



## **96 – WATER NETWORK SERVICES WNS - GESTÃO EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA, UTILIZANDO TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE COMBATE A PERDAS**

### **Michel Mathez <sup>(1)</sup>**

Engenheiro Mecânico. Formado pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Pós-Graduado em Administração para Engenheiros pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Colaborador da Suez Brasil.

### **Thais Torres de Oliveira <sup>(2)</sup>**

Engenheira Ambiental. Formada pelo SENAC. Colaboradora da Suez Brasil.

### **Natália Zanardo Riechelmann <sup>(3)</sup>**

Estudante de Engenharia Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie

### **Cleide C. B. S. Vitorino dos Santos <sup>(4)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade UPE. Pós-Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho

### **Márcio dos Santos <sup>(5)</sup>**

Engenheiro em Processos de Produção pela Anhanguera Educacional. Técnico Mecânico pela escola Técnica Estadual Getúlio Vargas. MBA de Gestão de Engenharia de Custo Pelo Instituto Brasileiro de Engenharia de Custo.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. do Café, 277 – 7º Andar – Vila Guarani – São Paulo - SP - CEP: 04311-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 2166-3600 - Fax: +55 (11) 2166-3600 - e-mail: [michel.mathez@suez.com](mailto:michel.mathez@suez.com)

### **RESUMO**

A crescente escassez de água e busca por uma economia circular, visando a preservação dos recursos hídricos, o programa do *Water Network Service (WNS)* foi criado com o intuito de reunir as melhores ferramentas, tecnologias e *Know-how* de engenharia avançada para combater as perdas de maneira global em todas as suas variantes, otimizando os resultados e ampliando o tempo de benefício. O *Water Network Service* é uma ferramenta de gestão avançada que, por meio de tecnologias integradas, consolida informações de diversas fontes em uma única plataforma, tornando o sistema de gestão da água muito mais eficiente, melhorando o seu desempenho em diferentes etapas do abastecimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão avançada, Tecnologia integrada, Redução de Perdas.

### **INTRODUÇÃO**

Aproximadamente 2/3 da população mundial enfrentam escassez de água ao menos um mês por ano. Esse fato se deve a um conjunto de fatores que contribuem para um sistema de gestão da água ineficiente, com um alto índice de perda de água.

A pesquisa científica e tecnológica no que diz respeito às melhorias nos processos de saneamento básico e aos possíveis impactos positivos econômicos, sociais, ambientais e à saúde a serem proporcionadas a partir dessas melhorias; A importância da busca por inovações tecnológicas através de parcerias e troca de conhecimento entre atores da cadeia do saneamento são de vital importância para os gestores dessa área.

É importante a busca por soluções tecnológicas que sejam viáveis técnica e economicamente, que tragam retornos, podendo ser de curto e longo prazos, para as partes, seja pelo aumento da receita ou pela diminuição de custos operacionais; A necessidade da busca e implementação de soluções sustentáveis para o combate às perdas de água no sistema de abastecimento, otimizando a oferta de água a ser distribuída em relação a demanda, bem como, incremento do volume consumido e/ou faturado.

Procurando entender o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) como um processo, tem-se como PROCESSO DE PRODUÇÃO o qual inicia com a Captação e/ou Transporte de Água Bruta até a Estação de Tratamento de Água, a partir do qual inicia-se o PROCESSO DE ARMAZENAMENTO, através do Transporte de Água Tratada até a Reservação. A partir deste ponto inicia-se o PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO, através da rede de distribuição (primária e secundária), nos quais estão conectados os ramais de ligações, fazendo com que a água chegue aos seu ponto de consumo, seja ele qual for, domiciliar, industrial, comercial ou público.



Segundo Alan Lambert, referência mundial no combate as perdas de água, estas perdas sempre crescem e devem ser combatidas em todos os aspectos do SAA e em geral, a depender de sua maturidade, envolve ações estruturantes e não estruturantes, preventivas e corretivas e não somente pontual. Esta análise é feita tanto para perdas físicas quanto aparentes.

Com o intuito de combater as perdas em todos os campos de uma única vez, o programa do Water Network Service (WNS) reúne ferramentas, tecnologias e Know-how de engenharia avançada para combater as perdas de maneira global em todas as suas variantes, otimizando os resultados e ampliando o tempo de benefício.

Este programa integra ferramentas capaz de integrar a gestão de eficiência no SAA, através de:

- Diagnóstico Geral do SAA;
- Estudos de Cenários de Alcances Futuros;
- Manutenção do Cadastro Comercial;
- Inspeção do Parque de Micro e Macro Medidores;
  - Levantar e Tratar o Perfil de Consumo;
  - Levantar/Consolidar o Plano de Aferição e Calibração dos Medidores;
- Pesquisa de Vazamento não Visíveis;
- Análise de Consumo em Irregularidade;
- Estudos de Transientes Hidráulicos;
- Sistema de Integração e Gerenciamento das Informações (Painel de controle que facilita a tomada de decisão).

## **OBJETIVOS**

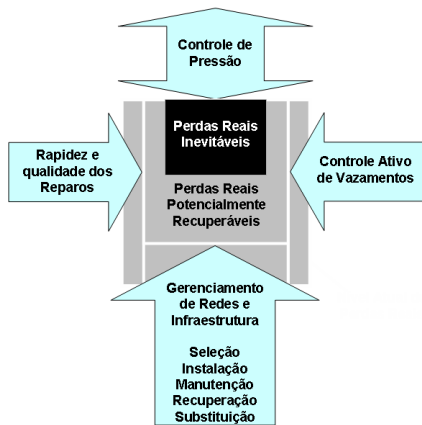
A proposta do programa WNS é melhorar o desempenho do SAA por meio de diferentes tecnologias que se utilizadas de forma conjunta e sincronizadas, produzam um melhor resultado para todo o abastecimento: adequando o volume produzido/disponibilizado em relação ao consumido, permitindo a otimização a relação entre os recursos de investimento na ampliação ou Capital Expenditure (CAPEX) e operação ou Operational Expenditure (OPEX) do SAA; impactando positivamente na regularidade e continuidade dos serviços, aumentando a qualidade dos serviços e satisfação do cliente final.

Alcançada uma condição de efetividade, é possível reduzir investimentos em ampliação e despesas dos sistemas, estender a vida útil das unidades lineares que compõem a infraestrutura eletro-hidro-mecânica, reduzir o volume de água não faturada, evitar interrupções de abastecimento desnecessárias e com isto conservar os recursos naturais.

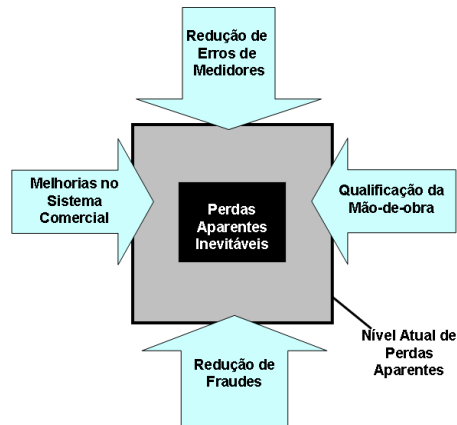
## **METODOLOGIA**

O programa está sendo desenvolvido na cidade de Olinda, na região Nordeste do país. Ele foi desenhado para conseguir uma abordagem 360°. Esta visa englobar todas as áreas de perdas. Segundo Alan Lambert, os quatro principais componentes de um programa efetivo de controle e redução de Perdas Reais nas redes de distribuição de água são: Controle de pressão, qualidade e rapidez no reparo de vazamentos, controle ativos de vazamentos e gerenciamento de redes e infraestrutura.

Já para o controle de perdas aparentes os quatro componentes são: redução de erros de medidores, melhorias no sistema comercial, qualificação da mão de obra e redução de fraudes, como pode-se verificar nas figuras 1.a e figura 1.b.



**Figura 1.a - Cruz de Lambert para Perdas Físicas** Fonte: Task Force IWA



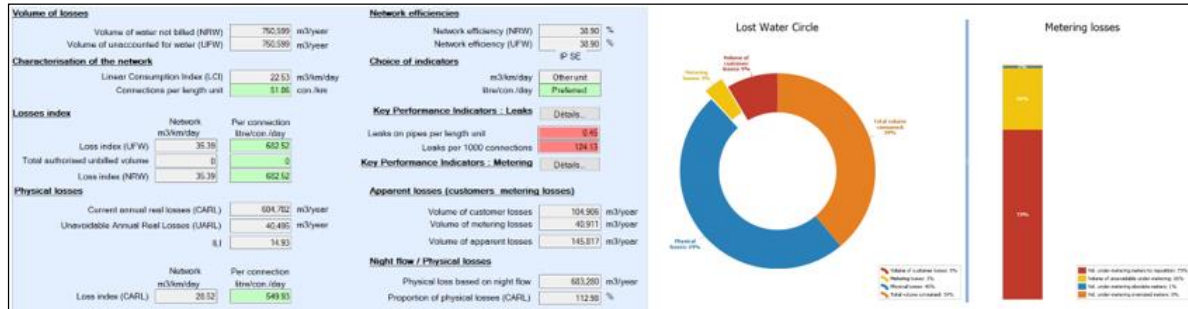
**Figura 1.b - Cruz de Lambert para Perdas Físicas** Fonte: Task Force IWA

O início de qualquer Programa de Controle e Redução de Perdas (PCRP) pressupõe o conhecimento mínimo do problema que será enfrentado. A aplicação do WNS permite, a partir de uma visão sistêmica, o desenvolvimento de um estudo hierarquizado das deficiências hidro energéticas, em especial para o Processo de Distribuição, responsável pela maioria absoluta das ineficiências no âmbito do SAA. Com base na relação das Cruzes de Lambert, a figura 2 procura demonstrar sua abrangência e integração na identificação, localização e planejamento das ações de enfrentamento.



**Figura 2 - Mapa Lógico para o WNS**

O programa foi iniciado com um diagnóstico do sistema de abastecimento e continuou com a criação de cenários que permitiram modelar os impactos de todas as ações previstas, a fim de melhorar o rendimento do sistema de distribuição. Sendo possível prever teoricamente os resultados de um plano de vários anos. A qualidade das simulações do diagnóstico e dos cenários dependeu da qualidade dos dados disponíveis e do grau de precisão das informações obtidas.



**Figura 3 – Painel de controle do diagnóstico**

As informações geradas a partir dos cenários foram analisadas em conjunto ao modelo hidráulico calibrado desenvolvido para o setor analisado, gerando assim uma retro calibração do diagnóstico inicial, garantindo assertividade e confiabilidade no estudo detalhado da região trabalhada.

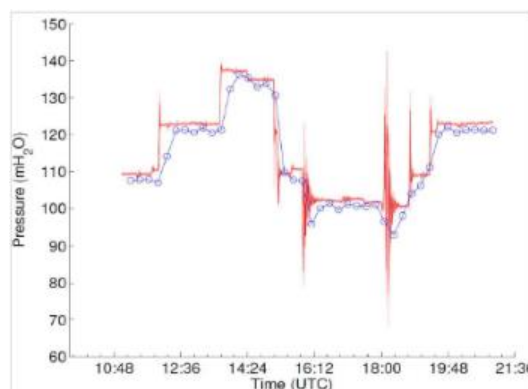
Em geral, o modelo hidráulico foi calibrado, levando-se em consideração o monitoramento de dados de campo, como pressão e vazão, em pontos geográficos críticos e estratégicos, formando um plano amostral representativo para todo o modelo, permitindo maior confiabilidade dos dados de calibração e representatividade, buscando minimizar a margem de erros das ações.

A partir do Modelo Hidráulico calibrado foi possível elaborar o diagnóstico de Perdas para todo o SAA, bem como definir os cenários futuros de alcance de eficiência, considerando CAPEX e OPEX.

Nesta fase, foi possível determinar, a partir do Estudo de Pressões dinâmicas atuais e futuras, a Setorização e Sub-setorização para todo o SAA através dos projetos correspondentes de Distritos de Medição e Controle (DMCs), e Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs).

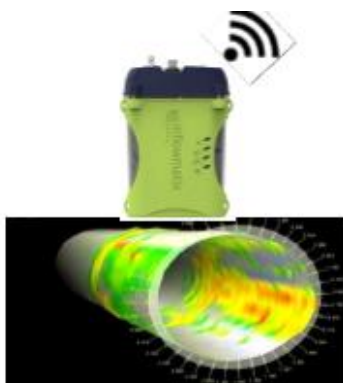
Também, nesta fase, foi possível determinar o Plano de Gerenciamento de Ativos, bem como, o Recadastramento Comercial da área em estudo. E por fim, também foi possível iniciar a Análise de Irregularidades dos micro e macro medidores.

Visando maior qualidade dos dados das redes, dentro do programa WNS, foram utilizadas três ferramentas que auxiliam melhorar as informações que estão disponíveis, sem a necessidade de obras. A primeira foi um sensor colocado em contato com a tubulação, através de qualquer ponto de acesso a esta, como um registro, hidrante ou válvula, que funcionou como um sonar, lendo as ondas geradas de um ponto de acesso ao outro. Quando essa onda apresentou alguma variação, isso significou que a tubulação poderia estar incrustada, com a parede mais fina do que a original ou com algum ponto de vazamento ao longo do perímetro estudado. A figura 4 apresenta um esquema funcional desta ação.



**Figura 4 – Análise da variação de pressão a cada milissegundo**

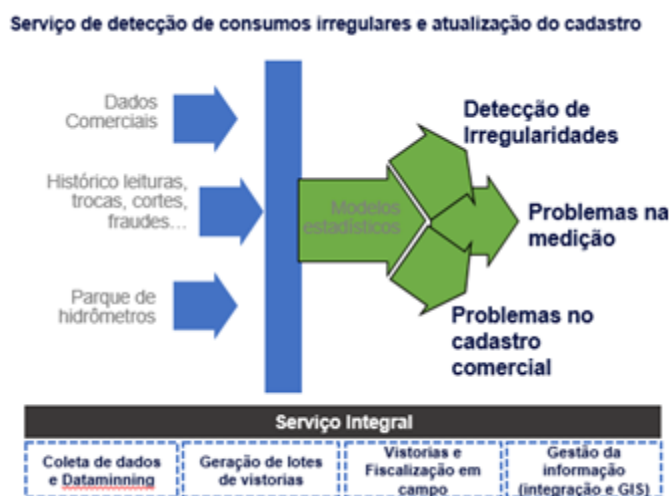
A segunda tecnologia utilizada foi um sensor de pressão com capacidade de armazenamento a cada milissegundo, que trouxe a informação do estresse que a rede está sofrendo, avaliando se existia a possibilidade de a tubulação estar próxima de um colapso, como pode ser observado na figura 5.



**Figura 5 – Tubulação com estresse nas paredes**

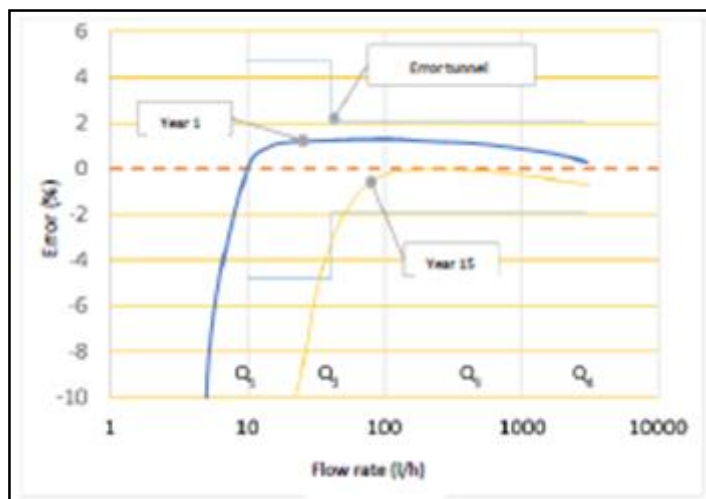
Em paralelo as ações de perdas reais, são iniciadas ações de perdas aparentes, com equipes treinadas e qualificadas para percorrer o perímetro da região estudada, realizando a visita nos domicílios, verificando, atualizando e qualificando o cadastro comercial.

Além disso, utiliza-se uma ferramenta que cruza informações de consumo, histórico de observações de campo, histórico de leituras e perfil de clientes classificando os consumidores que devem ser revisitados para uma análise detalhada de irregularidade, sendo ela de três tipos: irregularidade cadastral, irregularidade de consumo e problemas metrológicos.



**Figura 6 – Esquema sobre o serviço de consumos irregulares**

Foi realizado ainda, um estudo metrológico detalhado do parque de medidores, criando um perfil de consumo para o local e analisando amostras de hidrômetros em laboratório, obtém-se uma maior assertividade na análise do parque. Este estudo da medição gerou um relatório direcionando as ações relacionadas a submedição e consumo. A figura 7 apresenta um gráfico de submedição do parque de micro medidores.



**Figura 7 – Curva de teste de hidrômetro**

Passada as fases citadas acima, partiu-se para uma fase de obras de fechamento de setores, com equipes de campo realizando a verificação as pressões instantâneas, armazenando os dados e maximizando os resultados, visando o menor valor a ser investido na infraestrutura figura 8.



**Figura 8 – Foto das obras**

Quando necessário foi realizado obras como a implantação de DMCs, sendo que estes DMCs em alguns casos funcionaram controlados por VRPs, embarcadas com sensores, armazenadores e telemetria dos dados, que integrados a uma ferramenta realizou a supervisão dos parâmetros operacionais diretamente relacionados com pressão e vazão relativos aos setores observados.

Em seguida, a fim de reduzir ainda mais as perdas no local, foi realizada a pesquisa de vazamentos por método acústico. Por fim, todas as tecnologias e ferramentas aplicadas neste programa foram integradas em um sistema supervisorio que analisa todas as informações em tempo real do sistema de abastecimento, indicando a necessidade de intervenção imediata e precisa, evitando perdas de água e prejuízo financeiro, conforme pode ser visto na figura 9.



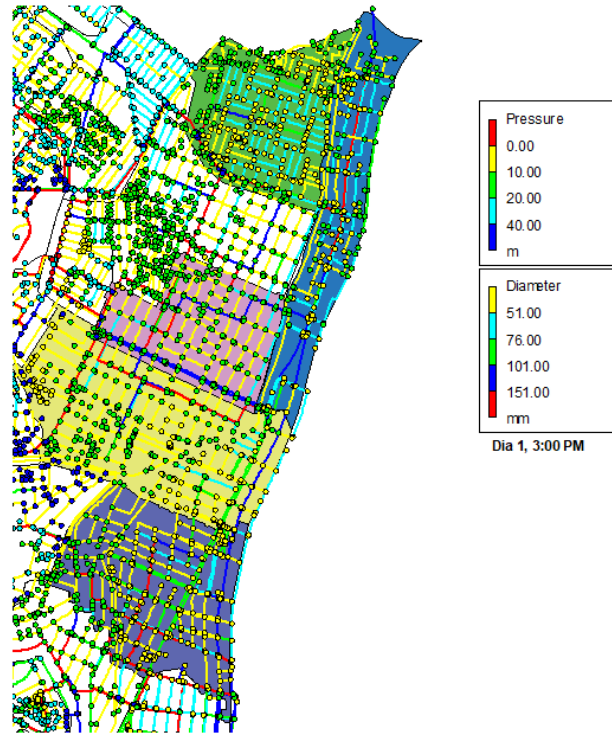
**Figura 9 – Sistema de Gestão geral do sistema**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na metodologia apresentada e nos dados adquiridos e inseridos, foram obtidos alguns dados e sua evolução ao longo do período desejado. A seguir serão apresentados os resultados dos indicadores mais relevantes gerados pelo programa WNS.

Através da modelagem hidráulica com um software de análise das redes de abastecimento foi possível realizar um estudo detalhado da região trabalhada. O modelo hidráulico foi calibrado, levando em consideração o monitoramento de dados de campo, como pressão e vazão, em pontos geográficos críticos e estratégicos, formando um plano amostral representativo para todo o modelo, permitindo maior confiabilidade dos dados de calibração e representatividade, buscando minimizar a margem de erros das ações.

O estudo de pressões ficou diretamente ligado a modelagem hidráulica, que através da análise das informações de sensores implantados na área de estudo, e em conjunto com a modelagem hidráulica realizou o estudo detalhado para melhor aproveitamento das pressões no qual a rede é submetida. Conseguindo uma visão mais detalhada para a melhor gestão de pressão na área, impactando na redução das perdas conforme é possível observar na figura 10.



**Figura 10 – Análise das pressões no modelo hidráulico**

Em paralelo a isto foi utilizado o AquaCircle, um sistema de diagnóstico do abastecimento com a criação de cenários que permitem modelar matematicamente os impactos de todas as ações previstas, a fim de melhorar o rendimento do sistema de distribuição. Sendo possível prever teoricamente os resultados de um plano de ação por vários anos.

Ele foi dividido em 3 etapas, sendo elas:

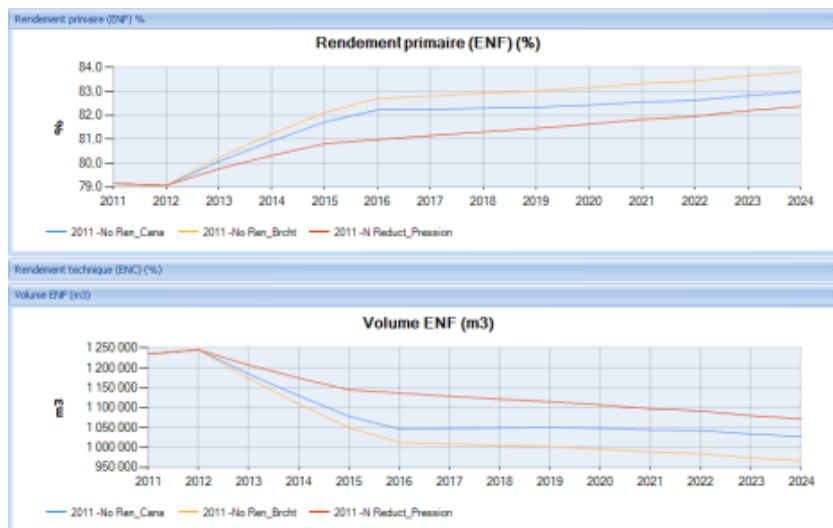
- **Diagnóstico**
  - Coleta de dados
  - Análise do modelo hidráulico e ativos
  - Avaliação operacional
  - Análise multicritérios

		Volume exported/ bulk water volume sold		0		m <sup>3</sup> /year						
Produced volume	8,522,635	Vol. Put into Dist.	3,608,772	Billed authorised consumptions	3,608,772	Billed metered consumptions	3,608,772	Bulk water sold (0 unless contractual)	0	% 0.00	Revenue water	3,608,772
					m <sup>3</sup> /year	m <sup>3</sup> /year	m <sup>3</sup> /year	m <sup>3</sup> /year	% 42.34	m <sup>3</sup> /year		
Imported volume / bulk water purchased	0	Losses	4,913,863	Unbilled authorised consumptions	0	Unbilled metered consumptions	0	Billed unmetered consumptions	0	% 0.00	Non Revenue Water	4,913,863
					m <sup>3</sup> /year	m <sup>3</sup> /year	m <sup>3</sup> /year	m <sup>3</sup> /year	% 0.00	m <sup>3</sup> /year		
				Apparent losses (customers metering losses)	525,288	Under metering	516,267	Operational service waters	0	% 0.00		
					m <sup>3</sup> /year		m <sup>3</sup> /year	% 6.06				
				Real losses (physical losses)	4,388,575	Volume of losses from frauds	0	Volume of billing losses	9,022	% 0.11		
					m <sup>3</sup> /year		m <sup>3</sup> /year	% 0.00				
						Leaks on pipes	47,677	Leaks on connections	26,933	% 0.32		
							m <sup>3</sup> /year	% 0.56				
						Leaks on accessories	0	Volume of physical losses to identify	4,313,964	% 50.62		
							m <sup>3</sup> /year	% 0.00				
						Losses on reservoirs	0		0	% 0.00		
							m <sup>3</sup> /year	% 0.00				

**Figura 11 – Diagnóstico – Balança Hídrico**

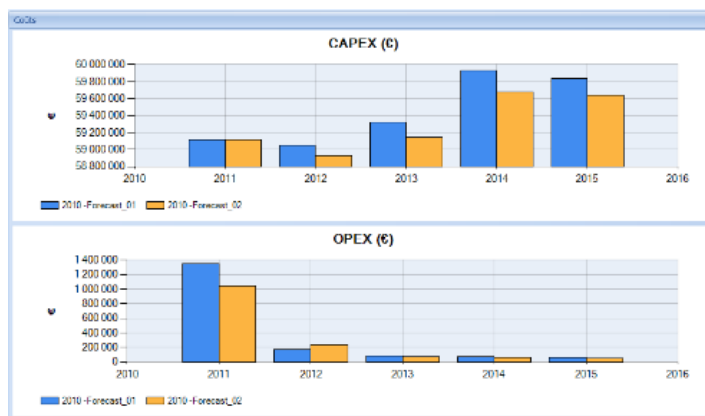


- **Elaboração de Cenários**
  - Identificação de questões contratuais
  - Avaliação de impacto de ações anteriores
  - Definição de cenários
  - Análise e comparação dos resultados



**Figura 12 – Cenários com opções de ações**

- **Plano de Ação**
  - Definição e validação das ações
  - Índices
  - Regulação
  - Metas
  - Orçamento
  - Planejamento
  - Avaliação de Custo
  - Acompanhamento e suporte



**Figura 13 – Plano de ação (CAPEX/OPEX)**

Em conjunto com o estudo de pressão e a modelagem hidráulica foi possível desenvolver a setorização e a separação ideal das áreas de estudo, otimizando o sistema de abastecimento através da separação de áreas com o seu devido controle. Com este gerenciamento foi possível melhorar o nível de informações e consequentemente de controle sobre as áreas de estudo.

Para um melhor aproveitamento do projeto como um todo foi necessário realizar um recadastro de algumas áreas de interesse, garantindo as informações de qualidade e mais atualizadas. Através desta ação foi possível iniciar as ações de perdas aparentes dentro do setor.

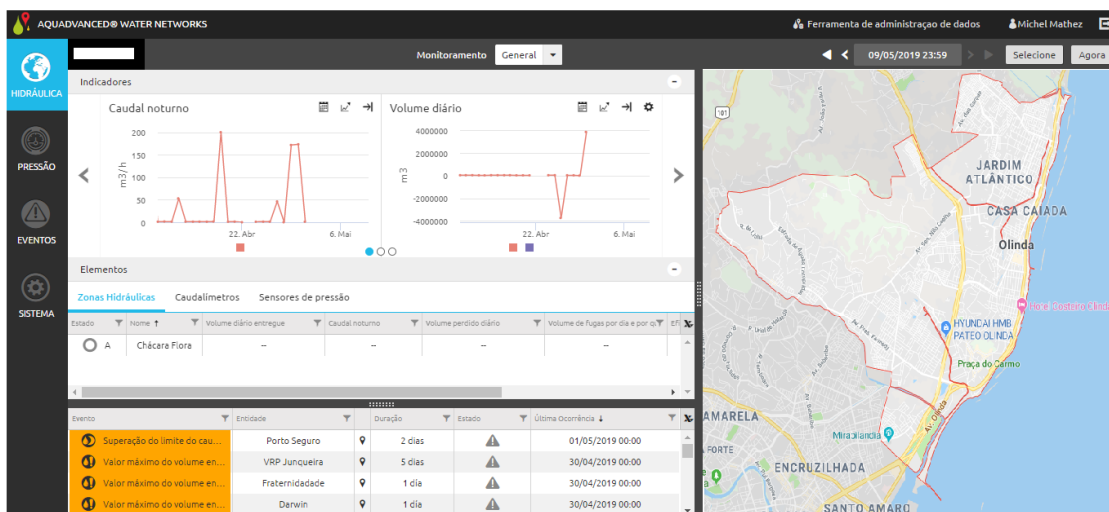
Já através do Inflowmatix, sensor de pressão utilizado para a análise de dados a cada mil segundos, foi possível fazer um exame detalhado das redes onde é aplicado. Os sensores instalados na área transmitem, em altas frequências, as pressões em que as redes estão submetidas, identificando inclusive os transientes. Teve como grande benefício prever ações de manutenção e conservação da infraestrutura do sistema de abastecimento.

Sobre as informações de consumo, o Aquapred traz um histórico de campo, de leituras e perfil de clientes, classificando os consumidores que devem ser reavaliados para uma análise detalhada de irregularidade, sendo ela de três tipos: irregularidade cadastral, irregularidade de consumo e problemas metrológicos.

Com relação ao estudo metrológico detalhado do parque de medidores, o Sican +, criou um perfil de consumo para o local e analisando amostras de hidrômetros, o que resultou na maior assertividade na análise do parque. Este estudo da medição gerou um relatório direcionando das ações relacionadas a submedição e consumo, além da criação de um plano de renovação dos medidores.

Por fim, o Aquadvanced colaborou na organização e gerenciamento eficiente das operações de sistemas de abastecimento de água. Com sua interface intuitiva e modular, o software permitiu uma visão abrangente dos indicadores e de diferentes informações sobre gerenciamento do sistema.

- Gerenciamento eficiente em tempo real de redes de distribuição de água.
- O software reuniu e analisou todos os dados e os transformou em conhecimento para o processo de tomada de decisão.
- Padrão hidráulico (volume diário, fluxo noturno, índice de perda, NRW “non revenue water” - água não faturada etc.)
- Gestão de grandes clientes a partir da telemetria
- Gerenciamento de pressão
- Indicadores computados por DMC (distrito de medição e controle), com dados para NRW ou eficiência de rede



**Figura 14 – Gerenciamento em tempo real**

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

O WNS está trazendo tecnologias mais avançadas que já foram testadas e estão em funcionamento em diversos locais do mundo. Possibilita uma ampla variedade de ferramentas e aplicação customizada, que leva em consideração as condições locais e utiliza tecnologias de ponta. A experiência de mais de 130 anos na gestão e operação de água foram incorporadas nestas ferramentas que auxiliam desde o funcionamento do dia-a-dia de uma concessionária até a tomada de decisão da gerência e diretoria.

Os principais resultados que podemos observar é a criação de um diagnóstico detalhado da área estudada, previsão de cenários futuros, comparação de setores e criação de banco de dados, informações rápidas e interface



amigável, análise do custo-benefício dos cenários, fácil visualização das informações. Também traz benefícios como análise e previsões sobre gerenciamento de pressão, controle de vazamento, e renovação de ativos. A finalização das implantações para as tecnologias em andamento são a melhora do sistema de redes, menor perda de água dentre outros benefícios, que resultaram na valorização do cliente e no aperfeiçoamento de seu desempenho.

Os preceitos metodológicos defendidos neste trabalho, consideram, essencialmente, que para um Programa de Controle e Redução de Perdas, a análise integrada oriunda dos cenários iniciais do diagnóstico mais o modelo hidráulico inicial do SAA é fundamental para a determinação da dosimetria e sincronismo das ações, a qual permitiu a otimização dos benefícios, seja pela sua intensidade e também pela duração dos efeitos benéficos sobre o SAA.

Portanto, embora acredita-se na sinergia das ações integradas ente Perdas Físicas e Perdas Aparentes, serão acompanhados os resultados dos efeitos das ações de forma separada entre Perdas Físicas, através do Volume Produzido/Disponibilizado frente ao Custo Marginal para cada m<sup>3</sup> Produzido + Disponibilizado, bem como, para as Perdas Aparentes, através do Volume Consumido/Utilizado frente a Tarifa Marginal para cada m<sup>3</sup>, conforme a estrutura tarifária, considerando as categorias e faixas de consumo.

Para o futuro, recomenda-se o desenvolvimento de algoritmos inteligentes, como Redes Neurais Artificiais (RNA), treinadas através de modelos supervisionados e que possam permitir o aprendizado, a retro alimentação dos dados e informações sincronizadas com o WNS de forma a permitir que o histórico contextualizado de dados, possam, de forma aperfeiçoada, incrementar assertividade e economicidade nas ações voltadas a gestão de perdas em SAA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. MEKONNEN, M. M., HOEKSTRA A. Y, *Four billion people facing severe water scarcity* Virtual Book, 2016. Disponível em: <<http://advances.sciencemag.org/content/2/2/e1500323.full>>, Acessado em: 11/05/2018.
2. MORAIS, D. C.; ADIEL ALMEIDA, A; T. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. Rio de Janeiro/RJ. (2006)
3. MORAIS, C. D; ADIEL ALMEIDA, T; CAVALCANTE, V. C. Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água. Rio de Janeiro/RJ. (2010)
4. VENTURINI, M.A.A.G.; BARBOSA, P.S.F. & LUVIZOTTO JR., E. Estudo de Alternativas de Reabilitação para Sistemas de Abastecimento de Água.In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracaju-SE, Brasil. (2001)
5. SUEZ. Relatório interno com resultados da aplicação da ferramenta Metrawa. *Estudio piloto de planificación de inversiones en la red de distribución de agua potable de Chácara Flora mediante la herramienta de ayuda a la toma de decisión*. São Paulo/SP. (2018)
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15.538 Medidores de água potável– ensaios para avaliação de eficiência. Rio de Janeiro, 2011.
7. MELATO, D.S, Discussão de uma metodologia para o diagnostic e ação para redução de perdas de água: Aplicção no Sistema de abstecimento de água da região de metropolitan de São Paulo,2010. Dissertação de mestrado-Faculdade de São Paulo.
8. TARDELLI, J. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água, Dezembro 2015.
9. ABES,2015 - CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS NOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

10. GOMES, H.P. **Sistemas de Bombeamento** – Eficiência Energética. 1º Ed. João Pessoa: Editora Universitária – UFPB, 2009.
11. GUANAIS, A. L. R.; COHIM, E. B.; MEDEIROS, D. L. **Avaliação energética de um sistema integrado de abastecimento de água**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, 2017.
12. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The United Nations World Water Development Report 2015: water for a sustainable world**. 2015
13. PEREIRA, J. A. R.; CONDURÚ, M. T. **Abastecimento De Água: Informação para Eficiência Hidroenergética**. João Pessoa: UFPB, 2014. 127 p
14. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2016**. Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Brasília, 2016.