

I-226 - INTERFACE GRÁFICA APLICADA PARA INSERIR CONEXÕES, GERAR QUANTITATIVOS E RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DA SIMULAÇÃO DO EPANET EM REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Renata Shirley de Andrade Valdivino⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestranda em Engenharia Hidráulica Área de Concentração Recursos Hídricos pela UFC.

Marco Aurélio Holanda de Castro⁽²⁾

Engenheiro Civil, PhD., Drexel University -USA. Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Coordenador da Pós-Graduação em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Ceará.

Endereço⁽¹⁾: Bloco 713, CEP: 60450-970, Fortaleza, Ceará, Brasil. Telefone: (85) 3366.9621, Fax: (85) 33669589. E-mail: re_shirley@hotmail.com.

Endereço⁽²⁾: Bloco 713, CEP: 60450-970, Fortaleza, Ceará, Brasil. Telefone: (85) 3366.9621, Fax: (85) 33669589. E-mail: marco@ufc.br.

RESUMO

O desenvolvimento de projetos é uma ferramenta de grande importância em qualquer setor da engenharia, no entanto, é uma atividade que possui etapas onerosas e repetitivas. Para projetos de redes de abastecimento de água essa situação não é diferente. Assim com o objetivo de reduzir o tempo gasto, garantir a qualidade e eficiência do projeto final, a automação vem ganhando espaço e importância nos projetos de engenharia. O programa UFC3 é um aplicativo desenvolvido nas linguagens AutoLISP, VBA (Visual Basic for Applications) e VB (Visual Basic), o qual possui recursos gráficos para desenvolvimento de projetos dentro AutoCAD. Esse aplicativo foi desenvolvido para auxiliar o traçado de redes de abastecimento de água, possibilitando a inserção de conexões nos encontros entre os trechos de rede, bem como, as informações características de cada nó (pressão, cota e carga hidráulica), cujos dados são obtidos a partir da simulação do software EPANET. O programa UFC3 permite que sejam inseridas as seguintes conexões: cruzeta; Te; curvas de 90°, 45° e 22.5°; luvas; junções; reduções; adaptadores; cap e registros. Além disso, o programa numera todas as conexões inseridas de acordo com os dados captados do software EPANET. Permitindo que haja uma melhor visualização e interação em os projetos. Também possui função de listagem das conexões, além de uma função capaz de fazer contagem dos elementos de projeto para gerar os quantitativos da rede. Além disso, o programa apresenta os resultados da simulação obtidos nos nós e trechos em uma planilha.

PALAVRAS-CHAVE: Conexões, Software, Projeto Hidráulico e EPANET.

INTRODUÇÃO

Em Heller et al. (2006), uma rede distribuição é definida como a unidade do sistema de abastecimento de água constituída por tubulações e órgãos acessórios instalados em logradouros públicos, e que tem por finalidade fornecer, em regime contínuo (24 horas por dia), água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas a múltiplos consumidores (residenciais, comerciais, industriais e de serviços) localizados em uma cidade, vila ou outro tipo de aglomeração urbana.

A rede de distribuição de água é a parte mais importante de um projeto global de um sistema de abastecimento. Isso ocorre, porque uma rede de distribuição de água é composta por partes bastante complexas. E, como é a parte do complexo de abastecimento que se encontra mais próximo dos usuários, merece toda atenção, principalmente, durante e depois do projeto, para garantir qualidade, vazão e controle de perdas de água.

Um motivo que revela a real importância para se desenvolver um projeto de uma rede de abastecimento com precisão e qualidade, é que a obra projetada quando for executada corresponde a cerca de 50 a 75% do custo total de implantação de todo o sistema de abastecimento. Além disso, o projeto de uma rede desse tipo é muito dispendioso, ou seja, requer uma atenção redobrada do projetista, para que ao final do trabalho obtenha-se um projeto viável, eficiente e que atenda as necessidades dos usuários.

Pensando em desenvolver uma ferramenta capaz de otimizar o tempo gasto para elaboração de projetos, o grupo de hidráulica computacional do departamento de engenharia hidráulica e ambiental desenvolveu o programa UFC2 uma ferramenta que desenha o traçado de uma rede de abastecimento de água – tubulação projetada e existente, adutoras, reservatórios e outros componentes – além de fazer a simulação hidráulica por meio do software EPANET (desenvolvido pela EPA - Environmental Protection Agency). Uma vez que o programa UFC2 faz um intercâmbio entre o software AutoCAD (desenvolvido pela Autodesk) e o software EPANET (desenvolvido pela EPA).

Entretanto, para deixar o sistema mais completo, faltava a representação das conexões utilizadas no projeto e planilhas que apresentassem os resultados obtidos a partir da simulação. Por isso, foi proposto o desenvolvimento de um novo software chamado de UFC3, capaz de inserir as conexões nos encontros da rede automaticamente e de gerar planilhas de quantitativos de todos os componentes da rede e com os resultados da simulação relativos aos nós e trechos da rede projetada. Essa ferramenta é o elemento principal que dará estrutura a este trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

O programa UFC3 foi desenvolvido nas linguagens de programação do que ficam dentro do próprio AutoCAD, um programa de Cad muito conhecido mercado. As linguagens usadas foram o AutoLISP utilizando conhecimentos adquiridos por meio dos livros de Kramer (1995) e de Matsumoto (1998); além desses, também foi utilizado livro de Gibb e Kramer (1999) de onde foram retirados conhecimentos sobre objetos de VBA (Visual Basic for Applications) e objetos do VB (Visual Basic), a fim de serem aplicados no desenvolvimento do programa.

A representação gráfica de cada elemento usado no programa (conexões e suas, respectivas legendas) foi baseada em modelos usados nos projetos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

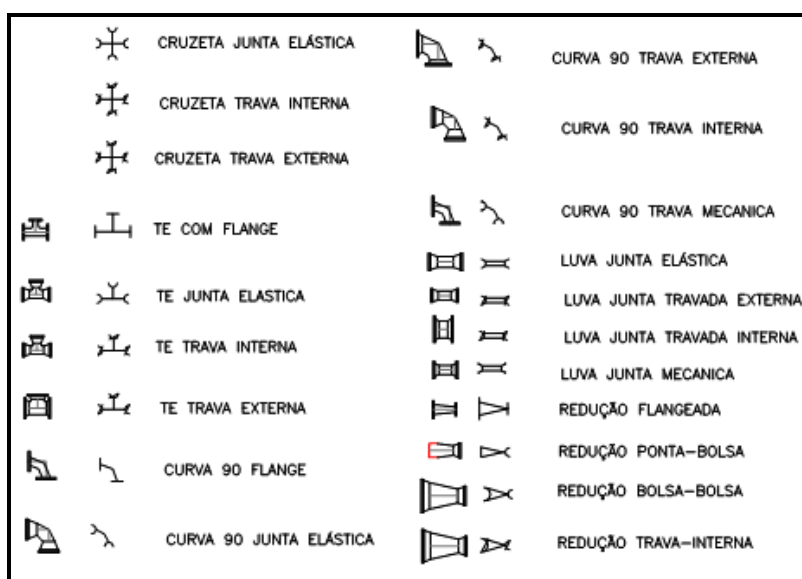


Figura 1: Quadro de símbolos representativos para conexões.

Utilizou-se a linguagem do AutoLISP para desenvolver as funções que permite ao programa UFC3 inserir, aguardar informações sobre os tipos de conexões mais utilizadas e as legendas correspondente a cada tipo de conexão. Entre os tipos conexões que são representadas pelos elementos gráficos usados no programa UFC3 estão: as cruzetas, TEs, curvas (90°, 45° e 22.5°), luvas, reduções, adaptadores, registros, e CAPs.

O programa também utiliza dados do software EPANET, os quais foram utilizados para formular as funções relativas numeração (de tubos e de conexões), desenvolveu-se essa função, para poder facilitar o intercâmbio entre os projetos do AutoCAD (.dwg) e os projetos gerados no EPANET (.inp). Além disso, é utilizando os dados de pressão, cota, carga hidráulica, consumo, perda de carga, etc, calculados no EPANET, que a planilha de resultados é obtida.

Para gerar as planilhas de quantitativos e de resultados utilizou-se a linguagem de programação Visual Basic. A estrutura da planilha de quantitativos foi pensada de forma a facilitar a trabalho a geração do orçamento, assim foram pesquisados os dados principais que compõe uma planilha de orçamento de rede de abastecimento. No cálculo dos quantitativos, existe um índice para perdas para tubos e conexões, o default utilizado pelo programa é de 5 %. Já a planilha de resultados, apresenta informações da simulação para nós e trechos da rede. Os dados utilizados na planilha de nós são: consumo, cota, carga e pressão. Os dados para planilha de resultados nos trecho são: nó inicial, nó final, comprimento, diâmetro, vazão, velocidade e perda de carga. Além disso, toda planilha gerada pelo programa possui uma rotina de envio de dados para o Excel.

Foram criados, ainda, um arquivo “.mns” e um arquivo “.dll” , a de fim permitir a criação de um menu para o programa. Para que, quando o menu seja acionado, ele carregue uma palheta de ferramentas com todos os ícones do programa, a fim de permitir a inserção das conexões e a geração da planilha. O arquivo “.mns” possui funções do AutoLISP que são utilizadas para o desenvolver o menu inicial do programa. No menu foram usados ícones “.bmp” do arquivo “.dll”, através deste recurso, não se faz necessário a inclusão desses ícones dentro de uma pasta suporte do AutoCAD.

RESULTADOS

Depois de instalado, um novo ícone, denominado iniciar seção, é inserido dentro da caixa de ferramentas do AutoCAD. Ele é o responsável por carregar os elementos gráficos contidos no menu do UFC3. Esse ícone esta representado abaixo na figura 2.



Figura 2: Iniciar seção.

Quando o programa é executado uma nova barra de ferramentas é inserida dentro da janela do AutoCAD. Essa palheta contém todas as funções disponíveis do programa, como mostra a figura 3.



Figura 3: Palheta de ferramentas do programa UFC3.

O programa reconhece se, no local de inserção da conexão, existe tubulação traçada com as devidas configurações e se a mesma está adequada para receber o tipo de conexão escolhida. Maneira essa que evita a ocorrência de erros grosseiros, causados pela falta de atenção, ou mesmo pelo desgaste físico e mental do projetista. A figura 4 indica as funções de cada elemento do programa UFC3.











	<i>Inserir automaticamente as conexões na rede</i>
	<i>Inserir manualmente registro em trecho indicado na tubulação</i>
	<i>Define as características iniciais a serem utilizadas pelo programa</i>
	<i>Edita características das conexões após inserção</i>
	<i>Apaga conexões e números</i>
	<i>Numera conexões e tubulação</i>
	<i>Lista as conexões presentes na rede</i>
	<i>Inserir legenda das conexões</i>
	<i>Gera quantitativos da rede</i>
	<i>Gera a planilha de resultados da rede</i>

Figura 4: Quadro de funções dos elementos do programa.

DEFAULT DO PROGRAMA

O default possui duas páginas para modificações e visualizações: a Geral e Quantitativo. Na página geral, estão contidos os dados de entrada para as conexões: cruzetas, tes, curvas, luvas, reduções, adaptadores, junções e extremidade. E nela o usuário pode modificar o valor padrão para cada objeto inserido, a escala para legendas e blocos.

Além disso, é possível indicar em que tipo de rede as conexões serão inseridas: projetada, existente ou adutora. Na seção geral pode-se alterar as conexões entre as opções: junta elástica, trava interna, trava externa e flanges. (Ver figura 5).

Default UFC3

Geral | Quantitativos

Dados de entrada

Dados de entrada	Valor Padrão
Cruzetas	junta elástica-t
TE	junta elástica-t
Curvas	junta elástica-t
Luvas	não inserir
Redução	junta elástica-t
Adaptador	junta elástica-t
Junção	junta elástica-t
Extremidade	cap

Geral

Proporção das legendas e blocos: x 1

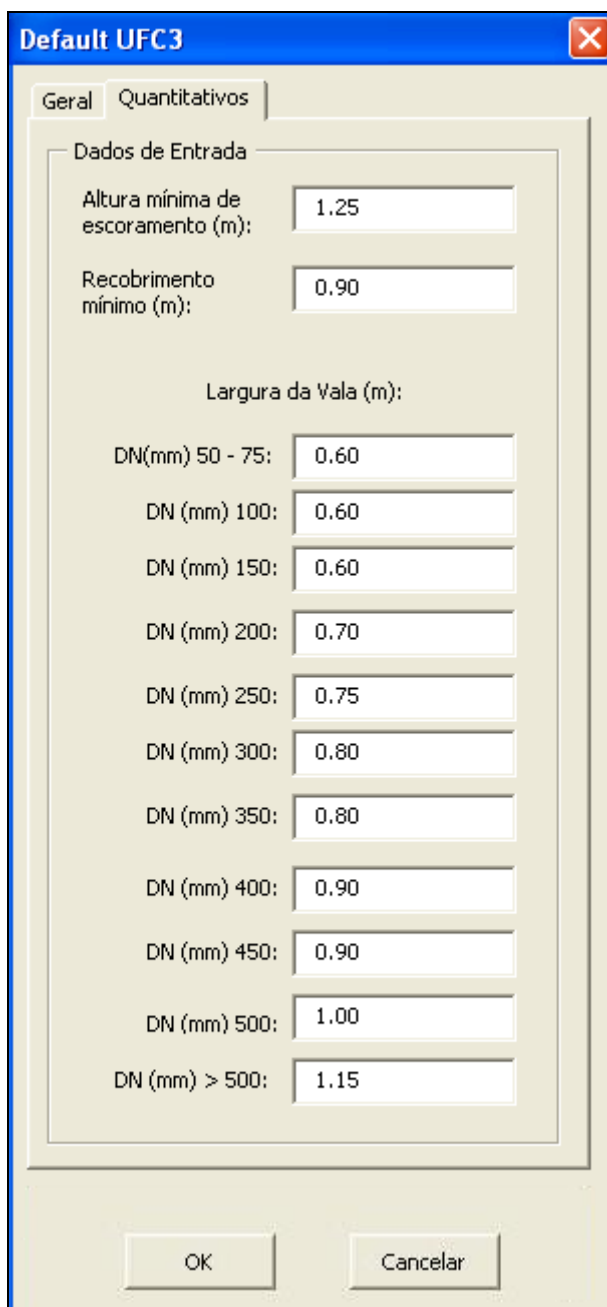
Inserir Conexões em Redes:

☒ Projetada ☒ Existente ☐ Adutora

OK Cancelar

Figura 5: Default do programa visualização geral.

Na aba quantitativos são definidos os dados de entrada usados para gerar a planilha de quantitativos como: altura mínima de escoramento, recobrimento mínimo e largura da vala. Esse último item é definido de acordo com o diâmetro utilizado.



Default UFC3

Geral Quantitativos

Dados de Entrada

Altura mínima de escoramento (m): 1.25

Recobrimento mínimo (m): 0.90

Largura da Vala (m):

DN(mm) 50 - 75:	0.60
DN (mm) 100:	0.60
DN (mm) 150:	0.60
DN (mm) 200:	0.70
DN (mm) 250:	0.75
DN (mm) 300:	0.80
DN (mm) 350:	0.80
DN (mm) 400:	0.90
DN (mm) 450:	0.90
DN (mm) 500:	1.00
DN (mm) > 500:	1.15

OK Cancelar

Figura 6: Default do programa – quantitativos.

INSERINDO AS CONEXÕES

Após definir os padrões de projeto, basta acionar a função indicada na figura 4 para inserir as conexões nos encontros da rede ou adutora. A figura abaixo apresenta exemplo de rede com conexões.

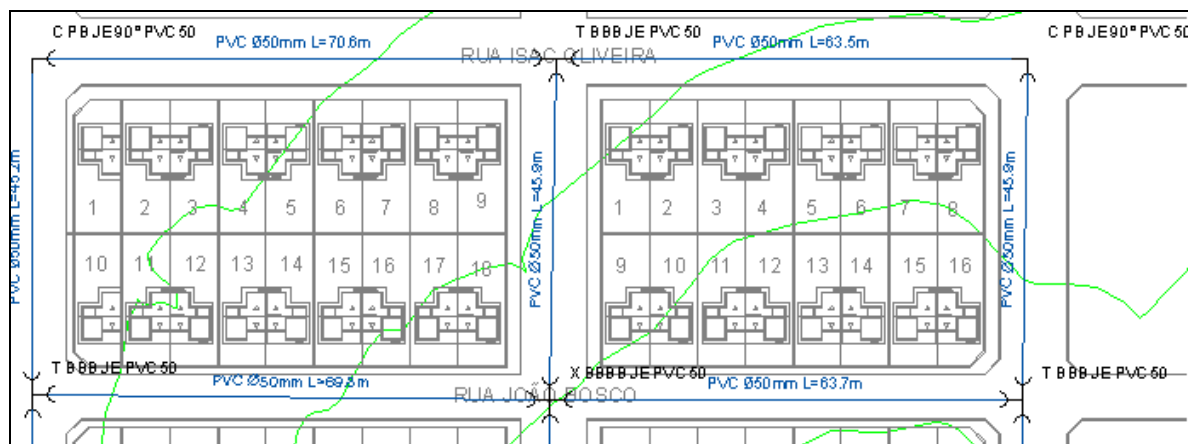


Figura 7: Rede com as conexões inseridas pelo programa.

NUMERANDO OS NÓS

Essa função permite numerar as conexões e as tubulações da rede. Além disso, essa função insere dados de pressão, cota piezométrica e cota de cada nó, tais dados são extraídos a partir do programa Epanet.

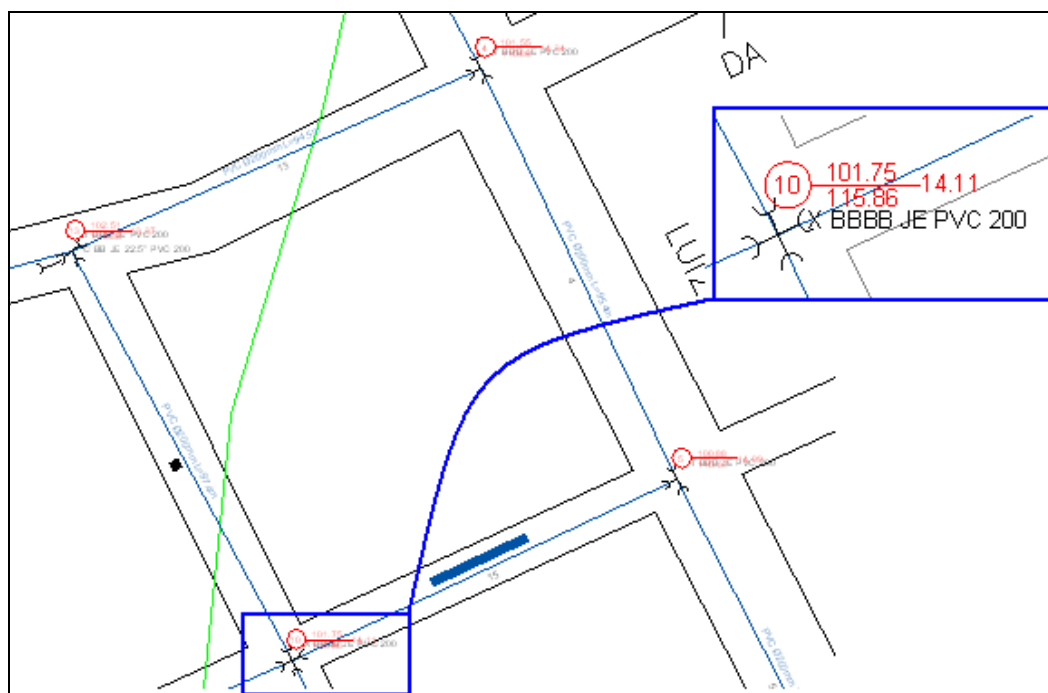


Figura 8: Exemplo dos números na rede com detalhe.

FUNÇÃO LISTAR

Lista todas as conexões que foram inseridas em uma nova página do AutoCAD. Como na figura 9.

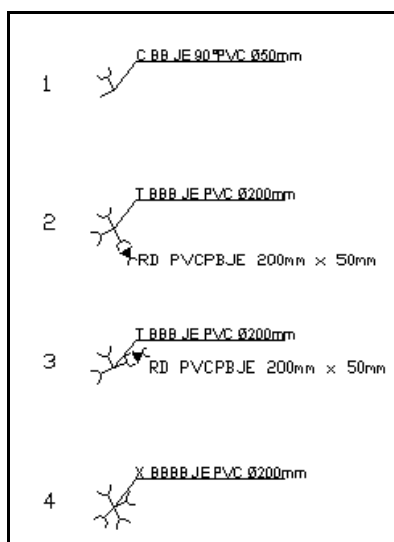


Figura 9: Exemplo da lista de conexões.

FUNÇÃO LEGENDA

Essa função insere um quadro de legenda para as conexões.



Figura 10: Legenda do programa.

QUANTITATIVOS

Gera os quantitativos de toda a rede (tubulação e conexões) como a quantidade de movimento de terra, quantidade de material, cadastro de rede e adutora. A partir dele pode ser gerado um orçamento inicial, uma vez que a planilha gerada pode ser transferida, com todos os dados, para o Excel.

Na planilha inicial existem funções que permitem algumas modificações na planilha.

UFC3 - Quantitativos de Rede de Abastecimento de Água		
Arquivo Modificar Quantitativos		
C P T R		
Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental Autora: Renata Shirley de Andrade Valdivino - Orientador: Marco Aurélio Holanda de Castro		
DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
CONSTRUÇÃO DO CANTEIRO DA OBRA		
Barracão para escritório tipo A1	un.	1.00
Cerca c/ estacas de madeira - 6 fios de arame farpado	m	60.00
Mobilização e desmobilização de equipamentos em caminhão equipado c/ guindaste	km	300.00
Instalações provisórias de luz, força, telefone e lógica	un.	1.00
Instalações provisórias de água	un.	1.00
Fossa sumidouro para barracão	un.	1.00
Placa padrão de obra	m²	12.00
CADASTRO		
Cadastro de rede de água (MEIO MAGNÉTICO)	m	1233.16
Cadastro de Adutora	m	253.93
LOCAÇÃO		
Locação de rede de água	m	1233.16
Locação e nivelamento de adutora	m	253.93
TRÂNSITO, SEGURANÇA E TRAVESSIA		
Passadiços com pranchas em madeira	m²	74.35
Sinalização noturna de trânsito com barreiras	m	743.55
Sinalização de advertência	un.	5.00
MOVIMENTO DE TERRA		
Escavação com profundidade até 2 metros	m³	847.64
Reaterro de valas	m³	844.72
Bota-fora	m³	2.92
ASSENTAMENTO DE TUBOS E CONEXÕES		
Assentamento de tubos e conexões em PVC- DN 50 mm	m	1487.09
FORNECIMENTO DE MATERIAL		
CURVA 90° PVC DN 50 mm	un.	3.00

Figura 11: Planilha gerada pelo programa.

PLANILHA DE RESULTADOS

Após a simulação da rede através do EPANET, pode-se gerar uma planilha de resultados para trechos e nós. Da mesma maneira que a planilha de quantitativos, a planilha de resultados pode exportar seus dados para o Excel.

PLANILHA DE RESULTADOS - NÓS					PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS							
NÓ	CONSUMO	COTA	CARGA	PRESSÃO	TRECHO	NÓ INI	NÓ FIN	L(M)	D(MM)	Q(L/S)	V(M/S)	P.C.(M/KM)
2	0.01	344.37	355.35	10.98	1	1	2	10.5959	100	5.07	0.65	4.20
3	0.01	343.88	355.35	11.47	2	2	3	21.9499	50	0.01	0.01	0.01
4	0.00	343.57	355.34	11.77	3	3	4	19.0282	50	0.00	0.00	0.00
5	0.01	344.46	355.29	10.83	4	2	5	14.0711	100	5.04	0.64	4.16
6	0.01	344.69	355.23	10.54	5	5	6	14.4375	100	5.04	0.64	4.15
7	0.01	344.29	355.12	10.83	6	6	7	25.3215	100	5.03	0.64	4.14
8	0.02	342.96	355.01	12.05	7	7	8	28.2764	100	5.02	0.64	4.12
9	0.02	341.21	354.84	13.63	8	8	9	40.0813	100	5.00	0.64	4.10
10	0.01	343	354.71	11.71	9	9	10	32.995	100	4.98	0.63	4.07
11	0.00	343	354.69	11.69	10	10	11	3.9863	100	4.97	0.63	4.06
12	0.01	342.56	354.66	12.10	11	11	12	6.8141	100	4.97	0.63	4.05
13	0.01	338.02	354.48	16.46	12	12	13	46.1261	100	4.96	0.63	4.04
14	0.02	336.13	354.41	18.28	13	13	14	15.5038	100	4.95	0.63	4.02
15	0.02	332.15	354.14	21.99	14	14	15	68.8832	100	4.93	0.63	3.99

Figura 12: Exemplo da Planilha de Resultados.

CONCLUSÕES

O programa para inserção de conexões em tubulações de uma rede de abastecimento de água traçadas a partir da plataforma UFC2 é uma ferramenta que complementa o traçado do projeto de rede e apresenta os resultados do projeto de maneira prática. Isso faz com que gastos desnecessários de tempo com esse tipo de trabalho que é muito oneroso para o projetista sejam diminuídos. E menos tempo implica em redução de erros grosseiros no projeto, além de aumentar a velocidade na conclusão do projeto final e cumprimento de prazos. Além de otimizar o cálculo de quantitativos da rede, o que gera maior rapidez e redução de gastos desnecessários. Foram feitos testes em redes reais e fictícias utilizando o programa e verificou-se que ele é uma excelente ferramenta de projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MATSUMOTO, E. Y. *AutoLISP Linguagem de Programação do AutoCAD*. São Paulo: Editora Érica Ltda., 1998. 149 p.
2. KRAMER, B.; GIBB, J. *AutoCAD VBA Programming*. United States Of America: Miller Freeman Books, 1999. 366 p.
3. PERRY, G. *Aprenda em 21 dias Visual Basic6*. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 844p.
4. PORTO, R. M. *Hidráulica Básica*. 2ª ed. São Carlos: EESC/USP, 2001. 519p.
5. TSUTIYA, M. T. Universidade de São Paulo. *Abastecimento de água*. São Paulo: Departamento de engenharia hidráulica e sanitária, 2004. 643p.