

XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

MODELAGEM COMPUTACIONAL PARA SISTEMAS ELEVATÓRIOS NO AUTOCAD

Natanael Basilio Pires¹; Renata Shirley de Andrade Araújo² & Alessandro de Araújo Bezerra³

RESUMO – A realização de projetos para sistemas elevatórios pode se tornar uma atividade árdua, mesmo que realizada com o auxílio de programas como o AutoCAD. Sendo assim, a aplicação da programação se apresenta como uma alternativa para otimizar essas atividades. Uma vez que o AutoCAD é um dos programas mais utilizados nessa área, a utilização das linguagens de programação presentes nesse software, tais como AutoLISP e Visual Basic Applications(VBA), se fez necessária para a realização desse trabalho, sendo possível criar funções que proporcionam maior agilidade e dinamismo na realização de projetos, como uma caixa de diálogo na qual o usuário consiga informar características essenciais da tubulação (material, diâmetro, coeficientes hidráulicos, etc.) e que as salva no arquivo do desenho para uso futuro, além de funcionalidades para o traçado e estaqueamento da tubulação, já apresentando legendas e sendo feitas de acordo com o inserido pelo projetista, ademais, a realização automática de um desenho que represente o perfil da tubulação e do terreno onde está inserida, junto de uma tabela com informações básicas, como cotas calculadas pela própria função a partir das curvas de nível presentes no arquivo de desenho original. Todas essas funcionalidades são executadas no AutoCAD e são realizadas a partir de comandos básicos do usuário.

ABSTRACT – The realization of elevatory systems projects can become a difficult task, even if it's made with the use of programs like AutoCAD. The application of programming presents itself as an alternative to optimize this activities. Once AutoCAD is one of the most used programs in this area, the utilization of programming languages in this software, such as AutoLISP and Visual Basic Applications(VBA), it was necessary to this work being possible to create functions that will provide more agility and dynamism in the realization of projects, like an dialog box in which the user can inform some essential characteristics of the pipe (material, diameter, hydraulic coefficients, etc.) and that saves them in the drawing file to future utilization, besides functionalities to the tracing and stacking of the pipe, both of them with subtitles and being made according to what was informed by the designer, in addition to the automatic realization of a drawing that represents the side view of the pipe and it's ground, alongside a table with basic information, like elevation estimated by the own function utilizing the contour lines in the original drawing file. All this functionalities are executed in AutoCAD and made by basic commands of the user.

Palavras-Chave – Sistemas elevatórios; Programação; AutoCAD.

¹ Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Campus Ministro Petrônio Portela – Bairro Ininga – Teresina – Piauí. E-mail: natan_basilio@hotmail.com

² Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Campus Ministro Petrônio Portela – Bairro Ininga – Teresina – Piauí.

³ Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Campus Ministro Petrônio Portela – Bairro Ininga – Teresina – Piauí.

1 – INTRODUÇÃO

A água é um recurso importante no desenvolvimento das atividades humanas e, segundo Heller e Pádua (2010), ao longo da história da humanidade, foram se tornando crescentemente mais diversificadas e inteligentes, em quantidade e qualidade, as necessidades de uso da água. Desse modo, ela se constitui como parte essencial da infraestrutura de regiões urbanas. O consumo de água gera diversas demandas por sistemas de infraestrutura urbana como: sistemas de esgotamento sanitário e sistemas de drenagem urbana, por exemplo. Em cada um desses sistemas é comum a necessidade de utilização de fornecedores de energia utilizada para o escoamento adequado de fluxo, são os chamados sistemas de recalque, que são estruturas formadas por tubulações, acessórios e bombas.

Para o dimensionamento desse tipo de estrutura, vários parâmetros relativos à tubulação e conjunto motor-bomba devem ser considerados. Segundo Porto (2006), o sistema de abastecimento torna-se bastante complexo ao utilizar esse tipo de estrutura, não só quanto ao dimensionamento, mas também quanto à operação e manutenção. Entre os parâmetros relativos à tubulação pode-se citar características como seu material, diâmetro, rugosidade absoluta, coeficientes hidráulicos, dentre outras. Para o conjunto motor-bomba, tem-se a carga de energia total do sistema, que influenciará na potência e, conseqüentemente, no consumo energético durante operação do sistema.

Tsutiya (2006) afirma que nas últimas décadas, com o avanço na engenharia eletrônica, foi possível o desenvolvimento de computadores e equipamentos sofisticados para serem utilizados em automação dos sistemas de abastecimentos de água e de esgoto sanitário. Na maioria dos casos, os projetos de sistemas elevatórios são feitos com o auxílio de softwares modernos, como o AutoCAD, um software do tipo CAD (desenho auxiliado por computador) muito útil na criação de projetos, uma vez que possibilita a representação de objetos em duas ou três dimensões.

Esse tipo de programa otimiza a realização de projetos e proporciona maior agilidade aos projetistas, pois, como evidencia Tsutiya (2006), diminui os custos de pessoal, melhora a eficiência dos processos e melhora a qualidade do projeto, entretanto, mesmo com a utilização desse recurso, a criação de tais projetos demanda um longo e árduo trabalho, o que acaba por causar uma perda na produtividade, já que esses softwares não possuem ferramentas específicas para a realização desse tipo de projeto.

Para Forbellone e Eberspächer (2005), a lógica de programação objetiva a racionalidade e o desenvolvimento de técnicas que cooperem para a produção de soluções logicamente válidas e

coerentes, que resolvam com qualidade os problemas que se deseja programar. Portanto, esse trabalho busca através da utilização de linguagens de programação presentes no AutoCAD, como o AutoLISP e VBA, criar funções de fácil utilização que combinem ferramentas já existentes no software, de modo a serem utilizadas na realização de projetos hidráulicos.

2 – METODOLOGIA

Utilizando-se do AutoCAD, o objetivo era aplicar comandos já existentes de uma nova maneira, criando assim funções que pudessem auxiliar na realização de projetos de sistemas elevatórios. Para isso, aproveitou-se das linguagens de programação presentes no software, sendo utilizado especificamente o AutoLISP e VBA dependendo da função que se queria realizar.

O AutoLISP é uma linguagem baseada no processamento de listas, o que torna a mesma uma linguagem simples, mas de ampla utilidade. Já o VBA é uma linguagem derivada do Visual Basic e são utilizadas para criar caixas de diálogo e funções que permitam a interação entre desenhos diferentes. Nesse trabalho, foram feitas quatro funções principais, o *default* o traçado, o estaqueamento e o perfil da tubulação.

O *default*, que é a função básica para escolher e salvar as características da tubulação, foi criado a partir do VBA. Entre as opções de características presentes no *default* estão: material (PVC PBA Classes 12, 15 e 20; Ferro Fundido K7 e K9; RPVC; PEAD; PVC DEFoFo; PRFV; Aço), diâmetro (faixa de valores varia de acordo com o material), tipo de sistema (projetado ou existente), estaqueamento (distância entre as estacas), recobrimento, coeficientes hidráulicos (rugosidade absoluta e coeficiente C de Hazen-Williams) e coeficientes de qualidade da água (coeficientes Kb e Kw). O levantamento de dados e estudo das especificidades para cada tipo de material foi realizado através de catálogos de empresas como TIGRE e Saint-Gobain.

O traçado da tubulação, função para desenhar a tubulação de recalque, foi criado a partir do AutoLISP, utilizou-se do comando “*line*” para criação das linhas, ao executar a função é exibida uma mensagem escrita “Indique o ponto inicial da tubulação de recalque”, que pede ao usuário a seleção de um ponto para começar a criar a linha, em seguida é pedido a seleção de um novo ponto a partir da mensagem “Indique o próximo ponto da tubulação de recalque” (Figura 1), a cada seleção de um novo ponto é criada uma linha que o liga ao ponto anterior, essa mensagem é exibida até que o usuário cancele a função, além disso, a função cria uma legenda que segue todo o traçado e que apresenta as informações básicas da tubulação, entre essas informações estão o material e diâmetro, já

selecionadas previamente pelo usuário no *default*, e comprimento, calculado automaticamente para cada trecho.

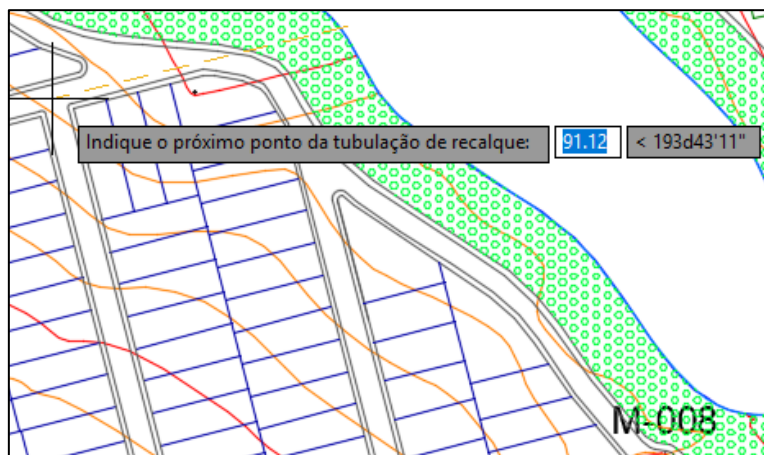


Figura 1 – Execução da função do traçado

O estaqueamento da tubulação, função para representar as estacas, foi criado a partir do AutoLISP, ao ser executada exibe a mensagem “Selecione a primeira linha da tubulação de recalque” (Figura 2), na qual a partir dessa seleção encontra-se pontos sobre a tubulação a uma distância específica selecionada pelo usuário no *default* e nesses pontos inserir uma representação das estacas numeradas, de modo que o projetista possa ter noção de quantas estacas foram utilizadas, a numeração de cada uma e a distância parcial na conexão entre tubos.

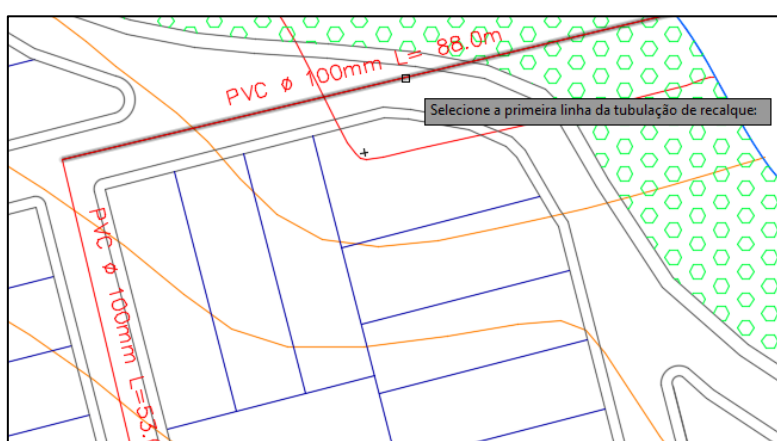


Figura 2 – Execução da função de estaqueamento

O perfil, função que cria uma representação do perfil da tubulação, foi criado unindo o AutoLISP e o VBA, na qual utilizou-se o AutoLISP para exibir a mensagem “Selecione a primeira linha da tubulação de recalque”, semelhante a função de estaqueamento, nessa linha a função seleciona os pontos na tubulação separados pela distância de estaqueamento e calcula a cota de todos eles a partir das curvas de nível existentes no desenho, esses valores são então passados por meio do VBA para um novo desenho, onde a partir dessas informações, uma função do AutoLISP cria um desenho que representa o perfil do terreno e abaixo dele o perfil da tubulação, além disso é inserida uma tabela abaixo do desenho onde estão presentes informações como estacas, distância parcial, distância acumulada, cota do terreno, cota da geratriz inferior e peças.

Todas as funções foram feitas de modo a interagir entre si proporcionando ao usuário maior facilidade na realização de projetos, além de não possuírem grande complexidade, o que permite sua utilização por qualquer usuário.

3 – RESULTADOS

As funções planejadas executam seus objetivos de modo dinâmico, como poderá ser visualizado nessa sessão. A função básica do default é constituída de uma caixa de diálogo para definição de padrão organizada de modo claro (Figura 3), e que apresenta informações imprescindíveis a realização de projetos de sistemas elevatórios. As informações da caixa se modificam a partir da seleção pelo usuário de um material diferente, apresentando os valores padrão para cada material presente de acordo com seu catálogo, por exemplo, os valores de diâmetro exibidos quando o usuário seleciona “Ferro Fundido K7” como material são diferentes dos exibidos quando o material selecionado é “PVC PBA CL12”.

Quando o usuário terminar de inserir as características desejadas, ao se clicar no botão “OK”, todas essas informações são salvas no desenho em que a função foi executada. Se já existirem informações salvas no desenho a caixa de diálogo irá exibir essas informações e caso sejam modificadas, os antigos valores serão excluídos e substituídos pelos novos para utilização do usuário.

UFPI - CT2 : SISTEMAS DE RECALQUE - DEFINIÇÃO DE PADRÃO	
Características	
Material :	PVC DEFoFo
Diâmetro (mm) :	100
Tipo de Sistema :	Projetado
Recobrimento (m) :	0.9
Estaqueamento (m) :	20
Coeficientes Hidráulicos	
Rugosidade Absoluta (mm) :	0.06
Coeficiente C de Hazen-Williams :	150
Coeficientes de Qualidade de Água	
Coeficiente Kb (1/s.) :	0
Coeficiente Kw (m/Dia) :	0
OK Cancelar	

Figura 3 - Caixa de diálogo para definição de padrão

A execução da função “traçado da tubulação” ocorre conforme seleção do usuário na interface do desenho, usando os pontos selecionados para criar as linhas representativas da tubulação. Todas as linhas criadas pelo usuário possuem coloração vermelha e são inseridas em uma camada de desenho específica para as características selecionadas pelo usuário no *default*, sobre as linhas é exibida uma legenda, que possui o material e diâmetro da tubulação, além do comprimento da tubulação aparecendo após o L e com valor diferente para cada tubo (Figura 4).

Na função “estaqueamento” quando o usuário clica na linha a função começa a encontrar os pontos sobre a tubulação, a uma distância selecionada pelo usuário no *default*, sendo o valor usual de 20 metros, nesses pontos é inserida uma representação da estaca (Figura 5), todas numeradas e de coloração verde, seguindo a tubulação por toda sua extensão, nas curvas é inserida uma estaca que possui a numeração da estaca anterior e a distância até ela, facilitando ao usuário a visualização da tubulação.

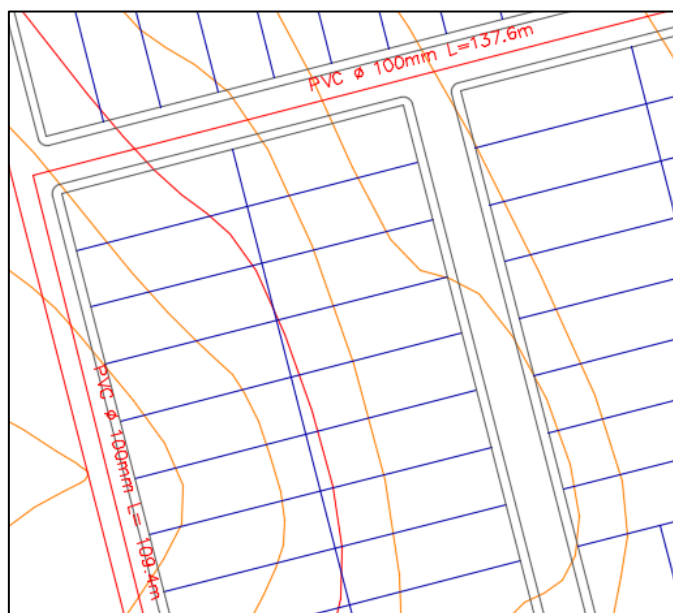


Figura 4 – Função traçado da tubulação para PVC DEFoFo de diâmetro 100mm

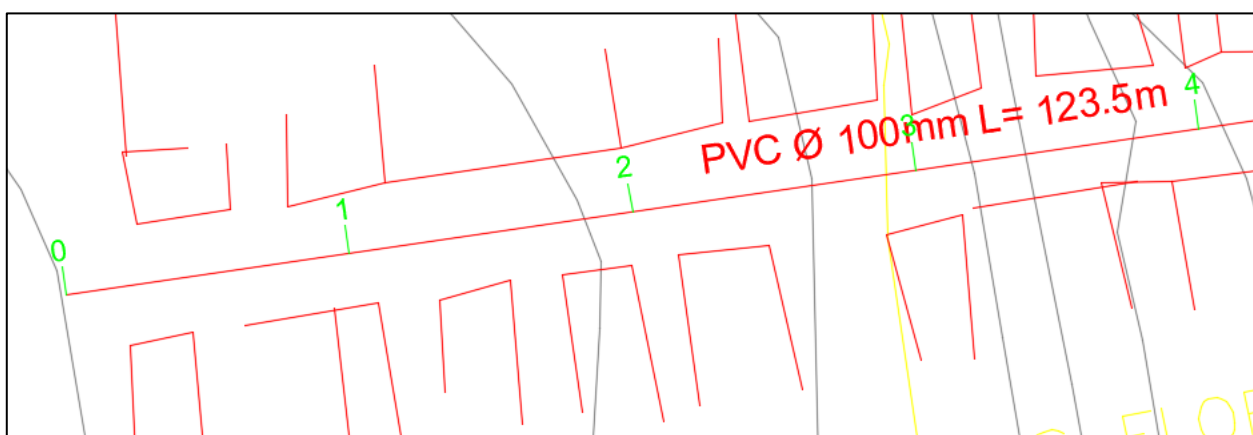


Figura 5 – Representação na estaca para a tubulação com uma distância de 20 metros

A função “perfil da tubulação” após o usuário selecionar a linha, a função começa a encontrar pontos a uma distância de estaqueamento selecionada pelo usuário no *default* de modo semelhante a função de estaqueamento, em todos esses pontos é realizada o cálculo da cota daquele ponto. Para isso, é necessário que no desenho onde está se realizando o projeto existam curvas de nível, as quais a função utiliza para encontrar todas essas cotas.

Após isso, é criado um novo desenho para onde são enviadas as informações do valor de todas as cotas, o valor das distâncias parciais nas curvas da tubulação e algumas características da tubulação como distância do estaqueamento, diâmetro e recobrimento da tubulação, essas informações são utilizadas para realização da representação do perfil nesse novo desenho, nessa representação a

distância em X está igual ao valor real, entretanto, em Y está na escala 1:10 para melhor visualização. Possuindo as informações da cota do terreno, pode se calcular a cota da geratriz inferior da tubulação, subtraindo da cota do terreno o valor do recobrimento e do diâmetro. Com isso, se desenha uma linha representativa para o terreno e logo abaixo uma para a tubulação, e é inserido na tubulação, automaticamente, caso necessário, as ventosas ou registros de descarga (Figura 6).

Abaixo da representação do perfil é inserida uma tabela com várias informações, entre elas, as estacas, com numeração, além de estacas nas curvas com sua posição e distância à estaca anterior, além disso, a distância parcial e distância acumulada na tubulação, a cota do terreno e da geratriz inferior em cada ponto da tubulação, que já foram calculadas anteriormente, e as peças que devem ser inseridas nas curvas, posicionadas na tabela onde devem ser inseridas.

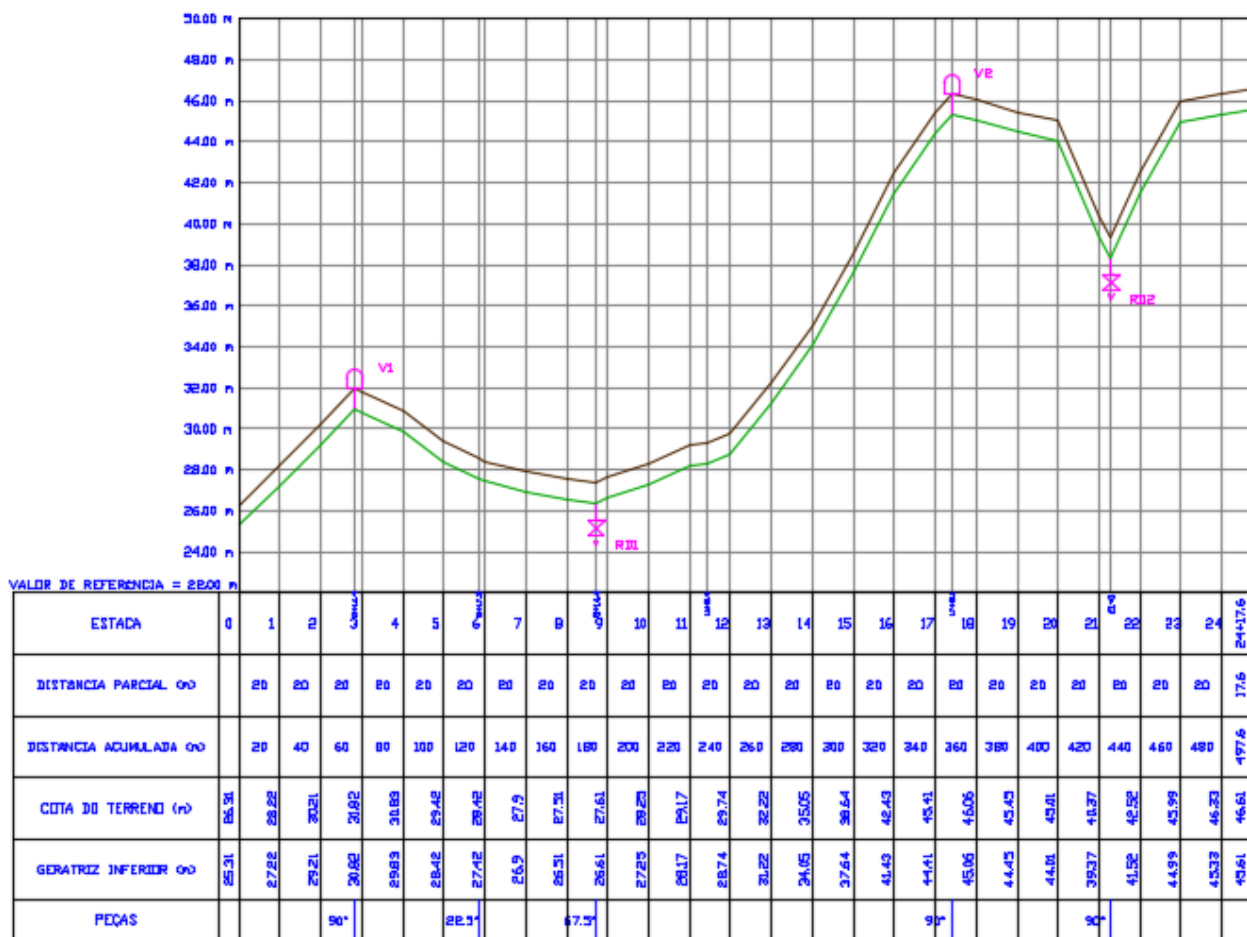


Figura 6 – Representação do perfil da tubulação e do terreno para tubulação da Figura 6

4 – CONCLUSÕES

O programa criado nesse trabalho se demonstrou eficiente nas tarefas que se planejava executar, provando ser uma ferramenta que poderá auxiliar na execução de projetos de sistemas de recalque no software AutoCAD, o que acaba por promover assim uma maior eficiência e praticidade nessa área de estudos. Além disso, o programa possui uma interface dinâmica e organizada, o que faz com que o projetista tenha facilidade em executar as funções e usá-las para interagir entre si.

A maneira que as funções são executadas permitem uma maior padronização na realização de projetos, com uma maior facilidade no acesso às características básicas da função e com legendas que podem ser visualizadas com clareza por qualquer um com acesso ao projeto, o que faz com que não só o projetista se torne mais eficiente, mas também todos que necessitem do projeto para estudos, análise ou execução.

Desse modo, observa-se que o software permite ainda a inserção de novas funções, o que dá ao programa a possibilidade de expandir suas funções, buscando cada vez mais uma melhoria na realização de projetos de sistemas de recalque.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí, junto ao Departamento de Recursos Hídricos, Geotecnia e Saneamento Ambiental, pelo apoio à pesquisa por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

REFERÊNCIAS

FORBELLONE, A. L. V.; EBERSPÄCHER, H. F. (2005). *Lógica de programação: a construção de algoritmos e estruturas de dados*. 3. Ed. Prentice Hall São Paulo - SP, 208p.

HELLER, L.; PÁDUA, V.L. (2010). *Abastecimento de água para consumo humano*. 2. Ed. Editora UFMG Belo Horizonte – MG, 418p.

PORTO, R. M. (2006). *Hidráulica básica*. 4. Ed. EESC-USP São Carlos-SP, 540 p.

SAINT-GOBAIN. *Tubo de Ferro Fundido Classe K7*. Disponível em: <<http://sgpam.com.br/construcao-civil/produtos/tubos-e-conexoes-para-distribuicao-de-agua/tubo-de-ferro-fundido-classe-k7>>. Acessado em: 19 de Junho de 2018.

SUTPHIN, J. AutoCAD (2006). *2006 VBA: A Programmer's Reference*. 1. Ed. Apress New York. 743p.

TIGRE. *Infraestrutura Água: Catálogo Técnico*. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-infraestrutura-agua.pdf>>. Acessado em: 19 de Junho de 2018.

TSUTIYA, M. T. (2006). *Abastecimento de água*. 3. Ed. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo- SP, 643 p.