



PROGRAMA PARA GERAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS DE UNIDADE DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Rafael Montanhini Soares de Oliveira¹

Dominique Martins Sala²

Muriel BuzoSozim³

Daniel Ferreira Tomaz⁴

RESUMO

Será abordado nesse trabalho o desenvolvimento de um sistema computacional de pré-dimensionamento das unidades de floculação, decantação e filtração de uma ETA que possa gerar imagens com as dimensões calculadas e que essas imagens possam ser transferidas automaticamente para o software AutoCAD. Desta forma as imagens podem futuramente ser utilizadas para cálculos de estrutura das unidades de tratamento dando auxílio ao projetista em uma etapa inicial de projeto e ao estudante que tenha interesse na área. Com a geração deste programa pretende-se através do computador habilitar o acadêmico a desenvolver projetos de sistemas de tratamento com maior segurança e confiança. O programa desenvolvido sistema computacional de pré-dimensionamento das unidades de floculação, decantação e filtração de uma ETA, está sendo elaborado e gerando resultados bastante promissores.

PALAVRAS-CHAVE: Dimensionamento de ETA, Python, AutoCAD.

PROGRAM FOR ARCHITECTURAL PROJECT GENERATION OF WATER TREATMENT UNIT

ABSTRACT

It will be approached that the development work of a computer system to pre – flocculation of the sizing units, decantation and filtration of an ETA that may generate images with the calculated dimensions and these images can be automatically transferred to the AutoCAD software. Thus the images can further be used to structure calculations of treatment units giving aid to the designer at a nearly stage of project and the student who has an interest in the area. With the generation of this program is intended through the computer to enable the students to develop treatment systems projects with greater security and confidence. The program developed computational system

¹Doutor em Engenharia Química, UTFPR, Professor. rafaeloliveira@utfpr.edu.br.

²Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental, UTFPR. dominique22@gmail.com.

³Acadêmico do Curso de Ciência da Computação, UTFPR. muriel23@gmail.com.

⁴Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental, UTFPR. tomaz.danfer@gmail.com.



preliminary design of flocculation units, settling and filtration of ETA, is being prepared and generating very promising results.

KEYWORDS: WTS dimension, Python, AutoCad.

PROGRAMA PARA LA GENERACIÓN DE PROYECTO ARQUITECTÓNICO DE LA UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AGUA

RESUMEN

Se acercó a que el trabajo de desarrollo de un sistema informático para pre - floculación de lãs unidades de tamaño, decantación y filtración de una ETA que pueden generar imágenes con las dimensiones calculadas y estas imágenes se pueden transferir automáticamente al software AutoCAD. Así, lãs imágenes se pueden usar además de estructurar cálculos de unidades de tratamiento que Dan ayuda al diseñador en una etapa temprana Del proyecto y el estudiante que tiene un interes em la zona. Com La generación de este programa se pretende a través de La computadora para permitir a los estudiantes a desarrollar proyectos de sistemas de tratamiento com mayor seguridad y confianza. El programa desarrollado sistema de diseño preliminar de cálculo de las unidades de floculación, sedimentación y filtración de ETA, está siendo preparado y generando resultados muy prometedores .

PALABRAS CLAVE: dimensiones ETA, Python, AutoCad.

INTRODUÇÃO

A história do tratamento da água continua sendo descoberta, porém há evidências de que desde os tempos antigos já havia uma preocupação com a qualidade da água a ser consumida. Os antigos egípcios armazenavam a água em grandes jarros e deixavam que as impurezas sedimentassem no fundo dos mesmos. Hipócrates, na Grécia, considerado o Pai da Medicina, aconselhava a ferver a água antes de bebê-la.

O primeiro sistema de abastecimento público foi desenvolvido por John Gibb, em 1804, em Paisley, na Escócia. Em 1806, uma grande estação de tratamento de água começou a operar em Paris, na França. Nesta, a água era armazenada para sedimentação por 12 horas sendo posteriormente filtrada por filtros de areia e carvão.

Apenas na década de 1870, Dr. Robert Koch e Dr. Joseph Lister demonstraram que os microorganismos presentes na água podem causar doenças. Em 1902, em Middlekerk, na Bélgica, tem-se o primeiro registro de utilização do cloro para desinfecção (WATER RESEARCH COMMISSION, 2009).

Segundo DiBernardo e Dantas (2005), estima-se que, no Brasil, cerca de 60% das hospitalizações estejam relacionadas às deficiências do saneamento



básico, causando conseqüências de impacto extremamente negativo na qualidade e expectativa de vida da população. As informações coletadas pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008 –, sobre abastecimento de água revelam que dos 5.564 municípios brasileiros existentes em 2008, 5.531 (99,4%) realizavam abastecimento de água por rede geral de distribuição em pelo menos um distrito ou parte dele.

O projeto de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) é elaborado através de um amplo estudo das características da comunidade a ser abastecida e das propriedades ambientais da região. Estes estudos têm como objetivo levantar possibilidades técnico – econômicas viáveis. Os estudos preliminares essenciais, segundo Castro (2008a), são:

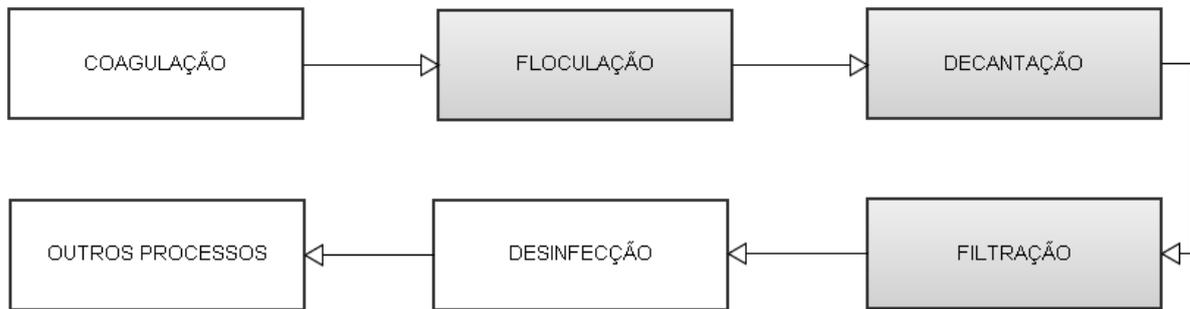
- a) Características dos mananciais;
- b) População a ser atendida;
- c) Variações de demanda;
- d) Clima local;
- e) Atividades econômicas da cidade;
- f) Características sócio-culturais da população.

O processo de tratamento utilizado na maior parte das Estações de Tratamento de Água (ETA) no Brasil é denominado tratamento convencional. Este processo consiste em, a partir da análise da água bruta que é aduzida, encaminhá-la para o processo de coagulação na unidade de mistura rápida. Após, é conduzida para o processo de floculação na unidade de mistura lenta e, em seguida, entra no processo de decantação, no chamado decantador. Após estes processos a água segue para o filtro, sendo em seguida desinfetada. Caso haja necessidade, seu pH é ajustado na etapa de pós-alkalinização e, por fim, fluoretada.

Os processos que constituem as etapas de uma ETA podem ser apresentados conforme esquema da figura 1.



Figura1:esquema das etapas de tratamento convencional em uma ETA



Neste trabalho serão estudados, conforme destacado na figura 1, exclusivamente os processos de floculação, decantação e filtração, pois estes consistem em maior demanda de tempo para o projetista no momento do dimensionamento das unidades que compõem o tratamento de água convencional. Como resultado final será obtido um software, acessível que a partir de dados de entrada do usuário realize o dimensionamento das unidades citadas anteriormente. O programa irá fornecer um arquivo de coordenadas que poderão ser utilizadas no software AutoCAD gerando uma imagem da unidade dimensionada. Este trabalho busca desenvolver uma ferramenta de auxílio ao projetista em uma etapa inicial de projeto e ao estudante que tenha interesse na área.

OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é o desenvolvimento de um sistema computacional de pré-dimensionamento das unidades de floculação, decantação e filtração de uma ETA que possa gerar imagens com as dimensões calculadas e que essas imagens possam ser transferidas automaticamente para o software AutoCAD. Desta forma as imagens podem futuramente ser utilizadas para cálculos de estrutura das unidades de tratamento.

Com a geração deste programa pretende-se através do computador habilitar o acadêmico a desenvolver projetos de sistemas de tratamento com maior segurança e confiança.



METODOLOGIA

Nessa primeira etapa do programa foi desenvolvido o software para cálculo do dimensionamento e geração de imagem da unidade de decantação de uma Estação de Tratamento de Água.

O projeto foi desenvolvido em linguagem Python, por um acadêmico do curso de Ciência da Computação da UTFPR – Campo Mourão. Segue abaixo o código utilizado para a geração do programa.

```
#!/usr/bin/python
# -*- coding: cp1252 -*-
from math import *

def calarea(Q):
    As = (Q * 86400) / q
    print "As = ", (As), "m²"
    return As

def tempodetencao(As, Q):
    print "\nVerificação do tempo de detenção hidráulico"
    h = input("Digite a altura: ")
    tdh = (As * h) / (Q * 3600)
    print "tdh = ", (tdh), "horas"
    return h

def defgeometriaB(As):
    print "\nDefinição da geometria do decantador"
    B = As / 4
    B = sqrt(B)
    print "B = ", B, "m"
    return B

def defgeometriaL(B):
```



```
L = 4 * B
```

```
print "L = ", L, "m"
```

```
return L
```

```
defescoamentosup(B, L, Q):
```

```
print "\nVerificação da taxa de escoamento superficial"
```

```
As = B * L
```

```
q = (Q * 86400) / As
```

```
print "q = ", (q), "m³/m²/dia"
```

```
defvelocidadehoriz(Q, h, B):
```

```
print "\nCálculo da velocidade horizontal"
```

```
Af = h * B
```

```
Vh = Q / Af
```

```
Vh = Vh * 100
```

```
print "Vh = ", Vh, "cm/s"
```

```
returnVh
```

```
defraiohidraulico(B, h):
```

```
print "\nCálculo do raio hidráulico"
```

```
Rh = (B * h) / (B + 2 * h)
```

```
print "Rh = ", Rh, "m"
```

```
return Rh
```

```
defnumReynolds(Vh, Rh):
```

```
print "\nCálculo do número de Reynolds"
```

```
Vh = Vh / 100
```

```
Re = (Vh * Rh) / (0.000001)
```

```
print "Re = ", Re
```

```
defdimensionamentocalhas(h, q):
```

```
print "\nDimensionamento das calhas de coleta de água decantada"
```

```
ql = 0.018 * h * q
```



```
print "ql<= ", ql, "l/s/m"
```

```
returnql
```

```
defcomprimentototal(ql, Q):
```

```
print "\nComprimento total de vertedores"
```

```
Q = Q * 1000
```

```
Lv = Q/ql
```

```
print "Lv = ", Lv, "m"
```

```
returnLv
```

```
defcompcalha(L):
```

```
print "\nComprimento da Calha"
```

```
Lc = L * 0.2
```

```
Lc = round(Lc, 2) + 0.01
```

```
print "Lc = ", Lc, "m"
```

```
returnLc
```

```
defnumcalhas(Lv, Lc):
```

```
print "\nNumero de Calhas"
```

```
    N = Lv / (2 * Lc)
```

```
print N, "Calhas de ", Lc, "m"
```

```
return N
```

```
defespcalhas(B, N):
```

```
print "\n Espaçamento entre as calhas"
```

```
    E = B / N
```

```
print "E = ", E, "m"
```

```
if __name__ == "__main__":
```

```
print "Dimensionamento de decantador convencional"
```

```
print "Calculo da área"
```

```
    Q = input ("Digite o valor da Vazão: ")
```

```
    q = input ("Digite o valor da Taxa de Aplicação: ")
```



As = calarea(Q)
h = tempodetencao(As,Q)
B = defgeometriaB(As)
L = defgeometriaL(B)
escoamentosup(B, L, Q)
Vh = velocidadehoriz(Q, h, B)
Rh = raiohidraulico(B,h)
numReynolds(Vh, Rh)
ql = dimensionamentocalhas(h, q)
Lv = comprimentototal(ql, Q)
Lc = compcalha(L)
N = numcalhas(Lv, Lc)
espcalhas(B, N)

Os detalhes dos cálculos utilizados para o dimensionamento das unidades de tratamento de água foram desenvolvidos por acadêmicos dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental da UTFPR – Campo Mourão. Seguem abaixo os cálculos utilizados nessa primeira etapa.

Cálculo da área do decantador:

$$V_s = q = \frac{Q}{A_s}$$

Onde:

q = taxa de aplicação

Q = vazão

As = área do decantador

V_s = volume do decantador

Cálculo do tempo de detenção hidráulico:

$$\theta_h = \frac{V_{dec}}{Q}$$

Admitindo uma relação entre L/B igual a 4:

$$A_s = B.L = 4.B^2$$

Verificação da taxa de escoamento superficial:



$$q = \frac{Q}{A_s}$$

Cálculo da velocidade horizontal:

$$V_h = \frac{Q}{A_h}$$

Obs – a profundidade do tanque é adotada pelo projetista, em média 5 m.

Cálculo do Raio Hidráulico:

$$R_h = \frac{B.h}{(B + 2.h)}$$

Cálculo do Número de Reynolds:

$$R_e = \frac{V_h \cdot R_h}{\nu}$$

Dimensionamento das calhas de coleta de água decantada:

$$q_l \leq 0,018.H.q$$

Cálculo do comprimento total de vertedor:

$$q_l = \frac{Q}{L_v}$$

Cálculo do número de calhas:

$$N_{calhas} = \frac{L_v}{2.L_{calha}}$$

RESULTADOS

As telas abaixo demonstram as perguntas iniciais feitas pelo programa sobre os parâmetros necessários para os início dos cálculos.



Figura 2: tela do programa solicitando que o usuário digite o valor da vazão

```
Python Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help
Python 2.7 (r27:82525, Jul 4 2010, 09:01:59) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
Dimensionamento de decantador convencional
Calculo da área
Digite o valor da Vazão: |
```

Figura 3: tela do programa solicitando que o usuário digite o valor da taxa de aplicação

```
Python Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help
Python 2.7 (r27:82525, Jul 4 2010, 09:01:59) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
Dimensionamento de decantador convencional
Calculo da área
Digite o valor da Vazão: 0.25
Digite o valor da Taxa de Aplicação: |
```



Figura 4: tela do programa solicitando que o usuário digite a altura do decantador

```
*Python Shell*
File Edit Shell Debug Options Windows Help
Python 2.7 (r27:82525, Jul 4 2010, 09:01:59) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
Dimensionamento de decantador convencional
Calculo da área
Digite o valor da Vazão: 0.25
Digite o valor da Taxa de Aplicação: 40
As = 540.0 m³

Verificação do tempo de detenção hidráulico
Digite a altura: |
```

Depois de respondidas as perguntas iniciais o programa calcula: o tempo de detenção, a geometria do decantador, a verificação da taxa de escoamento superficial, o cálculo da velocidade horizontal, o cálculo do raio hidráulico, o cálculo do número de Reynolds, o dimensionamento das calhas de coleta de água decantada, o comprimento total de vertedores, o comprimento da Calha, o Número de Calhas e o espaçamento entre as calhas.

Figura 5: tela do programa com a apresentação dos resultados

```
*Python Shell*
File Edit Shell Debug Options Windows Help
>>>
Dimensionamento de decantador convencional
Calculo da área
Digite o valor da Vazão: 0.25
Digite o valor da Taxa de Aplicação: 40
As = 540.0 m³

Verificação do tempo de detenção hidráulico
Digite a altura: 4
tdh = 2.4 horas

Definição da geometria do decantador
B = 11.6129500386 m
L = 46.4758001545 m

Verificação da taxa de escoamento superficial
q = 40.0 m³/m²/dia

Cálculo da velocidade horizontal
Vh = 0.53791435364 cm/s

Cálculo do raio hidráulico
Rh = 2.36892392625 m

Cálculo do número de Reynolds
Re = 12742.7818261

Dimensionamento das calhas de coleta de água decantada
ql <= 2.89 l/s/m

Comprimento total de vertedores
Lv = 86.8055555556 m

Comprimento da Calha
Lc = 9.31 m

Número de Calhas
4.6619525003 Calhas de 9.31 m

Espaçamento entre as calhas
E = 2.49229266876 m
>>>
```



Os resultados são apresentados em uma única tela.

Após essa apresentação um arquivo com as coordenadas dos pontos para a geração de uma imagem no AutoCAD é salvo no programa bloco de notas. Esses pontos quando copiados para o programa AutoCAD podem ser abertos e gerar a imagem do decantador calculado anteriormente.

Esta imagem será testada em softwares para cálculo de estruturas compatíveis com imagens geradas no AutoCAD.

Até o momento o programa gera o tipo de resposta demonstrado na figura 5, uma interface mais amigável está sendo desenvolvida para facilitar a utilização pelo usuário e melhorar a apresentação dos resultados.

CONCLUSÃO

O programa desenvolvido sistema computacional de pré-dimensionamento das unidades de floculação, decantação e filtração de uma ETA, está sendo elaborado e gerando resultados bastante promissores. Além da possibilidade de geração de imagens para AutoCAD e cálculos estruturais a partir dessas imagens, o grande ganho é a apropriação dos conteúdos trabalhados para o desenvolvimento do programa por parte dos alunos envolvidos nesse projeto e os futuros acadêmicos que venham a utiliza-lo. Após as implementações da interface mais amigável o programa será utilizado na disciplina de gestão e tratamento de água da UTFPR – Campo Mourão.

REFERÊNCIAS

ACQUASANEQUIPAMENTOSPARATRATAMENTODEÁGUAEEFLUENTES.

Desenhofloculadormecânicodepaletasdeeixovertical. Disponível em: <http://www.acquasan.com.br/site/equipamentos/floculador/des_palhetas.html>. Acesso em: 1 jul. 2009

ASSOCIAÇÃOBRASILEIRADENORMASTÉCNICAS.**NBR12216**—projeto de estação de tratamentodeágua paraabastecimentopúblico.RiodeJaneiro,1992.



CASTRO, Carmen Maria Barros de. **Ponto 1 – A Qualidade da Água/Ponto 2 Introdução ao Tratamento da Água**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2008a.

_____. **Ponto 3 – Coagulação e Floculação**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2008b.

_____. **Ponto 4 – Sedimentação/Decantação**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2008c.

_____. **Ponto 5 – Filtração**. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2008d.

DIBERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela Di Bernardi. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2. ed. São Paulo: Rima, 2005.

GEHLING, Gino Roberto. **Desarrollo y Aplicación de Modelos Empíricos para la Operación de Clarificación Primaria de las EDAR**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia) – Instituto de Tecnología y Modelización Ambiental, Universidad Politécnica de Catalunya.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. **2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1>. Acesso em: 20 maio. 2011.

LEME, Francílio Paes. **Teoria e técnicas de tratamento de água**. São Paulo: Cetesb, 1979.

MELO, Marcos José Vieira De. **Medidas Estruturais e Não-estruturais de Controle de Escoamento Superficial Aplicáveis na Bacia do Rio Frago na Cidade de Olinda**. 2007. 173f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em: <http://www.bdtd.ufpe.br/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3018>. Acesso em: 25 jun. 2009.

RICHTER, Carlos Augusto; NETTO, José Martiniano de Azevedo. **Tratamento de Água**. São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

VIANNA, Marcos Rocha. **Hidráulica Aplicada às Estações de Tratamento de Água**. 4. ed. Belo Horizonte: Impriatur, 2002.

WATER RESEARCH COMMISSION. **History of Water Treatment**. Disponível em: <<http://www.wrc.org.za/downloads/education/History%20of%20water%20treatment.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2009.