

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

CAPÍTULO 11

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

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>

Guilherme Marques Farias

Universidade Federal do Ceará, Departamento
de Engenharia Hidráulica e Ambiental
Sobral – CE
<http://lattes.cnpq.br/3186143435546634>

RESUMO: Um dos grandes problemas enfrentados pelos engenheiros projetistas na área de saneamento é a falta de automação entre os processos computacionais necessários à elaboração de um projeto. Em especial, podemos citar as etapas de simulação, realizadas em softwares como o EPANET e o SWMM, e da elaboração de desenhos, comumente realizada na plataforma CAD. Geralmente, os softwares que atuam na conversão de arquivos utilizados nessas etapas são desenvolvidos no formato de “aplicação desktop” ou no formato de “plugins para o AutoCAD”. A proposta principal deste projeto é apresentar um novo formato de aplicação para a conversão de arquivos dos tipos INP (EPANET E SWMM), DXF(CAD) e SHP(GIS). A aplicação proposta, denominada AQUACAD, é do tipo “aplicação web” e pode ser acessada pelo domínio www.aquacad.net.

PALAVRAS-CHAVE: EPANET, SWMM,

AQUACAD.

AQUACAD: ONLINE CONVERSION BETWEEN FILES FROM THE CAD PLATFORM, GIS AND EPANET AND SWMM SIMULATORS

ABSTRACT: One of the major problems faced by design engineers in the field of wastewater treatment and management is the lack of automation between the computational processes necessary for the elaboration of a project. In particular, we can mention the simulation steps, performed in software such as EPANET and SWMM, and project designing, commonly performed on a CAD platform. Generally, the software that acts in the conversion of files used in these steps are developed in the format of “desktop application” or as “plugins for AutoCAD”. The main goal of this project is to present a new application format for converting INP (EPANET AND SWMM), DXF (CAD) and SHP (GIS) files. The proposed application, called AQUACAD, is of the “web application” format and can be accessed via the domain www.aquacad.net.

KEYWORDS: EPANET, SWMM, AQUACAD.

1 | INTRODUÇÃO

A representação numérica de um evento físico é composta de um conjunto de equações e procedimentos formados por variáveis e parâmetros. Essa representação é chamada de modelagem e vem sendo bastante utilizado na área de recursos hídricos. Tais modelos procuram simular o escoamento da água de forma mais

fidedigna possível. No âmbito da hidráulica, o software EPANET (ROSSMAN, 2000) é bastante utilizado nas simulações de sistemas de distribuição de água enquanto o SWMM permite desenvolver simulações em bacias hidrográficas urbanas e redes de drenagem. Ambos os softwares foram desenvolvidos pela EPA (Environmental Protection Agency - USA).

Um dos grandes problemas enfrentados pelos usuários dos programas EPANET e SWMM é a conversão entre arquivos do formato destes programas (.inp) e arquivos do AUTOCAD (.dxf). Atualmente os programas computacionais que fazem essa conversão estão sendo desenvolvidos no formato “aplicação desktop”, como por exemplo o EPACAD e o EPA2DXF ou no formato de “plugins” do AutoCAD como o programa UFC2 (Costa e Castro, 2006). No primeiro formato, os algoritmos atuam sobre o arquivo DXF, permitindo que o desenho seja criado em qualquer programa da plataforma CAD. No segundo formato, os algoritmos responsáveis pela criação do arquivo INP são acionados dentro do AUTOCAD.

Pode-se afirmar que a automação da conversão de arquivos DXF e INP é de fundamental importância no auxílio de dimensionamento e simulação de redes de saneamento, possibilitando um aumento do nível de eficiência no projeto, além de aumentar a produtividade do projetista devido a possibilidade de análise de inúmeros cenários e verificações que essas automações podem proporcionar.

2 | OBJETIVO

Este trabalho busca apresentar a aplicação web AQUACAD capaz de, a partir dos arquivos DXF gerados pelos softwares do tipo CAD, criar arquivos do tipo INP, capazes de serem utilizados pelos modelos EPANET E SWMM. Também há a possibilidade da conversão do processo inverso, ou seja, conversão do formato INP para DXF. A aplicação também interpreta os elementos de um shapefile podendo, a partir destes gerar arquivos do tipo INP do EPANET.

A aplicação AQUACAD atua sobre os arquivos na conversão entre os formatos supracitados. Entretanto, a inovação desta aplicação está em seu formato. Em vez de se adotar o formato “aplicação desktop”, foi desenvolvido o formato “aplicação web”. Portanto, as automações poderão ser feitas de qualquer computador (ou tablet), independente do sistema operacional, com acesso à internet. O AQUACAD é uma aplicação gratuita, para fins de uso acadêmico e profissional e pode ser utilizada pelo site www.aquacad.net.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A aplicação web AQUACAD deve ser acessada a partir do navegador de internet. Os arquivos inputs são enviados ao servidor por meio de uploads. Os dados presentes nestes arquivos serão interpretados via linguagem de programação para que, em seguida, os processos de conversão de arquivos possam ser realizados automaticamente. Finalizadas

as automações, os arquivos outputs poderão ser adquiridos pelos usuários via download.

Para a construção de aplicações web é necessário programar em dois ambientes de desenvolvimento: front-end e back-end. No ambiente front-end o programador projeta as interfaces que serão visualizadas pelo usuário por meio de seu navegador. Neste ambiente são utilizados, principalmente, três tipos de linguagem: HTML (linguagem de marcação), CSS (linguagem de estilo) e JavaScript (linguagem script/programação). No ambiente back-end é onde são desenvolvidos os algoritmos propriamente ditos. Neste caso é utilizada somente uma linguagem de programação sendo comumente utilizadas as linguagens PHP, Java, C# e Python.

O padrão arquitetônico utilizado no AQUACAD foi o MVC (Model-View-Controller) por meio da plataforma ASP NET MVC, disponível no ambiente de programação Visual Studio. Neste tipo de arquitetura há a divisão de três componentes: o modelo (model), contendo as estruturas de dados e seus métodos (rotinas computacionais); a visualização (view), com os scripts responsáveis pela interface do usuário e o Controle (Controller), onde ocorre a comunicação entre os dois componentes anteriores.

A plataforma ASP NET MVC foi a escolhida pela possibilidade de organização e setorização de todo o código (front-end e back-end), além da possibilidade do uso da linguagem C# como linguagem de programação back-end. Esta linguagem possibilita o uso de orientação a objetos, facilitando na organização e manipulação dos dados inerentes em problemas de redes como trechos e nós. A Figura 1 apresenta um fluxograma contendo o ciclo de uma execução da aplicação AQUACAD.

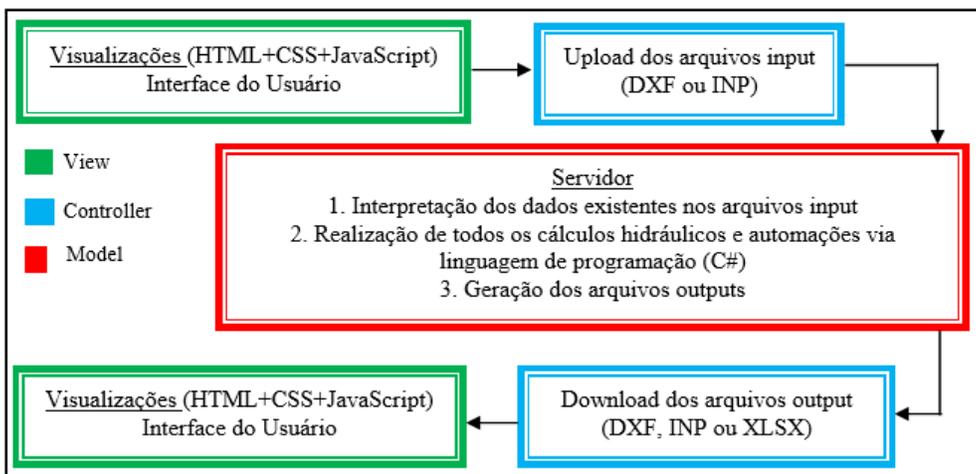


Figura 1 – Fluxograma de um ciclo de execução.

Após o usuário acessar a aplicação, haverá a opção de selecionar o arquivo DXF e iniciar o seu upload. Em seguida, no servidor, o arquivo será acessado e todas as

entidades (linhas e polilinhas) do desenho necessárias à construção do arquivo INP serão interpretadas via linguagem de programação. Após gerados os arquivos INP o usuário poderá salvar esses arquivos em seu computador por meio de downloads.

O formato DXF (Drawing Interchange Format) é um formato vetorial que a empresa Autodesk (AutoCAD, 2020) lançou para permitir o intercâmbio de arquivos de desenho entre os diferentes programas CAD.

Além do intercâmbio entre plataformas CAD, o formato DXF também é comumente utilizado para armazenagem e transferência de dados entre sistemas CAD e programas de aplicações específicas.

Existem duas versões de DXF (ASCII e binário). Optou-se pela versão em texto (ASCII) por facilitar a compreensão, o processamento e o armazenamento da estrutura de dados contidos nestes arquivos. O formato DXF é dividido em seções que especificam e detalham variáveis associadas com o desenho, conforme definidas no quadro abaixo.

SEÇÃO	DESCRIÇÃO
HEADER	Primeira seção descrita em um arquivo DXF. Esta seção contém variáveis que configuram características gerais do desenho como, por exemplo, o layer corrente, 0 ponto inferior esquerdo e o superior direito do desenho, dentre outras.
TABLE	Descreve as características relacionadas com as entidades gráficas que são, antes da sua criação, configuradas em tabelas. Como exemplo pode-se citar tabelas de layers, estilo de texto, estilo de linha, dentre outras.
ENTITIES	Tipos de entidades gráficas (linhas, polilinhas, círculo, texto, etc.), suas coordenadas dos vértices, assim como o layer utilizado para a sua edição, dentre outras.
BLOCKS	Representa um conjunto de entidades agrupadas no formato de um bloco.

Quadro 1: Seções do arquivo DXF.

Os algoritmos do AQUACAD acessam duas seções do arquivo DXF. Na seção “TABLE” são identificados os *layers* e na seção “ENTITIES”, as entidades do tipo texto, linha e polilinha que representam elementos do projeto. A figura 5 apresenta a codificação de uma linha e os seus parâmetros. Desta forma, via linguagem de programação, por meio de um vetor do tipo *string* é possível, interpretar e criar qualquer tipo de entidade.

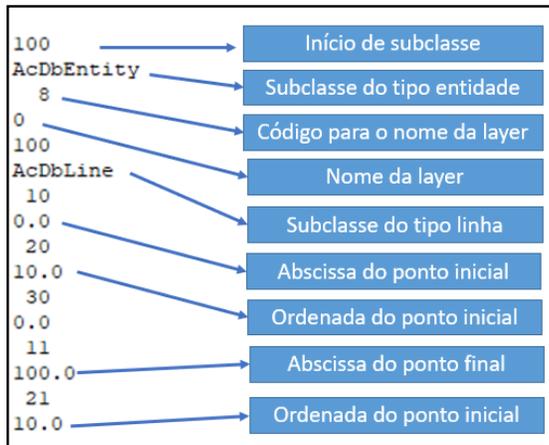


Figura 2 – Formato textual do arquivo DXF.

O arquivo no formato INP gerado pelos programas EPANET e SWMM também contém todos os elementos do estudo de caso organizados de forma textual. Ao contrário do formato DXF, sua interpretação e construção, via linguagem de programação, é bastante simples.

Já o formato SHP (shape file) por ser do tipo binário não permite uma interpretação de forma simples. A descrição da associação entre a codificação binária e os elementos do desenho pode ser verificada em ESRI (1998).

No que se refere a distribuição dos consumos nodais, a partir de uma vazão total, é considerado no AQUACAD a definição descrita por Cheung (2004), onde as demandas nos nós devem ser obtidas através do consumo ao longo dos trechos, ou seja, atribui-se metade da demanda ao longo de um trecho ao nó de montante e a outra metade dessa demanda ao nó de jusante. A figura 6 apresenta um exemplo da disposição de nós e trechos de um sistema, e como as demandas nodais serão calculadas.

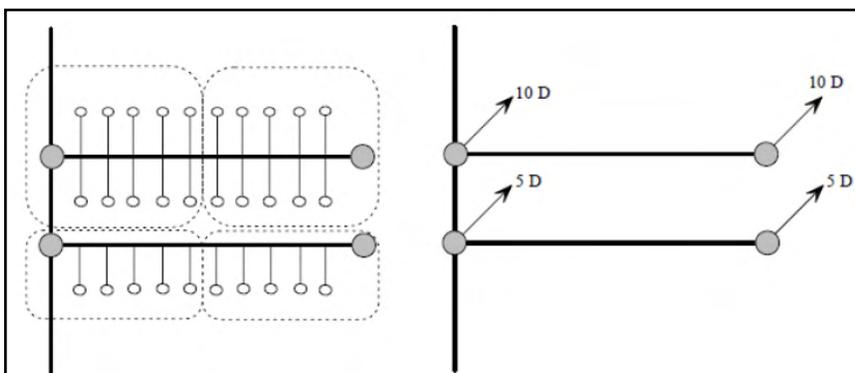


Figura 3 – Nós, ligações e alocação de demanda (Cheung, 2004).

As elevações dos nós podem ser calculadas a partir das curvas de nível que, por sua vez, devem ser entidades do tipo polilinha ou spline. Para a definição dessas elevações é realizada uma interpolação a partir de quatro amostras de pontos pelo método da média ponderada por quadrante (GISGeography, 2020).

Para o caso da conversão de DXF para INP (EPANET), além da interpolação das cotas para os nós do arquivo INP, também há a distribuição das demandas dos nós de forma automática conforme define Cheung (2004), onde atribui-se metade da demanda ao longo de um trecho ao nó de montante e a outra metade dessa demanda ao nó de jusante. Na conversão de INP para DXF, para cada trecho será gerado uma linha. Próximo ao ponto médio de cada linha haverá textos com os valores dos diâmetros e dos comprimentos. Os reservatórios também são representados no desenho junto com os seus parâmetros.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a análise da aplicação web AQUACAD será utilizado um estudo de caso referente as redes da cidade de Barreiras (BA) (figura 2). Além dos resultados gerados pela aplicação também serão analisados o tempo total do processo de automação, considerando o upload, processamento e download.

Na verificação da conversão CAD/EPANET foi considerado o sistema de abastecimento de água da margem esquerda do rio. Já na verificação da conversão CAD/SWMM foi utilizado uma zona de inundação localizada na margem direita do rio.

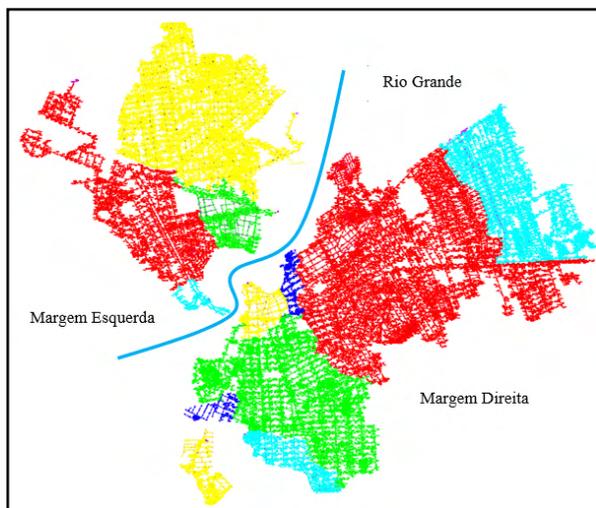


Figura 4 – Estudo de Caso.

As figuras a seguir mostram os arquivos gerados pela aplicação web a partir dos traçados realizados no CAD. Para o arquivo INP do EPANET foram interpretadas as

tubulações de água e no arquivo INP do SWMM os limites das subbacias hidrográficas.

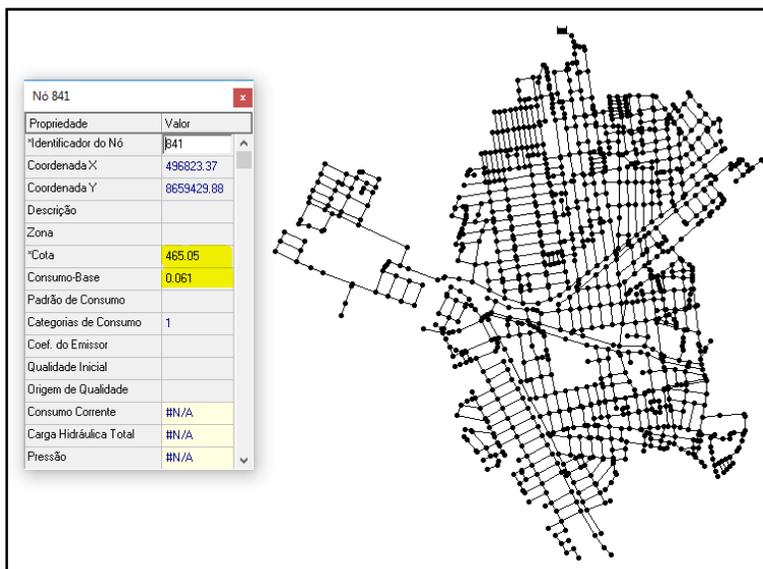


Figura 5 – Estudo de Caso - formato INP (EPANET).

O estudo de caso apresentado na figura abaixo foi objeto de trabalho de Silva *et al.* (2013) que tiveram como objetivo simular diferentes medidas de controle de cheias por meio do simulador SWMM em nível de lotes e de sub-bacias, verificando suas respectivas eficiências, de forma a contribuir com a gestão das águas pluviais dos bairros São Paulo e Vila Regina, considerados dois dos que mais sofrem com alagamentos no município de Barreiras-BA. Os limites das sub-bacias foram definidos na plataforma CAD por meio da entidade do tipo polilinha.

Em seguida foi gerado o arquivo DXF e realizado o upload para a aplicação AQUACAD. Após finalizada a conversão foi possível fazer o upload do arquivo INP no formato do SWMM.

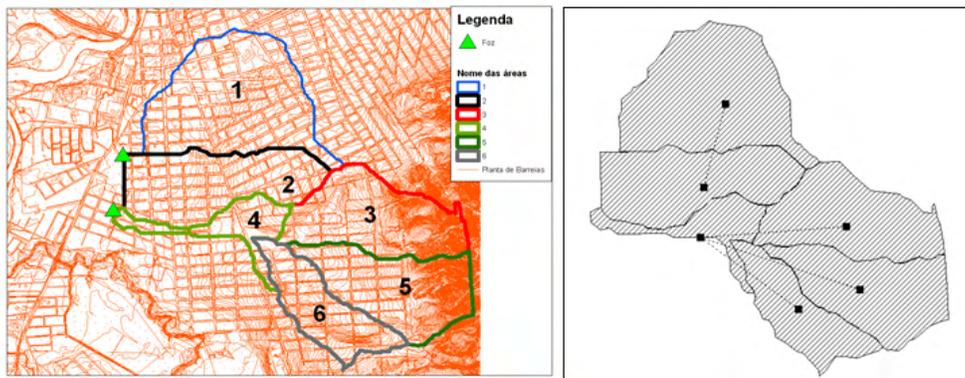


Figura 6 – Conversão entre os formatos DXF e INP(SWMM).

5 | CONCLUSÕES

A aplicação web apresentada neste trabalho atua na conversão de dois formatos de arquivos: INP e DXF. Desta forma é possível, a partir de desenhos realizados no AUTOCAD, por meio de entidades simples como linhas e polilinhas, gerar os arquivos inputs (INP) dos simuladores EPANET e SWMM de forma automática.

Para o caso do EPANET, as demandas nodais também são geradas conforme a vazão de distribuição informada pelo usuário. Entretanto, a análise hidráulica do sistema de distribuição de água como o dimensionamento das tubulações e as verificações das pressões nodais, deverão ser feitas pelo usuário no simulador EPANET. De forma semelhante, para o SWMM, os parâmetros físicos e hidrológicos também deverão ser inseridos neste simulador.

Os tempos computacionais demandados para o processo de automação serão em função do tamanho da rede. Como os algoritmos atuam unicamente na conversão de arquivos, este processo é realizado rapidamente (no máximo, em poucos segundos). O maior tempo computacional demandado será nos processos de upload e download que está associado velocidade da conexão da internet do usuário.

Contudo e devido a simplicidade do uso do AQUACAD relacionadas à entrada de dados (já que o usuário irá inserir somente entidades simples como linhas, polilinhas), ao formato de execução (feita por meio de um navegador de internet e sem a necessidade de instalação de programas) e à possibilidade do uso em qualquer sistema operacional, espera-se que esta ferramenta seja utilizada por projetistas e por acadêmicos da área de saneamento.

REFERÊNCIAS

Autocad (2020). **About the DXF Format (DXF)**. AUTODESK Knowledge. Disponível em: <https://help.autodesk.com/view/OARX/2019/ENU/?guid=GUID-235B22E0A567-4CF6-92D3-38A2306D73F3>. Acessado em 03 set. 2020.

CHEUNG, P.B. **Análise de Reabilitação de Redes de Distribuição de Água de Abastecimento via Algoritmos Genéticos Multiobjetivo**. São Carlos – S.P. 268p. Tese (Doutorado)- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,2004.

COSTA, M.G. CASTRO,M.A.H. Uma Interface de pré-processamento para o EPANET utilizando o AUTOCAD: o programa UFC2. **VI SEREA – Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água**. João Pessoa, 2006.

ESRI. **ESRI Shapefile Technical Description**, 1998.

GISGeography. Disponível em: <https://gisgeography.com/inverse-distance-weighting-idw-interpolation>. Acesso em 10 out. 2020.

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

SILVA, M.P; COSTA, L.H.M; CASTRO, M.A.H., Aplicação do Modelo de Gestão de Drenagem Urbana SWW no controle de alagamentos em Barreiras-BA. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves, 2013.

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**