

## **83 - CÁLCULO AUTOMATIZADO DE INDICADORES OPERACIONAIS DE SANEAMENTO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

### **RESUMO**

Esse trabalho aborda a automatização do processo de cálculo de indicadores operacionais de diversos processos de saneamento, na área da Diretoria Metropolitana da SABESP, iniciado em 2015 pelo Departamento de Planejamento e Desenvolvimento da Metropolitana - MPD. Visa atender a necessidade de sistematizar e automatizar o procedimento de cálculo desses indicadores baseado em procedimentos manuais e na distribuição dos dados geograficamente através do desenvolvimento de uma metodologia de sistema computacional. O objetivo principal do trabalho, é de padronizar, automatizar e disponibilizar por meio de ferramentas de apoio esses indicadores, eliminando com isso o procedimento manual de cálculo, a geração de informações divergentes como também facilitar o gerenciamento e monitoramento dos indicadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indicadores Espaciais, Sistema de Informações Geográficas, Automatização

### **INTRODUÇÃO**

Indicadores são informações que representam determinado evento ou fenômeno que expressam o desempenho de um processo e permite acompanhar sua evolução ao longo do tempo e são utilizados para alcançar resultados desejáveis a estratégia de negócio da empresa. São meios eficazes para medição de status e análise de resultados usados por muitas empresas, diferentes formatos de aplicação de cálculo sugerem formas distintas de utilização para finalidades bem definidas.

O objetivo do trabalho é demonstrar a aplicação da automatização de indicadores dos processos de operação de redes de água e esgoto da Diretoria Metropolitana da SABESP, trabalho este iniciado em 2015 pelo MPD.

Com base nisso, pretende-se atender a uma necessidade de sistematizar e automatizar o procedimento de cálculo de indicadores operacionais, abandonando cálculos manuais, por meio de rotinas e fluxos de trabalho automatizados.

Considerando que, praticamente, todos os dados de entrada são bases desenvolvidas, originalmente, em banco de dados Oracle com disponibilidade através de ftp (protocolo de transferência de arquivo) e de integração com banco de dados espacial que permite a compreensão da distribuição dos dados de certa região geográfica, pode-se, portanto propor uma ferramenta que padronize e automatize o tratamento dos dados na estruturação e desenvolvimento do cálculo e facilite a disponibilização dos indicadores.

Desta forma, o procedimento manual é substituído pela padronização, automatização do cálculo e da formatação, gerando maior eficiência na validação do processo e reduzindo consideravelmente eventuais erros manuais e informações divergentes.

Eventos espaciais atualmente constituem um importante elemento de informação e vem se tornando cada vez mais comuns devido a disponibilidade de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e a forma de explicar a distribuição espacial dos problemas e é utilizado para tratar dados com características espaciais com banco de dados geograficamente referenciados.



**Figura 1 – Exemplo de limites geográficos de Unidades de Negócio da SABESP**

Limites geográficos são entidades do mundo real (Ex. Estados, Municípios, Bairros). Também são características de dispositivos operacionais como, por exemplo, reservatórios – que possuem uma área de abrangência denominada “Setor de Abastecimento”, o mesmo ocorrendo para válvulas redutoras de pressão, boosters, distritos de medição e controle, etc.

O cálculo dos indicadores se dá por equações relativamente simples, mas a obtenção de elementos por limites geográficos via de regra só pode ser feita pelo SIG – pois (só) ele tem a capacidade de “contar” ocorrências ou “somar” elementos agrupados por esses limites, ou seja, explorar as relações de pertinência espacial, mostrando a correlação das grandezas e valores com seu limite geográfico respectivo.

## **OBJETIVOS**

O objetivo é propor um sistema de gerenciamento e automatização de cálculo de indicadores que contribua para a redefinição do procedimento de cálculo e que funcione como um gerenciador de dados assegurando um banco de dados único e permitindo operações de dados relacionais com dados espaciais.

A automatização de processos é uma prioridade na busca de ganhos de produtividade e eficiência. Dentre os principais benefícios da automatização está a padronização no cálculo dos indicadores evitando com isso dados divergentes calculados nas diversas áreas da companhia, tudo isso proporciona mais agilidade e segurança para os gestores. Não basta automatizar é necessário avaliar os resultados e impactos gerados, logo é preciso um monitoramento constante para confirmar avanços e localizar pontos a serem aperfeiçoados.

Tendo em mãos os indicadores dos quais precisa e podendo acessá-los de forma fácil e segura o gestor passa a ter melhores condições na tomada de decisões.

O propósito da padronização e automação é eliminar os procedimentos manuais e dados divergentes, uma vez que esses processos visam unificar a origem dos dados e tornar os processos mais ágeis e eficientes.

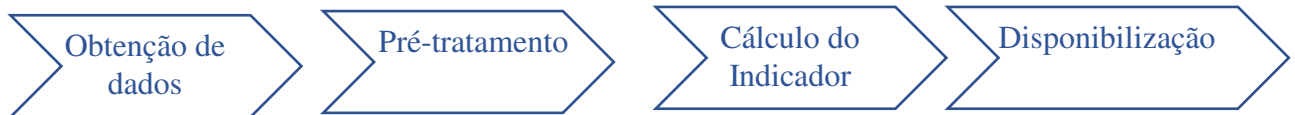
## **METODOLOGIA**

A metodologia para desenvolvimento está voltada ao processo de padronização, gerenciamento e automatização do procedimento de cálculo dos indicadores e objetiva facilitar e disponibilizar uma ferramenta que atenda às necessidades das diversas áreas identificando responsáveis para cada resultado apresentado delegando mais independência, garantindo alinhamento e padronização em relação ao gerenciamento dos indicadores.

A interface com o usuário foi desenvolvida com a ferramenta ADVIZOR Analyst baseada em dashboards que são painéis. Desenvolvidos em ambiente web permite que dados e informações sejam visualizados por meio de navegador (browser). Nesses painéis são apresentados os indicadores relevantes para o gestor.

A ferramenta apresenta permanência de informações cuja comunicação com o banco de dados será pela biblioteca SQL (Structured Query Language) de forma que os dados sejam trabalhados e disponibilizados em formato de indicadores.

Etapas de desenvolvimento para disponibilização da ferramenta:

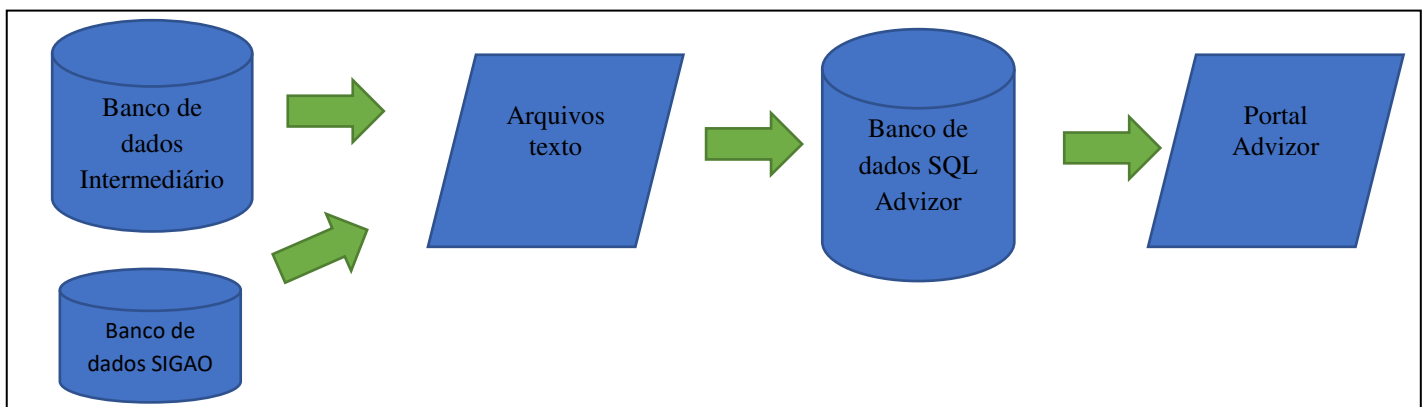


**Figura 2 – Etapas de desenvolvimento**

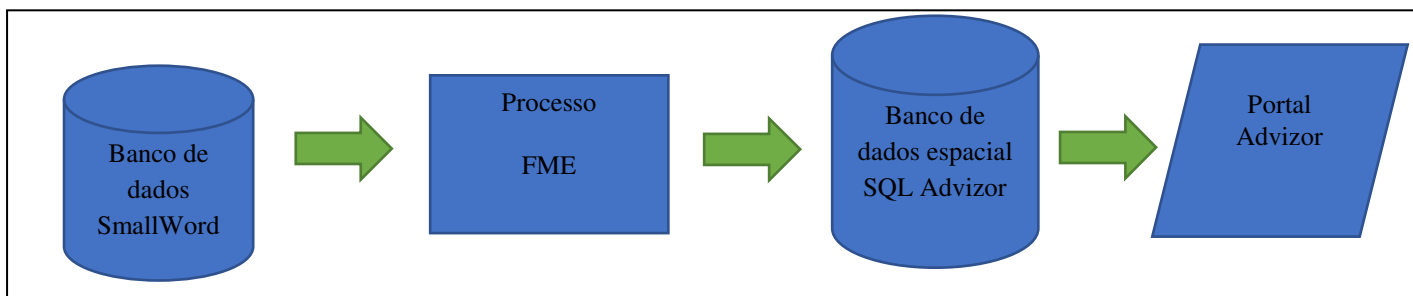
A extração dos dados relacionais é realizada diretamente dos servidores de banco de dados ORACLE e são disponibilizados pela TI da SABESP diariamente em servidores ftp (protocolo de transferência de arquivo) passam por um processo de transformação de dados e são armazenados em servidores de banco de dados SQL (Structured Query Language).

Já os dados espaciais são extraídos através de uma ferramenta de ETL (Extract Transform Load) chamada FME (Feature Manipulation Engine) que lê os dados diretamente do banco de dados espacial e armazena em servidor de banco de dados SQL com a extensão espacial. Dessa forma é possível cruzar as informações relacionais com as informações espaciais para obter os indicadores espaciais.

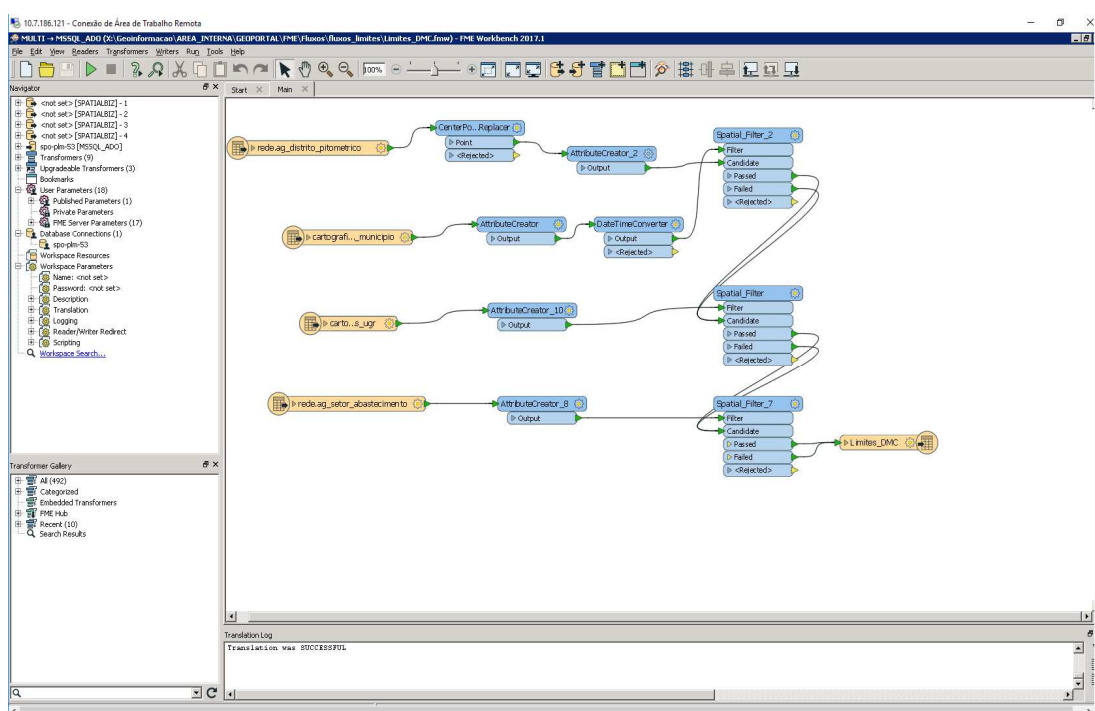
Os processos de extração dos bancos de dados relacional e espacial estão demonstrados nas Figuras 3 e 4



**Figura 3 – Extração banco de dados relacional**



**Figura 4 – Extração banco de dados espacial**



**Figura 5 – Exemplo de fluxo de ETL, usando o software FME**

## RESULTADOS

### Geração de Indicadores do processo água

O processo de operação de redes de água tem vários indicadores de eficiência consagrados, como IRD – Índice de Regularidade na Distribuição e o IRFA – Índice de Reclamações de Falta D’água. Eles podem ser referidos por vários limites geográficos como município, bairro e limites operacionais como setor de abastecimento, zona de pressão, etc.

O cálculo dos indicadores se dá por equações relativamente simples, mas a obtenção de elementos por limites geográficos via de regra só pode ser feita pelo SIG – pois (só) ele tem a capacidade de “contar” ocorrências ou “somar” elementos agrupados por esses limites.

Mas qual a melhor forma de implantar essa geração?

A melhor forma é utilizar o SIG para obter a relação espacial entre o elemento (seja ele uma reclamação de falta d'água ou um vazamento ou uma extensão de rede) e o limite no qual está contido e sobre o qual se deseja obter o indicador.

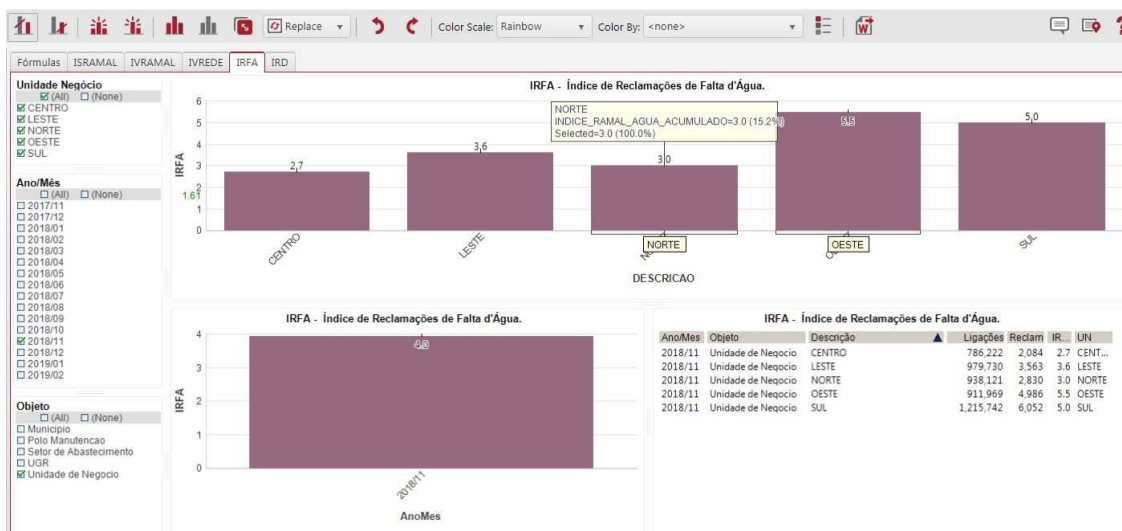
Devem ser utilizados, para isso operadores espaciais, como pertinência de pontos e de linhas em relação a polígonos. No caso das linhas, há a situação especial de checar, no caso de linhas que intersectam os limites (como redes de distribuição que ultrapassem o limite de uma área de manutenção) qual extensão está dentro e qual está fora do limite.

No caso dos processos de água foram gerados os indicadores listados na Tabela 1

**Tabela 1: Indicadores e Fórmulas - Água**

INDICADOR	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
IRFA	Índice de Reclamações de FA	(Número de reclamações de falta d'água/Ligações ativas) x 1000
IVRede	Índice de Vazamentos na Rede de Distribuição	Nº Vazamentos Ocorridos Rede Distribuição / 100 Km rede
IVRamal	Índice de Vazamentos nos Ramais	Nº Vazamentos Ocorridos Ramais / 1000 ramais
ISRede	Índice Substituição de Redes	(Extensão de Redes Substituídas / Extensão Total Rede) * 100
ISRamal	Índice de Substituição de Ramais Domiciliares	Nº Substituídos Ramais (SLA+TRA) / Total de Ramais * 100
IRFARGI	Índice de reclamações de FA por RGI	(número de reclamações de FA por RGI) x 1000
IRD	Índice de Regularidade na Distribuição	1-((tempo de desabastecimento * economias ativas afetadas) / (economias ativas totais * 24 * número dias do mês))*100

Essa informação obtida deve ser armazenada em um banco de dados relacional alfanumérico, onde por sua vez o cálculo pode ser feito com relativa facilidade com os recursos desse ambiente e exibido em aplicativos do tipo dashboard, muito difundidos hoje no mercado.



**Figura 6 – Exemplo de tela de dashboard de indicador de água**

## Geração de Indicadores do processo esgoto

Os serviços de *utilities* se caracterizam por possuir uma **área de cobertura**, que nada mais é do que uma somatória de polígonos representativos da área geográfica onde o serviço está presente e disponível. Essa área de cobertura, por sua vez, está inserida em uma área maior denominada **área atendível**, que são as áreas de um município onde a operadora tem a obrigatoriedade de prestar atendimento, determinadas pelo órgão regulador e explícita em contrato de concessão ou de programa. Com base nessas áreas, são determinados os indicadores de atendimento do serviço.

No caso de esgotamento há duas áreas de cobertura que precisam ser definidas:

- a) **a área de cobertura do serviço de coleta** de esgotos, que mostra toda a área onde o serviço está disponível, ou seja, a área coberta pelas redes de coleta (ainda que problemas técnicos possam impedir a conexão de alguns clientes, como o já citado exemplo da “soleira negativa”).
- b) **a área de cobertura de tratamento**, indicando as áreas cujas redes de coleta estão interligadas ao sistema de tratamento

O SIG facilita enormemente o traçado e a correta definição dessas áreas.

A área de cobertura de coleta pode ser obtida de duas formas:

- a) Por traçado, a partir das áreas atendidas pelo sistema de coleta usando os recursos de traçado do próprio SIG ou exportando para uso em CAD;
- b) Automaticamente, por um polígono gerado a partir do *buffer* da rede de coleta, usando a ferramenta correspondente no SIG. O raio do buffer deverá ser próximo da largura de meia quadra, ou seja, entre 30m e 50m. Dependendo da área, deverão ser feitas tentativas com diferentes raios de buffer, para obter um polígono mais consistente.

Já a área de cobertura de tratamento é mais complexa, pois depende de informações operacionais, como por exemplo, saber se os coletores-tronco estão interligados ao sistema de interceptação que os encaminha a tratamento.

Partindo de um sistema de coleta em uma bacia ou sub-bacia que esteja devidamente interligado ao coletor-tronco, deve posicionar o ponto de início do trace no ponto mais a montante do coletor e dispará-lo a jusante. Se estiver interligado ao sistema de tratamento, seu ponto final deverá ser uma ETE ou emissário.

Uma vez definidas as áreas, pode-se calcular os indicadores, também por meio do SIG. Eles podem ser expressos de três formas:

- a) Quantitativa, por número de ligações

$$\frac{\sum (\text{ligações ativas dentro área})}{\sum (\text{total (*) de ligações ativas})} \times 100(\%) \quad \text{equação (1)}$$

- b) Quantitativa, por número de economias

$$\frac{\sum (\text{economias residenciais ativas dentro área})}{\sum (\text{total economias residenciais ativas})} \times 100(\%) \quad \text{equação (2)}$$

- c) Volumétrica

$$\frac{\sum (\text{volume micromedido dentro área})}{\sum (\text{volume micromedido total})} \times 100(\%) \quad \text{equação (3)}$$

(\*) O “total” se refere a área de cobertura de água, para cálculo dos indicadores de coleta ou à área de coleta, no caso dos indicadores de tratamento.

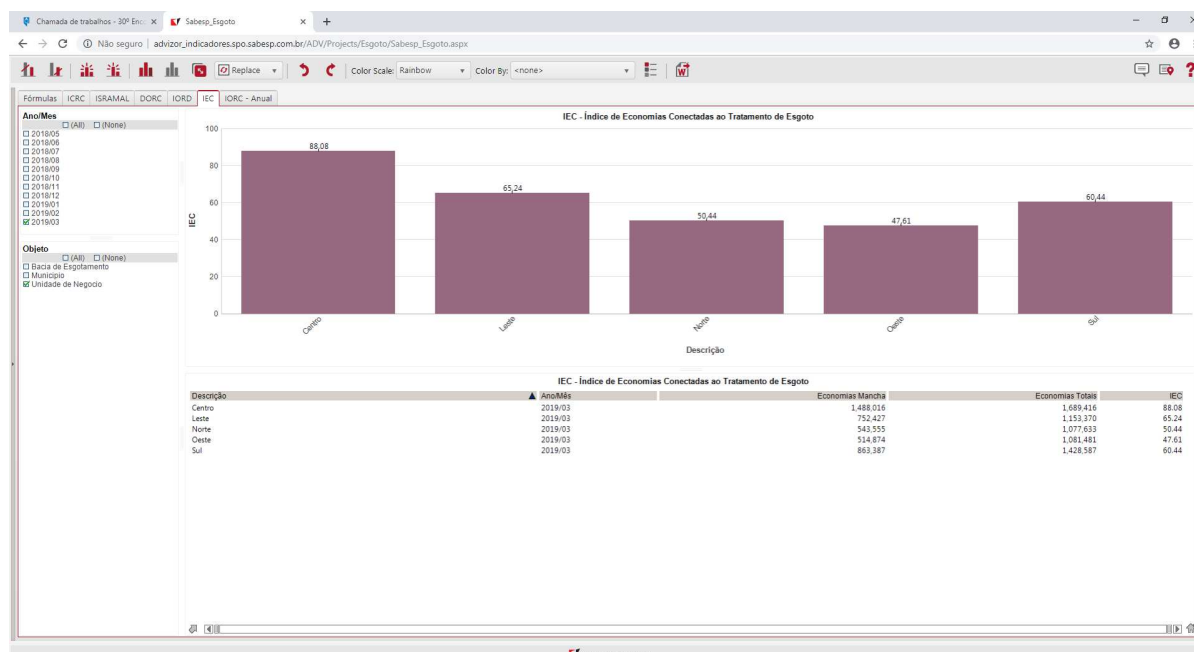
A determinação dos quantitativos por área é uma simples consulta espacial no SIG, que pode inclusive ser automatizada por rotinas ETL ou via Jobs em bancos de dados espaciais, devidamente agendados para datas definidas.

No caso dos processos de esgoto, a automatização abrangeu os indicadores listados na Tabela 2

**Tabela 2: Indicadores e Fórmulas - Esgoto**

INDICADOR	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
IOR D	Índice de Obstrução de Ramais Domiciliares	(Nº Obstruções Ramais / 1000 Ligações Ano) * 100.000
ICRC	Índice de Consertos de Rede Coletora	(Nº consertos / Extensão de rede) * 100
IORC	Índice de Obstrução de Rede Coletora	(Nº Obstruções Rede / Extensão de rede) * 100
ISRamal	Índice de Substituição de Ramais Domiciliares	(Nº Substituídos Ramais / Total de Ramais) * 100
ILIP	Índice de Limpeza Preventiva da Rede	(Extensão de Rede Coletora Lavada Preventivamente / Extensão Rede Coletora) * 100
IEC	Índice de economias conectadas ao tratamento de esgoto	(Número economias dentro da mancha de tratamento / número economias total) * 100

O SIG também pode auxiliar no cálculo dos indicadores operacionais da eficiência do sistema de coleta. Uma vez que eles são sempre de abrangência espacial (bacia ou sub-bacia de esgotamento, município, etc.) o SIG pode somar os diversos parâmetros desejados pelas áreas desejadas e depois calcular o indicador, de forma análoga ao cálculo citado dos indicadores de atendimento.



**Figura 7 – Exemplo de tela de dashboard de indicador de esgoto**

### Geração de Indicadores de atendimento operacional

A gestão dos serviços executados em campo prescinde fortemente de um ambiente SIG, uma vez que todos os serviços executados em campo possuem localização espacial. Como também foram realizados em áreas operacionais definidas, seja um limite de Pólo de Manutenção, de uma área operacional qualquer ou de um contrato de execução de serviços, há uma natural correlação entre área e serviços nela executados.

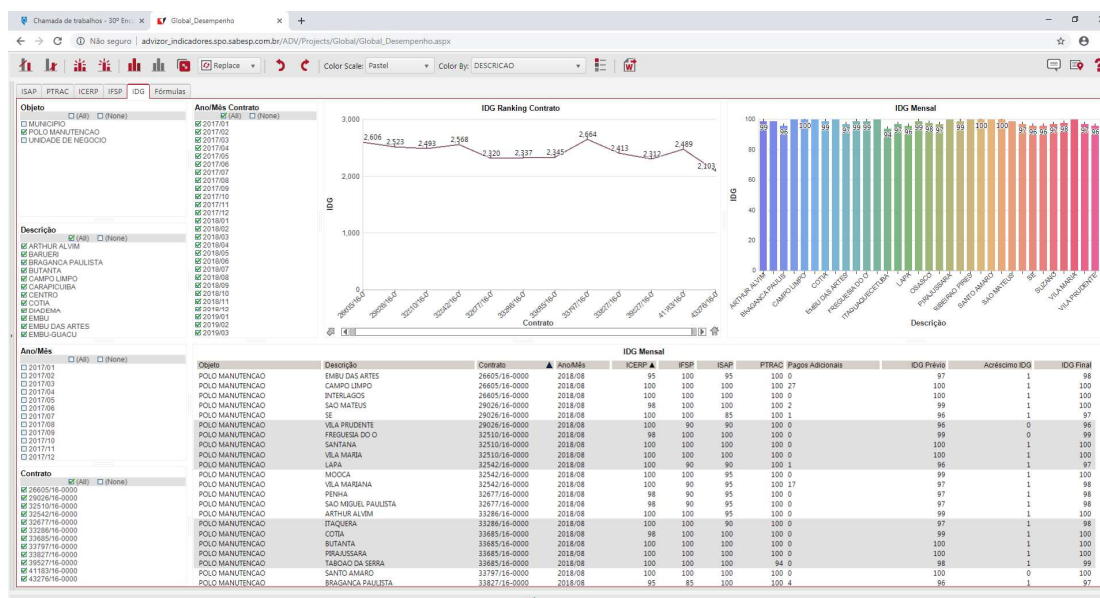
Na Sabesp tem havido nos últimos anos uma tendência para aferição de resultados por performance das contratadas, de modo a melhor remunerá-las em função do atingimento de metas operacionais, obtendo-se desta forma um melhor compromisso das mesmas com a qualidade do serviço executado.

Também este cálculo foi automatizado, permitindo obter indicadores de eficiência operacional das contratadas, de acordo com a área de cada contrato. Os indicadores automatizados estão relacionados na Tabela 3

**Tabela 3: Indicadores e Fórmulas – Serviços**

INDICADOR	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
ISAP	Indicador de Serviços Atendidos no Prazo	$(NSAP/NTSA)*100$ NSAP-Número de serviços executados no prazo NTSA –Número Total de serviços no período atendidos pela contratada
IFSP	Indicador de Fiscalização de Serviços no PDA	$(NSF/NTA)*100$ NSF – Número de Serviços fiscalizados conformes NTA – Número total da Amostra
ICERP	Indicador de Conformidade na execução da reposição de Pavimento	$(NRA/NTA)*100$ NPA – Número de Reposições aprovadas NTA – Número total de amostras
PTRAC	Percentual de troca de ramal de água corretiva	$(TRA/NVTR)*100$ TRA- Troca de ramal de água corretiva NVTR-Número total de vazamentos em ramais
IDG	Índice de Desempenho Global	$(2*ISAP+IFSP+2*ICERP+2*PTRAC) / 7$
ISDAP	Indicador de Serviços de desobstrução Atendidos no Prazo	$(NSAEP= \text{Número de serviços atendidos e executados no prazo} / NSA= \text{Número de serviços acatados}) * 100$
IFSDP	Indicador de Fiscalização de Serviços de desobstrução com a utilização de PDA	$(NSFD= \text{Nº de serviços fiscalizados aprovados} / NTAD= \text{Nº total da amostra}) * 100$
IDD	Índice de Desempenho Desobstrução	$(3 * ISDAP + IFSDP) / 4$

A publicação dos indicadores se faz através da ferramenta Advizor, como ilustrado na Figura 8



**Figura 8 – Exemplo de tela de dashboard do indicador Global Desempen**



## **CONCLUSÃO**

A automatização do cálculo dos indicadores aplicada por meio das ferramentas de SIG, proporcionou as seguintes vantagens:

### **Melhor qualidade do indicador**

Como a geração é automática, afasta-se a possibilidade de erros de digitação ou de cálculos manuais

### **Melhor segurança no indicador**

A automatização afasta a possibilidade de manipulação ou fraude na geração do indicador, melhorando sua segurança

### **Maior facilidade de acesso**

Os indicadores ficam acessíveis de qualquer dispositivo conectado à rede da SABESP.

### **Melhor Segurança de Acesso**

Os indicadores são acessados mediante integração com o Active Directory, desde que autorizado o acesso ao painel, por meio de administradores da página. Dessa forma o acesso é controlado, as informações ficam menos sujeitas a serem acessadas por indivíduos não autorizados.

### **Melhor segurança de informação**

Por se tratar de uma tecnologia de ambiente web, as informações estão armazenadas em um ambiente seguro e sob a responsabilidade de quem fornece o serviço.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. NUNES, F.G. Análise Exploratória Espacial de Indicadores de Desenvolvimento Socioambiental das Regiões de Planejamento do Norte e Nordeste Goiano. Ateliê Geográfico – Goiânia – GO v. 7, n. 1 abril/2013 p.237-259.