



DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO ELEVADO DE CONCRETO ARMADO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4286

Antônia Karla da Silva Cruz - antoniaksilva08@gmail.com
Instituto Federal de Sergipe

Guilherme De Andrade Lima - GuilhermL1606@gmail.com
Instituto Federal de Sergipe

Adysson André Fortuna de Souza - adyssonandre@hotmail.com
Universidade Federal de Sergipe

Resumo: Este trabalho apresenta um software desenvolvido para auxiliar estudantes de engenharia civil a dimensionar armaduras de um reservatório elevado de concreto armado. O software foi criado por meio da linguagem de programação Python, pois ela possui funções praticamente ilimitadas, além de ser uma linguagem rápida e objetiva que permite programar com código simples. No intuito de torna-lo intuitivo e didático, optou-se em elaborar uma interface gráfica através do Tkinter, biblioteca que fornece kit de ferramentas de janela que está disponível para programador Python através do pacote tkinter e sua extensão, os módulos tkinter.ttk, os tratamentos de erros no programa foram realizados com o módulo messagebox. Para testar as funções do software, foi proposto o exemplo de um reservatório elevado de concreto armado de uma célula com as quatro paredes apoiadas em pilares situados nas quinas do reservatório, admitindo-se classe de agressividade ambiental ($c = 2,0$ cm) e barras predefinidas de $\varnothing = 5$ mm, os resultados obtidos foram comparados com valores provenientes do cálculo manual, realizado com auxílio de calculadora, onde, comprovou-se semelhança entre eles, dessa forma, constatou-se a eficácia do programa computacional desenvolvido. O software e questionário avaliativo foram aplicados aos alunos do curso de Engenharia Civil e do curso Técnico em Edificações do IFS campus Estância, os resultados da aplicação comprovaram a eficiência do programa e seu desempenho mostrou-se satisfatório

Palavras-chave: Reservatório elevado de concreto armado; Dimensionamento; Linguagem de programação

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO ELEVADO DE CONCRETO ARMADO

1 INTRODUÇÃO

A utilização de reservatório elevado em edifícios é indispensável, pois sua principal função é armazenar um volume de água que possa suprir a demanda de abastecimento e garantir uma reserva contra incêndio. Pode-se definir reservatório de concreto armado como uma estrutura constituída por laje maciça de tampa, de fundo e vigas-parede, que são elementos submetidos a carga permanente, acidental e ao empuxo da água. (KUEHN, 2002).

Para garantir a segurança e durabilidade do reservatório em concreto armado, deve-se seguir os critérios estabelecidos por normas técnicas, ou seja, além das análises dos momentos fletores e reações de apoio, faz-se necessário realizar verificações de segurança nos elementos estruturais que compõem o reservatório. Neste tipo de estrutura, aplica-se o modelo de cálculo de placas para as lajes maciças e devido a distribuição não linear das tensões nas vigas-paredes, utiliza-se o modelo de bielas e tirantes, que permite determinar as tensões e verificar a segurança da biela de compressão nos apoios (SANTOS, 2021). O cálculo é extenso e trabalhoso quando realizado manualmente com auxílio de calculadora, porém com o uso de *softwares* específicos, este processo, torna-se mais produtivo e mais preciso, podendo assim, auxiliar na elaboração de projetos estruturais.

Atualmente, os *softwares* comumente usados em projetos estruturais nem sempre apresentam a praticidade que os estudantes precisam para aprimorar os estudos, uma vez que o uso desses *softwares* requer treinamento específico e tem o custo associado, dificultando a sua utilização por parte dos estudantes. Diante disto, torna-se viável elaborar programas computacionais voltados para o estudo de elementos estruturais específicos, que tragam essa praticidade, mas que tenham baixo custo.

Dessa forma, este trabalho propôs desenvolver um *software* que dimensione as armaduras de um reservatório elevado de concreto armado e realize verificações de segurança em placas e vigas-parede a fim de ser uma ferramenta que auxilie estudantes de engenharia civil durante o estudo sobre dimensionamento de reservatório elevado de concreto armado.

O desenvolvimento do protótipo percorreu as etapas de concepção, elaboração e finalização. Para o código fonte, utilizou-se Python por ser uma linguagem de programação que apresenta sintaxe clara, o que favorece a legibilidade do código e facilita na compreensão da leitura (BORGES, 2010). A *interface* gráfica do usuário foi elaborada através da biblioteca Tkinter, pois ela é nativa da linguagem Python, já os tratamentos de erros no programa foram realizados com o módulo *messagebox*.

Para testar as funções do *software*, foi proposto o exemplo de um reservatório elevado de concreto armado de uma célula com às quatro paredes apoiadas em pilares situados nas quinas do reservatório, admitindo-se classe de agressividade ambiental ($c = 2,0$ cm) e barras predefinidas de $\varnothing = 5$ mm. Os resultados obtidos com o *software* foram comparados aos valores provenientes do cálculo manual, realizado com auxílio de calculadora, onde, comprovou-se semelhança entre eles, dessa forma, constatou-se a eficácia do programa computacional desenvolvido.

Por fim, o *software* e questionário avaliativo foram aplicados aos alunos do curso de Engenharia Civil e do curso Técnico em Edificações do IFS campus Estância, os resultados da aplicação comprovaram a eficiência do programa e seu desempenho mostrou-se satisfatório.

1.1 Objetivos

Objetivo geral

Desenvolver um *software* que dimensione as armaduras de um reservatório elevado de concreto armado e realize verificações de segurança em placas e vigas-parede segundo a ABNTNBR 6118:2014.

Objetivos específicos

- Desenvolver uma programação com interface gráfica para realizar o dimensionamento de placas e vigas-parede sob diferentes condições de carregamento utilizando, respectivamente, o modelo de cálculo de placas e bielas e tirantes;
- Desenvolver uma programação para realizar verificações de segurança em placas e vigas-parede de acordo com a NBR 6118:2014;
- Comparar os resultados dos cálculos obtidos pelo *software* desenvolvido com os executados de forma manual com auxílio de calculadora;
- Demonstrar o *software* aos alunos do curso de Engenharia Civil e Técnico em Edificações do IFS campus Estância juntamente com a aplicação de questionário avaliativo

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Reservatório de concreto armado

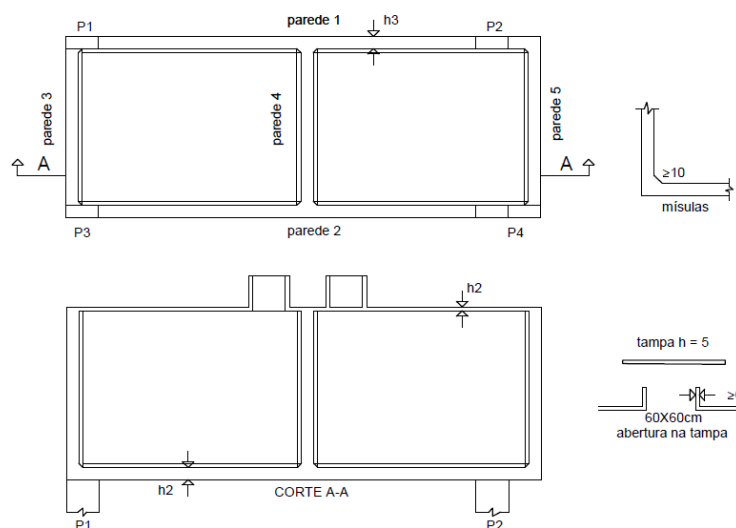
Pode-se definir o reservatório de concreto armado como uma estrutura constituída por laje maciça de tampa, laje maciça de fundo e vigas-parede. Esses elementos são submetidos a carga permanente, carga acidental, empuxo da água e caso seja semienterrado ou enterrado, considera-se também o empuxo do solo (KUEHN, 2002).

2.2 Dimensões mínimas das lajes maciças do reservatório

Para reservatórios, a espessura mínima adotada nas paredes e na laje de fundo deve ser de 12 cm e a espessura mínima na laje de tampa deve ser de 7 cm, porém, deve-se considerar o cobrimento exigido pela NBR 6118:2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Dessa forma, adota-se espessura ≥ 15 cm para laje de fundo e paredes.

Nos cantos há um engrossamento do elemento estrutural entre as ligações das paredes e com a parede-fundo, denominado mísula, que reduz o risco de fissuração, aumenta o grau de engastamento entre as placas como também facilita a aplicação da impermeabilização (SOUZA; CUNHA, 1994). Um modelo de reservatório retangular com mísulas pode ser visualizado através da Figura 1.

Figura 1 – Modelo de um reservatório retangular



(Fonte: ADAPTADO DE ARAÚJO, 2014)

2.3 Considerações para o cálculo de placas

Condições de contorno

A laje de tampa tende a girar junto com as paredes, o fundo, a girar em sentido oposto as paredes e estas a girar em sentidos opostos entre si. (SOUZA; CUNHA, 1994). Dessa forma, define-se as condições de contorno como: a tampa simplesmente apoiada, fundo com as quatro bordas engastadas, as paredes engastadas com o fundo e apoiada com a tampa.

Determinação dos momentos fletores e reações de apoio

Neste trabalho, foram adotadas as tabelas de Kalmanok com algumas modificações feitas por Araújo (2014). Essas tabelas foram desenvolvidas para simplificar o cálculo das lajes, visto que fornecem coeficientes que permitem calcular momentos fletores positivos no centro das placas nas direções dos vãos l_x e l_y , momentos negativos nos engastes em ambas as direções, além das reações de apoio quando este for um apoio simples ou engaste.

Compatibilização dos momentos fletores negativos

As ligações engastadas apresentam valores diferentes para os momentos negativos, já que os cálculos dos momentos fletores são feitos considerando as lajes de forma isolada, no entanto, segundo Araújo (2014), deve-se considerar a continuidade da estrutura, logo é preciso compatibilizar os momentos negativos que apresentam suas ligações engastadas.

Correção dos momentos fletores positivos na laje de fundo

Como os momentos fletores negativos foram reduzidos durante a compatibilização, deve-se utilizá-los para corrigir os momentos positivos no centro da laje de fundo.

Dimensionamento da armadura longitudinal

Definidos os esforços provenientes dos carregamentos, uma vez que os momentos nas lajes são dados por unidade de comprimento, faz-se o dimensionamento da armadura

longitudinal nas direções x e y das lajes para uma largura retangular de uma faixa unitária de um metro e altura útil d (CARVALHO; FIGUEIREIDO FILHO, 2015). A área de aço é calculada por metro e deve ser distribuída ao longo dessa largura.

Verificação ao cisalhamento

De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2015), o efeito do esforço cortante em laje maciça não é crítico e geralmente apenas o concreto é suficiente para resisti-lo. Isto faz com que as armaduras transversais sejam necessárias apenas em casos especiais. Este tipo de armadura é responsável por resistir aos esforços de tração provenientes da força cortante. A NBR 6118:2014, permite dispensá-la desde que a força cortante solicitante decálculo (V_{sd}) seja menor ou igual à resistência de projeto ao cisalhamento (V_{rd1}).

2.4 Vigas-parede

Conceito

Segundo a NBR 6118:2014, é considerada viga-parede a viga que a relação entre o vão e a altura l/h seja menor que 2, no caso de viga biapoiada e menor que 3, no caso de viga contínua. Elas recebem carregamento inferior ou superior.

Nos reservatórios, as vigas-parede são solicitadas na borda inferior pela laje de fundo e na borda superior pela laje de tampa e a ação do peso próprio é distribuída ao longo de seu plano vertical (KUEHN, 2002). Considera-se o valor de 1kN/m^2 para a carga acidental (NBR 6120:2019). Elas também recebem a ação da água que atua fora do seu plano, neste caso, devem ser analisadas como placas.

Comportamento estrutural

A viga-parede, quando comparada a viga usual, apresenta ineficiência ao combate à flexão e ao cisalhamento (NBR 6118:2014). Essa ineficiência ocorre, porque quando a viga-parede é submetida à flexão, as tensões normais não atuam de forma linear como ocorre com a viga dita como elemento linear (LEONHARDT, 1979). O diagrama de tensões normais de uma viga é retilíneo, enquanto que o diagrama da viga-parede possui uma curvatura à medida que diminuiu a relação do vão e altura l/d , isto ocasiona uma zona pequena de tração e uma zona de compressão maior que de tração (KUEHN, 2002).

Modelos com bielas e tirantes

Devido a distribuição das tensões não lineares, a hipótese de Euler-Bernoulli aplicada em vigas, não pode ser aplicada em vigas-parede, pois após à flexão as seções deixam de permanecer planas (LEONHARDT, 1979), contudo, em vigas-parede, é possível determinar as tensões por meio do método de bielas e tirantes. Esse método é bastante aplicado em estruturas de concreto armado e sua utilização é permitida por norma técnica. Neste modelo, a estrutura real, assemelha-se a uma treliça idealizada composta por bielas, tirantes e nós.

3 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

O software, denominado ReservaCalc, foi desenvolvido no IDE *PyCharm Community Edition* 2021.1.1 x 64 que se refere ao ambiente integrado de desenvolvimento da linguagem de programação Python (LUTZ; ASCHER, 2007). O processo de criação percorreu três etapas principais: concepção, elaboração e finalização, porém, ela não foi seguida à risca, pois durante a etapa de elaboração foi preciso voltar para a etapa de

concepção para melhor definir os objetivos e requisitos computacionais do programa. A GUI foi criada a partir do Tkinter, biblioteca padrão do Python. Os tratamentos de erros no programa foram realizados por meio do módulo *messagebox*.

Na etapa de concepção foi estabelecido o objetivo do programa, que foi desdobrado em requisitos computacionais e a partir deles, iniciou-se a idealização da interface gráfica.

A etapa de elaboração foi a mais longa, visto que, realizou-se um estudo acerca da linguagem Python bem como dimensionamento de placas e de vigas-parede. Esta etapa foi norteadada pela anterior e dedicada ao desenvolvimento do código-fonte e interface gráfica.

À medida que o código-fonte foi desenvolvido, foram realizados testes de validação do *software* e com base nos resultados houve a necessidade de retornar a etapa de concepção para corrigir ou melhorar os requisitos computacionais.

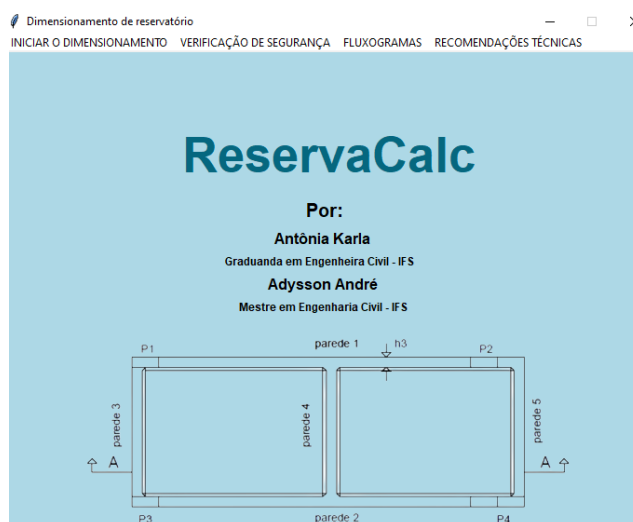
Por fim, na etapa de finalização foram realizados os tratamentos de erros para corrigir os bugs a fim que o usuário pudesse ter uma boa experiência ao utilizar o *software*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Interface principal do software

A interface principal do ReservaCalc é equipada com barras de menus denominadas: "INICIAR DIMENSIONAMENTO", "VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA", "FLUXOGRAMAS" e "RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS", que apresentam funcionalidades distintas e levam a janelas específicas, além disso, a interface principal do *software*, nomeado de ReservaCalc, é ilustrada com uma imagem de um reservatório retangular de duas células, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2- Interface Principal do ReservaCalc



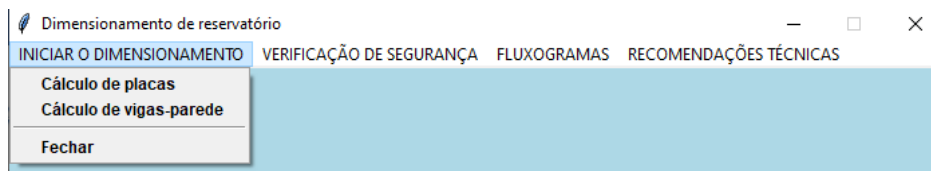
(Fonte: AUTORES, 2023)

A seguir serão descritas as funções das barras de menus apresentadas neste tópico.

Funções das barras de menus

O menu "INICIAR O DIMENSIONAMENTO", mostrado na Figura 3, permite que o usuário tenha acesso a opção para iniciar o cálculo de placas e vigas-parede.

Figura 3 – Barra de menu para selecionar a opção de cálculo



(Fonte: AUTORES, 2023)

Ao selecionar a opção "cálculo de placas" é aberta a janela, ilustrada na Figura 4, com os parâmetros de entradas e suas respectivas unidades.

Figura 4- Interface dos dados de entrada para placas

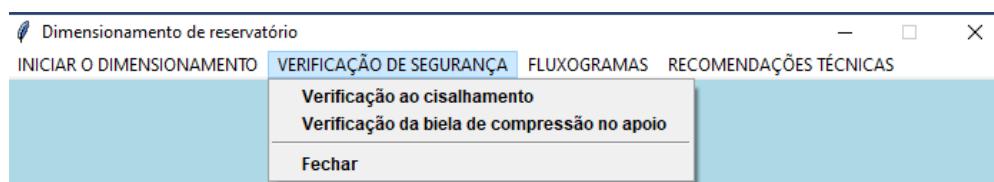
(Fonte: AUTORES, 2023)

A interface de entrada de dados é equipada com uma imagem, que serve para orientar o usuário a inserir corretamente os parâmetros de entrada, além dos botões "limpar campo", "equações" e "calcular" que, respectivamente, limpa os campos de entradas, mostra as equações necessárias para realizar o dimensionamento do reservatório elevado de concreto armado e efetua os cálculos. Ao clicar no botão "calcular", o usuário terá como saída os valores da área de aço calculada em ambas as direções e área de aço mínima.

Ao selecionar a opção "cálculo de vigas-paredes" é aberta uma janela para o dimensionamento das vigas-paredes. Ao clicar no botão "calcular", o usuário terá como saída os valores da área de aço calculada e área de aço mínima.

O menu "VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA", mostrado na Figura 5, possibilita que o usuário realize verificações de segurança em placas e vigas-parede.

Figura 5 – Barra de menu para obter os valores da verificação de segurança

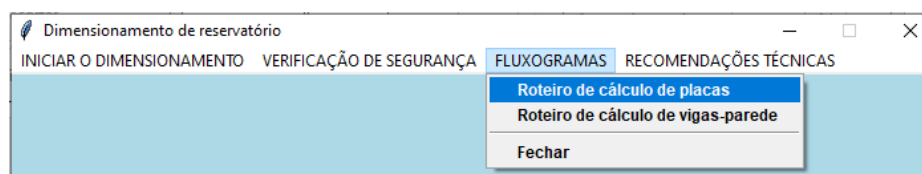


(Fonte: AUTORES, 2023)

Ao selecionar a opção “verificação ao cisalhamento”, o *software* mostrará o valor da força solicitante cortante de cálculo e resistente de projeto ao cisalhamento como também irá compará-las e emitir uma mensagem informando se há ou não necessidade de armadura para evitar o cisalhamento. Já ao selecionar a opção “verificação da biela de compressão no apoio”, o *software* mostrará o valor da tensão no apoio e resistência de cálculo reduzida do concreto onde irá compará-las e emitir uma mensagem informando se a biela de compressão no apoio será esmagada ou não.

O menu “Fluxogramas”, visualizado através da Figura 6, fornece fluxogramas com o roteiro de cálculo de placas e vigas-paredes.

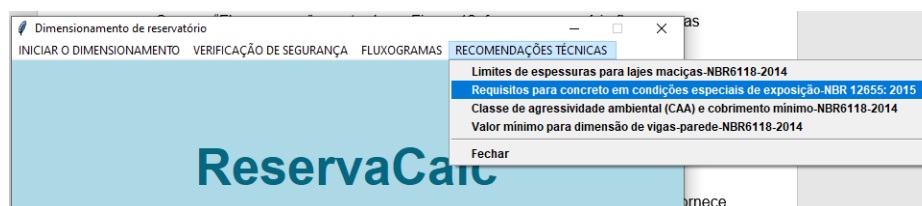
Figura 6 – Barra de menu de acesso aos fluxogramas



(Fonte: AUTORES, 2023)

Por fim o menu “Recomendações técnicas”, mostrado na Figura 7, que fornece recomendações para elaboração e execução de projetos de estruturas de concreto armado.

Figura 7 – Barra de menu de acesso as recomendações técnicas



(Fonte: AUTORES 2023)

4.2 Aplicação do software e questionário avaliativo

O *software* e questionário avaliativo foram aplicados aos alunos do curso de Engenharia Civil e curso Técnico em Edificações do Instituto Federal de Sergipe - campus Estância. O questionário teve o objetivo de verificar a opinião destes estudantes acerca da usabilidade do *software*, interface gráfica, erros durante o uso, grau de satisfação com o mesmo, bem como encontrar pontos de melhoria do aplicativo. No questionário foi solicitado

que os alunos atribuísem notas de 1 a 5 sendo 1 para muito ruim e 5 para excelente. A tabela 1 mostra os resultados do questionário avaliativo da aplicação do ReservaCalc.

Tabela 1- Resultados do questionário avaliativo da aplicação do ReservaCalc

	Notas				
	1	2	3	4	5
Afirmaram que o <i>software</i> é intuitivo	X	x	X	40%	60%
Afirmaram ser fácil entender os resultados apresentados	X	x	12%	38%	50%
Afirmaram que a interface é organizada	X	x	X	40%	60%
Afirmaram ser fácil a movimentação dentro do <i>software</i>	X	x	X	25%	75%
Escala de erros percebidos (sendo nota 1 para nenhum e 5 para um número extremamente alto)	88%	12%	X	x	x
Escala dos erros que foram resolvidos com o <i>messagebox</i> (sendo 1 para pouquíssimos e 5 para um número extremamente alto)	X	x	X	x	100%
Grau de satisfação com o <i>software</i>	X	x	X	x	100%
Probabilidade de indicar e apresentar o ReservaCalc para colegas (sendo 1 para nenhuma e 5 muito provável)	X	x	X	x	100%

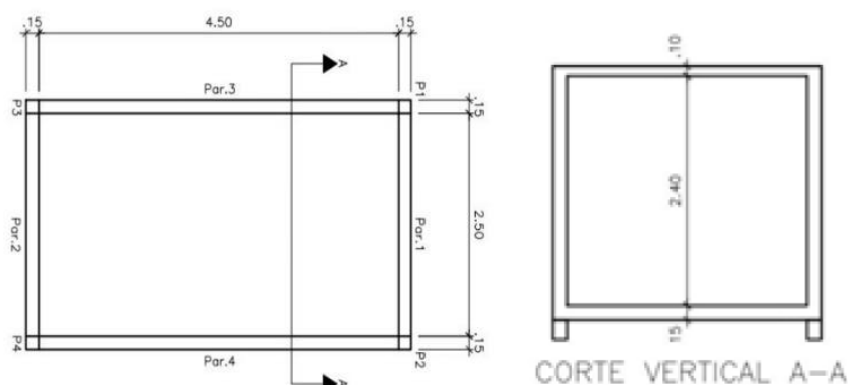
(Fonte: AUTORES, 2023)

Com base nos resultados da Tabela 1, nota-se que o ReservaCalc atende ao que foi proposto, uma vez que 60% dos alunos atribuíram nota máxima afirmando que a interface é intuitiva e organizada, 88% não perceberam nenhum erro durante o uso do programa e os 12% que perceberam algum erro afirmaram que são resolvidos com o *messagebox*. 100% atribuíram nota máxima para o grau de satisfação e 100% afirmaram que é muito provável indicar e apresentar o *software* para colegas. Os alunos que responderam ao questionário afirmaram que gostaram do programa e fizeram sugestões como a de uma função para salvar e gerar um arquivo PDF com um relatório dos resultados, melhorar a qualidade das imagens inseridas nas interfaces e inserir uma função para mostrar o detalhamento da armadura.

4.3 Resultado por comparação com cálculo manual

Para verificar a precisão do *software* foi feito o comparativo com o cálculo manual. Para tal, criou-se um exemplo, como mostrado na Figura 8, o qual trata-se de um reservatório elevado de concreto armado de uma célula com as quatro paredes apoiadas em pilares situados nas quinas do reservatório. O dimensionamento foi feito considerando a classe de agressividade ambiental ($c = 2,0$ cm) segundo a ABNT NBR 6118: 2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento e barras predefinidas de $\varnothing = 5$ mm.

Figura 8 – Exemplo de reservatório elevado com uma célula



(Fonte: AUTORA, 2022)

O resultado do comparativo entre o cálculo executado pelo *software* e o cálculo manual com auxílio da calculadora, relacionados a armadura longitudinal das lajes maciças do reservatório elevado são apresentados na Tabela 2. Mais detalhes referentes aos resultados podem ser vistos no trabalho de Cruz (2022).

Tabela 2- Resultados da inserção dos dados do exemplo proposto

ELEMENTO ESTRUTURAL	MÉTODO DE CÁLCULO	
	Software	Manual
Laje de tampa	$A_{sx} = 1,23 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sy} = 0,55 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{sx} = 1,09 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sy} = 0,55 \text{ cm}^2/\text{m}$
Mínima em x e y	$A_{s\text{mín}} = 1,9 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{s\text{mín}} = 1,9 \text{ cm}^2/\text{m}$
Laje de fundo	$A_{sx} = 2,74 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sy} = 0,89 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{sx} = 2,82 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sy} = 0,94 \text{ cm}^2/\text{m}$
Mínima em x e y	$A_{s\text{mín}} = 2,85 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{s\text{mín}} = 2,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
Parede 1 e 2	$A_{sx} = 0,53 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sy} = 0,55 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{sx} = 0,47 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sy} = 0,47 \text{ cm}^2/\text{m}$
Parede 3 e 4	$A_{sx} = 0,43 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sy} = 1,02 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{sx} = 0,47 \text{ cm}^2/\text{m}$ $A_{sy} = 1,41 \text{ cm}^2/\text{m}$
Mínima das paredes em x e y	$A_{s\text{mín}} = 2,85 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{s\text{mín}} = 2,85 \text{ cm}^2/\text{m}$
Ligação parede-parade	$A_s = 1,20 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_s = 1,41 \text{ cm}^2/\text{m}$
Ligação fundo-parade1 e fundo-parade2	$A_s = 2,38 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_s = 2,35 \text{ cm}^2/\text{m}$
Ligação fundo-parade3 e fundo-parade4	$A_s = 3,53 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_s = 3,76 \text{ cm}^2/\text{m}$
Mínima das ligações em x e y	$A_{s\text{mín}} = 2,85 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{s\text{mín}} = 2,85 \text{ cm}^2/\text{m}$

(Fonte: AUTORES, 2023)

Ao preencher corretamente as caixas de entrada de dados do *software*, pode-se chegar aos resultados apresentados na Tabela 2. No comparativo com o cálculo manual, o

software atende ao que foi proposto, já que o desempenho foi satisfatório na resolução do exemplo, uma vez que as respostas obtidas são adequadas os parâmetros inseridos. Contudo, ainda é possível realizar melhoras no *software* com base nas sugestões apresentadas pelos alunos através dos questionários.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O dimensionamento estrutural de reservatório em concreto armado é extenso e quando realizado manualmente com auxílio de calculadora, torna-se demorado, porém com o uso de programas específicos, o processo de cálculo se torna rápido e mais preciso, podendo assim, auxiliar no desenvolvimento de projetos estruturais.

Diante disto, o principal objetivo deste trabalho foi desenvolver, por meio da linguagem de programação Python e sua biblioteca Tkinter, um *software* denominado ReservaCalc que possui um conjunto de funções que são capazes de dimensionar as armaduras de um reservatório elevado de concreto armado bem como ajudar estudantes de Engenharia Civil nos estudos acerca deste tipo de estrutura.

Na resolução do exemplo proposto, o *software* mostrou um desempenho satisfatório, uma vez que as respostas obtidas são adequadas aos parâmetros inseridos, contudo, ainda é possível realizar melhoras no *software* com base nas sugestões apresentadas pelos alunos através dos questionários.

Por fim, o ReservaCalc foi desenvolvido com o intuito de se tornar uma ferramenta de estudo que pode auxiliar os estudantes de Engenharia Civil, visto que os usuários poderão utilizá-lo para calcular, revisar e comparar respostas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. M. **Curso de concreto armado**. v. 4, 4. ed. Rio Grande: Editora Dunas, 2014.

ARAÚJO, J. M. **Curso de concreto armado**. v. 2, 4. ed. Rio Grande: Editora Dunas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2014 - **Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2014 – **Projeto de estruturas de concreto** - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

BORGES, L. E. **Python para desenvolvedores**: aborda Python 3.3. Novatec Editora, 2014.

CARVALHO, R.C; FIGUEIREDO FILHO, J.R. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas de Concreto Armado: Segundo a NBR 6118:2014**. 4 ed. São Carlos: EDUFSCar, 2015. 415 pág.

COSTA, Jean Alves. **Controlador de Acesso Para ambientes Com Gerenciamento Remoto**. 2019. 75 pág. Monografia – Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Paraná.

CRUZ, A. K. S. **Desenvolvimento de software para dimensionamento de reservatório elevado de concreto armado**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Sergipe. Estância, 65 págs. 2022.

CUNHA, A. J. P.; SOUZA, V.C.M. **Lajes em concreto armado e protendido**. Niterói, RJ, 1994.

KUEHN, A. **Comparação entre métodos de análise estrutural para reservatório retangulares de concreto armado**. 2002. 201pág. Dissertação – Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

LEONHARDT, F.; MÖNNING, E. **Construções de concreto**. V.2. Inter ciência, Rio de Janeiro, 1979.

MELO, W. **INTRODUÇÃO AO UNIVERSO DA PROGRAMAÇÃO COM PYTHON: UM LIVRO ABERTO PARA APRENDER PROGRAMAÇÃO**. 2020.

SANTOS, D.M. **Projeto estrutural por bielas e tirantes**. 1 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2021. 128 pág.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR SIZING AN ELEVATED RESERVOIR OF REINFORCED CONCRETE

Abstract: *This work presents a software developed to help civil engineering students to design reinforcement for an elevated reservoir of reinforced concrete. The software was created using the Python programming language, as it has virtually unlimited functions, in addition to being a fast and objective language that allows programming with simple code. In order to make it intuitive and didactic, it was decided to develop a graphical interface through Tkinter, a library that provides a window toolkit that is available to Python programmers through the tkinter package and its extension, the tkinter.ttk modules, error treatments in the program were performed with the messagebox module. To test the functions of the software, an example of an elevated reinforced concrete reservoir of a cell with four walls supported by pillars located at the corners of the reservoir was proposed, assuming an environmental aggressiveness class ($c = 2.0$ cm) and predefined bars of $\varnothing = 5$ mm, the results obtained were compared with values from manual calculation, performed with the aid of a calculator, where similarity between them was proven, thus, the effectiveness of the computer program developed was verified. The software and evaluative questionnaire were applied to students of the Civil Engineering course and the Technical course in Buildings at IFS Campus Estância, the results of the application proved the efficiency of the program and its performance was satisfactory.*

Keywords: *Elevated reservoir of reinforced concrete; Sizing; Programming language*