

**I-127 – APLICAÇÃO DE MÉTODO AHP – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS
– INTEGRADO A MAPAS DE KERNEL PARA PLANEJAMENTO, SELEÇÃO E
PRIORIZAÇÃO DE SUBSTITUIÇÃO DE REDES DE ÁGUA COM FOCO NA
REDUÇÃO DE PERDAS
(ESTUDO DE CASO)**

Erica Rodrigues Cisar⁽¹⁾

Analista de Gestão do Departamento de Planejamento Integrado da Diretoria Metropolitana da SABESP.

Márcio Savoia Coelho⁽²⁾

Engenheiro da Superintendência de Gestão de Riscos e Conformidade da SABESP.

Edison Garcia da Silva Junior⁽³⁾

Engenheiro da Divisão de Controle de Perdas Leste da Diretoria Metropolitana da SABESP.

Alberto Prado Cunha⁽⁴⁾

Engenheiro e Gerente da Unidade de Gerenciamento Regional Jardins da Diretoria Metropolitana – SABESP.

Antonio Carlos Costa Vieira⁽⁵⁾

Engenheiro do Departamento de Controle de Perdas e Planejamento Operacional da Diretoria de Sistemas Regionais - SABESP

Endereço⁽¹⁾: Rua Sumidouro, 448 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05428-010 - Brasil - Tel.: (11) 3388-8661 - e-mail: ericacisar@sabesp.com.br

RESUMO

O trabalho teve com objetivo desenvolver um modelo que permitisse identificar os segmentos de rede de água com maior frequência de falhas totalizando 36.000 km, no território de ação da Diretoria Metropolitana da Sabesp.

Para isto adotou-se a como metodologia a definição e calibragem com utilização de método AHP, por equipe multidisciplinar, de 8 (oito) critérios, seus respectivos pesos e faixas de criticidade em conjunto com a produção de Mapas de Kernel que possibilitaram identificar a intensidade de cada criticidade.

Como resultado, permitiu-se pontuar cada segmento de rede num range de 6.800 notas, possibilitando hierarquizar com maior assertividade as redes com maior probabilidade de falhas.

PALAVRAS-CHAVE: Água, AHP, Kernel, Substituição de Rede de Abastecimento, Tomada de Decisão, Multicritério.

INTRODUÇÃO/OBJETIVO

A Diretoria Metropolitana da Sabesp – M, atua em 38 Municípios do Estado de São Paulo e contém em sua área de atuação territorial 36.000 km de rede de distribuição de água, sendo que deste montante 5.700 km de rede tem idade superior a 50 anos. Para substituição desta fatia de redes com idade elevada, seriam necessários investimentos da ordem de 5 bilhões de Reais.

Por costume, sempre que se fala em substituição de redes, tem-se sempre a ideia que apenas a idade da tubulação é fator relevante na identificação dos trechos a serem substituídos. Porém a combinação de critérios de causas - como a idade da tubulação - utilizados em conjunto com critérios de efeitos - como vazamento da rede entre outros - tornam a identificação dos trechos mais assertiva e eficaz.

Em pesquisa no acervo de documentos e modelos pré-existentis, identificou-se limitações em chegar a um detalhamento mais eficaz - ora por falta de dados, ora por limitação de software e/ou dados disponíveis na época da elaboração dos estudos.

A necessidade em tornar mais preciso e eficaz o diagnóstico de falhas de redes no Plano Tático de Perdas da Diretoria Metropolitana da Sabesp em conjunto com a necessidade de mapear risco de ineficiência a

infraestrutura culminou na força tarefa de criação de grupo único composto por equipe técnica detentora de conhecimento específico e com inigualável capacidade de mensurar a produção e resultado do trabalho.

O desafio foi elaborar um modelo que, de forma rápida e contínua, produzisse uma hierarquização detalhada das redes de água com índices de falhas elevados e que necessitam de substituição utilizando-se para isto, de multicritérios focados na redução de perdas e nos direcionamentos estratégicos da empresa.

Este grupo alcançou o objetivo com a aplicação desta prática inovadora de se utilizar Mapas de *Kernel* (mapas de calor), que estimam a densidade (intensidade X frequência) de uma determinada ocorrência em uma área de um mapa, em conjunto com ferramenta de apoio a decisão (AHP – *Analytic Hierarchy Process*), que possibilita a elaboração de pesos diferenciados para cada critério aprimorando e melhorando a assertividade de um ranqueamento, possibilitando visualizar o resultado no segmento de rede de água (menor detalhe).

METODOLOGIA UTILIZADA

Para implementação da solução, foram planejadas e seguidas as seguintes etapas:

- Conhecimento do problema: Revisita a estudos e materiais já existentes disponíveis para o mapeamento de metodologias já aplicadas, limitações encontradas, critérios já utilizados e resultados alcançados.
- Desenho de piloto esquemático: Proposta do modelo composto por elaboração de especificações técnicas para coleta e processamento das informações contendo cronograma das atividades e respectivos prazos.
 - Desenho e aprovação de piloto estrutural para recebimento de dados em softwares de mercado (Office-Microsoft/ArcGis-ESri). O foco do modelo era análise espacial, como premissa o desenho foi feito sobre software de geoprocessamento capaz de produzir Mapas de *Kernel*. Os Mapas de *Kernel* são mapas estatísticos de estimação de curvas de densidades tendo como resultado uma visão geral de intensidade de um determinado processo em toda área de um mapa.
- Coleta, Organização e classificação por faixa de criticidade dos dados oriundos dos critérios selecionados.
- Produção: Aplicação dos dados sobre o modelo especificado para geração do resultado (Ranking).
 - Espacialização dos dados com produção de Mapas de *Kernel*.
 - Aplicação de análise espacial de intersecção entre cada mapa de critério sob a malha das redes de distribuição de água para geração de pontuação, de cada segmento de rede, de acordo com a faixa de criticidade que ela se encontrar em determinado critério.
 - Aplicação de ferramenta AHP - *Analytic Network Process* - método que permite a comparação par-a-par de relevância/importância entre cada dupla de critérios e desta forma produzir pesos diferenciados para cada critério.
 - Criação de ranking de notas, para cada segmento de rede, composta pela somatória da nota de criticidade multiplicada pelo peso do seu respectivo critério.
 - Produção de Mapa de Falhas de Redes de Distribuição de Água.
 - Validação do produto por equipe desenvolvedora.
- Divulgação e disponibilização de produto final/resultado: divulgação em Fóruns e grupos de trabalho técnicos (perdas, saneamento, renovação de ativos, entre outros) e inclusão/disponibilização em plataforma espacial WEB Signos Temático.
 - Divulgação e disponibilização do produto para manuseio por equipes Gerenciais e Técnicas.

Todas estas etapas foram devidamente mapeadas e documentadas por meio de atas das reuniões específicas para tratamento do modelo e divulgação das mesmas para o grupo técnico e grupo gerencial (equipe multidepartamental).

O grupo multidepartamental foi composto por profissionais que outrora criaram sistemáticas e pilotos pontuais de identificação de redes de água para substituição em programas de renovação de ativos e programas de redução de perdas. Porém nenhum produto conseguiu ser tão abrangente quanto à área de aplicação e preciso na identificação do exato trecho de rede de água. O máximo atingido até então, eram quadrículas espaciais de

áreas de tamanho 500 x 500 metros com potenciais índices de falhas, sendo necessário estudo em campo para se chegar a rede efetivamente crítica. Em um segundo caso, o produto alcançou resultado por nomes de ruas em banco alfanumérico, sendo necessário seu reprocessamento em mapas espaciais para identificação do exato trecho da rua (ruas muito extensas dificultavam a avaliação).

Para o desenvolvimento dos trabalhos foram definidas reuniões quinzenais com os integrantes do grupo. Estas reuniões ocorreram de Novembro/16 a Março/17 onde cada profissional teve um papel a ser desempenhado:

- Gerentes de Departamento de Planejamento e de Gestão de Riscos Corporativos: responsáveis pela escolha da equipe multidisciplinar/multidepartamental e criação de agenda para elaboração do trabalho.
- Equipe multidisciplinar/multidepartamental: formada por engenheiros e analistas de gestão responsáveis pelo estudo, desenho do piloto, coleta e processamento de dados e produção do resultado.
- Fórum Água: formado por gerentes de departamentos de engenharia e de planejamento, gerentes de divisões técnicas de água e perdas da Diretoria Metropolitana: responsável pela divulgação dos resultados e aderência dos resultados nas atividades com fim ao combate às perdas de água.
- GT Perdas - Grupo de Trabalho Perdas: Responsável pelas simulações dos resultados sobre acervo de dados pré-existentes e aplicação no direcionamento de ações nas atividades fins de combate a perdas.
- Cada etapa de desenvolvimento do modelo passou pela estruturação, definições e documentação de todos os padrões adotados assegurando a revisita e repetibilidade anual, a saber:

FASE 1: Mapeamento e tratamento de dados dos critérios selecionados.

- **Mapas de Kernel:**
Todos os critérios processados por meio de Mapas de *Kernel* deverão ter seus dados processados continuamente na área total do estudo, não permitindo seu processamento ser dividido em partes que causam falha na análise.
 - As faixas de criticidade deverão ser criadas automaticamente por meio de ferramenta de geoestatística denominada Quebras Naturais (Método de classificação espacial que melhor agrupam valores similares a um determinado grupo) e deverão utilizar no processamento dos Mapas de *Kernel* parâmetros de *Point Density* para *Cell* no valor 50 e *Radius* no valor 500.

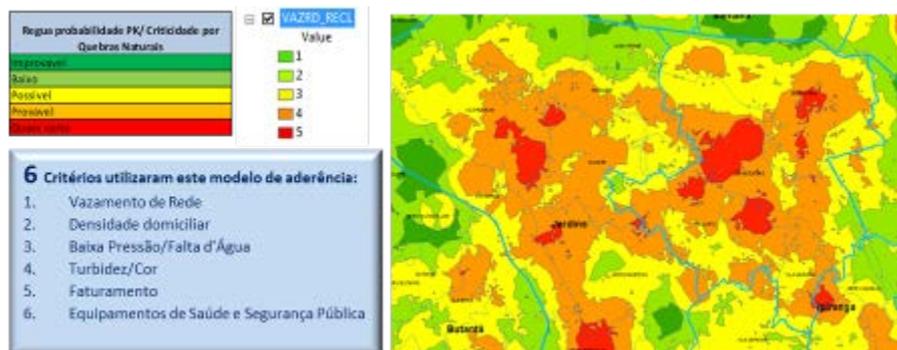


Figura 1: Exemplo de Mapa de *Kernel*, condfigurado em faixas de criticidade

- **Identificação de Critérios Multicausal:**

- Criação de quadro contendo informação dos critérios, fontes da informação, intervalo de dados e forma de apresentação:

Critério	Origem	Tipo de espacialização possível	Intervalo de dado utilizado
Vazamento de Rede	SIGAO	Mapa de Calor – Qtde de Ocorrências por Quadra	3 anos (2014/2015/2016)
Densidade Domiciliar	CSI (Economias Ativas)	Mapa de Calor – Qtde de Economias por Ligação	Atual (Ano 2016)
Baixa Pressão/ Falta D'Água/	SIGAO	Mapa de Calor – Qtde de Ocorrências por Quadra	3 anos (2012/2013/2016)
Turbidez/Cor	SIGAO	Mapa de Calor – Qtde de Ocorrências por Quadra	3 anos (2012/2013/2016)
Faturamento	CSI	Mapa de Calor – Valor Faturado Total – último mês por Quadra	Atual (último mês 2016)
Equipamento de Saúde/ Segurança Pública	Base de Dados Crise Hídrica	Mapa de Calor – Ocorrências espaciais	Banco Crise Hídrica de 2015
Área de Risco - Defesa Civil	Defesa Civil	Polígonos com escala de critérios	Atual (Disponível em site Defesa Civil em Dez/2016)
Tipo de Material/ Idade de Rede	SIGNOS	Pollinhas com informações de Material e Idade	Atual (Ano 2016)

Figura 2: Quadro de critérios e seus detalhamentos

- Especificação de Critérios que não se utilizam de Mapas de *Kernel*: Especificidades da rede de água, como material e idade e áreas classificadas como de risco pela defesa civil.

CAMADA RISCO - Defesa Civil		
Tipo de Risco Defesa Civil	É Risco Sabesp?	Aderência a régua de Probabilidade PK
Deslizamento - Alto	sim	Provável
Deslizamento - indefinido	sim	Baixo
Deslizamento - Muito Alto	sim	Quase Certo
Escorregamento - Alto	sim	Provável
Escorregamento - Baixo	sim	Baixo
Escorregamento - indefinido	sim	Improvável
Escorregamento - Médio	sim	Possível
Escorregamento - Muito Alto	sim	Quase certo
indefinido - Alto	sim	Provável
indefinido - Baixo	sim	Baixo
indefinido - indefinido	sim	Improvável
indefinido - Médio	sim	Possível
indefinido - Muito Alto	sim	Quase Certo
Inundação ou Enxurrada - Alto	não	-
Inundação ou Enxurrada - Baixo	não	-
Inundação ou Enxurrada - indefinido	não	-
Inundação ou Enxurrada - Médio	não	-
Inundação ou Enxurrada - Muito Alto	não	-
Rastejo - Muito Alto	sim	Possível
Solapamento - Alto	sim	Provável
Solapamento - Baixo	sim	Baixo
Solapamento - indefinido	sim	Improvável
Solapamento - Médio	sim	Possível
Solapamento - Muito Alto	sim	Quase Certo
Tombamento de Solo - Alto	sim	Provável

➔

Regua probabilidade PK
 Improvável
 Baixo
 Possível
 Provável
 Quase certo

Regua probabilidade PK	Especificação da Faixa
Improvável	DEMAIS
Baixo	FOFO de 1970 a 1980
Possível	PVC anterior a 1980 e FOFO anterior a 1970
Provável	PEAD antes 98 E TODOS PEAD DIAMETRO 32
Quase certo	CA - Cimento Amianto

Figura 3: Reclassificação de criticidade de Área de Risco da Defesa Civil

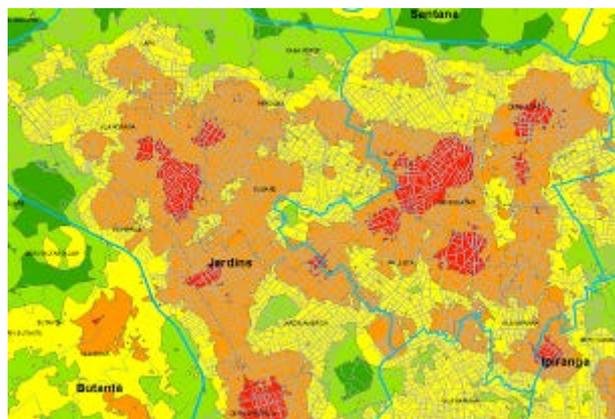


Figura 4: Intersecção Espacial entre Critérios e Redes de Água

- Criação de matriz contendo rastreabilidade de dados SIGAO/CSI utilizados nos critérios visando atualização com mesmos conceitos:

FASE 2: Aplicação de AHP e Produção de Ranking:

Somente a aplicação da soma das criticidades de cada critério por segmento de rede não caracteriza a assertividade de um ranqueamento de priorização. É importante entender que a aplicação de pesos diferenciados para cada critério aprimora e melhora a assertividade de um ranqueamento.

É natural e comum a utilização de ferramentas de análise multicriterial que auxiliam na criação de níveis de importância entre critérios para tomada de decisão. Podemos citar como exemplo ANP – *Analytic Network Process*, o MACBETH – *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique* e o AHP – *Analytic Hierarchy Process*, este último escolhido como ferramenta na aplicação desta metodologia.

O AHP é um método que ajuda as pessoas a escolher e justificar a sua escolha, trata-se de um método de *priori*, determinando os critérios e seus pesos a partir das preferências dos decisores. Foi desenvolvido na década de 70 por Thomas Saaty. É baseado em conceitos de matemática e psicologia. A hierarquia do AHP permite que elementos distintos, ou mesmo incomensuráveis, sejam comparados entre si de maneira racional e consistente. A racionalidade provém da quantificação enquanto a consistência é assegurada pelo modelo, utilizando auto- vetores.

A percepção humana por si só, não é capaz de analisar simultaneamente todos os critérios e preferências. O AHP permite a comparação par-a-par de relevância/importância entre cada dupla de critérios. Para cada atributo e para cada par de alternativas os tomadores de decisões indicam suas preferências. Estas preferências são registradas em matrizes na forma de frações entre 1/9 e 9. Cada matriz é avaliada pelo seu autovalor para verificar a coerência dos julgamentos.

A AHP transforma comparações, muitas vezes empíricas, em valores numéricos que são processados e comparados. O peso de cada um dos fatores permite a avaliação de cada um dos elementos. O AHP consegue transformar dados empíricos em modelos matemáticos.

Existem várias tabelas de escala de importância para comparação par-a-par possível de utilização no método AHP. A **Tabela 1** mostra a escala mais utilizada e escolhida na aplicação deste modelo.

Tabela 1 – Escala de relativa importância de Saaty (SAATY, 2005).

Escala	Avaliação Numérica	Recíproco
Extremamente preferido	9	1/9
Muito forte a extremo	8	1/8
Muito fortemente preferido	7	1/7
Forte a muito forte	6	1/6
Fortemente preferido	5	1/5
Moderado a forte	4	1/4
Moderadamente preferido	3	1/3
Igual a moderado	2	1/2
Igualmente preferido	1	1

A partir da escolha da escala AHP e da aplicação da mesma pelo grupo multidisciplinar sobre os critérios escolhidos calibrou-se os pesos, gerou-se as notas do ranking e produziu mapeamento final conforme etapas a seguir:

- **Documentação da matriz e pesos:** gerada pela aplicação do método AHP - *Analytic Network Process* e pesos finais para reaplicações futuras:

Crítérios	Abrev	Vaz	Matidade	DensDom	Fatur	FTDaguaBx	Turb	EquipSau	RiscOp
Vazamento	Vaz	1	7,00	9,00	9,00	5,00	7,00	7,00	5,00
Material/Idade	Matidade	0,14	1	7,00	5,00	2,00	5,00	7,00	7,00
Densid. Domiciliar	DensDom	0,11	0,14	1	0,33	0,11	0,14	0,20	0,11
Faturamento	Fatur	0,11	0,20	3,00	1	0,14	0,14	0,20	0,11
Falta D'Água/ Baixa Pressão	FTDaguaBxPres	0,20	0,50	9,09	7,14	1	5,00	6,00	5,00
Turbidez	Turb	0,14	0,20	7,14	7,14	0,20	1	7,00	3,00
Equip. Saúde/ Seg.Pública	EquipSau	0,14	0,14	5,00	5,00	0,17	0,14	1	0,20
Risco Operacional	RiscOp	0,20	0,14	9,09	9,09	0,20	0,33	5,00	1

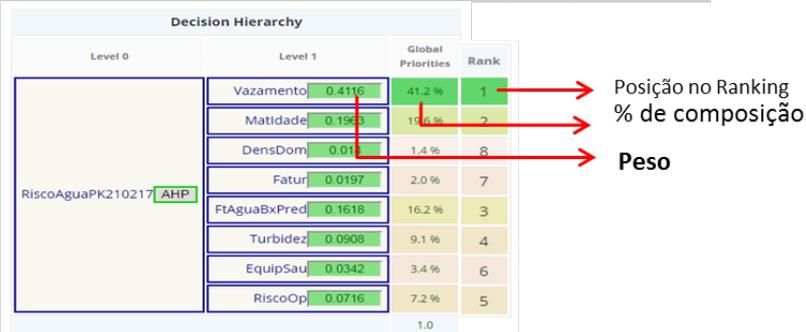


Figura 5: Matriz AHP e resultado dos pesos obtidos para cada critério

- **Especificação de campos:** para calculo de Ranking e aplicação dos valores diretamente na matriz de segmento de redes

DIAME	Anel	CrtVaz	CrtMatid	CrtDop	CrtFIBAB	CrtTurb	CrtFatur	CrtRiscOp	CrtSauSP	AHP_Vaz	AHP_Mtid	AHP_Dom	AHP_FDBP	AHP_Turb	AHP_Fat	AHP_RcOp	AHP_SauSP	Ranking
50	2000	1	1	1	1	1	1	3	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1432
50	2007	1	1	1	1	1	2	1	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1432
50	2007	2	1	1	1	1	2	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.3597
50	2007	1	1	1	1	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	0.9284
75	1997	2	1	1	1	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.34
75	1997	2	1	1	1	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.34
50	1997	2	1	2	1	1	2	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.3737
50	1997	2	1	2	1	1	2	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.3737
50	1982	2	1	2	1	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.354
50	2007	2	1	2	1	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.354
80	2007	1	1	2	2	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1042
80	2007	1	1	2	2	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1042
75	1992	1	1	3	2	1	2	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1379
80	2007	1	1	2	2	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1042
75	2007	1	1	2	2	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1042
75	2007	1	1	2	2	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1042
75	2007	1	1	2	2	1	1	0	1	0.4116	0.1963	0.014	0.1618	0.0908	0.0197	0.0716	0.0342	1.1042

Valores das Faixas de Critérios para cada segmento de rede

Valores dos Pesos para cada critério dentro de cada segmento de rede

$$\text{RANKING} = (([\text{CrtVaz}] * [\text{AHP_Vaz}]) + ([\text{CrtMatida}] * [\text{AHP_Mtid}]) + ([\text{CrtDDom}] * [\text{AHP_DDom}]) + ([\text{CrtFitABxP}] * [\text{AHP_FDBP}]) + ([\text{CrtTurbid}] * [\text{AHP_Turb}]) + ([\text{CrtFatur}] * [\text{AHP_Fat}]) + ([\text{CrtRiscOp}] * [\text{AHP_RcOp}]) + ([\text{CrtSauSP}] * [\text{AHP_SauSP}]))$$

Figura 6: Matriz de segmentos de Rede de Água com aplicação de faixas de criticidade, pesos, calculo de ranking e notas individuais.

- **Documentação para produção de mapa espacial:** baseado em resultado de ranking para controle, atuação e medição dos resultados.

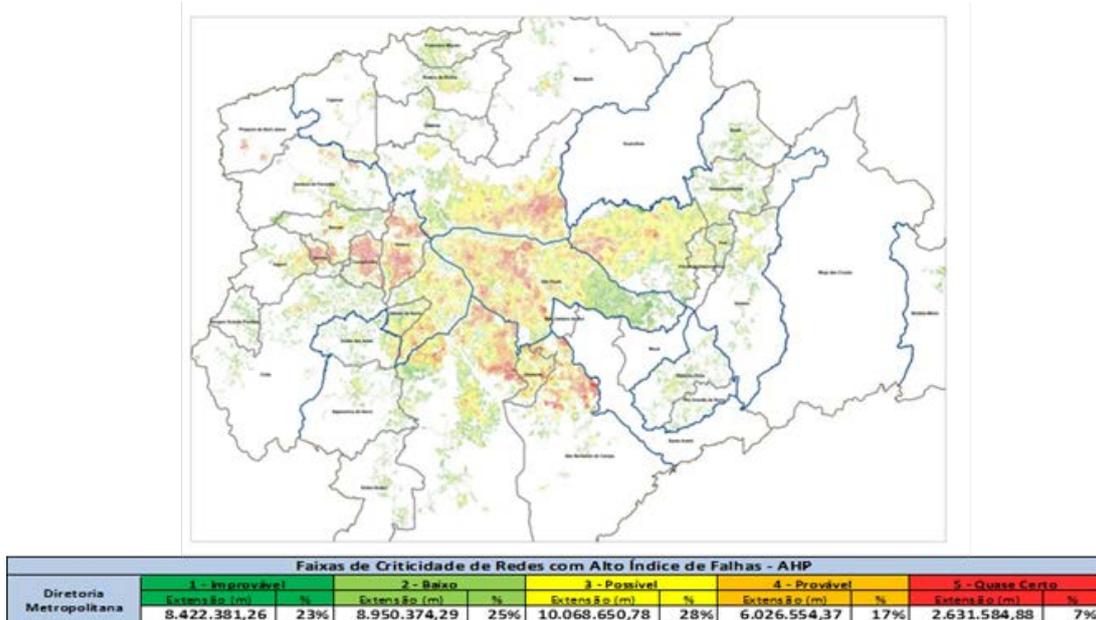


Figura 7: Mapa com resultado do ranking de criticidade para toda área da Diretoria M

RESULTADOS OBTIDOS/ESPERADOS

Uma vez que o modelo foi todo trabalhado diretamente na tabela vinculada ao arquivo espacial, é possível a fácil e imediata visualização do resultado do ranqueamento através de infinitos mapas e/ou tabelas de cenários.

O mesmo produto pode ser reconfigurado para apresentar resultados diferentes, como por exemplo, a mesma área pode ser configurada para apresentar apenas pontuações mais críticas aderentes a Faixas de Probabilidade de Risco e/ou, subdividindo-as em novas faixas de criticidade conforme demonstrado na **Figura X**.



A Figura 8: Cenários de uma mesma área.

É possível ainda, a quantificação de extensões de redes a serem substituídas por Bairros, Áreas Operacionais, diâmetros, materiais e estimativas de custo da substituição baseada em banco de preços existentes. O mesmo cenário da Figura acima, onde temos 185 segmentos de redes selecionados, pode ser apresentado em formato alfanumérico conforme a **Tabela 2**.

Tabela 2: Apresentação alfanumérica detalhando rede, diâmetro.

MATERIAL	DIAMETRO (mm)	Extensão (m)
FOFO	75	5.510,45
	100	1228,19
	125	35,62
	150	1707,91
	200	1117,37
	250	232,93
	300	328,53
	400	24,64
	450	271,52
	600	735,07
Extensão Total (m)		11.192,23

O resultado do modelo subsidia equipes em diversas áreas (planejamento, engenharia, operacional, entre outras) a atuarem com assertividade nas questões que envolvem solução para as falhas em redes de água, facilitando a proatividade na elaboração de soluções específicas para atividade fim de cada uma delas.

A preocupação na elaboração do modelo tendo como premissa aderência e aceitação de utilização por diversas áreas e segmentos da empresa visa facilitar a utilização e prevenir problemas de interpretação do produto final, conseguindo pela primeira vez que pesos e critérios fossem adotados para focos distintos, trabalhando todos em uma mesma régua de solução.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A ferramenta possibilitou a análise uniforme e contínua de um universo de 36.000 km de rede de água onde foi possível detectar os trechos com maiores incidências de falhas, através da pontuação de cada um de seus trechos, num range de 6.800 notas, viabilizando a criação de inúmeros cenários em função do objetivo pretendido e permitindo maior assertividade no planejamento de substituição dos trechos críticos.

Pela primeira vez, um modelo consegue produzir como resultado de sua aplicação, uma nota diretamente ao menor nível de detalhamento possível que é o trecho da rede; trechos estes com extensões que chegam a menos de 1 metro e que contém identificador único em nosso banco de dados espacial. Assim, ao se revisitar anualmente o modelo, aplicando o PDCA (método iterativo de gestão de 4 passos), faz-se o cruzamento do anterior com o atual, obtendo com exatidão a medição das ações de substituição e a evolução das manchas de falhas.

Como resultado, tem-se um diagnóstico que possibilita direcionar com mais eficiência as ações de planejamento de substituição de redes; o direcionamento de recursos onde de fato existe um maior potencial de recuperação de volume de água perdida, a redução de despesas com manutenção e um melhor controle e acompanhamento de metas.

Resultado: Primeiros **721 km (2%)** de redes de água com criticidade de falhas

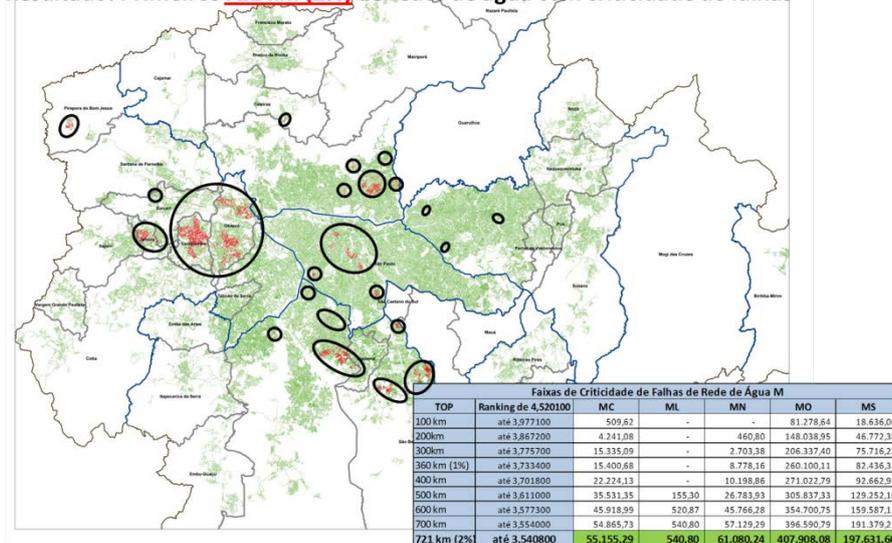


Figura 9: Cenário para aplicação de recursos (onde investir)

Por ser uma ferramenta de planejamento, os feedbacks de campo são necessários para a acurácia da mesma. Os critérios e pesos a todo o momento podem ser revistos e reapplicados.

A ferramenta não tem o objetivo de engessar um modelo de negócio, ela auxilia no direcionamento das ações, cabendo a cada área, unidade responsável pela operacionalização definir efetivamente o trecho que deverá ser substituído.

É um modelo de possível aplicação para as demais áreas da empresa (Diretoria de Sistemas Regionais – R), podendo-se inclusive ser adaptado para outros processos como falhas em redes de esgoto, falhas em ramais, entre outros.

Por ser um modelo elaborado sobre softwares de mercado e de uso comum entre as companhia saneamento, não necessita de recursos financeiros para ser implementado, ele se abastece de produtos/dados já existentes na companhia, desta maneira, torna-se possível e viável a utilização por qualquer empresa de saneamento básico.

A boa estruturação das bases de informações alfanuméricas e espaciais, atreladas a melhoria nos equipamentos de informática – que atualmente processa mais informações em menor tempo, tornaram possível a elaboração do modelo com esta riqueza de detalhamento.

CONCLUSÕES

A agilidade em aplicar o modelo em grandes áreas territoriais criando-se uma métrica única, agregado a flexibilidade na geração de cenários com os mais diversos níveis de detalhamento torna este modelo importante na gestão empresarial atual.

O grupo multidisciplinar escolhido também interfere na geração de critérios e pesos. Logo, grupos com visões diferentes contribuem para enriquecer este processo de discussão.

Este modelo foi calibrado tendo como foco a substituição de redes com alto índice de falhas no que tange a redução de perdas reais, porém consegue ter aderência de utilização por diversos níveis hierárquicos (planejamento, engenharia, operação, entre outras). Definindo assim uma única regra de negócio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SARZEDAS, G.L. (2009). Planejamento para a substituição de tubulações em sistemas de abastecimento de água. Aplicação na rede de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo. Dissertação Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 113p.
2. VARGAS. R (2010). Utilizando a Programação Multicritério (*Analytic Hierarchy Process – AHP*) para Selecionar e Priorizar Projetos na Gestão de Portfólio. Artigo, site www.ricardo-vargas.com/pt/articles/analytic-hierarchy-process/