

## **Análise comparativa de custos e viabilidade entre torre elevada e pressurizador em residências unifamiliares.**

Comparative cost and feasibility analysis between an elevated water tower and a pressurizer in single-family homes.

Willian Bonecher Tomasi<sup>1</sup>  
Pedro Thiago Venzon<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este artigo realiza uma análise comparativa entre duas soluções de abastecimento de água em residências unifamiliares: a torre elevada e o pressurizador elétrico. As alternativas foram modeladas no QiBuilder e no Eberick, e os custos foram estimados com base na tabela SINAPI 2025. A alternativa A apresentou custo inicial de R\$ 10.525,77, enquanto a alternativa B apresentou R\$ 3.616,78, acrescida de despesas recorrentes de energia e substituições periódicas a cada oito anos. Considerando esses custos operacionais, verificou-se que o pressurizador atinge o mesmo custo acumulado da torre elevada após aproximadamente 16 anos, demonstrando que, apesar do menor custo inicial, torna-se mais oneroso ao longo do tempo. Os resultados evidenciam as diferenças técnicas e econômicas entre as soluções e auxiliam na escolha do sistema mais adequado ao uso residencial.

**Palavras-chave:** Pressurizador; torre elevada; orçamento.

**ABSTRACT:** This paper conducts a comparative analysis between two water supply solutions for single-family homes: the elevated water tower and the electric pressurizer. The alternatives were modeled using QiBuilder and Eberick, and costs were estimated based on the 2025 SINAPI table. Alternative A presented an initial cost of BRL 10,525.77, while Alternative B presented BRL 3,616.78, in addition to recurring energy expenses and periodic replacements every eight years. Considering these operational costs, it was found that the pressurizer reaches the same cumulative cost as the elevated tower after

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Civil da UNIFEBE. *E-mail:* willian.tomasi@unifebe.edu.br

<sup>2</sup> Orientador do curso de Engenharia Civil da UNIFEBE. *E-mail:* pedro.venzon@unifebe.edu.br

approximately 16 years, demonstrating that, despite its lower initial cost, it becomes more expensive over time. The results highlight the technical and economic differences between the solutions and assist in choosing the most suitable system for residential use.

**Keywords:** Pressurizer; elevated water tower; budgeting.

## 1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil no Brasil vem passando por constantes transformações, impulsionadas pelo crescimento populacional, pela valorização do mercado imobiliário e pela necessidade de edificações mais confortáveis, seguras e eficientes. Nesse contexto, o correto dimensionamento e execução das instalações hidrossanitárias tornam-se fundamentais, pois falhas em seu projeto ou execução podem comprometer o desempenho da edificação, gerar desperdícios e reduzir o conforto dos usuários.

De acordo com a NBR 5626/2020), as instalações hidráulicas devem assegurar uma pressão mínima de 10 kPa nos pontos de consumo, condição essencial para o funcionamento adequado de aparelhos sanitários e para o conforto dos usuários. Contudo, pesquisas recentes indicam que, em muitos casos, essa pressão não é atingida, ocasionando problemas como baixo desempenho de chuveiros elétricos e torneiras (Duarte et al., 2023).

Para solucionar essas deficiências, destacam-se duas alternativas amplamente utilizadas: a torre elevada, que utiliza a gravidade para gerar pressão, e o pressurizador, que utiliza energia elétrica para aumentar a pressão da rede. A primeira é reconhecida pela confiabilidade e independência energética, mas requer estrutura específica e investimento inicial elevado; já o pressurizador apresenta instalação simplificada e menor custo inicial, porém depende de energia elétrica e manutenção regular (Gomide, 2021).

Além do aspecto técnico, a escolha entre essas soluções deve considerar a viabilidade econômica. O orçamento é etapa essencial no planejamento de uma obra, pois determina sua viabilidade financeira. O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) fornece composições de preços de materiais e serviços atualizados, servindo como referência para análises comparativas (Ribeiro; Gonçalves, 2022).

Diante disso, o problema de pesquisa que orienta este trabalho é: qual alternativa apresenta melhor desempenho técnico e econômico em residências unifamiliares a torre elevada ou o pressurizador?

O estudo justifica-se pela necessidade de oferecer subsídios técnicos e financeiros a engenheiros, construtores e proprietários na escolha do sistema de abastecimento mais viável. Considerando a elevação dos custos de insumos e a busca por soluções eficientes, esta pesquisa contribui para a tomada de decisão em projetos residenciais. O objetivo geral é realizar uma análise comparativa de custos e viabilidade entre as duas alternativas de abastecimento, enquanto os objetivos específicos incluem:

- I. Comparar os custos de implantação das duas alternativas de abastecimento de água utilizando os preços desonerados do SINAPI (2025);

- II. Verificar o atendimento aos requisitos de pressão mínima exigidos pela NBR 5626:2020 em cada solução;
- III. Analisar o impacto dos custos operacionais do pressurizador (energia + substituição periódica) ao longo da vida útil da edificação;
- IV. Determinar o período necessário para que o custo acumulado da alternativa B se iguale ao investimento inicial da alternativa A, identificando o ponto de equilíbrio financeiro entre as soluções;

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos essenciais que sustentam o estudo, abordando princípios de hidráulica predial, requisitos normativos da NBR 5626:2020 e elementos técnicos relacionados à operação por gravidade e ao uso de pressurizadores. São discutidos ainda aspectos estruturais, parâmetros de pressão e métodos de dimensionamento que servem de base para a análise comparativa das alternativas.

### 2.1 SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS PREDIAIS

As instalações prediais de água fria são fundamentais para a funcionalidade de uma edificação, uma vez que garantem o abastecimento adequado de água em todos os pontos de consumo. A eficiência desse sistema não depende apenas da disponibilidade do recurso, mas também da regularidade da pressão e da vazão, fatores que impactam diretamente o conforto e a segurança dos usuários. De acordo com a NBR 5626:2020, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), deve-se assegurar que a pressão mínima em pontos de consumo seja de 10 kPa, parâmetro necessário para o funcionamento de equipamentos como torneiras e chuveiros (ABNT, 2020).

Quando esse requisito não é atendido, surgem problemas como jatos de água insuficientes, mau funcionamento de aquecedores e chuveiros elétricos, além da insatisfação dos usuários. Duarte *et al.* (2023) apontam que a baixa pressão nas redes de distribuição é uma das principais causas de reclamações em residências, exigindo soluções de projeto e de execução que garantam o atendimento aos parâmetros normativos. Em alguns casos, o problema pode estar relacionado à localização do imóvel em relação à rede pública, enquanto em outros decorre da ausência de dimensionamento adequado das tubulações e reservatórios.

### 2.2 ALTERNATIVAS PARA GARANTIR PRESSÃO

Entre as soluções disponíveis para assegurar pressão adequada nas instalações prediais, destacam-se duas alternativas principais: o uso de torres elevadas e a adoção de pressurizadores elétricos. Ambas têm como objetivo garantir que a água chegue aos pontos de consumo dentro dos parâmetros de pressão estabelecidos pela NBR 5626 (ABNT, 2020), mas apresentam características distintas quanto ao funcionamento, custo de implantação, operação e manutenção.

#### 2.2.1 PRESSÃO EM SISTEMAS PREDIAIS

A pressão disponível na rede predial é o principal fator que determina o desempenho dos pontos de consumo e o conforto do usuário. De acordo com a NBR 5626:2020, a pressão mínima em qualquer ponto de utilização deve ser de 10 kPa para garantir o funcionamento adequado de aparelhos hidráulicos, evitando desconfortos e falhas de operação NBR-56262020.

Estudos como o apresentado por Duarte *et al*/2023, no SISPREL, demonstram que quando a pressão fica abaixo do estabelecido, o usuário experimenta dificuldades evidentes no uso de equipamentos, especialmente chuveiros, como observado no caso em que o valor era insuficiente para atender aos critérios normativos e diretamente relacionado ao desconforto relatado SISPREL+NT+2959.

### 2.2.1 TORRE ELEVADA

A torre elevada consiste no posicionamento do reservatório em uma cota superior à edificação, permitindo que o abastecimento ocorra por gravidade. Essa solução é tradicional e amplamente utilizada devido à sua confiabilidade, pois proporciona pressão estável sem depender de energia elétrica ou de componentes eletromecânicos. A apostila de Instalações Prediais de Água Fria reforça que sistemas com reservação superior atendem de forma eficiente às exigências de pressão e continuidade de abastecimento, desde que o reservatório seja adequadamente instalado, protegido, ventilado e acessível para manutenção, conforme os requisitos normativos para reservatórios potáveis e barriletes

Apesar da robustez, a torre elevada exige estrutura capaz de suportar o peso do reservatório cheio, ocupa espaço significativo e pode impactar o projeto arquitetônico. Assim, embora apresente baixo custo operacional e alta durabilidade, sua implantação depende da viabilidade espacial e estrutural da edificação.

### 2.2.3 PRESSURIZADOR ELÉTRICO

O pressurizador elétrico é utilizado quando a altura de instalação do reservatório não produz a pressão mínima exigida pela NBR 5626(2020). Ele atua por meio de bombeamento, elevando a pressão da água e permitindo atender edificações com baixa coluna d'água. Rodrigues (2016) demonstra que pressurizadores automáticos do tipo booster, equipados com inversores de frequência e sensores de pressão, oferecem maior eficiência, pois ajustam a rotação da bomba conforme a demanda, evitando picos hidráulicos e reduzindo o consumo de energia. O manual técnico do pressurizador TSP-4 confirma essas características, apresentando o equipamento como capaz de fornecer pressão constante, operar em regime contínuo e garantir segurança e proteção ao sistema, desde que instalados corretamente e submetidos a manutenção periódica, como calibragem do vaso de expansão e verificação das condições elétricas e hidráulicas (Texius, 2023). Embora seja uma alternativa eficiente e de instalação relativamente simples, depende de energia elétrica e apresenta maior necessidade de manutenção quando comparado à torre elevada, fatores que devem ser considerados no custo operacional ao longo do tempo.

### 2.2.4 ATENDIMENTOS À NBR 5626

A NBR 5626(ABNT, 2020) estabelece diretrizes técnicas essenciais para abastecimento, reservação, distribuição e pressurização dos sistemas prediais de água fria, incluindo critérios de pressão mínima e máxima, dimensionamento das tubulações, prevenção contra refluxo, acessibilidade para manutenção e proteção sanitária da água. A norma determina que o projetista deve garantir, por meio de cálculo e análise do traçado, que a pressão mínima exigida será atendida nos pontos mais desfavoráveis da instalação (ABNT, 2020).

Duarte *et al.* (2023) evidenciam que instalações que não seguem essas recomendações tendem a apresentar patologias, como insuficiência de pressão, incompatibilidades no traçado e ausência de manutenção preventiva, necessitando correções que muitas vezes incluem reestruturação da distribuição ou adoção de sistemas de pressurização. Assim, o atendimento rigoroso à norma é indispensável para garantir desempenho, segurança e confiabilidade.

### 2.3 PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO DE OBRAS

O planejamento é considerado uma das etapas mais relevantes na execução de qualquer empreendimento da construção civil, pois organiza e integra os recursos necessários, como mão de obra, equipamentos e insumos. Para Mattos (2010), planejar significa pensar, aplicar, controlar e corrigir, de modo a permitir decisões assertivas e minimizar improvisos. Nesse sentido, o planejamento é ferramenta indispensável para a redução de custos, cumprimento de prazos e eficiência no uso de recursos.

Segundo Polito (2015), o planejamento deve ser entendido como um processo contínuo, presente desde a concepção do projeto até a fase de operação da edificação. Isso implica a necessidade de revisões periódicas e ajustes de acordo com o andamento da obra. Quando bem conduzido, o planejamento permite maior previsibilidade e reduz a probabilidade de atrasos, paralisações ou custos imprevistos.

O orçamento, por sua vez, constitui um dos instrumentos centrais do planejamento, pois possibilita estimar os custos diretos e indiretos da obra. Conforme Cordeiro (2007), trata-se de ferramenta fundamental para a análise da viabilidade econômica do empreendimento e para subsidiar a tomada de decisões.

### 2.4 O SISTEMA SINAPI

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é a principal base de preços utilizada para elaboração de orçamentos no Brasil. Desenvolvido em parceria entre a Caixa Econômica Federal e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o sistema disponibiliza mensalmente composições de custos e preços de insumos atualizados para cada estado da federação (BRASIL, 2019).

Inicialmente concebido para atender obras públicas, o SINAPI tornou-se referência também para empreendimentos privados, por garantir padronização, transparência e confiabilidade na orçamentação. Essa característica o consolidou como ferramenta de apoio tanto para engenheiros orçamentistas quanto para gestores públicos.

No entanto, Ribeiro e Gonçalves (2022) observam que podem ocorrer divergências entre os valores publicados pelo SINAPI e aqueles praticados em mercados locais, exigindo ajustes por parte do orçamentista. Ainda assim, o uso do SINAPI é altamente recomendado, pois permite comparabilidade entre diferentes projetos e facilita a análise da viabilidade financeira de empreendimentos.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo descreve, de forma sucinta, as etapas adotadas para o desenvolvimento do estudo, abrangendo o levantamento de dados, a modelagem hidráulica e estrutural e a elaboração dos orçamentos comparativos. Também apresenta os critérios normativos utilizados e os métodos aplicados para analisar o desempenho e os custos das alternativas avaliadas.

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

De acordo com Gil (2016), este estudo se caracteriza como pesquisa aplicada, pois utiliza conhecimentos técnicos para solucionar um problema real: definir a alternativa de abastecimento de água mais viável para uma residência unifamiliar. A abordagem é quantitativa, fundamentada na modelagem hidráulica, estrutural e no levantamento de custos.

Os procedimentos metodológicos combinaram pesquisa bibliográfica, com base em autores como Gomide (2021) e Duarte *et al.* (2023), que discutem critérios de desempenho e pressão em sistemas hidráulicos, e pesquisa documental, utilizando a NBR 5626 (ABNT, 2020) e os custos do SINAPI (2025) para padronização dos orçamentos.

Também foi desenvolvido um estudo de caso, seguindo orientações de Neto (2008) e Tsutiya (2006) sobre a importância de modelos reais para avaliar viabilidade de sistemas hidráulicos. O caso permitiu comparar diretamente o desempenho da torre elevada e do pressurizador.

Por fim, a pesquisa é exploratória e comparativa, pois analisa vantagens, limitações e implicações econômicas de cada alternativa, oferecendo base técnica para aplicação em futuros projetos residenciais.

#### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população do estudo corresponde aos sistemas de abastecimento de água utilizados em edificações residenciais. A amostra é composta pelas duas soluções mais comuns: torre elevada e pressurizador, que foram analisadas no contexto de uma residência unifamiliar padrão.

#### 3.3 INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Para a coleta de dados, foram utilizados instrumentos técnicos, normativos e computacionais, assegurando a precisão e a consistência dos resultados. A NBR 5626 (ABNT, 2020) foi empregada como base normativa para verificação dos critérios de desempenho hidráulico, especialmente no que se refere à pressão e à vazão nos pontos de consumo.

Os custos de materiais e serviços foram obtidos a partir do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), (Caixa, 2025) utilizando como referência a base de setembro de 2025 para o estado de Santa Catarina. Essa base foi escolhida por oferecer atualizações mensais e confiabilidade amplamente reconhecidas no setor.

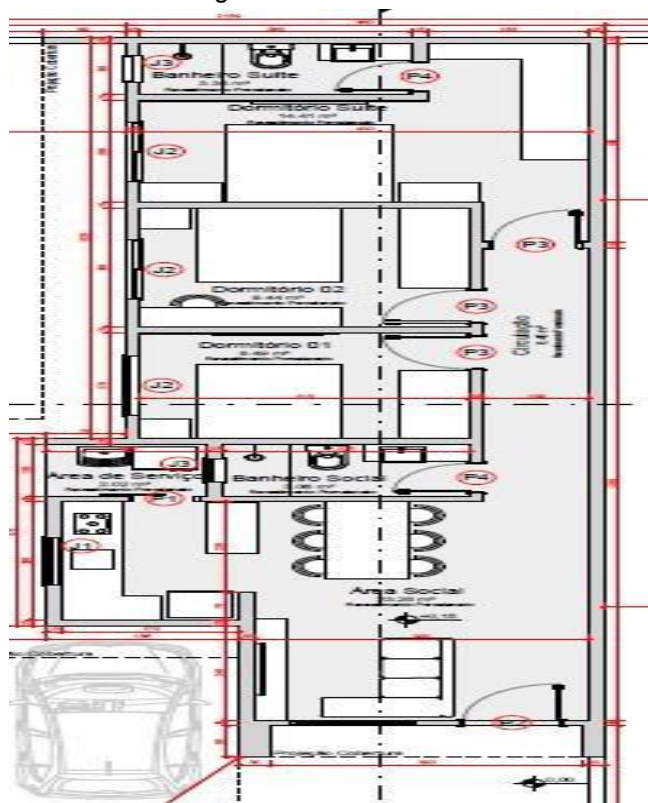
Para o levantamento e dimensionamento dos materiais foram utilizados softwares específicos. O QiBuilder permitiu calcular com precisão os comprimentos das tubulações, as conexões empregadas e as condições de pressão no sistema. O AutoCAD foi utilizado para interpretar a planta arquitetônica e localizar os elementos da instalação. Já o Eberick possibilitou modelar a estrutura de suporte do reservatório, determinar as cargas atuantes e obter os quantitativos estruturais. Todos os dados gerados pelos softwares foram organizados em planilhas Excel, que serviram de base para a composição orçamentária e para a comparação entre as alternativas estudadas. O uso integrado dessas ferramentas assegurou maior precisão técnica e confiabilidade nos resultados obtidos.

### 3.4 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa foi estruturado em etapas sequenciais e interdependentes, com o intuito de garantir coerência metodológica, reprodutibilidade e confiabilidade dos resultados obtidos. Cada fase foi planejada de forma a proporcionar uma compreensão progressiva do problema, desde a fundamentação teórica até a análise comparativa final das soluções de abastecimento de água.

A residência unifamiliar padrão que serviu como estudo de caso, possui uma área construída de aproximadamente 81 m<sup>2</sup>, composta por três dormitórios (sendo um deles suíte), banheiro social, área de serviço e ambiente social integrado à cozinha. A escolha dessa tipologia buscou representar o padrão médio das edificações residenciais brasileiras, de modo que os resultados pudessem ser aplicáveis a contextos similares. A planta baixa da residência, elaborada em AutoCAD e apresentada na Figura 1, foi utilizada como referência para o desenvolvimento dos projetos hidráulicos e para o levantamento dos quantitativos de materiais.

Figura 1 – Planta baixa



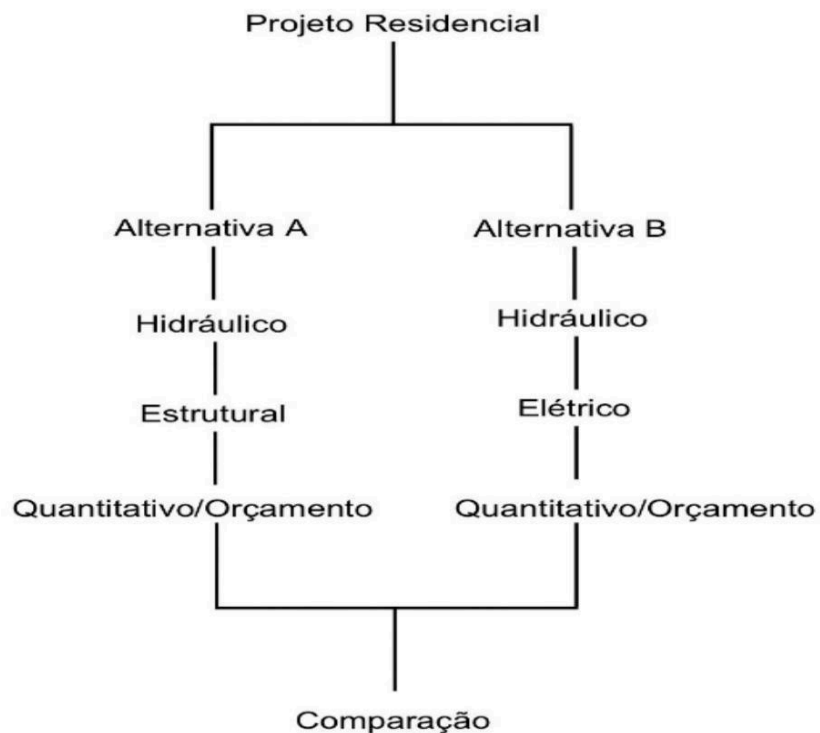
Fonte: O autor (2025).

A modelagem das alternativas de abastecimento foi elaborada com o auxílio dos softwares QiBuilder, Eberick e AutoCAD, garantindo precisão no traçado das redes e no dimensionamento dos componentes. Foram simuladas duas soluções distintas para o suprimento de água da edificação:

- a) Torre elevada (Alternativa A): sistema com reservatório superior apoiado sobre uma laje superior, no qual a pressão é gerada pela ação da gravidade. Essa configuração foi escolhida por representar o método tradicional de abastecimento em residências térreas, oferecendo simplicidade e autonomia energética.
- b) Pressurizador elétrico ( Alternativa B): sistema com reservatório superior mais não elevado associado a um pressurizador, responsável por manter a pressão constante na rede de distribuição. Essa alternativa foi adotada por ser amplamente utilizada em edificações modernas, devido à praticidade de instalação e ao melhor desempenho hidráulico.

Posteriormente, foi realizado o levantamento de quantitativos de materiais e serviços utilizando o software QiBuilder para o dimensionamento hidráulico e o software Eberick para o dimensionamento estrutural da torre elevada. Esses dados foram organizados em planilhas no Excel e associados às composições de preços do SINAPI, permitindo a elaboração de um orçamento fiel às necessidades reais do projeto. A sequência metodológica aplicada no estudo, desde a definição das alternativas até a elaboração dos quantitativos e orçamentos, está apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Esquema metodológico da pesquisa



Fonte: O autor (2025).

Por fim, realizou-se a análise comparativa técnica e econômica entre as duas alternativas, considerando não apenas os custos de implantação, mas também aspectos quantitativos, como consumo energético, durabilidade, manutenção e confiabilidade operacional. Essa análise possibilitou avaliar a viabilidade global de cada sistema, contribuindo para a escolha da solução mais adequada ao contexto de residências unifamiliares.

Nas Figuras 3 e 4 são apresentadas as representações tridimensionais da residência adotada como estudo de caso. As imagens permitem visualizar a volumetria e a proporção dos ambientes, facilitando a compreensão do porte da edificação e das áreas destinadas às instalações hidrossanitárias. Essa representação contribui para a análise dimensional e para a contextualização das soluções de abastecimento de água comparadas neste trabalho.

Figura 3 – Projeção 3D



Fonte: O autor (2025).

Figura 4 – Projeção 3D

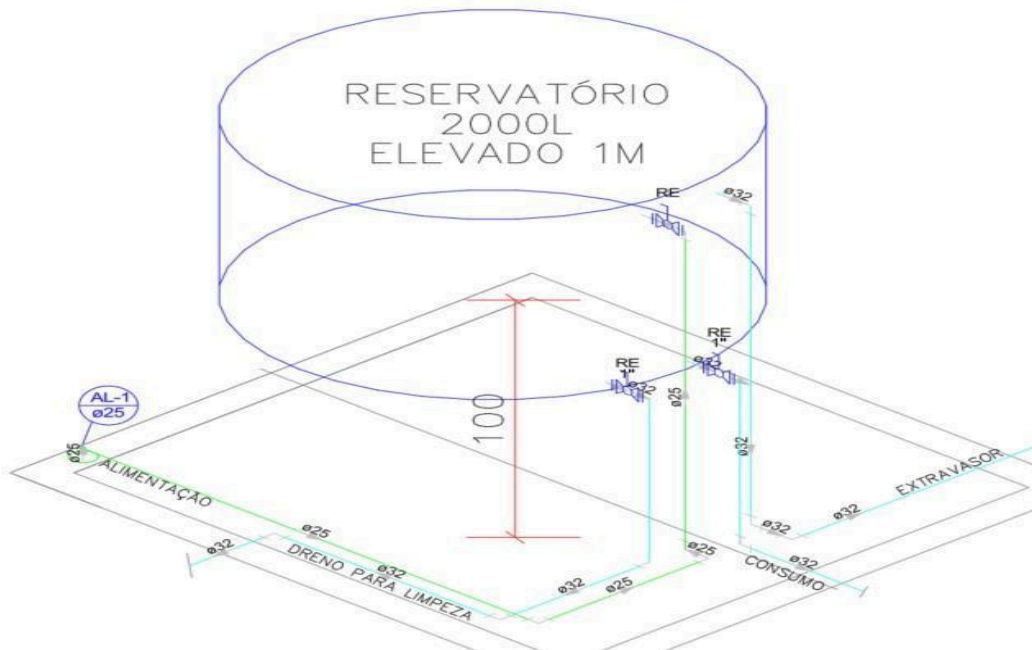


Fonte: O autor (2025).

### 3.5 ALTERNATIVA A (TORRE ELEVADA)

A Figura 6 apresenta o reservatório superior de 2 000 L apoiado sobre laje, elevado em 1,00m em relação à cobertura. Essa solução foi definida a partir do modelo hidráulico no QiBuilder, tomando como referência os critérios da NBR 5626 (ABNT, 2020) para pressão mínima dinâmica em pontos de utilização ( $p_{m'n} = 10 \text{ kPa} \approx 1,0 \text{ m.c.a.}$ ) e os procedimentos clássicos de dimensionamento (perdas distribuídas e localizadas) recomendados para tubulações lisas em PVC (Flamant) e para aço/cobre (Fair-Whipple-Hsiao).

Figura 06 – Detalhe isométrico (torre elevada)



Fonte: O autor (2025)

Na simulação inicial, o QiBuilder identificou que o ponto mais crítico do sistema era o chuveiro da suíte, com apenas 0,30 m.c.a., valor insuficiente para o funcionamento adequado. A partir desse resultado, foi calculada a altura adicional necessária para que esse chuveiro atingisse exatamente 1,00 m.c.a., garantindo o atendimento mínimo da NBR 5626 (ABNT, 2020) sem adotar valores superiores ao estritamente necessário.

A determinação da altura mínima requerida parte da relação hidrostática:

$$p = \rho g h \quad (\text{Equação 1})$$

onde:  $p$  =  
pressão (Pa)

$\rho$  = densidade da água ( $1000 \text{ kg/m}^3$ )

$g$  = gravidade ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )  $h$  =  
altura da coluna d'água (m)

A pressão mínima exigida pela norma (1,0 m.c.a.) corresponde a aproximadamente:

$$p_{m'n} = 1000 \times 9,81 \times 1,0 \approx 9.810 \text{ Pa}$$

Como a pressão inicial fornecida pela instalação era de apenas 0,30 m.c.a., o déficit identificado foi:

$$\Delta h = h_{m'n} - h_{\text{inicial}} \quad (\text{Equação 2})$$

$$\Delta h = 1,00 - 0,30 = 0,70 \text{ m}$$

Entretanto, além do déficit geométrico, o ponto crítico apresentava perdas distribuídas e localizadas ao longo do percurso (trechos horizontais, conexões, válvulas e mudanças de direção).

O QiBuilder, utilizando as equações clássicas de perda distribuída e localizada:

$$h_L = K \frac{L v^2}{2g} \quad \text{(Equação 3)}$$

$$h_d = f \frac{L v^2}{2g} \quad \text{(Equação 4)}$$

determinou que as perdas totais eram de aproximadamente 0,30 m.c.a..

Assim, para que o chuveiro da suíte recebesse exatamente 1,00 m.c.a., a altura adicional necessária do reservatório foi definida como:

$$0,70 + 0,30 = 1,00 \text{ m} \quad \text{(Equação 5)}$$

Com o reservatório elevado exatamente em 1,00 metro, a pressão final no chuveiro crítico passa a ser:

$$h_{\text{final}} = h_{\text{inicial}} + h_{\text{adicional}} = 0,30 + 1,00 = 1,00 \text{ m.c.a.} \quad \text{(Equação 6)}$$

$$p_{\text{final}} = 1000 \times 9,81 \times 1,00 = 9.810 \text{ Pa} \approx 9,81 \text{ kPa}$$

Esse valor atende exatamente ao mínimo exigido pela NBR 5626 (ABNT, 2020), sem excedentes desnecessários, garantindo o desempenho adequado do ponto de consumo e a viabilidade da alternativa A (torre elevada).

O volume do reservatório superior foi definido com base no critério usual de abastecimento para residências unifamiliares, que considera duas pessoas por dormitório. No caso da edificação analisada, composta por três quartos, obteve-se um total estimado de seis moradores.

A Norma e literatura técnica indicam consumo médio de 150 litros por pessoa/dia, resultando em:

$$V_{\text{dia}} = 6 \times 150 = 900 \text{ L/dia}$$

Recomenda-se que o reservatório possua autonomia mínima de 2 dias, garantindo segurança no abastecimento em caso de interrupções temporárias:  $V_{\text{res}} = 900 \times 2 = 1800 \text{ L}$

Assim, adotou-se um reservatório comercial padrão de 2.000 litros, que atende plenamente à demanda estimada e assegura reserva técnica suficiente para uso residencial contínuo.

### 3.6 ALTERNATIVA B (PRESSURIZADOR)

Diferentemente da solução com reservatório elevado, a alternativa B adota um sistema de pressurização mecânica para garantir o atendimento à pressão mínima dinâmica exigida pela NBR 5626 (ABNT, 2020), que estabelece 1,0 m.c.a. no ponto de utilização. Nesse caso, o atendimento ao requisito não depende da altura geométrica do reservatório, mas sim da capacidade do equipamento de compensar as perdas distribuídas e localizadas existentes no circuito hidráulico.

A definição da altura manométrica total necessária para o funcionamento adequado do chuveiro da suíte ponto crítico da instalação foi realizada a partir do balanço hidráulico,

considerando altura geométrica, perdas totais e pressão mínima normativa. A determinação da altura requerida obedece à expressão:

$$H_T = H_g + H_f + H_a \quad (\text{Equação 7})$$

onde:

$H_T$  = altura manométrica total (m.c.a.);

$H_g$  = altura geométrica entre a bomba e o ponto crítico;

$H_f$  = perdas distribuídas e localizadas;

$H_a$  = pressão mínima exigida no ponto (1,0 m.c.a. — NBR 5626 (ABNT, 2020)).

A simulação hidráulica realizada no QiBuilder forneceu os seguintes valores:  $H_g = 2,0\text{m}$

$$H_f \approx 3,0\text{m} \\ H_a = 1,0\text{m}$$

Substituindo:

$$H_T = 2,0 + 3,0 + 1,0 = 6,0 \text{ m.c.a.} \quad (\text{Equação 8})$$

Portanto, o sistema de pressurização deve fornecer pelo menos 6,0 m.c.a. para que, após compensar todas as perdas, o chuveiro receba exatamente 1,0 m.c.a., conforme exige a NBR 5626 (ABNT, 2020).

A potência hidráulica necessária ao bombeamento pode ser obtida por:

$$P_h = \rho g Q H_T \quad (\text{Equação 9})$$

com:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Vazão  $Q$  entre 0,0003 e 0,001  $\text{m}^3/\text{s}$

$$H_T = 6,0\text{m}$$

As simulações resultam em:

18 W (para 0,3 L/s)

60 W (para 1,0 L/s)

Considerando o rendimento médio da bomba+motor:

$$P_{\text{elétrica}} = \frac{P_h}{\eta} \quad (\text{Equação 10})$$

Adotando  $\eta = 0,35$ , obtêm-se valores inferiores a 200 W, indicando que um equipamento de 1 CV ( $\approx 736$  W) opera com larga margem de segurança e estabilidade.

A escolha do pressurizador de 1 CV também se alinha às recomendações técnicas dos fabricantes, garantindo operação sem sobrecarga, capacidade para variações de vazão e estabilidade de pressão mesmo em uso simultâneo.

Com altura manométrica de 6,0 m.c.a. e vazão compatível com as necessidades da residência, o pressurizador automático de 1 CV garante 1,0 m.c.a. no chuveiro da suíte, atendendo integralmente aos critérios da NBR 5626 (ABNT, 2020) e assegurando o desempenho hidráulico adequado no ponto mais desfavorável da instalação.

### 3.7 PROJETO ELÉTRICO ALTERNATIVA B

Para a alimentação do pressurizador de 1 CV – 220 V, foi dimensionado um pequeno circuito exclusivo, conforme as recomendações da NBR 5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão). A finalidade desse circuito é garantir segurança, capacidade de corrente adequada, proteção contra sobrecarga e facilidade de manutenção.

O pressurizador utilizado possui potência elétrica aproximada de:

$$P = 1 \text{ CV} \approx 736 \text{ W} \quad (\text{Equação 11})$$

Para tensão de 220V, a corrente nominal é:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{736}{220} \approx 3,35 \text{ A} \quad (\text{Equação 12})$$

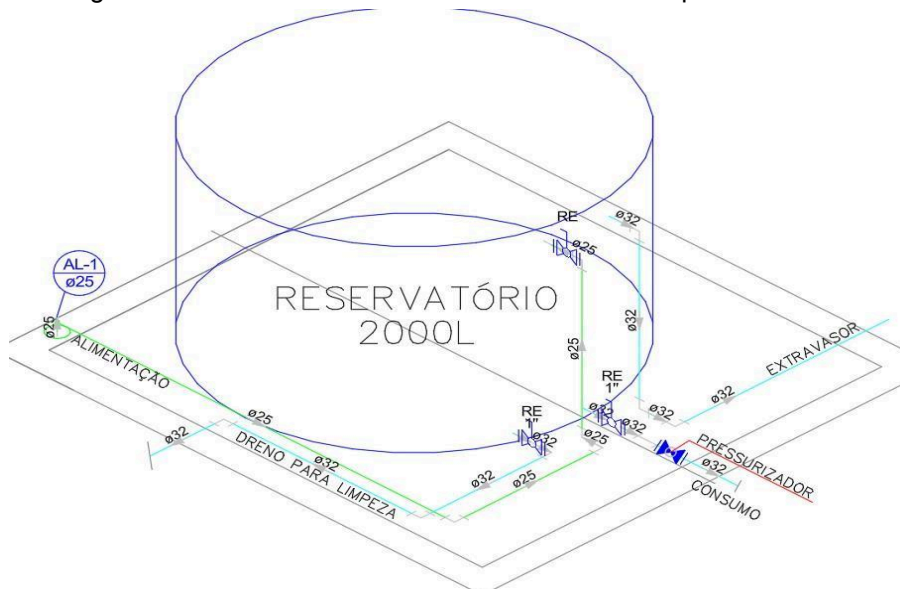
Margem de segurança (corrente de partida + variações de carga), utiliza-se fator 2:

$$I_{\text{projeto}} \approx 6,7 \text{ A}$$

Assim, um circuito de 10 A é suficiente e atende com folga.

A Figura 6 apresenta o reservatório de 2 000 L com o pressurizador acoplado, responsável por garantir o desempenho hidráulico adequado e o conforto dos usuários. Essa solução mostra-se especialmente eficiente em residências de pequeno porte, onde o espaço para a construção de torres elevadas é limitado, mantendo, contudo, a conformidade com as exigências de desempenho da norma.

Figura 06 – Detalhe isométrico do reservatório com pressurizador



Fonte: O autor (2025)

O consumo de energia elétrica referente ao funcionamento do pressurizador foi estimado a partir de seu desempenho em operação contínua. O pressurizador instalado

possui potência nominal de 1 CV (0,736 kW) e, para determinar o gasto mensal, aplica-se a expressão geral para cargas elétricas residenciais, dada por:

$$E = P \times t \times d \quad \text{(Equação 13)}$$

13)  
em

que:

$E$  = consumo mensal (kWh/mês);

$P$  = potência do equipamento (kW);

$t$  = tempo médio de uso diário (h/dia);  $d$  = número de dias de uso no mês.

Considerando o uso médio de 1 hora diária, temos:

$$E = 0,736 \times 1 \times 30 = 22,08 \text{ kWh/mês} \quad \text{(Equação 14)}$$

Com a tarifa da CELESC (R\$ 0,69568/kWh), o custo mensal é obtido por:

$$C = E \times \text{tarifa} = 22,08 \times 0,69568 = R\$15,36/\text{mês} \quad \text{(Equação 15)}$$

Em uso mais intenso (1,5 h/dia), o custo pode atingir R\$ 23,04/mês.

A vida útil do equipamento é de 8 anos, conforme o fabricante. O custo anual de reposição é calculado por:  $C_{\text{anual}} = \frac{C_{\text{equip}}}{\text{vida útil}}$

$$C_{\text{anual}} = \frac{063}{8} = R\$132,88/\text{ano} \quad \text{(Equação 16)}$$

16)

Dessa forma, o sistema com pressurizador apresenta custo mensal de energia entre R\$ 15,00 e R\$ 23,00 e substituição do equipamento a cada 8 anos, representando o custo operacional médio ao longo do ciclo de vida do sistema.

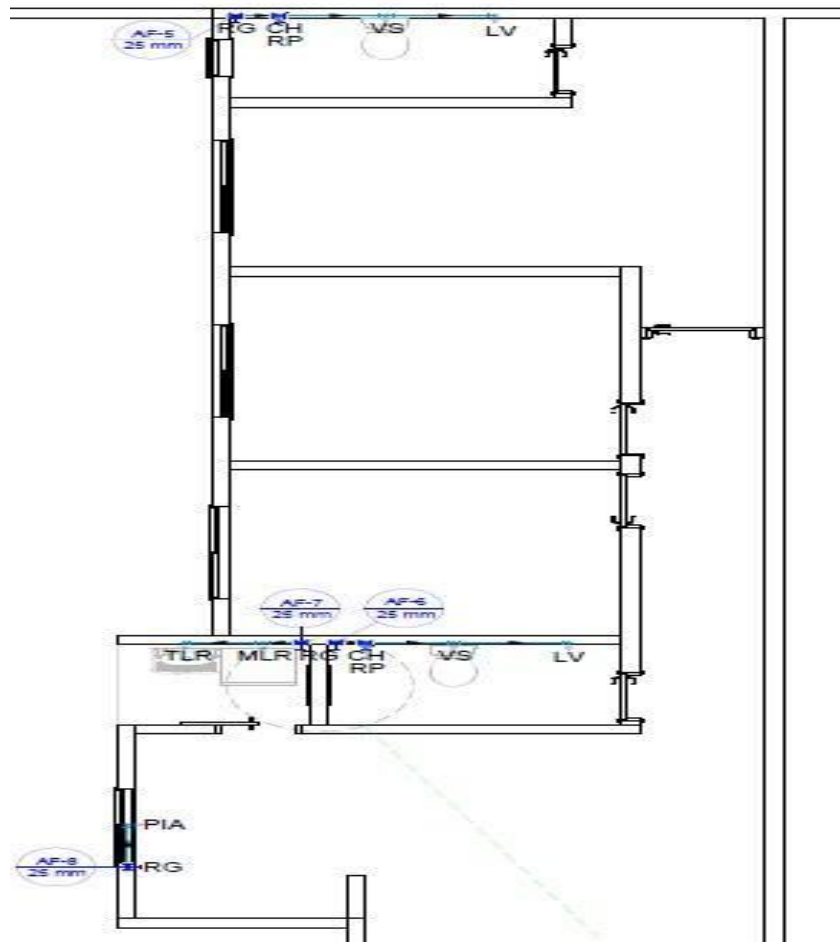
## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos para as duas alternativas de abastecimento avaliadas, destacando o comportamento hidráulico, as exigências estruturais e os custos envolvidos em cada solução. A partir dos modelos e orçamentos gerados, são comparados o desempenho e a viabilidade técnica e econômica das alternativas.

### 4.1 PROJETO HIDRÁULICO

A planta hidráulica da residência padrão, apresentada na Figura 5, permitiu analisar o comportamento da distribuição interna de água fria e identificar os setores mais exigidos em termos de pressão e vazão.

Figura 5 – Planta hidráulica utilizada no estudo



Fonte: O autor (2025).

O modelo desenvolvido no QiBuilder evidenciou a presença de quatro tubos de queda, responsáveis pela condução vertical entre os ambientes molhados, sendo que o tubo localizado no banheiro da suíte se destacou como o ponto mais crítico do sistema. Esse comportamento ocorreu porque esse banheiro concentra o maior número de pontos de consumo do chuveiro, lavatório e vaso sanitário, além de estar no trecho mais distante e hidráulicamente desfavorável em relação ao barrilete, acumulando maior perda de carga ao longo do percurso.

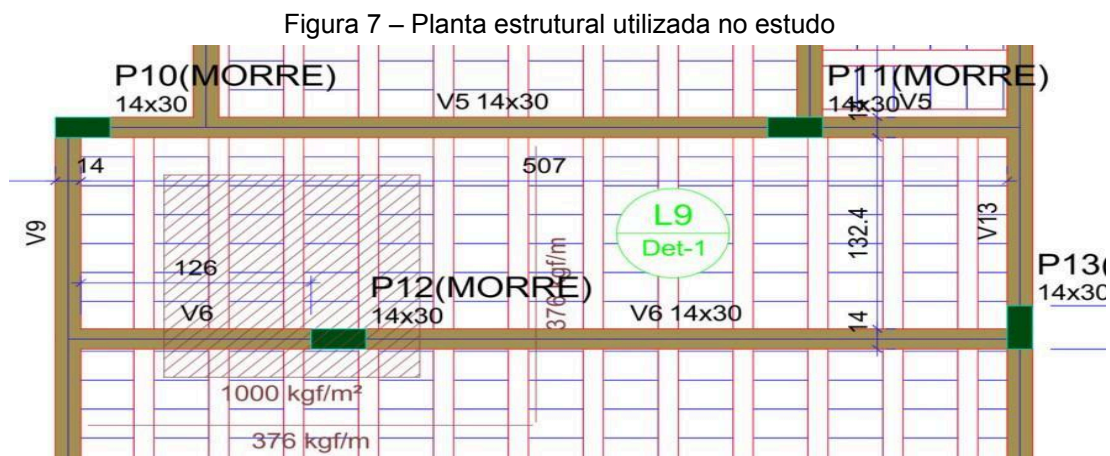
A análise dos trechos principais demonstrou a necessidade de utilização de tubulações com diâmetro de 25 mm na alimentação geral, assegurando o atendimento às exigências da NBR 5626 (ABNT, 2020) quanto à pressão mínima necessária. Nos setores de cozinha e área de serviço, verificou-se desempenho mais favorável, uma vez que o traçado mais linear e o menor número de conexões reduziram significativamente as perdas de carga. Já no caso do banheiro da suíte, a combinação entre extensão dos ramais, quantidade de derivações e presença de conexões sucessivas justificou a queda de pressão identificada no ponto mais desfavorável.

Essa avaliação dos ramais mostrou que pequenos ajustes no traçado podem reduzir perdas excessivas, sobretudo em ambientes com múltiplos aparelhos ligados a uma mesma coluna. Além disso, a identificação do banheiro da suíte como ponto crítico foi fundamental para a comparação entre as alternativas de abastecimento, visto que a torre elevada depende exclusivamente da coluna d'água disponível, enquanto o pressurizador tem capacidade de compensar dinamicamente essas perdas ao longo da tubulação.

Os resultados do modelo hidráulico serviram de base para o levantamento dos quantitativos de materiais como tubos, conexões, registros e válvulas os quais foram posteriormente orçados utilizando os preços da tabela SINAPI (setembro de 2025, Santa Catarina, versão desonerada), garantindo alinhamento entre o dimensionamento técnico e a estimativa de custos das duas alternativas analisadas.

#### 4.2 PROJETO ESTRUTURAL PARA ALTERNATIVA A

A Figura 7 apresenta o trecho do modelo estrutural onde está localizado o apoio da caixa d'água elevada.



Fonte: O autor (2025).

Essa região foi dimensionada no software Eberick, responsável por calcular automaticamente os esforços, deformações e combinações de carga atuantes na laje e nos pilares que sustentam o reservatório. O objetivo dessa verificação foi garantir que a estrutura possuísse segurança suficiente para suportar o peso da água (2 000 L), a laje de apoio e as paredes de alvenaria que compõem o berço estrutural.

No lançamento estrutural, a caixa d'água foi posicionada sobre os pilares P10, P11, P12 e P13 evidenciados na imagem. Esses pilares possuem seção 14 × 30 cm e transmitiram ao sistema de fundações um acréscimo significativo de carga devido ao peso concentrado do reservatório. Sobre eles se apoiam as vigas V5, V9 e V6, que formam o contorno da área hachurada, região onde está representada a laje que recebe a carga da caixa, claramente identificada pelo sombreado diagonal.

A área hachurada corresponde à zona de influência do reservatório, onde o programa aplicou as ações equivalentes ao peso da água e da estrutura do berço. Esses carregamentos foram distribuídos no modelo segundo as recomendações da NBR 6118:2014 (projeto de estruturas de concreto armado), permitindo que o software calculasse os esforços reais transmitidos às vigas e aos pilares. Como resultado, os pilares P10, P11, P12 e P13 apresentaram cargas máximas variando entre aproximadamente 8,5 tf e 11,5 tf, demonstrando que são os elementos principais responsáveis pela sustentação do reservatório.

Após o processamento, o Eberick forneceu automaticamente:

- a) as armaduras longitudinais e transversais necessárias nos pilares e vigas;

- b) o dimensionamento da laje maciça de apoio;
- c) as cargas transmitidas a cada viga e pilar (mostradas em tf/m e kgf/m<sup>2</sup>);
- d) os esforços finais considerados para as sapatas correspondentes.

Com base nisso, foram extraídos os quantitativos estruturais utilizados no orçamento, incluindo volume de concreto, peso de aço CA-50, metragem de alvenaria estrutural e dimensões da laje de apoio. Essa etapa garantiu que os custos da alternativa com torre elevada fossem calculados a partir de valores coerentes com o comportamento real da estrutura, evitando sub ou superdimensionamento.

#### 4.4 QUANTITATIVO DE MATERIAIS UTILIZADOS

O quantitativo de materiais representa a consolidação de todos os insumos necessários para execução das duas alternativas analisadas neste estudo: a torre elevada e o sistema com pressurizador.

Nesta etapa, são reunidos e organizados os itens correspondentes às instalações hidráulicas, aos elementos estruturais de suporte da caixa d'água e aos componentes elétricos necessários para o funcionamento do pressurizador. Esses quantitativos servem como base para a etapa seguinte, onde é realizado o orçamento das alternativas utilizando a tabela SINAPI.

##### 4.4.1 ALTERNATIVA A – TORRE ELEVADA

Para a alternativa com torre elevada, o quantitativo total considera dois conjuntos de materiais: os elementos hidráulicos necessários para alimentação do reservatório elevado e distribuição de água por gravidade e os elementos estruturais responsáveis por suportar o reservatório de 2 000 L, incluindo vigas, pilares, blocos, armaduras e revestimentos. Na tabela 1 apresenta os quantitativos hidráulicos da alternativa A.

Tabela 1 – Quantitativos hidráulicos da alternativa A

Descrição	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	5,0	pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3/4"	8,0	pç
Joelho 90º soldável 25 mm	8,0	pç
Registro de pressão c/ canopla cromada 3/4"	2,0	pç
Registro esfera VS compacto soldável 1"	2,0	pç
Registro esfera VS compacto soldável 3/4"	2,0	pç
Tubos 25 mm	21,9	m
Tubos C32 mm	2,0	m
Tê 90 soldável 25 mm	5,0	pç
Joelho 90º soldável com bucha de latão 25 mm - 3/4"	2,0	pç
Caixa d'água 2000L	1,0	pç

Fonte: O autor (2025).

Em complementação, a tabela 2 apresenta o quantitativo estrutural.

Tabela 2 – Quantitativos estruturais da alternativa A

Descrição	Quantidade	Unidade
Concreto usinado bombeável C20	4	m <sup>3</sup>
Aço CA-50 Ø 8 mm	116	kg
Aço CA-50 Ø 6,3 mm	52	kg
Aço CA-50 Ø 5 mm	61	kg
Tela de aço soldada nervurada	5,6	m <sup>2</sup>
Revestimento argamassado (reboco) parede	38,7	m <sup>2</sup>
Tijolo cerâmico 14×19×29 cm	31,38	pç
Telha ondulada fibrocimento 6 mm (2,44×1,10 m)	7,2	m <sup>2</sup>

Fonte: O autor (2025).

Esses valores representam a totalidade dos materiais necessários para construção da torre elevada, a base estrutural e toda a instalação hidráulica correspondente.

#### 4.4.2 ALTERNATIVA B – SISTEMA COM PRESSURIZADOR

A alternativa B mantém parte do sistema hidráulico da alternativa anterior, alterando apenas os elementos necessários à instalação do pressurizador automático e à adaptação do reservatório inferior. Para essa solução, não há necessidade de torre elevada, o que elimina integralmente os elementos estruturais destinados a suportar a caixa d'água a 1,0 m acima da laje. Na tabela 3 apresenta os quantitativos hidráulicos da alternativa B.

Tabela 3 – Quantitativos hidráulicos da alternativa B

Descrição	Quantidade	Unidade
Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	5,0	pç
Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3/4"	8,0	pç
Joelho 90º soldável 25 mm	8,0	pç
Registro de pressão c/ canopla cromada 3/4"	2,0	pç
Registro esfera VS compacto soldável 1"	2,0	pç
Registro esfera VS compacto soldável 3/4"	4,0	pç
Tubos 25 mm	21,9	m
Tubos C32 mm	2,0	m
Tê 90 soldável 25 mm	10,0	pç
Joelho 90º soldável com bucha de latão 25 mm - 3/4"	2,0	pç
Caixa d'água 2000L	1,0	pç
Pressurizador 1cv	1,0	pç

Fonte: O autor (2025).

Como o sistema pressurizado depende de alimentação elétrica dedicada, foi incluído o quantitativo de materiais elétricos. Na tabela 4 apresenta os quantitativos elétricos da alternativa B.

Tabela 4 – Quantitativos hidráulicos da alternativa B

Descrição	Quantidade	Unidade
Cabo flexível verde 2,5mm	11,3	m
Cabo flexível vermelho 2,5mm	11,3	m
Cabo flexível azul 2,5mm	11,3	m
Disjuntor 10a	1	pç

Fonte: O autor (2025).

As tabelas acima consolidam todos os materiais necessários para implantação do sistema com pressurizador.

#### 4.5 ORÇAMENTO

O orçamento foi elaborado com base nos quantitativos de materiais levantados nas etapas de modelagem hidráulica e estrutural, conforme apresentado anteriormente. Para cada alternativa, os insumos e serviços foram vinculados aos preços oficiais da tabela SINAPI – Santa Catarina (2025), utilizando itens desonerados, garantindo padronização, rastreabilidade e comparabilidade entre as soluções.

##### 4.5.1 ALTERNATIVA A – TORRE ELEVADA

A alternativa A considera a solução com reservatório elevado, contemplando os materiais hidráulicos, estruturais e de alvenaria necessários para a execução da base, laje de apoio e redes de abastecimento. Na Tabela 5 são apresentados os códigos SINAPI, descrição dos insumos, quantidades utilizadas e o custo final obtido pela composição direta dos preços desonerados.

Tabela 5 – Orçamento alternativa A

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	SOMA TOTAL
89987	Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	5,0	pç	97,91	489,55
94656	Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3	8,0	pç	3,65	29,20
89408	Joelho 90º soldável 25 mm	8,0	pç	9,52	76,16
89351	Registro de pressão c/ canopla cromada 3/4"	2,0	pç	34,37	68,74
103037	Registro esfera VS compacto soldável 1"	2,0	pç	46,50	93,00
90371	Registro esfera VS compacto soldável 3/4"	2,0	pç	29,59	59,18
94648	Tubos 25 mm	21,9	m	6,71	146,68
94649	Tubos C32 mm	2,0	m	12,31	24,62
89869	Tê 90 soldável 25 mm	5,0	pç	11,19	55,95
89366	Joelho 90º soldável com bucha de latão 25 mm - 3	2,0	pç	16,67	33,34
102615	Caixa d'água 2000L	1,0	pç	1.184,55	1.184,55
34492	Concreto usinado bombeável C20	4	m <sup>3</sup>	584,50	2.338,00
33	Aço CA-50 Ø 8 mm	116	kg	7,60	881,60
32	Aço CA-50 Ø 6,3 mm	52	kg	7,56	393,12
43059	Aço CA-50 Ø 5 mm	61	kg	6,78	413,58
39507	Tela de aço soldada nervurada	5,6	m <sup>2</sup>	13,17	73,75
87554	Revestimento argamassado (reboco) parede	38,7	m <sup>2</sup>	26,75	1.035,23
103360	Tijolo cerâmico 14×19×29 cm	31,38	pç	93,70	2.940,31
7194	Telha ondulada fibrocimento 6 mm (2,44×1,10 m)	7,2	m <sup>2</sup>	26,28	189,22
				<b>SUBTOTAL =</b>	<b>10.525,77</b>

Fonte: O autor (2025).

O custo total desta solução corresponde ao somatório dos insumos hidráulicos e estruturais, resultando em um investimento maior devido à necessidade de construção da estrutura elevada, maior volume de materiais e mão de obra associada.

##### 4.5.2 ALTERNATIVA B – PRESSURIZADOR

A alternativa B substitui a torre elevada por um sistema pressurizado, mantendo a caixa d'água no nível superior mas não elevado, acrescentando o conjunto elétrico necessário para alimentação do equipamento. Na Tabela 6 são apresentados os códigos

SINAPI, descrição dos insumos, quantidades utilizadas e o custo final obtido pela composição direta dos preços desonerados.

Tabela 6 – Orçamento alternativa B

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	SOMA TOTAL
89987	Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	5,0	pç	97,91	489,55
94656	Adapt sold.curto c/bolsa-rosca p registro 25 mm - 3	8,0	pç	3,65	29,20
89408	Joelho 90º soldável 25 mm	8,0	pç	9,52	76,16
89351	Registro de pressão c/ canopla cromada 3/4"	2,0	pç	34,37	68,74
103037	Registro esfera VS compacto soldável 1"	2,0	pç	46,50	93,00
90371	Registro esfera VS compacto soldável 3/4"	4,0	pç	29,59	118,36
94648	Tubos 25 mm	21,9	m	6,71	146,68
94649	Tubos C32 mm	2,0	m	12,31	24,62
89869	Tê 90 soldável 25 mm	10,0	pç	11,19	111,90
89366	Joelho 90º soldável com bucha de latão 25 mm - 3	2,0	pç	16,67	33,34
102615	Caixa d'água 2000L	1,0	pç	1.184,55	1.184,55
10575	Pressurizador 1cv	1,0	pç	1.063,02	1.063,02
91926	Cabo flexível verde 2,5mm	11,3	m	4,89	55,26
91926	Cabo flexível vermelho 2,5mm	11,3	m	4,89	55,26
91926	Cabo flexível azul 2,5mm	11,3	m	4,89	55,26
93653	Disjuntor 10a	1	pç	11,89	11,89
				<b>SUBTOTAL =</b>	<b>3.616,78</b>

Fonte: O autor (2025).

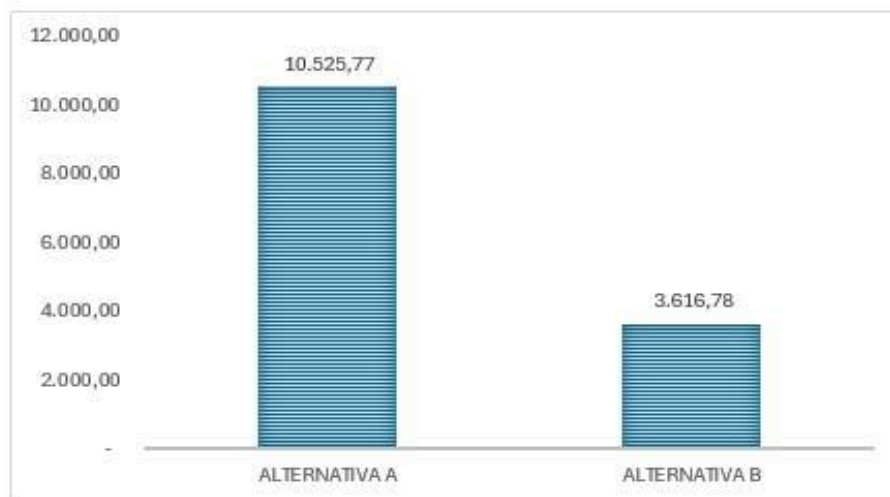
Além do investimento inicial apresentado na Tabela de orçamento da alternativa B, esta solução também envolve custos operacionais decorrentes do uso contínuo do pressurizador. Como o equipamento possui potência de 1 CV (0,736 kW) e opera de forma automática conforme o consumo de água da residência, o cálculo realizado indica que o gasto mensal de energia elétrica varia entre R\$ 15,00 e R\$ 23,00, dependendo do número de acionamentos diários e dos padrões de uso da família.

Outro aspecto relevante é a vida útil do equipamento. Conforme especificação do fabricante analisado, o pressurizador apresenta durabilidade média de **8 anos**, sendo necessária sua substituição ao final desse período para manter o desempenho adequado do sistema. Considerando o valor atual de aquisição do equipamento, o custo anual equivalente para reposição é de R\$ 132,88.

#### 4.6 COMPARAÇÃO E VIABILIDADE ENTRE AS ALTERNATIVAS

O gráfico 1 apresenta a comparação direta entre os custos iniciais das alternativas estudadas. Observa-se que a alternativa A (torre elevada) possui investimento significativamente superior quando comparada ao sistema com pressurizador (alternativa B).

Gráfico 01 – Comparação entre as alternativas

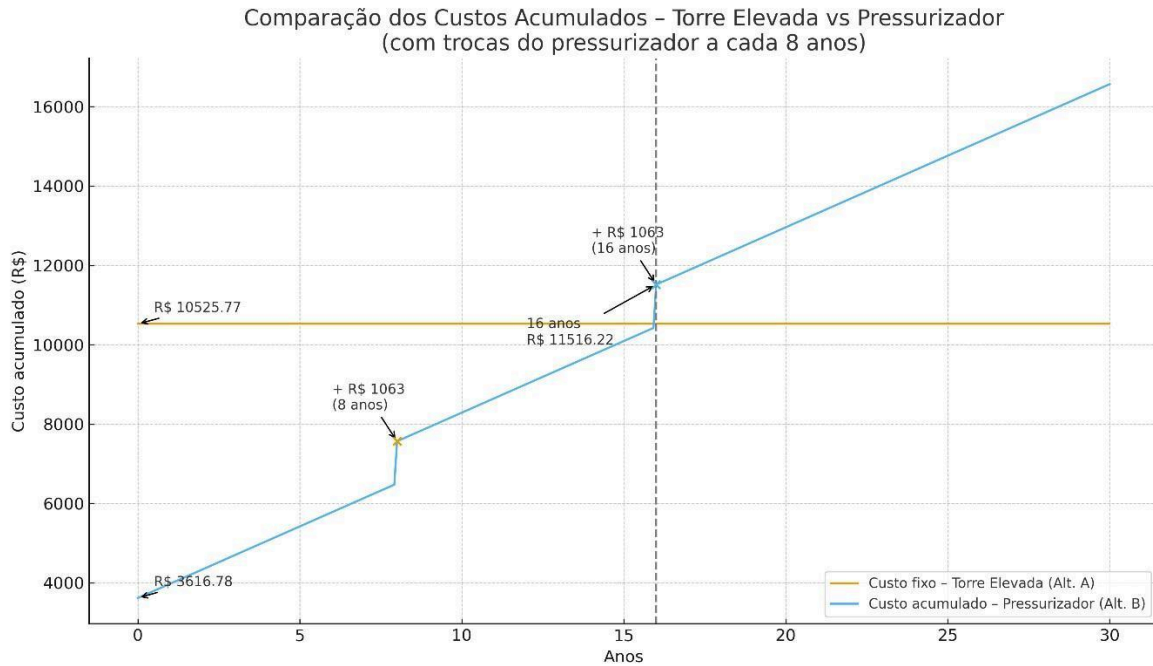


Fonte: O autor (2025)

A comparação entre as alternativas mostrou diferenças importantes no comportamento econômico ao longo do tempo. A torre elevada apresenta custo inicial maior, mas não possui despesas de operação, mantendo seu valor constante durante toda a vida útil da edificação. Já o pressurizador, embora exija menor investimento inicial, acumula gastos mensais com energia e demanda substituições obrigatórias a cada oito anos, o que faz seu custo crescer progressivamente. Esse comportamento está de acordo com as observações de Rodrigues (2016) sobre os custos recorrentes de sistemas pressurizados e de Duarte et al. (2023) quanto à dependência de equipamentos eletromecânicos.

Considerando esses fatores, verifica-se que o custo acumulado do pressurizador ultrapassa o da torre elevada após aproximadamente 16 anos, tornando a alternativa por gravidade mais econômica no longo prazo. O gráfico 2 apresenta evolução dos custos acumulados ao longo do tempo.

Gráfico 2 – evolução dos custos acumulados ao longo do tempo



Fonte: O autor (2025).

O comportamento apresentado no Gráfico 2 demonstra que a curva da alternativa B cresce de forma contínua devido aos custos mensais de energia e às substituições periódicas do pressurizador, que ocorrem a cada 8 anos. Cada substituição adiciona R\$ 1.063,00 ao custo total, o que cria pequenos saltos na linha azul e acelera o acúmulo do valor final ao longo do tempo. Essa dinâmica explica por que, mesmo partindo de um custo inicial muito inferior ao da torre elevada, o sistema pressurizado ultrapassa o valor da alternativa A após cerca de 16 anos, evidenciando o impacto significativo das despesas operacionais ao longo da vida útil da edificação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizou uma análise comparativa entre duas soluções de abastecimento de água para uma residência unifamiliar: a torre elevada por gravidade e o sistema com pressurizador automático. Ambas foram dimensionadas conforme a NBR 5626:2020, modeladas no QiBuilder e Eberick e avaliadas a partir de quantitativos de materiais e orçamentos elaborados com base na tabela SINAPI 2025.

Os resultados mostraram que a torre elevada exige maior investimento inicial devido à necessidade de estrutura específica para suportar o reservatório. Contudo, trata-se de uma solução robusta, de operação simples e que não gera custos mensais, apresentando melhor desempenho econômico no longo prazo. Já o sistema com pressurizador possui custo de implantação reduzido e rápida execução, porém apresenta despesas recorrentes com consumo de energia e necessidade de substituição periódica do equipamento, o que aumenta seu custo total ao longo dos anos.

Dessa forma, conclui-se que ambas as alternativas são tecnicamente viáveis, e a escolha entre elas depende das prioridades do usuário: menor custo inicial e maior pressão em todos os pontos favorecem o pressurizador, enquanto autonomia, durabilidade e ausência de custos operacionais tornam a torre elevada a opção mais vantajosa ao longo prazo. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se ampliar a análise utilizando

diferentes perfis de consumo, variações tarifárias de energia elétrica e estudos experimentais em campo, possibilitando avaliar o comportamento real dos sistemas ao longo da vida útil e aprimorar a precisão das comparações realizadas.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626**: Instalações prediais de água fria e quente – Projeto, execução e manutenção. Rio de Janeiro, 2020.

AMORIM, S. R. L. **Avaliação de desempenho de sistemas prediais hidráulicos**. São Paulo: EPUSP, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: **Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Caixa Econômica Federal. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil** – SINAPI. Brasília, 2019.

CARVALHO, A. A. Administração de materiais: **um enfoque prático**. São Paulo: Atlas, 2002.

CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina. **Tarifas de Energia Elétrica**. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/>. Acesso em: 9 out. 2025.

CORDEIRO, J. A. Orçamento de obras: **metodologia de elaboração**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

DUARTE, A. C. et al. Eficiência de sistemas pressurizados em instalações prediais de água fria. **Revista de Engenharia Civil**, v. 15, n. 2, p. 45–57, 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

GNIPPER, F. Problemas e soluções em sistemas prediais hidráulicos. **Revista Construção Civil**, v. 10, n. 1, p. 32–41, 2010.

GOLDMAN, F. Orçamento de obras: **teoria e prática**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

GOMIDE, L. A. Instalações prediais de água: **teoria e prática**. São Paulo: Pini, 2021.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2006.

MATTOS, A. D. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. São Paulo: Pini, 2010.

PEREIRA, L. **Gestão de materiais e custos na construção civil**. Curitiba: UFPR, 2006.

POLITO, R. **Planejamento estratégico na construção civil**. São Paulo: Senac, 2015.

RIBEIRO, C. H.; GONÇALVES, T. M. Avaliação do uso do SINAPI como ferramenta de orçamentação em obras públicas. **Revista Construção e Planejamento**, v. 9, n. 3, p. 78–89, 2022.

TEXIUS. **Manual técnico – Pressurizador Smart Pump TSP-4-2DC e TSP-4-3DC**. São Paulo: Texius Indústria de Bombas e Pressurizadores, 2024. Disponível em: <arquivo fornecido pelo fabricante>.

TISAKA, M. **Gerenciamento de obras**. São Paulo: Pini, 2006.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Histórico: **meta de inflação vs. inflação efetiva**. Brasília: Banco Central do Brasil, [s.d.]. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicometas>. Acesso em: 15 dez. 2025.