



I-146 – OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE MANOBRA COM APOIO DE TECNOLOGIA SIG – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Nagip César Abrahão⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie e Especialista em Geoprocessamento pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Atualmente responsável pelo Sistema de Informações Geográficas da SABESP (SIGNOS), na área da Diretoria Metropolitana da SABESP.

Silvana Corsaro Candido da Silva de Franco

Engenheira Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), Mestre e Doutora em Sistemas de Informação Geográfica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Atualmente Gerente do Departamento de Operação da Unidade de Negócio de Produção de Água, da Diretoria Metropolitana da SABESP.

Luciana Kanashiro Ishmitzu

Tecnóloga do Departamento de Planejamento, Gestão e Operação da Produção - MAG

Endereço⁽¹⁾: Rua Nicolau Gagliardi, 313, Pinheiros - São Paulo - SP - CEP: 05429 - 010 - Brasil - Tel: (55)(11) 3388-6785 e-mail: nabrahao@sabesp.com.br.

RESUMO

O trabalho visa mostrar a utilização de um SIG (Sistema de Informações Geográficas) corporativo na otimização dos processos de manobra das válvulas da rede de distribuição de água da Sabesp na área da Diretoria Metropolitana. Graças às ferramentas de *trace*, consultas por trilha e à integração com o sistema comercial, é possível determinar manobras topologicamente otimizadas, de modo que elas possam ser executadas com o menor impacto possível em termos de abastecimento, minimizando o número de clientes afetados pela falta de água e o volume de água não entregue aos mesmos, listando, inclusive os clientes a serem afetados. Também é possível medir a diferença de desempenho entre estas manobras otimizadas e aquelas criadas de forma empírica.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento, Manobras, Operação de Água, SIG.

INTRODUÇÃO

O SIGNOS (Sistema de Informações Geográficas no Saneamento), aplicação de SIG (Sistema de Informações Geográficas) corporativa da Sabesp, foi implantado em dezembro de 2005, na área da Diretoria Metropolitana. Foi o produto final do Projeto GIS, cuja história na companhia remonta a meados da década de 90 e que, se começou a se tornar realidade em 2003, com sua inclusão no escopo das atividades da segunda fase do Programa de Despoluição do Tietê - PDT.

Com ele a Sabesp, na área da Diretoria Metropolitana, passou a contar com um banco de dados geográfico contendo informações georeferenciadas de quase todos os ativos pertinentes ao seu negócio, tais como os cadastros de redes de distribuição de água, de redes de coleta de esgotos, adutoras, coletores-tronco, interceptores, instalações, reservatórios, faixas de servidão e domínio, além do seu cadastro comercial de clientes. Todas estas informações foram lançadas em uma base cartográfica georeferenciada gerada a partir de um levantamento aerofotogramétrico, com uma área de restituição de mais de 2.500 Km², executado em 2003 especialmente para esta finalidade.

Este banco de dados, juntamente à integração do SIGNOS com os principais sistemas de negócio da empresa tais como o SIGAO (serviços), CSI (comercial), NetControl (qualidade da água), SGM (manutenção), possibilitou que o SIGNOS se transformasse em um sistema integrador, atuando como provedor de todas as informações georeferenciadas de todos os processos de negócio da Sabesp (vide Figura 1).

Hoje, apenas no negócio água, o SIGNOS possui em seu banco de dados mais de 26.800 Km de redes de distribuição de água, 1.100 Km de adutoras, 4,5 milhões de clientes, 305 reservatórios, 389 boosters, 926 válvulas redutoras de pressão e mais de 120.000 válvulas.

Em termos funcionais, o SIGNOS foi desenvolvido na plataforma GE Smallworld®, uma solução de mercado na área de GIS para o segmento de utilities, tendo tido diversas funcionalidades especialmente desenvolvidas e customizadas para as áreas de negócio aos quais atende, permitindo a edição gráfica do cadastro de redes (substituindo as ferramentas CAD) consultas espaciais, geração de mapas temáticos, relatórios, exportações de dados, etc.

Uma das principais características nativas da plataforma GE Smallworld®, é a sua aplicabilidade às topologias de rede, o que foi um facilitador para sua utilização como plataforma do SIGNOS, pois, graças à essas características, suas funcionalidades nativas puderam ser adequadas às demandas de negócio da Sabesp, no tocante à gestão e operação das redes, o que foi determinante para o sucesso da implantação do SIGNOS nesse processo.

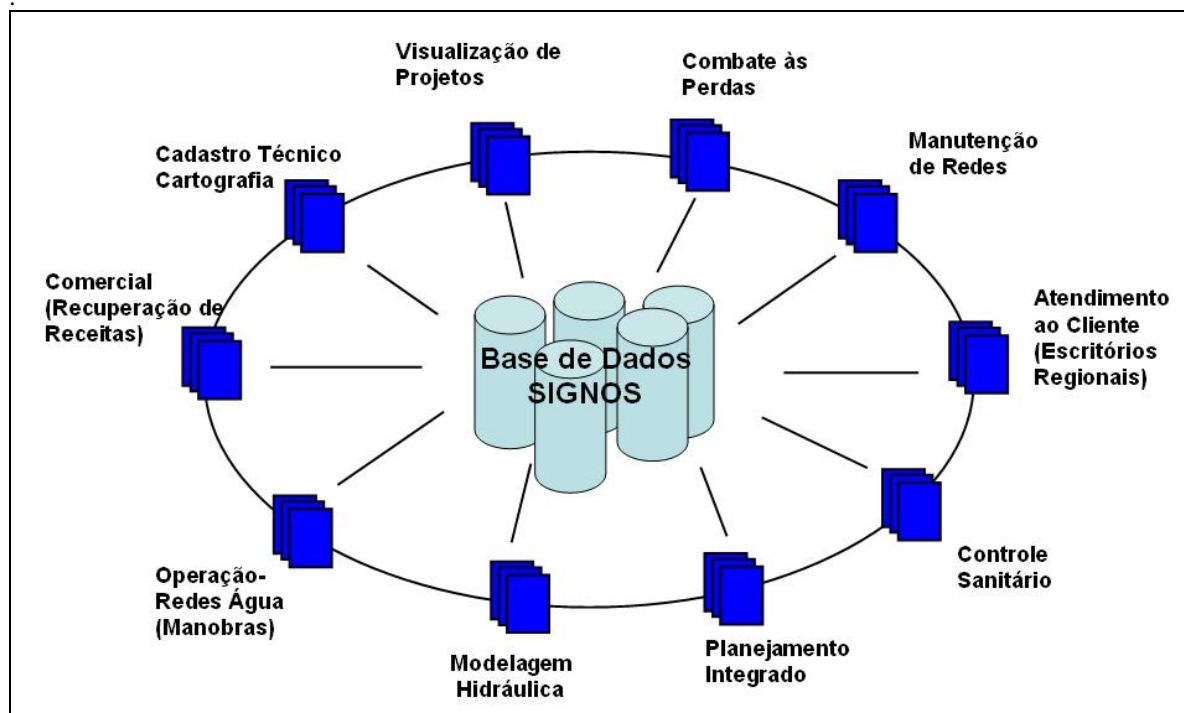


Figura 1 - Integração do SIGNOS com os processos de negócio da Sabesp

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE MANOBRA ORIGINAL

O processo de manobra consiste na abertura e fechamento de válvulas da rede de distribuição ou de adução da Sabesp, objetivando cessar a vazão de água de um determinado trecho de tubulação. Processo este que, por sua vez, é um subprocesso de um processo maior (de manutenção ou de operação de rede, por exemplo) e que pode ser motivado por várias causas, tais como manutenção de rede ou equipamentos (programadas ou não), falta de energia, falha de operação, intermitência de abastecimento, falta de energia, insuficiência de recalque, direcionamento, etc.

Normalmente os atores deste processo são as áreas de manobra (subordinadas às Divisões de Operação de Água) e os Pólos de Manutenção, com participação esporádica de outras áreas como as Divisões de Adução, de Manutenção Eletromecânica, entre outras.

O fluxograma padrão deste processo pode ser visto na Figura 2 :



Figura 2 - Fluxograma padrão do processo

A solicitação da manobra geralmente é feita por telefone ou fax, podendo ser utilizados outros sistemas locais via Intranet. Uma vez solicitada ao COD - Centro de Operação da Distribuição, localizado em cada Unidade de Negócio, ela é repassada via rádio para as equipes volantes para execução em campo.

Assim, equipe designada recebe da central a informação de qual trecho de determinada rua deverá sofrer intervenção, dirige-se ao local e, de posse das plantas cadastrais de água, verifica visualmente nas quais válvulas devem ser fechadas para que o trecho solicitado seja fechado e procede ao fechamento de todas as válvulas necessárias.

Uma vez fechadas as válvulas e o trecho despressurizado, a informação é repassada do campo ao COD via rádio, que por sua vez o comunica ao solicitante. O COD por sua vez lança a manobra no sistema SIGAO (Sistema Integrado de Gerenciamento ao Atendimento Operacional), sistema legado que gerencia os serviços de manutenção de redes na Sabesp e que é utilizado na Central de Atendimento Telefônico (195).

Após a conclusão do serviço, o solicitante pede a pressurização da rede e o processo até aqui descrito se inverte, com as equipes de campo abrindo as válvulas originalmente fechadas. Após a conclusão do fechamento, é informado à Central de Atendimento, via SIGAO, o tempo de normalização (em horas) que é o tempo estimado para que a rede fique novamente em condições normais de pressurização. Está terminada a manobra.

OS PROBLEMAS DO PROCESSO ORIGINAL

O processo descrito acima possui muitos problemas, em decorrência principalmente da falta de tecnologia apropriada para se obter informações necessárias para o processo. Vamos relacionar aqui os principais problemas mapeados:

a) Dificuldade de identificação das válvulas a serem manobradas

Esta é, sem dúvida, a principal dificuldade detectada no processo. Normalmente o operador de manobra só possui as plantas cadastrais, em escala 1:1500, em papel, e necessita analisar visualmente quais válvulas isolam determinado ponto.

Nisto, muitas dificuldades podem surgir em virtude de boa parte das válvulas existentes em cadastro não se mostrarem operacionais em campo, pelas mais variadas razões, tais como estarem cobertas pelo pavimento, quebradas, entulhadas ou simplesmente não existirem em campo (por erro de cadastramento). Nestes casos, o



operador deve então, ainda visualmente na planta, verificar quais válvulas estão na seqüência e que devem ser fechadas para compensar aquela que não pode ser fechada, podendo encontrar ainda outras na mesma situação e assim sucessivamente, até que o trecho (agora com uma abrangência talvez muito maior do que a inicial) seja fechado.

Graças à prática e ao conhecimento do funcionamento das redes de distribuição locais adquiridos pelos anos nesta atividade, os operadores de manobra freqüentemente se utilizam de válvulas já conhecidas previamente e sabidamente operacionáveis, otimizando assim o tempo de fechamento. Entretanto, com isto, muitas vezes a área desabastecida acaba tendo uma dimensão muito maior do que a originalmente solicitada, trazendo transtornos à população, aumentando as reclamações de falta de água junto à Central de Atendimento, reduzindo o volume utilizado (VU) e expondo uma maior extensão de rede aos danos estruturais decorrentes da depressurização.

b) Dificuldade de identificação da extensão da área atingida

Este problema decorre do fato de que o lançamento da manobra no SIGAO é feito por geralmente por "bairro".

a partir da associação das tabelas de bairro com as tabelas de logradouro e de faces de quadra (com a numeração mínima e máxima dos imóveis) é que o SIGAO determina quais logradouros estão com falta de água. Assim, por mais que uma manobra tenha uma extensão de apenas poucas ruas, no SIGAO sempre constará o bairro todo como estando em "manobra".

Muitos são os inconvenientes dessa metodologia. O principal delas é que o SIGAO é um sistema com a função de gerenciar serviços, que acontecem pontualmente. Constitui-se basicamente de um banco de dados alfanumérico e, por não possuir uma interface geográfica, o lançamento de um evento de abrangência geográfica não-pontual (como é o caso da manobra), ou mesmo de uma informação associada à uma topologia de rede, não é possível.

Além desse há outro sério inconveniente que é a própria definição de "bairro". Não há nas prefeituras das áreas atendidas uma delimitação "oficial" de bairros e por vezes nem mesmo uma padronização de seus nomes, estando a identificação do bairro de um determinado trecho de rua sujeito à muitas variáveis, pois um mesmo local pode receber diversas denominações de bairro diferentes, sem que nenhuma possa ser considerada necessariamente incorreta.

Outro problema é a dependência de que se tenha, no SIGAO, um cadastro correto e consistente, com todas os logradouros e faces de quadra contemplados e cada um deles associado à um bairro.

Considerando-se todo o exposto, quais sejam: as dificuldades naturais da representação geográfica em meio alfanumérico, as inconsistências cadastrais, o fato dos bairros terem nomenclatura despadronizada e limites indefinidos e que a própria escolha do bairro a ser lançado ser prerrogativa da central de manobras, e que pode estar inteiramente divergente daquilo que efetivamente foi fechado em campo, temos como produto uma informação à Central de Atendimento bastante imprecisa.

Ou seja, muitas vezes, ao reclamar de uma falta de água o cliente é informado que se trata de uma operação de manobra, apenas pelo fato de já existir uma manobra naquele mesmo bairro. Logo, mesmo que sua falta de água não tenha nenhuma relação com essa manobra, ele receberá essa informação e a Central de Atendimento não abrirá uma Folha de Campo para que a Área de Serviços investigue o problema até que essa manobra termine. Ou, inversamente, descobrirá que a falta de água em seu endereço não consta na Central de Atendimento, que não saberá lhe informar o motivo do desabastecimento e abrirá um Folha de Campo para área de manobras, mesmo ela sendo motivada por uma manobra já informada à Central.

OS MÓDULO DE MANOBRAS DO SIGNOS

Apenas por sua concepção básica, de contemplar todo o cadastro das redes de distribuição de água da Sabesp em uma mesma base, o SIGNOS já agregaria significativa qualidade ao processo, uma vez que as consultas passaram a ser feitas sobre uma base digital continuamente atualizada e não mais sobre plantas em papel, dificilmente atualizadas e somente com informações gráficas. Acrescente-se o fato de permitir representar as topologias de rede, a partir das feições arco-nó-polígono, de modo que seja possível que se entenda a



continuidade de uma rede, seus nós de ligação com outras redes e informações que eventualmente estejam associadas a elas.

Assim, o SIGNOS consegue representar e modelar topologicamente todos os elementos de uma rede (no caso, de distribuição de água), permitindo ao usuário visualizar o caminhamento da água pela tubulação, desde o reservatório até a ligação de cada cliente, associando a cada trecho de rede a sua vazão (através da integração com o sistema comercial CSI). Essa característica permite uma funcionalidade como o *trace*, (cuja tradução em português pode ser definida como "seguir", "rastrear" ou "trilhar"), em que se possibilita identificar quais válvulas permitem a abertura ou o fechamento do fluxo de água em um determinado trecho da rede.

Com isso é possível que, ao se pretender realizar uma operação de manobra (no caso dela se referir a uma interrupção local no abastecimento com determinada finalidade), o COD possa, utilizando o SIGNOS, descobrir qual é a manobra "ótima", ou seja quais válvulas permitem isolar o menor trecho de rede, com o menor impacto possível em termos de abastecimento, calculando, o número de ligações impactadas, volume não-fornecido, entre outras.

Desta forma, foi desenvolvido o Módulo de Manobras do SIGNOS, com a premissa de atender a duas demandas específicas:

- a) Dotar o processo de uma ferramenta SIG que, com as informações de topologia de rede e a integração com o sistema comercial, pudesse otimizá-lo, auxiliando-o no sentido de identificar as válvulas cujo fechamento demandaria um menor impacto de abastecimento;
- b) Obter uma maior precisão na abrangência geográfica das áreas de desabastecimento, gerando informações mais precisas e confiáveis para a atendimento a clientes pela Central de Atendimento Telefônico da Sabesp (195).

DESCRIÇÃO FUNCIONAL DO MÓDULO

O Módulo de Manobras consiste em uma customização de diversas funcionalidades nativas do SIGNOS e outras de integração com o sistema corporativo comercial (CSI - Comercial Serviços e Informações). Ele permite basicamente simular, criar, consultar e editar operações de manobra.

Toda manobra é criada inicialmente com o status de "simulada", permitindo várias edições até ser validada. Caso ela não venha a sê-la, poderá ser salva e utilizada por até sessenta dias, quando o SIGNOS a excluirá automaticamente.

O usuário poderá optar entre três tipos de manobra para lançamento. Duas delas ("ideal" e "por Área") objetivam otimizar o processo e registrar a operação de manobra, sendo que a terceira ("campo") visa apenas o seu registro formal.

a) Manobra Ideal

Esta manobra é chamada "ideal" por ser aquela que, topologicamente implica no menor impacto em termos de abastecimento. A partir de um ponto a ser informado pelo usuário, indicativo do local em que se deseja despressurizar a rede para a realização do serviço (o local do vazamento, por exemplo), o SIGNOS executa um *trace* que irá rastrear a rede nos dois sentidos, até encontrar a(s) válvula(s) (ou "cap's") que isolem o trecho. Está representada na Figura 3, abaixo:



Conceitualmente, a manobra ideal mais otimizada possível, por identificar as válvulas imediatamente mais próximas do trecho que se deseja despressurizar. Entretanto ela poderá não ser a melhor opção em termos operacionais, caso as válvulas indicadas não estejam em condições de operação no campo. Nesse caso, o operador tem a prerrogativa de desconsiderar alguma válvula, tendo a opção de alterar o seu cadastro indicando a sua condição real no campo. Essa informação ficará gravada no cadastro, de modo que esta válvula será sempre desconsiderada em todas as manobras posteriores, até que seu cadastro seja novamente alterado.

Esta manobra deve ser utilizada somente nos casos em que se deseja despressurizar uma área previamente delimitada e que seja hidráulicamente estanque - ou seja, que está isolada do restante da rede de abastecimento por válvulas. É o caso dos setores de abastecimento, zonas de pressão, áreas de VRP (Válvulas Redutoras de Pressão), áreas de *booster*, microzonas de manobra, distritos de medição e controle, etc.

Ao contrário das anteriores, esta opção não possui nenhuma função de otimização. O operador deve apenas fornecer os pontos (no mínimo três) referentes à localização (exata ou aproximada) das válvulas que fechou em campo. A partir dos pontos fornecidos, o Módulo irá gerar um polígono e irá associar todas as tubulações que interagem (ou seja, que estão total ou parcialmente contidas) com o mesmo. Está representada na Figura 5.



Esta opção foi criada para ser utilizada nos casos em que não houver condições técnicas ou operacionais para realização dos outros tipos de manobra, bem como nos casos onde houver a decisão de se utilizar o conhecimento empírico dos operadores, sem recorrer à análise da topologia das redes. Nesta opção, o Módulo funciona somente como um registrador da manobra, gravando seus dados no banco.

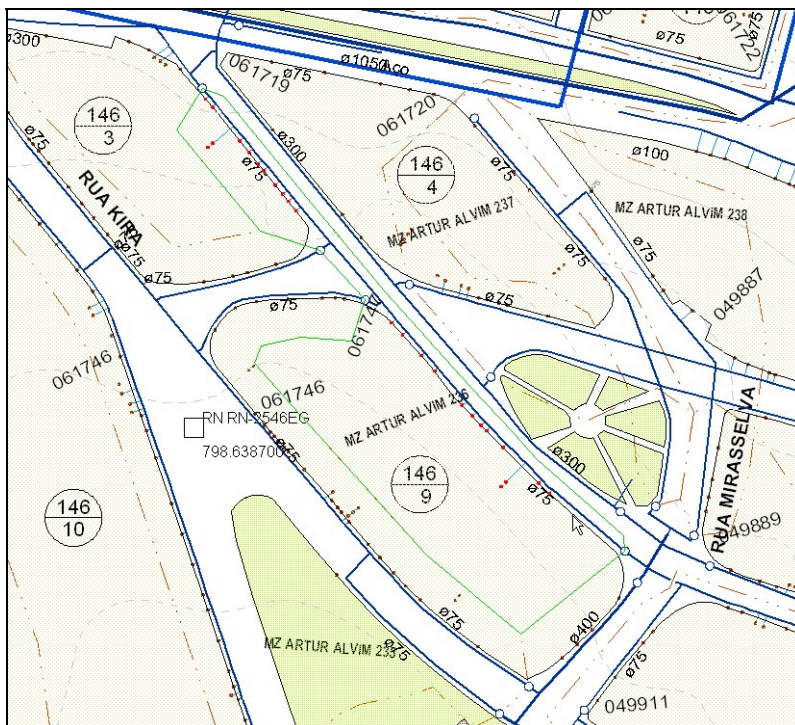


Figura 4 - Manobra por área, utilizando uma microzona de manobra já traçada no SIGNOS

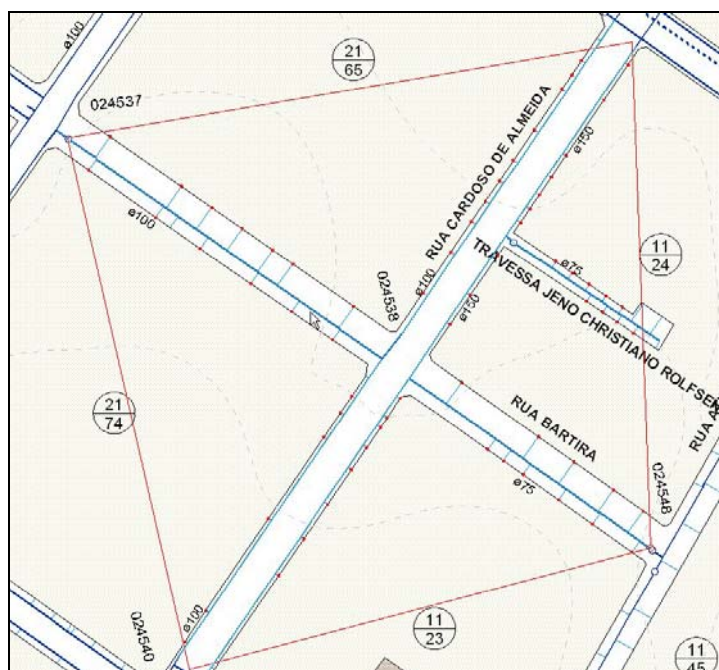


Figura 5 - Manobra campo, onde o usuário apenas informa os pontos de fechamento, a partir do qual o Módulo cria um polígono imaginário



Qualquer que seja o tipo de manobra escolhida, o usuário irá prosseguir inserindo os demais dados da manobra (horário de fechamento, de abertura, etc.) e atualizando-a, de acordo com os diferentes "status" que a atividade terá ao longo de sua execução (simulada, validada, iniciada, concluída ou cancelada). Na Figura 6, temos a tela de interface do Módulo

Criação e Edição de Manobras

Código Manobra: 1729 Estado: Terminada

Data Solicit. Fechamento: 31/03/2008 15:24:18 Data Solicit. Abertura: 31/03/2008 16:00:00

Data Fechamento Prev.: 31/03/2008 16:00:00 Data Fechamento Real: 31/03/2008 16:30:00

Data Abertura Prev.: 31/03/2008 21:00:00 Data Abertura Real: 31/03/2008 21:30:00

Tempo Normalização(h): 5

Tipo Manobra

☐ Manobra por Área Referência: R.Almirante Marques de Leao

☒ Manobra Ideal Grupo: Falha de Operação

☐ Manobra Campo Motivo: MA ARREBENTADO REDE

Obs: Vazamento no passeio.

Manobra Ideal

Iniciar Trace Válvulas Ignorar Listar Válvulas a Fechar Parar Trace

Impacto ao Cliente

Ligações Afetadas: 105 Vazão Afetada (m3/h): 6.412153 Relat. Ligações

Salvar Terminar Voltar à Simulação Duplicar Manobra Ir Para

Relatório Sair

Figura 6 - Tela de Criação de Manobras, do Módulo de Manobras do SIGNOS

INFORMAÇÕES GERADAS

Com os dados informados, o Módulo irá fornecer as seguintes informações:

a) Cálculo do impacto no abastecimento

A partir da integração com o CSI, com os dados de consumos médios das ligações, o Módulo calculará o impacto do fechamento, fornecendo o número de ligações desabastecidas e a vazão afetada em m³/h. Com base nisso, o operador poderá optar por outra manobra com menor impacto, caso a que ele simula afetar um grande ou crítico consumidor (hospitais, shoppings, escolas, presídios, etc.)

$$\text{Vazão afetada (m}^3\text{/h)} = \frac{\text{Soma dos doze últimos consumos das ligações}}{12 \text{ (meses)} \times 30 \text{ (dias)} \times 24 \text{ (horas)}}$$

b) Cálculo do volume não-fornecido

Com os mesmos dados do item anterior, mais o tempo total de fechamento [(hora de término) - (hora de início) + (tempo de normalização)] calcula-se o volume total não-fornecido.

$$\text{Volume não fornecido (m}^3\text{)} = \frac{\text{Soma dos doze últimos consumos das ligações}}{12 \text{ (meses)} \times 30 \text{ (dias)} \times 24 \text{ (horas)}} \times \Delta t$$

c) Relatórios informativos

Relatórios com os dados da manobra, relação de válvulas a fechar e de clientes impactados com todas as ligações afetadas, com o RGI (Registro Geral do Imóvel), Endereço, Codificação Sabesp e demais dados cadastrais, exportável para formatos de bancos de dados;



d) Melhoria nas informações para a Central de Atendimento (195)

A informação da manobra é enviada à Central de duas formas – a partir de uma integração com o sistema da central, onde, por meio de um mapeamento de setores e quadras informados pelo SIGNOS, o atendente tem condição de informar se há manobra em um endereço informado pelo cliente, e pela geração automática de arquivo *.txt para utilização por aplicativo URA (Unidade de Resposta Audível). Com ela, bastará o cliente, teclar o RGI no telefone e, caso ele esteja em algum dos arquivos válidos para aquele momento, receberá a informação de que a região está em manobra com retorno previsto para certa hora;

e) Comparação entre a manobra lançada e a manobra ideal

Caso tenham sido escolhidas as manobras do tipo por área ou campo, o Módulo sempre calculará o número de ligações e o volume não-fornecido caso houvesse sido escolhida a manobra ideal. O objetivo é comparar a manobra feita com aquela que seria, conceitualmente, a mais otimizada em termos de impacto no abastecimento.

Assim, pode-se medir a eficiência das manobras, a partir da diferença em termos de impacto de uma manobra feita empiricamente (ou dentro das condições operacionais possíveis), com aquela otimizada com o menor impacto em clientes desabastecidos e volume não-fornecido.

RESULTADOS OBTIDOS

O Módulo de Manobras entrou em produção no SIGNOS em 26/08/2008. Para fins de análise foram consideradas as manobras lançadas e concluídas **entre 30/09/2009 e 29/04/2009** – totalizando 7 meses de operação. Foram desconsideradas as dez manobras com maior tempo de fechamento de cada uma das 5 Unidades de Negócio da Diretoria Metropolitana (nomeadas de 1 a 5) de modo a minimizar os efeitos de erros de lançamento e falhas no sistema.

a) Quantidade de manobras lançadas.

Os resultados (Tabela 1) mostraram certa disparidade no número de manobras lançadas, que pode ser atribuído à características operacionais da UN, e também ao fato do uso da funcionalidade ainda não estar plenamente disseminado na UN, tendo em vista tratar-se de uma implantação recente e ao mesmo tempo ampla e complexa, que irá requerer tempo para estar inserida no processo.

Na Tabela 2 e nas Figuras 7 a 11, temos uma análise qualitativa da utilização do Módulo, com a quantidade de manobras segmentada por tipo de lançamento e por UN, onde também se verificam significativas diferenças de utilização.

Tabela 1: Quantidade de manobras lançadas no período

UN	Quantidade	Média mensal	Média diária
UN 1	1009	144,14	4,80
UN 2	872	124,57	4,15
UN 3	3289	469,86	15,66
UN 4	1415	202,14	6,74
UN 5	2287	326,71	10,89
Total M	8872	1267,43	42,25

Tabela 2: Manobras por tipo de lançamento

Tipo	UN 1	UN 2	UN 3	UN 4	UN 5	Total M
Ideal	801	82	884	792	2181	4740
Campo	91	220	936	26	48	1321
Área	117	570	1469	597	58	2811
Total	1009	872	3289	1415	2287	8872

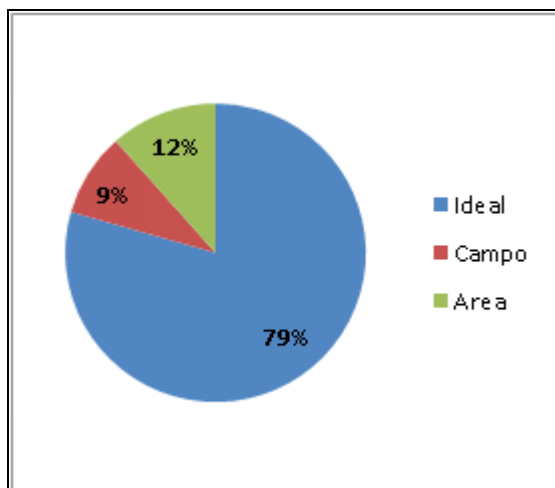


Figura 7 – Manobras por Tipo – UN 1

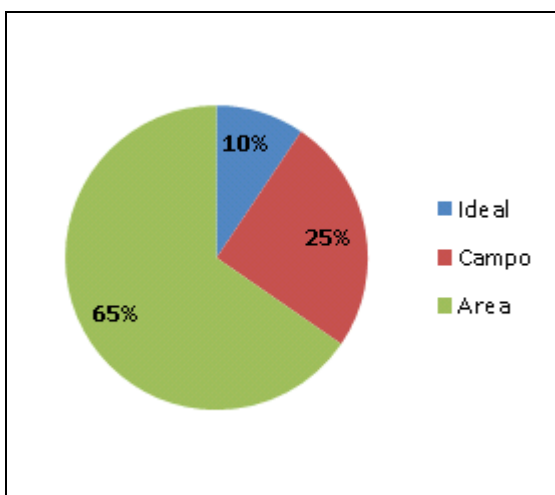


Figura 8 – Manobras por Tipo – UN 2

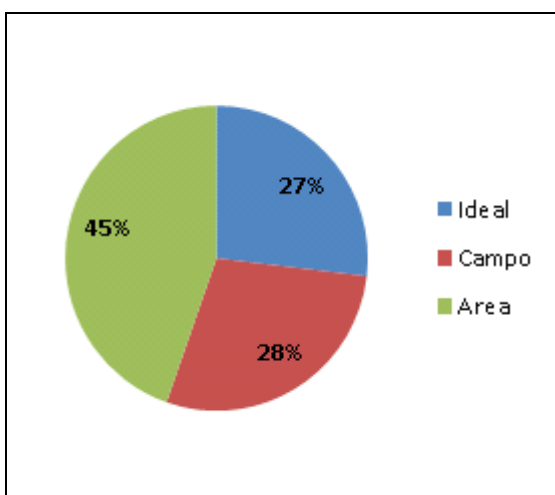


Figura 9 – Manobras por Tipo – UN 3

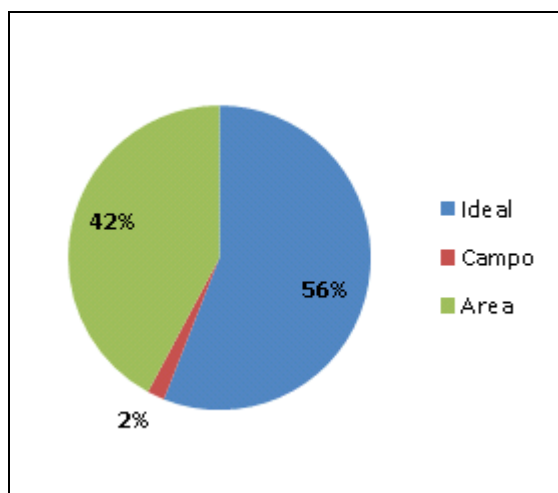


Figura 10 – Manobras por Tipo – UN 4

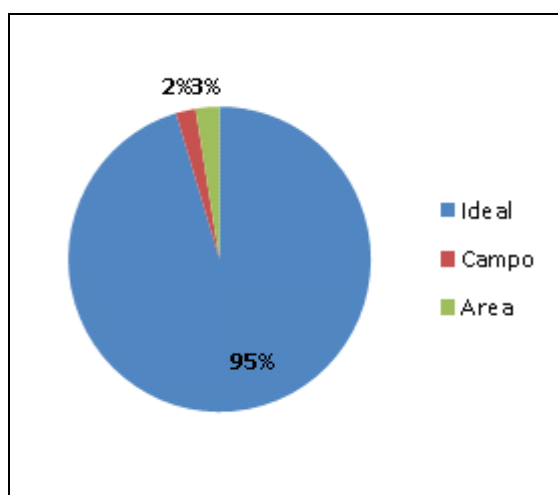


Figura 11 – Manobras por Tipo – UN 5

b) Tempo de desabastecimento.

Os resultados (Tabela 3) mostraram uma homogeneidade nos tempos de manobra, com pequena variação. O tempo de normalização já apresenta variações maiores, em função de ser um dado informado pelo operador em função de seus conhecimentos (por vezes empíricos) sobre a operação do sistema de abastecimento

Tabela 3 – Tempo de desabastecimento provocado

Área	Tempo de Manobra.	Tempo de Normalização	Total
UN 1	8h 08min	2h 49 min	10h 57min
UN 2	9h 26min	6h 26min	15h 52min
UN 3	7h 57min	9h 15min	17h 01min
UN 4	6h 59min	3h 52min	10h 51min
UN 5	7h 31min	4h 26min	11h 57min
M	8h 01min	5h 22min	13h 23min

Fonte: SABESP – SIGNOS

c) Vazões médias das manobras realizadas.

A Tabela 4 e a Figura 12 mostram as vazões médias das manobras realizadas, segmentadas por UN, com a média ponderada da Metropolitana. Nesse resultado está refletida a diminuição das vazões em função da utilização de manobras mais otimizadas

Tabela 4 – Vazões médias das manobras realizadas

Área	Vazão (m³/h)
UN 1	60,65
UN 2	170,19
UN 3	90,14
UN 4	40,05
UN 5	15,47
M	67,42

Fonte: SABESP – SIGNOS

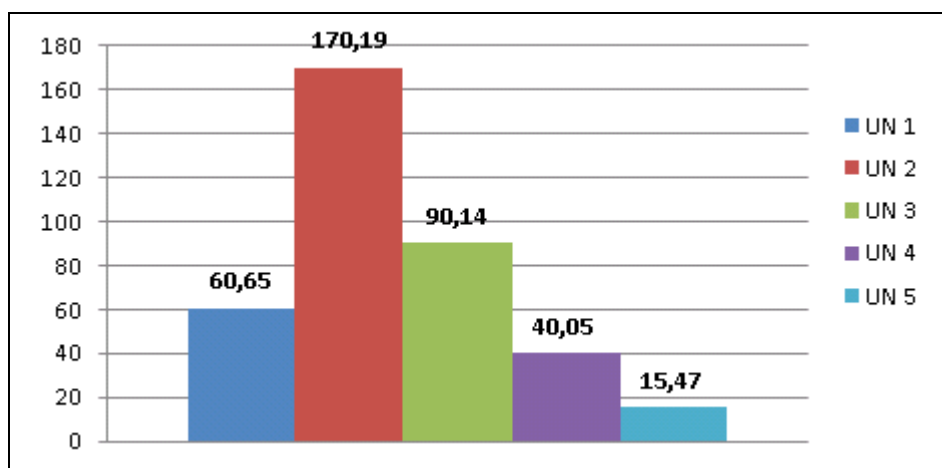


Figura 12 – Gráfico das vazões médias das manobras realizadas (m³/h)

d) Número de ligações impactadas por manobras.

A Tabela 5 e a Figura 13 nos mostram o número de ligações impactadas pelas manobras. Nelas se pode comparar o número “real” (efetivamente ocorrido) com o número “ideal” (hipotético, se houvesse sido utilizando o tipo de manobra “Ideal” em todas as manobras). Temos também a diferença, em número de ligações e o aumento (em número de vezes) do número real em comparação com o ideal e um indicador, correlacionando o número de ligações impactadas com o número de ligações ativas da UN (o que, hipoteticamente, pode ser interpretado como o número de vezes que cada ligação ativa da UN foi impactada por uma manobra no período).

Na Tabela 6, temos o número médio de ligações impactadas por cada manobra por UN, o que nos dá uma idéia do impacto de cada evento de manobra, em termos de número de ligações impactadas. Nessa tabela, o valor “ideal” varia muito significativamente para cada área, indicando que as mesmas tem significativas diferenças em relação à topologia do sistema de abastecimento. Quanto maior o valor, menor é quantidade (ou mais insuficiente é sua distribuição) de válvulas disponíveis para manobra, indicando que as manobras passam a ter uma extensão geográfica maior, atingindo mais ligações.

Tabela 5 – Número de Ligações impactadas por manobras (x 1000)

Área	Numero Real	Número Ideal	Diferença	Aumento (em vezes)	Num. Ligações Ativas (dez/08)	Lig. impactadas por Ligação Ativa
UN 1	2248,94	184,24	2064,70	12,21	705,39	3,19
UN 2	7391,48	129,51	7261,97	57,07	689,66	10,72
UN 3	13842,89	868,51	12974,39	15,94	818,25	16,92
UN 4	3777,66	578,21	3199,45	6,53	788,41	4,79
UN 5	1373,41	995,77	377,64	1,38	691,16	1,99
M	28634,37	2756,23	25878,14	10,39	3692,87	7,75

Fonte: SABESP – SIGNOS e NetPerdas



Tabela 6 – Número médio de ligações impactadas por cada manobra

Área	Real	Ideal	Diferença	Aumento
UN 1	2228,88	182,59	2046,28	12,21
UN 2	8476,47	148,52	8327,94	57,07
UN 3	4208,85	264,06	3944,78	15,94
UN 4	2669,72	408,63	2261,10	6,53
UN 5	600,53	435,40	165,13	1,38
M	1696,50	242,06	1454,44	7,01

Fonte: SABESP – SIGNOS

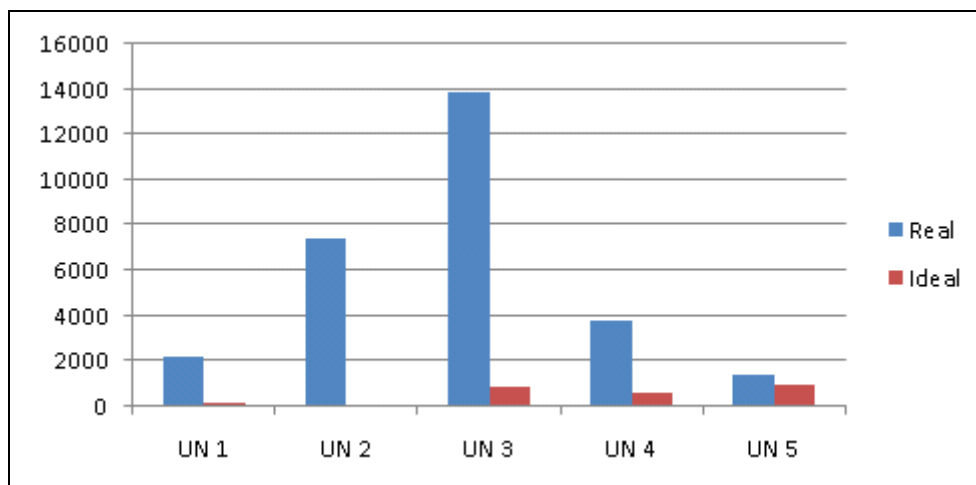


Figura 13 – Número de Ligações impactadas por manobras (x 1000)

e) **Volume impactado pelas manobras.**

Na Tabela 7 temos apresentado o Volume Não-fornecido Bruto (VNB) em virtude das operações de manobra (obtido a partir de cálculo demonstrado no item “Informações geradas” vide página 8). É um valor hipotético, de importância apenas analítica, pois não representa o real volume não-fornecido aos clientes em virtude das manobras, pois desconsidera o fator reservação.

As operações de manobra só chegam efetivamente a provocar desabastecimento na população quando se prolongam além de um certo limite de tempo, pois considerando que os reservatórios dos imóveis possuem uma certa autonomia (e considerando que, na área da Diretoria Metropolitana da Sabesp, o índice de ligações com reservação é de praticamente 100%), o desabastecimento só irá ocorrer quando essa autonomia for superada.

Não temos estudos que precisem o valor dessa autonomia, já que ela pode variar em função de vários fatores (volume de reservação disponível, estado e configuração dos dispositivos e da rede de abastecimento domiciliar, clima, data e horário, fatores sócio-econômicos, comportamentais, entre outros). Para fins de estudo, essa autonomia foi aqui arbitrada em 12 horas.

Com base nessa autonomia de reservação adotada e considerando que o tempo de desabastecimento total é o tempo de duração da manobra mais metade do tempo de normalização do abastecimento (que é o tempo estimado para que as redes voltem a operar em condições normais de pressão. Assim considerando que as ligações mais próximas às válvulas terão abastecimento normalizado quase imediatamente e que as mais distantes só a terão no final do período, estimamos a metade desse valor como tempo médio), foi calculado o Volume Não-fornecido Virtual, (VNV) que é o produto da vazão média da manobra pelo tempo de desabastecimento total. O resultado está apresentado na Tabela 8.

Assim, genericamente,

$$\text{Volume Não-fornecido Bruto (VNB)} = \text{Vazão média (m}^3/\text{h)} \times (\text{t}_{\text{Manobra}} + \text{t}_{\text{Normalização}})$$



e:

$$\text{Volume Não-Fornecido Virtual (VNV)} = \text{Vazão média (m}^3/\text{h)} \times (\text{t}_{\text{Manobra}} + \text{t}_{\text{Normalização}}/2 - \text{t}_{\text{Autonomia}})$$

Tabela 7 – Volume Não-fornecido Bruto (VNB) (x 1000 m3)

Área	Real	Ideal	Diferença	Aumento (vezes)
UN 1	761,28	58,84	702,45	12,94
UN 2	2429,70	46,76	2382,94	51,97
UN 3	5364,19	351,00	5013,19	15,28
UN 4	1028,97	113,27	915,70	9,08
UN 5	401,45	238,75	162,70	1,68
M	9985,59	808,62	9176,97	12,35

Fonte: SABESP – SIGNOS

Tabela 8 – Volume Não-fornecido Virtual (VNV) (x 1000 m3)

Área	Real	Ideal	Diferença	Aumento
UN 1	273,80	11,05	262,75	24,78
UN 2	604,54	12,77	591,77	47,34
UN 3	983,26	57,99	925,27	16,96
UN 4	398,16	11,40	386,76	34,93
UN 5	68,51	21,60	46,91	3,17
M	2328,27	114,81	2213,46	20,28

Fonte: SABESP – SIGNOS

f) Comparação entre o Volume Não-fornecido Virtual (VNV) e o Volume Utilizado (VU).

Na Tabela 9 temos uma comparação entre o Volume Não-fornecido Virtual (VNV) e o Volume Utilizado (VU), que é o volume micromedido das ligações. Com isso, deseja-se demonstrar a relação entre os volumes, indicando o aumento de VU que seria possível caso todas as manobras passassem a ser executadas de forma otimizada, em cada UN e no total da Diretoria Metropolitana.

Tabela 9– Comparação entre a Diferença do VNV Real e Virtual e o VU(x 1000 m3)

Área	Diferença entre VNF Real e VNF Ideal	VU no período (estimado)	Diferença/VU	Aumento anualizado no VU (x1000 m³)
UN 1	262,75	167938,77	0,16%	450,43
UN 2	591,77	87019,00	0,68%	1014,46
UN 3	925,27	109382,54	0,85%	1586,18
UN 4	386,76	89015,32	0,43%	663,02
UN 5	46,91	101827,02	0,05%	80,42
M	2213,46	555182,64	0,40%	3794,50

Fonte: SABESP – SIGNOS e NetPerdas

Em valores anualizados, obtemos que o aumento no VU seria, para toda a Metropolitana, da ordem de 0,40% ou quase 3,8 milhões de m³, volume equivalente ao consumo anual de 95.000 ligações, ou de uma cidade de 350 mil habitantes.

Em termos empresariais, podemos concluir que estes 3,8 milhões de m³ anuais representam uma demanda não-atendida, um consumo que é demandado pelo mercado mas que, por ineficiências do processo de distribuição, não é fornecido, obrigando o cliente a reduzir o volume de água que compra da empresa. A uma



tarifa média verificada na área de Diretoria Metropolitana de R\$ 2,20 por m³, chegamos a um valor de R\$ 8,3 milhões, que poderia ser incrementado ao faturamento anual da Diretoria.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O Módulo de Manobras do SIGNOS, após 7 meses e mais de 8 mil manobras lançadas, encontra-se plenamente consolidado no processo de operação das redes de abastecimento de água, fornecendo informações importantes para a realização das atividades operacionais com eficiência e eficácia, bem como para a gestão do processo.

Suas premissas topológicas e funcionais vão de encontro aos mais modernos conceitos de gestão do processo de abastecimento de água, a partir da otimização das operações, reduzindo impactos aos clientes, danos às redes, reclamações e conflitos com o poder concedente/regulador.

A utilização das manobras topologicamente otimizadas (manobras “ideais”) mostrou inequívoco potencial de ganhos de eficiência, indicando que em algumas áreas o impacto foi 57 vezes maior, em virtude de sua não-utilização.

O Volume Não-Fornecido Virtual (VNV) obtido mostrou ser um valor altamente significativo, tanto em volume quanto em valor, o que prova a viabilidade econômica de investimentos na melhoria da operação e da infraestrutura das redes de distribuição de água, visando evitar manobras com abrangência física maior do que a necessária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SABESP – SIGNOS - Sistema de Informações Geográficas no Saneamento
2. SABESP – *Homepage* do Departamento de Planejamento Integrado da Diretoria Metropolitana – MPI – Sistema NetPerdas
3. SABESP – *Homepage* do Departamento de Relações com Clientes da Diretoria Metropolitana – MPC – Sistema NetPerdas