

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS PRESSÕES COM A VARIÇÃO DO CONSUMO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DO SETOR JARDIM AMÉRICA, ITAJUBÁ MG

André Luis T. Felber¹; Marcos .W.O. Guimarães²; Fernando das Graças Braga da Silva³; Regina Mambelli Barros⁴; Geraldo Lúcio Tiago Filho⁵; Mateus Ricardo Nogueira Vilanova⁶, Augusto Nelson Carvalho Viana⁷; Alexandre Kepler Soares⁸

RESUMO

Com o intuito de se representar o real funcionamento da rede de distribuição de água do Jardim América no município de Itajubá–MG, foram coletados dados desta junto a Companhia de Saneamento local, COPASA que foram simulados com o auxílio do software EPANET 2.0. Simulou-se a situação atual e futura de tal setor. Foram realizadas avaliações de possíveis cenários de variações de consumo analisando principalmente o comportamento da pressão dinâmica em cada nó. A pressão estática desta rede também foi avaliada em um estudo preliminar. Os resultados indicaram áreas com pressões estáticas acima dos padrões definidos pelas normas de projetos, enquanto que as pressões dinâmicas se mostraram aceitáveis devidos às possibilidades de expansão de tal sistema hidráulico.

Palavras-chave: EPANET, redes de água, simulação numérica

1)Graduando em Engenharia Hídrica, Universidade Federal de Itajubá,. Av. BPS, 1303, Itajubá, MG, CEP:37500-903. e-mail: andrefelber@gmail.com

2)Graduando em Engenharia Hídrica, Universidade Federal de Itajubá,. Av. BPS, 1303, Itajubá, MG, CEP:37500-903. e-mail: marcos.willian@gmail.com

3) Vice- Diretor do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI, Coordenador do NUMMARH- Núcleo de Modelagem e Simulação em Meio Ambiente e Recursos e Sistemas Hídricos Av. BPS, 1303, Itajubá, MG, CEP:37500-903. e-mail: fernandobraga@unifei.edu.br

4)Professora Adjunto II do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá, Coordenador do GERES, Av. BPS, 1303, Itajubá, MG, CEP:37500-903. e-mail: remambeli2001@yahoo.com.br

5) Professor Titular, Universidade Federal de Itajubá,. Av. BPS, 1303, Itajubá, MG, CEP:37500-903. e-mail: tiago@unifei.edu.br

6) Pesquisador da UNIFEI, IRN/GEN, av. BPS, 1303, 37500-903, Itajubá-MG. Email: mathidr@yahoo.com.br

7)Professor associado da UNIFEI, IRN/GEN, av. BPS, 1303, 37500-903, Itajubá-MG. Email: augustonelsonviana@yahoo.com.br

8)Professor Adjunto I da UFMT Email: aksoares@gmail.com

ABSTRACT

With proposed of representing the real operation of the water distribution system of the Jardim América in the municipal district of Itajubá-MG, data of this were collected Company of local Saneamento, COPASA that were simulate with the aid of the software EPANET 2.0 Simulated current and future situation of such section. Evaluations of possible sceneries of consumption variations were accomplished analyzing mainly the behavior of the dynamic pressure in each node. The static pressure of this net was also evaluated in a preliminary study. The results indicated areas with static pressures above the patterns defined by the norms of projects, while the dynamic pressures were shown acceptable owed to the possibilities of expansion of such hydraulic system.

Keywords: EPANET, water distribution, numeric simulation

1 - INTRODUÇÃO

Observa-se atualmente um crescente aumento na demanda por água, e uma relativa escassez em termos de qualidade e disponibilidade. Com isto a água vem sofrendo profundas agressões ocasionadas pelo homem, principalmente em função do aumento populacional, do desenvolvimento industrial e do uso irracional do recurso. Então necessita-se que haja melhores em estações de tratamento e no sistema de abastecimento de água, principalmente nas redes de distribuição, que em média apresentam índices de perdas bastante elevados.

Com a implantação da lei 9433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, torna-se cada vez mais importante que se façam bons gerenciamentos destes recursos. No que diz respeito ao sistema de abastecimento público, definido na lei como prioridade sobre os demais sistemas, torna-se inevitável que modelagens sejam realizadas no intuito de se obter indicações sobre o funcionamento das redes de distribuição. Isto irá informar se estas são capazes de suprir toda a demanda e auxiliará em estudos para que possa se evitar ao máximo a ocorrência de perdas.

Existem vários softwares hoje que apóiam na construção de modelos para uma melhor estruturação de redes de distribuição, assim como na análise do funcionamento de redes já existentes. Entre os existentes, o EPANET foi o software utilizado, este a partir de dados da rede, tais como demandas e cotas topográficas dos nós, nível dos reservatórios, comprimentos, diâmetros e rugosidades das tubulações, além de outras informações, pode simular as pressões nos nós e vazão nos trechos, podendo também com aumento da demanda simular situações futuras.

Este trabalho teve como objetivo a simulação da rede de abastecimento de água do bairro Jardim América em Itajubá (setor abastecido pelo reservatório), utilizando o software EPANET 2.0, tendo como principal foco a avaliação de variações de consumo e pressão dinâmica, verificando como estas variações podem afetar o abastecimento de água no setor.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foram realizados estudos do software EPANET e das formas de redes existente, dando suporte a análise do traçado da rede utilizada, para se obter os diversos parâmetros relevantes.

2.1 – O software EPANET

O Software utilizado no auxílio do estudo foi o EPANET 2.0 (ROSSMAN, 2000) desenvolvido pela “U.S. Environmental Protection Agency”-EPA, pois além de tratar-se de uma ferramenta de domínio público, é bastante flexível com relação às mudanças de funcionamento, alteração de consumo, mudanças de níveis do reservatório, etc.

De acordo com ROSSMAN (2002) o EPANET é um programa de computador que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade da água de sistemas de distribuição em pressão. Estas simulações são realizadas a partir de dados da rede, tais como demandas e cotas topográficas nos nós, nível dos reservatórios, comprimentos, diâmetros e rugosidades das tubulações e outras informações.

O EPANET foi desenvolvido para apoiar à análise de sistemas de distribuição, ajudando no conhecimento sobre o transporte da água e o funcionamento da rede até a chegada ao consumidor. Pode ser utilizado em diversas situações onde seja necessário efetuar simulações de sistemas de distribuição, como estabelecimento de cenários de projeto (p.ex., expansão de uma rede existente, aumento do consumo) e calibração de modelos hidráulicos.

O EPANET também tem sido muito utilizado por pesquisadores na otimização de sistemas de abastecimento como, por exemplo, no estabelecimento de traçados ótimos de redes de distribuição de água e no aperfeiçoamento da estratégia de coleta de dados na calibração de um modelo de uma rede de distribuição de água.

A figura 1 mostra a interface do programa

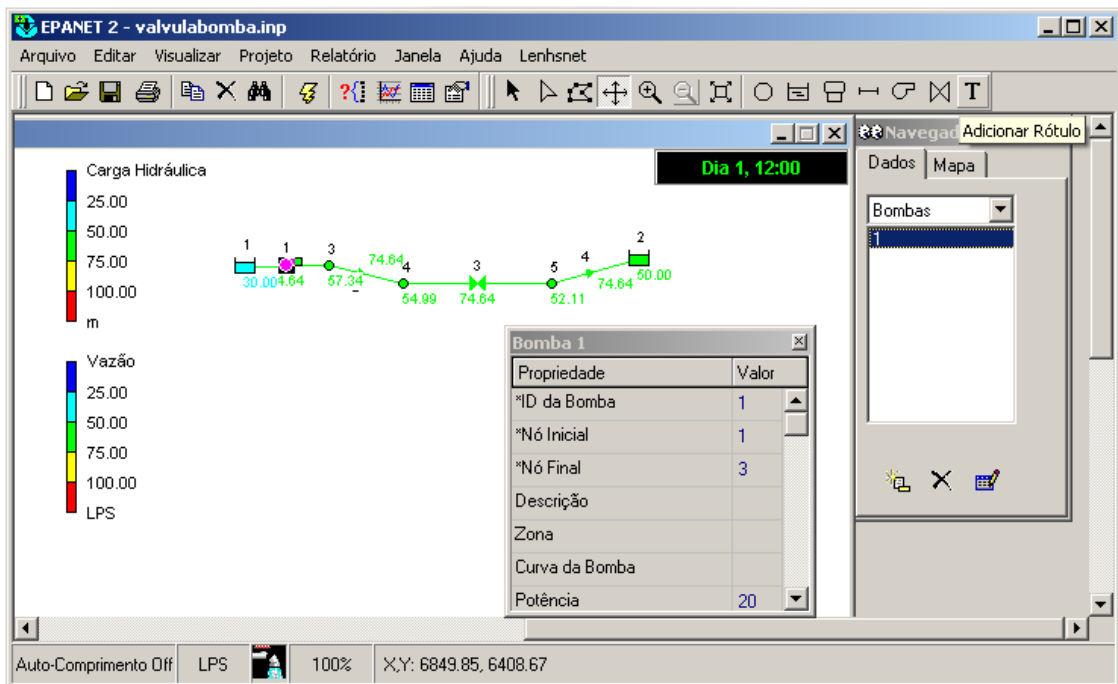


Figura 1: Interface do software EPANET 2.0.

2.2 - Tipos de rede

Segundo ALVES (2006) a concepção geométrica do sistema de reservatórios e tubulações, que definem uma rede de distribuição, depende do porte da cidade a ser abastecida, bem como de características viárias e topográficas. De modo geral, qualquer que seja o desenho da rede, esta é constituída por condutos que são classificados como: condutos principais ou condutos troncos e condutos secundários. Os condutos principais são aqueles de maior diâmetro que têm por finalidade abastecer os condutos secundários, enquanto estes, de menor diâmetro, têm a função de abastecer diretamente os pontos de consumo do sistema. De acordo com a disposição dos condutos principais e o sentido de escoamento nas tubulações secundárias, as redes são classificadas como rede ramificada e rede malhada (PORTO, 2003).

Ainda segundo PORTO (2003), a rede de distribuição de água é classificada como ramificada quando o abastecimento se faz a partir de uma tubulação tronco, alimentada por um reservatório de montante ou mesmo sob pressão de um bombeamento, e a distribuição da água é feita diretamente para os condutos secundários, e o sentido da vazão em qualquer trecho da rede é conhecido. Esta concepção geométrica é utilizada para o abastecimento de pequenas comunidades, acampamentos, granjas, sistemas de irrigação por aspersão etc. Os pontos de derivação de vazão e/ou de mudança de diâmetro são chamados de nós e a tubulação entre dois nós é chamada de trecho, o sentido do escoamento se dá da tubulação tronco para as tubulações secundárias, até as extremidades mortas ou pontas secas.

Uma rede é classificada como malhada quando ela é constituída por mais de uma tubulação tronco que formam anéis ou malhas, onde a possibilidade de reverter o sentido da vazão em função da variação da demanda. A vantagem desta disposição é que um ponto pode ser abastecido por mais de um caminho, permitindo uma maior flexibilidade em satisfazer a demanda e na realização de manutenção na rede.

Em qualquer projeto de rede de abastecimento seja, malhada ou ramificada, deve satisfazer algumas condições hidráulicas limitantes, como pressão, velocidade e diâmetros. Como norma, o projeto deve garantir uma carga de pressão dinâmica mínima de 15 mca, para permitir o abastecimento de um prédio de três pavimentos e uma carga de pressão estática máxima de 50 mca, a fim de reduzir as perdas por vazamentos nas juntas das tubulações (PORTO, 2003).

3 – TRABALHOS REALIZADOS

3.1 – Coleta de dados

O traçado da rede assim como dados de consumo, comprimento e diâmetros dos trechos foram coletados junto a COPASA.

A figura 2 mostra o traçado da rede do setor Jardim América, referente à área de estudo, e a tabela 1, traz dados específicos como cota dos nós.

Tabela 1: Cotas dos nós obtidos junto à COPASA.

Nó	N	Cota [m]	C
			9
1	37		9
2	03		8
3	94		8
4	82		9
5	32		9
6	16		9
7	06		8
8	95		8
9	97		8
0	1	87	8
1	1	99	8
2	1	83	8
3	1	69	8
4	1	87	8
5	1	73	8

6	1	01	9
7	1	81	8
8	1	30	9
9	1	60	9
0	2	30	9
1	2	30	9
2	2	60	9
3	2	60	9
4	2	30	9
5	2	30	9
6	2	30	9
7	2	30	9
8 [RNF]	2	64	9



Figura 2: Traçado da rede da área de estudo, baseada em Alves (2006).

3.2 - Formato da rede

Utilizando dados fornecidos pela COPASA foi elaborado um mapa da rede através do EPANET. Os nós, trechos e reservatório são mostrados na figura 3. Os dados de entrada foram: cota e consumo para os nós, comprimento, rugosidade e diâmetros para os trechos e nível de água para o reservatório. Com tais dados o programa fornece, as pressões nos nós e a vazão nos trechos, estes foram trabalhados para melhor esclarecimento do funcionamento da rede com relação a variação de consumo.

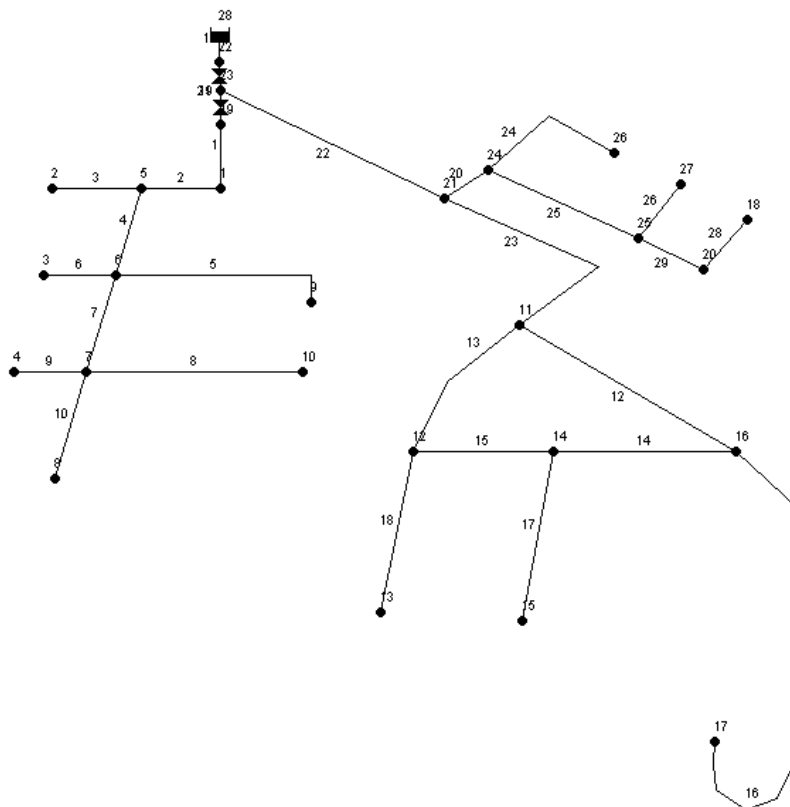


Figura 3: Formato da rede do setor Jardim América

4 - RESULTADOS OBTIDOS

4.1 - Entrada de dados no programa

Os dados de consumo foram obtidos junto a COPASA, e estão apresentados na tabela 2. A partir destes dados poderão ser realizadas as simulações necessárias para a análise do comportamento da rede.

Tabela 2: Dados de consumo obtidos junto a COPASA.

Nó	fc=1	
	Consumo[L/s]	Pressão[m]
1	0,03	26,78
2	0,23	60,6
3	0,02	69,59

4	0,02	81,53
5	0,08	31,65
6	0,1	47,59
7	0,1	57,53
8	0,05	68,53
9	0,04	66,59
10	0,04	76,53
11	0,04	64,87
12	0,13	80,82
13	0,09	94,82
14	0,1	76,82
15	0,1	90,81
16	0,05	62,82
17	0,05	82,82
18	0,01	33,89
20	0,01	33,89
24	0,01	33,9
25	0,01	33,89
26	0,01	33,9
27	0,01	33,89
28 (RNF)	-1,33	0

4.2 - Simulações realizadas e dados obtidos

Com os dados da tabela 2, foram executadas simulações referentes ao comportamento atual da rede e foram propostas variações que poderão ocorrer futuramente. A variação do consumo no nó, foi realizada utilizando o fator de consumo (F_c) que corresponde ao fator que multiplica o consumo atual de cada nó.

Foram utilizados F_c 's de 0, 3, 5, 7 e 9.

Da tabela 3, avaliando a Pressão estática na rede ($F_c = 0$), 14 nós apresentam pressões acima da permitida pela norma.

O F_c de 0 foi utilizado para a obtenção da pressão estática na rede, esta deve ser menor 50 mca. As pressões dinâmicas foram obtidas para os vários consumos, e estas devem ser maiores que 15 mca. A norma que delimita estas pressões é a NBR 12218/97.

Tabela 3: Variação do consumo utilizando os Fc's e utilização Fc igual a zero para obtenção da pressão estática.

Nó	fc=0		fc=3		fc=5		fc=7		fc=9	
	Consumo[L/s]	Pressão[m]	Consumo[L/s]	Pressão[m]	Consumo[L/s]	Pressão[m]	Consumo[L/s]	Pressão[m]	Consumo[L/s]	Pressão[m]
1	0	27	0,09	25,32	0,15	22,59	0,21	18,61	0,27	13,4
2	0	61	0,69	58,03	1,15	53,24	1,61	46,29	2,07	37,19
3	0	70	0,06	66,95	0,1	62,05	0,14	54,91	0,18	45,56
4	0	82	0,06	78,45	0,1	72,65	0,14	64,17	0,18	53,03
5	0	32	0,24	29,35	0,4	25,08	0,56	18,84	0,72	10,66
6	0	48	0,3	44,96	0,5	40,06	0,7	32,93	0,9	23,58
7	0	58	0,3	54,45	0,5	48,65	0,7	40,18	0,9	29,05
8	0	69	0,15	65,43	0,25	59,59	0,35	51,08	0,45	39,89
9	0	67	0,12	63,94	0,2	59,01	0,28	51,84	0,36	42,45
10	0	77	0,12	73,44	0,2	67,63	0,28	59,14	0,36	47,99
11	0	65	0,12	64,07	0,2	62,63	0,28	60,56	0,36	57,88
12	0	81	0,39	79,72	0,65	77,73	0,91	74,89	1,17	71,2
13	0	95	0,27	93,67	0,45	91,62	0,63	88,68	0,81	84,87
14	0	77	0,3	75,69	0,5	73,67	0,7	70,77	0,9	67,02
15	0	91	0,3	89,64	0,5	87,53	0,7	84,53	0,9	80,63
16	0	63	0,15	61,76	0,25	59,83	0,35	57,07	0,45	53,49
17	0	83	0,15	81,72	0,25	79,74	0,35	76,91	0,45	73,24
18	0	34	0,03	33,17	0,05	31,86	0,07	29,97	0,09	27,52
20	0	34	0,03	33,17	0,05	31,86	0,07	29,98	0,09	27,54
24	0	34	0,03	33,27	0,05	32,14	0,07	30,51	0,09	28,39
25	0	34	0,03	33,18	0,05	31,9	0,07	30,07	0,09	27,69
26	0	34	0,03	33,26	0,05	32,12	0,07	30,48	0,09	28,34
27	0	34	0,03	33,18	0,05	31,9	0,07	30,06	0,09	27,67
28 (RNF)	0	0	-3,99	0	-6,65	0	-9,31	0	-11,97	0

 Pressão dinâmica abaixo de 15 mca
 Pressão estática acima de 50 mca

Com o auxílio do EPANET 2.0 foi possível gerar mapas da rede contendo isolinhas de pressão o que torna mais evidente a observação das variações. Estes mapas estão apresentados na figura 4 e 5.

O mapa contendo as isolinhas de pressão estática mostrado na figura 4 traz com melhor clareza a posição dos nós.

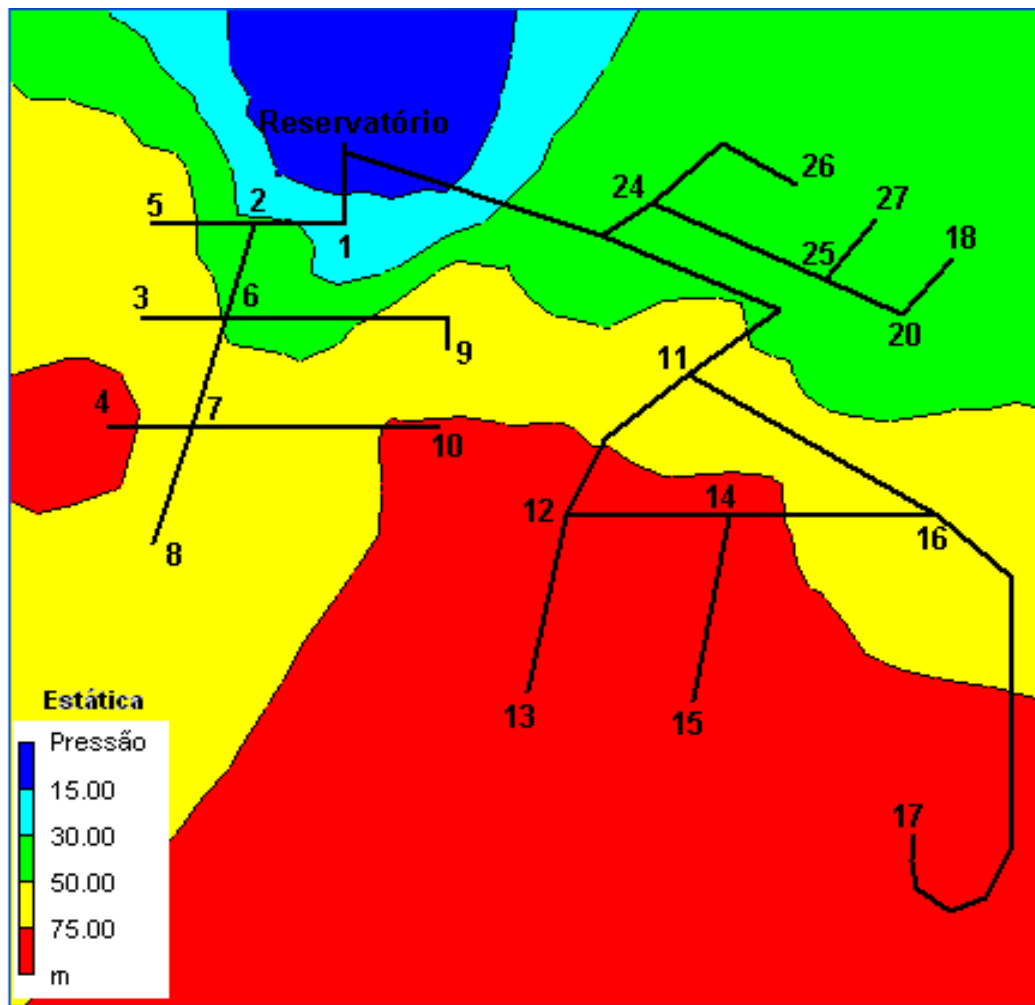


Figura 4: Mapa contendo isolinhas de pressão para Pressão estática ($F_c = 0$).

Os mapas contendo as isolinhas para as variações de consumo (variações de F_c) estão apresentados na figura 5 a seguir.

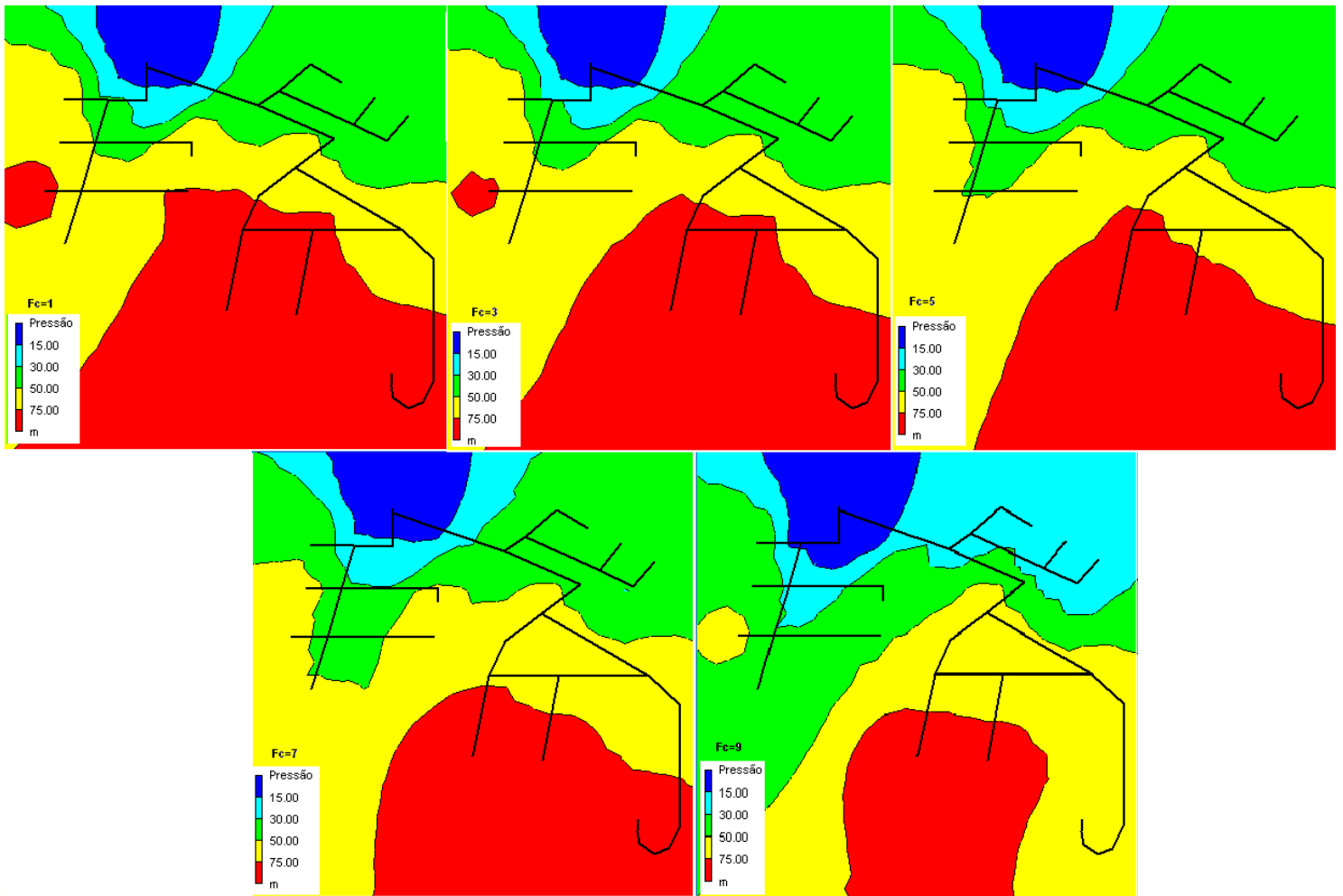


Figura 5 - Mapa contendo isolinhas de pressão para variações de Fc's.

Da tabela 3 e com o auxílio da figura 5, pode se observar que a partir de um Fc maior ou igual a 9 se tem na rede uma pressão dinâmica inferior a 15 mca nos nós próximos ao reservatório, isto se dá por que com o aumento da vazão ocorre um aumento na perda de carga e conseqüente diminuição da pressão nos nós, como também pode ser observado na figura 6.

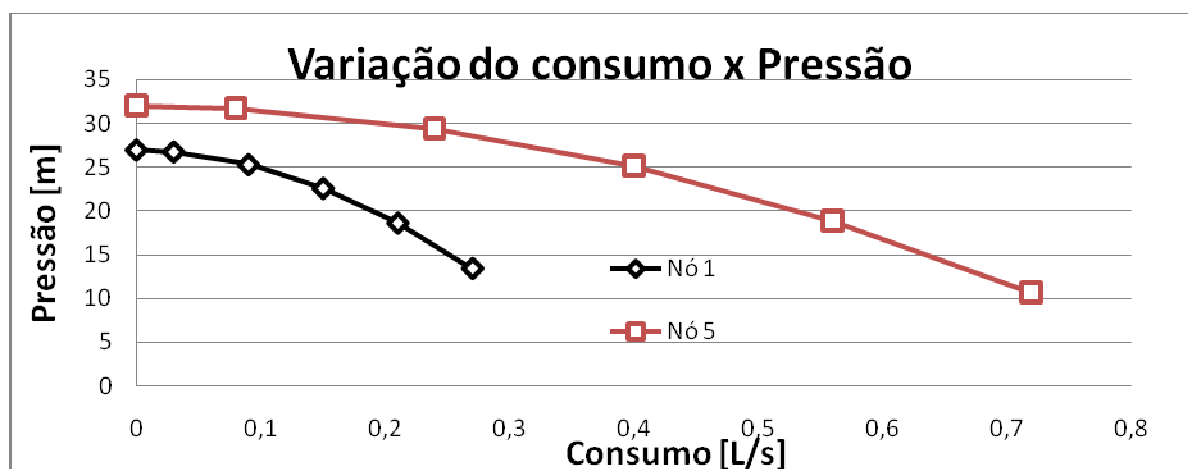


Figura 6- relação da variação do consumo nos nós com a redução da pressão dinâmica.

É interessante observar que é praticamente impossível ocorrer F_c 's maiores que 3, mesmo o bairro não apresentando uma ocupação tão intensa, como observado na figura 2. Pelo que foi observado em campo e pelas condições do terreno, este bairro não apresenta um grande potencial de crescimento, principalmente nas áreas de topografia mais elevada (grande declividade), onde tem-se maior área livre para ocupação.

Visto que para F_c 's menores que 3 não existem problemas relativos à pressão dinâmica, torna-se interessante que estudos sejam realizados na rede de forma que possa se obter soluções para que as pressões estáticas sejam reduzidas.

Os estudos de vazamentos também se tornam importantes (principalmente quando considerando perdas elevadas, tais como 50% que geralmente podem ocorrer), pois considerando a existência destes, ocorrerá uma maior vazão deixando o reservatório e sendo assim ocorrerá um aumento de perda de carga e conseqüente redução da pressão dinâmica. Isto poderá ocasionar falta de água em alguns pontos.

6 - CONCLUSÕES

Com a execução deste trabalho foi possível avaliar as pressões existentes atualmente na rede, sem considerações de vazamentos. Observou-se que a pressão estática esta bem acima da estabelecida pela norma que é de no máximo 50 mca. Alterando os consumos até 9 vezes mais que o atual pode se observar problema com a pressão dinâmica, mas tal aumento pode ser considerado inatingível visto a capacidade de crescimento da região.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem a FAPEMIG - Fundação de amparo a pesquisa do Estado de Minas Gerais por sempre ter me apoiado em participações em eventos científicos.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, L. H. F. (2006). "Avaliação Hidráulica em Setores da Rede de Distribuição de Água de Itajubá Considerando Vazamentos". Trabalho de conclusão de cursos apresentado a Universidade Federal de Itajubá como requisito para conclusão do cursos de Engenharia Hídrica. Orientador: Professor Dr. Fernando das Graças Braga da Silva.

PORTO, RODRIGO M. – *Hidráulica Básica* – 2ª Edição – Editora Somus – São Carlos – 2003.

ROSSMAN, L. A. (2000). – “*EPANET 2 – Users Manual*”, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.

ROSSMAN, L. A. (2002). – *EPANET 2 – Manual do Utilizador*, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Lisboa/Portugal.

NBR 12218/94 “*Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.*” Rio de Janeiro, ABNT.