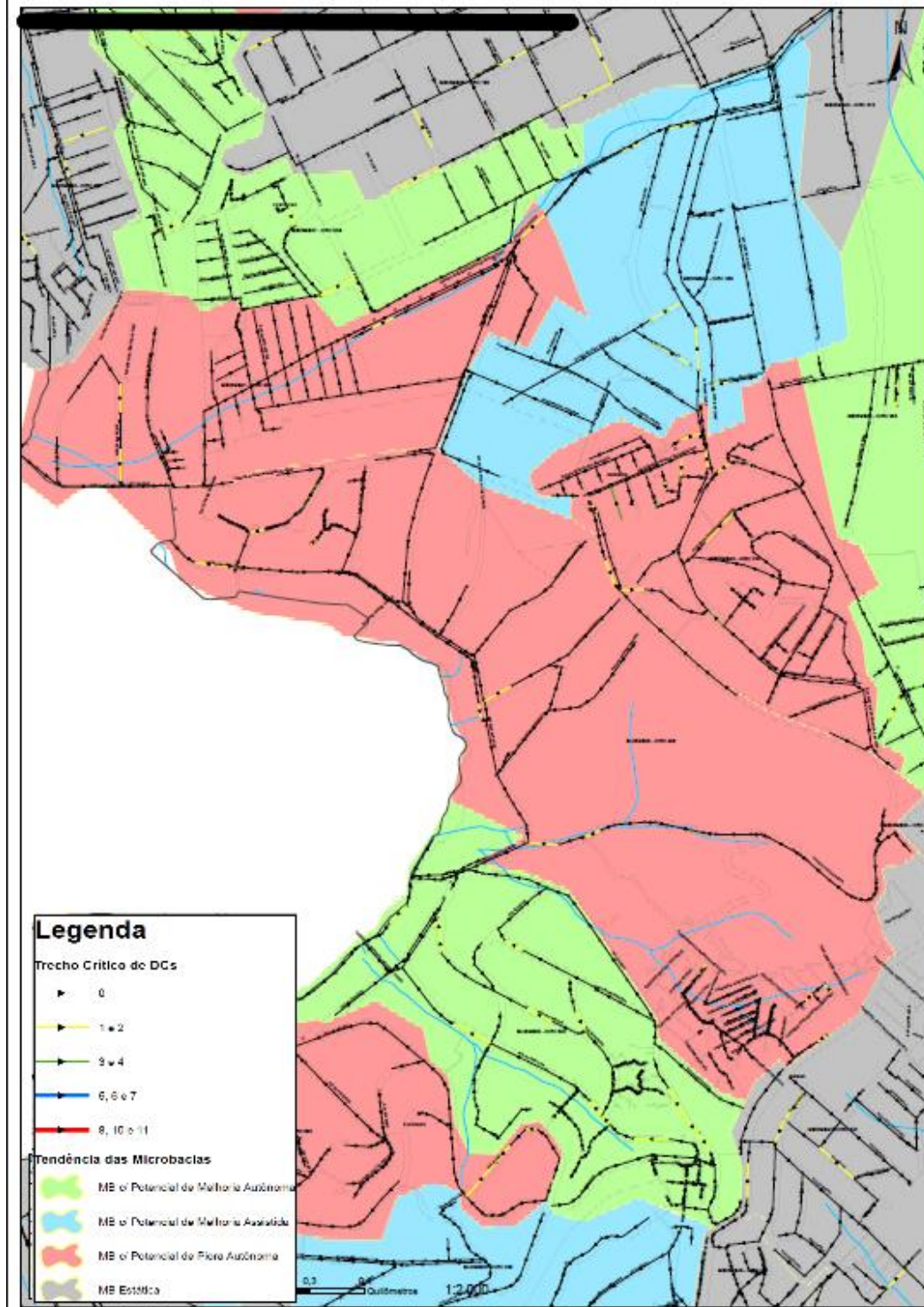


Figura 3 - Mapa Temático

As equipes de manutenção preventiva saem para fazer as lavagens com os mapas em mãos, as lavagens são otimizadas pela metodologia de trecho crítico, a equipe efetua um diagnóstico detalhado do estado da rede lavada, assim como um relatório fotográfico de cada endereço, assim buscando as informações para solucionar definitivamente cada trecho crítico de obstrução, assim dando subsídio para o investimento inteligente dos recursos em pontos que trazem melhores resultados.

RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

A aplicação da metodologia possibilitou a classificação das microbacias de esgotamento de acordo com suas tendências, os resultados do trabalho estatístico subsidiaram a tomada de decisão dos locais em que a lavagem preventiva poderia dar melhor resultado.

No trabalho de campo, a atuação orientada pelo trabalho estatístico contribuiu para a redução sensível do número de serviços corretivos da unidade, como demonstrado na **Figura 4** abaixo.

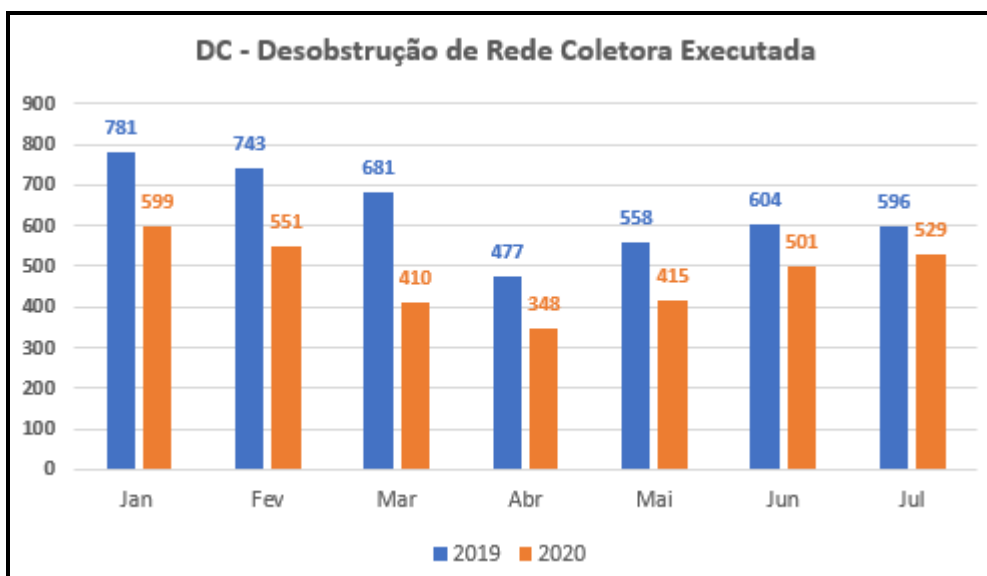


Figura 4 – Comparativo de serviços de desobstrução executados – 2019/2020

Outra maneira de se evidenciar a eficácia da aplicação da prática é monitorar a redução de obstruções da malha de rede coletora, na unidade este monitoramento é realizado por meio do indicador IORC, Índice de Obstrução de Rede Coletora, calculado conforme a fórmula abaixo:

$$\text{IORC mensal} = \frac{\text{(Quantidade de serviços de corretivos de desobstrução) em 12 meses} \times 100}{\text{"Média (km) de extensão de rede dos últimos 12 meses"}}$$

A Figura 5 abaixo apresenta os resultados comparativos do indicador IORC nos anos de 2019 e 2020, antes e depois da aplicação da metodologia, em janeiro de 2020.

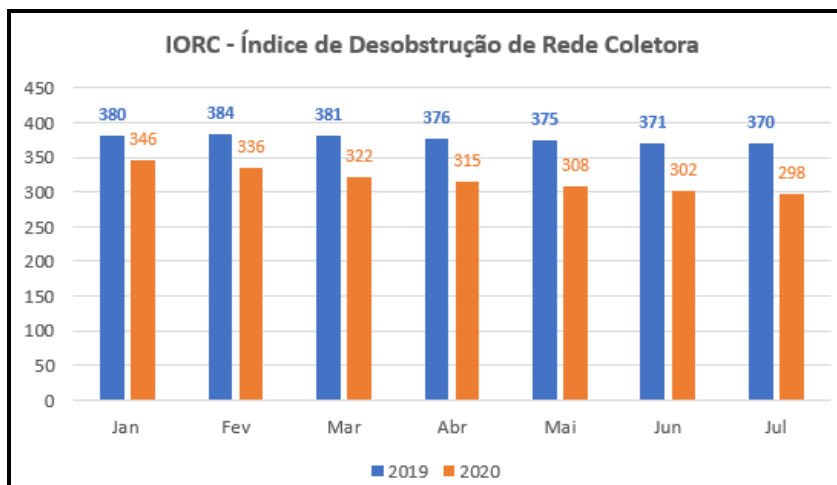


Figura 5 – Índice de Obstrução de Rede Coletora - IORC

Ainda em relação aos resultados esperados, projeta-se para o final de 2020 ganhos importantes em outro indicador da unidade, o Índice de Criticidade de Microbacias – ICM, que mede por microbacia a evolução das ocorrências de desobstrução de esgoto, atribuindo a estas faixas de criticidade, vide fórmula abaixo:

$$\text{"ICM"} = \frac{0 \times \text{Toleráveis} + 0,2 \times \text{Regulares} + 0,4 \times \text{Críticas} + 0,6 \times \text{Muito críticas} + 0,8 \times \text{Extremamente críticas} + 1 \times \text{Intoleráveis}}{\text{"Total de microbacias"}} \times 100$$

Por se tratar de indicador novo, criado em 2020, não temos histórico, porém, com a aplicação da metodologia, pretendemos ainda este ano extinguir a faixa de criticidade Intolerável das microbacias da unidade, além disso, pretende-se também reduzir 40% das microbacias nas faixas denominadas críticas, muito críticas e extremamente críticas. O indicador da unidade que mede o desempenho das microbacias está demonstrado na **Figura 6** abaixo.

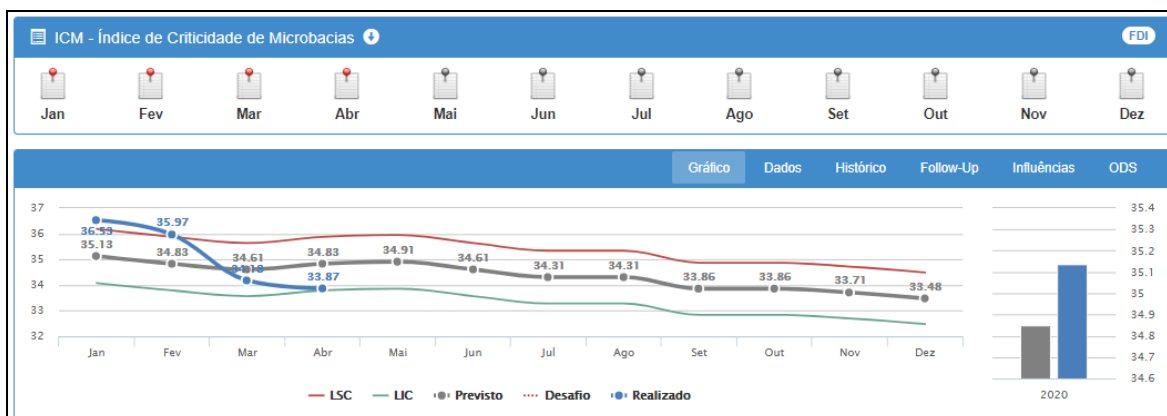


Figura 6 – Índice de Criticidade de Microbacias – ICM 2020

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A aplicação de ferramentas estatísticas na gestão das lavagens preventivas de redes de esgoto teve como objetivo otimizar o escasso recurso disponível, visto que a unidade possui 270 microbacias em sua área de atuação e uma capacidade mensal média de atuar em aproximadamente 22% destas áreas.

Nestas condições, identificar as áreas com maior potencial de problemas e quais os trechos mais críticos dentro destas áreas com a maior probabilidade de obstrução foi progressivamente tornando-se uma tarefa cada vez mais complexa e necessária.

Outro fator relevante, está relacionado a característica dos sistemas de esgotamento existentes, cuja concepção e a má utilização por parte dos usuários em determinados locais dificulta a operação das redes de esgoto, tornando o trabalho preventivo ainda mais importante para o seu funcionamento sem a ocorrência de obstruções e refluxos.

Com a aplicação da ferramenta por meio da análise de tendências das microbacias, foi possível apurar os seguintes resultados, detalhados na **tabela 1** a seguir.



TABELA 1 - MONITORAMENTO DOS RESULTADOS DO IORC NO MÊS SEGUINTE ÀS LAVAGENS PREVENTIVAS POR MICROBACIA APLICANDO CONCEITOS ESTATÍSTICOS

Mês	Total Microbacias Lavadas	Microbacias c/ Redução ou Estabilidade do IORC no mês seguinte a lavagem	%	Microbacias que apresentaram aumento do índice no mês Seguinte	%
jan/20	73	50	68%	23	32%
fev/20	41	32	78%	9	22%
mar/20	67	53	79%	14	21%
abr/20	61	46	75%	15	25%
mai/20	46	32	70%	14	30%
jun/20	56	33	59%	23	41%
Média	57,3	41,0	72%	16,3	28%

Analisando percentualmente, verificamos que, em média, 72% das microbacias lavadas apresentam redução ou estabilidade no indicador IORC no mês seguinte à execução, contra 28% de microbacias que mesmo com a lavagem ainda apresentam aumento de IORC.

Vale ressaltar que a lavagem preventiva é apenas uma das ações que contribuem para a redução do IORC, em determinadas situações há necessidade de um diagnóstico mais amplo para a solução de problemas recorrentes de obstrução de rede coletora, que inevitavelmente prejudicam os indicadores das microbacias.

TABELA 2 - MONITORAMENTO DOS RESULTADOS DO IORC POR MICROBACIA NO SEGUNDO MÊS SUBSEQUENTE ÀS LAVAGENS PREVENTIVAS APLICANDO CONCEITOS ESTATÍSTICOS

Mês	Total Microbacias Lavadas	Microbacias c/ Redução ou Estabilidade do IORC no 2º Mês subsequente a lavagem	%	Microbacias que apresentaram aumento do índice no 2º Mês Subsequente	%
jan/20	73	62	85%	11	15%
fev/20	42	31	74%	11	26%
mar/20	67	54	81%	13	19%
abr/20	61	36	59%	25	41%
mai/20	46	27	59%	19	41%
Média	57,8	42,0	71%	15,8	29%

Na **tabela 2** acima, extrapolamos a análise para o segundo mês subsequente à lavagem de redes, verifica-se que o percentual de eficácia das intervenções se manteve na casa dos 70%, ratificando a importância do trabalho estatístico de planejamento.

CONCLUSÃO

Verificamos a eficácia das metodologias utilizadas em conjunto com a metodologia criada. As manutenções corretivas e preventivas têm custos semelhantes, mas existem ganhos em ativos intangíveis e tangíveis para as empresas no investimento em manutenção preventiva seguindo métodos estatísticos de direcionamento de recursos, tornando uma alternativa mais eficiente no sistema de esgotamento sanitário a curto e médio prazo, e uma alternativa mais econômica a médio e longo prazo, pois possibilita a resolução definitiva de problemas operacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRUNI A.L., Estatística aplicada à gestão empresarial, 2a ed. São Paulo: Atlas, 2008.
2. LEVINE, STEPHAN, KREHBIEL, BERENSON., Estatística: teoria e aplicações usando o Microsoft® Excel, 5a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
3. FÁVERO L.P. et. al., Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisão, Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.