

O MAIOR
EVENTO DE
SANEAMENTO
DA AMÉRICA
LATINA



18 A 20
SETEMBRO 2018
EXPO CENTER
NORTE
SÃO PAULO - SP

**9435 - MODELAGEM HIDRÁULICA COMPUTACIONAL COMO
FERRAMENTA DE GESTÃO PARA SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

**MANOEL FELIPE ARAUJO PEREIRA⁽¹⁾
Prof. Dr. Lindolfo Neto de Oliveira Sales⁽²⁾
Dr. Djalma Mariz Medeiros⁽³⁾**

**Endereço⁽¹⁾: Rua das Carnaúbas, 7909 – Natal, Rio Grande do Norte, RN – CEP: 59067-630 –
Brasil – Tel: (84) 9-9946-0733 – e-mail: manoelpereiraeng@gmail.com ou
mpereira@incibra.com.br.**

ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO

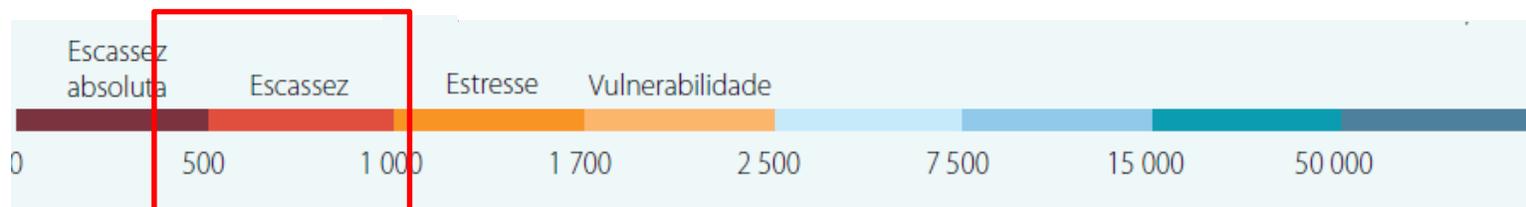
- INTRODUÇÃO
- METODOLOGIA UTILIZADA
 - Caracterização do Sistema em estudo
 - Modelagem hidráulica
 - Estudo populacional e de demandas nodais
 - Cenários Modelados
- RESULTADOS E DISCUSSÃO
- CONCLUSÕES
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTRODUÇÃO

Baixa disponibilidade Hídrica Per capita

Pernambuco apresenta disponibilidade hídrica per capita **inferior a 1.000m³/hab/ano** (BRASIL, 2002).

Figura 01 – Escala da disponibilidade dos recursos hídricos renováveis totais per capita (m³/hab/ano)



Fonte: UNESCO, 2015.

INTRODUÇÃO

Alto índice de perdas de água

Tabela 01 – Índice de perdas das áreas de interesse

Região	Índice Total de Perdas (%)
Brasil	36,70 %
Pernambuco	51,90 %
Itapissuma*	62,14 %

☐ Valor recomendado = 25,00%.

(WEIMER, 2001 e BAGGIO, 2002 apud TSUTIYA, 2006).

INTRODUÇÃO

Alto índice de perdas de água - Itapissuma

Figura 02 – Reservatório com infiltrações



Fonte: INCIBRA, 2015.

Figura 03 – Perdas nas válvulas de manobra



Fonte: INCIBRA, 2015.

Figura 04 – Perdas nas válvulas dos poços



Fonte: INCIBRA, 2015.

INTRODUÇÃO

Rodízio - SAA Itapissuma

Figura 05 – Calendário de Abastecimento Itapissuma – Abril/2015

DOMINGO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO
			1 Áreas 1, 2, 3	2 Áreas 1, 2, 3	3 Áreas 1, 2, 3	4 Áreas 1, 2, 3
5 Áreas 1, 2, 3	6 Áreas 1, 2, 3	7 Áreas 1, 2, 3	8 Áreas 1, 2, 3	9 Áreas 1, 2, 3	10 Áreas 1, 2, 3	11 Áreas 1, 2, 3
12 Áreas 1, 2, 3	13 Áreas 1, 2, 3	14 Áreas 1, 2, 3	15 Áreas 1, 2, 3	16 Áreas 1, 2, 3	17 Áreas 1, 2, 3	18 Áreas 1, 2, 3
19 Áreas 1, 2, 3	20 Áreas 1, 2, 3	21 Áreas 1, 2, 3	22 Áreas 1, 2, 3	23 Áreas 1, 2, 3	24 Áreas 1, 2, 3	25 Áreas 1, 2, 3
26 Áreas 1, 2, 3	27 Áreas 1, 2, 3	28 Áreas 1, 2, 3	29 Áreas 1, 2, 3	30 Áreas 1, 2, 3		
SETOR	ÁREA	HORÁRIO PREVISTO	BAIRROS/LOCALIDADES			
1 RESERVATÓRIO ELEVADO 1	1	A partir das 0800 às 16h00 do mesmo dia	Centro Comercial e Residencial de Itapissuma composto das localidades: Espinheiro, Veloz, Várzea			
2 RESERVATÓRIO ELEVADO 2	2	A partir das 0800 às 16h00 do mesmo dia	Loteamento Cidade Criança, Área Rural, composto das localidades: Grémio, Conceição, Cajueiro e Vila Nova Itapissuma			
	3	A partir das 0800 às 16h00 do mesmo dia	Vila Nova Itapissuma			

Fonte:
COMPESA, 2015.

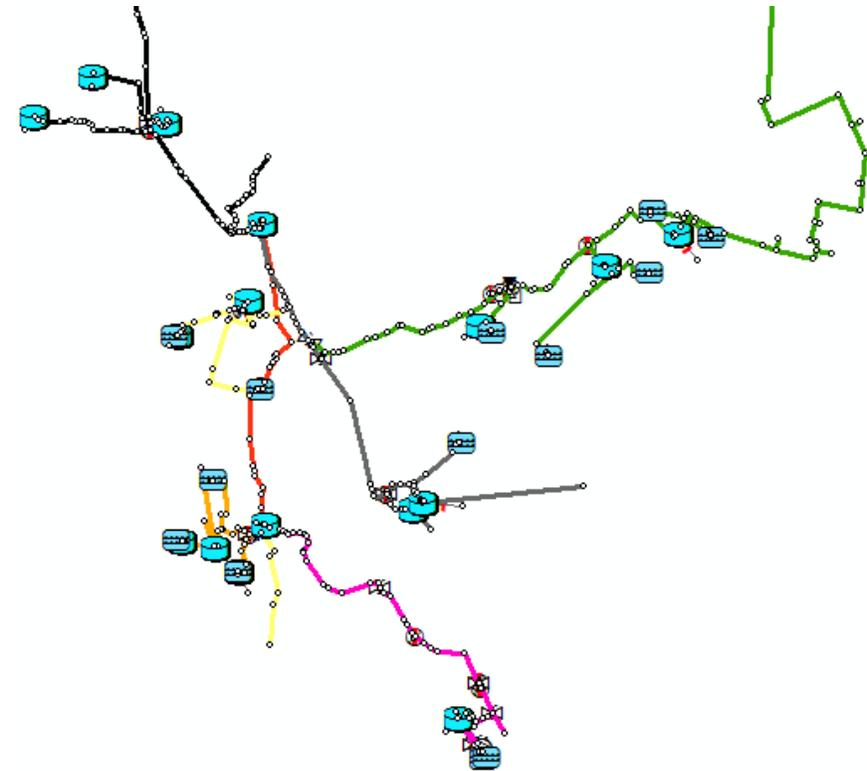
INTRODUÇÃO

Modelo Hidráulico Computacional

Aplicações:

- Dimensionamento de tubulações, bombas e reservatórios;
- Avaliação da confiabilidade do SAA;
- Otimização de consumo energético;
- Treinamento de operadores.

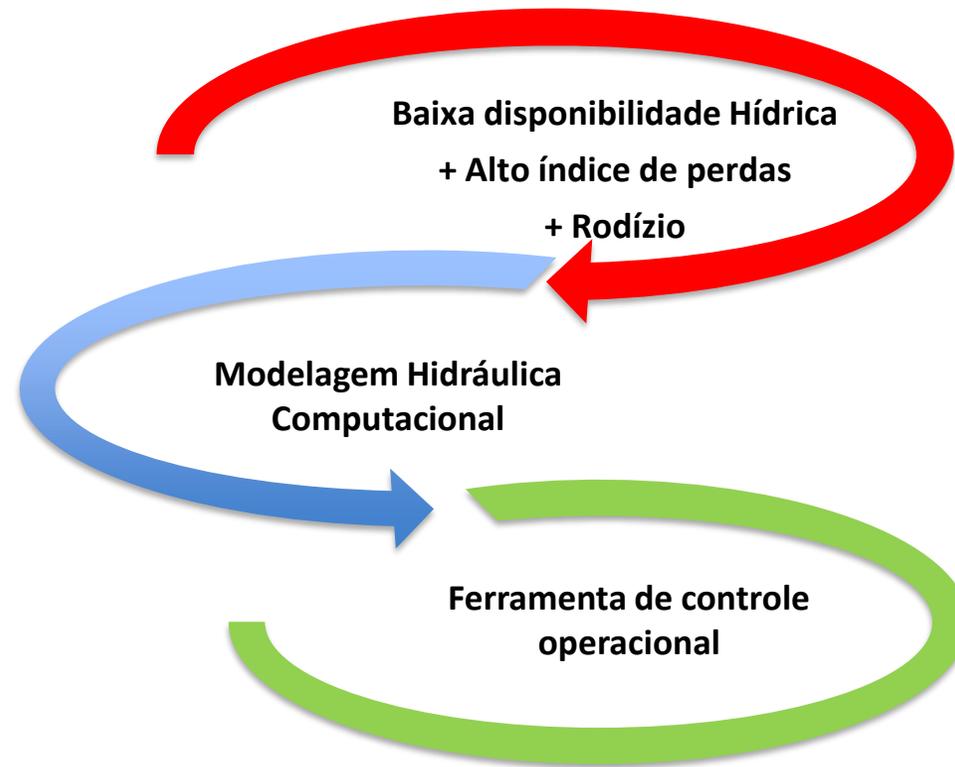
Figura 06 – Exemplo de Modelo Computacional



(WASLKI, GESSLER, SJOSTROM, 1990).

Fonte: Adaptado de INCIBRA, 2016.

INTRODUÇÃO



Objetivos:

- ❑ Diagnosticar o SAA atual de Itapissuma/PE;
- ❑ Propor ações para otimizar a distribuição de água, assim como medidas de combate e redução das perdas.

METODOLOGIA UTILIZADA

Caracterização do sistema em estudo

- Rodízio: diariamente das 08:00 às 16:00h.
- Índice de atendimento \cong 75 %.

Produção:

Tabela 02 – Vazão de produção dos poços tubulares em Itapissuma/PE

Poço	Vazão (l/s)	Destino
P 1.1-ITP	2,90	REL 1
P 1.2-ITP	10,00	REL 1
P 1.5-ITP	12,00	REL 1
P 1.6-ITP	12,00	REL 2
P 1.7-ITP	10,00	REL 2
TOTAL	46,90	-

Fonte: COMPESA, 2015.

Reservação:

Tabela 03 – Reservação de Itapissuma

Reservatório	Volume (m ³)
REL 1	280,00
REL 2	200,00
TOTAL	480,00

Fonte: COMPESA, 2015.

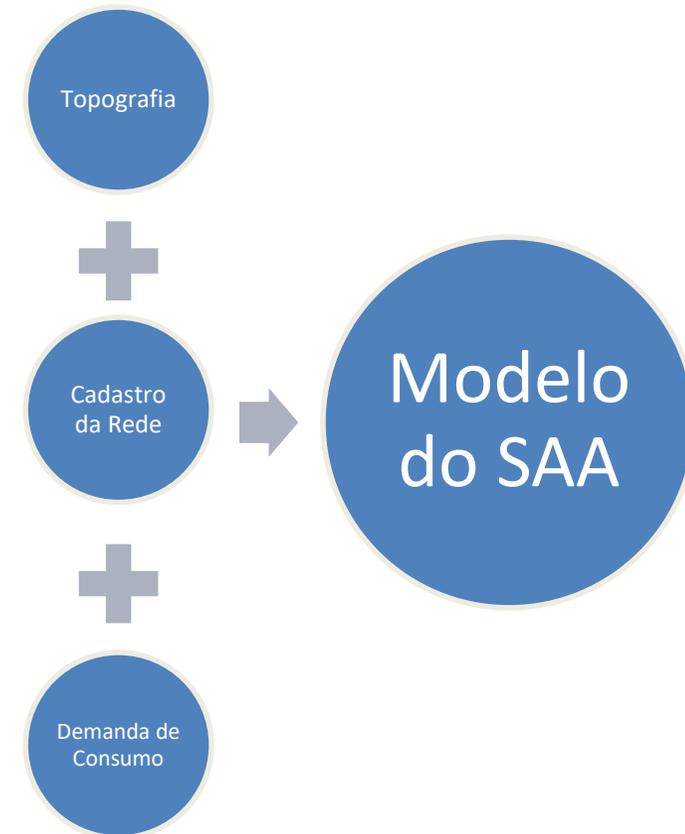
Rede de distribuição:

- Extensão total = 25,64 km;
- Diâmetros = 40 a 150 mm;
- Área de abrangência = 147 ha;
- Densidade habitacional = 99 hab/ha.

METODOLOGIA UTILIZADA

Modelagem hidráulica: Mike Urban

- ❑ Modelagem em período estendido de 24 horas;
- ❑ Captação nos poços durante 24 h/dia;
- ❑ Formulação de Hazen-Williams para cálculo de perda de carga (PORTO, 2006).

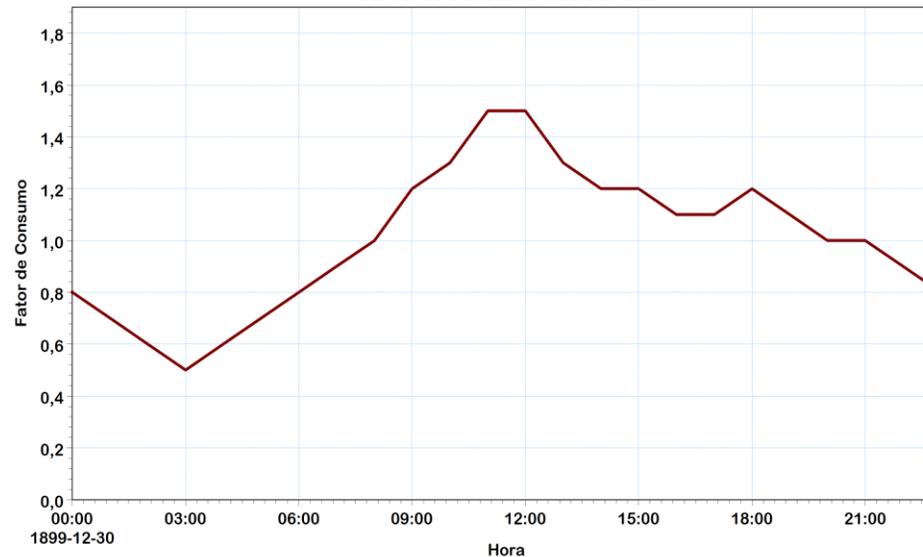


METODOLOGIA UTILIZADA

Estudo populacional e de demandas

- ❑ Método de Projeção populacional AiBi (MADEIRA e SIMÕES, 1972).
- ❑ $k_1 = 1,2$ e $k_2 = 1,5$ (Azevedo Netto et al., 1998).
- ❑ Demanda total = demanda residencial + perdas

Gráfico 01 – Variação de consumo diário



Fonte: Adaptado de TSUTIYA, 2006.

METODOLOGIA UTILIZADA

Cenários modelados

Quadro 01 – Resumo dos cenários modelados

Cenário A	Sub-cenário A'	Cenário B
Situação Atual	Situação Atual com redução de perdas	Situação projetada 2050
Índice de perdas de 62,14%	Índice de perdas de 25,00%	Índice de perdas de 25,00%
População atendida de 14.667 habitantes	População atendida de 14.667 habitantes	Índice de atendimento de 100 % (22.779 habitantes)
Consumo per capita de 96,14 l/hab.dia	Consumo per capita de 96,14 l/hab.dia	Consumo per capita de 160,00 l/hab.dia
Rodízio (8:00h às 16:00h)	Sem rodízio	C= 150(tubos novos) C= 130(tubos antigos) (PORTO, 2006)

Fonte: Autor, 2016.

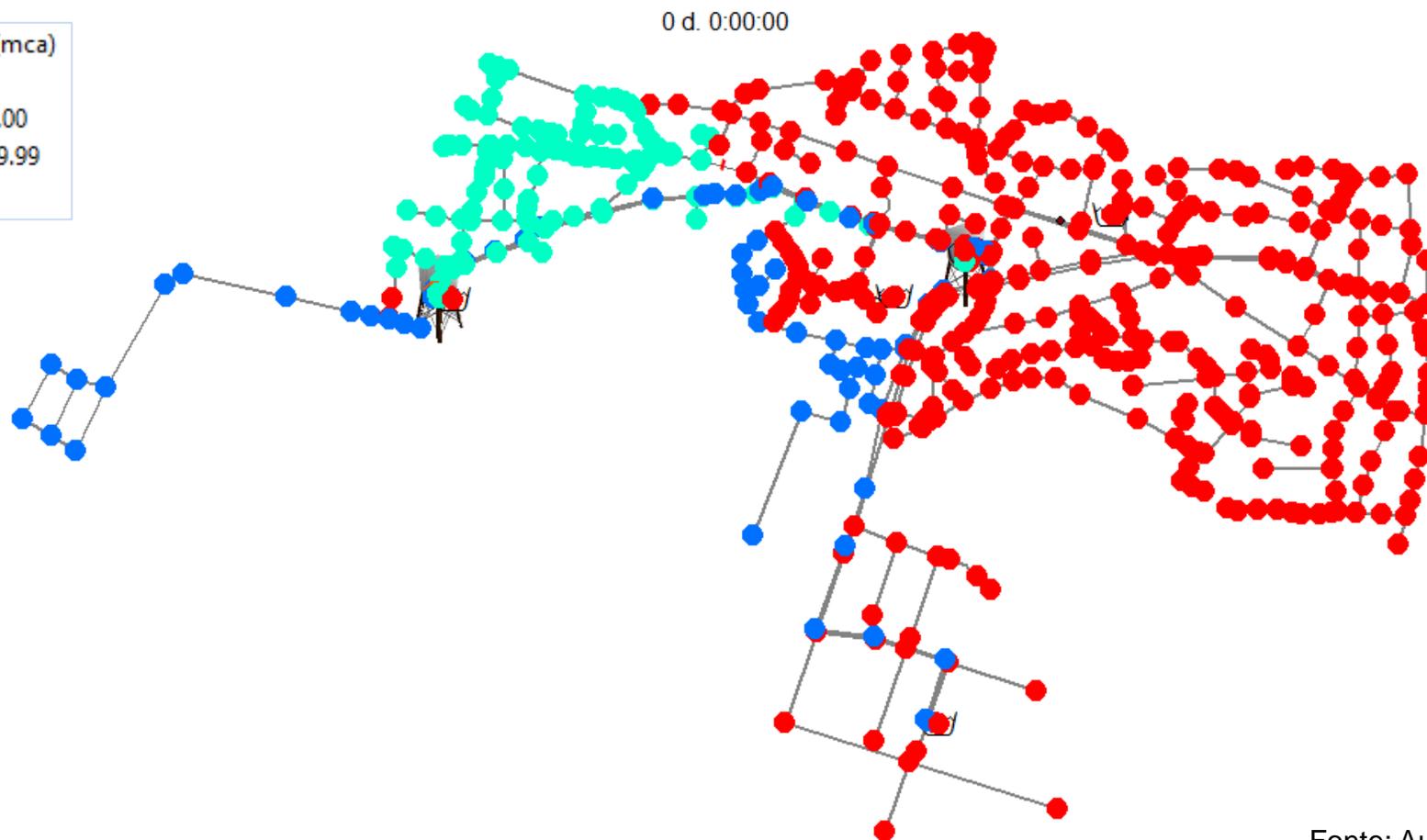
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cenário A

Animação 01 – Indicação de pressões no período estendido de simulação do cenário A

Pressão nos nós (mca)

- ≤ 0.00
- > 0.00 E ≤ 10.00
- > 10.00 E ≤ 49.99
- > 49.99

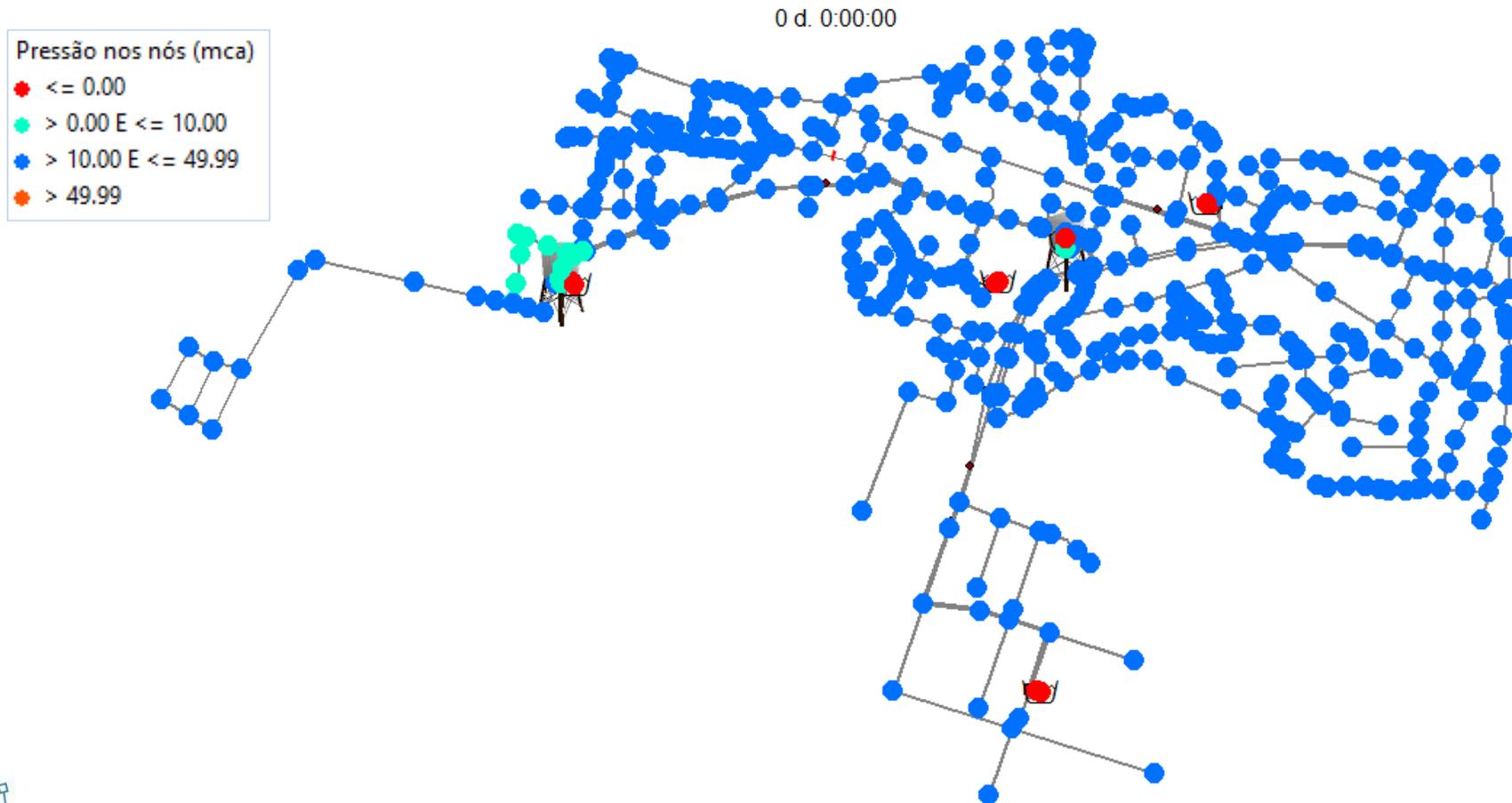


Fonte: Autor, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sub-cenário A

Animação 02 – Indicação de pressões no período estendido de simulação do sub-cenário A ‘

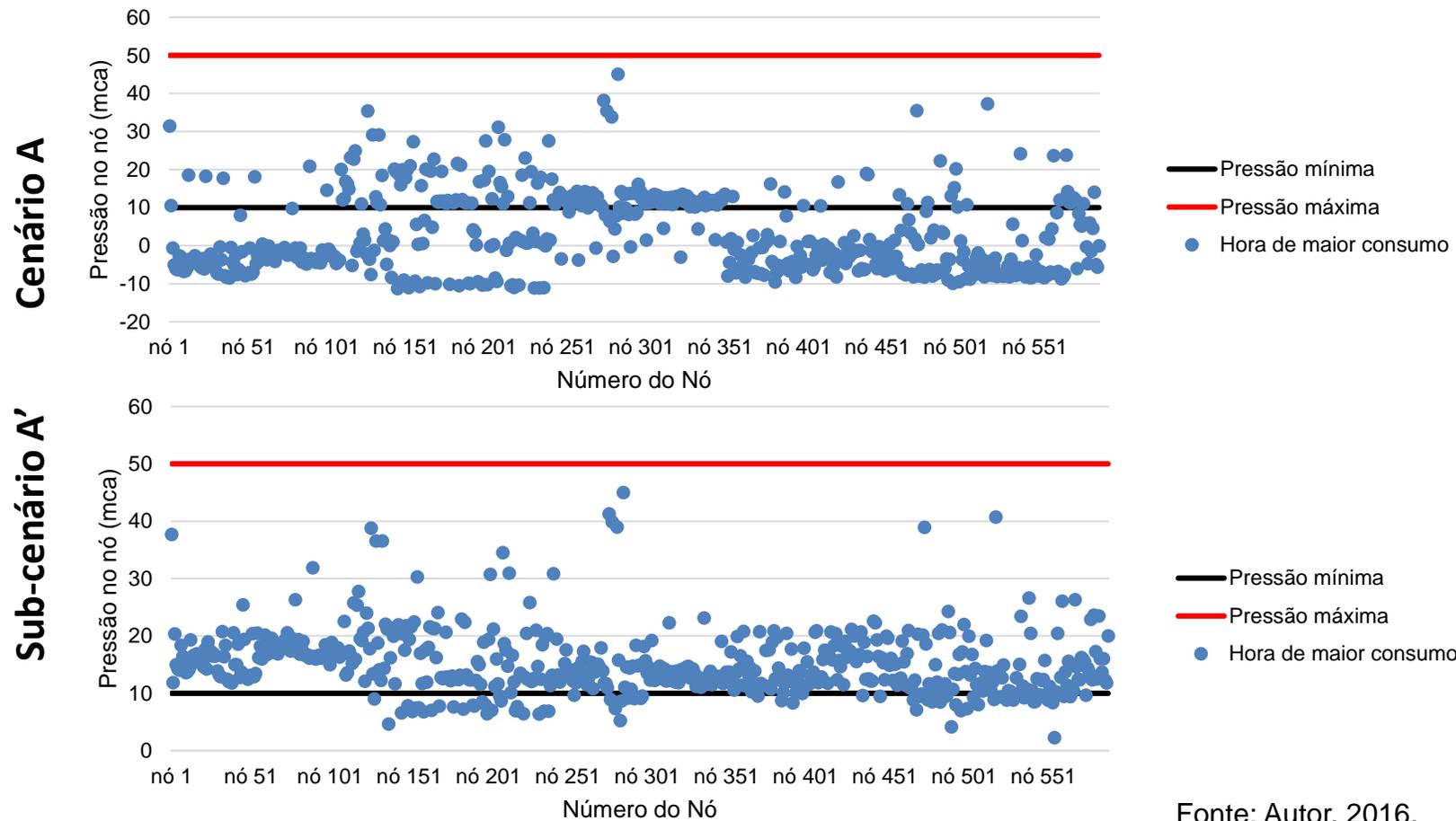


Fonte: Autor, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cenário A – Hora de maior consumo

Gráfico 02 e 03 – Pressão por nó durante a hora de pico de consumo (11:00h-12:00h)



Fonte: Autor, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cenário B

Ampliação da reservação

REL 3 = 600m³;

REL 4 = 380m³.

Ampliação da produção

PT_{setor 5} = 20,00 l/s;

PT_{setor 3} = 10,59 l/s;

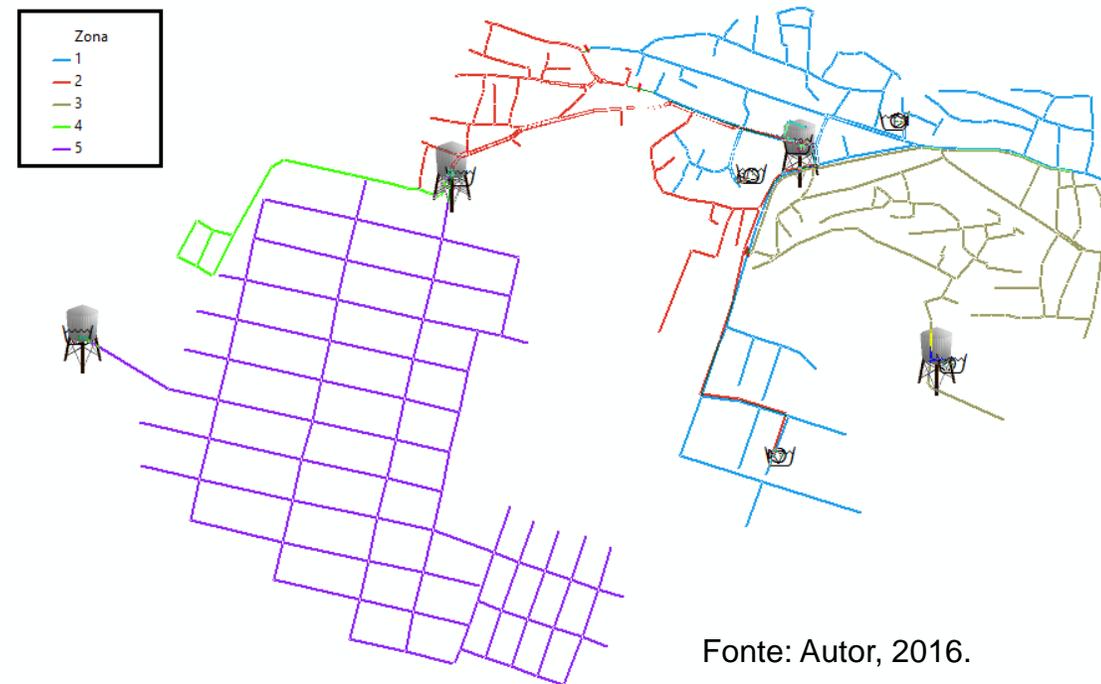
Ampliação da rede

15,72km (total = 41,36km);

Substituição da rede

13,81km (NTE-IFA, 1976).

Figura 07 – Setorização proposta para Itapissuma/PE no cenário B



Fonte: Autor, 2016.

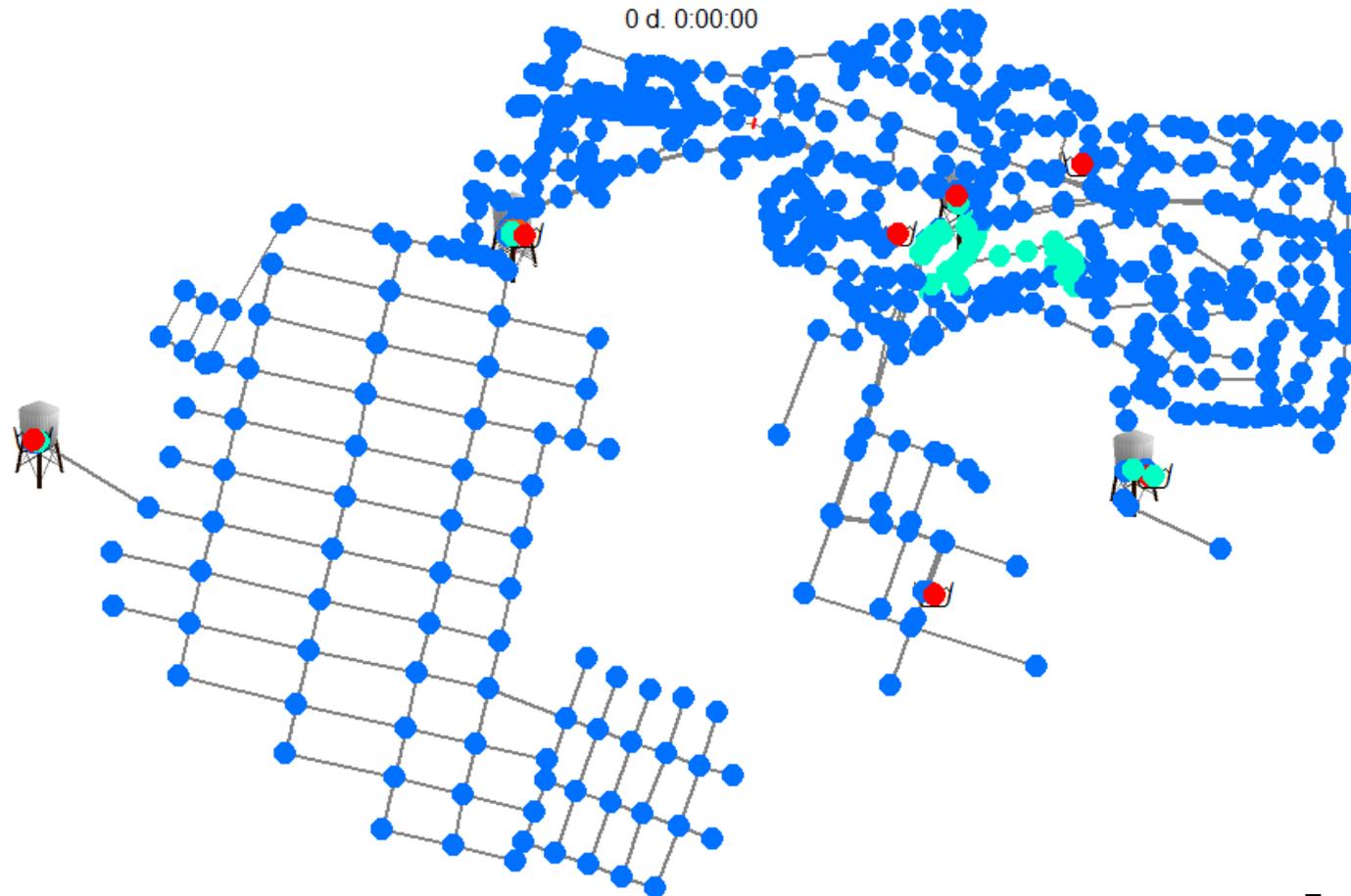
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cenário B

Animação 03 – Indicação de pressões no período estendido de simulação do cenário B

Pressão nos nós (mca)

- ≤ 0.00
- > 0.00 E ≤ 10.00
- > 10.00 E ≤ 49.99
- > 49.99



Fonte: Autor, 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hora de menor consumo

Tabela 04 – Resumo das pressões nos nós para os cenários simulados no horário de menor consumo (02:00h-03:00h)

Resultado	Cenário A	Sub-cenário A'	Cenário B
Pressão média da rede (mca)	-4.083.723,45*	19,11	19,56
P < 0 mca (%)	90,68%	0,00%	0,00%
0 ≤ P < 10 mca (%)	0,00%	2,70%	0,44%
10 ≤ P ≤ 50 mca (%)	0,00%	97,30%	99,56%
P > 50mca (%)	9,32%	0,00%	0,00%

Fonte: Autor, 2016.

CONCLUSÕES

Simulações do Cenário A e do sub-cenário A'

- Não existe necessidade de aumento na produção. E sim de apenas uma redução no índice de perdas.
- Extinção do rodízio.

Simulação do Cenário B

- **Benefício no desempenho da distribuição de água**
- Ampliação na reservação;
- Ampliação na produção;
- Substituição das tubulações antigas de pequeno DN;
- Setorização proposta.

RECOMENDAÇÕES

Programa de combate e redução de perdas

- Gerenciar a hidrometração;
 - Detecção e corte de ligações clandestinas;
 - Identificação contínua e reparo de vazamentos;
 - Dispositivos de automação dos poços e demais unidades;
 - Dentre outros.
- Exemplo: PNCDA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1994.
2. AZEVEDO NETTO, J. M. et al. **Manual de hidráulica**. 8ª Edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.
3. BRASIL, Agência Nacional de Águas (ANA). **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: A Agência, 2002. 46 p.
4. BRASIL. **Portaria nº 2.914 de 12 dezembro de 2011. Padrão de potabilidade**. Ministério da Saúde, 2011.
5. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016.
6. DHI. **MIKE URBAN TUTORIALS**. 2012.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. INCIBRA. **Relatório Técnico Preliminar – Itapissuma/PE**. Natal, 2015.
8. MADEIRA, J. L., SIMÕES, C. C. da S. **Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da federação, de 1960/1980 por uma nova metodologia**. Revista Brasileira de Estatística, v.33, n.129, p.3-11, 1972.
9. NTE. IFA. **Instalaciones de Fontanería Abastecimiento**. 1976.
10. PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**. 4ª edição. São Carlos: EESC-USP, 2006.
11. TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. 3ª edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.
12. UNESCO. **Encarando os Desafios: Estudos de Caso e Indicadores**. Paris: WWAP (Programa Mundial de Avaliação da Água das Nações Unidas), 2015.
13. WALSKI, Thomas M.; GESSLER, Johannes; SJOSTROM, John W. **Water Distribution Systems: simulation and sizing**. Michigan: Lewis Publishers, 1990.