

Santos, H.M.A.¹; Silva, L.V.²

Graduandas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Cunha Júnior, B.F.R.³

Professor Me., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

helloramas@hotmail.com; leticiaavilela@hotmail.com; farneyjr@gmail.com

RESUMO: este trabalho tem o objetivo de fazer o dimensionamento de um reservatório de concreto armado através de dois métodos distintos de cálculo e realizar um comparativo com os resultados obtidos. Neste trabalho, foram demonstrados resultados acerca dos momentos fletores calculados por ambos os métodos. A metodologia usada para realização deste trabalho foi o auxílio de normas específicas, programa computacional de dimensionamento e cálculos manuais. Foi realizado um passo a passo do cálculo manual utilizado e o dimensionamento pelo software SAP2000®. Pode-se concluir perante os resultados comparados e analisados que o trabalho atingiu seus objetivos.

Palavras-chaves: reservatório, estruturas, SAP2000®, cálculo manual, concreto armado.

Área de Concentração: 02 – Estruturas

1 INTRODUÇÃO

Na literatura é possível encontrar diversos métodos manuais de cálculo de reservatórios de concreto armado, e que, segundo Jacinto e Silva (2018), podem se destacar os métodos: aquele em que se utiliza a tabela de Bares presentes em Pinheiro (1994), outro que se baseia nas tabelas de Souza e Cunha (1998), o método que leva em consideração o cálculo de reações de apoio pelo professor Roberto Chust Carvalho, apresentado em seu livro: “Cálculo de Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado 4ª edição”, e processo de determinação de reações por meio de integrais. Já para o dimensionamento de maneira computacional o software SAP2000®, que segundo Rossi (2016), pode ser considerado um excelente programa para tal finalidade, este permite simular numericamente o funcionamento das estruturas de concreto armado com alto grau de desenvolvimento, denominado Método dos Elementos Finitos.

A problemática encontrada nos métodos manuais de dimensionamento de reservatórios é a simplificação que estes cálculos fornecem ao projetista, tornando esses métodos menos usuais para quem atua nesta área, dando preferência a programas computacionais.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo proporcionar conhecimento a respeito do cálculo manual de um reservatório, e com este, realizar um comparativo com o dimensionamento via software SAP2000® v19, com a intenção de evidenciar tanto as diferenças nos resultados quanto as possibilidades de aperfeiçoamento das técnicas de cálculo estrutural de reservatórios de concreto armado, sendo calculado na situação de duas células cheias.

A seguir, a apresentação da fundamentação teórica, onde foram abordados trabalhos anteriores desta área e a formulação para o cálculo manual. Seguindo com a metodologia, resultados e discussão e a conclusão neste artigo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Estado da Arte

Na pesquisa de Vasconcelos (1998), o principal objetivo foi mostrar técnicas para a realização passo a passo de um projeto estrutural de reservatório paralelepípedo elevado apenas com cálculos manuais e debater problemas frequentes que surgem no decorrer do dimensionamento. O reservatório foi calculado sem o auxílio de programas, pois segundo a

autora, naquela época não havia programas computacionais que dimensionassem reservatórios paralelepípedicos. Foi chegada à conclusão que para dimensionar este tipo de elemento estrutural, é preciso levar em consideração alguns aspectos que podem trazer segurança para o cliente, são eles: observar as ações devidas ao solo ou água, que para cada tipo de reservatório (enterrado, apoiado ou elevado) será uma análise diferente, levar sempre em consideração o comportamento dos diferentes elementos estruturais do reservatório (laje da tampa, laje do fundo, vigas – paredes dentre outros) e por último, se atentar nas junções destes elementos do reservatório, levando em consideração as rotações nas arestas do reservatório.

Já a pesquisa realizada por Jacinto e Silva (2018) teve como objetivo a realização de uma análise estrutural de paredes de reservatórios paralelepípedicos elevados de concreto armado moldado in loco trabalhando como laje e com isso fazer um comparativo entre diversos métodos existentes na literatura, como as tabelas de Bares apresentadas por Pinheiro (1998), a sugestão de cálculo do professor Roberto Chust Carvalho, as tabelas de Souza e Cunha (1998) e com a utilização do programa computacional SAP2000®. A conclusão foi que o método do professor Roberto Chust Carvalho e o método de cálculo pelas linhas de ruptura das charneiras plásticas aplicando cálculo diferencial e integral, foram os que mais se aproximaram nos resultados. Os resultados pelo método de Pinheiro se aproximam dos resultados do programa SAP2000®, enquanto o método de Souza e Cunha apresentaram resultados muito exagerados, sendo assim, apresentando o software SAP2000® como a melhor opção para a análise deste reservatório.

2.2 Formulação Matemática

No presente capítulo será apresentada a formulação matemática e o embasamento teórico para o cálculo manual de um reservatório de concreto armado, através de um passo a passo sucinto de como realizar este dimensionamento manualmente das vigas-parede, os cálculos das lajes da tampa e fundo segue o procedimento usual para lajes maciças.

2.2.1 Classificação das paredes

Segundo o item 22.0 da NBR ABNT 6118:2014, as vigas que possuem essa relação mostrada na equação (1) devem ser tratadas como vigas-parede. É possível diferenciar as vigas-paredes de acordo com o modelo estrutural, demonstrado na equação (1):

$$\frac{L}{h} < 2,0 \quad (1)$$

A partir da análise da equação (1), é de extrema importância obter os resultados das cargas corretamente visto que será definido o tipo, maneira e a intensidade de como os carregamentos atuaram na estrutura.

2.2.2 Determinação dos Carregamentos

O reservatório tem como carregamentos solicitantes o peso próprio de cada elemento constituinte (tampa, parede, fundo, pilares), peso da água e o empuxo gerado nas paredes internas. O peso próprio (Pp) das paredes é calculado pela equação (2).

$$Pp = \gamma_{ca} \cdot bw \cdot h \quad (2)$$

Onde:

γ_{ca} = peso específico do concreto em kN/m³.

bw = largura da alma da viga em metros.

h = altura em metros.

A água causa um esforço horizontal denominado empuxo e que é distribuído de maneira triangular nas estruturas das paredes do reservatório, por esse motivo é necessário se atentar a esse empuxo nos cálculos desses elementos estruturais segundo Freitas (2007).

Na obtenção das cargas atuantes em todos os elementos estruturais além do peso próprio, constituintes do reservatório, é preciso levar em consideração as informações dadas no projeto, como revestimento, impermeabilização, cargas acidentais, pressão hidrostática e contrapiso.

2.2.3 Cálculo dos Esforços

Para o dimensionamento dos momentos fletores e cortantes que atuam nas paredes e lajes do reservatório, podem ser utilizadas tabelas que facilitam esses cálculos de maneira mais prática. Para os esforços em lajes maciças retangulares, é usual utilizar a Tabela de Bares, que é encontrada na apostila do professor Bastos (2015, pág. 88) e para os cálculos das paredes a Tabela de cargas triangulares, encontrada na apostila de concreto armado do Professor José Milton (Volume 2).

É preciso definir também as condições de contorno em cada borda dos elementos estruturais do reservatório e o modelo de ligação entre tampa-parede e fundo-parede, apoiada ou engastada.

Depois de definido as vigas como vigas-parede e as cargas atuantes em todos os elementos estruturais é

calculado os esforços da laje da tampa e fundo, através do coeficiente λ . Sendo necessário fazer uma relação entre o maior e menor vão e assim obter o λ e com ele determinar os valores das reações e momentos pela Tabela de Bares. E com esses esforços calculados, encontrar os momentos positivos e negativos nas lajes do reservatório.

A fórmula para calcular as reações de apoio (V) em lajes com carga uniforme é demonstrada na equação (3):

$$V = \frac{\vartheta \cdot P \cdot Lx}{10} \quad (3)$$

Onde:

V= reação de apoio em kN.

ϑ = coeficiente retirado da tabela de Bares.

P= carga uniforme em kN/m.

Lx= menor vão em metros.

Já para o cálculo dos momentos fletores (M) em lajes com carga uniforme, é utilizada a equação (4):

$$M = \frac{\mu \cdot P \cdot Lx^2}{100} \quad (4)$$

Onde:

M= momento fletor em kN.m.

μ = coeficiente retirado da tabela de Bares.

P= carga uniforme em kN/m.

Lx= menor vão em metros.

Esses cálculos são facilmente encontrados na obra de Pinheiro (1994).

2.2.4 Compatibilização dos momentos fletores negativos

De acordo com o item 14.7.6.2 da NBR 6118:2014 momento fletor negativo compatibilizado deve ser o maior entre 80% do maior ou a média.

2.2.5 Detalhamento das armaduras

O detalhamento final das armaduras das paredes será composto por: armadura de flexão calculada considerando parede como viga e armadura de flexão considerando a parede como laje submetida a empuxo um misto barras de aço que combatem os esforços de tração como viga e barras de aço que suportam esse empuxo lateral.

Já para o cálculo das armaduras das lajes da tampa e fundo segue o procedimento usual para laje maciça e para o cálculo do dimensionamento da parede como viga-parede, é demonstrada a seguir:

2.2.6 Cálculo do Braço de Alavanca

De acordo com a ABNT NBR 6118/2014, para o cálculo do braço de alavanca (Z) para vigas biapoiadas que seguem a relação da equação (5), a fórmula utilizada é a demonstrada na equação (6):

$$1,0 < L/h < 2,0 \quad (5)$$

$$Z = 0,15 \cdot h \cdot \left(3 + \frac{L}{h}\right) \quad (6)$$

2.2.7 Cálculo da Armadura de Tração

Segundo o item 17.3.5.2.1 da ABNT NBR 6118/2014, a armadura de tração deve ser distribuída respeitando a taxa mínima absoluta de 0,15%.

Para o cálculo da área da seção transversal da armadura longitudinal de tração (A_{st}) para vigas-parede a equação (7).

$$A_{st} = \frac{Md}{Z \cdot f_{yd}} \quad (7)$$

Onde:

Md= Momento majorado em kN/m².

Z= braço de alavanca em metros.

F_{yd}= resistência do aço.

E para o cálculo da armadura de tração em vigas esbeltas e lajes, é utilizada a equação (8), considerando o concreto do tipo I. Foi classificado como Grupo I pela ABNT NBR 6118/2014 devido ao f_{ck} de projeto.

$$A_{sx} = \frac{Md}{(d - 0,4x) \cdot f_{yd}} \quad (8)$$

Onde:

Md= Momento majorado em kN/m².

d= altura útil em metros.

x= linha neutra em metros.

F_{yd}= resistência do aço.

2.2.8 Verificação de Ancoragem nos Apoios

De acordo com o item 22.2.4.2 da NBR 6118:2014, a força a ser ancorada nos apoios extremos é encontrada pela equação (9):

$$F_d = 0,8 \cdot A_{st} \cdot y_d \quad (9)$$

Onde:

F_d = em kN.

A_{st} = armadura de tração em metros quadrados.

F_{yd} = resistência do aço.

2.2.9 Tensão Última de Aderência (f_{bd})

Nas equações (10) e (11) é possível encontrar a tensão atuante de cisalhamento.

$$\tau_{bd} \leq \frac{F_d}{\mu \cdot \Delta l} \quad (10)$$

$$\mu = n \cdot b \cdot \phi \quad (11)$$

Onde:

F_d = ancoragem nos apoios.

μ = perímetro das barras ancoradas.

n = número de barras.

ϕ = bitola.

Δl = comprimento de ancoragem.

Lembrando que a tensão atuante t_{bd} deve ser menor ou igual à tensão t_{bu} . Ou seja, $\tau_{bd} \leq \tau_{bu}$ ou $\tau_{bu} = f_{bd}$.

Para o cálculo da tensão última de aderência é usada a seguinte fórmula demonstrada nas equações (12) e (13).

$$f_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot f_{ctd} \quad (12)$$

$$f_{ctd} = 0,15 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad (13)$$

Onde:

$\eta_1 = 2,25$ (barra nervurada).

$\eta_2 = 1,00$ (zona de aderência).

$\eta_3 = 1,00$ ($\phi < 32$ mm).

F_{ck} = resistência do concreto em MPa.

2.2.10 Verificação ao Esmagamento do concreto

De acordo com a norma ABNT NBR 6118:2014, quando se utiliza a relação $V_d < 75\% V_{dlim}$, onde o V_d

é o esforço cortante atuante de cálculo e o V_{dlim} é encontrado através da equação (14):

$$V_{dlim} = 0,1 \cdot b_w \cdot h_e \cdot f_{cd} \quad (14)$$

Onde:

b_w = largura da viga em metros.

h_e = altura efetiva em metros.

f_{cd} = resistência de cálculo do concreto em MPa.

F_{ck} = resistência do concreto em MPa.

3 ARMADURA DE PELE (COSTELA)

Presente no item 17.3.5.2.3 da NBR 6118:2014, sugere dispor de armadura de pele, horizontal e vertical para evitar fissuras devido à retração do concreto, formando uma malha em cada face da estrutura. Esta armadura pode ser convencional, montada na obra ou pode ser em forma de telas soldadas. A área de aço mínima pode ser encontrada através da equação (15):

$$A_{spele} \geq 0,075\% \cdot b_w \cdot h \quad (15)$$

Onde:

A_{spele} = armadura de pele em centímetros quadrados.

b_w = largura da alma da viga em metros.

h = altura em metros.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado o passo a passo dos pontos que foram abordados na pesquisa. Primeiramente o dimensionamento do reservatório foi realizado manualmente e, na sequência, o mesmo reservatório foi dimensionado através do programa computacional SAP2000® v19, utilizando o Método dos Elementos Finitos para a modelagem da estrutura proposta.

4.1 Reservatório de Estudo

A norma utilizada para definição das Classes de Agressividade, resistência do concreto e aço foi a ABNT NBR 6118:2014. As características do reservatório de estudo serão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características do reservatório.

Especificações	Características
Tipo do reservatório	Elevado
Capacidade de armazenamento	Média
Resistência do concreto (F_{ck})	30 MPa

Aço	CA-50
Classe de Agressividade	CAA III

Fonte: próprio autor (2020).

Para a laje da tampa, foram considerados como carregamentos atuantes o peso próprio, impermeabilização e revestimento, sobrecarga e

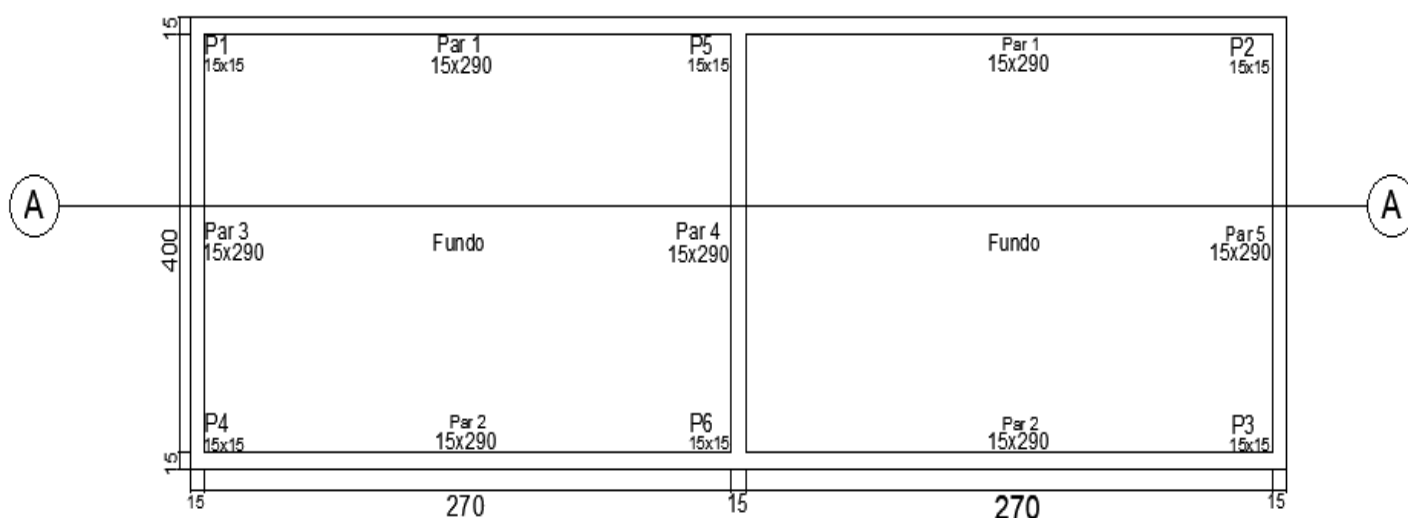
Elementos Estruturais	Carga total (Kgf/m ²)
Tampa	450
Fundo	3.600

Fonte: próprio autor (2020).

contrapiso. Já na laje do fundo são praticamente as mesmas cargas, porém com algumas alterações nos valores, como a consideração da pressão hidrostática no sobrecarga e mudanças no contrapiso, impermeabilização e revestimento (Tabela 2).

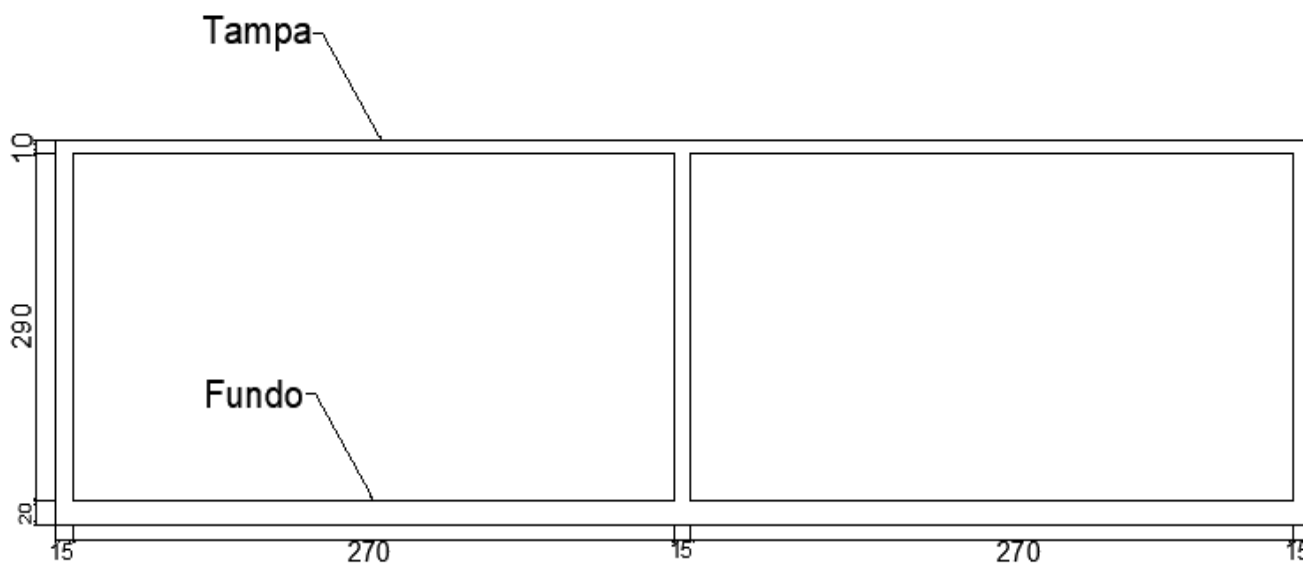
Tabela 2 – Cargas atuantes nas lajes e paredes.

Figura 1 – Vista superior do reservatório.



Fonte: próprio autor (2020).

Figura 2 – Desenho esquemático do corte A –A da vista lateral.



Fonte: próprio autor (2020)

4.2 Procedimento de Dimensionamento Manual

Para a realização do cálculo manual do reservatório, foi utilizado o passo a passo demonstrado no item 2.2. *Formulação Matemática* deste artigo.

Primeiro, foram classificadas as paredes em viga-parede, de acordo com a equação 1.

Em seguida a determinação dos carregamentos atuantes, como o peso próprio (demonstrada na equação 2). Para o cálculo dos esforços da laje foi adotado a tabela de Bares e para as paredes foi optada a tabela de carga triangular do Prof. José Milton. As tabelas fornecem coeficientes que permitem calcular as reações e os momentos fletores de acordo com as equações 3 e 4 para lajes e para as paredes usando parâmetros em relação aos lados (l_y/l_x).

Com os resultados obtidos pelo diagrama de momentos fletores pode ser iniciado o cálculo da armadura longitudinal. Para o dimensionamento da parede como viga-parede é necessário antes de tudo, calcular o braço de alavanca, segundo a equação 5. No cálculo da armadura de tração se utiliza a equação 7, onde se determina através do momento fletor majorado (M_d).

Para garantir ancoragem nos apoios, todas as barras das armaduras devem ficar de forma que as forças submetidas a elas sejam transmitidas completamente ao concreto. (equação 9).

O próximo passo é necessário que a tensão atuante (τ_{bd}) não ultrapasse a tensão última de aderência limite (F_{bd}), para os cálculos são necessárias às equações 12, 13 e 10, respectivamente. Em seguida deve ser feito a verificação ao esmagamento do concreto, é utilizada a equação 14, na qual precisa atender a relação entre o esforço cortante de cálculo onde tem de ser menor ou igual ao esforço cortante limite (V_{dlim}) de acordo com a NBR 6118:2014.

Como mostrado no item 2.2, é imposto à compatibilização dos momentos fletores negativos entre parede-parede e parede-fundo, seguindo o item 14.7.6.2 da NBR 6118:2014.

O cálculo da armadura de pele (costela) é de suma importância, pois ela evita fissuras na estrutura, que são causadas pela retração do concreto, sendo

necessária armadura de pele na posição horizontal e vertical da peça. Para este cálculo foi usada a equação 15.

Este cálculo manual demonstrado acima foi dimensionando o reservatório com as duas células cheias.

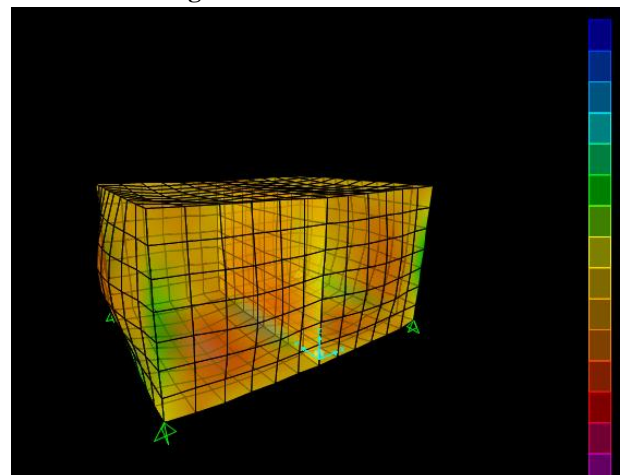
4.3 Procedimento de Modelagem no SAP2000®

No **Apêndice A – Elaboração do Reservatório no SAP2000®**, segue um passo a passo sucinto para a realização de uma modelagem de reservatório de concreto armado no software SAP2000®.

Para essa demonstração da modelagem foi considerado a carga variação da água.

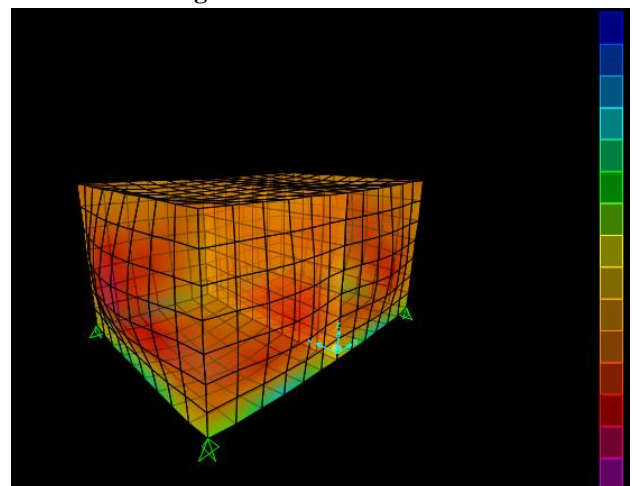
A seguir imagens do reservatório de estudo dimensionado no software SAP2000®.

Figura 3 – Momento M11.



Fonte: próprio autor (2020).

Figura 4 – Momento M22.



Fonte: próprio autor (2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo utilizado para análise foi um reservatório de dimensionamento com duas células cheias, através do cálculo manual e pelo software SAP2000®, considerando a pior situação, dois reservatórios cheios.

Serão apresentados os resultados em tabelas para melhor compreensão através dos métodos apresentados.

A seguir, os resultados obtidos pelo cálculo manual e pelo programa SAP2000® considerando ambas as células do reservatório cheias.

Na tabela 3 e 4 é possível fazer um comparativo bastante positivo em relação aos resultados obtidos pelo cálculo manual e pelo cálculo computacional, mostrando ser a laje do fundo o resultado que mais se aproxima nos dois métodos de cálculo.

Tabela 3 – Momentos fletores do cálculo manual em (Kgf . m).

Momentos	Laje do fundo
Mx	1003
My	460
Mx'	-2173
My'	-1670

Fonte: próprio autor (2020).

Tabela 4 – Momentos fletores do cálculo no SAP2000® em (Kgf . m).

Momentos	Laje do fundo
Mx	1002
My	528
Mx'	-1429
My'	-1001

Fonte: próprio autor (2020).

Para o cálculo das cargas na laje do fundo, foi considerado o peso próprio, o revestimento, a impermeabilização e a pressão hidrostática.

Já nas tabelas 5 e 6 os resultados obtidos nas paredes 1 e 2, que são as maiores que acometem as duas células do reservatório e onde mostrou uma margem de diferença maior que os resultados anteriores, gerando assim uma inconfiabilidade em ambos os métodos, para tratamento de elementos estruturais que tenham características semelhantes.

Tabela 5 – Momentos fletores do cálculo manual em (Kgf . m).

Momentos	Parede 1 e 2
Mxe	-1096
Mye	-1190
Mx	543

My	173
----	-----

Fonte: próprio autor (2020).

Tabela 6 – Momentos fletores do cálculo no SAP2000® em (Kgf . m).

Momentos	Parede 1 e 2
Mxe	-932
Mye	-659
Mx	288
My	306

Fonte: próprio autor (2020).

Nas paredes foi considerado a carga triangular, proveniente do empuxo exercido pela água.

Já nas tabelas 7 e 8, é possível fazer um comparativo parcial dentre os resultados das paredes 3 e 5, que são as paredes de menor dimensão do reservatório, foi possível observar que os momentos negativos apresentaram uma diferença maior que os momentos positivos dos elementos.

Tabela 7 – Momentos fletores do cálculo manual em (Kgf . m).

Momentos	Parede 3 e 5
Mxe	-988
Mye	-1077
Mx	464
My	257

Fonte: próprio autor (2020).

Tabela 8 – Momentos fletores do cálculo no SAP2000® em (Kgf . m).

Momentos	Parede 3 e 5
Mxe	-681
Mye	-1385
Mx	468
My	300

Fonte: próprio autor (2020).

O cálculo dos momentos na parede 4 foi calculado apenas pelo método manual (tabela 9). Por se tratar da parede comum entre as duas células, no programa SAP2000® esses esforços se anulam, não gerando resultados.

Tabela 9 – Momentos fletores do cálculo manual em (Kgf . m).

Momentos	Parede 4
Mxe	-988
Mye	-1077
Mx	464

6 CONCLUSÕES

Este trabalho foi de suma importância, visto que atualmente todos os tipos de projetos são realizados por vias computacionais, dentre eles os projetos de estruturais de concreto armado.

Em vista dos resultados obtidos nas tabelas apresentadas, foi possível concluir que o cálculo manual trabalha a favor da segurança, onde apresenta resultados consideráveis porém um pouco distintos do método computacional, onde o modelo manual expõe os esforços solicitantes de modo mais simplificado. Logo software SAP2000® utiliza de maneira fracionada e calculada por equações diferenciais o que explica a diferença no comportamento da estrutura.

Pode-se concluir perante os resultados comparados e analisados que o trabalho atingiu seus objetivos, tendo o método do cálculo manual indicando maiores valores nas paredes 1 e 2. Já na laje de fundo e parede 3 e 5, apresentou maior uniformidade na comparação dos modelos estudados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J. M. Curso de Concreto Armado. 2ª Edição. V.2. Rio Grande do Sul: Dunas, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- FREITAS, Josimar Pereira. Dimensionamento estrutural de um reservatório elevado de água para um condomínio residencial. Rio de Janeiro, 2007.
- JACINTO E SILVA, João Victor Meirelles e Juliana Ferreira. Análise estrutural de paredes trabalhando como lajes à flexão em reservatórios paralelepípedos elevados. Goiânia, 2018.
- PINHEIRO, L. M. Tabelas de lajes. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.
- VASCONCELOS, Zelma Lamaneres. Critérios para projetos de reservatórios paralelepípedos elevados de concreto armado. São Carlos, 1998.

Apêndice A – Elaboração do Reservatório no SAP2000®

Iniciar o projeto utilizando o modelo já salvo de paredes (*wall*).

Acionando o comando *draw poly area* para desenhar as linhas das paredes do reservatório.

Para inserir os apoios de 2ª gênero, utiliza-se o comando *restraints*.

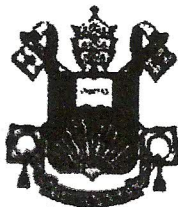
Logo após a definição do material (concreto armado C30) é preciso alterar o módulo de elasticidade secante de acordo com o F_{ck} .

Usando o comando *define* e *section properties*, para definir os nomes das seções transversais das placas (parede, tampa e fundo do reservatório).

Em seguida foi utilizado o método dos elementos finitos, onde consiste em subdividir, inicialmente, o domínio do problema, em subdomínios de dimensões finitas tais que, o conjunto de todos os subdomínios seja igual ao domínio original. Em seguida, sobre cada subdomínio, isoladamente, adota-se um comportamento aproximado, local, para as incógnitas do problema (ALVES, 2007, p. 29). Foi aplicado a cada 0,5 m.

As cargas nas paredes foram necessárias inserir uma equação do 1º grau para que ocorra à variação triangular. Já na tampa e no fundo foi inserido uniformemente.

Por fim, o programa fornece quais situações de análise serão avaliadas. Acionando o comando *run analysis/run now*, irá abrir uma tela com os carregamentos (carga permanente/variação da água).



RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Hellora Maria A. Santos / Letícia Vilela da Silva
do Curso de Engenharia Civil, matrícula 20160750041-1/20151002501962,
telefone: 994216565 / 996858827 e-mail helloramaria@hotmail.com / leticiavilela@outlook.com na
qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos
do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o
Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Modelagem de estruturas de concreto armado, análise no
software SAP 2000 e cálculo Manual,
gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões
do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado
(Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG,
MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a
título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 10 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): Hellora

Letícia Vilela da Silva

Nome completo do autor: Hellora Maria Alves Santos

Letícia Vilela da Silva

Assinatura do professor-orientador: Byl

Nome completo do professor-orientador: Byl Farnes Rodrigues da Cunha Junior