

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING
2**

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING
2**

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Collection: applied environmental and sanitary engineering 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied environmental and sanitary engineering 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-988-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.889220305>

1. Environmental and sanitary engineering. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



PRESENTATION

The e-book: “Collection: Applied Environmental and Sanitary Engineering 2” consists of fifteen chapters that present works that aimed to contribute both to improving the quality and health of the environment and man, as well as to the development of technologies to reduce costs and improve the quality of basic sanitation, remedying and reducing the environmental impacts resulting from human activities.

Waste management in Brazil is “invisible” in the eyes of government plans at the municipal level, which is why precarious sanitation conditions prevail in most municipalities. In view of this, the scientific community has been reiterating through numerous studies, the need to implement systems for the collection and final disposal of waste in an environmentally more correct way.

The basic sanitation system in Brazil has been restructuring itself due to security and information technology that helps to monitor and automate water and sewage treatment systems, the final disposal of waste, the loss of water resources due to failures or ruptures of pipe among others. Added to this, the numerous software that are developed to improve operating systems that can present information in real time and operation in continuous flow, helping operators.

Finally, the study and development of new treatment technologies from agro-industry residues or from new technologies that aim to implement and improve the efficiency of existing conventional processes,

In this perspective, Atena Editora has been working with the aim of stimulating and encouraging researchers from Brazil and other countries to publish their work with a guarantee of quality and excellence in the form of books and book chapters that are available on the Editora’s website and elsewhere. digital platforms with free access.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

563 – COMO A GESTÃO DE RESÍDUOS É TRATADA NOS PLANOS DE GOVERNO DOS(AS) CANDIDATOS(AS) À PREFEITOS(AS)

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique Ferreira Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203051>

CAPÍTULO 2..... 8

ESTUDO COMPORTAMENTAL DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS CLASSE A DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique F. Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203052>

CAPÍTULO 3..... 24

QUANTIFICAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM ÁREAS DE TRANSBORDO E TRIAGEM

Cristiane Ferreira Pimenta

Henrique F. Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203053>

CAPÍTULO 4..... 33

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ALIMENTARES DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Deysiane Antunes Barroso Damasceno

Marcos Oliveira Dantas

Mônica de Abreu Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203054>

CAPÍTULO 5..... 44

II-1785 - SETORIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO I – DETERMINAÇÃO DAS CARGAS ORGÂNICAS

Moema Felske Leuck

Carlos André Bulhões Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203055>

CAPÍTULO 6..... 65

MANAGEMENT OF FLUORESCENT LAMPS: A CASE STUDY IN THE METROPOLITAN REGION OF RECIFE, PERNAMBUCO, BRAZIL

Eduardo Antonio Maia Lins

Marília Gabriela Jonas de Santana

Andréa Cristina Baltar Barros

Adriane Mendes Vieira Mota

Maria Clara Pestana Calsa

Adriana da Silva Baltar Maia Lins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203056>

CAPÍTULO 7..... 75

ONLINE MONITORING OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE COLLECTION SYSTEM

Eduardo Antonio Maia Lins

Roger Ramos Azevedo

Fuad Carlos Zarzar Júnior

Joaquim Teodoro Romão de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203057>

CAPÍTULO 8..... 83

IMPLEMENTATION OF IMPROVEMENT ACTIONS IN THE SOLID WASTE MANAGEMENT PROCESS IN SMALL AND MEDIUM CITIES: CASE STUDY OF THE MUNICIPALITY OF PATROCÍNIO LOCATED IN THE STATE OF MINAS GERAIS – BRAZIL

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Bruno Elias dos Santos Costa

Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203058>

CAPÍTULO 9..... 95

A IMPORTÂNCIA DE INVESTIMENTOS EM SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO PARA AS OPERADORAS DE SERVIÇO DE SANEAMENTO: UM OLHAR SOB OS INCIDENTES DIVULGADOS

Carlos Henrique Jorge

Dalton Issao Ito

Mariana Espindola de Souza

André Gambier Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8892203059>

CAPÍTULO 10..... 111

AQUACAD-PLUGIN: SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS NO AUTOCAD

Luis Henrique Magalhães Costa

Arthur Brito Gomes

Letícia de Vasconcelos Rodrigues

David Ermerson Farias Eugênio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030510>

CAPÍTULO 11 122

AQUACAD: CONVERSÃO ONLINE ENTRE ARQUIVOS DOS PROGRAMAS DA PLATAFORMA CAD, GIS E DOS SIMULADORES EPANET E SWMM

Luis Henrique Magalhães Costa

Guilherme Marques Farias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030511>

CAPÍTULO 12.....	131
APLICAÇÃO DO TANK MODEL NA MODELAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANHAS EM GOIÁS	
Tales Dias Aguiar Débora Pereira da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030512	
CAPÍTULO 13.....	142
UTILIZAÇÃO DE BAMBU “DENDROCALAMUS LATIFLORUS” COMO CAMADA SUPORTE EM FILTRO ANAERÓBIO PARA REMOÇÃO DE DBO E DQO EM TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIO	
Fagner Moreira de Oliveira Adão Genilson Pereira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030513	
CAPÍTULO 14.....	149
DEGRADAÇÃO DE ANTIDEPRESSIVOS RESIDUAIS E CAFEÍNA EM ÁGUA, ESGOTO DOMÉSTICO E LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO EMPREGANDO FOTÓLISE DIRETA	
Ismael Laurindo Costa Junior Adelmo Lowe Plestch Yohandra Reyes Torres	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030514	
CAPÍTULO 15.....	167
AVALIAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS DE CONTAMINAÇÕES CAUSADAS POR BIFENILAS POLICLORADAS: UMA REVISÃO	
Rhayane Andrade Junior Rosana Gonçalves Barros Viníciu Fagundes Barbara	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.88922030515	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	178
ÍNDICE REMISSIVO.....	179

AQUACAD-PLUGIN: SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS NO AUTOCAD

Data de aceite: 01/04/2022

Data de submissão: 18/02/2022

Luis Henrique Magalhães Costa

Universidade Estadual Vale do Acaraú
Sobral - CE
<http://lattes.cnpq.br/5710487391407826>

Arthur Brito Gomes

Universidade Estadual Vale do Acaraú
Sobral - CE
<http://lattes.cnpq.br/8724659793578785>

Letícia de Vasconcelos Rodrigues

Universidade Estadual Vale do Acaraú
Sobral - CE
<http://lattes.cnpq.br/1162539151897628>

David Ermerson Farias Eugênio

Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE
Sobral - CE
<http://lattes.cnpq.br/1932179772266727>

RESUMO: O EPANET é o simulador hidráulico mais utilizado no mundo. No desenvolvimento de projetos na área de saneamento é muito comum o uso do software AutoCAD para a elaboração de desenhos, detalhamentos dos elementos hidráulicos, dentre outros. No intuito de facilitar a compatibilidade entre esses dois programas, podem ser encontrados utilitários que fazem a conversão entre arquivos do EPANET(.INP) para o formato do AutoCAD(.DXF), como, por exemplo, o AQUACAD (versão web) e o EPACAD. O objetivo deste trabalho é apresentar um plugin

para o AutoCAD que possibilita a construção de um modelo de sistema de abastecimento de água e a realização de simulações hidráulicas sem a necessidade do uso do EPANET. Dessa forma, o projetista pode realizar diferentes análises hidráulicas, dentro do ambiente do AutoCAD, aumentando sua produtividade e agilidade na construção dos modelos, tendo em vista a possibilidade do uso de comandos como, por exemplo, o “zoom” e o “pan”. Além da possibilidade de simulação, também é possível fazer a importação e a exportação para o formato .INP do EPANET. O plugin apresentado neste trabalho pode ser obtido em www.aquacad.net.

PALAVRAS-CHAVE: EPANET, AUTOCAD, PLUGIN.

AQUACAD-PLUGIN: HYDRAULIC SIMULATIONS IN AUTOCAD

ABSTRACT: EPANET is the most used hydraulic simulator in the world. In the development of projects in the field of wastewater treatment and management, it is very common to use AutoCAD software for project design, detailing of the hydraulic elements, among others. To make compatibility easier between these two programs, applications that convert between EPANET (.INP) and AutoCAD (.DXF) files can be found, such as, for example, AQUACAD (web version) and EPACAD. The goal of this work is to present a plugin for AutoCAD that allows to model a water supply system and to perform hydraulic simulations without the need to use EPANET. Thus, a project designer can perform different hydraulic analyses, within the AutoCAD

environment, increasing their productivity and agility in the construction of models, considering the possibility of using commands such as, for example, “zoom” and “pan”. In addition to simulations, it is also possible to import and export to EPANET’s .INP format. The plugin presented in this work can be obtained from www.aquacad.net.

KEYWORDS: EPANET, AUTOCAD, PLUGIN.

1 | INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a existência e sobrevivência de todos os seres vivos e o seu fácil acesso para o consumo é um direito fundamental. Para isso, são desenvolvidos sistemas de abastecimento e distribuição de água, submetidas a um criterioso dimensionamento, para que opere sem falhas conforme normas técnicas, objetivando uma perfeita funcionalidade do sistema.

Com o avanço da tecnologia, muitos softwares foram desenvolvidos para colaborar na análise de sistemas de distribuição de água, executando os cálculos das simulações hidráulicas. Nesse contexto, destacam-se os aplicativos em desktop, a exemplo do EPANET, programa desenvolvido pela U. S. Environmental Protection Agency (USEPA).

No EPANET, a execução de simulações hidráulicas é de grande importância na concepção de projetos de redes de distribuição de água. Mas o processo de composição de traçado implica em atividades repetitivas e que demandam esforço por parte do projetista, considerando-se a quantidade extensa de dados de entrada que o software demanda. Esse cenário, além de demorado, aumenta o risco de erros no projeto (SILVEIRA NETO; BEZERRA; ARAÚJO, 2019).

A realização deste trabalho propõe a implementação de um plugin que integra os algoritmos numéricos do EPANET ao AutoCAD, a fim de aprimorar o desempenho nas análises de sistema de abastecimento de água (SAA). Essa ferramenta permite, dentro do ambiente do AutoCAD, criar e simular modelos de SAA. Com a instalação do plugin no ambiente do AutoCAD, é possível fazer a inserção de elementos hidráulicos como trechos, reservatórios, bombas, válvulas e junções possibilitando a alteração das propriedades, de acordo com as necessidades do usuário, de forma semelhante à interface do simulador EPANET.

Para Castro (2004), o sucesso dos programas computacionais ocorreu devido ao aumento da quantidade de ferramentas presentes no mercado. Visando as limitações gráficas do EPANET, com o uso do plugin apresentado neste trabalho, é possível reduzir o tempo de elaboração de um modelo de um SAA e limitar a um único ambiente de desenvolvimento, o AutoCAD que, por sua vez, dispõe de várias ferramentas gráficas.

O plugin apresentado neste trabalho, faz uso da linguagem C# .NET que por sua vez, é uma linguagem mais robusta comparada a linguagem AutoLisp, permitindo além dos processos de importação e exportação supracitados, a realização de simulações hidráulicas dentro do ambiente do AutoCAD, por meio da API do EPANET toolkit.lib. Atualmente, as

simulações realizadas pelo plugin são do tipo estática, não sendo possível, na versão atual, realizar simulações dinâmicas.

2 | OBJETIVO

Desenvolver um plugin para o AutoCAD que permita a criação e simulação de sistemas de abastecimento de água, em apenas um ambiente de desenvolvimento, minimizando o tempo demandado, facilitando a entrada de dados e a criação dos traçados da rede. Também é possível realizar a conversão do arquivo DXF para INP, e vice-versa, possibilitando que o usuário migre entre o EPANET e o AutoCAD a qualquer momento, de acordo com suas necessidades.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para o início do projeto foi necessária uma análise das ferramentas preexistentes disponíveis que possibilitasse a nova abordagem de simulações hidráulicas dentro do ambiente AutoCAD, objetivo principal deste trabalho.

Sendo assim, para o desenvolvimento, foi utilizado a linguagem C# por ser mais robusta e com maior documentação se comparada a VBA e AutoLisp. A referida linguagem também apresentou como característica favorável para utilização no plugin a existência de bibliotecas destinadas à produção de interfaces no AutoCAD, cujo os elementos sejam devidamente adaptados a uma nova estrutura com o intuito de assemelhar o plugin ao EPANET.

Inicialmente, para a ferramenta de programação toolkit do EPANET, foram desenvolvidos arquivos de comunicação para as linguagens Pascal, VBA e C++. Posteriormente, também foram desenvolvidos esses tipos de arquivos para linguagens mais modernas como, por exemplo, Java, Python e C#. Dentre estas últimas, somente com a linguagem C# é possível desenvolver plugins para o AutoCAD.

A programação orientada à objeto baseia-se no uso de objetos com diferentes métodos e parâmetros, permitindo organizar o código considerando elementos como tubulações, junções, bombas, válvulas, textos e curvas das bombas, sendo possível relacionar esses em uma lista de objetos que se adapta a qualquer tipo de rede. A organização desses é apresentada na figura abaixo.

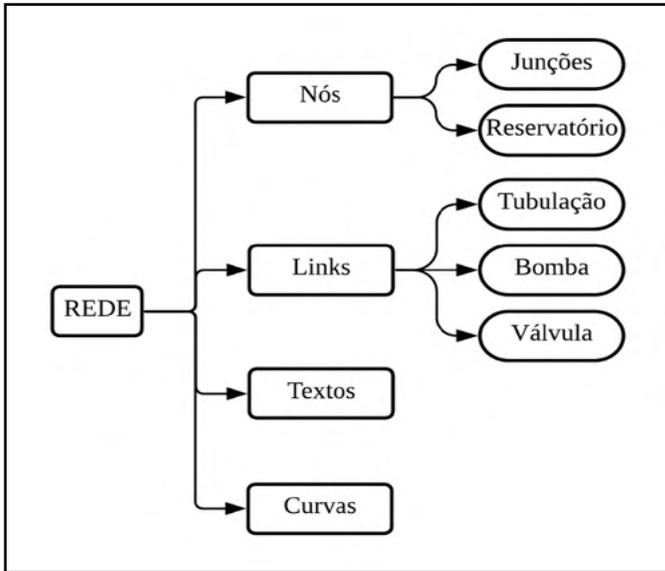


Figura 1 – Diagrama de divisão de objetos no plugin.

O plugin AQUACAD é uma aplicação desenvolvida para facilitar a criação de projetos de SAA, de maneira intuitiva, em um único ambiente, o AutoCAD. A interface utilizada é composta por uma guia, uma paleta de navegação e formulários, além de ser possível optar o idioma de preferência (inglês ou português).



Figura 2 - Guia AQUACAD (versão em inglês).



Figura 3 - Guia AQUACAD (versão em português).

Os botões da guia AQUACAD adicionada na faixa de opções do AutoCAD, foram divididos em, respectivamente, conversão de arquivos, adição de desenhos e dados importantes, execução da simulação hidráulica, configurações de projeto e desenho, busca de componentes da rede e, informações sobre o plugin. A implantação dos desenhos acontece mediante rotinas desenvolvidas, utilizando entidades do AutoCAD.

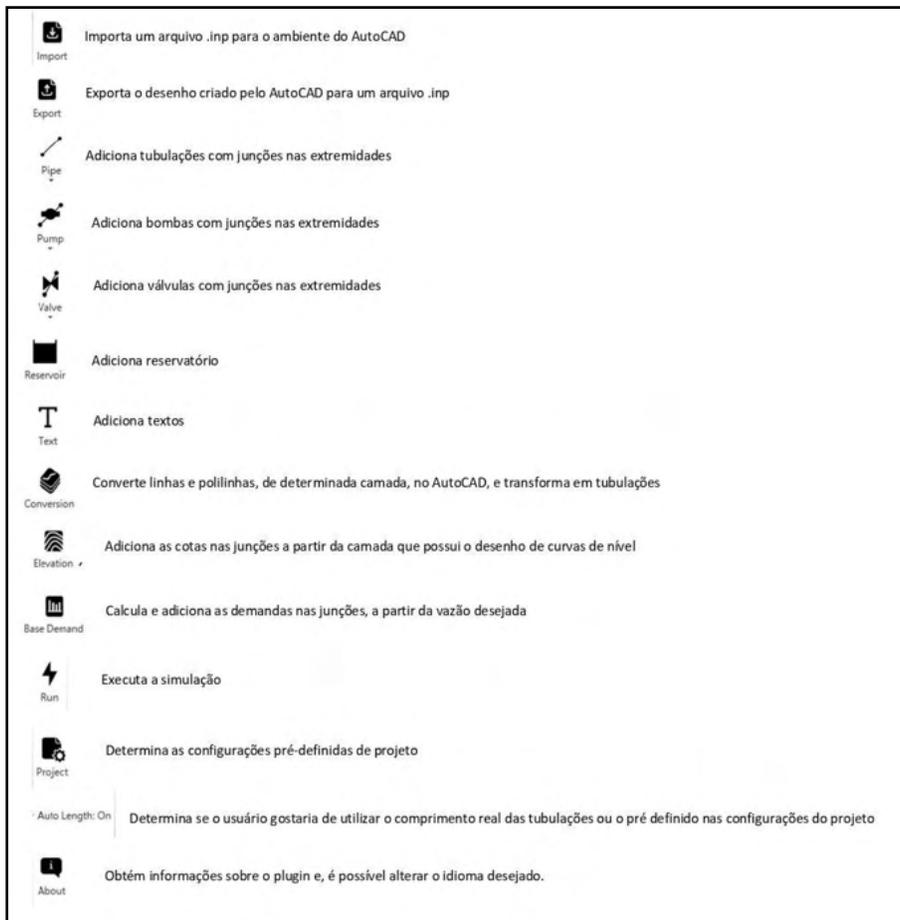


Figura 4 – Descrição dos botões.

Além das funções para inserir os elementos hidráulicos no desenho, também foi desenvolvido, rotinas computacionais para adicionar cotas e demandas nas junções. O cálculo das cotas nodais é realizado a partir de quatro amostras de pontos extraídos das curvas de nível por meio do método da média ponderada por quadrante. Já a definição das demandas nodais considera que cada nó recebe a influência da metade do comprimento de suas tubulações adjacentes.

As configurações do projeto são divididas em “Propriedades” e “Hidráulica”, em que é possível determinar valores padrões do projeto em questão, como as propriedades físicas das tubulações, opções gráficas do projeto de rede, parâmetros para cálculos da simulação hidráulica, e, até mesmo, salvar essas configurações para futuros projetos.

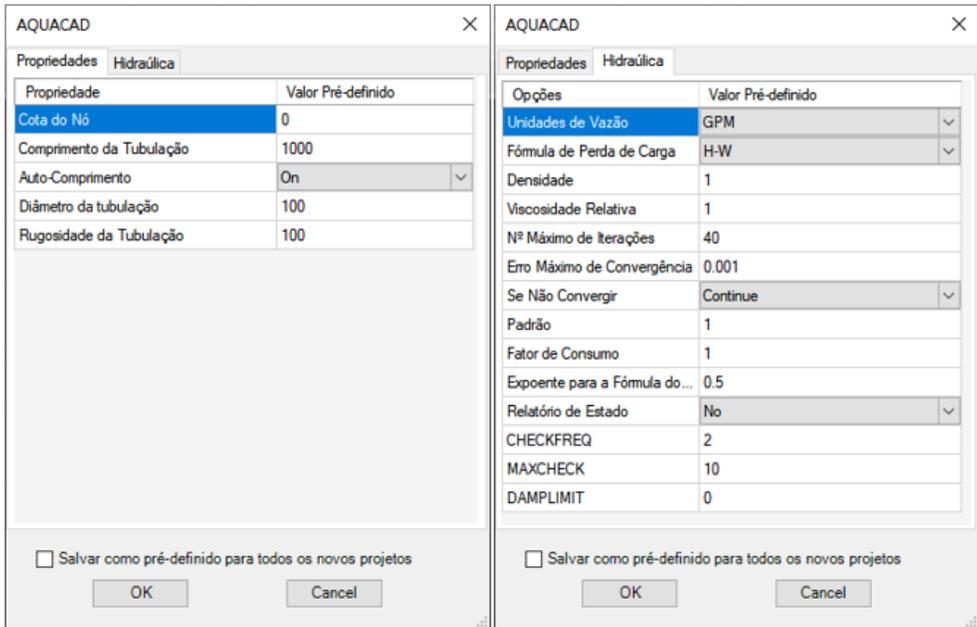


Figura 5 – Configurações do projeto.

Ao selecionar um elemento hidráulico será mostrada uma janela de edição de parâmetros, de forma semelhante ao EPANET (figura 6). Também é possível acessar as informações desses elementos por uma ferramenta de navegação, de maneira mais rápida (sem o evento de seleção), conforme a figura 7. Esse mecanismo é dividido em duas abas, uma que proporciona ao usuário a abertura da janela de dados do componente e outra que mostra no desenho valores desejados, seja para nós ou links, sendo que esse último ainda não foi desenvolvido.

Propriedade	Valor
*Identificador do Trecho	p1
*Nó inicial	n1
*Nó Final	n2
Descrição	
Zona	
*Comprimento	88.19
*Diâmetro	100
*Rugosidade	150
Coef. Perda de Carga Singular	0
Estado Inicial	Open
Coef. Reação no Escoamento	0
Coef. Reação na Parede	0
Vazão	0.00
Velocidade	0.00
Perda de Carga	0.00
Fator de Resistência	0.00
Taxa de Reação	0.00
Qualidade	0.00
Estado	

Figura 6 – Janela de informações das tubulações.

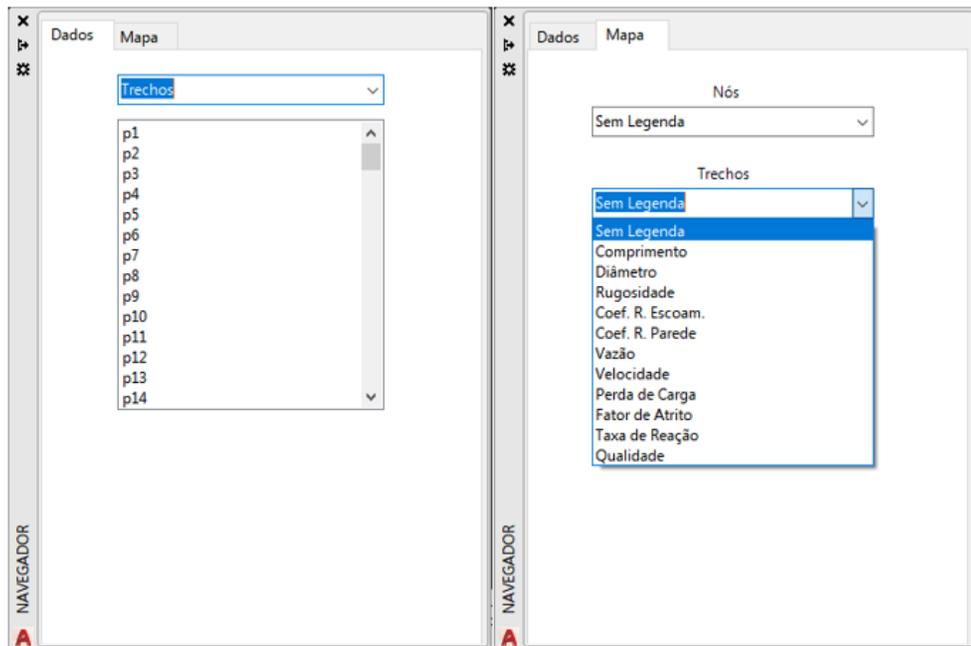


Figura 7 – Paleta de Navegação.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como estudo de caso, foi adotado uma rede hipotética contendo 2 reservatórios, 1 bomba, 1 válvula, 6 tubulações e 6 nós. Após inseridos os parâmetros de entrada desses elementos, foi realizada uma simulação no ambiente do AutoCAD. Em seguida, foi realizada a exportação da rede para o formato INP e realizada uma simulação no ambiente do EPANET.

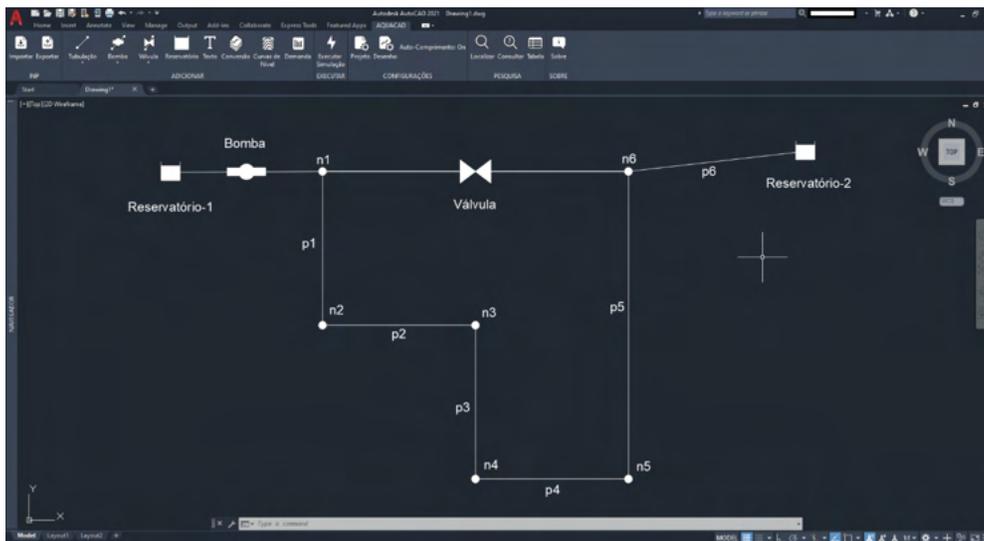


Figura 8 – Rede exemplo.

Inicialmente, no ambiente do EPANET, os valores das elevações e consumos nodais e demais parâmetros das tubulações, bomba, válvula e reservatórios foram verificados. Após a simulação hidráulica, foram comparados os valores retornados no ambiente do AutoCAD e EPANET, confirmando-se a igualdade desses valores. As figuras a seguir apresentam as janelas com os parâmetros para a bomba e uma tubulação com os valores ora citados.

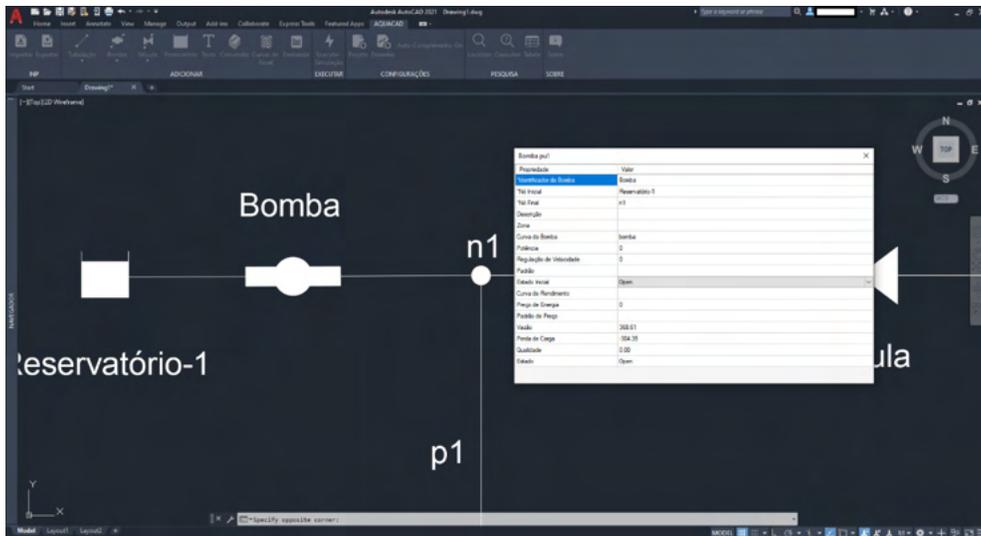


Figura 9 – Janela de informações da bomba (AUTOCAD).

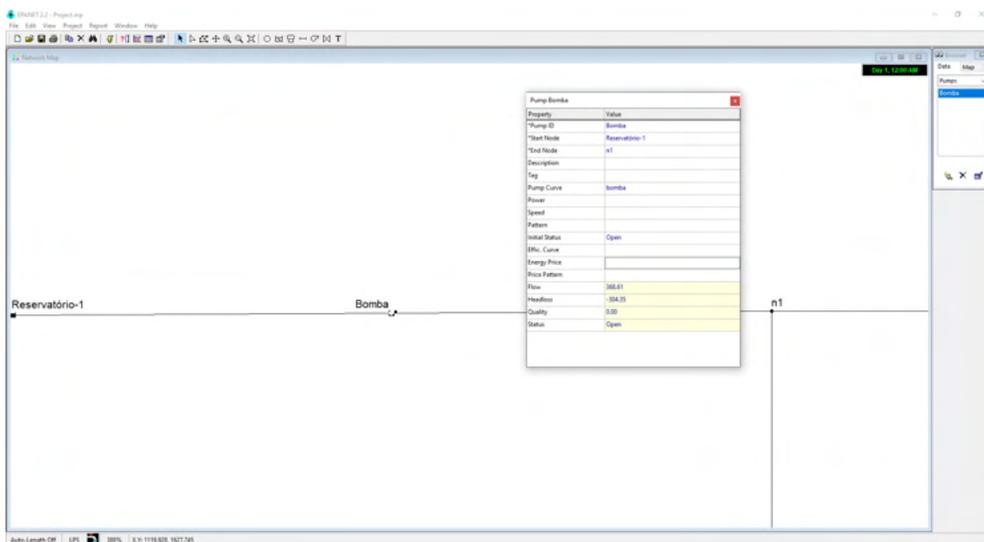


Figura 10 – Janela de informações da bomba (EPANET).

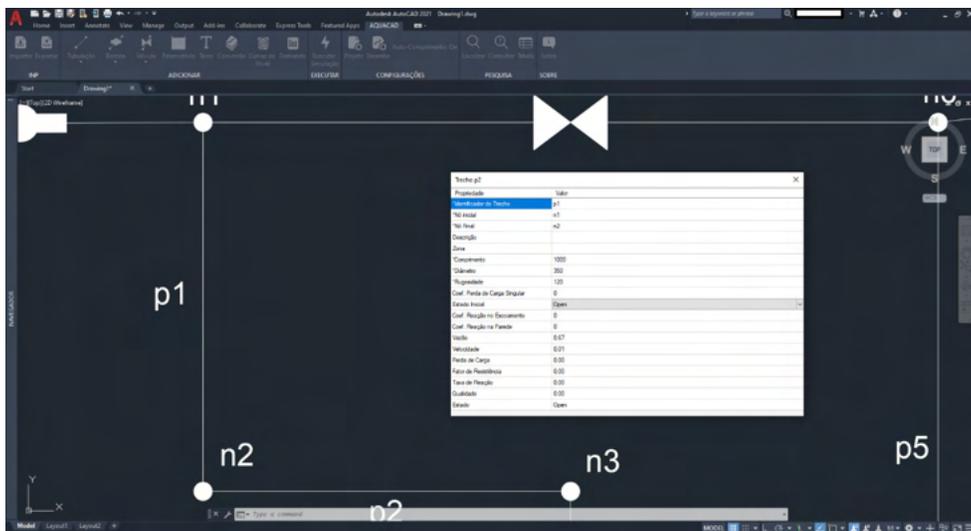


Figura 11 – Janela de informações do trecho (AUTOCAD).

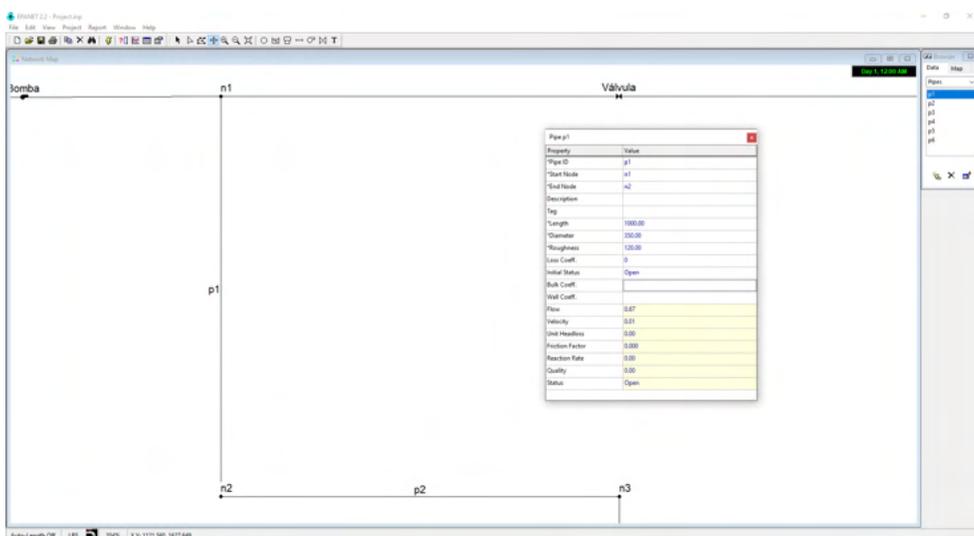


Figura 12 – Janela de informações do trecho (EPANET).

Os parâmetros inseridos no ambiente do AutoCAD, assim como os valores retornados após a simulação (ex: vazão das tubulações e pressões nodais) ficaram os mesmos apresentados pelo EPANET. Também foram mantidas as unidades, tipo de equação da perda de carga, curva da bomba, dentre outros.

5 | CONCLUSÕES

O AQUACAD-PLUGIN foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar a criação e simulação de redes de Sistemas de Abastecimentos de Água, unicamente no ambiente do AutoCAD, sem a necessidade do uso do EPANET. Na versão atual é possível realizar somente simulações estáticas.

No Brasil, o plugin apresenta características inovadoras para a construção e simulação de modelos hidráulicos no ambiente do AutoCAD. Nesse sentido, espera-se que esse trabalho possa colaborar no desenvolvimento de estudos, análises e projetos de sistemas de saneamento para estudantes e profissionais da área.

Os autores agradecem à agência de fomento Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio ao desenvolvimento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

CASTRO, M. A. H. **Uso conjunto do AutoCAD e do Epanet para projeto, simulação e dimensionamento de redes de abastecimento de água.** In: Anais Eletrônicos do IV Seminário Hispano-Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água, João Pessoa, 2004. Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/4serea/artigos/uso_conjunto_do_autocad_co.pdf>; . Acesso em: 25 ago. 2021.

MAGALHÃES COSTA, L. II-340 -**AQUACAD -APLICAÇÃO ONLINE PARA AUTOMAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO.** [s.l.] , [s.d.]. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/55006/1/2019_eve_lhmcosta.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

ROSSMAN, L. A. EPANET2 – **Users Manual**, U.S. Environmental Protection Agency, Ohio, 2000.

SILVEIRA NETO, J. P.; BEZERRA, A. A.; ARAÚJO, R. S. A. **Traçado de redes de distribuição de água em ambiente interativo entre AutoCAD e Epanet.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 30º, 16 a 19 jun. 2019, Natal, no Rio Grande do Norte. Anais, Natal, 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação antrópica 147

Água 2, 36, 37, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 111, 112, 113, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 136, 137, 149, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 168, 170, 171, 174

Águas superficiais 46, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 149, 150, 151, 161, 163, 170, 172

Antidepressivos 149, 151, 152, 154, 155, 159, 163

Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) 24, 25, 26, 27, 31, 32

B

Bacias hidrográficas 47, 63, 123, 131, 140, 141

Back-end 124

Bambu 142, 143, 144, 145, 147

Bifenilas policloradas (PCBs) 167, 176, 177

Bioensaios 167, 174

Biofilme 142, 144, 145, 147

Biota 86, 149, 150, 176

C

Collection 24, 44, 45, 67, 68, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94

Compostagem 3, 19, 20, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Conselho Estadual de Política Ambiental e Recursos Hídricos (COPAM/CERH) 147

Construção civil 4, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 32

D

Demanda Química de Oxigênio (DQO) 143, 147

E

Ecotoxicologia 167, 169, 175, 176

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 142, 143, 147

F

Fármacos 149, 150, 151, 152, 155, 156, 158, 160

Filtro anaeróbio 142, 143

Fluorescent lamps 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73

Fotólise 149, 151, 153, 154, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163

Fototransformação 149

Front-end 124

G

Garbage 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 89, 91, 92

Gestão de resíduos 1, 2, 3, 4, 7

Gradiente reduzido generalizado 131, 133, 136

H

Hazardous 65, 66, 72, 73

I

Impactos ambientais 8, 17, 34, 107, 142, 150, 174

Impactos sistêmicos 167

L

Landfills 83, 84, 86, 92, 94

Linguagem de estilo - CSS 124

Linguagem de marcação - HTML 124

M

Meio ambiente 8, 23, 27, 28, 32, 34, 41, 61, 75, 95, 96, 141, 142, 149, 154, 168, 176

Microcontaminantes 149, 151, 157, 163

Modelos hidrológicos 131, 132

Model-View-Controller (MVC) 124

Municipal Solid Waste (USC) 75, 76, 77, 82

O

OnLine Management 75

Organismo-teste 167

P

Patógenos 33

Plano de governo 1, 2, 4

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 34, 41

Poluentes emergentes 149, 150

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) 167, 168, 176

Problemáticas ambientais 1, 2

Produtos farmacêuticos 149

R

Radiação solar 135, 149, 151, 153, 162, 163

Reciclagem 3, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 34, 172

Recursos hídricos 41, 44, 61, 122, 130, 131, 132, 137, 141, 142, 147

Recursos naturais 9, 61

Resíduos alimentares 33, 35, 40

Resíduos da construção e demolição 1, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27

Resíduos orgânicos 33, 34, 35, 42, 43

S

Saneamento básico 2, 7, 60, 63, 64

Segurança cibernética 95, 97, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107

Selective collect 83

Simulador hidráulico 111

Sistema de abastecimento de água 104, 111, 112, 127

Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) 44, 46, 59

Softwares 48, 75, 103, 112, 122, 123

T

Tank model 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141

Tecnologia da informação 95, 97, 98, 99

Tecnologia operacional 95

Teste de germinação 33, 35, 36

Trucks 75, 76, 78, 79, 81

U

United States Environmental Protection Agency (USEPA) 106, 109

V

Variáveis ambientais 131

W

Water resources 83, 92, 131

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING
2**

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

**APPLIED ENVIRONMENTAL
AND SANITARY
ENGINEERING
2**