

## **ANÁLISE HIDRÁULICA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA CIDADE DE JARDIM/CE A PARTIR DE MODELO COMPUTACIONAL**

### **Juliana Ribeiro Costa<sup>(1)</sup>**

Bacharel em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

### **João Paulo Leite Félix**

Engenheiro Civil, Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará – UFC e Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

### **Francisco das Chagas da Silva Júnior**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará – UFC, Mestre em Ciências pela Escola de Engenharia de São Carlos – USP e Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

### **Arthur Jordan de Azevedo Toné**

Engenheiro Civil, Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará – UFC e Analista de Recursos Hídricos da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH.

### **Francisco de Assis Martins Ponce**

Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR e mestrando em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo – USP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Pedestre I, 27- Lagoa Redonda - Fortaleza - Ceará - CEP: 6831-510 - Brasil -  
Tel: +55 (85) 99783-6194 - e-mail: julianarcosta25@hotmail.com

## **RESUMO**

As redes de distribuição de água (RDAs) são infraestruturas dos sistemas de abastecimento de água (SAA) consolidadas em todas as regiões do Brasil. As mesmas devem acompanhar física e hidraulicamente os aumentos de demanda. Hoje, os *softwares* são essenciais no campo do projeto e do diagnóstico do funcionamento de sistemas de transporte e distribuição de água, possibilitando análises precisas e respostas rápidas para solucionar problemas em RDAs. Neste trabalho, foi selecionada a rede de distribuição de água (RDA) da cidade de Jardim, pertencente ao estado do Ceará, para verificação do comportamento hidráulico perante demanda futura. Para

isso, foi empregado o programa Epanet no desenvolvimento do modelo e realização de simulações. O modelo da RDA de Jardim/CE foi construído a partir do cadastro da rede existente, levando-se em consideração as áreas de expansão relativa à demanda futura. Com isso, o modelo foi otimizado hidraulicamente seguindo as etapas: 1ª. Etapa de otimização – Simulação 1: modelo com a demanda para o alcance do projeto, ano de 2038; 2ª. Etapa de otimização – Simulação 2: modelo com a demanda para o alcance do projeto, ano de 2038, com duplicação e ampliação dos diâmetros das tubulações da RDA; 3ª. Etapa de otimização – Simulação 3: modelo com a demanda para o alcance do projeto, ano de 2038, com duplicação e ampliação dos diâmetros das tubulações da RDA e setorização do abastecimento com implantação de reservatórios elevados com fuste de 10,00 m. A partir das simulações de otimização, observou-se que, para a rede modelada atender satisfatoriamente à demanda futura em relação aos parâmetros pressão e perda de carga, é necessária a setorização da rede em três zonas de pressurização, com a inclusão de dois novos reservatórios, sendo os mesmo elevados com fuste mínimo de 10,00 m, e a duplicação de trechos existentes com a colocação de tubulações em paralelo. O uso do programa mostrou-se uma ferramenta importante para identificação de problemas hidráulicos e possibilitou sugestões para saná-los.

**Palavras-chave:** Redes de distribuição de água; Modelo computacional; Parâmetros hidráulicos; Epanet.

## INTRODUÇÃO

De modo geral, os sistemas de abastecimento urbano de água são compostos pelas unidades de captação, tratamento, estação elevatória, adução, reservatórios, rede de distribuição e ligações prediais (GOMES, 2009). Com relação à água para consumo humano, Heller e Pádua (2006) elucidam que ao longo do tempo vem ocorrendo um crescente aumento de demanda no Brasil, ocasionado pelo aumento da população nas últimas décadas, principalmente em centros urbanos. Juntamente com este aumento de demanda por água foi percebido um aumento no volume de perdas em muitos sistemas de abastecimento, fruto da obsolescência das redes de distribuição e de baixos investimentos nos sistemas.

Atualmente, nos centros urbanos mais desenvolvidos, as maiores deficiências observadas em sistemas de abastecimento de água se devem principalmente à deterioração dos sistemas mais antigos, especialmente na parte de distribuição de água, com tubulações antigas apresentando frequentes problemas de rompimentos e de vazamentos de água, ou mesmo a falta de abastecimento de áreas urbanas que apresentam rápido e desordenado crescimento. Para esses

centros urbanos, as necessidades de adequações dos serviços de abastecimento de água estão relacionadas à reabilitação de redes de transporte e distribuição de água mais antigas, bem como a construção e ampliação dos sistemas para atender às novas áreas de crescimento (TSUTYIA, 2006).

Este trabalho teve como objetivo analisar os parâmetros hidráulicos pressão e perda de carga linear da rede de distribuição de água do centro urbano do município de Jardim, no estado do Ceará, utilizando um modelo simplificado desenvolvido no *software* EPANET e considerando um cenário ótimo de disponibilidade de água. O trabalho se mostra relevante por expor as deficiências atuais apresentadas na rede de distribuição de água da cidade bem como seu agravamento futuro e propõe alternativas para melhorias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da Área de Estudo

O cidade de Jardim pertence à município homônimo, que está localizado na latitude 07°34'57" sul e longitude 39°17'53" oeste, no sul do estado do Ceará. Jardim fica a 542 km da capital cearense, sendo acessada através das rodovias estaduais CE-060 e CE-390. Na Figura 1 é apresentada a imagem de satélite da sede do município.

**Figura 1 – Imagem de satélite da sede do município de Jardim/Ceará.**



Fonte: Google Earth.

O sistema de abastecimento de Jardim/CE capta água através de manancial subterrâneo, por meio de poços tubulares. A água captada é acumulada no reservatório existente (RE) do sistema, localizado em cota que favorece o abastecimento da RDA por gravidade, sendo interligado à mesma por meio de adutora com 800,00 m de extensão, 250 mm de diâmetro, em ferro fundido. O desnível geométrico do RE para o ponto de injeção da rede é de 37,90 m. A rede existente tem a extensão total aproximada de 14.000,00 m e é composta, principalmente, por tubos de PVC com 50 mm de diâmetro (TONÉ, 2017).

Hoje, devido à escassez de água, o sistema vem funcionando de forma precária com a ajuda de caminhões-pipa que abastecem três reservatórios apoiados de pequenas dimensões implantados na sede, que abastecem diretamente a RDA por meio de motor-bombas (TONÉ, 2017).

## **Normas e Critérios de Projeto**

O presente trabalho considerou as seguintes normas para realização da avaliação dos parâmetros hidráulicos das simulações realizadas:

- NBR 12211: Estudos de concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1992);
- NBR 12218: Projeto de rede de distribuição da água para abastecimento público, da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994);
- Normas Técnicas para Projeto de Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário da CAGECE – Companhia de Águas e Esgotos do Ceará (CAGECE, 2010).

Os principais critérios hidráulicos adotados para a análise e proposição de melhorias da RDA de Jardim/CE constam a seguir:

- Pressão dinâmica mínima de 10 m.c.a.;
- Pressão estática máxima de 50 m.c.a.;
- Perda de carga de acordo com a fórmula universal, sendo a perda de carga unitária máxima de 8 m/km para os trechos com tubulação velha ou nova;
- Diâmetro mínimo dos condutos secundários de 50 mm;
- Rugosidade de 0,1 mm para tubos de ferro fundido sendo eles novos ou velhos, de acordo Saint-Gobain (2015);
- Rugosidade de 0,06 mm para tubos de PVC sendo eles novos ou antigos, de acordo com o último Catálogo Técnico Infraestrutura Saneamento Água da Tigre (TIGRE, 2016).

## População do Estudo

A análise da RDA de Jardim foi realizada de forma a verificar o comportamento da rede diante da demanda futura para a população urbana do ano de 2038, alcance de projeto de 20 anos recomendado pela SPO 012 (CAGECE, 2010), contabilizado a partir do ano de 2019.

Para a evolução da população, foi empregado o método da extrapolação gráfica, no qual os dados do censo são lançados em um par de eixos coordenados (ano x população) e a eles são aplicadas curvas de tendência, com obtenção de respectivas equações e coeficientes de determinação ( $R^2$ ), adotando-se, em geral, aquela que apresente maior coeficiente de determinação. Este método é recomendado pela CAGECE (2010) para localidades com população do último Censo do IBGE dentro do intervalo de 5.000 a 50.000 habitantes, no qual se enquadra a população urbana de Jardim. Na Tabela 1, são apresentados os dados do Censo do IBGE de população urbana da sede de Jardim empregados para definição e aplicação do método de evolução populacional.

**Tabela 1 – População urbana da sede de Jardim/CE.**

Ano	População (hab.)
1991	4.959
2000	6.393
2010	8.115

Fonte: IBGE (2010).

## Vazão de Distribuição

As RDAs são dimensionadas para atenderem a demanda da hora de maior consumo do dia de maior consumo do ano, que corresponde à vazão de distribuição, dada pela Equação 1:

$$Q_d = \frac{k_1 \times k_2 \times P \times q}{3600 \times h}$$

**Equação 1**

Onde:

$Q_d$  = vazão de distribuição, em litros por segundo (L/s);

$k_1$  = coeficiente do dia de maior consumo;

$k_2$  = coeficiente da hora de maior consumo;

P = população a ser abastecida (hab.);

$q$  = consumo *per capita* (L/hab.dia);

$h$  = número de horas de operação do sistema de abastecimento (h).

Segundo Porto (2006), os valores de  $q$ ,  $k_1$  e  $k_2$ , variam de acordo com o porte do projeto e as características da cidade e, principalmente, com o nível social da população a ser atendida. Estes dados são normalmente obtidos junto à empresa operadora do sistema, porém, no caso de Jardim, os valores não foram repassados pela empresa. Assim, seguindo recomendação da CAGECE (2010), para o cálculo da vazão de distribuição, utilizou-se o consumo per capita de 100 L/hab.dia, os coeficiente  $k_1$  e  $k_2$ , respectivamente, iguais a 1,2 e 1,5, e o sistema funcionando 24 horas por dia. A população utilizada para o cálculo da vazão de distribuição correspondeu à população urbana de Jardim/CE para o ano de 2038.

As vazões pontuais de demanda em cada nó da rede foram calculadas de acordo com a Equação 2.

$$qn_n = \sum L_{\text{médio}} \times q_l$$

**Equação 2**

Onde:

$qn_n$  = Vazão pontual no nó  $n$ , em litro por segundo (L/s).

$\sum L_{\text{médio}}$  = Somatório dos semicomprimentos dos trechos que partem do nó  $n$ , em metros (m)

$q_l$  = Vazão linear, em litros por segundo por metro (L/s.m).

Por sua vez, a vazão linear  $q_l$  foi obtida através da Equação 3.

$$q_l = \frac{Q_d}{L}$$

**Equação 3**

Onde:

$q_l$  = vazão linear, em litros por segundo por metro de rede (L/s.m);

$Q_d$  = vazão de distribuição, em litros por segundo (L/s);

$L$  = extensão total da rede em metros (m).

## Desenvolvimento do Modelo

Com os dados do cadastro da RDA de Jardim/CE e das cotas de elevação da sede do município constantes em planta, e com auxílio do Google Earth para obtenção da imagem, desenhou-se o

arruamento e criaram-se as curvas de nível da área utilizando o AUTOCAD CIVIL 3D. Com isso, foram gerados os arquivos em formato DXF das ruas e das curvas de nível, em separado, para serem trabalhados no software CRede (FCTH, 2002).

No CRede, com a base das ruas e curvas de nível, foi desenhada a RDA de Jardim/CE obedecendo aos diâmetros e materiais especificados no cadastro da rede. Posteriormente, a rede foi ampliada, com tubulações de 50 mm de diâmetro em PVC, contemplando as áreas em expansão da cidade, e foram geradas as planilhas para criação do arquivo *input* do EPANET 2.0 (ROSSMAN, 2009). Dessa forma, foi obtido o modelo da RDA de Jardim/CE, para um cenário futuro, com a ampliação de cobertura da rede. No modelo, foi adotado o abastecimento da RDA através do RE do sistema, sendo considerada a oferta de água condizente com a demanda, ou seja, fora do cenário de escassez.

### **Otimização Hidráulica do Modelo**

O objetivo da otimização hidráulica do modelo foi obter uma configuração para RDA de Jardim/CE capaz de atender a demanda futura do ano de 2038, obedecendo aos valores em norma para os parâmetros hidráulicos pressão e perda de carga. A otimização seguiu três etapas, desenvolvidas por meio de suas simulações correspondentes:

- 1ª. Etapa de otimização – Simulação 1: modelo com a demanda para o alcance do projeto, ano de 2038;
- 2ª. Etapa de otimização – Simulação 2: modelo com a demanda para o alcance do projeto, ano de 2038, com duplicação e ampliação dos diâmetros das tubulações da RDA;
- 3ª. Etapa de otimização – Simulação 3: modelo com a demanda para o alcance do projeto, ano de 2038, com duplicação e ampliação dos diâmetros das tubulações da RDA e setorização do abastecimento com implantação de reservatórios elevados com fuste de 10,00 m.

## **RESULTADOS/DISCUSSÃO**

### **População e Vazão de Distribuição**

A projeção populacional da cidade de Jardim foi desenvolvida aplicando-se a extrapolação gráfica da curva mais adequada ao crescimento populacional referente à população urbana. Dentre as

curvas de tendência, a equação polinomial de segunda ordem apresentou o maior valor de correlação com os dados de população dos Censos do IBGE, sendo a mesma aplicada para a evolução da população futura de Jardim/CE. A seguir, consta a equação empregada na projeção populacional de Jardim (Equação 4), e na Tabela 2, a evolução populacional, ano a ano.

$$y = 0,68x^2 - 2.543,34x + 2.384.308,79$$

**Equação 4**

Onde:

y = População estimada (hab.);

x = Ano para a projeção.

**Tabela 2 – Projeção da população urbana do distrito de Jardim.**

Ano	População (hab.)						
2019	9.817	2024	10.790	2029	11.797	2034	12.837
2020	10.009	2025	10.989	2030	12.002	2035	13.049
2021	10.202	2026	11.189	2031	12.209	2036	13.263
2022	10.397	2027	11.390	2032	12.417	2037	13.478
2023	10.593	2028	11.593	2033	12.626	2038	13.694

Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros de cálculo e a vazão de distribuição (Equação 1) empregada no modelo da RDA de Jardim/CE.

**Tabela 3 – Parâmetro de cálculo e vazão de distribuição.**

Ano	População (hab.)	q (L/hab.dia)	k1	k2	h (h)	Q <sub>d</sub> (L/s)
2038	13.694	100,00	1,2	1,5	24	28,53

## Simulação 1

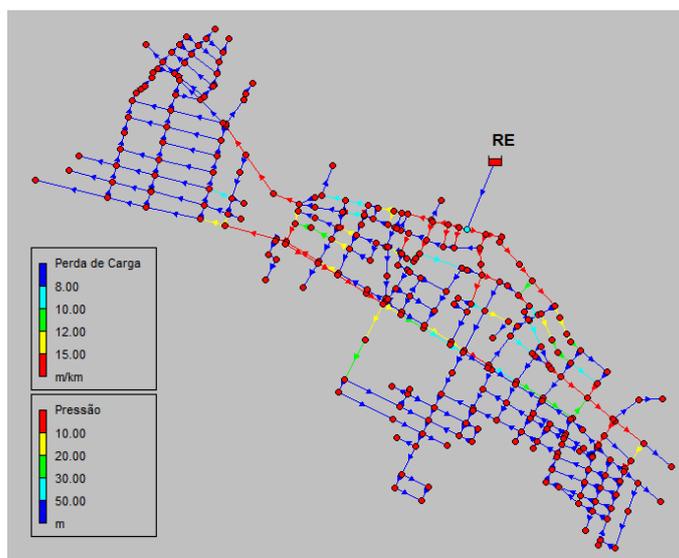
Na Tabela 4, consta a extensão das tubulações da RDA de Jardim/CE para Simulação 1, que corresponde à configuração do modelo base desenvolvido da rede.

**Tabela 4 – Extensão das tubulações da RDA de Jardim/CE, por diâmetro, material e situação da rede, para Simulação 1.**

Material		Situação da rede		Total L (m)
Ferro fundido Diâmetro (mm)	PVC Diâmetro (mm)	Rede existente L (m)	Rede projetada L (m)	
-	50	11.948,08	14.075,28	26.023,36
-	75	142,3	-	142,3
-	100	697,81	-	697,81
-	150	430,03	-	430,03
-	200	-	-	-
250	-	800,00	-	800,00
Total L (m)		14.018,22	14.075,28	28.093,50

Observa-se que, para atender a área em expansão, foi necessário duplicar a extensão total da rede, que passou de 14.018,22 m para 28.093,50 m, com, aproximadamente, 92% de tubulações de 50 mm de diâmetro. Na Figura 2, é apresentado o mapa da rede de pressão dinâmica e perda de carga linear para a Simulação 1, em que são indicados os problemas a serem resolvidos com a otimização da rede.

**Figura 2 – Mapa de pressão dinâmica e perda de carga linear da RDA de Jardim/CE para a Simulação 1.**



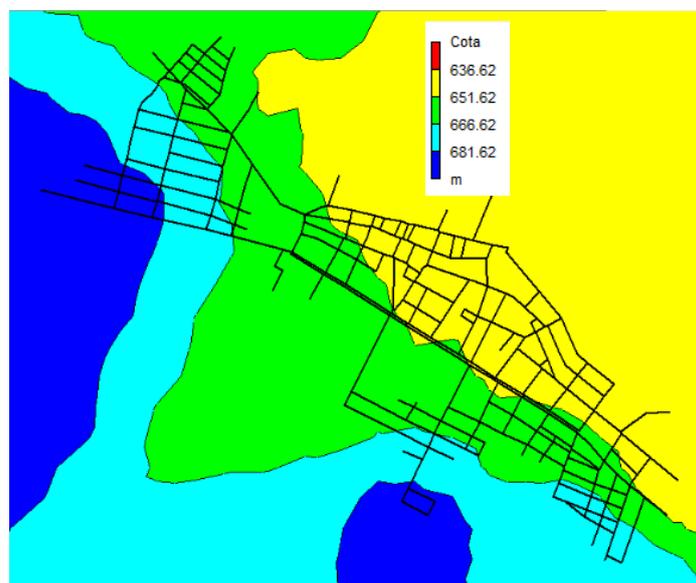
Nesta simulação, 73,74% das tubulações da rede, que constam na cor azul escuro na Figura 2, ficaram com o valor da perda de carga abaixo 8,0 m/km, ou seja, dentro do limite de norma (CAGECE, 2010). Porém, observa-se que todos os nós da rede, exceto o ponto do injetamento,

ficaram com valores de pressão abaixo de 10 m.c.a, sendo verificadas pressões negativas em 98,62% dos nós, ou seja, elevada taxa de desabastecimento.

A maior parte do problema desta configuração da rede diz respeito à localização das tubulações com elevados valores de perda de carga linear. Estes estão localizados na proximidade do ponto de injetamento da água proveniente do RE, gerando perda de carga elevada e grande impacto nas pressões da rede. Como exemplo, temos as duas tubulações que partem do ponto do injetamento, que juntas somaram o total de 64,00 m de perda de carga.

A razão de uma parte menor dos nós da rede estarem com pressões negativas, está relacionada à existência de áreas de Jardim/CE que estão em conta topográfica acima da cota do RE, que tem o valor de 681,62 m, como pode ser visto na Figura 3.

**Figura 3 – Isolinhas de cotas de Jardim/CE.**



## **Simulação 2**

Na Tabela 5, consta a extensão das tubulações da RDA de Jardim/CE para a Simulação 2, que corresponde à configuração do modelo base, com duplicação e ampliação dos diâmetros de tubulações da rede.

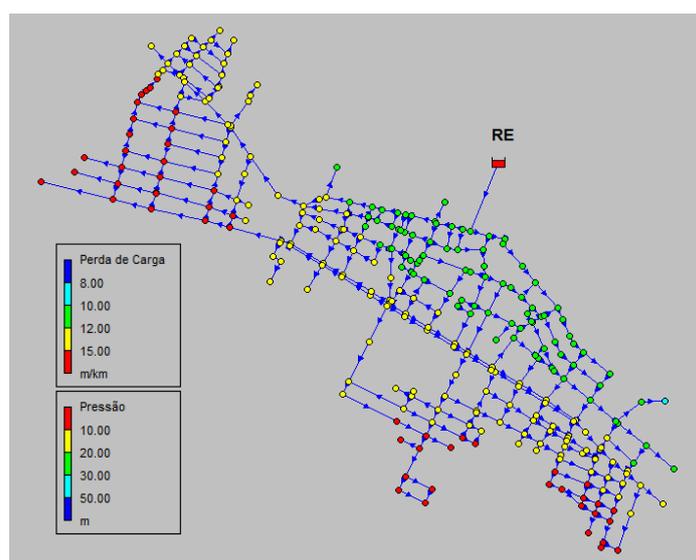
Na Simulação 2, foram feitas muitas intervenções na rede para melhorar os parâmetros hidráulicos pressão e perda de carga. Foram implantados 1.328,40 m de rede em paralelo à rede existente e cerca de 712,00 m da rede projetada para a área de expansão passou a ter diâmetro de 75 mm ou 100 mm. A rede passou a ter trecho com diâmetro de 200 mm, valor que não era observado anteriormente.

**Tabela 5 – Extensão das tubulações da RDA de Jardim/CE, por diâmetro, material e situação da rede, para Simulação 2.**

Material		Situação da rede			Total L (m)
Ferro fundido Diâmetro (mm)	PVC Diâmetro (mm)	Rede existente L (m)	Rede duplicada L (m)	Rede projetada L (m)	
-	50	11.948,08	255,95	13.389,27	25.593,3
-	75	142,3	4,99	298,06	445,35
-	100	697,81	429,29	414,23	1.541,33
-	150	430,03	514,4	-	944,43
-	200	-	123,77	-	123,77
250	-	800,00	-	-	800
Total L (m)		14.018,22	1.328,4	14.101,56	29.448,18

O resultado das intervenções pode ser observado na Figura 4, em que é apresentado o mapa da rede de pressão dinâmica e perda de carga linear para a Simulação 2.

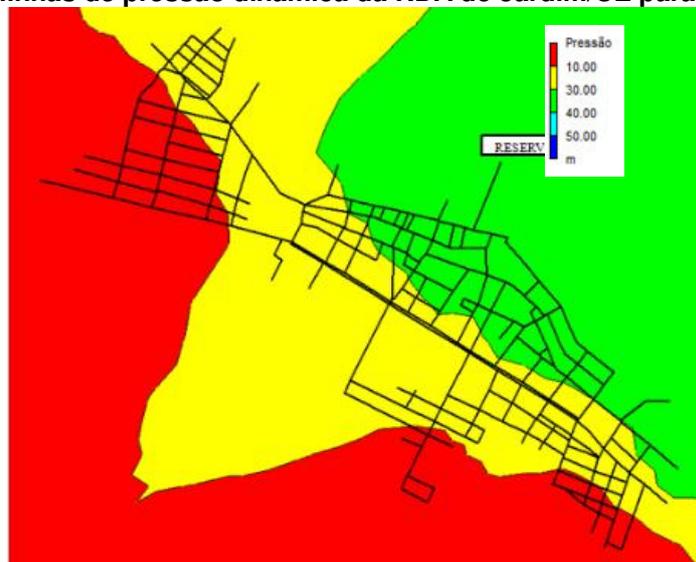
**Figura 4 – Mapa de pressão dinâmica e perda de carga linear da RDA de Jardim/CE para a Simulação 2.**



Nesta simulação, todas as tubulações da rede passaram a funcionar com valor de perda de carga linear abaixo de 8,0 m/km, havendo um impacto positivo direto nos valores de pressão da rede, que passou a ter apenas 17,72% de pontos com pressão abaixo de 10 m.c.a., pressão mínima indicada em norma (ABNT, 1994; CAGECE, 2010), e desse total 7,29% de pontos com desabastecimento. Dessa forma, a otimização hidráulica do modelo a partir de intervenções nas tubulações da rede não leva à solução por completo para o sistema ter um funcionamento adequado. Na Figura 5, consta o mapa de isolinhas de pressão dinâmica da RDA de Jardim/CE

para a Simulação 2, em que se podem distinguir na cor vermelha as áreas que atuariam com pressões abaixo de 10 m.c.a.

**Figura 5 – Mapa de isolinhas de pressão dinâmica da RDA de Jardim/CE para a Simulação 2.**



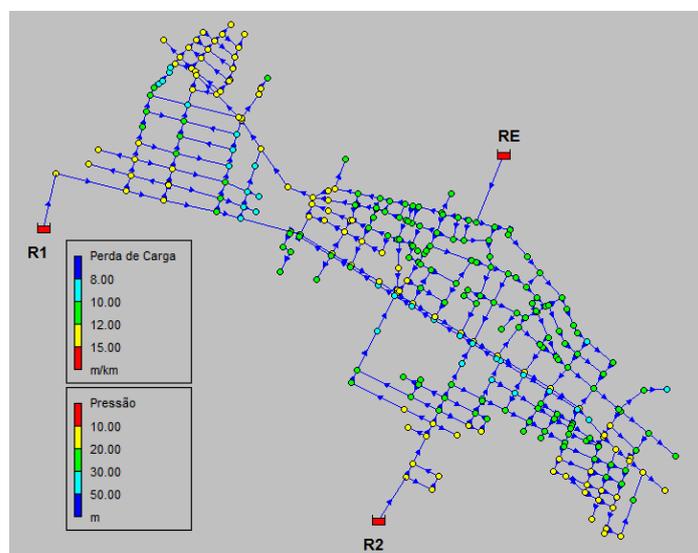
### Simulação 3

A otimização do modelo base na Simulação 3, foi realizada implantando-se dois reservatórios elevados nos pontos de cota mais desfavorável em relação ao reservatório de distribuição existente. Dessa forma, a rede ficou dividida em três zonas de pressurização, com o RE sendo responsável pelo abastecimento de 52% da rede, e R1 e R2 com, respectivamente, 17% e 31%. Com as novas configurações de distribuição e aporte de vazão, foi necessário realizar as alterações nos diâmetros das tubulações da rede a partir do modelo base da RDA de Jardim/CE. Na Tabela 6, é apresentada a extensão das tubulações da RDA de Jardim/CE para a Simulação 3, e na Figura 6, pode-se observar o mapa de pressão dinâmica e perda de carga linear da RDA de Jardim/CE, com a disposição dos reservatórios R1 e R2 acrescentados ao modelo base. Na Simulação 3, mesmo com a implantação dos novos reservatórios, também foi necessário fazer grandes intervenções, como a implantação de 1.105,68 m de rede em paralelo à rede existente (Tabela 5). E assim, como pode ser observado na Figura 6, a partir da otimização propostas na Simulação 3, a RDA de Jardim/CE passou a operar obedecendo aos valores especificado em norma para perda de carga linear e pressão mínima (ABNT, 1994; CAGECE, 2010).

**Tabela 6 – Extensão das tubulações da rede de distribuição de água da sede do município de Jardim, por diâmetro, material e situação da rede, para simulação 3.**

Material		Situação			Total
Ferro fundido	PVC	Rede existente	Rede duplicada	Rede projetada	
Diâmetro (mm)	Diâmetro (mm)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)
-	50	11948,08	119,38	12.817,87	24.885,33
-	75	142,3	304,23	585,63	1.032,16
-	100	697,81	486,64	402,88	1.587,33
-	150	430,03	195,43	268,9	894,36
-	200	-	-	-	0,00
150	-	-	-	20,00	20,00
250	-	800,00	-	-	800,00
Total L (m)		14.018,22	1.105,68	14.095,28	29.219,18

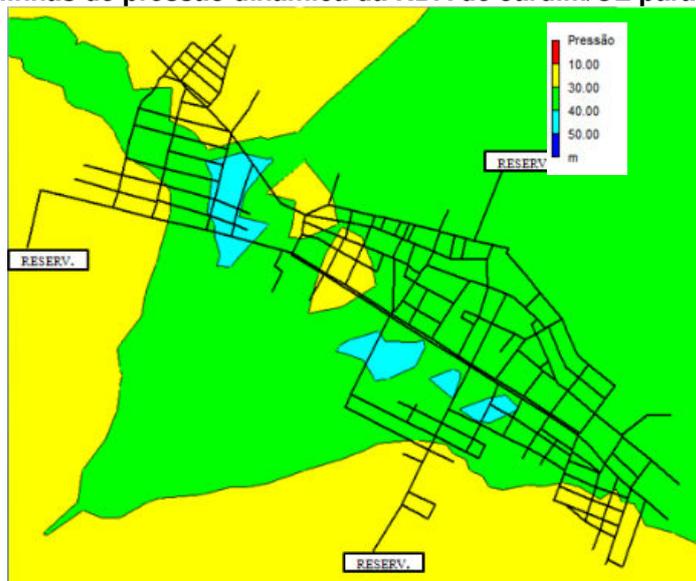
**Figura 7 – Mapa de pressão dinâmica e perda de carga linear da RDA de Jardim/CE para a Simulação 2.**



A partir da Figura 7, que representa o mapa de isolinhas de pressão dinâmica da RDA de Jardim/CE para a Simulação 3, indicando o adequado funcionamento do sistema, com todas as áreas da rede atuando com pressões acima de 10 m.c.a.

Vale ressaltar, que em todas as simulações foram verificados os valores máximos para a pressão estática, não sendo constatado em nenhuma delas valores acima do máximo permitido em norma (ABNT, 1994; CAGECE, 2010).

**Figura 7 – Mapa de isolinhas de pressão dinâmica da RDA de Jardim/CE para a Simulação 3.**



## CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento do modelo da RDA de Jardim/CE a partir do programa EPANET, foi possível verificar os parâmetros hidráulicos da rede, sendo possível propor melhorias operacionais e intervenções na rede para que a mesma venha a atender à demanda futura referente à população do ano de 2038.

Em relação ao modelo base, foi constatado que a rede, mesmo com ampliação de sua extensão, entraria em colapso, não tendo capacidade de atender à demanda futura.

Observou-se, também, que intervenções no modelo, como a ampliação de diâmetros e duplicação de trechos, não são suficientes para que a RDA de Jardim/CE atue em toda a sua extensão atendendo aos parâmetros especificados em norma (ABNT, 1994; CAGECE, 2010).

A partir da otimização hidráulica do modelo da RDA de Jardim/CE, foi verificado que, para atender a demanda futura, uma opção seria a setorização da rede em três zonas de abastecimento, acompanhado pela implantação de dois novos reservatórios, sendo os mesmos elevados com fuste mínimo de 10,00 m.

Dessa forma, o uso do programa se mostrou uma ferramenta importante para solução de problemas hidráulicos encontrados e formulação de alternativas.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição da água para abastecimento público. Rio de Janeiro, p.4. 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – Procedimento. Rio de Janeiro, p.14. 1992.
- COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DO CEARÁ. Normas Técnicas para Projeto de Sistema de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Fortaleza, 2010. v.2. 584 p.
- FCTH – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIRÁULICA (2002). CRede – Software para Projeto de Redes de Abastecimento de Água: Manual do Usuário.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico - 2010. Rio de Janeiro: IBGE. [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)
- GOMES, H. P. Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias. 3. ed. João Pessoa, Ed. Universitária/UFPB, 2009. 277 p.
- HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. 1. ed. Belo Horizonte - MG: Editora da UFMG, 2006. 860p.
- PORTO, R. M. Hidráulica básica. 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006. 540 p.
- ROSSMAN, L. A. EPANET 2 – User’s Manual. Tradução de Heber Pimentel GOMES e Moisés Menezes SALVINO. Cincinnati: National Risk Management Research Laboratory – United States Environmental Protection Agency (EPA), 200. Traduzido pelo Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Brasil, 2009.
- SAINT GOBAIN. Catálogo Saint Gobain Canalização. Rio de Janeiro, 2015 Disponível em: <<http://sgpam.com.br/sites/default/files/catalogo-geral.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- TIGRE. Catálogo técnico – infraestrutura de água. Joinville, 2016 Disponível em <<https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-infraestrutura-agua.pdf>> . Acesso em: 13 jun 2018.
- TONÉ, A. J. A. Parecer Técnico Rede de Distribuição de Água de Jardim. Fortaleza, COGERH. 2017.
- TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 3. ed. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.