

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

DIMHIDRO: FERRAMENTA DE APOIO AO DIMENSIONAMENTO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS

*Aristides Guilherme da Silva¹; Anamália Ferreira da Silva², Daysy Lira Oliveira Cavalcanti³ &
David Beserra⁴*

Abstract: DimHidro is a free interface developed within the SMATH Studio environment to support the teaching of Hydraulic and Sanitary Installations (HSI) in Civil, Environmental, and Sanitary Engineering courses, as well as Architecture and Urban Planning. Unlike generic spreadsheets or professional software considered "black boxes," DimHidro centralizes, in a single application, calculation routines for cold water and sanitary sewage strictly aligned with current Brazilian standards, offering automatic validations, immediate feedback, and an integrated didactic manual. This paper presents the development of DimHidro and its application as an educational tool in the HSI discipline at UFAL. No formal pedagogical evaluation was conducted, although its educational potential was observed during classroom application.

Resumo: O DimHidro é uma interface gratuita desenvolvida no ambiente SMATH Studio para apoiar o ensino de Instalações Hidráulicas e Sanitárias (IHS) em cursos de Engenharia Civil, Ambiental e Sanitária, bem como Arquitetura e Urbanismo. Diferentemente de planilhas eletrônicas genéricas ou softwares profissionais considerados “caixa-preta”, o DimHidro centraliza, num único aplicativo, rotinas de cálculo para água fria e esgotamento sanitário estritamente alinhadas às normas brasileiras vigentes, oferecendo validações automáticas, feedback imediato e manual didático integrado. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do DimHidro e sua utilização como ferramenta educacional na disciplina de IHS da UFAL. Ressalta-se que não foi realizada uma avaliação pedagógica formal, embora tenham sido observados indícios de sua aplicabilidade educacional.

Palavras-Chave – SMATH Studio; Ensino de Engenharia.

1) Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, S/n – Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, aristides.silva@ctec.ufal.br

2) Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, S/n – Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, anamalia.silva@ctec.ufal.br

3) Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, S/n – Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, daysy.oliveira@ctec.ufal.br

4) École Pour l'Informatique et les Techniques Avancées (EPITA) 14-16 Rue Voltaire, Le Kremlin-Bicêtre, France, david.beserra@epita.fr

INTRODUÇÃO

O dimensionamento de Instalações Hidráulicas e Sanitárias (IHS) envolve extensas rotinas de cálculo baseadas em recomendações das normas brasileiras, tais como a ABNT NBR 17076 (ABNT, 2024) e ABNT NBR 8160 (ABNT, 1999). Executadas manualmente, essas rotinas podem consumir grande parte do tempo de aula da disciplina de IHS, limitar a discussão conceitual e desmotivar estudantes iniciantes (Díaz et al., 2022). Ferramentas computacionais vêm sendo empregadas para contornar essa limitação: planilhas eletrônicas, linguagens de programação, softwares de simulação e pacotes matemáticos como Mathcad ou SMATH Studio (Atkin, 2019).

Nesse sentido, as ferramentas computacionais trazem consideráveis benefícios para a docência na Engenharia (Ochkov, Orlov, Chudova, 2020). O emprego de Softwares livres permite a interpretação de dados, otimização de processo e redução de erros na busca de melhores soluções. E, pensar em metodologias adicionais como uso de softwares no ensino, tornou-se uma premissa essencial para estimular os estudantes de engenharia a desenvolver na prática as matérias teóricas orientadas em sala de aula (Díaz, et al., 2022).

Para usuários de softwares matemáticos, a programação funciona como a ponte essencial para a visualização de dados. No entanto, a complexidade da modelagem faz com que ela seja vista como uma barreira considerável por muitos discentes, consequentemente invisibilizando seu emprego (Ochkov, Valery et al., (2025)). Planilhas no Microsoft Excel ou LibreOffice são amplamente usadas para somatórios de unidades de consumo, cálculo de vazões de pico e perdas de carga (García Morillo et al., 2020). Apesar da familiaridade, exigem disciplina rigorosa para evitar erros de unidades e dificultam análises paramétricas. As linguagens de programação Python, MATLAB/Octave e C++ permitem simulações de sistemas hidráulicos complexos e iterações automáticas (Musa et al., 2000). No entanto, demandam que o estudante domine lógica de programação, o que pode desviar o foco do conteúdo de hidráulica (Díaz et al., 2022).

Piloneto e Silva (2018) desenvolveram um software didático específico para perdas de carga em tubulação; entretanto, abordam apenas parte do conteúdo de IHS. Há lacuna para uma ferramenta abrangente que cubra múltiplos dispositivos hidrossanitários e integre material conceitual. Diante disso, concebeu-se o DimHidro com auxílio do SMATH Studio, cujo propósito central é substituir o cálculo manual repetitivo por uma interface didática que explicita todas as fórmulas de dimensionamento e verifica automaticamente a conformidade normativa, mantendo-se gratuito e acessível aos discentes.

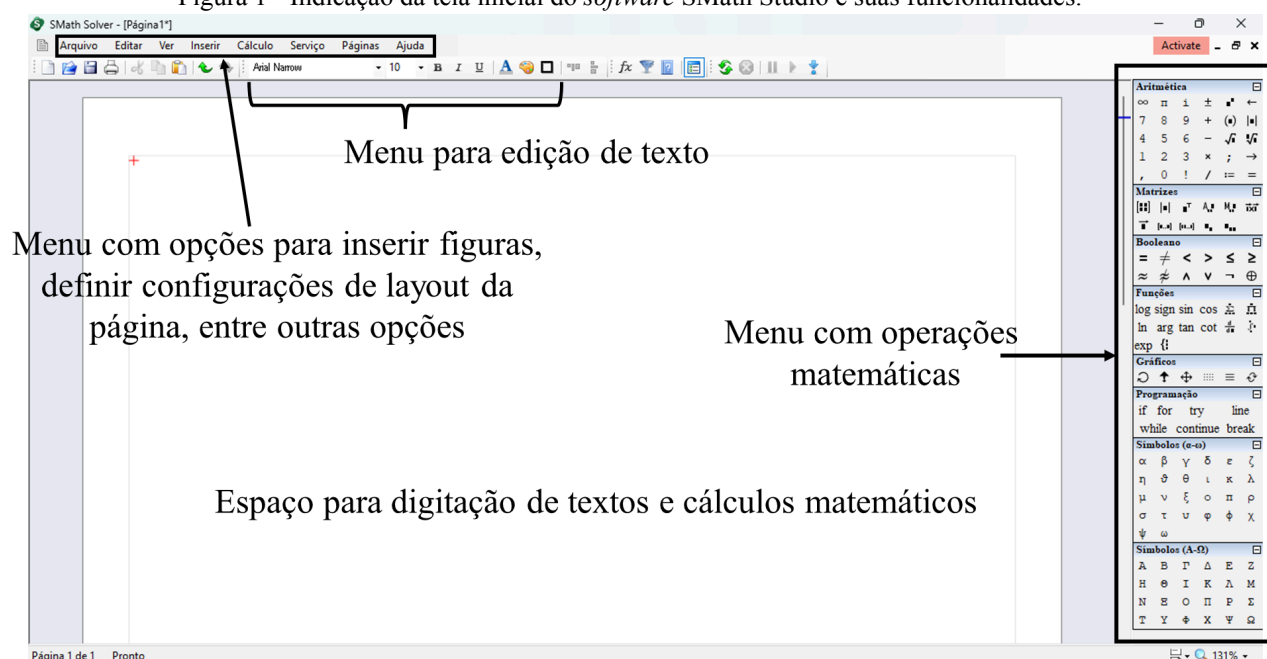
O SMATH Studio é um software matemático gratuito e multiplataforma cujo “caderno virtual” permite digitar texto e fórmulas em um ambiente intuitivo, dispensando conhecimentos de programação e oferecendo recursos avançados, como integração, diferenciação, operações matriciais e gráficos, comparáveis a ferramentas como Mathcad ou Maple. DimHidro explora essas capacidades de forma inédita ao integrar, em um único aplicativo transparente, múltiplos módulos de dimensionamento hidrossanitário alinhados às normas brasileiras, suprimindo lacunas apontadas na literatura: vai além de planilhas focadas apenas em números, dispensa linguagens de código e cobre mais dispositivos do que soluções didáticas específicas existentes, oferecendo validações automáticas e exposição passo a passo das equações.

DESENVOLVIMENTO DO DIMHIDRO

As etapas de desenvolvimento do programa relatado neste artigo, chamado de DimHidro, consistiram em implementar rotinas de cálculo de dimensionamento a partir do software SMath Studio, tomando como referência as diretrizes estabelecidas pelas normas brasileiras voltadas às instalações hidrossanitárias.

Foi utilizada a opção “SMath Viewer”, que permite visualizar a interface desenvolvida e posteriormente gerar um arquivo executável (.exe), sendo acessível para dispositivos com o sistema operacional do tipo Windows. A Figura 1 ilustra o software SMath Studio e algumas das suas funcionalidades.

Figura 1 - Indicação da tela inicial do *software* SMath Studio e suas funcionalidades.



Cada rotina de cálculo foi escrita como worksheet SMath, incorporadas validações condicionais, caixas de seleção e mensagens automáticas (por exemplo, “Aumente a quantidade de valas, deve ter no mínimo duas.”). A exemplo, a Figura 2 mostra o programa SMath e o desenvolvimento do módulo de vala de infiltração, ainda na etapa inicial de inserção dos dados, apresentando etapas de cálculo, como uma matriz (representada pela variável “cont_esg_lodo”), que contém valores de contribuições per capita, assim como os tipos de ocupação (representadas pela variável “ocupacao”).

The screenshot shows a Python script in a Jupyter Notebook environment. The script calculates the per capita contribution based on three input variables: number of contributors (N_p), number of infiltration basins (N_{valas}), and occupation type (ocupacao). It includes conditional logic for different numbers of basins and a matrix lookup for lodo storage based on occupation type.

```
DADOS

Número de pessoas contribuintes:
[Digite o número de pessoas contribuintes:]
Np = 26

Número de valas de infiltração:
[Digite o número de valas de infiltração]
N_valas = 2

if N_valas < 2:
    check_num_valas = "Aumente a quantidade de valas, deve ter no mínimo duas."
else:
    check_num_valas = "Quantidade de valas atende."

[Verificação quantidade de valas:]
check_num_valas = "Quantidade de valas atende."

# Matriz de ocupações e armazenamento de lodo
ocupacoes = {
    "Residência padrão alto": 180,
    "Residência padrão médio": 130,
    "Residência padrão baixo": 100,
    "Hotel (exceto lavanderia e cozinha)": 100,
    "Aluguelamento provisório": 80,
    "Fábrica em geral": 70,
    "Escritório": 50,
    "Edifícios públicos ou comerciais": 50,
    "Escolas (e universidades) e locais de longa permanência": 50,
    "Bares": 40,
    "Restaurantes e similares": 35,
    "Cinemas, teatros e locais de curta duração": 20,
    "Sanitários públicos": 480
}

cont_lodo_por_ocupacao = {
    "Residência padrão alto": 180,
    "Residência padrão médio": 130,
    "Residência padrão baixo": 100,
    "Hotel (exceto lavanderia e cozinha)": 100,
    "Aluguelamento provisório": 80,
    "Fábrica em geral": 70,
    "Escritório": 50,
    "Edifícios públicos ou comerciais": 50,
    "Escolas (e universidades) e locais de longa permanência": 50,
    "Bares": 40,
    "Restaurantes e similares": 35,
    "Cinemas, teatros e locais de curta duração": 20,
    "Sanitários públicos": 480
}

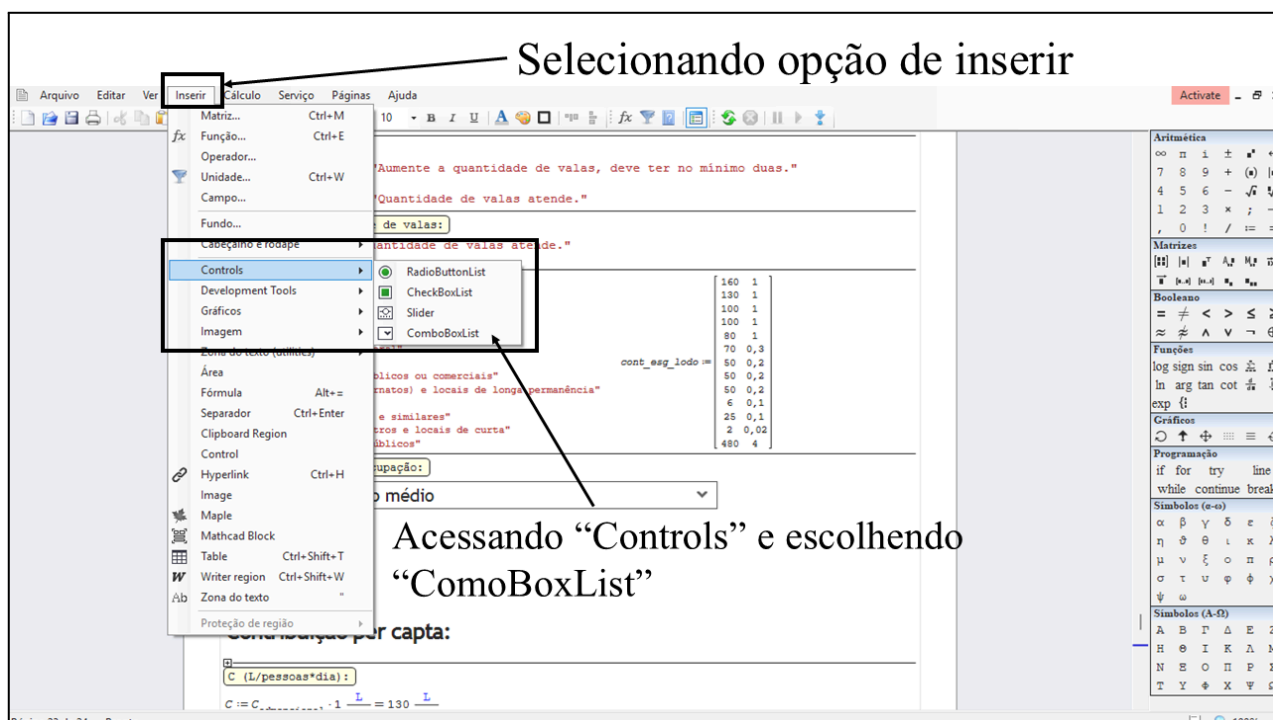
Selecione o tipo de ocupação:
Residência padrão médio

Contribuição por capta:
C_dimensional = cont_lodo_por_ocupacao[ocupacao] - 130

C = (L/pessoas*dia) * C_dimensional
C em C_dimensional : 1 dia = 130 L/dia
```

A red box highlights the dictionary containing the lodo storage values for each occupation type. An arrow points from the text "Variáveis para o tipo de ocupação com taxa de contribuição de lodo per capita" to the dictionary. Another arrow points from the text "Acessando valores de cont. de lodo per capita armazenados na matriz" to the line where the value is retrieved from the dictionary.

Figura 3 - Inserindo *plugin* de caixa de seleção.

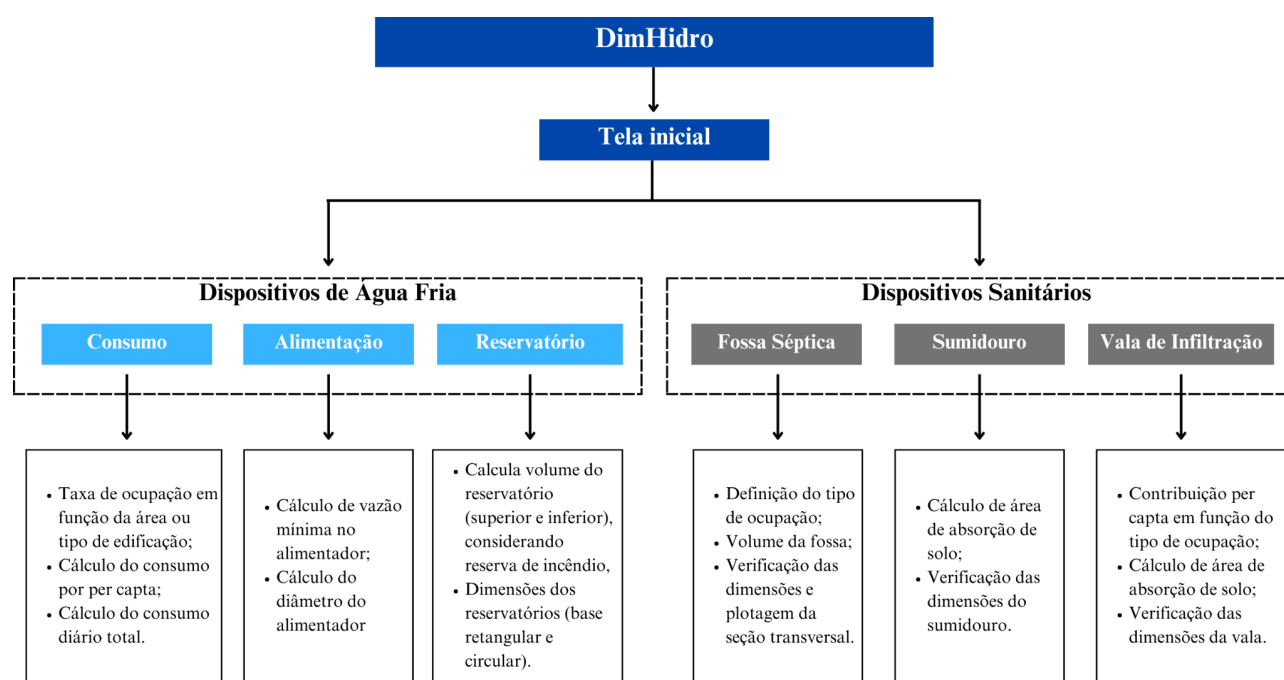


FUNCIONALIDADES DO DIMHIDRO

Neste item é apresentado o programa DimHidro, sua interface principal e algumas das suas funcionalidades, contando com um manual de uso do programa, que também pode ser um material didático introdutório, que discorre acerca de diversos conceitos hidráulicos inerentes ao dimensionamento das instalações hidrossanitárias.

O programa possui diversos módulos para os cálculos de instalações hidrossanitárias, onde foram estruturados em duas finalidades, uma para dispositivos de água fria e outra para dispositivos sanitários. Até então, ocorreu o desenvolvimento de seis módulos, agrupados em dispositivos de água fria e dispositivos sanitários, os módulos de cálculo estão descritos no fluxograma da Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma de funcionalidades do DimHidro.



Quanto aos dispositivos de água fria, foram implementados os cálculos do consumo diário *per capita*, o usuário pode inserir diretamente o número de pessoas contribuintes, depois selecionar o tipo de ocupação e o programa retorna o valor do consumo diário total. Também pode inserir a área da edificação e o tipo de ocupação, que será automaticamente feito o cálculo do consumo diário total. Outros dois módulos de água fria foram implementados, o cálculo da vazão e diâmetro do alimentador predial e a estimativa de volume e dimensões de um reservatório de água. Já para os dispositivos sanitários, são Fossa Séptica, Sumidouro e Vala de Infiltração, para os três dispositivos são feitos os cálculos de volumes de contribuição, bem como estimativa das dimensões de cada elemento sanitário.

A tela inicial do DimHidro (ver Figura 5) é composta por uma mensagem de boas-vindas ao usuário e, na parte superior da tela, um menu com janelas para consultar informações sobre o programa, assim como as opções de dimensionamentos hidrossanitários. A tela inicial do DimHidro, com menu dividido em [AF] e [ES]. O usuário insere dados de projeto, seleciona o tipo de ocupação (ex.: residência, escritório) e recebe, em tempo real, as dimensões recomendadas, verificações normativas e alertas de inconsistência.

Figura 5 - Menu inicial do DimHidro.



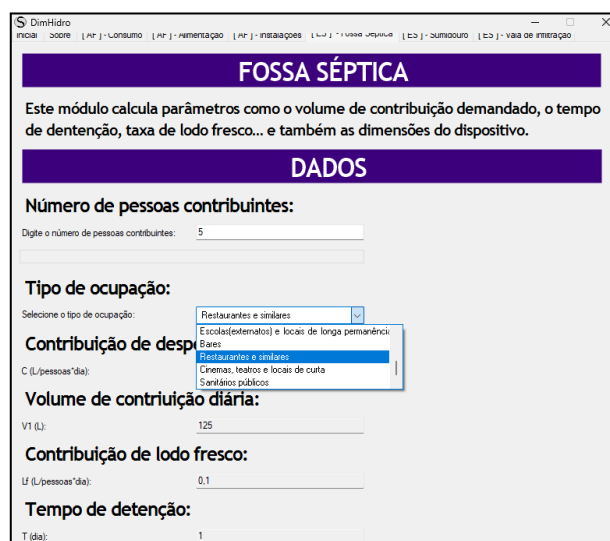
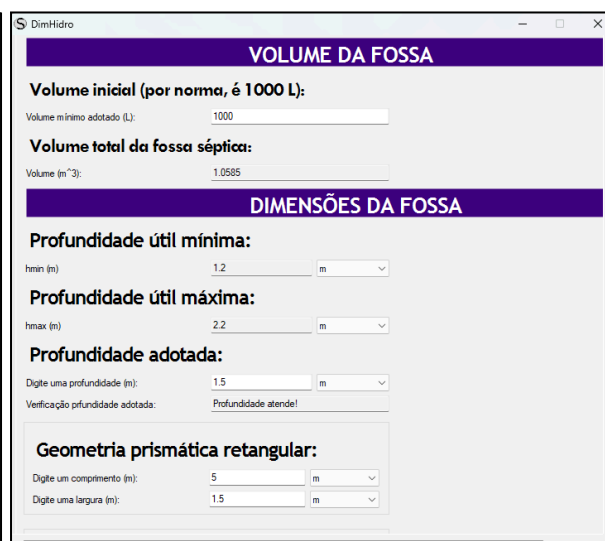
As janelas com opções de dimensionamento foram nomeadas pelo tipo de dispositivo, sendo os hidráulicos associados a instalações de água fria, então carrega a notação “[AF]”, já os dispositivos para esgotamento sanitário foram chamados de “[ES]”. Na sequência, é adotada a nomenclatura que faça menção a instalação associada a cada tipo de dispositivo, por exemplo, o caso “[ES] - Fossa Séptica” corresponde ao elemento de esgotamento sanitário Fossa Séptica.

A Figura 6a) mostra uma parte inicial do dimensionamento de uma fossa séptica, onde são coletados alguns dados, tais como a quantidade de pessoas contribuintes para o sistema e o tipo de ocupação (Ex: residências, restaurantes, escritórios). Foi possível automatizar algumas etapas ao utilizar uma caixa de seleção, no caso da escolha do tipo de ocupação, o usuário apenas define a opção que deseja e o programa associa os parâmetros subsequentes (contribuição de despejos e de lodo fresco, volume de contribuição diária e tempo de detenção). A Figura 6b) apresenta as opções de definição de geometria da fossa séptica, em que o usuário define uma profundidade mínima e o programa verifica se atende aos critérios normativos.

Figura 6 - Módulo de dimensionamento de fossa séptica, calculando dados iniciais.

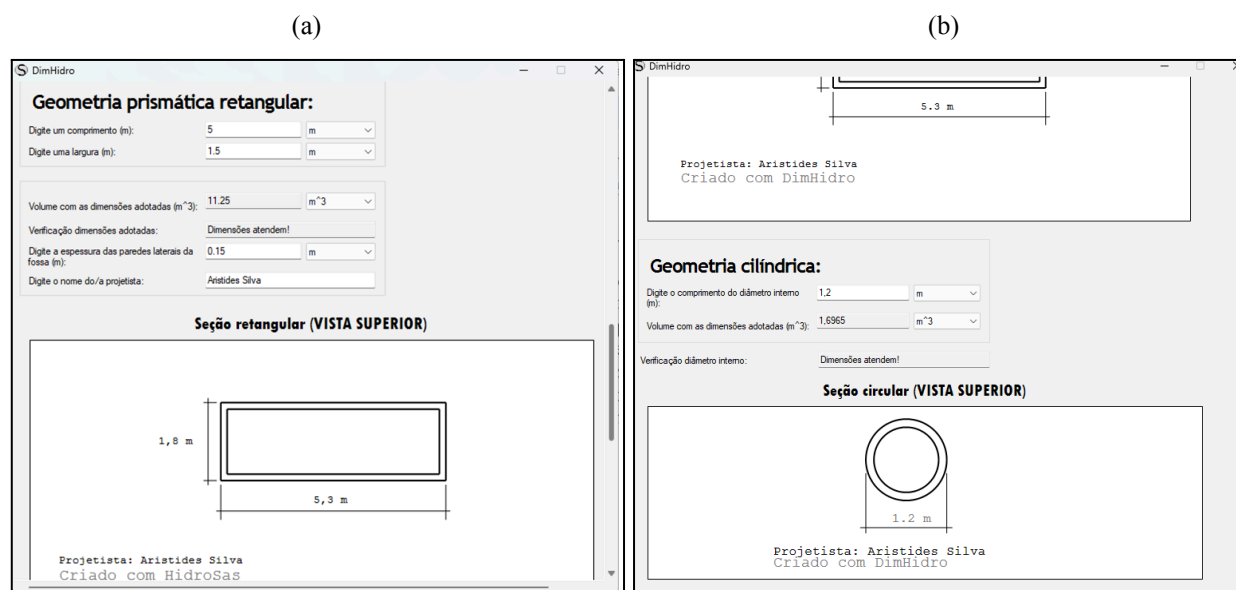
(a)

(b)

Ainda sobre as especificações da geometria da fossa séptica, na Figura 7a) corresponde a etapa do usuário inserir um comprimento, largura e espessura das paredes laterais, em que o DimHidro, de forma automática, realiza a verificação das dimensões e retorna o resultado ao usuário. De forma similar, a Figura 7b) corresponde ao caso de uma geometria em seção circular, no exemplo em questão, retornou ao usuário a mensagem “Dimensões atendem”. Outro aspecto de interesse, é visualizar em tempo real as alterações feitas, para ambos os tipos de geometria as dimensões dos desenhos são modificadas automaticamente na medida que o usuário altera os valores.

Figura 7 - Módulo de dimensionamento de fossa séptica, definição da geometria da fossa.



DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A experiência em sala de aula indica que o DimHidro atua como recurso pedagógico relevante, sobretudo por facilitar a compreensão das rotinas de cálculo prescritas pelas normas brasileiras de Instalações Hidráulicas e Sanitárias (IHS). Ao exibir passo a passo as equações e conceitos, a ferramenta reduz a dependência de planilhas exclusivamente numéricas ou de softwares profissionais considerados “caixa-preta”, aproximando teoria e prática sem exigir conhecimentos prévios de programação. Essa transparência foi percebida pelos estudantes como um diferencial positivo, pois lhes permitiu conferir cada etapa do dimensionamento, identificar inconsistências de projeto e entender a lógica normativa que fundamenta os resultados.

Durante a monitoria, a apresentação do SMATH Studio — ambiente gratuito e multiplataforma que serve de base ao DimHidro — mostrou-se parte essencial do processo formativo: ao visualizar como as rotinas são organizadas no caderno virtual do SMATH, os discentes reconheceram a estrutura algébrica por trás da interface gráfica e demonstraram interesse em elaborar suas próprias soluções. Desse modo, o DimHidro não apenas automatiza cálculos, mas também estimula a aprendizagem ativa, convidando o usuário a explorar, adaptar e expandir os módulos existentes.

Ao centralizar normas, fórmulas e validações automáticas em um único ambiente, o DimHidro preenche a lacuna de ferramentas didáticas específicas para IHS descrita na literatura. O

alinhamento às normas vigentes garante que as dimensões sugeridas sejam válidas e aplicáveis ao contexto profissional, fortalecendo o vínculo entre formação acadêmica e exigências de mercado.

Entretanto, esse estudo também tem as suas limitações, sendo a maior delas o fato de ter-se baseado em observações qualitativas, não sendo realizada avaliação pedagógica quantitativa, o que limita a generalização dos resultados. Além disso, a versão atual contempla apenas seis módulos principais, restringindo a cobertura de dispositivos hidráulicos e sanitários mais complexos, e o executável gerado via SMATH Viewer está, por ora, limitado a sistemas Windows. Como próximos passos propõem-se: (i) realizar estudos quantitativos para mensurar impacto no desempenho acadêmico e na economia de tempo; (ii) ampliar o conjunto de módulos, incluindo ventilação primária/secundária, barriletes e colunas de distribuição; (iii) portar o DimHidro para outras plataformas ou disponibilizar versão web; e (iv) criar um repositório público com código-fonte e documentação, fomentando contribuições de docentes e discentes de diferentes instituições.

Tais iniciativas poderão consolidar o DimHidro como referência aberta e colaborativa no ensino de dimensionamento hidrossanitário, ampliando seu alcance e assegurando evolução contínua da ferramenta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Graduação da UFAL e ao Programa de Educação Tutorial (PET) PAESPE Ciência e Tecnologia pelo apoio à monitoria da disciplina. Também agradecem aos estudantes da disciplina de Instalações Hidráulicas e Sanitárias, cujas dúvidas e sugestões foram essenciais para aprimorar o DimHidro.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 13969:1997 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.
- ABNT. NBR 8160:1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999.
- ABNT. NBR 17076:2024 – Sistemas de tratamento de esgoto de menor porte – Requisitos e procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2024.
- ATKIN, Keith. Using SMATH Studio in physics teaching. *Physics Education*, Bristol, v. 54, n. 2, p. 025012, 2019. DOI: 10.1088/1361-6552/aaf6d9.
- DÍAZ, J. P. et al. Free software for application in teaching: SMATH Studio as a tool for engineering students. In: *EDULEARN22 – 14th International Conference on Education and New Learning Technologies*. Palma: IATED, 2022. p. 9586-9590.
- GARCÍA MORILLO, J. et al. Uso de tecnologías TIC para implicar al alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería. *Revista Internacional de Pedagogía y Aprendizaje*, Córdoba, v. 8, n. 1, p. 131-146, 2020.
- KRASKA, M. SMATH + Maxima - Powerful Tool for Engineering Calculations. *2024 7th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino)*, Moscow, Russian Federation, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/Inforino60363.2024.10551993.

MUSA, M. N.; EL-HAWARY, F.; JEFFS, T. Teaching fluid mechanics using Mathcad. In: ASEE Annual Conference & Exposition. St. Louis: ASEE, 2000.

OCHKOV, V.; ORLOV, K.; CHUDOVA, Y. "STEM Technology Education," *2020 V International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino)*, Moscow, Russia, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/Inforino48376.2020.9111692.

OCHKOV, Valery; VASILEVA, Inna; SHATSKIKH, Yuliya. Using the SMath computer package in school mathematics lessons. *Open Education*, Moscou, v. 29, n. 1, p. 24-39, 2025. DOI: 10.21686/1818-4243-2025-1-24-39.

PILONETO, J.; SILVA, F. E. C. Desenvolvimento de um software didático para o cálculo de perda de carga aplicado à engenharia. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2018. Salvador: ABENGE, 2018.

US EPA. EPANET 2.2 – Water Distribution Systems Analysis Program. Cincinnati: United States Environmental Protection Agency, 2020.