



## **49 - Diagnóstico Preliminar de Sistemas de Abastecimento de Água - Gestão de eficiência na Sabesp - RA**

### **Laercio José Ayres Hansted** <sup>(1)</sup>

Gestor de Controle e Redução de Perdas da Unidade de Negócio Alto Paranapanema - SABESP, Engenheiro civil, formado pela Universidade Católica de Campinas - PUCAMP, pós-graduado em Engenharia de Saúde Pública pela USP - São Paulo, MBA em Gestão Empresarial pela FGV - Sorocaba.

### **Ullisses Cruz de Andrade**

Gerente de Departamento de Gestão e Desenvolvimento Operacional da Unidade de Negócio Alto Paranapanema - SABESP, Engenheiro civil, formado pela Escola de Engenharia de São Carlos - USP, MBA em Gestão Empresarial pela FGV- Sorocaba.

### **Luiz Felipe de Mesquita Luna**

Engenheiro Pleno do Consórcio Eficiência - Gestão de Perdas, locado na Unidade de Negócio Alto Paranapanema - SABESP, Engenheiro Eletricista, formado pela Faculdade de Engenharia Industrial – FEI.

### **Giovani Rodrigues Pereira Scaduto**

Tecnólogo em Sistemas da Unidade de Negócio Alto Paranapanema - SABESP, formado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade de Tecnologia de Sorocaba - FATEC e pós-graduado em Engenharia de Software pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

### **Gilberto Viera de Campos**

Engenheiro da Gestão de Controle de Perdas da Unidade de Negócio Alto Paranapanema - Sabesp, Engenheiro Civil, formado pela Escola de Engenharia de Piracicaba, pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela USP.

**Endereço** <sup>01</sup>: Telefone/Fax (0\*\*15) 35117901 / 91079050  
E-mail: ljhansted@sabesp.com.br – ljhansted@gmail.com  
Rua Gilson de Carvalho nº. 264  
Jardim Athenas do Sul – Itapetininga – SP - CEP – 18408– 280.

## **RESUMO**

O Programa de Diagnóstico com informações on line demonstrado neste trabalho, é o aprimoramento de um processo de Diagnóstico Preliminar de Sistemas de água já existente, porém muito trabalhoso pela quantidade de informações envolvidas, utilizado pela Unidade de Negócio RA em seus planejamentos operacionais anuais. O objetivo deste trabalho é apresentar de que forma ocorre o funcionamento deste Programa, que utiliza todos os parâmetros de cálculo consagrados para este tipo de avaliação e aglutina diversas informações cadastrais e operacionais de vários processos relativos a Produção e Consumo executados na SABESP num único site. Através de um Painel Gerencial pode-se visualizar de forma amigável como um todo ou seletivamente, os atributos de: demanda, produção e reservação, os indicadores de Perdas, e a projeção da vida útil dos sistemas da Unidade de Negócio. As atualizações das informações passam a ser realizadas de maneira mais frequente (mensais), com facilidade de acesso e interações. Torna-se possível consultar e analisar todos os dados pertinentes para uma eficiente avaliação dos Sistemas de Abastecimentos de Água e das evoluções das Perdas correspondentes, permitindo inclusive fazer simulações para direcionamento de ações no detalhe para cada sistema. A Unidade de Negócio não só adotou este sistema para suas análises, como está implementando possibilidades de algumas melhorias comentadas neste trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diagnóstico dos Sistemas, Capacidade de Produção e Demandas, Controle de perdas.



## 1.0 INTRODUÇÃO

As Unidades de Negócio da Diretoria do Interior na Sabesp, utilizam diversos modelos para a avaliação de seus Sistemas Operacionais de Distribuição de água através de seu histórico de dados de macromedição, micromedição entre outros. Estabelecendo desta forma, alguns critérios de projeto para comparar capacidades de produção e reservação instaladas e demandas ao longo do tempo, antecipando necessidades de intervenções e otimizando a longevidade dos mesmos através dos anos.

## 2.0 OBJETIVO

Este trabalho pertence apresentar o Sistema atual de avaliação - Diagnóstico on line com Apontamentos da Produção - da Unidade de Negócio Alto Paranapanema - RA (SABESP) e sua utilização rotineira, com atualizações mensais, como ferramenta eficaz para gestão nos investimentos operacionais e no combate e controle de Perdas.

## 3.0 METODOLOGIA UTILIZADA

A RA realiza há mais de 10 anos o Diagnóstico preliminar de seus sistemas de abastecimento de água com o auxílio dos seguintes dados e parâmetros de cálculo:

### Dados fornecidos pelo Sistema de Perdas (SISPERDAS)

VCM - Vazão de Consumo Média (Fornecida pela Micromedição – Demanda de Consumo).

VPM ou VM - Vazão Média Produzida (Fornecido pela Macromedição – Demanda de Produção).

NLA - Número médio de Ligações Ativas

IPDt - Índice de Perdas Total anualizado ou mensal por ligação ativa

IPM - Índice de Perdas anualizado ou mensal na Micromedição (% de Volume Perdido - Relação entre os volumes Macromedidos e Micromedidos, equação 1:

$$IPM = (VPM - VCM) / VPM \quad \text{equação (1)}$$

### Dados dos sistemas de Produção

Capacidade de Produção instalada e máxima - vazões máximas possíveis dos sistemas estabelecidas via de regra, da seguinte forma:

- Para Estações de Tratamento de Água (ETAS) - Verificando as vazões possíveis do sistema, entre a capacidade real de tratamento da ETA (considerando-se tempos de lavagem de filtro), a disponibilidade dos mananciais, a capacidade máxima dos conjuntos de recalque e adução, analisando e indicando os funcionamentos máximos possíveis entre estes fatores
- Para Poços Profundos - Assumindo a capacidade instalada como a capacidade de Vazão do cmb instalado (obtida no Apontamento do Relatório de Produção Operacional); e a capacidade máxima como a de vazão obtida nos Relatório ou Ensaio de Perfuração dos Poços, sempre com o tempo de funcionamento recomendado no ensaio para a proteção do aquífero.
- Para Poços no limite, com problemas operacionais resultando em vazões abaixo das indicadas no Relatório de Poços considera -se a máxima vazão real possível verificada em campo

### Dados dos sistemas de Reservação

Projetos existentes, cadastros e consultas operacionais sobre real Volume disponível das Reservações instaladas ativas.

(Diversas limitações significativas de volume ocorrem por problemas com níveis de atendimento, automações ou erros de projeto).

### Parâmetros de Cálculo (AZEVEDO NETO & FERANDÉZ, 2015)

K1 - Coeficiente de dia de maior consumo = 1,25

K2 - Coeficiente de hora de maior consumo = 1,5

VM - Vazão Média de Demanda (VCM + Volume Perdido)

Demanda de Consumo ou Vazão Máxima Diária (VMD), equação 2:

$$VMD = VM * K1 \quad \text{equação (2)}$$

Demanda de consumo ou Vazão Máxima Horária (VMH), equação 3:

$$VMH = VMD * K2 \quad \text{equação (3)}$$

KRes - Coeficiente para determinar a Capacidade de Reserva Necessária atual, correspondente a 1/3 do volume da Vazão máxima diária em 24 horas

Taxa de Crescimento domiciliar para domicílios urbanos - SEADE 2010

Capacidade de Reserva Necessária futura, correspondente a 1/3 do volume com Vazão máxima diária em 24 horas, multiplicada pela taxa de crescimento domiciliar acumulada relativa ao ano desejado.

Os Diagnósticos elaborados para cada Sistema, de posse destas informações, indicam a saturação dos sistemas de produção e reserva existentes, comparando:

- As Capacidades de Produção instaladas na sua utilização máxima possível com as Demandas de consumo máximas diárias ao longo do tempo; e
- As Capacidades de Reserva instaladas na sua utilização máxima possível com as Capacidades de Reservas Necessárias ao longo do tempo.

Essas relações comparativas, quando confrontadas nos seus limites com problemas operacionais existentes crônicos de falta de água junto às unidades, tem se mostrado ao longo de todos estes anos, eficazes na indicação da necessidade de maior produção, e/ou reserva, e/ou aprimoramento da eficiência combatendo Perdas, e desta forma norteiam o Planejamento Operacional da unidade.

Até 2017 este modelo era elaborado em uma planilha Excel com os dados (expostos acima), lançados sistema a sistema (148 sistemas) com posterior encaminhamento às diversas áreas para conferência operacional. Desta forma realizávamos este trabalho apenas uma vez ao ano, ao início de cada ano para a discussão do Planejamento Operacional.

A partir de 2017, através da informatização de diversos dados buscando as informações Operacionais e de Perdas bem como os Apontamentos de Produção, a RA elaborou e implantou o Programa Diagnóstico on line. Este programa, conforme demonstraremos a seguir, com suas atualizações automáticas mensais do SISPERDAS, visualização conjunta dos apontamentos da produção, possibilidade de interação operacional para complementação de informações, simulações de cenários, permite uma grande agilidade e facilidade na visualização das projeções de produção e consumo, frente as análises das evoluções das Perdas.

#### **4.0 RESULTADOS OBTIDOS**

O Programa Diagnóstico on Line como explanado, permite avaliar mensalmente o atendimento relativo aos quantitativos operacionais disponíveis para vazão e reserva de cada sistema de abastecimento de água da RA; comparando-os com dados e projeções baseadas no histórico de consumo, estimativa de crescimento das ligações, verificando sua saturação ao longo do tempo, pela eficiência (avaliando indicadores de Perdas) e pelas limitações das instalações atuais.

O programa é alimentado mensalmente pelo número de ligações ativas e dados de Produção, Consumo e Perdas do banco de dados fornecidos pelo programa corporativo da Sabesp - SISPERDAS, bem como pelos dados de campo das produções mensais através de campo apropriado para o apontamento da produção pelas unidades operacionais desenvolvido conjuntamente.

Foram cadastrados a princípio, os 148 setores de abastecimento existentes na RA com as respectivas capacidades de seus sistemas produtores de água (instalada e máxima) bem como suas capacidades de reserva.

Novos sistemas ou mudanças nas unidades Operacionais, tais como novos desenhos de produção, distribuição e reserva podem ser inseridas com facilidade pelo administrador do sistema.

Foi adotada uma projeção de crescimento do número de ligações ativas para cada sistema, de acordo com a projeção SEADE respectiva de cada município para número de domicílios urbanos estendida aos bairros e distritos isolados, que pode ser alterada caso seja percebida outra melhor configuração.

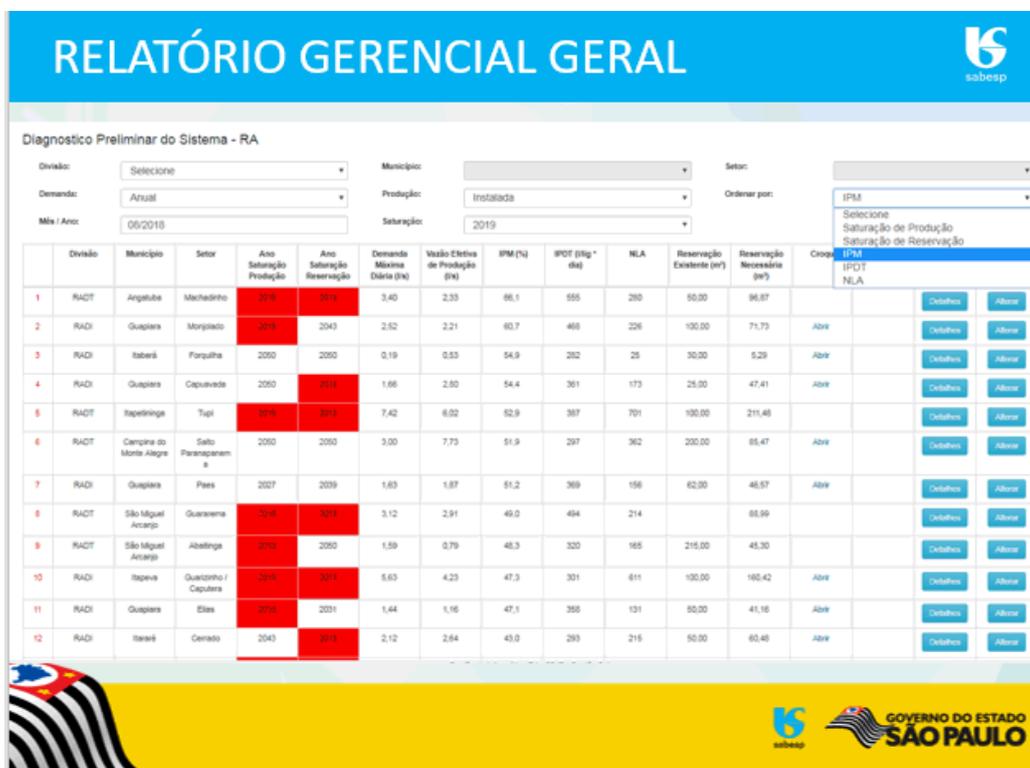
Foram adotados os coeficientes padrões de projeto para horas diárias de funcionamento máximos de instalações, coeficientes de dia e hora de maior consumo (K1, K2) e coeficiente de reserva que da mesma forma podem ser alterados.

O programa permite ainda, simular parâmetros de consumo, produção, reserva e Perdas ao longo do tempo configurando cenários.

Seu acesso é permitido a qualquer usuário da Cia através de página na intranet da RA e sua apresentação segue a seguinte forma:

#### 4.1 RELATÓRIO GERENCIAL (Figura 1)

Relatório interativo para consulta na página ou link de acesso inicial, com as informações para todos os 148 sistemas operados com informações atualizadas mensalmente, referente aos anos previstos para Saturação da Produção e Reservação, Demandas Máximas Diária atuais, Vazões atuais efetivas de produção (Média em 24 horas), Indicadores de Perdas (IPDt e IPM) e N° de ligações ativas (NLA). Todos esses itens apresentam possibilidades de aplicação de filtros indicando estes resultados por Gerencias Divisionais, por tipos de Demandas (Anuais e Mensais), por Tipos de Capacidades de Produção (instalada e Máxima), por ordem decrescente de ligações ativas ou de Indicadores de Perdas, escolhendo se desejar o Ano de Saturação a ser observado (conforme limites da projeção de crescimento adotada - até 2049 ou acima). Esta página permite ainda, separar as informações dos municípios conforme a organização administrativa (Gerências Divisionais) e possui um ícone de acesso que permite entrar na página ou link de informações mais detalhadas das demandas, produção e reservações de cada sistema de abastecimento, permitindo simulações de situações.



Divisão	Município	Setor	Ano Saturação Produção	Ano Saturação Reservação	Demanda Máxima Diária (lit)	Vazão Efetiva de Produção (lit/s)	IPM (%)	IPDT (lit/dia)	NLA	Reservação Existente (m³)	Reservação Necessária (m³)	Carga
1	RADT	Angatubá	Mechadinho	2019	2019	3,40	2,33	86,1	555	280	50,00	96,87
2	RADI	Guapirã	Morgelândia	2019	2043	2,52	2,21	60,7	468	226	100,00	71,73
3	RADI	Itaberá	Franquilha	2050	2050	0,19	0,53	54,9	282	25	30,00	5,29
4	RADI	Guapirã	Capuvedo	2050	2019	1,66	2,50	54,4	361	173	25,00	47,41
5	RADT	Itapetinga	Tupi	2019	2019	7,42	6,02	52,9	387	701	100,00	211,48
6	RADT	Campina do Monte Alegre	São Francisco de Assis	2050	2050	3,00	7,73	51,9	297	362	200,00	65,47
7	RADI	Guapirã	Piass	2027	2039	1,63	1,87	51,2	369	156	62,00	48,57
8	RADT	São Miguel Arcanjo	Guaranema	2019	2019	3,12	3,91	49,0	494	214		65,99
9	RADT	São Miguel Arcanjo	Albânia	2019	2050	1,59	0,79	48,3	320	165	215,00	45,30
10	RADI	Itapava	Guatambu / Capueta	2019	2019	5,63	4,23	47,3	301	611	100,00	180,42
11	RADI	Guapirã	Elías	2019	2031	1,44	1,16	47,1	358	131	50,00	41,16
12	RADI	Itaberá	Cerrado	2043	2019	2,12	2,84	43,0	293	215	50,00	60,48

Figura 1: Imagem ilustrativa da página com o Relatório Gerencial Geral.

#### 4.2 INFORMAÇÕES DE DEMANDA E PERDAS GERADAS PELO SISTEMAS DE PERDAS - SISPERDAS (Figura 2)

Neste Campo são visualizados por setor os dados anualizados e mensais do SISPERDAS. Nele constam as informações de médias anualizadas e valores mensais de: Índice de Perda na Micromedição (IPM), Número de ligações Ativas (NLA), Volumes de Consumo Micromedidos (VCM) por ligação ativa, Índice de Perdas por ligação ativa (IPDt). Ainda, existe a possibilidade de Simulação de dados alternativos para o Consumo micromedido (VCM), o n° de ligações ativas (NLA) e o Índice de Perda (IPM).



**Figura 2: Imagem ilustrativa da página de Detalhes do Setor de Abastecimento com Informações de Demandas e Perdas.**

#### 4.3 - INFORMAÇÕES DE PRODUÇÃO OU DO SISTEMA PRODUTOR (Figura 3)

São visualizadas neste Campo as Capacidades de Produção Máximas e Atualmente Instaladas, bem como o Apontamento da Produção atual (Boletim de Produção), com possibilidade de simular outros valores de capacidade com novos parâmetros de tempo de funcionamento.

Para Poços, as capacidades atualmente instaladas são as das leituras mensais de produção, e as máximas são as de recomendações do relatório de perfuração (salvo correções informadas pela operação tais como areia, alto teor de ferro, ar, etc.). Utilizam -se os tempos recomendados para operação dos poços distribuído a vazão ao longo de 24 horas para possibilitar a comparação com a demanda máxima diária

Para ETAs as capacidades máximas e instaladas são as recomendadas pelo controle Sanitário da unidade de negócio (RAOC) após análise do projeto sempre em consenso com a operação.

Existem ainda alguns sistemas isolados sem produção (Sistemas integrados) em que as vazões médias de trabalho são consideradas pelas vazões médias relativas aos volumes de macromedição distribuídos ao longo do dia (24 horas) e as vazões máximas são estimadas analisando as possibilidades do sistema instalado e seus reflexos junto ao sistema produtor em conjunto com a operação



Figura 3: Imagem ilustrativa da página de Detalhes do Setor de Abastecimento com Informações de Produção.

#### 4.4 Comparativos de Produção e Demanda

##### 4.4.1 Visualização 1 (figura 4)

Neste campo o programa visualiza e compara os valores mensais e anualizados visualizando:

- As Vazões de Demandas Médias, Máximas Diárias, Máximas Horárias anualizadas mensais ou simuladas;
- As Capacidades de Reserva existentes e necessárias indicando a projeção do ano da saturação em função das Demandas Máximas Diárias calculadas e a Taxa de crescimento adotada;
- As Capacidades de Produção com as Demandas atuais indicando a projeção dos anos de saturação correspondentes.

Importante salientar que ao compararmos os valores Mensais e Anualizados de Perdas, é possível verificar melhor as tendências e atuar mais rapidamente quando se percebe que os parâmetros relativos aos mesmos estão subindo, assim como verificar se posteriormente os resultados esperados de um plano de ação

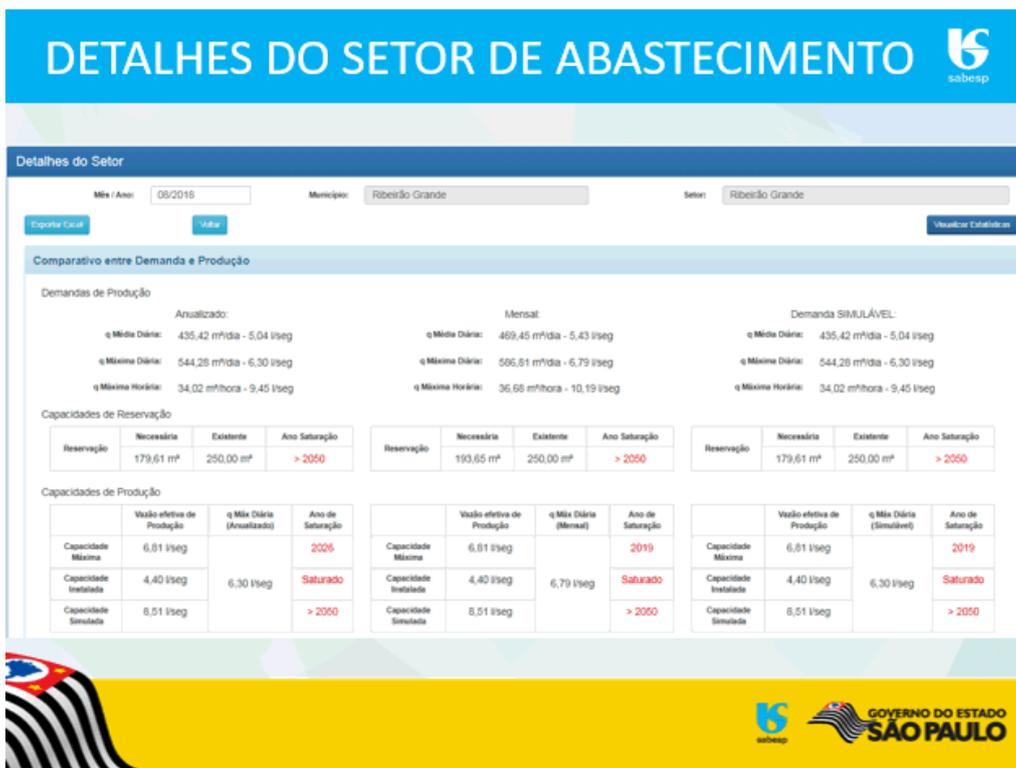


Figura 4: Imagem ilustrativa da página de Detalhes do Setor de Abastecimento com Comparativo entre Demanda e Produção.

#### 4.4.2 Visualização 2 (figura 5)

Neste campo podemos visualizar uma régua com escala em anos indicando as diversas demandas e as respectivas capacidades necessárias de reservação ao longo do tempo, podendo alterar inclusive para as demandas anualizada, mensal ou simulada e capacidades de produção instalada, máxima ou simulada. O programa ilumina em vermelho, os anos de saturações das capacidades existentes.

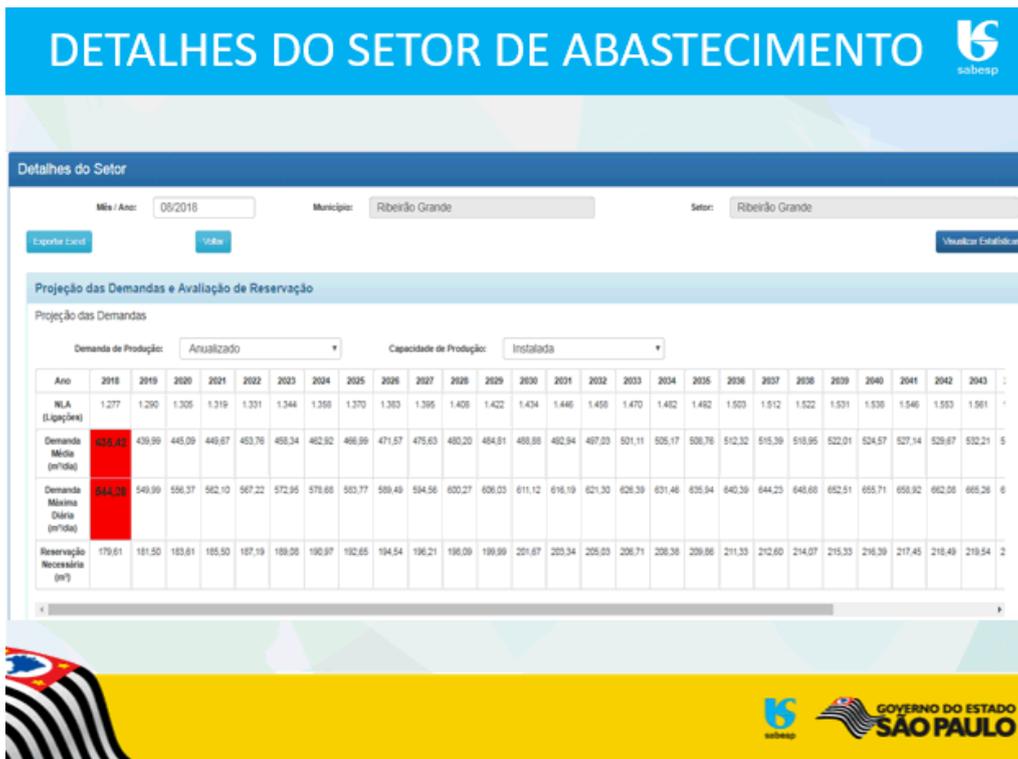
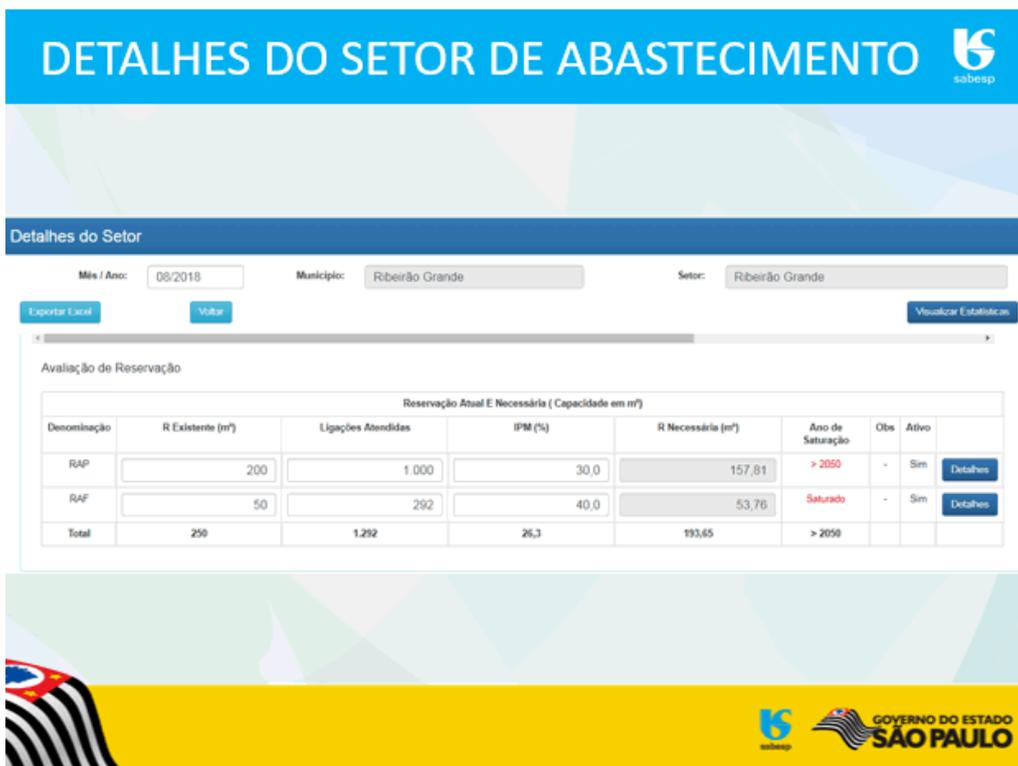


Figura 5: Imagem ilustrativa da página de Detalhes do Setor de Abastecimento com Projeção das Demandas e Avaliação de Reservação.

#### 4.4.3 DETALHES DA RESERVAÇÃO (Figura 6)

Neste Campo são cadastradas as capacidades de Reservação do sistema, permitindo a verificação da saturação da Reservação e simulações pela demanda.

Dentro de um setor estanque do sistema (DMC – Distrito de Medição e Controle) com setores definidos de macro e micromedição, podem ser distribuídas as perdas e a quantidade de ligações para estimativas da saturação do reservatório que atende ao setor ou Zona de Distribuição Específica (Alta / Média / Baixa).



**Figura 6: Imagem ilustrativa da página de Detalhes do Setor de Abastecimento com Avaliação de Reservação por DMC.**

#### 4.4.4 PARÂMETROS DE CÁLCULO, CROQUIS DO SISTEMA E OBSERVAÇÕES (Figura 7)

Neste campo é possível:

- Verificar e alterar os parâmetros de Cálculo utilizados (K1, K2 e KRes) e Tempos previstos de horas trabalhadas/dia, para as estimativas de capacidade Máxima e Atual Instaladas.
- Inserir croquis explicativos do sistema e tecer comentários a respeito.
- Efetuar observações pertinentes analisadas no detalhe que serão transmitidas à página do relatório gerencial

**Figura 7: Imagem ilustrativa da página de Detalhes do Setor de Abastecimento com Parâmetros de Cálculos e Croquis do sistema.**

## 5.0 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como comentado o Modelo de Diagnóstico utilizado, que tem sua aplicabilidade comprovada em acompanhamento de longo prazo na Unidade de Negócio, permite nesta versão apresentada, de maneira segura para tomada de decisão, avaliar rapidamente os limites de cada sistema aliados à tendência de seus indicadores de Perdas. Desta forma, o Programa atual tem permitido agilidade e melhorias no planejamento das ações de investimento em ativos e/ou combate às Perdas, tais como priorização e direcionamento de controle de pressões, de implantações de medições de vazões mínimas noturna, de pesquisas de vazamentos e de trocas de ramais, de verificação e programação de trocas de hidros, de estudos de remanejamentos e setorizações, ou ainda se necessário a implementação de aumentos de produção e reservação (novos poços, novos reservatórios, ampliações de ETAS )

Assim por exemplo, quando observa-se uma indicação de saturação iminente, confronta-se no detalhe do sistema com o apontamento operacional dos boletins de produção, checando se os equipamentos estão funcionando próximos ao seu limite de vazão e tempos máximos diários ( Poços e ETAS trabalhando próximos ao limite diário de tempo, já com suas capacidades máximas possíveis) e analisando por simulações se é possível postergar os novos investimentos decorrentes da saturação indicada com ações de redução de Perdas. Estão ainda em desenvolvimento para melhoria do Programa a emissão de relatórios para análises gerenciais operacionais, como por exemplo o acompanhamento de vazões e demandas ao longo do tempo, a emissão de gráficos de com curvas de desempenho e comparativos para Indicadores de Perdas associados a Produção real e Energia (através da leitura de consumos no apontamento da produção).

A confiabilidade da micromedição e macromedição é fundamental para qualquer análise deste tipo, desta forma pretende-se também no futuro integrar os apontamentos de Produção ao banco de dados dinâmico da macromedição indicando a situação dos macromedidores (prazo de aferição, vazão de teste, tipo de macro, constantes de multiplicação) ampliando a agilidade e assertividade destas informações.

Outra utilização pretendida será integrar ao sistema o planejamento operacional com a agenda das ações resultantes de análise, acompanhando as execuções e gerando históricos de interesse como por exemplo o registro do reflexo das diversas ações implantadas nos resultados obtidos nas reduções de Perdas.

## **6.0 CONCLUSÕES**

Por meio do exposto no presente trabalho, é possível constatar que o programa auxilia de forma significativa o Planejamento Operacional da Unidade de Negócio, concentrando as informações necessárias relatadas em uma só plataforma e agilizando seu acesso, facilitando sobremaneira a tomada de decisões relativas a necessidade de ações para prevenção de desabastecimento e de combate à Perdas de água.

A RA ciente desta melhoria, tem adotado a utilização desta plataforma como procedimento de rotina para seu planejamento, incluindo estas análises e discussões para direcionamento de ações, em reuniões técnicas e gerenciais operacionais a respeito, bem como pretende, como comentado, ampliar e desenvolver ainda mais as utilidades do programa neste sentido.

## **7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AZEVEDO NETO; FERNANDÉZ Y FERNANDÉZ, M. Manual de Hidráulica. Blucher, 9ª edição. 2015.

SEADE - População e Domicílios até 2050. Disponível em: <<http://doc.seade.gov.br/index.php/API-PROJPOP>>. Acesso em maio de 2019.

SISPERDAS – Sistema de Informações de Perdas. Arquivo eletrônico empresarial SABESP, diretoria do Interior.