

## **Ferramenta computacional aplicada ao pré-dimensionamento de estações de tratamento de esgoto por sistema australiano**

### **Computational tool applied to the pre-sizing of sewage treatment plants using the australian system**

DOI:10.34117/bjdv9n5-085

Recebimento dos originais: 10/04/2023

Aceitação para publicação: 10/05/2023

#### **Fernando Dutra Ribeiro**

Graduando em Tecnologia da Informação pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Pau dos Ferros

Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Endereço: Rodovia BR-226, KM 405, S/N, São Geraldo, Pau dos Ferros – RN, CEP: 59900-000

E-mail: fernando.ribeiro@alunos.ufersa.edu.br

#### **Alisson Gadelha de Medeiros**

Doutor em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Endereço: Rua Francisco Mota, 572, Pres. Costa e Silva, Mossoró, CEP: 59625-900

E-mail: alisson.gadelha@ufersa.edu.br

#### **Maria Josicleide Felipe Guedes**

Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Endereço: Rua Francisco Mota, 572, Pres. Costa e Silva, Mossoró, CEP: 59625-900

E-mail: mjosicleide@ufersa.edu.br

### **RESUMO**

Estações de tratamento de esgoto são fundamentais para a melhoria da qualidade dos efluentes, da disponibilidade hídrica e, sobretudo, da preservação dos corpos d'água. São diversas as tecnologias empregadas no âmbito da engenharia, por exemplo, em regiões tropicais, têm-se as lagoas de estabilização e suas variantes. Vale ressaltar que, essas variações dependem de diversos fatores de projeto associados à simplicidade operacional, à eficiência na remoção de poluentes, à segurança, à saúde e ao meio ambiente, bem como à economia. Neste sentido, na busca de uma alternativa que viabilize economia e eficiência às lagoas de estabilização, o sistema australiano é uma opção bastante difundida. Tal sistema é composto por tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia), sendo caracterizado por ligação em série de lagoa anaeróbia e lagoa facultativa em seu fluxograma de tratamento, à jusante do corpo receptor de esgoto tratado. Diante desse contexto, o presente artigo objetiva implementar uma ferramenta computacional destinada ao pré-dimensionamento das unidades de uma estação de tratamento de esgoto em sistema australiano, a fim de auxiliar no ensino didático de componentes curriculares relacionados ao saneamento e no desenvolvimento de projetos técnicos. Para tanto, o software foi implementado com a biblioteca React e com a linguagem TypeScript no desenvolvimento do front-end de código aberto, associados a elementos fundamentais

para construção de sites como HTML, CSS e JavaScript. O programa pode ser hospedado na web sendo destinado aos estudantes e profissionais da área.

**Palavras-chave:** saneamento, esgotamento sanitário, lagoas de estabilização, algoritmo, código aberto.

## ABSTRACT

Sewage treatment plants are essential for improving the quality of effluents, water availability, and, above all, the preservation of bodies of water. There are several technologies employed in the field of engineering, for example, in tropical regions, there are stabilization ponds and their variants. It is worth noting that these variations depend on several project factors associated with operational simplicity, pollutant removal efficiency, safety, health, and the environment, as well as economy. In this sense, in search of an alternative that enables economy and efficiency to stabilization ponds, the Australian system is a widely spread option. Such a system consists of preliminary treatment (screening and sand trap), being characterized by a series connection of an anaerobic pond and a facultative pond in its treatment flowchart, downstream of the treated sewage receiving body. Given this context, this article aims to implement a computational tool aimed at pre-sizing the units of a sewage treatment plant in the Australian system, in order to assist in the didactic teaching of curriculum components related to sanitation and in the development of technical projects. To do so, the software was implemented with the React library and the TypeScript language in the development of the open-source front-end, associated with fundamental elements for website construction such as HTML, CSS, and JavaScript. The program can be hosted on the web and is intended for students and professionals in the field.

**Keywords:** sanitation, sanitary sewage, stabilization ponds, algorithm, open code.

## 1 INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de esgoto (ETEs) são obras de engenharia de importante aplicação, devido às problemáticas globais relacionadas à escassez de recursos hídricos, bem como aos problemas de eficiência do tratamento da água em estações já existentes (MIWA, 2007). No Brasil, o cenário é propício à aplicação de ETEs que se beneficiam das condições climáticas resultantes do clima tropical, devido à alta luminosidade e temperaturas elevadas (LIBARDI JUNIOR, 2020).

De acordo com Von Sperling (2014), a ausência de tecnologias de alto custo na priorização de processos naturais não se relaciona aos problemas com o monitoramento da operação, a eficiência, a manutenção e a qualidade dos materiais empregados no sistema de tratamento de esgoto. Tal abordagem ocorre simplesmente pela necessidade de reduzir os custos de implementação. Nesse sentido, as lagoas de estabilização são as tecnologias mais difundidas, pois podem apresentar relativo baixo custo de construção e facilidade de operação (SILVA JÚNIOR, 2022).

Diversas ferramentas computacionais são utilizadas ou construídas em pesquisas, objetivando auxiliar na implementação adequada dos serviços de saneamento, além de modelos matemáticos e simulações através de *softwares* de dimensionamento. É importante mencionar que, para o uso dessas ferramentas, pode-se necessitar de uma instalação de programas que sejam gratuitos ou pagos. Esse fator causa dificuldade de acesso por parte de usuários, seja no âmbito profissional ou acadêmico.

Com base nessa problemática, Andrade (2016), Gomes e Bonfim (20--) e Worma (2008) desenvolveram *softwares* de pré-dimensionamento de ETEs. Destaca-se que todos eles seguem o procedimento para o sistema australiano, que consiste num sistema composto por lagoa de estabilização do tipo anaeróbia seguida de lagoa facultativa.

Worma (2008) utilizou o *software* MATLAB para desenvolvimento de sua aplicação. Entretanto, sabe-se que este necessita de licença paga para execução dos seus arquivos. A ferramenta desenvolvida por Andrade (2016) necessita do *download* de um *software* específico bem como dos arquivos do projeto. Já o *software* de Gomes e Bonfim (20--), segue a proposta de acesso via *web*, isto é, sem necessidade de baixar arquivos ou programas. Porém, é preciso possuir licença paga assim como os outros.

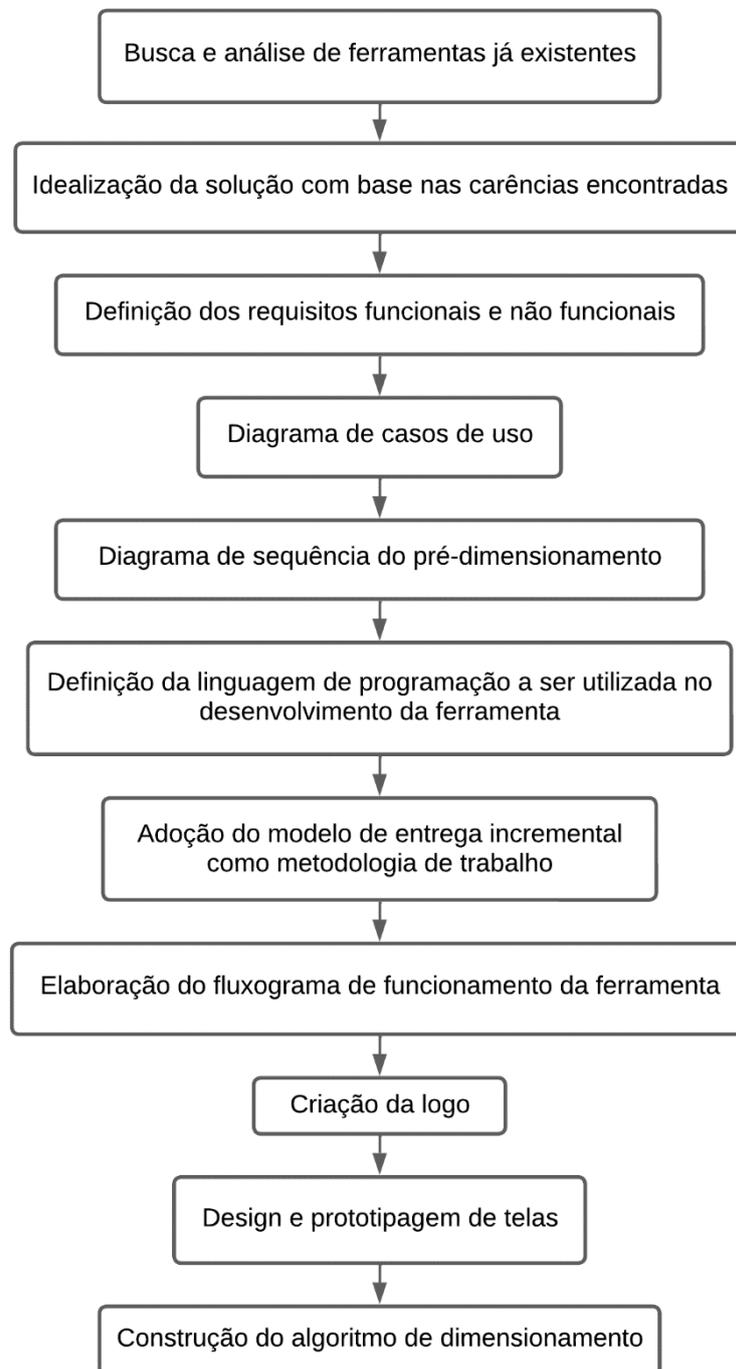
Diante desse contexto, nota-se a necessidade de *softwares* para pré-dimensionamento de ETEs compostas por lagoas de estabilização, que sejam de acesso livre e gratuito em aplicações de código aberto e de fácil acesso aos profissionais da área e para o uso educacional.

Nessa perspectiva, este artigo visou, portanto, implementar uma ferramenta computacional para o pré-dimensionamento das unidades de uma estação de tratamento de esgoto por sistema australiano, que podem auxiliar nas concepções iniciais de projeto.

## 2 METODOLOGIA

O fluxograma da Figura 1 ilustra as etapas realizadas para a elaboração deste trabalho. Detalha-se desde a parte inicial, onde foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre trabalhos relacionados ao dimensionamento de ETEs até o desenvolvimento completo da ferramenta.

Figura 1: Fluxograma de desenvolvimento do trabalho



Fonte: Autor (2023)

Com o entendimento da necessidade de construção da ferramenta, foi elaborado uma elicitação de requisitos de *software*, que consiste no processo de coletar informações e necessidades do usuário, bem como das partes interessadas, com o objetivo de definir as funcionalidades e requisitos que esta ferramenta deve possuir. Esta etapa é necessária

para que o processo de desenvolvimento do *software* ajude a fazer com que o produto final desejado seja de alta qualidade e atenda às expectativas do usuário.

Os requisitos funcionais estão elencados no Quadro 1.

Quadro 1: Requisitos funcionais

Requisito	Descrição	Prioridade
RF01 – Pré-dimensionar	O sistema deve permitir pré-dimensionar um sistema australiano a partir dos dados inseridos pelo usuário.	Alta
RF02 – Exibir resultados	O sistema deve exibir os resultados do pré-dimensionamento realizado pelo usuário.	Alta

Fonte: Autor (2023).

No Quadro 2 podem ser vistos os requisitos não funcionais levantados durante o processo de elicitação de requisitos.

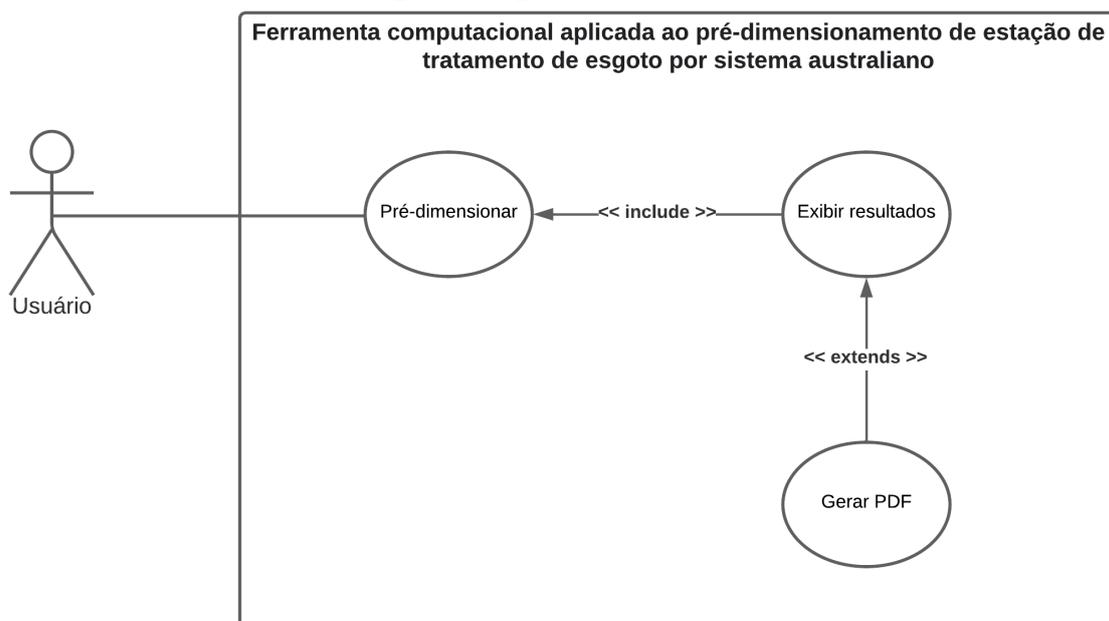
Quadro 2: Requisitos não funcionais

Requisitos	Descrição	Prioridade
RNF01 – Exibir layout	O sistema deve gerar um layout para garantir que os usuários interpretem melhor os resultados do pré-dimensionamento.	Média

Fonte: Autor (2023).

Na Figura 2 pode ser visto o diagrama de caso de uso do sistema.

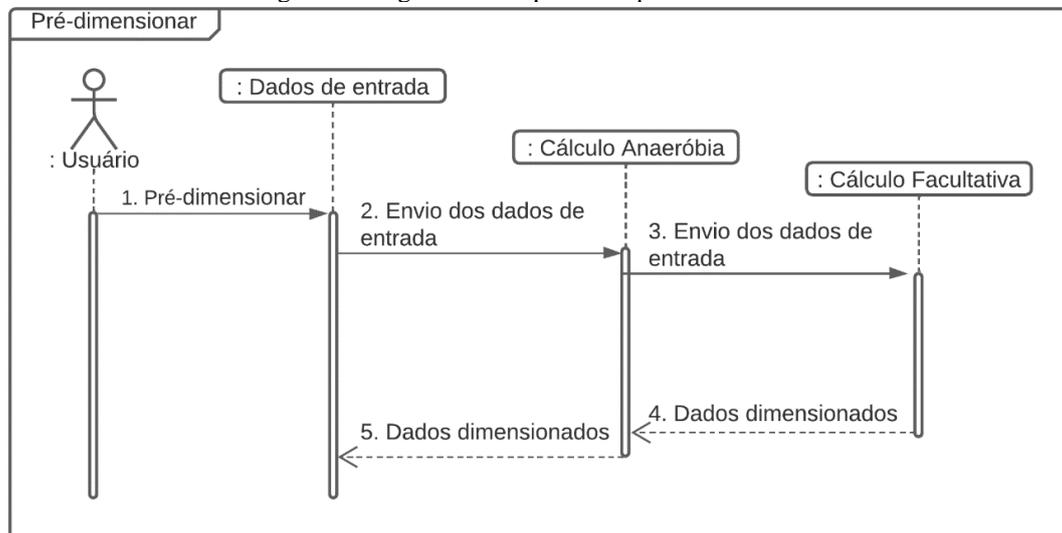
Figura 2: Diagrama de casos de uso.



Fonte: Autor (2023).

Na Figura 3 pode ser visto o diagrama de seqüência para pré-dimensionar o sistema australiano. Nele, os dados são inseridos pelo usuário do sistema.

Figura 3: Diagrama de seqüência – pré-dimensionar.



Fonte: Autor (2023).

Para tanto, na construção da ferramenta proposta neste trabalho, foram selecionadas tecnologias que garantam acessibilidade aos usuários e desvinculação de licença. Nessa perspectiva, o *software* foi implementado em React com *TypeScript*, que são de código aberto, associado a elementos HTML e CSS, que são fundamentais para a construção de sites. Algumas bibliotecas para estilização também foram necessárias pela facilidade que podem proporcionar em seu uso, como por exemplo a *styled-components*, utilizada na manipulação de elementos da folha de estilo em cascata (CSS).

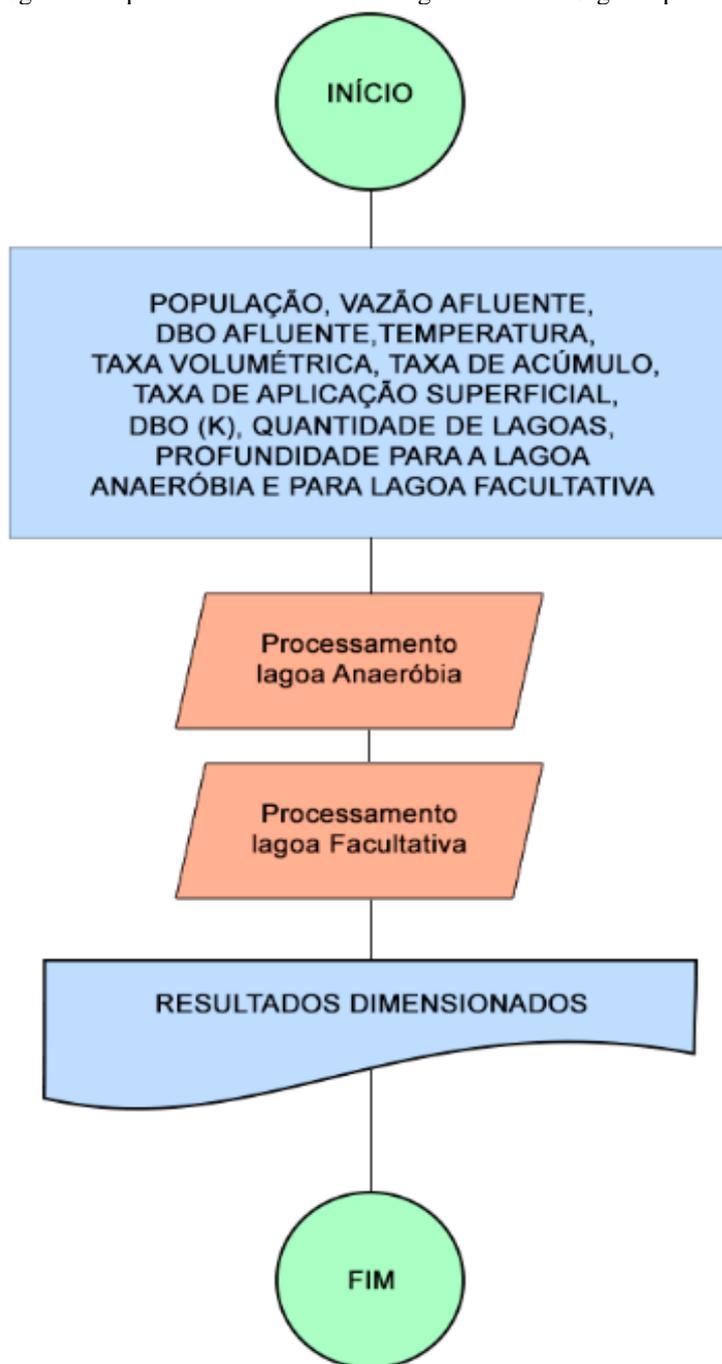
Em seguida, foi adotado o modelo de processo de *software* incremental da metodologia do Scrum, o qual tem o objetivo de desenvolver a aplicação de forma a entregar uma implementação inicial e evoluir ao longo do tempo, de acordo com o *feedback* do usuário. Portanto, tem-se uma soma de todos os incrementos, ou versões do produto, funcionando em conjunto, que resultam no produto final e, durante este processo, é necessário fazer o uso de cada incremento para que possa assim agregar valor ao mesmo (SOMMERVILLE, 2011).

Para auxiliar na construção do algoritmo, foi elaborado um fluxograma que auxilia na determinação e entendimento do que é necessário para a produção e para alcançar os resultados desejados: o pré-dimensionamento dos processos unitários de tratamento do sistema australiano. O fluxograma proporciona forte noção técnica da maneira como o

processo funcionou na fase inicial do projeto, sendo fundamental para o seu planejamento e implementação.

O fluxograma construído (Figura 4) no processo de modelagem do *software* a ser implementado, bem como os dados utilizados nos parâmetros e posteriormente dimensionados, está de acordo com o modelo do exemplo apresentado em Von Sperling (2014).

Figura 4: Fluxograma do pré-dimensionamento de lagoa anaeróbia seguida por lagoa facultativa

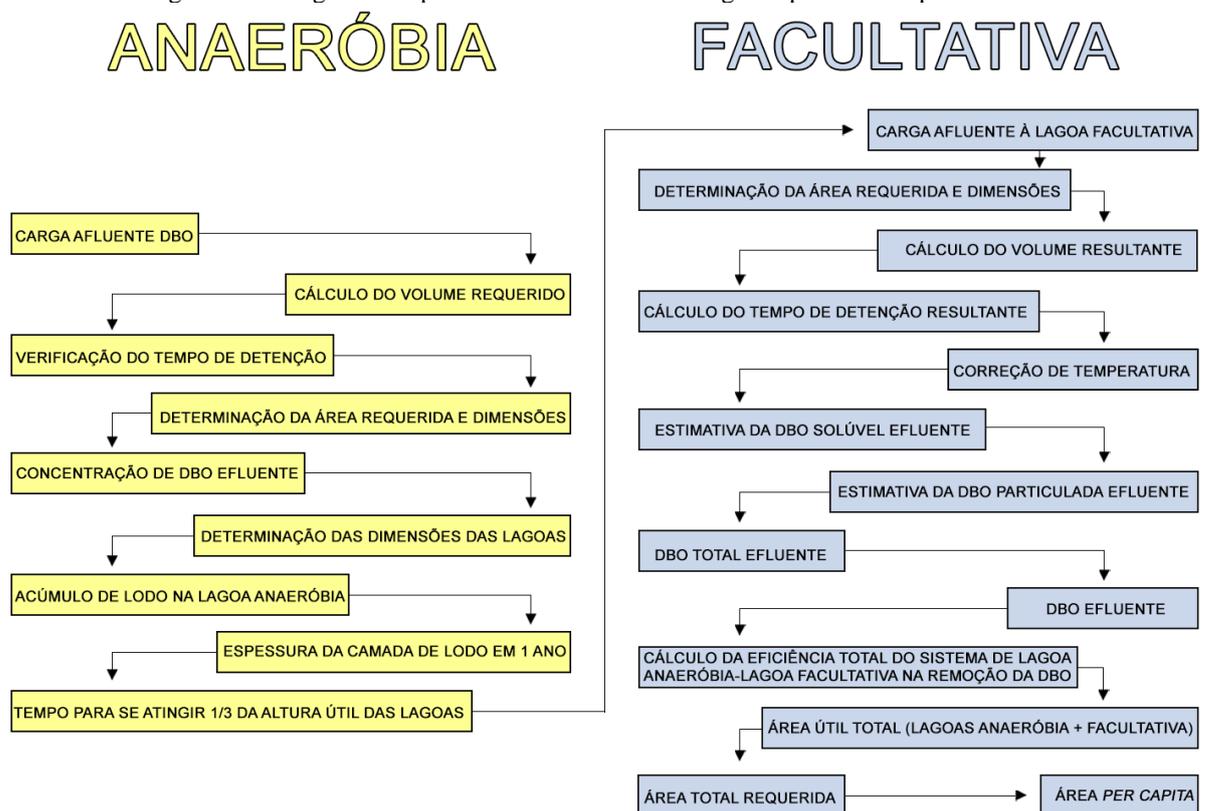


Fonte: Autor (2023).

O fluxograma da Figura 4 ilustra que a ferramenta é iniciada desde a entrada dos argumentos necessários para cálculos, como população, vazão afluente, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) afluente, temperatura, taxa volumétrica, taxa de acúmulo, taxa de aplicação superficial, coeficiente de correção para DBO (K), quantidade de lagoas, profundidade da(s) lagoa(s) anaeróbia(s), profundidade da(s) lagoa(s) facultativa(s). Posteriormente, procedimentos de cálculos são compilados para as lagoas constituintes do sistema australiano que, por fim, obtêm-se os resultados de pré-dimensionamento.

Na Figura 5 tem-se o fluxograma em detalhe do algoritmo responsável pelo processamento dos dados em cada uma das lagoas, começando pela anaeróbia e, em seguida, a facultativa.

Figura 5: Fluxograma do processamento dos dados seguido por duas etapas



Fonte: Autor (2023).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 6 ilustra a logo da ferramenta desenvolvida, a qual possui elementos que representam a área de estudo. Os elementos utilizados são a água e a tubulação do tipo

joelho. Além disso, as cores selecionadas foram o azul da água, verde dos microrganismos e branco para contraste.

Figura 6: Logo do *software* ETEUFERSA



Fonte: Autor (2023).

Após a construção da logo iniciou-se o a prototipagem de telas, pois esta é uma maneira rápida e econômica para definição das funcionalidades do projeto, dando a possibilidade de alterações hábeis onde pouco afeta no processo devido a sua facilidade de manipulação. O protótipo é ideal para que se possa simular a interação que o usuário terá. Por isso, este deve ser feito bem antes do desenvolvimento propriamente dito. Nesta fase, deve-se pensar e verificar os requisitos e premissas que foram consideradas no momento do planejamento do projeto para que, no desenvolvimento, não seja necessário desfazer ou refazer uma funcionalidade mal elaborada.

A Figura 7 e 8, respectivamente, representam o protótipo da tela inicial do sistema, que contém os campos para o usuário inserir os valores, e a tela dos resultados do pré-dimensionamento.

Figura 7: Protótipo da página inicial do ETEUFERSA

ETEUFERSA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

 **UFERSA**

Seja bem-vindo ao ETEUFERSA!

O pré-dimensionamento para uma estação de tratamento de esgoto, específica para o sistema australiano, nunca foi tão fácil!

**População**

População <sup>Ⓔ</sup>

Vazão afluente <sup>Ⓔ</sup>

DBO afluente <sup>Ⓔ</sup>

Temperatura °C <sup>Ⓔ</sup>

Taxa volumétrica <sup>Ⓔ</sup>

Taxa de acúmulo <sup>Ⓔ</sup>

Quantidade de lagoas <sup>Ⓔ</sup>

Proporção/1 <sup>Ⓔ</sup>

K <sup>Ⓔ</sup>

DQO <sup>Ⓔ</sup>

Adote profundidades para as lagoas de estabilização!

Anaeróbia <sup>Ⓔ</sup>

Facultativa <sup>Ⓔ</sup>

**Dimensionar**

**Apoio**

UFERSA

**Desenvolvedores**

Fernando Dutra Ribeiro  
Alisson Gadelha de Medeiros

**Informações**

 Pau dos Ferros - RN  
 ---

© Copyright 2023 - Todos os direitos reservados

Fonte: Autor (2023).

Figura 8: Resultados do dimensionamento

ETEUFERSA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO



**Seja bem-vindo ao ETEUFERSA!**

O pré-dimensionamento para uma estação de tratamento de esgoto, específica para o sistema australiano, nunca foi tão fácil!

População

Panel de entrada de dados

<b>População</b> <input type="text" value="20.000"/>	<b>Vazão afluente</b> <input type="text" value="3.000"/>	<b>DBO afluente</b> <input type="text" value="350"/>	<b>Temperatura °C</b> <input type="text" value="23"/>
<b>Taxa volumétrica</b> <input type="text" value="0,15"/>	<b>Taxa de acúmulo</b> <input type="text" value="0,04"/>	<b>Quantidade de lagoas</b> <input type="text" value="2"/>	<b>Proporção/1</b> <input type="text" value="2"/>
<b>K</b> <input type="text" value="0,27"/>	<b>DQO</b> <input type="text" value="500"/>		

Adote profundidades para as lagoas de estabilização!

<b>Anaeróbia</b> <input type="text" value="4,5"/>	<b>Facultativa</b> <input type="text" value="1,8"/>
--	--

[Dimensionar](#)

Lagoa Anaeróbia

<b>Carga afluente de DBO</b>	1.050 kgDBO/m <sup>3</sup> .d
<b>Volume</b>	7000 m <sup>3</sup>
<b>Tempo</b>	2,3 dia
<b>Área</b>	1556 m <sup>2</sup>
<b>Acumulação anual</b>	800 m <sup>3</sup> /ano
<b>Espessura</b>	51 cm/ano
<b>Tempo para atingir 1/3</b>	2,9 anos

Lagoa Facultativa

<b>Carga afluente</b>	420 kgDBO/d
<b>Área</b>	1,9 ha (1.900 m <sup>2</sup> )
<b>Área de cada lagoa</b>	9500,0 m <sup>2</sup>
<b>Volume</b>	34.200 m <sup>3</sup>
<b>Tempo</b>	1,14 m <sup>3</sup> /ano
<b>KT</b>	0,31 cm/ano
<b>S</b>	103 mg/l
<b>DBO<sub>5</sub> Particulada</b>	28 mgDBO <sub>5</sub> /l
<b>DBO Efluente</b>	59 mg/l

Sistema Australiano

<b>Eficiência</b>	83%
<b>Área Útil Total</b>	2,1 ha
<b>Área Total</b>	2,7 ha
<b>Área per capita</b>	1,4 m <sup>2</sup> /hab
<b>Relação DQO/DBO = 1,43</b>	Indicação para tratamento biológico

Layout do sistema



[Gerar Relatório](#)

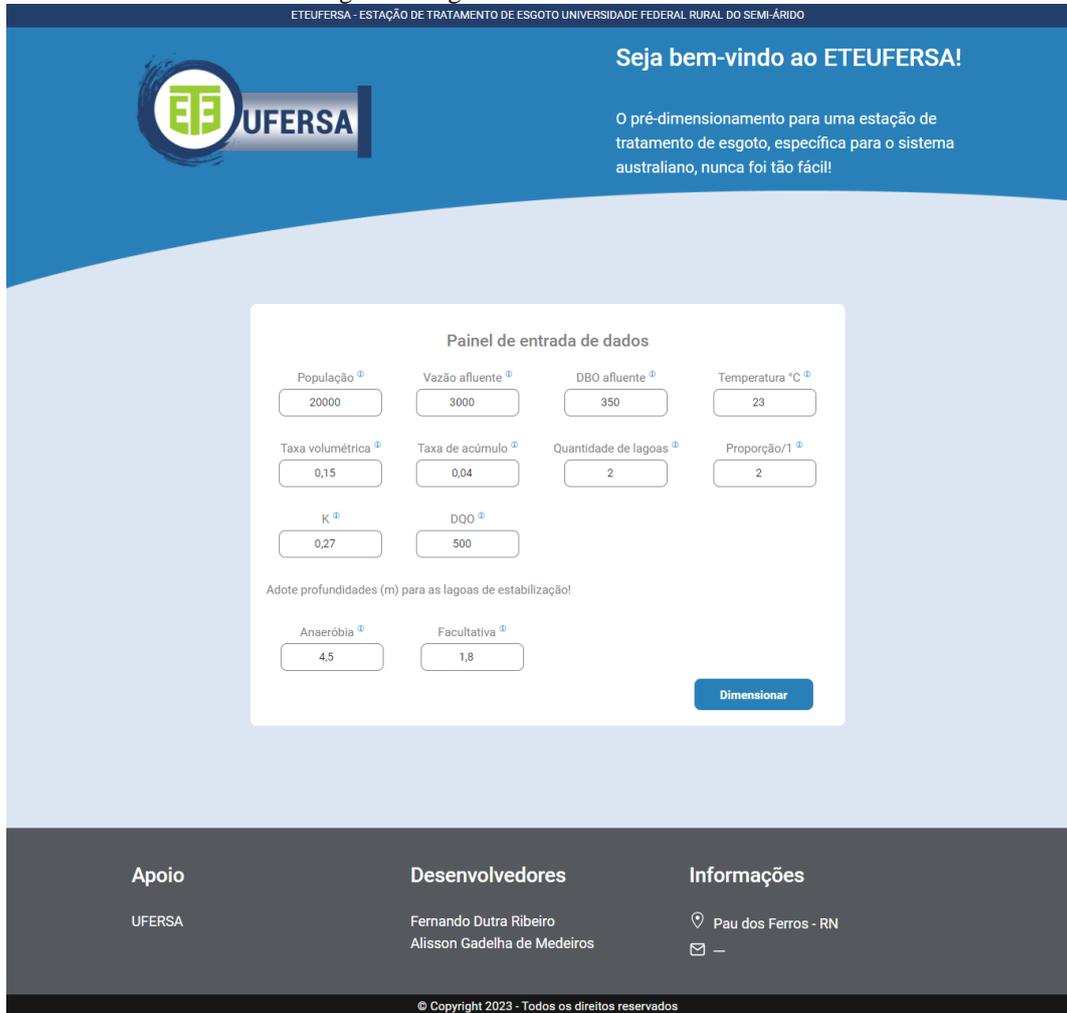
<p><b>Apoio</b></p> <p>UFERSA</p>	<p><b>Desenvolvedores</b></p> <p>Fernando Dutra Ribeiro Alisson Gadelha de Medeiros</p>	<p><b>Informações</b></p> <p><span style="font-size: small;">📍</span> Pau dos Ferros - RN <span style="font-size: small;">✉</span> ---</p>
-----------------------------------	---	--

© Copyright 2023 - Todos os direitos reservados

Fonte: Autor (2023).

A partir da etapa de prototipagem, iniciou-se a construção da tela inicial que recebe os dados de entrada para posteriormente serem dimensionados. A Figura 9 ilustra o resultado da interface desenvolvida.

Figura 9: Página inicial do ETEUFERSA.



ETEUFERSA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

Seja bem-vindo ao ETEUFERSA!

O pré-dimensionamento para uma estação de tratamento de esgoto, específica para o sistema australiano, nunca foi tão fácil!

**Painel de entrada de dados**

População <sup>Ⓢ</sup>	Vazão afluente <sup>Ⓢ</sup>	DBO afluente <sup>Ⓢ</sup>	Temperatura °C <sup>Ⓢ</sup>
20000	3000	350	23
Taxa volumétrica <sup>Ⓢ</sup>	Taxa de acúmulo <sup>Ⓢ</sup>	Quantidade de lagoas <sup>Ⓢ</sup>	Proporção/1 <sup>Ⓢ</sup>
0,15	0,04	2	2
K <sup>Ⓢ</sup>	DQO <sup>Ⓢ</sup>		
0,27	500		
Adote profundidades (m) para as lagoas de estabilização!			
Anaeróbia <sup>Ⓢ</sup>	Facultativa <sup>Ⓢ</sup>		
4,5	1,8		

[Dimensionar](#)

**Apoio**  
UFERSA

**Desenvolvedores**  
Fernando Dutra Ribeiro  
Alisson Gadelha de Medeiros

**Informações**  
Pau dos Ferros - RN  
✉ —

© Copyright 2023 - Todos os direitos reservados

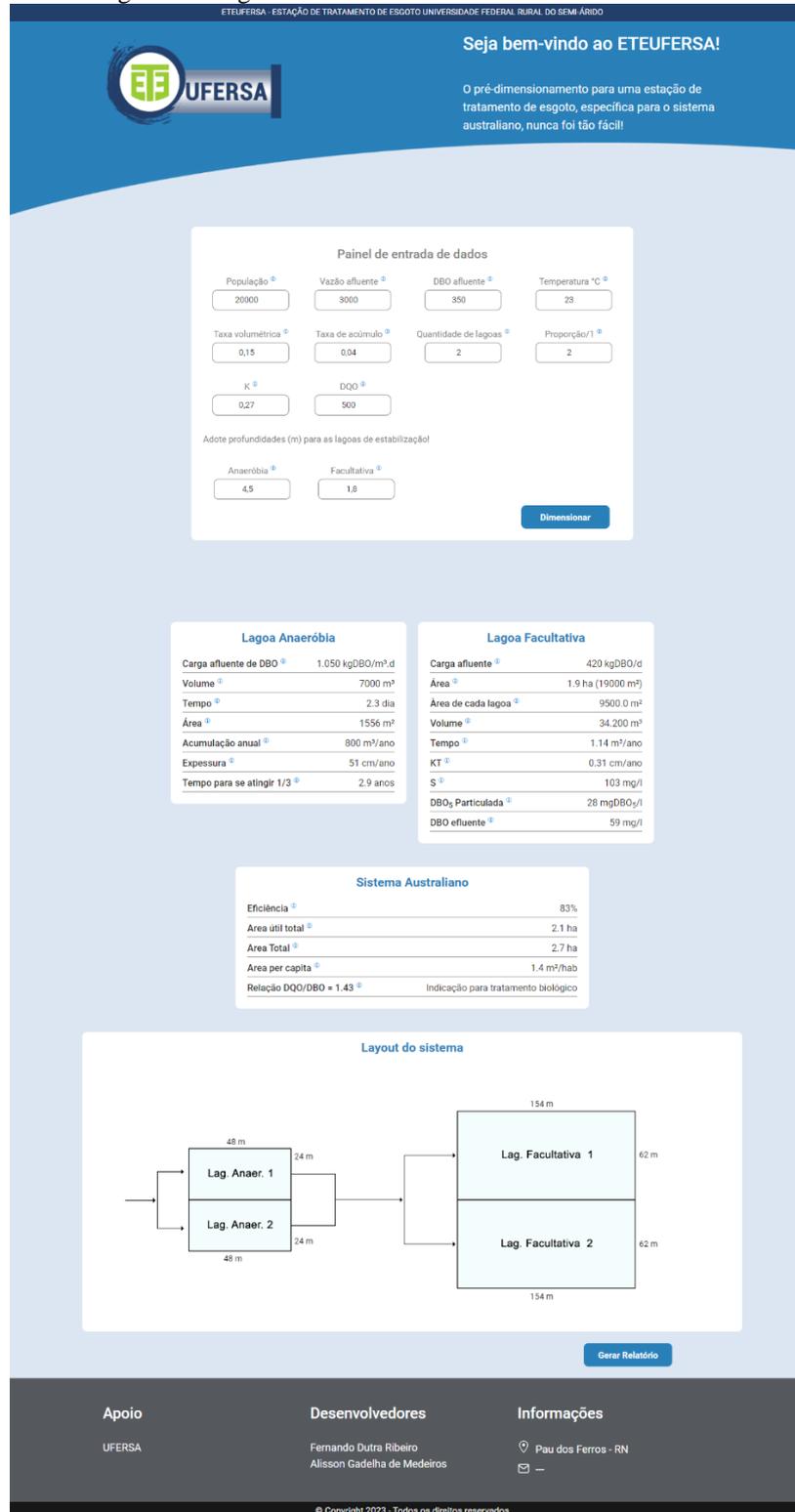
Fonte: Autor (2023).

Logo após, seguiu-se o dimensionamento conforme o passo a passo do fluxograma apresentado na Figura 5. Alguns dos campos passaram por uma breve validação, para que o usuário não insira valores negativos e, para aqueles campos obrigatórios, apresenta-se uma borda vermelha e uma mensagem de *feedback* para caso ele clique em dimensionar sem que antes estas condições estejam satisfeitas.

O processamento iniciará pelo dimensionamento da lagoa anaeróbia e em seguida será calculado o dimensionamento da facultativa para que, por fim, estes valores possam ser exibidos na tela de resultados, assim como apresentado na Figura 10.

A próxima etapa foi a construção da tela de resultados. Nela, são exibidos os resultados do dimensionamento feito anteriormente. A Figura 10 mostra como ficou a disposição final da tela de resultados.

Figura 10: Página final dos resultados do dimensionamento



Fonte: Autor (2023)

Por fim, um relatório analítico é gerado para que o usuário salve as informações fornecidas pelo *software* ETEUFERSA. A Figura 11 mostra o relatório analítico composto por um cabeçalho contendo informações da instituição e da ferramenta. Logo abaixo são exibidos os valores de entrada que o usuário inseriu no painel de entrada de dados e, em seguida, os valores dimensionados com suas respectivas denominações.

Figura 11: Página 1 do relatório analítico

```
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO
SEMI-ÁRIDO - UFERSA

Este programa é destinado à realização do pré-dimensionamento para
uma estação de tratamento de esgoto do tipo anaeróbia seguida por
lagoa facultativa (sistema australiano)
```

---

```
Dados de entrada

Populacao: 20000
Vazão afluente: 3000
DBO afluente: 350
Temperatura: 23
Taxa volumétrica: 0.15
Taxa de acúmulo: 0.04
Quantidade de lagoas: 2
Proporção/1: 2
K: 0.27
Profundidade Anaeróbia: 4.5
Profundidade Facultativa: 1.8
DQO fornecido: 500

Lagoa Anaeróbia

Carga afluente de DBO = 1.050 kgDBO/m³.d
Volume resultante da lagoa anaeróbia = 7000 m³
Tempo de detenção = 2.3 dia
Área requerida = 1556 m²
Acúmulo de lodo na lagoa anaeróbia = 800 m³/ano
Espessura da camada de lodo em 1 ano = 51 cm/ano
Tempo para se atingir 1/3 da altura útil das lagoas = 2.9 ano(s)

Lagoa Facultativa

Carga afluente à lagoa facultativa = 420 kgDBO/d
Área requerida = 1.9 ha (1.900 m²)
Área individual para cada lagoa facultativa = 9500.0 m²
volume resultante da lagoa facultativa = 34.200 m³
Tempo de detenção Resultante = 1.14 m³/ano
Correção para a temperatura de 23°C = 0.31 cm/ano
Estimativa da DBO solúvel efluente = 103 mg/l
Estimativa da DBO particulada efluente = 28 mgDBO
DBO total efluente = 59 mg/l

Sistema Australiano

Eficiência = 83%
Área útil total = 2.1 ha
Área Total = 2.7 ha
Área per capita = 1.4 m²/hab
Relação DQO/DBO = 1.43 (Baixa) - A fração biodegradável é elevada.
```

Fonte: Autor (2023).

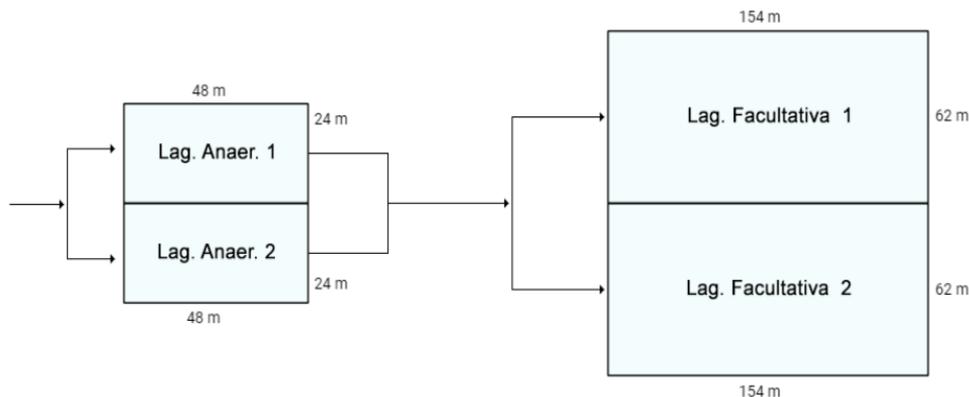
A Figura 12 ilustra a página 2 do relatório analítico, a qual exibe o *layout* do sistema australiano gerado pelo pré-dimensionamento feito pelo usuário. A imagem em 2D do sistema vem acompanhada de seus valores de comprimento e largura de cada lagoa.

Figura 12: Página 2 do relatório analítico

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFRSA

Este programa é destinado à realização do pré-dimensionamento para uma estação de tratamento de esgoto do tipo anaeróbia seguida por lagoa facultativa (sistema australiano)

Layout do Sistema Australiano



Fonte: Autor (2023).

O programa desenvolvido para acesso *web* tem por si só algumas vantagens para o usuário final que deseja utilizar este tipo de ferramenta. Em primeiro lugar, tem-se que a ferramenta é acessível, dado que precisa apenas de acesso à internet e um navegador em sua máquina para utilizá-la. Outro ponto vantajoso é a não necessidade de instalar outros *softwares*, sejam eles pagos ou gratuitos para que seja possível executar o programa e seus respectivos cálculos.

Um ponto relevante a ser considerado é o não uso de um *back-end* para a proposta desta ferramenta, tendo em vista o próprio uso do navegador ser responsável pela execução do algoritmo e demais funcionalidades fornecidas. Por meio dos requisitos levantados, foi optado pela não utilização do *back-end*, visto que há uma ausência de necessidade de armazenamento de dados do usuário bem como cálculos efetuados e demais funcionalidades possíveis de se implementar. Com isso, o usuário pode simplesmente armazenar o relatório gerado no formato PDF (*Portable Document Format*) na sua própria máquina.

Em uma comparação com a ferramenta desenvolvida por Andrade (2016), o software desenvolvido acaba por possuir a limitação de compatibilidade apenas para o sistema operacional Windows, pois a linguagem Visual Basic não possui compatibilidade com outras plataformas populares como o Mac OS, Linux, Android e IOS. A vantagem de ter escolhido tecnologias da web, como HTML, CSS e JavaScript está no fato de serem

ferramentas que podem ser acopladas a outras tecnologias como Electron, usado para desktop, e React Native para plataformas mobile, ampliando assim a quantidade de ambientes acessíveis.

Tendo em vista que os cálculos e conteúdos sobre a implementação são fornecidos por um livro utilizado no meio acadêmico, a ferramenta desenvolvida por este artigo se torna uma alternativa gratuita em relação à ferramenta desenvolvida por Gomes e Bonfim (20--).

Em relação a ferramenta desenvolvida por Worma (2008), também se trata de uma aplicação do tipo desktop, enquanto a ETEUFERSA pode estar disponível na web e, assim, acessível por qualquer dispositivo que possua um navegador de internet.

Uma desvantagem que pode ser considerada, é o fato de a ferramenta ainda não efetuar o dimensionamento de outras lagoas que normalmente são utilizadas para agregar ao tratamento de esgoto, como por exemplo, a lagoa de maturação, que se acopla em seguida da facultativa antes de entrar no corpo d'água receptor, dentre outras tecnologias em nível secundário.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ferramenta ETEUFERSA proporciona um acesso gratuito e sem a necessidade de baixar *softwares* para o pré-dimensionamento de um sistema de tratamento de esgoto. A ferramenta implementada viabiliza o pré-dimensionamento e gera relatório com os resultados do sistema australiano.

A ferramenta desenvolvida pode ser utilizada tanto no âmbito acadêmico, por estudantes e professores, quanto por profissionais responsáveis por projetos de saneamento básico, sendo de livre e fácil acesso à comunidade em geral. Apenas é necessário que o usuário insira corretamente os parâmetros e consiga interpretar de maneira adequada o relatório gerado.

É interessante ressaltar que é possível ampliar a ferramenta ETEUFERSA com a finalidade de pré-dimensionar outros tipos de ETEs além do sistema australiano. Além disso, a aplicação de um serviço de back-end é pertinente, o qual pode possibilita armazenar dados do usuário para que se possa fornecer um histórico de dimensionamentos feito por ele, entre outros recursos.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Verônica Silveira de. Universidade Federal de Juiz de Fora, curso de engenharia ambiental e sanitária, sistema computacional para pré-dimensionamento de estações de tratamento de esgotos domésticos para municípios de pequeno e médio porte. Rio de Janeiro, mar. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11226.44484>>.

GOMES JÚNIOR, Marcus Nóbrega; BONFIM, Nathanael (comp.). Dimensionamento de Sistema Australiano. 20--. Disponível em: <https://engenheiroplanilheiro.com.br/produto/dimensionamento-de-sistema-australiano/>. Acesso em: 05 nov. 2022.

LIBARDI JUNIOR, Nelson. Sistemas de tratamento para água e efluentes. Curitiba: Contentus, 2020. 55 p.

SILVA JÚNIOR, Osmar Pereira da. Pós-tratamento físico-químico de efluente de lagoas de estabilização: potencialidade da utilização do lodo na construção civil. 2022. Tese (Doutorado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2022.

MIWA, Adriana Cristina Poli. Avaliação do funcionamento do sistema de tratamento de esgoto de Cajati, Vale do Ribeira de Iguape (SP), em diferentes épocas do ano. 2007. 3 f. Tese (Doutorado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2007.

SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software/ Ian Sommerville; tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves; revisão técnica Kechi Hirama. - 9. ed. - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011

VON SPERLING, Marcos. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Lagoas de Estabilização. 3. ed. Minas Gerais: Ufmg, 2017.

WORMA, Fernando. Desenvolvimento de software para dimensionamento de lagoas de estabilização anaeróbia seguida de facultativa e facultativa. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.