Artigo Original

Estudo comparativo entre dois formatos de reservatórios: Análise estrutural através do software CypeCAD

Comparative study between two reservoir formats: Structural analysis using CypeCAD software.

Maykon Douglas da Silva Sá[1], Richimond Mousinho Neto [2], Rômulo Brandão Madeira[3]

[1]Engenheiro Civil - Faculdade de Floriano – FAESF (maykondugsa@gmail.com)

[2]Engenheiro Civil - Faculdade de Floriano – FAESF (richimondneto@gmail.com)

[3]Engenheiro Civil. Docente Faculdade de Ensino Superior de Floriano - FAESF. (romulomadeira.bra@gmail.com)

Resumo:

Para a elaboração de um projeto de reservatório de concreto armado é necessário inicialmente definir detalhes de sua implantação, como: dimensões, capacidade e formato da cuba, estrutura a qual é responsável pelo armazenamento do fluido. Partindo dessas informações é feito o dimensionamento estrutural do mesmo para garantir uma execução correta e segura. A abordagem deste estudo faz uma comparação quanto a detalhes estruturais que podem variar de acordo com os formatos da estrutura. Foi realizado um estudo bibliométrico seguido do dimensionamento de dois reservatórios de mesmo volume, um de formato cilíndrico e outro paralelepipédico, através do software de cálculo estrutural CypeCAD, para determinar se a escolha do formato pode culminar em diferenças relevantes em alguns parâmetros estruturais. Tendo em vista os resultados obtidos, foi possível concluir que o formato escolhido para um reservatório pode influenciar em alguns fatores importantes, como a maneira que a estrutura se comporta as solicitações de cargas, visto que, houve uma diferença considerável de quantitativos referentes a volume de concreto e taxas de armaduras. Esses detalhes determinaram que o modelo cilíndrico é o mais viável.

Palavras-Chave: Reservatório. Concreto Armado. Quantitativos.

Abstract:

To elaborate a reinforced concrete reservoir project, it is necessary to initially define details of its implementation, such as: dimensions, capacity and tank format, structure which is responsible for the fluid storage. Based on this information, the structural design is done to ensure a correct and safe execution. The approach of this study makes a comparison regarding the structural details that can vary according to the structure's format. A bibliometric study was performed followed by the design of two reservoirs of the same volume, one with a cylindrical shape and the other with a parallelepiped shape, using the structural calculation software CypeCAD, to determine whether the choice of shape can culminate in relevant differences in some structural parameters. In view of the results obtained, it was possible to conclude that the shape chosen for a reservoir can influence some important factors, such as the way the structure behaves when subjected to loads, since there was a considerable difference in the amount of concrete and reinforcement rates. These details have determined that the cylindrical model is the most feasible.

Keywords: Reservoir. Reinforced concrete. Quantitatives.

Introdução

Desde meados do século XIX, o concreto armado vem sendo um grande aliado do homem na construção civil, seja na execução de edifícios, pontes, obras hidráulicas, portos, aeroportos ou nas mais diversas utilizações. A NBR 6118:2014 estabelece os requisitos básicos exigíveis para o projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais. A mesma norma técnica traz os requisitos gerais a serem atendidos pelo projeto como um todo, e também as peculiaridades relativas a cada uma de suas etapas.

No que se diz respeito quanto a obras hidráulicas, o concreto armado se comporta perfeitamente bem na resistência dos esforços e possui uma larga escala de utilização, também são acessíveis quanto ao custo e facilidade construtiva, reservando água potável para população, para indústrias, produtos químicos e alimentícios, no tratamento de efluentes industriais ou domésticos. Na elaboração do projeto, é prática corrente nos escritórios de engenharia simplificar os modelos utilizados para análise da estrutura: o projetista não analisa a estrutura real, mas sim uma versão idealizada de seu modelo mecânico. Dentro deste contexto, usualmente no estudo de reservatórios de concreto armado os elementos constituintes do mesmo são analisados e dimensionados isoladamente (KUEHN, 2002).

A NBR 12217 fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Estabelece as condições gerais e específicas necessárias de projeto para que o mesmo seja executado da melhor maneira possível, para garantir a segurança e bom funcionamento. No que se diz respeito aos reservatórios elevados, a norma determina que sua função principal é condicionar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas, garantindo um fornecimento ininterrupto e em pressões adequadas. A mesma, no seu item 5.2 traz o seguinte a respeito do formato: “a forma do reservatório deve proporcionar máxima economia global em fundação, estrutura, utilização de área disponível, equipamentos de operação e interligação das unidades”.

As delimitações de bacias hidrográficas costumam impactar no dimensionamento de reservatórios, visto que os critérios para a sua construção envolve principalmente um local planejado para ocorrer uma adução com vazão e altura manométrica constante, além de uma garantia da quantidade de água para abastecer determinada região com frequência (Compensa, 2020).

O objetivo geral desta pesquisa consiste em fazer o comparativo entre dois formatos de reservatórios de concreto armado, a fim de afirmar o que trata o item 5.2 da NBR 12217 - projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, analisando um reservatório de formato cilíndrico e outro de formato paralelepipédico com mesmo volume, altura de coluna d’água e altura da torre, a fim de determinar qual terá melhor economia global em relação a estrutura. Para isso, foram realizados os dimensionamentos dos mesmos através do software de cálculo estrutural CypeCAD, estabelecendo as dimensões necessárias para atender um volume mínimo de 400 m³ de reservação, sem alterar o valor estabelecido de sete metros de coluna d’água e cinco metros de altura da torre.

Referencial teórico

Os procedimentos de construção requerem estudos em diversos parâmetros para garantir a execução do reservatório da forma mais eficiente, a fim de evitar uma preocupação mediante os aspectos patológicos futuros e dessa forma garantir uma qualidade e segurança à população, tornando possível construir diversos reservatórios com o intuito de facilitar o processo do abastecimento de água numa região, para isso, é necessário evidenciar todos os procedimentos de esforços existentes perante o posicionamento, formato e como esses impactos refletem diante da estrutura final (Villanueva, 2015).

A finalidade de observar todos esses comportamentos corresponde em analisar o antes, durante e depois da construção, para assim tornar projetos mais eficientes. Perante toda a atenção necessária através da simulação de casos reais, deste modo destacando as hipóteses de cálculo e modificando os detalhes dos esforços, simetria e construção de acordo com o formato utilizado durante a etapa construtiva. Na fase de dimensionamento, são feitos todos os procedimentos de cálculo necessários, para proporcionar uma estabilidade, segurança e durabilidade da estrutura executada. Devem ser adotados limites menores para as aberturas das fissuras, garantindo que as mesmas não afetem a sua funcionalidade, além da análise rigorosa dos esforços aos quais a estrutura estará sujeita através da análise do Estado Limite Último (ELU) e estado limite de Serviço (ELS) (NBR 6118/2014).

O dimensionamento estrutural requer a atenção em parâmetros fundamentais para tornar a estrutura apta diante dos procedimentos consecutivos (abastecimento e patologias), tornando possível absorver todo e qualquer dano ocasional futuro, mediante os seguintes critérios:

Tabela 1 – Parâmetros do dimensionamento estrutural de um reservatório

Circunstância	Procedimentos de Análise	Descrição
Efeitos Preliminares	Classe de Agressividade Ambiental	Consiste na verificação dos efeitos físicos e químicos atuantes na estrutura, dependendo da classe ao qual se encontra o risco pode sofrer alterações;
Efeitos Preliminares	Materiais	Representa a escolha do material adequado para um revestimento apropriado, capaz de suportar o efeito das ações atuantes, assim como alcançar estanqueidade e durabilidade necessárias;
Efeitos Preliminares	Limite de Fissuração	Condiz a uma identificação do seu limite de abertura, uma forma de certificar a resistência da estrutura, além das suas condições de impermeabilidade;
Efeitos Preliminares	Módulo de Elasticidade	Corresponde a uma propriedade mecânica, com uma importância relacionada ao fato da deformação sob atuação de tensões;
Dimensionamento	Ações Atuantes	Esforços existentes na estrutura devido às condições ao qual estão submetidas podendo sofrer alterações dependendo da localização e tipo de construção, podendo ser as principais: peso próprio, peso do revestimento ou impermeabilização aplicado e sobrecarga de utilização, além das variáveis em situações externas como: efeitos climáticos (temperatura, retração, vento, etc);
Dimensionamento	Coeficiente de Ponderação	Permite ajustes em parâmetros de ações existentes durante o dimensionamento, a fim de obter mais confiança perante a segurança de cálculo, proporcionando diferentes coeficientes para assim distinguir a disposição dos efeitos existentes, com a finalidade de examinar as incertezas estruturais sem dados

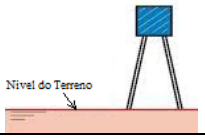
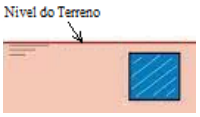
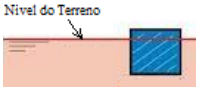
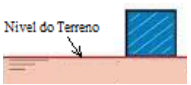
		estatísticos (minoração) e influenciar a estrutura a exigências extremas (majoração);
Dimensionamento	Modelos de Cálculos	Estabelecer prioridades no desenvolvimento estrutural, optando por situações conjuntas ou separadas entre os elementos, dependendo apenas do comprometimento da situação em destaque com a intenção de impor condições mais práticas mediante os procedimentos anteriormente apresentados e dessa forma facilitar a execução;
Detalhamento	Empenho Estrutural	Diz respeito à determinação dos gráficos suficientes para impor a associação em diversos intervalos do elemento (viga, pilar, laje, fundação), a fim de obter informativos correspondentes ao conjunto de ações estruturais suportadas sem ocorrer nenhum dano, para assim compreender o que de fato acontece mediante ao comportamento estrutural (flexo-tração, flexo-compressão, flexão simples, etc);
Detalhamento	Armaduras	Combater as características do empenho estrutural destacando a delimitação de armadura, juntamente com os devidos comprimentos, garantindo a sua durabilidade e resistência;

Fonte: Hauschild, 2017

Classificação quanto a implantação

A localização impacta diretamente no tipo de reservatório ao qual a instalação deve ser realizada, para estabelecer parâmetros de montante e jusante, a fim de não ocorrer nenhum obstáculo de acesso à água juntamente com a sua reserva, a Tabela 2 apresenta os tipos de reservatórios existentes:

Tabela 2 – Análise de Reservatórios

Tipos	Localização	Descrição	Representação
Elevado	Construção de reservatórios com elevação na caixa de água	Apresenta volumes pequenos devido à grande altitude, chegando a pressões mínimas, caso o terreno não favoreça tal situação;	
Enterrado	Construção de Reservatório abaixo do nível do terreno	Auxiliado no isolamento termoacústico devido às camadas de solo, também proporcionando uma redução da evaporação da água;	
Semienterrado	Construção de Reservatório parcialmente enterrado	Otimizado pela parcela abaixo do nível do terreno, facilitando na manutenção e inspeção por meio dos estudos topográficos, paisagistas, etc;	
Apoiado	Construção de Reservatório sobre o solo	Facilidade durante o seu levantamento e usualmente aplicados em terrenos com boa estabilidade	

Fonte: Adaptado de Anderson & Dário, 2020

Classificação quanto a capacidade

Este procedimento consiste em realizar o abastecimento da água em residências e estabelecimentos comerciais dependendo da zona, proporcionando com eficiência uma distribuição de água de forma a satisfazer os recursos adequados, de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 3 - Capacidade dos Reservatório

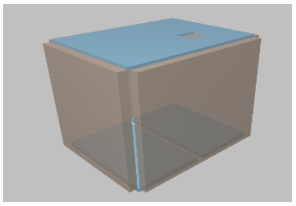
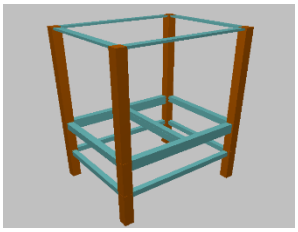
Porte	**Quantidade**	**Principais Aplicações**
Pequeno	Menor que 500 m³	Zona Rural e Urbana
Médio	Entre 500 e 5000 m³	Zona Urbana
Grande	Maior que 5000 m³	Zona Urbana

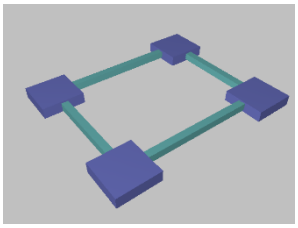
Fonte: Adaptado de Bassanezi, 2018.

Discretizarão dos reservatórios elevados

Conforme Bassanezi (2018), os reservatórios são constituídos por três elementos, no entanto, não necessariamente um reservatório apresentará todos eles, uma vez que isso dependerá da classificação deles quanto a implantação. Na tabela 4, são apresentados os três elementos básicos que compõe um reservatório elevado.

Tabela 4 – Componentes básicos de reservatórios

ELEMENTO	**DEFINIÇÂO**	**ILUSTRAÇÃO**
Cuba	É o elemento estrutural responsável pelo armazenamento do líquido	
Torre	Elemento encarregado pela transmissão das cargas, oriundas da cuba, até a fundação da edificação. Podem ser em forma de fuste ou de pilar.	

Fundação	Elemento estrutural responsável pela transferência das cargas da estrutura ao solo, garantindo o seu equilíbrio (COSTA, 1997).	

Fonte: Bassanezi, 2018.

Conhecendo o comportamento de cada uma das partes da estrutura a ser projetada, o arranjo estrutural consiste na decomposição, em partes, da estrutura de uma construção, analisando-se cada uma delas separadamente, como se não pertencessem a todo integrado. Essa separação é justificada pela hipótese que os esforços assim determinados não diferem apreciavelmente dos esforços reais que atuam na estrutura integrada. Essa decomposição reduz a estrutura a um conjunto de elementos estruturais (barras, folhas e blocos) suficientemente simples. Cada um dos elementos estruturais considerados pode ser assimilado a um dos modelos estruturais esquemáticos (vigas, pilares, laje, paredes, blocos etc.), estudados em teorias das estruturas (VASCONCELOS, 1998).

Na fase de dimensionamento a cuba se divide em mais três elementos estruturais, sendo eles:

- A tampa - que se trata da laje superior e serve para mantem os reservatórios fechados e livres de contato com o meio externo;
- As paredes - são um conjunto de vigas que suportam as solicitações da tampa com ações perpendiculares ao seu plano e do fluido reservado com ações resultantes do empuxo;
- O fundo também é uma laje que resiste aos elementos anteriores e que faz a ligação com a torre do reservatório, geralmente apoiada sobre uma viga robusta a qual também suportará as mesmas cargas somadas ao peso da laje.

Métodos de análise

A metodologia empregada para realizar este trabalho consiste em ampla pesquisa bibliográfica, por meio de dados para aprofundar em estudo bibliométrico, buscando acrescentar perspectivas de outros autores com princípios parecidos a este estudo conforme pode ser observado a seguir:

Tabela 5 – Estudo Bibliométrico para reservatórios de concreto armado

Palavra-Chave	Referência	Título	Objetivo
Estrutural	Gabriel Hauschild (Hauschild, 2017)	Análise Estrutural de Reservatórios Elevados em Concreto Armado	Comparar todos os requisitos estruturais fundamentais para apresentar um bom dimensionamento final;
Paralelepipédico	Daniely Bassanezi (Bassanezy, 2018)	Dimensionamento de reservatórios elevados paralelepipédicos em concreto armado	Dimensionamento estrutural de um reservatório paralelepipedal

Reservatório Elevado	Zelma Lamaneres Vasconcelos (Vasconcelos, 1998)	Critérios para projetos de reservatórios paralelepipédicos elevados de concreto armado	Apresentar a técnica do projeto de reservatório de concreto armado, abordando problemas recorrentes de maneira prática e objetiva

Fonte: Autores, 2021

Para a realização do dimensionamento estrutural foram utilizados dois softwares. No AutoCAD foram feitas as plantas baixas e cortes dos reservatórios cilíndrico e paralelepipédico, assim como definição das dimensões em planta dos mesmos. Já no CypeCAD foram lançadas as plantas baixas em 2D para o início da modelagem e logo após o lançamento da estrutura, esforços, parâmetros de normas e definições adequadas, foram gerados os modelos 3D, verificadas e calculadas as estruturas.

Análise e resultados

Partindo das abordagens destacadas referentes aos referidos formatos, mediante ao estudo do dimensionamento, foram analisados critérios de distribuição dos esforços. Esses aspectos envolventes na inserção resultaram na diferença da quantidade de pilares, tipos de fundações e trabalho da estrutura.

O software gerou os resultados contendo a modelagem em 3D das estruturas, a discretização dos elementos estruturais, a quantidade de armadura de aço, flechas máximas, além dos resultados das combinações de esforços e deformações.

A análise das solicitações realiza-se através de um cálculo espacial em 3D, por métodos matriciais de rigidez, considerando todos os elementos que definem a estrutura: pilares, paredes, muros, vigas e lajes.

As paredes do reservatório foram calculadas considerando a hipótese de diafragma rígido nas lajes. O programa não verifica automaticamente a limitação de flecha em lajes maciças e lajes nervuradas. Neste caso, foram consultados os valores de flecha elástica entre alguns pontos específicos. Desta forma foram consultados os limites normativos aplicáveis aos reservatórios e estimadas as flechas correspondentes.

O tipo de fundação adotada foi do tipo rasa, sapatas. Considerando que estão apoiadas numa camada de solo de boa resistência para suportar os carregamentos solicitantes.

Dados de entrada

Para o início do dimensionamento no software CypeCAD foram inseridos dados de entrada iguais para os dois reservatórios, considerando valores pertinentes a norma ABNT NBR 6118:2014. Os dados de entrada foram:

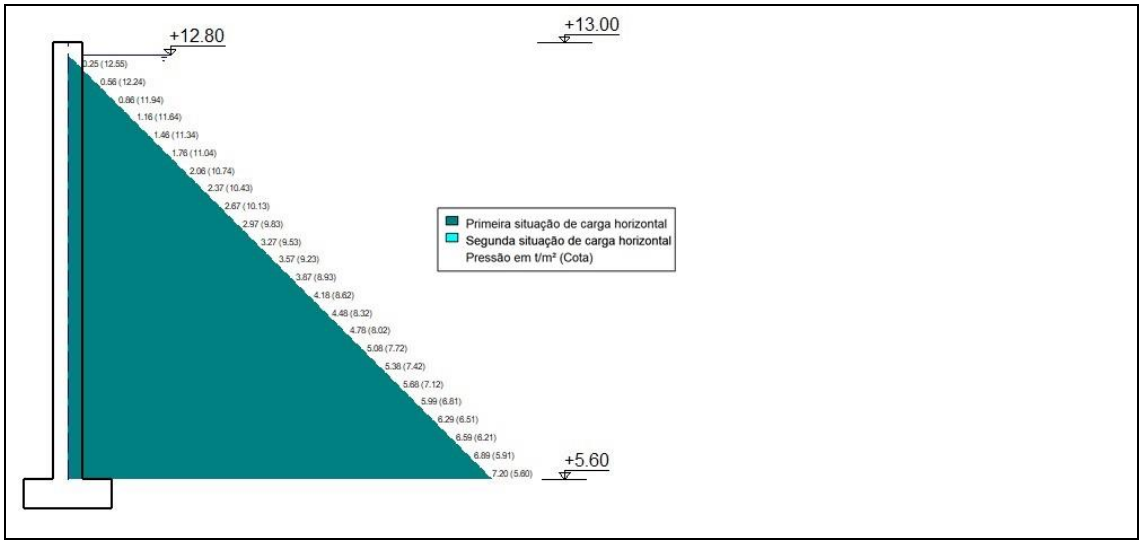
- Classe de Agressividade Ambiental III: Cobrimento nominal = 4,00 cm;
- Concreto C40 usinado: 40 Mpa (com controle tecnológico);
- Aço Nervurado CA – 50;
- Brita nº 1: Diâmetro Máximo = 19 mm.

Quanto aos arranjos estruturais, as alturas da cinta, laje de fundo e laje superior e também a largura das vigas paredes foram padronizadas para os dois formatos, buscando uma semelhança dos resultados e uma melhor certeza do comparativo. Quanto aos pilares, para o reservatório Paralelepipédico foram considerados 4 pilares de canto robustos, com dimensões de 60 x 60 cm. Já para o cilíndrico foram considerados 8 pilares de dimensões 40 x 30 cm.

Carregamentos

O software calcula automaticamente as cargas permanentes da estrutura. Por se tratarem de reservatórios que armazenarão água, foi considerado o empuxo que atuará nas paredes e o carregamento na laje inferior. A imagem 01 mostra o empuxo que a água exerce:

Imagem 1: Carregamento de empuxo nas vigas paredes dos reservatórios.



Fonte: Autores, 2021.

Cargas de vento

Seguindo os parâmetros da NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações, foram levantados os seguintes dados referentes ao local escolhido para os reservatórios, com a intenção de determinar a força dos ventos.

Velocidade Básica: 45.00 km/h;

Rugosidade: Categoria: III Classe: A;

Fator Probabilístico: 1.00;

Fator Topográfico: +X:1.00 -X:1.00 +Y:1.00 -Y:1.00.

Através dessas informações foi possível determinar os detalhes específicos da região em questão e ao lançá-las no programa CypeCAD foram calculados os seguintes valores em relação a força dos ventos.

Tabela 6: Cargas de vento para o reservatório paralelepipédico.

Planta	Vento X (t)	Vento Y (t)
TOPO	2.321	2.874
FUNDO	2.531	3.133

CINTA	1.120	1.387

Fonte: Autores, 2021.

Tabela 7: Cargas de vento para o reservatório cilíndrico.

Planta	Vento X (t)	Vento Y (t)
TOPO	3.895	3.146
FUNDO	4.670	3.772
CINTA	2.120	1.712

Fonte: Autores, 2021.

Para o cálculo das forças dos ventos que agem nas estruturas de concreto foram considerados os parâmetros e medidas semelhantes entre os dois formatos de reservatórios, com o resultado do cálculo, concluiu-se que esses esforços podem variar até 52% entre os formatos paralelepipédico e cilíndrico, com destaque para a ação da força dos ventos nas cintas e topos dos mesmos.

Estado limite último (ELU) e estado limite de serviço (ELS)

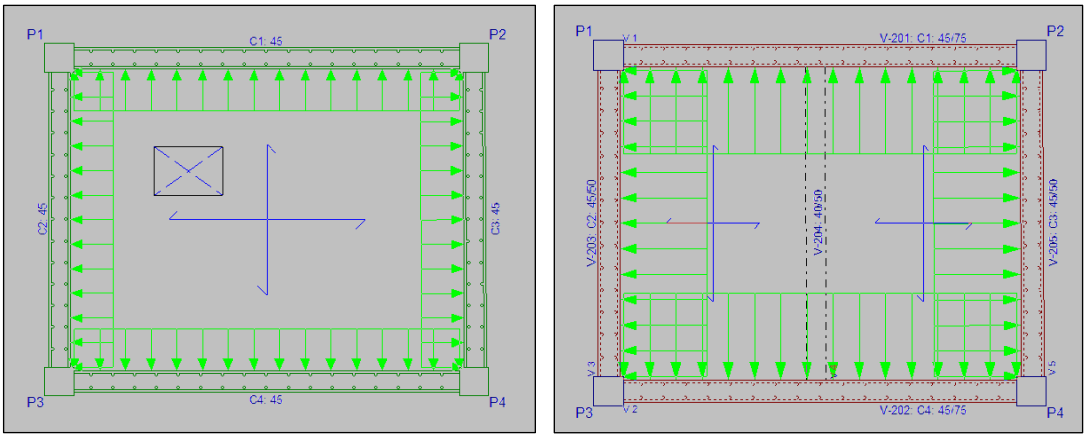
Seguindo os parâmetros adotados pela NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto, para as distintas situações de projeto, as combinações de ações foram definidas de acordo com os critérios exigidos, a partir do cálculo dos esforços gerados pelo carregamento do fluido que o reservatório comportará, peso próprio, cargas acidentais e cargas de vento o software gerou os diagramas e detalhamentos das estruturas de concreto armado para os dois formatos de reservatórios.

Com isso foram determinados os resultados para as situações de projeto referentes a flechas e concreto, definindo as combinações de acordo com os critérios do Estado Limite Ultimo (ELU) e Estado Limite de Serviço (ELS) considerando situações permanentes ou transitórias e combinações acidentais.

Reservatório paralelepipédico

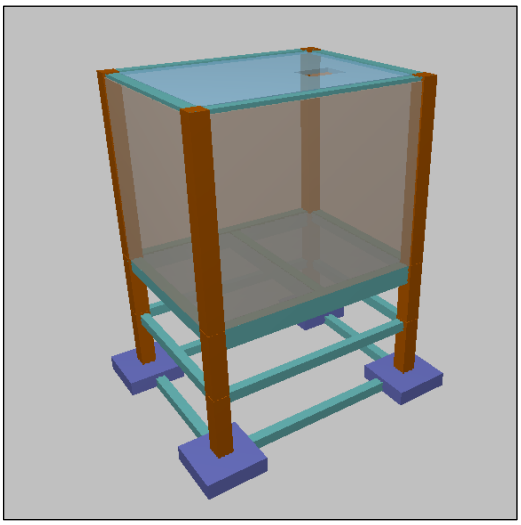
As imagens que seguem foram obtidas após o lançamento da estrutura, com todas as demais informações e critérios normativos, no software CypeCAD:

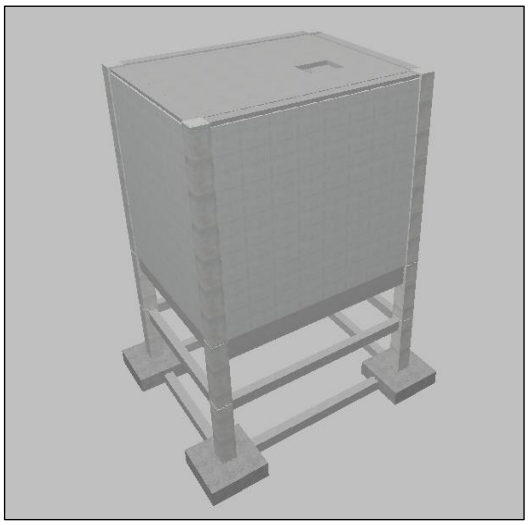
Imagem 2: Visualização das lajes e vigas em planta, reservatório paralelepipédico.



Fonte: Autores, 2021.

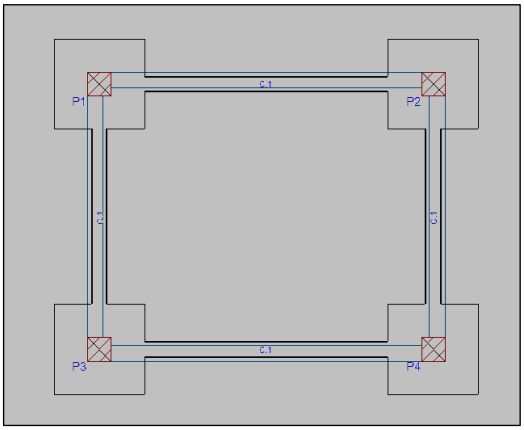
Imagem 3: Visualização após a modelagem e cálculo do reservatório paralelepipédico

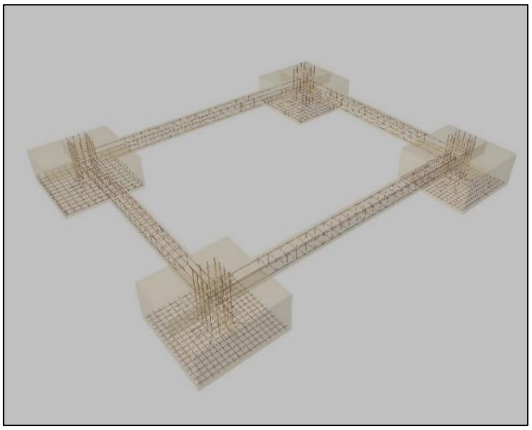




Fonte: Autores, 2021.

Imagem 4: Locação da fundação em planta e resultado das armaduras, reservatório retangular





Fonte: Autores, 2021.

Total de materiais da obra

Os quantitativos finais obtidos pelo dimensionamento no CypeCAD para o reservatório paralelepipédico foram os seguintes:

Tabela 8: Quantitativos do dimensionamento 1.

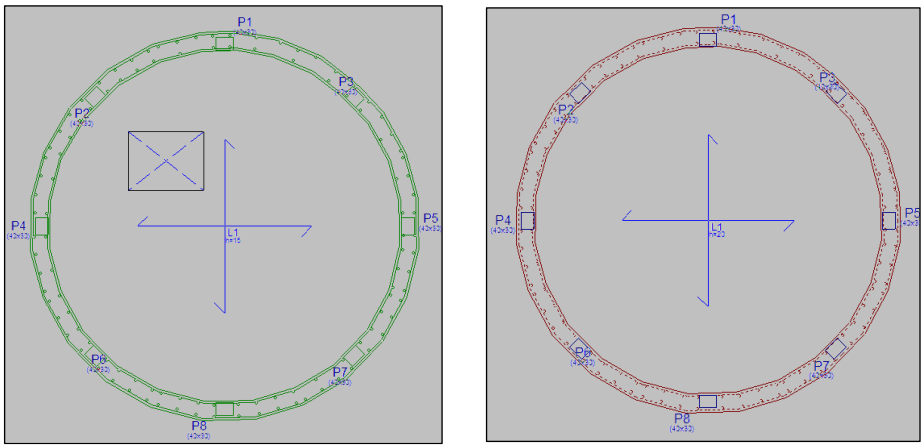
Elemento	Formas (m²)	Volume (m³)	Barras (kg)
LAJES	97,21	19,39	1.020,00
Vigas: fundo	38,43	16,32	1.008,00
Forma lateral	64,74		
Cortinas	460,65	106,83	10.510,00
Pilares (Sup. Formas)	102,72	15,44	1.108,00
Total	763,75	157,98	13.646,00
Índices (por m²)	5,457	1,129	97,50

Fonte: Autores, 2021.

Reservatório Cilíndrico

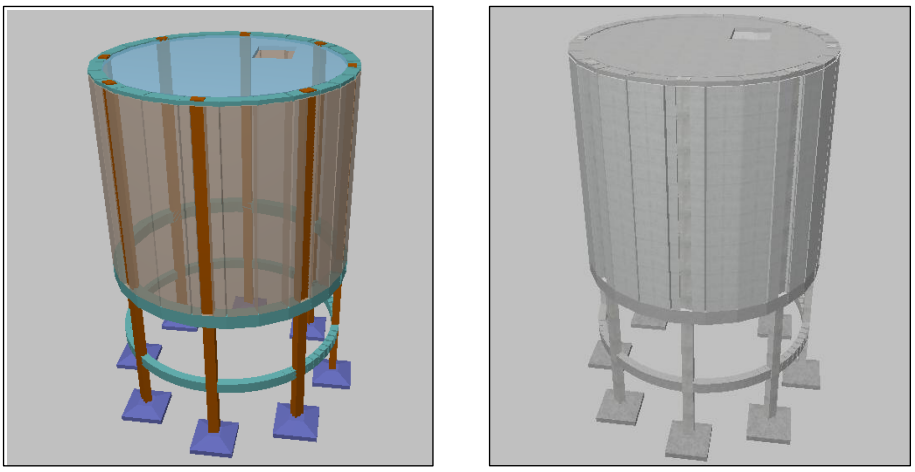
As seguintes imagens foram obtidas após o lançamento da estrutura no software CypeCAD:

Imagem 5: Visualização das lajes superior e inferior do reservatório cilíndrico.



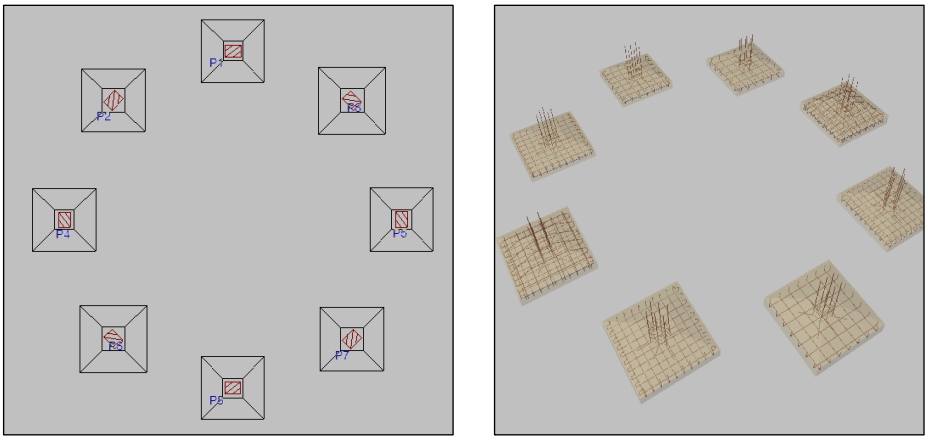
Fonte: Autores, 2021.

Imagem 6: Visualização após a modelagem e cálculo do reservatório cilíndrico.



Fonte: Autores, 2021.

Imagem 7: Locação da fundação em planta e resultado das armaduras do reservatório cilíndrico.



Fonte: Autores, 2021.

Total de materiais necessários para construção dos reservatórios

Os quantitativos finais obtidos pelo dimensionamento no CypeCAD para o reservatório cilíndrico foram os seguintes:

Tabela 9: Quantitativos do dimensionamento 2.

Elemento	Formas (m²)	Volume (m³)	Barras (kg)
LAJES	102,79	18,05	1.399,00
Vigas: fundo	29,67	9,39	634,00
Forma lateral	47,42		
Cortinas	402,70	90,61	7.472,00
Pilares (Sup. Formas)	133,84	11.44	1.031,00
Total	716,42	129,49	10.536,00
Índices (por m²)	5,293	0,957	77,85

Fonte: Autores, 2021**.**

Conclusão

Tendo em vista os resultados obtidos no seguinte trabalho, foi possível concluir que o formato escolhido para um reservatório pode influenciar em fatores estruturais, visto que, houve uma diferença considerável de quantitativos referentes a volume de concreto e taxas de armaduras.

No que diz respeito ao volume de concreto houve uma diferença de 28,49 m³ a menos do cilíndrico em relação ao paralelepipédico, o que significa aproximadamente 18% do total de concreto utilizado na construção. Quanto as armaduras de aço, a diferença de quantitativos entre o formato cilíndrico em relação ao paralelepipédico foi de 22,79%, o que dá em torno de 3110,00 kg de aço no total.

Após essa análise, concluímos que apesar do reservatório retangular possuir uma facilidade de execução, dentre outros detalhes, o reservatório cilíndrico resiste melhor aos esforços e necessita de uma menor taxa de armadura para resisti-los. Sendo assim, torna-se mais viável optar pelo modelo cilíndrico.

Referências bibliográficas

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 6118(2014) - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Armado, 2014.

Aguiar, A. L. S.; Guimarães, D. S. B.; Melo, S. T. **Estudo do Sistema de Abastecimento de Água no Bairro Irapuá I em Floriano-PI.** Monografia de TCC – Faculdade de Ensino Superior de Floriano (FAESF), 2020;

Barros, F. A. A.; Sousa, H. C.; Melo, S. T. **Diagnóstico da Implantação das Melhorias Sanitárias Domiciliares na Zona Rural de Barão de Grajaú – MA.** Monografia de TCC – Faculdade de Ensino Superior de Floriano (FAESF), 2020;

Bezerra, S. M. C.; Christan, P. Texeira, C. A.; Farahbakhsh, K. **Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba**, Curitiba - PR. vol.10 nº 4, 2017;

Corrêa. P. R. D.; Girardi. R. Análise da evolução dos parâmetros de dimensionamento de reservatórios em concreto, revista de engenharia civil IMED, 2018;

COSTA. N. G; MAIA D. A. S; BARBOSA A. H. **Identificação de Patologias em Reservatórios de Concreto Armado em Juazeiro/BA**. Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, 2017;

Hauschild. G. **Análise Estrutural de Reservatórios Elevados em Concreto Armado**, Monografia de TCC da Universidade do Rio Grande do Sul - Santa Cruz do Sul, 2017;

Santos, C. J.; Bulhões, E. Mapeamento **da Qualidade da Água Subterrânea Rasa através de Índice Fisico-Químico em** Campos **dos** Goytacazes**.** Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos: Análise, Planejamento e Gestão. 2017;