

DIMENSIONAMENTO DE TANQUE SÉPTICO: Desenvolvimento de aplicativo.

Paulo Victor de Melo Telles

pvmt@discente.ifpe.edu.br

Ronaldo Faustino da Silva

ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

O objetivo do trabalho foi desenvolver um aplicativo para dispositivos Android com o intuito de auxiliar profissionais habilitados no dimensionamento de tanques sépticos em projetos sanitários. A utilização da plataforma *low code* possibilitou a estruturação tanto do *front-end* quanto do *back-end*. Além disso, por meio dos coeficientes previstos na NBR 17076/2024, a interpretação dos dados inseridos pelos usuários foi significativamente facilitada. Desta forma, espera-se que os profissionais habilitados realizem o correto dimensionamento dos tanques sépticos a serem projetados. No que tange ao aplicativo, possibilitou-se aos usuários a familiaridade da tela de inserção de dados com a de apresentação de resultados. Além disso, as funcionalidades de automação e integração de dados incorporadas ao aplicativo "FossaMais" foram projetadas para reduzir a complexidade e simplificar de forma substancial o processo de concepção inicial dos projetos de tanques sépticos.

Palavras-chave: Software; fossa séptica; esgoto sanitário

ABSTRACT

The objective of this work was to develop an application for Android devices aimed at assisting qualified professionals in sizing septic tanks for sanitation projects. The use of a low-code platform enabled the structuring of both the front-end and back-end. Furthermore, through the coefficients provided in NBR standards 17076/2024, the interpretation of user-entered data was significantly simplified. In this way, it is expected that qualified professionals will be able to correctly size the septic tanks to be designed. Regarding the application, it allowed users to experience familiarity between the data entry screen and the results presentation screen. Additionally, the automation and data integration functionalities incorporated into the "FossaMais" app were designed to reduce complexity and substantially simplify the initial design process of septic tank projects.

Keywords: Software; septic tank; sanitary sewage

1 INTRODUÇÃO

Ignaz Philipp Semmelweis, médico húngaro e residente chefe da Clínica de Maternidade do Hospital Geral de Viena, percebeu em 1846 que havia uma correlação entre a falta de higienização e manifestações patológicas em seus pacientes. Baseando-se em observações e informações estatísticas, constatou que a falta de higienização das mãos e de utensílios médicos acentuava a taxa de mortalidade de seus pacientes, conduzindo assim, o primeiro estudo experimental relacionado à falta de higienização das mãos e de equipamentos à febre puerperal (Neufeld, 2020). Esta foi, talvez, a primeira percepção da necessidade de higienização e mitigação da proliferação de agentes patogênicos.

A degradação da qualidade ambiental ocorre por meio da poluição proveniente dos resíduos das atividades humanas, resíduos estes que, direta ou indiretamente, prejudicam a saúde, o desenvolvimento das atividades sociais e econômicas, a segurança e o bem-estar da população. As características naturais da água utilizada no dia a dia da sociedade são alteradas devido a mistura com diversas substâncias, cuja constituição é vinculada à finalidade para a qual foi empregada. Nesse sentido, sua devolução ao meio ambiente sem o devido tratamento, especialmente nos corpos d'água, gera problemas ambientais e manifestações patológicas nos seres vivos por meio da transmissão de agentes patogênicos e vetores (Brasil, 2019).

O lançamento de esgoto bruto resulta na poluição do solo e de corpos d'água, favorecendo, neste último, o processo de eutrofização devido à alta concentração de nitrogênio e fósforo. Além disso, o contato com os agentes patogênicos presentes no esgoto bruto pode causar doenças de veiculação hídrica como cólera, diarreias, febres entéricas, hepatites, esquistossomose, leptospirose, entre outras. Em âmbito global, essas doenças constituem a segunda maior causa de morte na infância, com uma estimativa anual de 1,5 milhão de óbitos, ficando atrás apenas das infecções respiratórias. Globalmente, cerca de 88% das mortes causadas por diarreia estão relacionadas ao saneamento inadequado. Desses óbitos, 99% ocorrem em países em desenvolvimento, e aproximadamente 84% são de crianças. O impacto dessas doenças varia conforme as regiões do Brasil e os diversos grupos sociais (WHO, 2009; UNICEF, 2009; Moura, 2016).

Entre 2000 e 2002, as regiões com maior incidência de casos de diarreia no Brasil foram a Região Sudeste, com 42,6%, seguida da Região Nordeste, com 40,4% do total de casos registrados pela Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde. Já entre 2008 e 2019, a doença de Chagas, as diarreias e as disenterias tiveram um impacto significativo no índice de mortalidade associado ao saneamento ambiental inadequado, representando 81,5% dos óbitos no período (Costa & Cirilo, 2011; IBGE, 2021). Em vista disso, é evidente a necessidade de evitar o contato dos resíduos das atividades humanas com as águas de abastecimento, os alimentos e a população, além de garantir sua destinação para o correto tratamento e disposição final, como medida fundamental para o gerenciamento do ciclo de uso da água.

O aumento do consumo de água e a ampliação constante do volume de água residual não reaproveitável acompanham o crescimento urbano e o desenvolvimento tecnológico. Porém, essa rápida evolução não é acompanhada proporcionalmente pelo desenvolvimento do setor de esgotamento sanitário. Um levantamento realizado pelo ATLAS Esgotos sugere investimentos na ordem de R\$ 149,5 bilhões, dos quais R\$ 101,9 bilhões deveriam ser aplicados à coleta de esgotos, enquanto R\$ 47,6 bilhões seriam destinados ao tratamento, com o objetivo de universalizar os serviços

de esgotamento sanitário no Brasil dentro de um horizonte de planejamento até 2035 (Brasil, 2022).

A nível nacional, cerca de 43% da população dispõem de esgoto coletado e tratado, 12% utilizam soluções individuais caracterizando que apenas 55% possuem tratamento considerado adequado, 18% tem apenas a coleta (sem tratamento) e 27% não possuem coleta nem tratamento. Diante da situação atual, precária e ineficiente, de esgotamento sanitário no país, soluções de tratamento individuais podem oferecer uma melhora na qualidade de vida da população (ANA, 2017).

A necessidade pela resolução de processos de forma ágil vem crescendo à medida que a população e a tecnologia se desenvolvem e, aliado a isso, opções como aplicativos para dispositivos móveis vem se popularizando cada vez mais com o intuito de democratizar o acesso à informação. Para isso, plataformas de baixo código (Low Code Development Platform – LCDP) fornecem um ambiente interativo para a criação de aplicativos com pouca programação manual e tem se popularizado pela praticidade no desenvolvimento baseada em interface gráfica de usuário (Graphical User Interface – GUI).

Dessa forma, evidencia-se a importância da difusão e desburocratização de informações a respeito da importância do correto tratamento de esgotos e, além disso, a importância de facilitar o processo de dimensionamento de sistemas individuais de tratamento de esgoto. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo para dispositivos Android, para auxiliar profissionais habilitados no dimensionamento de tanques sépticos no projeto sanitário.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Saneamento Básico

A Constituição Federal atribuiu ao Poder Público as diversas atividades desenvolvidas no âmbito do saneamento básico e, conforme disposto pelo art. 182, cabe ao ente político municipal a execução de políticas de desenvolvimento urbano. Em 5 de janeiro de 2007, foi publicada a Lei Federal 11.445, a qual regulou e estabeleceu as diretrizes nacionais para a universalização do saneamento básico, como planejamento, regulação e fiscalização, definição de entidade de regulação, exigência de estudos de viabilidade financeira e técnica em contratos, entre outros. Isso posto, compete à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios as atividades desenvolvidas no âmbito do saneamento básico, muito embora nem todos tenham competência plena, seja legislativa ou material, para tal.

A Lei Federal 14.026/2020, conforme disposto em seu Art. 3, define saneamento básico como o “conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas”. Serviços estes que, atuando em conjunto, exercem um impacto significativo na saúde pública e em diversas outras áreas. Dentre os serviços supracitados, destaca-se o Sistema de Esgotamento Sanitário, que atualmente não atende integralmente à população brasileira.

2.2 Esgotamento Sanitário

A água, durante o seu ciclo de uso, é incorporada por inúmeras substâncias que alteram suas características, passando a ser classificada como águas servidas ou esgotos, o que indica a predominância de matéria orgânica e inorgânica, alta concentração de agentes patogênicos e não patogênicos. Seu volume depende exclusivamente do número de pessoas atendidas, sendo gerado a partir da água de abastecimento. É composta por aproximadamente 99,9% de fase líquida, atuando como agente transportador, e 0,1% de fase sólida. Sua classificação é feita de acordo com sua origem em dois grupos principais: esgotos domésticos e esgotos industriais (Rêbello, 2011).

A NBR 9648 define esgoto doméstico como “o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas”, cuja composição é fundamentalmente orgânica, correspondendo as águas que contém os dejetos humanos no esgotamento de peças sanitárias e as águas servidas provenientes das atividades domésticas. Também estão incluídos os efluentes das instalações sanitárias de estabelecimentos comerciais, empresariais e institucionais. A mesma NBR define esgotos industriais como o “despejo líquido resultante dos processos industriais”, cuja composição é variável de orgânica a inorgânica e, geralmente, é mais rica em sólidos dissolvidos do que os esgotos domésticos. Compreendem os resíduos orgânicos de várias indústrias, como indústrias alimentícias, matadouros, agroindústrias, químicas, metalúrgicas, cerâmicas, entre outras. Uma fração dos efluentes industriais está associada às instalações sanitárias de funcionários e aos refeitórios, cuja composição é similar à dos esgotos domésticos (ABNT, 1986; Brasil, 2019).

Gonçalves *et al.* (2006) define Águas Negras como águas residuárias provenientes de vasos sanitários, contendo basicamente fezes, urina e papel higiênico ou proveniente de dispositivos separadores de fezes e urina, tendo em sua composição, grandes quantidades de matéria fecal e papel higiênico. Apresentam partículas sólidas em suspensão e concentração orgânica elevada. No caso das Águas Cinzas, são águas residuárias provenientes dos diversos pontos de consumo de água na edificação (lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça). O autor também cita que alguns autores consideram a água residuária de cozinhas como água negra por causa da concentração elevada de matéria orgânica, óleos e gorduras.

2.2.1 Sistemas de esgotamento sanitário

O Sistema de Esgotamento Sanitário é considerado como o conjunto de obras e instalações cujo objetivo é realizar o afastamento, transporte, tratamento e a destinação final dos esgotos, de forma adequada do ponto de vista sanitário e ambiental (Salles *et al.*, 2015, p. 11).

Devido a amplitude de alternativas técnicas disponíveis, os Sistemas de Esgotamento Sanitário dividem-se em sistemas individuais, indicados quando não há rede coletora disponível e sistemas coletivos, indicados para agrupamentos de edificações residenciais e/ou comerciais. No entanto, as soluções coletivas costumam ser projetadas para atender, no mínimo, uma bacia ou sub-bacia hidrográfica dentro do quadro urbano de uma cidade (Brasil, 2019).

2.2.1.1 Soluções de esgotamento individuais – Sistema de Fossa Séptica

As soluções individuais abrangem situações de utilização com e sem o abastecimento de água e afetam diretamente no tipo de solução a ser utilizada. Normalmente são adotados em regiões onde não há viabilidade econômica na implantação de sistemas coletivos por causa da baixa densidade habitacional.

Uma solução individual bastante comum é o sistema de Fossa Séptica (Tanque séptico) que, de acordo com a NBR 7229 (ABNT, 1993), consiste no “conjunto de unidades destinadas ao tratamento e à disposição de esgotos, mediante utilização de tanque séptico e unidades complementares de tratamento e/ou disposição final de efluentes e lodo”.

O Tanque Séptico é definido como uma “unidade de fluxo horizontal para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão” com geometria cilíndrica ou prismática retangular, ou seja, são unidades simples e econômicas de tratamento de efluentes em nível primário, nas quais ocorre simultaneamente, em câmara única ou em série, a precipitação dos sólidos e a digestão anaeróbia do lodo, que permanece acumulado no fundo por período suficiente para sua estabilização (ABNT, 2024).

2.3 Dimensionamento de Sistema Fossa Séptica

O dimensionamento de tanques sépticos é regido pela NBR 17076 que estabelece as diretrizes sobre Projeto de sistemas de tratamento de esgoto de menor porte.

Os tanques sépticos devem ser inseridos em locais estratégicos que distem, no mínimo, de 1,5 m em relação a construções, limites de terrenos, ramais prediais de água, bem como a 3,0 m de sumidouros, valas de infiltração, árvores e plantas com raízes que interfiram e afetem as instalações do sistema de tratamento, de qualquer ponto da rede pública de abastecimento de água e, a 15,0 m de poços freáticos e de corpos d’água de qualquer natureza. No caso de impossibilidade de atender aos requisitos supracitados, o projeto deve indicar solução técnica de forma a não interferir, contaminar e/ou prejudicar as estruturas existentes (ABNT, 2024).

Para o dimensionamento, o volume útil total do tanque séptico é calculado pela equação abaixo:

$$V = 1000 + N * (q * T + K * L_f)$$

Onde:

V é o volume útil, em litros;

N é o número de pessoas ou unidades de contribuição;

q é a contribuição de efluente, em litro/pessoa/dia ou em litro/unidade/dia

(Tabela 1);

T é o período de detenção, em dias (Tabela 2);

K é a taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (Tabela 3);

L_f é a contribuição de lodo fresco em litro/pessoa/dia ou em litro/unidade/dia (Tabela 1).

Quando houver tanque séptico em paralelo, deve-se dividir a contribuição e utilização a equação do volume útil para cada tanque. Quando houver contribuições (q) de diferentes tipologias construtivas, deve-se somá-las e determinar um único tempo de detenção (T) para cada tanque.

Tabela 1: Contribuição diária de efluente (q) e de lodo fresco (L_f) por tipologia construtiva e ocupante

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (q)	Contribuição de lodo fresco (L _f)
1. Ocupantes Permanentes			
- Residência Padrão alto	Pessoa	160	1
- Residência Padrão médio	Pessoa	130	1
- Residência Padrão baixo	Pessoa	100	1
- Hotel (Exceto banheiro, lavanderia e cozinha)	Pessoa	100	1
- Hotel com cozinha e lavanderia, exceto banheiro	Pessoa	240	1
- Hotel com cozinha e lavanderia e banheiro	Pessoa	360	1
- Alojamento provisório	Pessoa	80	1
- Orfanato – asilo	Pessoa	120	1
- Escola (internato)	Pessoa	150	1
- Presídio	Pessoa	240	1
- Quartel	Pessoa	120	1
- Área rural	Pessoa	100	1
2. Ocupantes Temporários			
- Fábrica em geral	Pessoa	70	0,30
- Escritório	Pessoa	50	0,20
- Edifícios públicos ou comerciais	Pessoa	50	0,20
- Escolas de meio período	Pessoa	50	0,20
- Escolas de período integral	Pessoa	100	0,30
- Creche	Pessoa	50	0,20
- Bares	Pessoa	6	0,10
- Restaurantes e similares	Refeição	25	0,10
- Cinemas, teatros, templos, igrejas, e locais de curta permanência	Lugar	2	0,02
- Ambulatório	Pessoa	25	0,20
- Estação ferroviária, rodoviária e metroviária	Passageiro	25	0,20
- Sanitários públicos	Bacia sanitária	480	4,0

Fonte: ABNT NBR 17076.

Tabela 2: Período de detenção dos despejos por faixa de contribuição diária (T)

Contribuição Diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,0	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
De 9001 até 12000	0,50	12

Fonte: ABNT NBR 17076.

Tabela 3: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre as limpezas e temperatura média do mês mais frio em °C

Intervalo de limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t > 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: ABNT NBR 17076.

A geometria cilíndrica é empregada em situações onde se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade, já no caso da geometria prismática retangular, em situações em que sejam desejáveis maior área horizontal e menor profundidade (ABNT, 1993).

As medidas internas dos tanques devem possuir diâmetro interno mínimo de 1,10 m e largura interna mínima de 0,80 m, bem como a relação entre comprimento/largura (no caso de tanques prismáticos retangulares) mínima de 2:1 e máxima de 4:1. No que diz respeito a profundidade útil, os valores são variáveis de acordo com o resultado obtido na fórmula do volume útil, conforme ilustra a tabela 4.

Tabela 4: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil

Volume útil (m ³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fonte: ABNT NBR 17076.

Para o dimensionamento do filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente, o volume útil, em litros, é dado pela seguinte equação:

$$V_u = L_v * N * q * D$$

Onde:

V_u é o volume útil, em litros;

N é o número de pessoas ou unidades de contribuição;

q é a contribuição de efluente, em litro/pessoa/dia ou em litro/unidade/dia

(Tabela 1);

D é o período de detenção, em dias, por faixa de vazão e temperatura do esgoto (Tabela 5);

L_v é taxa de compensação pelo volume ocupado pelo material do meio suporte e depende do índice de vazios do material aplica. Na indefinição da taxa para o material específico, adota-se 1,6.

Tabela 5: Tempo de detenção hidráulica de esgoto (D), por faixa de vazão e temperaturas de esgoto em dias.

Contribuição Diária (L)	Temperatura média do mês mais frio		
	$t < 15^{\circ}\text{C}$	$15^{\circ}\text{C} \leq t \leq 25^{\circ}\text{C}$	$t > 25^{\circ}\text{C}$
Até 1500	1,17	1,00	0,92
De 1501 a 3000	1,08	0,92	0,83
De 3001 a 4500	1,00	0,83	0,75
De 4501 a 6000	0,92	0,75	0,67
De 6001 a 7500	0,83	0,67	0,58
De 7501 a 9000	0,75	0,58	0,50
De 9001 até 12000	0,75	0,50	0,50

Fonte: ABNT NBR 17076.

2.4 Low-Code Development Platform (LCDP)

As plataformas de desenvolvimento *Low-Code* (Low-Code Development Platform – LCDP) são consideradas um mecanismo inovador cujo ecossistema favorece o desenvolvimento de aplicativos sem engenharia complexa de maneira ágil e intuitiva, minimizando a necessidade de programação manual devido a existência de elementos pré-configurados, componentes de design gráfico e método de arrastar e soltar.

Atualmente existem várias plataformas Low-Code disponíveis como Appian, Mendix, MIT App Inventor, Kodular, Outsystems, Zoho Creator, Caspio, App Sheet, File Maker, Biznessapps, Airtable, Build Fire, etc. Tais plataformas integram, em um único ambiente, vários componentes de design de sistemas tradicionais, reduzindo esforços de tarefas rotineiras na implementação de aplicativos de negócios, promovendo a produtividade no desenvolvimento de softwares, desde que os requisitos do projeto possam ser atendidos dentro da estrutura predefinida da plataforma, além de outras condições técnicas e econômicas (Frank, Maier, Bock, 2021).

No que diz respeito as vantagens dessas plataformas estão a agilidade dos processos e economia de tempo, uma vez que as soluções semiprontas são passíveis de customização. A flexibilidade na criação também é uma vantagem, onde várias pessoas podem ajudar a desenvolver o aplicativo, não apenas programadores. Uma desvantagem a ser citada é a limitação de ações que seriam facilmente resolvidas através de programação manual, direcionando o programador a buscar uma solução mais adequada à linguagem modulada pela plataforma ou, caso seja possível, implementação de extensões adicionais.

3 METODOLOGIA

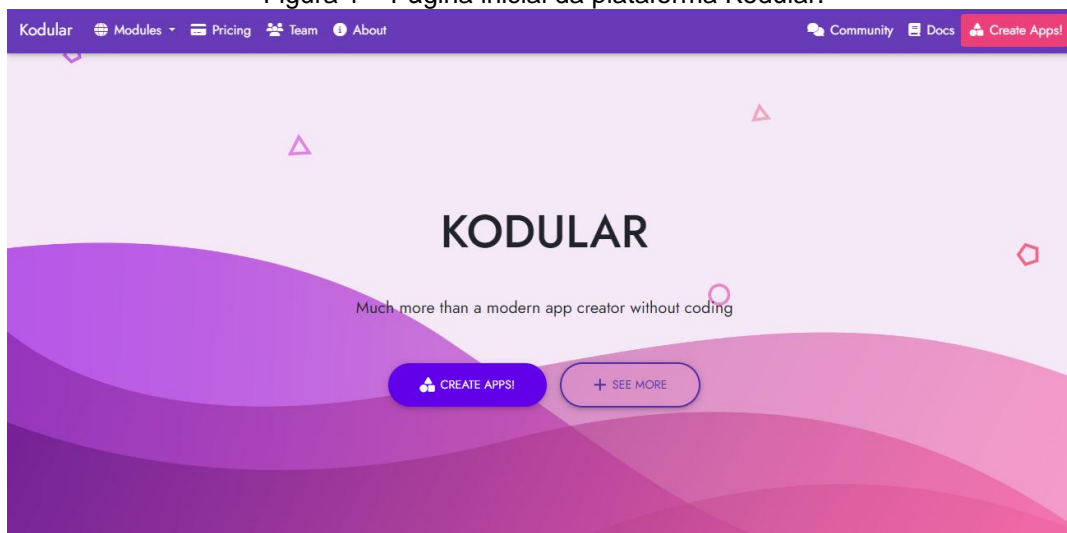
Inicialmente foi realizada uma pesquisa documental sobre os principais conceitos sobre saneamento básico, com base na Lei do Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), recentemente alterada pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020). Aliado a isso, foi realizado uma investigação bibliográfica, através da análise de livros, artigos e dissertações para permitir uma maior compreensão sobre os temas: saneamento básico, soluções de esgotamento sanitário, especificamente voltadas para soluções individuais.

Para o dimensionamento de sistemas de esgotamento sanitário individuais, especificamente para unidades de tanques sépticos, utilizou-se como base as diretrizes normativas regidas pela NBR 17076 – Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte – Requisitos, em que as fórmulas, restrições e parâmetros são descritos e detalhados.

Em seguida, foi escolhida a plataforma Low-Code Kodular para o desenvolvimento do aplicativo, devido à crescente popularidade dessa metodologia e à facilidade de uso, que dispensa conhecimentos avançados em programação. A plataforma oferece uma interface intuitiva e conta com o aplicativo Kodular Companion, que permite a visualização em tempo real das alterações no layout e o funcionamento do aplicativo através da conectividade com o dispositivo Android, dispensando a necessidade de instalação de diversas versões, agilizando o processo de desenvolvimento. O trabalho envolveu o design das telas, a configuração de fórmulas e parâmetros para a interpretação dos dados analíticos fornecidos pelo usuário, garantindo funcionalidade e praticidade no desenvolvimento do projeto.

A plataforma Kodular tem por característica um ambiente de desenvolvimento moderno e de fácil compreensão, podendo ser acessada através do site <https://www.kodular.io>, cuja página inicial é ilustrada na figura 1.

Figura 1 – Página inicial da plataforma Kodular.



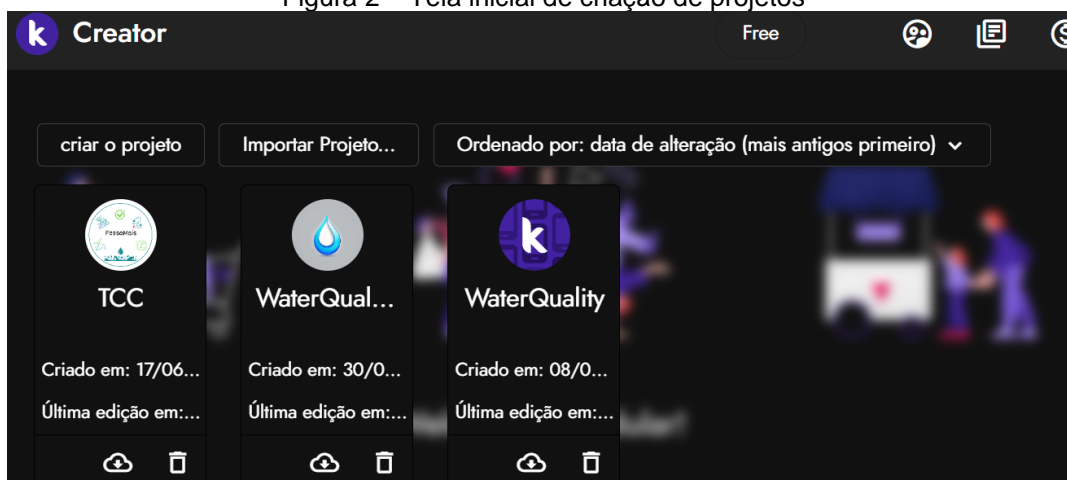
Fonte: Autor (2024)

Para ter acesso, foi preciso realizar o registro e definir credenciais de entrada através do link <https://auth.kodular.io> (ou clicando no botão “CREATE APPS!” ilustrado na figura 1). Após o registro, foi possível iniciar o desenvolvimento ao criar um novo projeto, conforme ilustram as figuras 2, 3 e 4.

Dentro do ambiente de desenvolvimento, a plataforma disponibiliza um espaço de visualização, simulando um dispositivo Android, para facilitar a concepção do layout e do design. Os elementos que compõem o layout ficam na parte esquerda da plataforma, enquanto que suas configurações ficam na parte direita. Para iniciar o desenvolvimento, bastou escolher algum elemento e arrastá-lo para dentro do visualizador disponibilizado, e cada elemento foi identificado na lista de componentes no lado direito da tela. Para que os componentes desempenhem funções específicas, foi preciso configurá-los a partir dos blocos de programação disponibilizados na tela de “Blocos” (selecione o bloco desejado, escolha o componente e arrastando-o para a área de programação, simplesmente encaixando os blocos e dando sentido

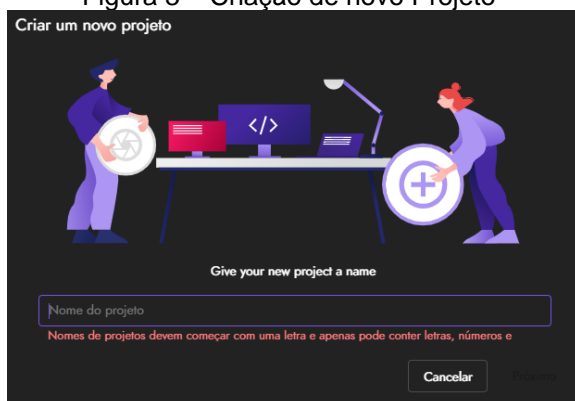
às ações desejadas), que pode ser acessada no canto superior direito da plataforma. Todo esse procedimento e características estão ilustrados nas figuras 5 e 6.

Figura 2 – Tela inicial de criação de projetos



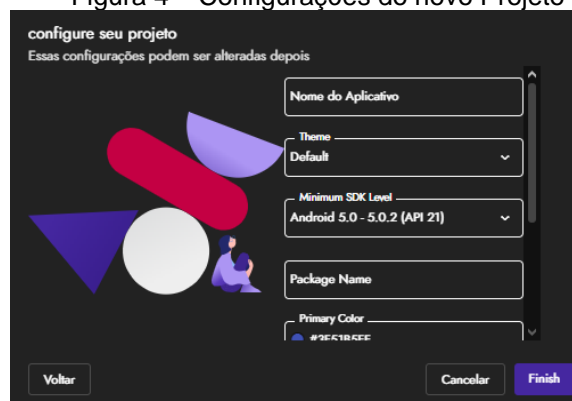
Fonte: Autor (2024)

Figura 3 – Criação de novo Projeto



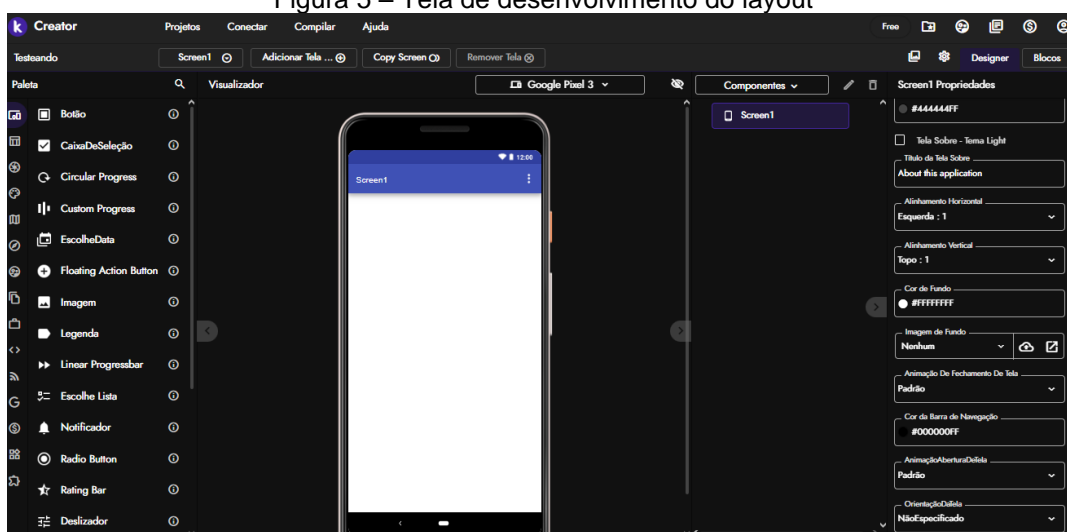
Fonte: Autor (2024)

Figura 4 – Configurações do novo Projeto



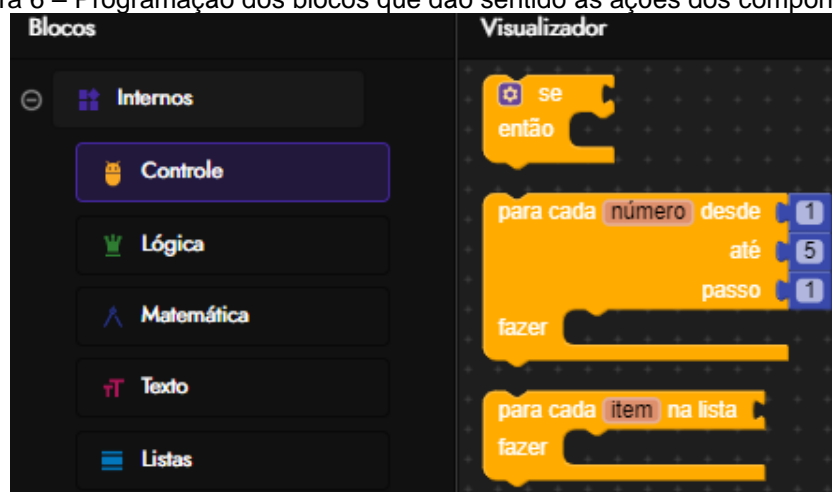
Fonte: Autor (2024)

Figura 5 – Tela de desenvolvimento do layout



Fonte: Autor (2024)

Figura 6 – Programação dos blocos que dão sentido às ações dos componentes.



Fonte: Autor (2024)

A interface gráfica do aplicativo foi criada para trazer conforto visual ao usuário, através da utilização de cores neutras e clareza sobre a funcionalidade de cada ícone. Para o desenvolvimento das funcionalidades dos ícones da interface gráfica, foi preciso associar diversos parâmetros indicados pela NBR 17076/24 que, quando combinados, resulta no correto dimensionamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atualmente, existem opções que facilitam o dimensionamento de soluções individuais de tratamento de esgoto. Algumas utilizam planilhas, o que torna quase imperativo o uso de computadores para seu preenchimento, que pode ser inconveniente em determinadas situações e trabalhoso.

Além dessas opções mais simples, uma opção bastante difundida é o AltoQi Builder, um software profissional que utiliza a metodologia BIM e é direcionado a projetistas habilitados para desenvolver projetos de instalações hidrossanitárias, elétricas, de gás, cabeamento, prevenção de incêndio e sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). Uma das principais características do AltoQi Builder é seu ambiente integrado para modelagem e dimensionamento, que está em conformidade com as normas brasileiras. O software permite a integração de diversas disciplinas de projeto BIM, facilitando a identificação de falhas e colisões, além de proporcionar verificações de projeto, agilizando o processo de cálculo e aumentando a eficiência (AltoQi, 2023).

A escassez de soluções tecnológicas práticas dificulta o processo de democratização no acesso aos serviços de saneamento básico e desencadeia uma série sistemática de problemas na saúde pública, na economia e no meio ambiente. As etapas necessárias para o dimensionamento de um tanque séptico são precedidas de uma investigação sobre as possíveis restrições identificadas no local a ser construído. Após identificadas, o dimensionamento pode ser realizado de maneira a ajustar as dimensões, com fins de adequar as dimensões mínimas à disponibilidade de área/profundidade do local.

O aplicativo desenvolvido disponibiliza uma plataforma acessível e intuitiva para o correto dimensionamento de um tanque séptico. As principais funcionalidades implementadas incluem a definição do tipo de edificação, a localização georreferenciada

do usuário, a definição da geometria utilizada e a geração de um relatório no formato pdf.

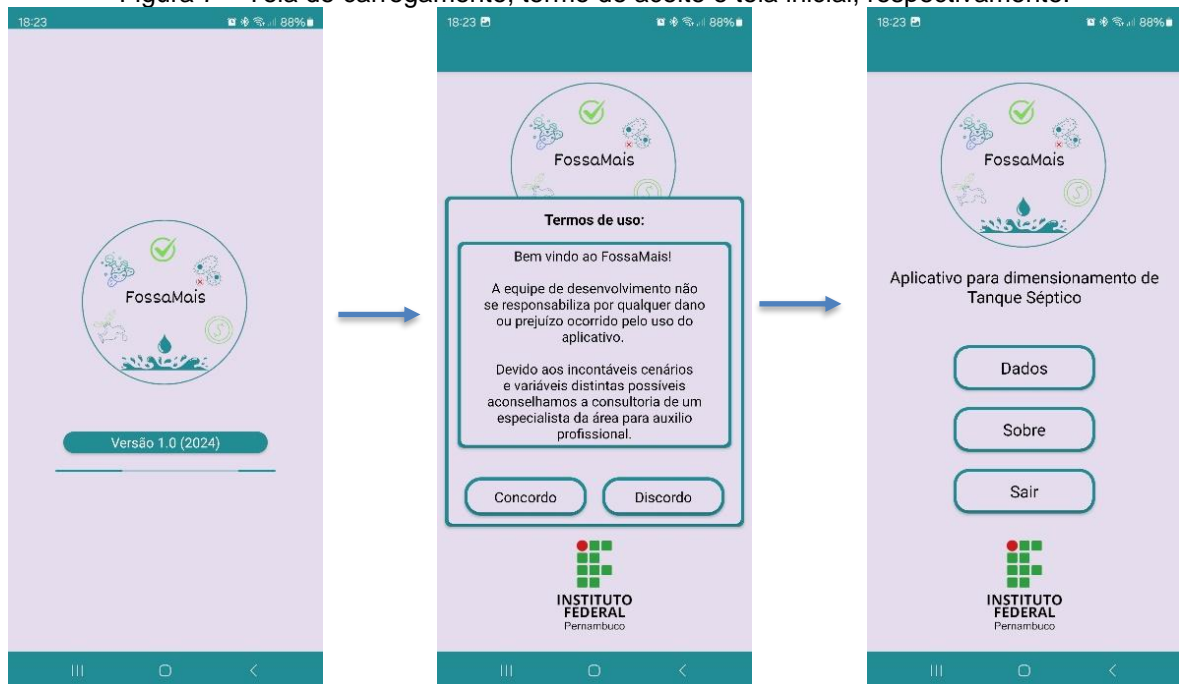
4.1 Desenvolvimento do Protótipo

O processo de desenvolvimento iniciou-se com a concepção e construção do layout e design do aplicativo. Nesse momento, já foi possível desenvolver um protótipo funcional que possibilitou a visualização inicial do aplicativo e, a partir daí, idealizar a tela de coleta de dados e a tela de resultados.

4.1.1 Tela inicial

Logo ao iniciar o “**FossaMais**”, após a tela de carregamento, um alerta foi implementado para orientar o usuário sobre a necessidade de acompanhamento de um profissional qualificado para a validação dos resultados obtidos, além de um termo de isenção de responsabilidade da equipe programadora.

Figura 7 – Tela de carregamento, termo de aceite e tela inicial, respectivamente.



Fonte: Autor (2024)

4.1.2 Tela de inserção de dados

Os parâmetros definidos na NBR 17076/24 (Tabela 1) foram incluídos no código do aplicativo, possibilitando maior exatidão e assertividade na definição do padrão construtivo e no tipo de edificação a ser considerada (Figura 8).

Todo o dimensionado do tanque séptico é regido pela equação abaixo:

$$V = 1000 + N * (q * T + K * L_f)$$

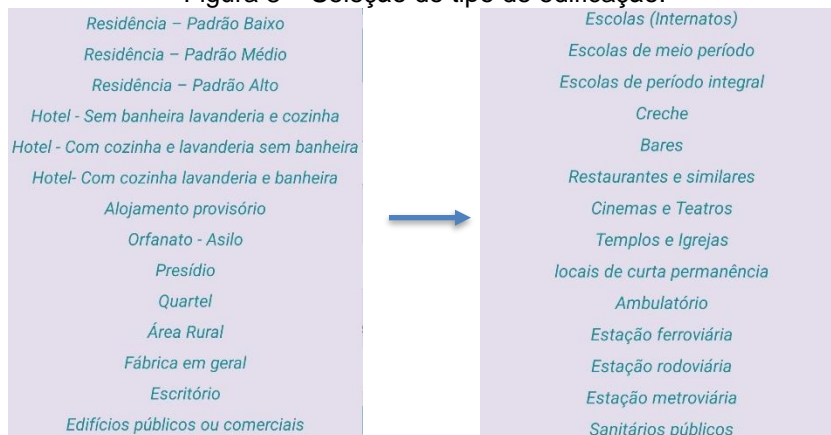
Além desta, para o cálculo volume útil do leito filtrante com fluxo ascendente do filtro anaeróbio, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$V_u = L_v * N * q * T$$

Diante disso, foram implementadas caixas de texto que recebem os parâmetros de unidades de contribuição (N), intervalo de limpeza e temperatura do mês mais frio,

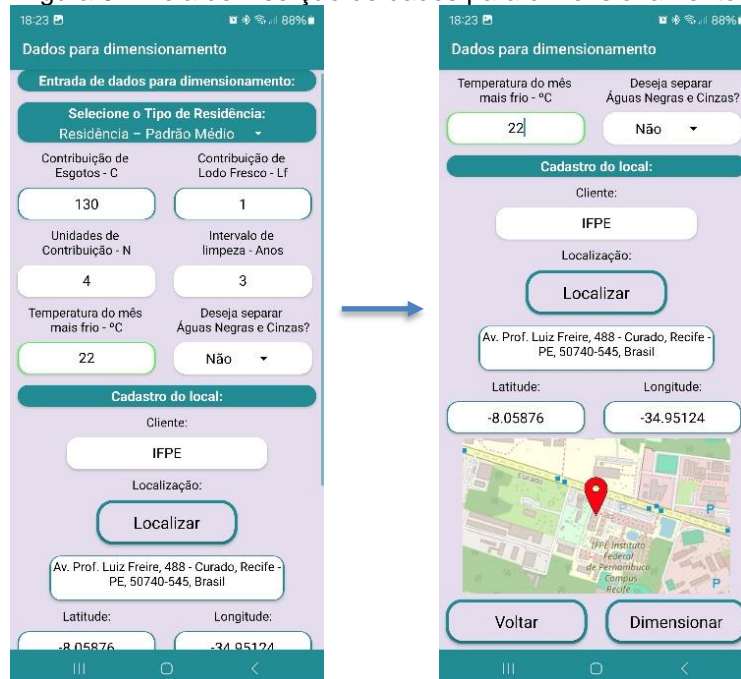
que, juntos, definem a taxa de acumulação total de lodo (K). Além disso, uma funcionalidade de geolocalização foi implementada para que o usuário possa registrar as informações de endereço onde o dimensionamento foi realizado. Todo esse processo está ilustrado na figura 9.

Figura 8 – Seleção do tipo de edificação.



Fonte: Autor (2024)

Figura 9 – Tela de inserção de dados para dimensionamento.



Fonte: Autor (2024)

Nessa fase, um dos maiores desafios foi a integração do aplicativo com o serviço de geolocalização. A alternativa encontrada, foi implementar uma funcionalidade ligada diretamente ao aparelho, de maneira que não fosse necessário ter acesso à internet para acessar o local de utilização. Contudo, foi possível perceber imprecisões no momento de determinar a localização, em decorrência da dificuldade de recepção de sinal dos satélites, possivelmente causada pela influência do bloqueio por objetos.

4.1.3 Tela de resultados

A tela de resultados foi concebida para ser muito similar à tela de inserção de dados, para que o usuário tenha familiaridade com as informações resultantes do dimensionamento. Além disso, foi implementada uma funcionalidade de geração de

relatórios, possibilitando que um arquivo (pdf) seja criado com as informações contidas na tela de resultados e enviado ao cliente (Figura 10).

Diante das limitações de profundidade útil estabelecidas pela NBR 17076/24 (Tabela 4), foi implementado uma seleção que possibilita escolher a profundidade com variações de 10 centímetros, de forma que o resultado das dimensões físicas do tanque seja modificado em tempo real (Figura 11). Além disso, pensando na possibilidade das dificuldades construtivas e limitações dimensões horizontais, foi implementada uma seleção que disponibiliza a escolha da geometria desejada, de forma que o usuário possa escolher entre a geometria prismática e cilíndrica, conforme ilustra a figura 12.

Figura 10 – Botão de geração do relatório final do dimensionamento.

Endereço:
Av. Prof. Luiz Freire, 488 - Curado, Recife
- PE, 50740-545, Brasil

Latitude: -8.05876 Longitude: -34.95124

Assispe - Associação dos Servidores do IFPE
Bloco F

Compartilhar

Fonte: Autor (2024)

Figura 11 – Seleção da profundidade útil.

Informações para o Tanque Séptico:

Profundidade útil - m: 1.2 m (dropdown menu open with options 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 2.0, 2.1, 2.2)

Geometria desejada: Prismática

Profundidade - m: 1.2

Comprimento - m: 1.86

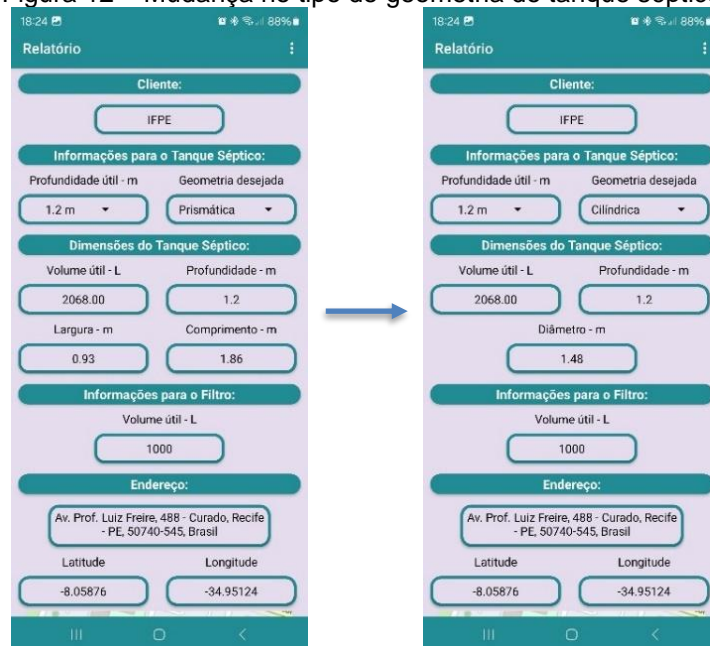
Informações para o Filtro:

Volume útil - L: 1000

Endereço:
Av. Prof. Luiz Freire, 488 - Curado, Recife
- PE, 50740-545, Brasil

Fonte: Autor (2024)

Figura 12 – Mudança no tipo de geometria do tanque séptico.



Fonte: Autor (2024)

A implementação de todos os parâmetros necessários para o correto dimensionamento, bem como as devidas correlações com suas respectivas margens de limitação estabelecidas nas tabelas supracitadas, também representou um desafio. Embora a concepção de um relatório final parecesse inicialmente simples, constatou-se a ausência de uma ferramenta capaz de realizar tal tarefa, o que tornou necessário buscar o auxílio de extensões alternativas para garantir a funcionalidade.

Devido à crescente complexidade de operações internas e intensidade de troca de informações, empresas enfrentam problemas recorrentes no que tange a agilidade em resolver problemas, sendo necessário desenvolver estratégias dinâmicas para antecipar, prevenir, resistir e se adaptar às diversas exigências em constante evolução. Nesse sentido, uma vasta quantidade de esforços é direcionada ao desenvolvimento de soluções tecnológicas que permitem a construção de softwares e aplicativos sem recorrer à programação manual e tradicional (Sanchis *et al.*, 2020).

Em um país onde o acesso ao saneamento básico é consideravelmente precário, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, alternativas que fomentem o acesso a soluções individuais de coleta e tratamento de esgoto trazem consigo diversos benefícios à sociedade e à economia. A ampliação do acesso ao Saneamento, utilizando novas tecnologias, em Áreas Rurais e Urbanas Periféricas, reduziria a exposição a águas residuais não tratadas, diminuindo diversos casos de doenças de veiculação hídrica e combatendo problemas de saúde pública relacionados à falta de tratamento de esgoto, cujo impacto direto seria a melhora nas condições de saúde em comunidades mais vulneráveis.

Costa & Cirilo (2011) evidenciam que, ter ou não ter saneamento compõe um diferencial importante para a preservação da saúde infantil, em situações precárias de moradia e urbanização. Nesse sentido, sistemas de individuais de tratamento de esgoto podem ser implementados para dirimir impactos ambientais e sanitários em locais onde as redes coletoras de esgoto são inexistentes e, se dimensionados e executados da forma correta, garantem o correto tratamento e disposição dos dejetos e, como consequência, favorecem a preservação da saúde humana e do meio ambiente.

5 CONCLUSÕES

A automação e integração de dados e cálculos normatizados no aplicativo "**FossaMais**" simplificou significativamente o processo de concepção inicial de projeto e implementação de tanques sépticos. A utilização da plataforma *Low-code* Kodular mostrou-se satisfatória para a concepção e desenvolvimento do aplicativo, corroborando com a praticidade evidenciada na literatura consultada.

A agilidade e praticidade oferecidas por um aplicativo para dispositivos móveis, permite que soluções de coleta e tratamento individuais sejam implementadas de forma mais ágil tanto em novas construções, quanto em pré-existentes. A escalabilidade de utilização também pode ajudar a padronizar o processo de dimensionamento, garantindo a adequação às normas técnicas, aumentando a eficiência, padrões de segurança e reduzindo o risco de contaminação do solo e de lençóis freáticos.

Embora o aplicativo tenha se mostrado funcional, preciso e ágil, a ausência de suporte às condições adversas de solo, condições geográficas e climáticas específicas, além da possibilidade de correlações entre diferentes tipologias construtivas (definidas inicialmente), representam limitações que podem ser abordadas em versões futuras. Além disso, a integração com outras funcionalidades, a personalização dos cálculos para condições de múltiplas tipologias construtivas, a implementação de ferramentas educativas e de manutenção preventiva ficam como sugestão para perspectivas futuras, com fins de estabelecer sua relevância e aderência.

REFERÊNCIAS

Alto Qi. **Builder**. Disponível em: <https://www.altoqi.com.br/builder/recursos>. Acesso em: 14 jan. 2025.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília, 2017. Disponível em <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 31 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17076: Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

BRASIL, **Lei. 14.026, de 15 de julho de 2020**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 31 out. 2022.

BRASIL, **Lei. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 22 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 5.ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p. Disponível em: https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/506/Manual_de_Saneamento_Funasa_5a_Edicao.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. Senado Federal. **Estudo aponta que falta de saneamento prejudica mais de 130 milhões de brasileiros**. 2023. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2022/03/estudo-aponta-que-falta-de-saneamento-prejudica-mais-de-130-milhoes-de-brasileiros>. Acesso em: 21 ago. 2024.

COSTA, Margarida Regueira da; CIRILO, José Almir. O Saneamento Básico e o Impacto na Saúde Pública. *In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. 2011. Maceió. **Anais** [...]. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=11645>. Acesso em: 07 jan. 2023.

FRANK, Ulrich. MAIER, Pierre. BOCK, Alexander. **Low code platforms: Promises, concepts and prospects. A comparative study of ten systems**. ICB-Research Report, No. 70, Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik (ICB), Essen, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17185/dupublico/75244>

FREIRE, André Luiz. **Saneamento básico: conceito jurídico e serviços públicos**. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Tomo: Direitos Difusos e Coletivos. 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/325/edicao-1/saneamento-basico:-conceito-juridico-e-servicos-publicos>.

GONÇALVES, Ricardo Franci. et al (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTADÍSTICA. **Atlas de saneamento: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Coordenação de Geografia e Coordenação de Recursos Naturais e Meio Ambiente. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

MOURA, Larissa; LANDAU, Elena Charlotte; FERREIRA, Adriana de Melo. **Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado no Brasil**. *In: LANDAU, E. C.; MOURA, L. (Ed.). Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais*. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 8, p. 189-211.

NEUFELD, Paulo Murillo. **Personagem da História da Saúde IX: Ignaz Philipp Semmelweis**. Revista Brasileira de Análises Clínicas, Rio de Janeiro, v. 52, n.1, p. 04-10, 2020. Disponível em: <https://www.rbac.org.br/artigos/volume-52-no-1-editorial/>. Acesso em: 31 out. 2022.

REBÊLO, Marcelle Maria Pais Silva. **CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZAS E NEGRAS DE ORIGEM RESIDENCIAL E ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE REATOR ANAERÓBIO COM CHICANAS**. 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

SALLES, Cintia Philippi *et al.* **Manual de Comunicação e Organização Social: Esgotamento Sanitário** / Ministério da Integração Nacional, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paraíba. Brasília: Codevasf, 2015. 61 p. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a->

informacao/institucional/biblioteca-geraldo-rocha/publicacoes/manuais/manual-de-comunicacao-e-organizacao-social-esgotamento-sanitario.pdf. Acesso em: 08 jan. 2023.

SANCHIS, Raquel; PERALES, Óscar García; FRAILE, Francisco; POLER, Raul. **Low-Code as Enabler of Digital Transformation in Manufacturing Industry**. Applied Sciences 10, 2020, no. 1: 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10010012>

UNICEF – The United Nations Children’s Fund, WHO – World Health Organization. **Diarrhoea: why children are still dying and what can be done**. New York: Unicef, Geneva: WHO, 2009. 58 p. ISBN: 978-92-4-159841-5. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241598415>. Acesso em: 30 nov. 2024.

WHO – World Health Organization. **Global Health Risks: mortality and burden of disease attributable to select major risks**. Geneva: WHO, 2009. 62 p. ISBN: 9789241563871. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241563871>. Acesso em: 30 nov. 2024.