

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
***DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL***

**ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE DE GARAGENS SUBSOLO E  
SOBRESSOLO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS COM BASE NO MÉTODO CUB**

**JÚLIO CHICONE CORNEGIAN**

**SÃO CARLOS**  
**2025**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
*DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL*

ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE DE GARAGENS SUBSOLO E  
SOBRESSOLO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS COM BASE NO MÉTODO CUB

Nome do aluno: Julio Chicone Cornegian

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Civil da Universidade Federal  
de São Carlos como parte dos requisitos  
para a conclusão da graduação em  
Engenharia Civil.

Orientador: Fernando Menezes de Almeida  
Filho

SÃO CARLOS  
2025

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e à minha namorada por todo o apoio e incentivo durante todos esses anos, especialmente neste último ano.

## RESUMO

Este estudo analisa os custos e a viabilidade de três subsistemas de garagens em edifícios residenciais de São Carlos - SP: subsolo, térreo e sobressolo. A pesquisa utiliza o Custo Unitário Básico (CUB) como referência, avaliando os impactos financeiros da escavação, contenção e redução de área útil, bem como as exigências normativas e estruturais de cada alternativa. A garagem térrea demonstrou o melhor saldo financeiro, eliminando altos custos iniciais e proporcionando retorno mais rápido. Em contrapartida, a garagem subsolo oferece um melhor aproveitamento do espaço e potencializa a valorização do empreendimento. Já a garagem sobressolo pode limitar a área construtiva e impactar o gabarito do edifício, alterando sua viabilidade em determinados contextos urbanos. A escolha do subsistema ideal depende de fatores como regulamentações municipais, restrições urbanísticas e estratégias econômicas do projeto. Assim, a decisão entre custo inicial reduzido, aproveitamento máximo do terreno ou flexibilização construtiva deve ser avaliada em função das especificidades de cada empreendimento.

**Palavras-chave:** Subsistemas estruturais; Garagens subsolo; Garagens sobressolo; Análise de custos; Concreto armado.

## **ABSTRACT**

This study analyzes the costs and feasibility of three garage subsystems in residential buildings in São Carlos - SP: basement, first floor and upper floor. The research uses the Basic Unit Cost (CUB) as a reference, evaluating the financial impacts of excavation, containment and reduction in floor area, as well as the regulatory and structural requirements of each alternative. The ground floor garage showed the best financial balance, eliminating high initial costs and providing a faster return. On the other hand, the basement garage offers better use of space and increases the value of the development. The above-ground garage, on the other hand, can limit the construction area and affect the building's height, altering its viability in certain urban contexts. The choice of the ideal subsystem depends on factors such as municipal regulations, urban planning restrictions and the project's economic strategies. Thus, the decision between reduced initial cost, maximum use of the land or constructive flexibility must be evaluated according to the specifics of each development.

**Keywords:** Structural subsystems; Basement garages; Overhead garages; Cost analysis; Reinforced concrete.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Zoneamento Urbano de São Carlos.....	16
Figura 2: Esquema de Transferência de Cargas da Laje para a Fundação.....	19
Figura 3: Modelo de Boletim de Sondagem do Solo.....	20
Figura 4: Exemplo de Blocos de Fundação para Edifícios Residenciais.....	22
Figura 5: Sapatas de Concreto Armado.....	22
Figura 6: Projeto de Parede Diafragma para Estabilização Estrutural.....	24
Figura 7: Construção de Muro de Arrimo em Concreto.....	24
Figura 8: Laje Maciça de Concreto - Exemplo de Projeto.....	26
Figura 9: Detalhamento de Laje Nervurada.....	27
Figura 10: Planta Baixa de Pavimento Tipo Residencial.....	33
Figura 11: Número mínimo de vagas de estacionamento de veículos.....	35
Figura 12: Dimensões de vagas e faixas de manobras.....	36
Figura 13: Planta baixa, Pavimento Térreo.....	38
Figura 14: Projeto de Garagem sobressolo: Layout e Distribuição de Vagas.....	39
Figura 15: Projeto de Garagem subsolo: Layout e Distribuição de Vagas.....	42
Figura 16: Projeto de Garagem térreo: Layout e Distribuição de Vagas.....	43
Figura 17: Visão Geral dos Custos e Retornos dos Diferentes Sistemas de Garagem por apartamento.....	45
Figura 18: Comparativo de Saldos - Garagem Sobressolo vs. Subsolo.....	46
Figura 19: Comparativo de Saldos - Garagem Subsolo vs. Térreo.....	46
Figura 20: Comparativo de Saldos - Garagem Sobressolo vs. Térreo.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição das Zonas Urbanas em São Carlos.....	15
Tabela 2: Coeficientes Regulatórios da Zona 2 - Ocupação Induzida.....	17
Tabela 3: Custo Unitário Básico (CUB) - Padrão R8-N, SP (Novembro 2024).....	33
Tabela 4: Custos para Construção - Padrão Baixo (R\$/m <sup>2</sup> ).....	34
Tabela 5: Custos para Construção - Padrão Normal (R\$/m <sup>2</sup> ).....	34
Tabela 6: Custos para Construção - Padrão Alto (R\$/m <sup>2</sup> ).....	34
Tabela 7: Análise de Custos - Implantação Residencial com Garagem Sobressolo - Padrão Normal.....	40
Tabela 8: Análise de Custos - Implantação Residencial com Garagem Subsolo - Padrão Normal.....	42
Tabela 9: Análise de Custos - Implantação Residencial com Garagem térreo - Padrão Normal.....	44
Tabela 10: principais aspectos analisados nos diferentes cenários estudados.....	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
<b>3. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>11</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
4.1 GARAGENS.....	12
4.1.1 Garagens Subterrâneas.....	13
4.1.1.1 Cargas estruturais.....	13
4.1.1.2 Impermeabilização e drenagem.....	13
4.1.1.3 Ventilação e qualidade do ar.....	14
4.1.1.4 Segurança contra incêndio.....	14
4.1.2 Garagens Acima do Solo (Sobressolo).....	14
4.1.2.1 Ventilação.....	14
4.1.2.2 Cargas Estruturais.....	14
4.1.2.3 Impacto no Gabarito.....	15
4.2 ZONEAMENTO MUNICIPAL DE SÃO CARLOS - SP.....	15
4.3 CÓDIGO DE OBRAS DE SÃO CARLOS E SUA IMPORTÂNCIA.....	17
4.4 ANÁLISE ESTRUTURAL.....	18
4.5 ELEMENTOS ESTRUTURAIS.....	18
4.5.1 Fundações.....	19
4.5.1.1 Blocos de fundação.....	21
4.5.1.2 Sapatas.....	22
4.5.1.3 Estacas.....	23
4.5.2 Contenções.....	23
4.5.2.1 Paredes diafragma.....	23
4.5.2.2 Muros de arrimo.....	24
4.5.3 Pilares.....	25
4.5.4 Vigas.....	25
4.5.5 Lajes.....	25
4.5.5.1 Lajes maciças.....	26
4.5.5.2 Lajes nervuradas.....	26
4.5.6 Paredes estruturais.....	27
4.5.7 Elementos de contraventamento.....	27
4.6 CUB.....	28
4.6.1 Aplicações do CUB.....	29
4.6.2 Limitações do CUB.....	30
4.6.3 Variação do CUB ao Longo do Tempo.....	31
4.7. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	31
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS.....</b>	<b>32</b>
5.1 ANÁLISE DE CUSTOS PRELIMINAR.....	36

<b>6. APLICAÇÃO DO MÉTODO.....</b>	<b>38</b>
6.1 CENÁRIO 1 - GARAGEM SOBRESSOLO.....	38
6.2 CENÁRIO 2 - GARAGEM SUBSOLO.....	40
6.3 CENÁRIO 3 - GARAGEM NO TÉRREO.....	43
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
<b>8. ANÁLISE E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
8.1 COMPARAÇÃO DOS CUSTOS.....	48
8.2 IMPACTO ESTRUTURAL E VIABILIDADE TÉCNICA.....	49
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
9.1 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	50
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional e a intensificação da urbanização, os grandes centros urbanos enfrentam desafios relacionados à restrição de espaço, promovendo a verticalização das construções. Esse fenômeno resulta em maior aproveitamento do solo e em soluções arquitetônicas mais densas. Conforme destacado por Roxo (2008),

As cidades podem ser horizontais ou verticais. Tendo espaço para ampliar seus limites, as cidades tornam-se espontaneamente horizontais. Em sentido contrário, quando não há espaço para construir, o jeito é ir para os céus (ROXO. 2008).

Nesse contexto, a construção de edifícios verticais torna-se uma solução estratégica e eficiente para o aproveitamento do solo. Estes edifícios frequentemente incorporam, em sua concepção, garagens destinadas ao estacionamento de veículos, que podem ser executadas acima do solo (sobressolo) ou abaixo do solo (subsolo). No Brasil, as garagens subsolo são amplamente utilizadas devido a fatores como espaço limitado e legislações que favorecem sua adoção. Segundo Pinto (2013):

As leis que regulamentam os parâmetros construtivos para ocupação dos lotes nas cidades favorecem a escolha do subsolo para comportar os veículos porque sua área não é computável para o cálculo de potencial construtivo do terreno (PINTO, 2013).

Por outro lado, as garagens sobressolo oferecem prática construtiva e podem reduzir custos de execução, porém podem acarretar no aumento do número de pavimentos do edifício e conseqüentemente uma possível alteração no gabarito da quadra, como diz Pinto (2013) “O aumento do número de pavimentos das edificações alteraria o gabarito da quadra ou do bairro onde o empreendimento está localizado”.

Diante desses fatores, é essencial avaliar qual tipo de subsistema estrutural é mais vantajoso economicamente, considerando materiais, custos e serviços envolvidos no processo construtivo.

A análise comparativa foi na cidade de São Carlos, SP, por conta de seu crescimento populacional durante os últimos anos, bem como o aumento das demandas urbanas recentes na cidade. Segundo o Censo Demográfico de 2022, São Carlos apresenta uma população de aproximadamente 254.857 pessoas, representando um crescimento de 14,8% desde 2010. Esse crescimento destaca a

necessidade de otimização do uso do solo, respeitando diretrizes urbanísticas e promovendo soluções estruturais sustentáveis.

Nesse contexto, a predominância de edifícios residenciais de até cinco pavimentos em São Carlos reflete tanto o perfil socioeconômico da população quanto às restrições impostas pelo Plano Diretor do município (2018). Fatores como os limites de zoneamento, que definem as áreas residenciais e comerciais, as regras de ocupação do solo e a proteção de áreas verdes e de preservação ambiental, contribuem para esse padrão construtivo.

Além disso, o Plano Diretor de São Carlos (2018) classifica grande parte das zonas residenciais como Zonas de Adensamento Controlado, que limitam a altura máxima das construções para preservar a infraestrutura local e evitar sobrecarga no sistema viário e de saneamento.

Diante desse cenário, é necessária uma análise dos materiais aplicados a esse tipo de construção, porque soluções estruturais para edifícios de até cinco pavimentos, considerados “menores”, podem ser consideravelmente distintas das utilizadas em edifícios altos. Enquanto empreendimentos de grande porte geralmente recorrem a estruturas em concreto armado com elevados índices de reforço, prédios menores podem adotar sistemas híbridos, como alvenaria estrutural e concreto convencional, reduzindo custos e impacto ambiental.

## **2. OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho focaram na comparação qualitativa dos custos de implementação de garagens subsolo, sobressolo e térreo em edifícios residenciais de até cinco pavimentos na cidade de São Carlos. Buscou-se identificar a solução mais eficiente em termos de custo e viabilidade técnica, considerando as demandas habitacionais locais e os fatores econômicos e ambientais envolvidos.

Embora o foco principal foi em edifícios de até cinco pavimentos, também foram analisados casos de edificações com até 15 pavimentos, ampliando a avaliação para cenários de maior complexidade.

### **3. JUSTIFICATIVA**

A análise do tipo de garagem é relevante, pois o custo de sua construção pode representar até 20% do custo total de um edifício, conforme apontado por Pimentel (2014). Além disso, em cidades de porte médio como São Carlos, as soluções estruturais para edifícios de pequeno porte divergem significativamente daquelas utilizadas em construções maiores.

Este trabalho procurou demonstrar qual subsistema é mais viável financeiramente e destacar alternativas que otimizem o uso do solo, respeitem normas locais e minimizem custos sem comprometer a funcionalidade estrutural.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 GARAGENS

As garagens são de extrema importância para o bom funcionamento de um edifício, tanto residencial quanto comercial, pois permitem o abrigo dos veículos dos frequentadores. Além disso, elas fazem parte da estrutura do edifício, sendo assim, um subsistema estrutural.

Este tipo de subsistema, traz consigo alternativas sobre a sua implantação, podendo ser feitas em subsolo ou sobressolo. A primeira alternativa é atualmente a mais usual no Brasil, por conta do pouco espaço dos terrenos, principalmente nas grandes metrópoles do país e sendo replicado em cidades menores por todo o país, que já contam com um maior espaço para aproveitamento.

Esta alternativa, traz riscos com sua implantação, como o tipo de solo do local, que influencia diretamente na estrutura já que poderá ser mais ou menos propenso a infiltrações e possíveis patologias na estrutura que podem levar ao seu colapso e alagamentos. Todavia, estes riscos seriam facilmente contornados com a construção das garagens no sobressolo, não necessitando de escavações e rampas de acesso.

Este tipo de subsistema traz a problemática da alteração do gabarito dos edifícios, estes que ditam a verticalização máxima que o edifício pode ter em determinada área da cidade. Essas limitações podem ser definidas de duas formas, como cita Costa (2012):

Tal limitação pode ser definida diretamente no Plano Diretor, ou como é mais comum nos Códigos que regulamentam este e sempre deve ser combinada com o coeficiente de aproveitamento básico e máximo para melhor proteger o interesse da coletividade (COSTA, 2012).

Estes fatores desencorajam o uso deste subsistema devido ao escasso espaço disponível para a implementação dos edifícios, além da perda de um pavimento habitável para tal construção, o que implica diretamente na renda obtida pelo empreendimento.

Entretanto, essa alternativa não prevê a necessidade de escavação e movimentação de terras, atividades com alto risco aos operários e ao entorno da

operação, além de ser consideravelmente cara, chegando a custar de R\$ 90 a R\$ 400, apenas a diária de uma escavadeira, como citado pelo site Cronoshare (2024), além dos custos de escavação, terraplanagem, compactação e limpeza, além do baixo risco em relação ao subsistema subterrâneo.

Diante destes fatos, antes de qualquer empreendimento é necessário uma avaliação levando em consideração o gabarito do local, seu plano diretor, suas taxas de ocupações, o tipo de solo, e a mão de obra necessária para quaisquer obras, a fim de se analisar a viabilidade dos tipos de subsistemas e conseqüentemente oferecer a alternativa mais segura e economicamente viável.

#### **4.1.1 Garagens Subterrâneas**

São as garagens comumente construídas abaixo do nível do solo, são projetadas para otimizar o uso do terreno, muito utilizadas em grandes centros urbanos, além disso ela é uma boa opção visando a proteção dos veículos contra furtos e intempéries. Elas possuem requisitos técnicos específicos aos quais precisam ser atendidos devido a necessidade de escavação do solo e ventilação do ambiente subterrâneo, o que eleva o custo de sua implementação, como citado por Amaral e Rocha.

Do ponto de vista estrutural, os andares do subsolo têm a particularização dos elementos estruturais e esforços, pois, no subsolo faz-se necessária a utilização de elementos de contenção (muros de arrimo, cortinas, parede diafragma, solo grampeado ou colunas de jet grouting) e a consideração de esforços horizontais de empuxo de solo saturado, bem como eventuais esforços verticais de subpressão na laje de piso em contato com o solo (AMARAL, 2014)

##### **4.1.1.1 Cargas estruturais**

O seu dimensionamento deve atender ao normativo ABNT NBR 7188:2024, que considera as cargas móveis (veículos) e horizontais (frenagem ou aceleração) presentes na estrutura, bem como colisões ocasionais que podem vir a acontecer.

##### **4.1.1.2 Impermeabilização e drenagem**

Para a própria proteção da estrutura contra infiltrações e danos causados por lençóis freáticos que podem existir nas proximidades da estrutura, a ABNT NBR 9575:2010 indica o uso de sistemas de impermeabilização.

Além disso, para o gerenciamento da água presente no solo adjacente à estrutura, é necessário utilizar sistemas de drenagem adequados, como bombas submersíveis, por exemplo.

#### 4.1.1.3 Ventilação e qualidade do ar

Esse tipo de garagem possui uma grande concentração de gases tóxicos presente em seu interior devido aos veículos presentes por ser um local fechado, diante disso, a ABNT NBR 16401-2:2024 indica a necessidade de garagens desse estilo possuírem sistemas de ventilação mecânica ou natural para evitar essa concentração. Planos diretores municipais estabelecem uma área mínima de ventilação lateral ou superior por metro cúbico de garagem.

#### 4.1.1.4 Segurança contra incêndio

Em casos de incêndios, essas garagens devem contar com rotas de evacuação claras, sistema de ventilação de fumaça e extintores adequados, conforme indica a ABNT NBR 9077:2001.

### **4.1.2 Garagens Acima do Solo (Sobressolo)**

São garagens construídas acima do nível do solo, por conta dessa opção vir a ocupar pavimentos dedicados ou compartilhados com outras funções do edifício, elas são comumente utilizadas em edifícios residenciais e comerciais de pequeno porte.

#### 4.1.2.1 Ventilação

Mesmo em muitos casos sendo muito mais ventilada que as garagens subsolo, a ABNT NBR 16401-2:2024 indica a utilização de sistemas de ventilação mecânica ou natural para garantir a ventilação natural e circulação do ar.

#### 4.1.2.2 Cargas Estruturais

Assim como no caso de garagens subterrâneas, as garagens sobressolo devem também atender ao normativo ABNT NBR 7188:2024, considerando as cargas móveis e horizontais presentes na estrutura, bem como colisões ocasionais que possam vir a acontecer.

#### 4.1.2.3 Impacto no Gabarito

A utilização desse subsistema estrutural pode vir a influenciar na altura total do edifício, por conta disso é importante entender os limites do Plano diretor e Código de obras local para o gabarito permitido.

#### 4.2 ZONEAMENTO MUNICIPAL DE SÃO CARLOS - SP

Conforme citado anteriormente, o censo 2022 do IBGE indica que a cidade de São Carlos está em constante expansão, gerando a necessidade de novas alternativas de empreendimentos que não transcendam as diretrizes do plano diretor da cidade. Uma importante diretriz é em relação às zonas de adensamento controlado que implicam limitações para o crescimento urbano de determinadas zonas do município de São Carlos.

Estas zonas compõem o zoneamento municipal, que segundo o Art. 9º do Plano diretor de São Carlos:

O Zoneamento Municipal fixa as regras fundamentais de ordenamento do território municipal, e tem como objetivo definir diretrizes para a utilização dos instrumentos de ordenação territorial, de uso e ocupação, de parcelamento do solo e da política urbana (SÃO CARLOS, 2018, p. 9-10).

Ele é utilizado para definir as formas de ocupação, visando um equilíbrio socioambiental, conforme as limitações ambientais do município, definir o uso do território, proteger o patrimônio natural do município, propiciar um crescimento estruturado e promover uma expansão ordenada. Ele ainda qualifica o ambiente urbano existente e estabelece os critérios de ocupação e utilização do solo.

O zoneamento municipal de São Carlos é subdividido em 9 zonas como foi indicado na Tabela 1, e ilustrado na Figura 1:

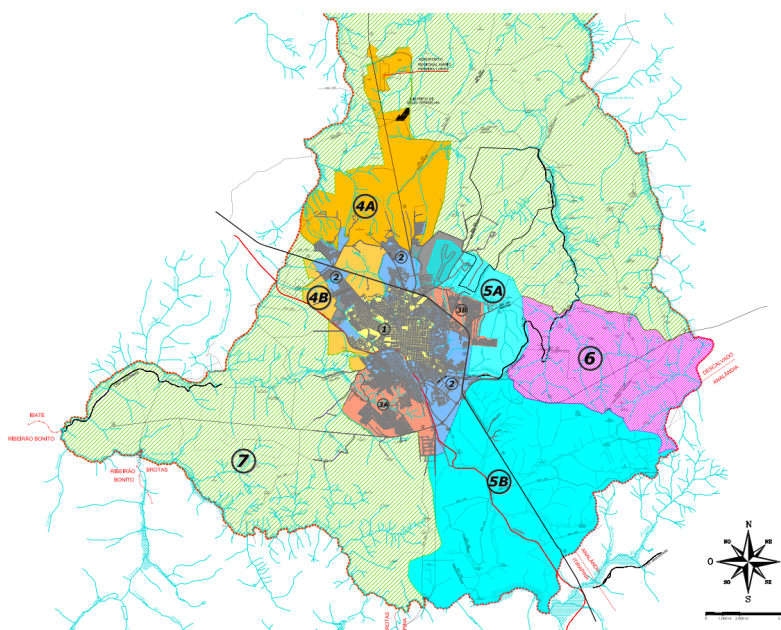
Tabela 1: Distribuição das Zonas Urbanas em São Carlos.

Zona 1	Ocupação Consolidada
Zona 2	Ocupação Induzida
Zona 3	Ocupação Condicionada
Zona 4	Qualificação e Ocupação Controlada

Zona 5	Proteção e Ocupação Controlada
Zona 6	Regulação e Ocupação Controlada
Zona 7	Proteção, Regulação e Ocupação Específica
Zona 8	Proteção e Ocupação Restrita
Zona 9	Zona Multifuncional Rural

Fonte: Plano Diretor de São Carlos (2018).

Figura 1: Mapa de Zoneamento Urbano de São Carlos.



Fonte: Anexo 4 - Plano diretor do Município de São Carlos (2018).

A zona escolhida para o trabalho em questão foi a zona 2 - Ocupação induzida, ela faz parte do chamado “Eixo Estruturante” que é formado por algumas das principais vias urbanas do município. Essa zona é caracterizada por sua disponibilidade de espaço urbano para empreendimentos, conforme descrito no capítulo 2, Seção 3, parágrafo único do Plano Diretor de São Carlos: “Nesta zona localizam-se diversos vazios urbanos dispersos, passíveis de parcelamento ou edificação” (SÃO CARLOS, 2018).

Para essa zona, há coeficientes específicos que devem ser respeitados, como o Coeficiente de Ocupação (CO), Coeficiente de Aproveitamento (CA), Coeficiente de Permeabilidade (CP) e Coeficiente de Cobertura Vegetal (CCV), conforme

indicado no Art. 149 do Plano Diretor de São Carlos. O Coeficiente de Ocupação, segundo o Art. 150, é definido como “a relação existente entre a área de projeção da edificação no solo e a área do terreno de um lote” (SÃO CARLOS, 2018).

Para a zona escolhida, os valores foram representados segundo a Tabela 2:

Tabela 2: Coeficientes Regulatórios da Zona 2 - Ocupação Induzida.

CO	70%
CA	1,4
CP	15%
CVV	Não se aplica

Fonte: Zoneamento da Macrozona Urbana e Perímetro Urbano (2018).

#### 4.3 CÓDIGO DE OBRAS DE SÃO CARLOS E SUA IMPORTÂNCIA

O Código de Obras é um conjunto de normas que regulamenta as construções dentro de um município, estabelecendo diretrizes para garantir a segurança, funcionalidade e conformidade das edificações. Essas regras incluem requisitos estruturais, padrões de acessibilidade, dimensões mínimas de ambientes, normas de ventilação e iluminação, além de parâmetros para ocupação do solo e alinhamento urbano. Em São Carlos, o Código de Obras tem um papel fundamental na organização do crescimento urbano, garantindo que os empreendimentos respeitem as diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor do município.

O Código de Obras busca garantir que novas construções atendam a padrões mínimos de qualidade e segurança, reduzindo riscos estruturais e promovendo a acessibilidade. Sua aplicação assegura que os projetos sejam desenvolvidos dentro de parâmetros técnicos bem definidos, facilitando a análise e aprovação pelos órgãos municipais responsáveis.

Portanto, compreender essas regulamentações é essencial para qualquer estudo de viabilidade construtiva, como o apresentado neste trabalho, pois permite uma avaliação mais precisa dos impactos e desafios associados a cada solução de garagem.

#### 4.4 ANÁLISE ESTRUTURAL

O objetivo da análise estrutural segundo a ABNT NBR 6118:2023 (2023, p. 81) é determinar os efeitos das ações de uma estrutura, sejam elas, esforços tanto internos quanto externos, tensões, deformações e deslocamentos em algum ponto específico da estrutura ou mesmo nela como um todo, com a finalidade de realizar verificações estado-limite último (ELU) e de Serviço (ELS).

O ELU está relacionado ao estado-limite em que a estrutura está na iminência do colapso total ou parcial, quando se atinge esse estado é necessário haver uma intervenção na estrutura para evitar uma ruptura, em outras palavras, esse estado é atingido quando se há uma intervenção no uso da estrutura para evitar rupturas.

O ELS está relacionado ao estado-limite de utilização da estrutura, quando se atinge esse estado, é possível observar deformações na estrutura, fissuras ou/e vibrações que limitam o desempenho e a durabilidade da estrutura durante sua vida útil.

#### 4.5 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Para uma segura e controlada execução de um edifício, é de suma importância ter conhecimento de seus elementos constituintes, por conta disso, este parágrafo tem como objetivo explicar cada elemento constituinte da estrutura de um edifício.

Os elementos estruturais, segundo a ABNT NBR 6118:2023, são classificados da seguinte forma: "Os elementos estruturais básicos são classificados e definidos de acordo com a sua forma geométrica e a sua função estrutural" (ABNT, 2023, p. 83).

Antes de apresentar os elementos estruturais, é essencial analisar os requisitos que uma edificação deve cumprir para estar em conformidade com o sistema normativo. De acordo com a ABNT NBR 6118:2023 (2023, p. 13), os requisitos mínimos de qualidade para uma estrutura de concreto estão divididos em três categorias:

- Estabilidade e segurança à ruína: Refere-se ao atendimento dos estados-limite últimos estabelecidos pela norma, garantindo que a estrutura não sofra colapso sob as ações previstas.

- Comportamento em serviço: Diz respeito à capacidade da estrutura de manter suas condições de utilização durante toda a sua vida útil, conforme os estados-limite de serviço definidos na norma.
- Durabilidade: Consiste na capacidade da estrutura para resistir às influências ambientais, conforme as condições e especificações acordadas entre o projetista e o contratante no início do desenvolvimento do projeto.

Para uma edificação ser considerada segura e com uma boa qualidade, é necessário atender a estes requisitos mínimos previstos previamente no projeto estrutural.

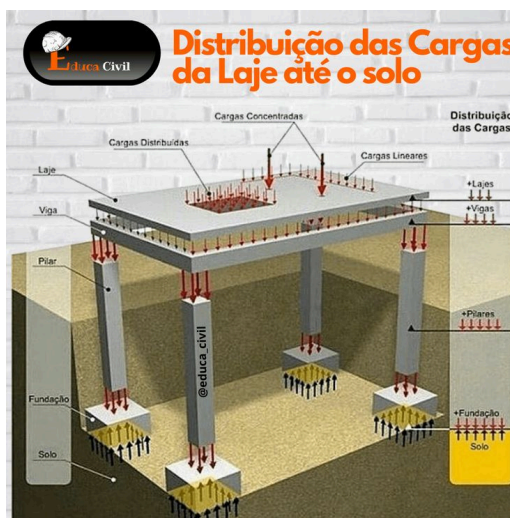
#### 4.5.1 Fundações

As fundações são elementos essenciais para a sustentação, estabilidade e vida útil de uma edificação, sendo de pequeno ou grande porte, elas garantem a estabilidade da estrutura por meio da transmissão de cargas através da estrutura como evidenciado por Pereira, Morais e Ribeiro,

As fundações, nada mais é que um processo de transmissão de cargas da construção ao solo e se dá pelo uso de elementos que permita esta distribuição através das vigas, pilares paredes, sapatas e estacas a fim de garantir a estabilidade da estrutura” (PEREIRA; MORAIS; RIBEIRO, 2004).

Essa transmissão de cargas pode ser observada conforme representação da Figura 2:

Figura 2: Esquema de Transferência de Cargas da Laje para a Fundação.



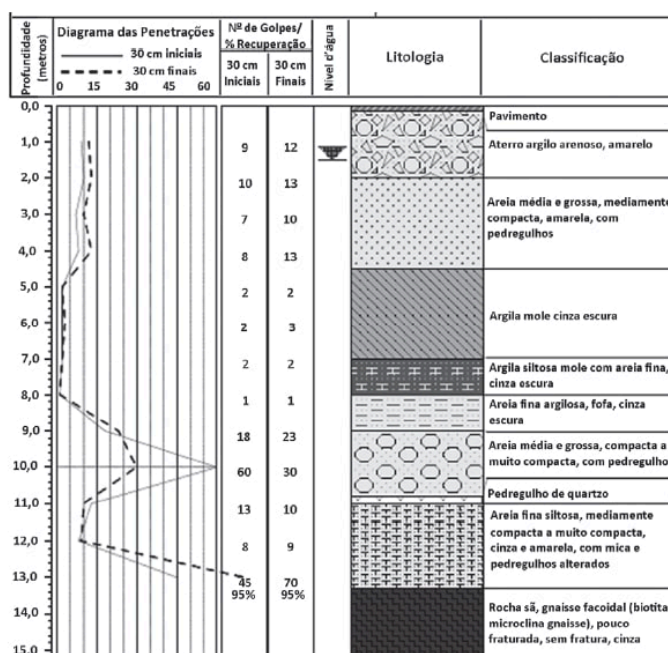
Fonte: EducaCivil. Disponível em :[Distribuição das Cargas da Lajes até o Solo](#). Acesso em 03 de janeiro de 2025.

Devido à sua importância, as fundações podem representar de 3% a 10% do custo total de uma construção (PEREIRA; MORAIS; RIBEIRO, 2004). Por isso, é fundamental definir o tipo adequado de fundação, do qual é necessário se ter conhecimento primeiramente do tipo de solo encontrado na localização da construção, bem como o tipo de obra realizada e as cargas atuantes na estrutura para o correto dimensionamento.

Para se ter conhecimento das características do solo, um dos métodos mais amplamente utilizados é o ensaio *Standard Penetration Test* (SPT), por conta de sua praticidade e facilidade. Ele consiste na cravação de um amostrador padrão no solo por meio de golpes de um martelo padronizado, conseguindo assim, registrar a resistência à penetração do solo em três etapas de 15cm cada. Através dele é possível determinar dados sobre consistência e densidade do solo, através do número de golpes necessários para cravar os últimos 30cm do amostrador, o chamado índice NPST.

Ao final do ensaio é possível determinar os boletins de sondagem, conforme Figura 3, esses que são os documentos que demonstram os resultados do ensaio SPT.

Figura 3: Modelo de Boletim de Sondagem do Solo.



Fonte: Escola engenharia. Disponível em: [Sondagem SPT: O que é e como é feito esse ensaio - Escola Engenharia](#). Acesso em 27 de novembro de 2024.

Após a análise do boletim de sondagem e a avaliação estrutural da edificação, é possível definir o tipo de fundação mais adequado para o edifício. As fundações são classificadas em dois tipos principais, baseados no mecanismo de interação com o solo de apoio e na profundidade de transmissão de cargas.

No caso das fundações superficiais, as cargas são transferidas diretamente para as camadas mais superficiais do solo. Dentre as principais fundações superficiais, temos as Sapatas, os blocos e os radiers (placa de fundação).

Já as fundações profundas são utilizadas em situações em que as camadas superficiais do solo apresentam baixa capacidade de suporte e não são adequadas para sustentar a estrutura.

Nesses casos, as cargas são transferidas para camadas mais profundas e resistentes, garantindo a estabilidade necessária. De acordo com a ABNT NBR 6122:2022, essas fundações são caracterizadas por elementos cuja profundidade é significativamente maior que a largura, e a transmissão de carga ocorre principalmente por atrito lateral e/ou pela ponta.

Esses elementos, como as estacas e os tubulões, podem ser cravados ou escavados, dependendo das condições específicas de carga, resistência do solo e método construtivo. Assim, cada tipo é projetado para atender às demandas estruturais de maneira segura e eficiente.

#### 4.5.1.1 Blocos de fundação

Os blocos são elementos de concreto que, geralmente, não utilizam armadura em sua composição. Eles são utilizados em conjunto com fundações profundas, sendo responsáveis por transferir diretamente as cargas da superestrutura para as estacas, conforme ilustrado na Figura 4. Suas bases podem ter forma quadrada ou retangular, enquanto as faces variam entre verticais, escalonadas ou inclinadas. Esse tipo de fundação é indicado em situações onde o alinhamento e a estabilidade das estacas demandam um elemento intermediário eficiente (PEREIRA; MORAIS; RIBEIRO, 2004).

Figura 4: Exemplo de Bloco de Fundação para Edifícios Residenciais.

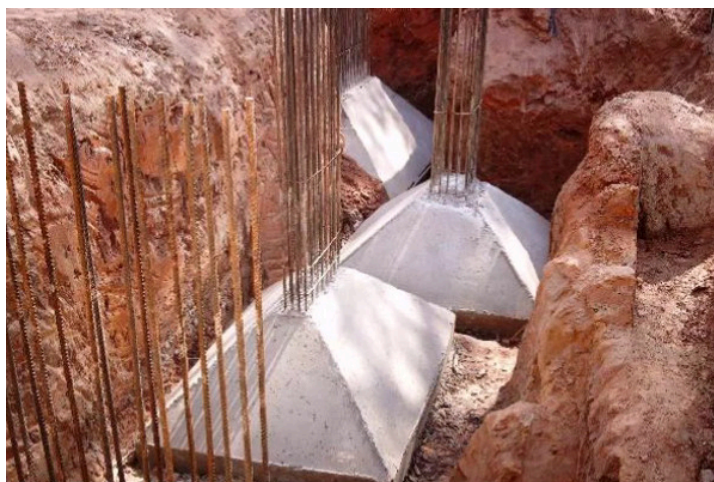


Fonte: EducaCivil. disponível em: [Entenda o que são blocos de fundação e quais as suas vantagens – EDUCA CIVIL](#). Acesso em 03 de fevereiro de 2025.

#### 4.5.1.2 Sapatas

As sapatas são elementos de fundação superficial em concreto armado, amplamente utilizados em solos com boa capacidade de suporte. Conforme ilustrado na Figura 5, sua execução exige o uso de armadura na composição, o que pode elevar o custo do projeto, além de demandar mão de obra especializada para garantir a qualidade e a eficiência do sistema. Segundo a ABNT NBR 6122:2022, a escolha das sapatas deve considerar a capacidade de carga do solo e os esforços transmitidos pela superestrutura, garantindo o desempenho adequado.

Figura 5: Sapatas de Concreto Armado.



Fonte: ECivilnet. Disponível em: [O que é Sapata? | Enciclopédia E-Civil](#). Acesso em 27 novembro 2024.

#### 4.5.1.3 Estacas

As estacas são elementos de fundação longos e esbeltos, perfurados ou cravados no solo para transmitir cargas por atrito lateral e/ou ponta. Alguns de seus exemplos, são:

- Estacas pré-moldadas de concreto.
  - Fabricadas previamente e cravadas no solo.
- Estacas moldadas in loco.
  - Concretadas diretamente no local de execução.
- Estacas metálicas.
  - Compostas por perfis metálicos, muito utilizados em solos com alta resistência superficial.
- Estacas de madeira.
  - São utilizadas em situações muito específicas como em obras de menor porte ou provisórias.

#### 4.5.2 Contenções

As contenções são sistemas projetados para estabilizar o solo, garantindo a segurança de escavações, taludes e encostas, além de proteger edificações e infraestruturas próximas. Esses sistemas evitam deslizamentos e colapsos, sendo amplamente utilizados em obras como garagens subterrâneas, fundações e áreas de desnível.

Entre os principais tipos de contenções estão as paredes diafragmas, muros de arrimo e cortinas atirantadas. O dimensionamento de contenções considera fatores como o tipo de solo, o lençol freático e as cargas aplicadas, assegurando estabilidade e funcionalidade à estrutura.

##### 4.5.2.1 Paredes diafragma

As paredes diafragma são estruturas de concreto armado moldadas no local, amplamente utilizadas em escavações profundas, como garagens subterrâneas, túneis e fundações de edifícios, como evidenciado na Figura 6. Oferecem alta resistência, impermeabilidade e estabilidade ao solo. A construção envolve escavações estabilizadas por lama bentonítica ou polímeros, com posterior concretagem e inserção de armadura.

Figura 6: Projeto de Parede Diafragma para Estabilização Estrutural.



Fonte: Construindodecor. Disponível em: [PAREDE DIAFRAGMA – O Que é? Vantagens e Desvantagens e Tipos](#). Acesso em 06 de janeiro de 2025.

#### 4.5.2.2 Muros de arrimo

Os muros de arrimo são estruturas simples, geralmente são feitas de concreto armado, alvenaria ou gabiões, como representado na Figura 7, são utilizadas para suportar desníveis em terrenos e prevenir deslizamentos. São indicados para obras de menor porte, como contenção de taludes em áreas urbanas.

Figura 7: Construção de Muro de Arrimo em Concreto.



Fonte: tudo construção. Disponível em: [Muros de Arrimo - Concrelaje](#). Acesso em 03 de fevereiro de 2025

### **4.5.3 Pilares**

De acordo com a ABNT NBR 6118:2023, os pilares são definidos como “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes” (ABNT, 2023, p. 84). Eles têm papel fundamental na estrutura de edifícios, sendo os responsáveis pela transmissão das cargas provenientes de vigas e lajes para as fundações, garantindo a estabilidade global da construção.

Sua concepção deve considerar não apenas a resistência ao carregamento, mas também fatores como esbeltez, deslocamentos horizontais e efeitos de segunda ordem, conforme especificado na norma.

### **4.5.4 Vigas**

De acordo com a ABNT NBR 6118:2023, às vigas são definidas como “elementos lineares em que a flexão é preponderante” (ABNT, 2023, p. 83). Elas funcionam como suportes horizontais que transferem as cargas das lajes para os pilares, desempenhando um papel crucial em estruturas de concreto armado.

Além de resistirem à flexão, as vigas devem ser projetadas para lidar com esforços cortantes e torções, considerando critérios como deslocamentos, fissuração e durabilidade, conforme os requisitos normativos. Sua correta concepção é essencial para garantir a segurança e a estabilidade global da estrutura.

### **4.5.5 Lajes**

As lajes, ou placas, como definidas na ABNT NBR 6118:2023, são elementos estruturais de superfície plana, projetados principalmente para resistir a cargas aplicadas de maneira perpendicular ao seu plano. Quando a espessura de uma laje excede  $1/3$  do seu vão, ela é classificada e estudada como uma 'placa espessa', devido ao comportamento estrutural que exige um dimensionamento específico para esse tipo de elemento (ABNT, 2023, p. 84).

Dentre os principais tipos de lajes, temos as lajes maciças e as lajes nervuradas, ambas ilustradas nas Figuras 8 e 9 respectivamente. Vale ressaltar que ambas as lajes devem atender às verificações de ELU e ELS, conforme descrito na

ABNT NBR 6118:2023, garantindo segurança e desempenho estrutural durante a vida útil da edificação.

#### 4.5.5.1 Lajes maciças

As lajes maciças, como descritas na ABNT NBR 6118:2023, são frequentemente empregadas devido à sua simplicidade construtiva e versatilidade para diferentes vãos e cargas. Elas são geralmente utilizadas em situações onde há necessidade de alta rigidez ou em geometrias irregulares. O dimensionamento deve levar em consideração os esforços de flexão e cisalhamento, bem como os efeitos de deformações excessivas ao longo do tempo.

Figura 8: Laje Maciça de Concreto - Exemplo de Projeto.



Fonte: Engemix. Disponível em: [O que é laje maciça de concreto e quais suas vantagens? - Engemix](#). Acesso em 30 de novembro de 2024.

#### 4.5.5.2 Lajes nervuradas

Segundo a ABNT NBR 6118:2023, às lajes nervuradas são recomendadas para obras que demandam a redução de peso próprio e aumento de eficiência estrutural, principalmente em vãos maiores. Elas podem ser executadas com o auxílio de fôrmas removíveis ou permanentes, sendo os enchimentos constituídos de materiais como EPS, cerâmica ou concreto leve. O cálculo deve considerar a interação entre as nervuras e a capa, além das limitações geométricas e de espaçamento indicadas pela norma.

Figura 9: Detalhamento de Laje Nervurada.



Fonte: Total construção. Disponível em: [Laje Nervurada: Corte, Dimensionamento, O que é? e Espessura! - TC](#). Acesso em 30 de novembro de 2024.

#### **4.5.6 Paredes estruturais**

De acordo com a ABNT NBR 6118:2023, paredes estruturais são elementos verticais e lineares de concreto armado, que tem como principal objetivo resistir a esforços de compressão, transmitindo as cargas da superestrutura para as fundações. Elas são projetadas para garantir a estabilidade da construção, seu dimensionamento deve atender ao ELU, para garantir resistência e suportar as cargas de maneira segura, e ao ELS, para assegurar a funcionalidade, a integridade da edificação e o desempenho adequado ao longo do tempo.

Além disso seu projeto deve considerar sua interação com os demais elementos estruturais da edificação.

#### **4.5.7 Elementos de contraventamento**

Segundo a ABNT NBR 6118:2023, elementos de contraventamento são componentes estruturais projetados para resistir a esforços horizontais que podem ser impostos sobre a edificação, como os causados por vento ou sismos.

Eles têm como principal função, estabilizar a estrutura, limitando as deformações laterais e garantindo que as forças horizontais sejam adequadamente distribuídas e transmitidas para as fundações.

Os principais elementos de contraventamento são:

- **Paredes de cisalhamento:** Paredes estruturais que resistem ao corte provocado por esforços horizontais.
- **Núcleos rígidos:** Elementos verticais, como escadas ou elevadores, que atuam como elementos resistentes à flexão e ao cisalhamento.
- **Vigas de contraventamento:** Vigas ou barras diagonais que são posicionadas para ajudar na transmissão das forças horizontais.

#### 4.6 CUB

O Custo Unitário Básico (CUB) é um índice oficial amplamente utilizado na construção civil para refletir a variação dos custos no setor. Desenvolvido e atualizado regularmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON), ele serve como um importante termômetro para medir as flutuações nos preços da mão de obra, materiais e serviços relacionados às obras de construção civil.

Por suas características predefinidas, o CUB é amplamente empregado em avaliações econômicas por metro quadrado de projetos, auxiliando na elaboração de estimativas iniciais e em estudos prévios de viabilidade. Ele busca determinar o custo unitário de uma atividade ou edificação, oferecendo uma referência confiável para análises comparativas e garantindo maior previsibilidade orçamentária para empresas do setor.

O CUB é regulamentado pela ABNT NBR 12721:2006, que estabelece os critérios para avaliação de custos unitários e o cálculo do rateio de construção para incorporação imobiliária e condomínios edilícios. Essa norma define o CUB como o custo por metro quadrado de construção, baseado em projetos-padrão regionalizados e atualizados mensalmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil.

O cálculo do CUB considera tanto os custos diretos quanto os indiretos envolvidos na construção. Dentre os principais componentes utilizados no cálculo, destacam-se:

- Materiais: Preços dos insumos mais comuns na construção civil, como cimento, aço, revestimentos, tubulações, esquadrias, fórmicas e impermeabilizantes.
- Mão de obra: Remuneração dos trabalhadores, conforme as convenções coletivas locais e demais encargos trabalhistas, incluindo impostos e benefícios.
- Equipamentos: Custo do uso de maquinário e ferramentas necessárias para a execução das obras, incluindo manutenção, combustíveis, depreciação e taxas de aluguel de equipamentos.
- Administração da obra: Despesas relacionadas ao gerenciamento e controle técnico do projeto, como segurança, fiscalização, seguros obrigatórios, custos administrativos e logísticos.

O valor do CUB varia conforme a região, o tipo de edificação (residencial, comercial, popular, entre outros) e o padrão construtivo (baixo, médio ou alto). Essa diferenciação permite que o índice se adapte às características específicas de cada contexto, proporcionando um panorama realista dos custos envolvidos na construção civil.

#### **4.6.1 Aplicações do CUB**

O CUB desempenha um papel fundamental em diversas aplicações na construção civil. Ele é amplamente utilizado para estimar o custo de obras durante a fase inicial de planejamento, fornecendo uma base sólida para a análise de viabilidade econômica do empreendimento. No entanto, conforme destacado pela ABNT NBR 12721:2006, o CUB é uma referência inicial e não substitui um orçamento detalhado.

No mercado imobiliário, o índice é essencial para a definição do custo final de obras e de imóveis financiados em sistemas de crédito associativo, auxiliando na precificação adequada das unidades imobiliárias e garantindo equilíbrio financeiro para as partes envolvidas.

Além disso, o CUB é frequentemente empregado como referência para a atualização monetária de contratos no setor, garantindo que ajustes sejam realizados de forma equilibrada diante da inflação e das oscilações nos preços dos insumos. Isso permite maior previsibilidade e segurança tanto para construtoras quanto para consumidores finais, reduzindo riscos de descontrole orçamentário.

Outro uso relevante do CUB está na comparação de custos entre diferentes tipologias de construções e padrões construtivos. Com isso, é possível avaliar a competitividade de determinados materiais e sistemas construtivos, orientando decisões de projeto e execução com base em critérios econômicos e de desempenho.

A utilização do CUB também pode servir como ferramenta para gestão de custos e controle orçamentário, permitindo que construtoras e incorporadoras monitorem variações nos custos da obra e adotem estratégias para mitigar impactos financeiros ao longo do desenvolvimento do projeto. Além disso, é um indicador essencial para investidores e financiadores, auxiliando na projeção de retornos e na minimização de riscos econômicos envolvidos na construção civil.

Por fim, a ABNT NBR 12721:2006 reforça que os critérios utilizados para o cálculo do CUB devem seguir uma metodologia padronizada, contemplando a homogeneização das áreas, a definição de coeficientes de equivalência e a regionalização dos projetos-padrão, assegurando uma estimativa confiável dos custos de construção.

#### **4.6.2 Limitações do CUB**

Apesar de ser uma ferramenta valiosa, o CUB possui limitações que devem ser consideradas. Ele não contempla:

- Custos com fundações especiais;
- Especificidades do terreno, como contenções e reforços estruturais;
- Infraestrutura externa, como paisagismo e urbanização;
- Personalizações e materiais diferenciados utilizados na obra.

Portanto, é essencial que o CUB seja utilizado como referência inicial, sendo complementado por um orçamento analítico e detalhado para maior precisão.

### **4.6.3 Variação do CUB ao Longo do Tempo**

O CUB é atualizado mensalmente e sofre variações ao longo do tempo devido a fatores como inflação, disponibilidade de materiais e mão de obra, e condições econômicas regionais. A história do CUB mostra que ele acompanha os aumentos nos custos da construção civil e pode ser influenciado por crises econômicas e flutuações cambiais.

A análise da variação do CUB ao longo do tempo é fundamental para empresas do setor da construção, pois permite prever tendências de custos e planejar investimentos com maior segurança. A incorporação de gráficos e históricos de valores do CUB pode ser uma ferramenta valiosa

## **4.7. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo apresentou uma revisão detalhada sobre os principais aspectos envolvidos na construção de garagens subsolo e sobressolo, abordando desde conceitos estruturais até normas técnicas e diretrizes urbanísticas.

A análise evidenciou que cada tipo de subsistema estrutural possui vantagens e desafios específicos, sendo que as garagens subsolo exigem soluções mais complexas para impermeabilização, ventilação e contenção de solo, enquanto as garagens sobressolo impactam diretamente na altura das edificações, no aproveitamento do espaço disponível e na revenda de apartamentos.

Além disso, a influência do zoneamento urbano e das regulamentações locais, como as normas da ABNT e o Plano Diretor de São Carlos, se mostrou determinante na escolha do sistema mais adequado para cada contexto.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

Para a realização da análise comparativa, foi utilizado o método CUB, reconhecido por sua confiabilidade e padronização, o que proporciona uma base consistente para as análises deste estudo. Ressalta-se, entretanto que como comentado anteriormente, o CUB não considera os custos relacionados às contenções, escavações e fundações, de modo que foram analisados separadamente no estudo.

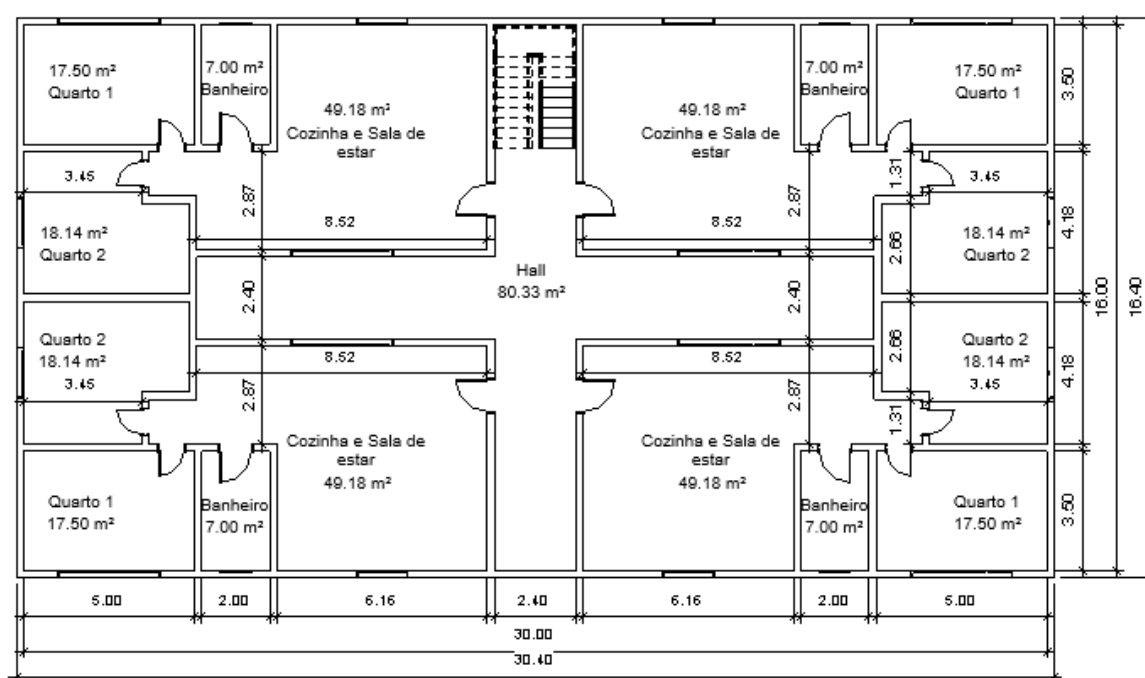
Esse método permitiu avaliar os custos médios dos materiais em diferentes cenários, considerando tanto as características construtivas quanto às especificidades econômicas da região de São Carlos - SP. No entanto, para complementar os cálculos, foi realizada uma estimativa dos custos das contenções, escavações e fundações, a parte do método CUB, por meio do preço médio encontrado no site Gerador de Preços Brasil (GERADOR DE PREÇOS, 2024). Esse site apresenta informações detalhadas sobre custos de insumos e serviços da construção civil no Brasil, sendo amplamente utilizado para orçamentos de obras.

Os dados disponíveis no Gerador de Preços Brasil são fundamentados no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), uma base de dados mantida pela Caixa Econômica Federal em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Dessa forma, ao utilizar o Gerador de Preços Brasil como referência, este estudo garante que os custos analisados seguem parâmetros técnicos amplamente reconhecidos no setor da construção civil, proporcionando maior confiabilidade à análise comparativa entre os diferentes tipos de cenários analisados.

O empreendimento selecionado é representado abaixo por meio de sua planta baixa, conforme a Figura 10:

Figura 10: Planta Baixa de Pavimento Tipo Residencial.



Fonte: Autoria própria.

Cada pavimento da edificação conta com quatro apartamentos amplos, projetados para atender às necessidades básicas de uma família. Os apartamentos têm 92,08 m<sup>2</sup> com pé direito de 2,50m, em sua concepção estão inclusos cozinha, banheiro e quartos, totalizando assim, em média 368,32 m<sup>2</sup> de área útil, de padrão normal por pavimento.

Para os cálculos, foi utilizado o CUB de novembro de 2024 sem desoneração, referente ao estado de São Paulo. As informações detalhadas encontram-se distribuídas Tabelas 3, 4, 5 e 6 indicadas abaixo:

Tabela 3: Custo Unitário Básico (CUB) - Padrão R8-N, SP (Novembro 2024).

Despesa	R\$/m <sup>2</sup>	Participação (%)
Mão-de-obra (com encargos sociais)	1.146,98	56,33
Material	833,89	40,95
Despesas Administrativas	55,43	2,72
Total	2.036,30	100,00

Fonte: Sinduscon-SP, Novembro 2024.

Tabela 4: Custos para Construção - Padrão Baixo (R\$/m<sup>2</sup>).

	Custo R\$/m <sup>2</sup>	% mês
R-1 - Residencial unifamiliar - 1 Pavimento	1.989,13	0,14
PP-4 - Prédio Popular - 4 Pavimentos	1.857,32	0,16
R-8 - Residencial Multifamiliar - 8 Pavimentos	1.774,98	0,16
PIS - Projeto de Interesse Social	1.375,70	0,16

Fonte: Sinduscon-SP, Novembro 2024.

Tabela 5: Custos para Construção - Padrão Normal (R\$/m<sup>2</sup>).

	Custo R\$/m <sup>2</sup>	% mês
R-1 - Residencial unifamiliar- 1 Pavimento	2.437,50	0,20
PP-4 - Prédio Popular - 4 Pavimentos	2.278,83	0,19
R-8 - Residencial Multifamiliar - 8 Pavimentos	2.036,30	0,21
R-16 - Residencial Multifamiliar - 16 Pavimentos	1.978,62	0,21

Fonte: Sinduscon-SP, Novembro 2024.

Tabela 6: Custos para Construção - Padrão Alto (R\$/m<sup>2</sup>).

	Custo R\$/m <sup>2</sup>	% mês
R-1 - Residencial unifamiliar - 1 Pavimento	2.956,04	0,28
R-8 - Residencial unifamiliar - 8 Pavimentos	2.392,75	0,27
R-16 - Residencial unifamiliar - 16 Pavimentos	2.601,32	0,26

Fonte: Sinduscon-SP, Novembro 2024.

A análise teve como foco o padrão médio de construção, caracterizado pela codificação R8-N, com parâmetro de custo de R\$ 2.036,30/m<sup>2</sup>, para todos os pavimentos residenciais, conforme classificação do CUB.

Para os demais pavimentos foram utilizados coeficientes para área equivalente de 1,0 para o pavimento térreo e 0,75 para as garagens subsolo e sobressolo, conforme indicado pelo tópico 5.7.3 nos itens a - garagem (subsolo) e b - área privativa (salas com acabamento) ((ABNT NBR 12721, 2006, p. 8).

Para acomodar todos os moradores, as garagens foram projetadas conforme o cenário analisado, sendo detalhadas mais à frente no estudo. Para os cálculos, o custo pelo método CUB dos serviços envolvidos será feito com base no coeficiente médio para área equivalente, sendo este 0,75, além dos custos de fundação, contenção e escavação.

O código de obras de São Carlos, estabelece a necessidade de, no mínimo, uma vaga por apartamento em edifícios residenciais, conforme indicado na figura 11:

Figura 11: Número mínimo de vagas de estacionamento de veículos.

Tipologia	Nº Vagas de Automóveis	Nº Vagas de Bicicletas
RU	—	—
RM (1)	0,5 vaga a cada 50 m <sup>2</sup> /unidade habitacional	1 vaga a cada 20 vagas de veículos
	1 vaga a cada 50 m <sup>2</sup> até 200 m <sup>2</sup> /unidade habitacional	
	2 vagas a cada 200 m <sup>2</sup> até 350 m <sup>2</sup> /unidade habitacional	
	3 vagas a cada 350 m <sup>2</sup> /unidade habitacional	
EHIS (2)	1 vaga/unidade habitacional	1 vaga a cada 20 vagas de veículos
CS (1) (3) (4) (5)	1 vaga a cada 50 m <sup>2</sup>	1 vaga a cada 20 vagas de veículos
Industrial (1) (3)	1 vaga a cada 100m <sup>2</sup>	1 vaga a cada 10 vagas de veículos
<p>Notas:</p> <p>Serão reservados 2% do total de vagas de automóveis que transportem pessoa com deficiência, sendo assegurada, no mínimo, 1 (uma) vaga;</p> <p>As vagas de automóveis que transportem pessoa com deficiência deverão atender ao disposto no Art. 120 desta lei;</p> <p>De acordo com a necessidade da atividade, deverão ser previstos espaços para guarda ou estacionamento de veículos de carga leves ou médios, micro ônibus ou ônibus, sendo assegurada, no mínimo, 1 (uma) vaga a cada 500 m<sup>2</sup>;</p> <p>Atividades geradoras de tráfego (shopping center, universidades, salas de espetáculos e congêneres) deverão apresentar 1 (uma) vaga de automóveis para cada 35 m<sup>2</sup> da área construída;</p> <p>Garagens comerciais, postos de abastecimento de veículos, hotéis, motéis ou congêneres deverão dispor de pelo menos 10 vagas de bicicletas apenas quando tiverem área construída acima de 3000 m<sup>2</sup>.</p>		

Fonte: Tabela 3 anexa ao Código de obras de São Carlos. Disponível em:

[http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/legislacao\\_urbanistica\\_municipal/Tabelas%20-%20Anexas%20Lei%2015958.pdf](http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/legislacao_urbanistica_municipal/Tabelas%20-%20Anexas%20Lei%2015958.pdf). Acesso em 04 de fevereiro de 2025

Foram consideradas as diretrizes do Código de Obras de São Carlos (CÓDIGO DE OBRAS DE SÃO CARLOS, 2011) e a exigência de destinar 2% das vagas para pessoas com deficiência, garantindo no mínimo uma vaga por cenário. As dimensões dessas vagas seguem a Tabela 4, anexa ao Código de Obras de São Carlos, representada na Figura 12, que estabelece uma largura mínima de 2,50 m, acrescida de uma faixa de acesso de 1,20 m, e um comprimento mínimo de 5,00 m.

Com esses dados, foi possível dimensionar as garagens, que serão detalhadas separadamente para cada cenário.

Figura 12: Dimensões de vagas e faixas de manobras.

### 3 TABELA 4 – DIMENSÕES DE VAGAS E FAIXAS DE MANOBRA

Tipo de Veículo	Vaga para Estacionamento			Faixa de Manobra à Vaga	
	Altura	Largura	Compr.	0 a 45°	46o a 90o
Automóveis	2.10	2.40	5.00	2.75	5.00
Deficiente Físico	2.30	(1)	5.50	3.80	5.50

Moto	2.00	1.00	2.00	2.75	2.75
Bicicletas (2)	2.00	0.70	1.90	-	-
Caminhão Leve (8t PBT)	3.50	3.10	8.00	4.50	7.00
Notas: (1): vaga acessível para pessoa com deficiência com largura de 2.50 m + espaço adicional de circulação conforme legislação vigente. (2): as vagas para bicicletas poderão ter outras dimensões quando se tratar de bicicletário suspenso.					

Fonte: Tabela 4 anexa ao Código de obras de São Carlos. Disponível em:

[http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/legislacao\\_urbanistica\\_municipal/Tabelas%20-%20Anexas%20Lei%2015958.pdf](http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/legislacao_urbanistica_municipal/Tabelas%20-%20Anexas%20Lei%2015958.pdf). Acesso em 04 de fevereiro de 2025

## 5.1 ANÁLISE DE CUSTOS PRELIMINAR

Na análise financeira do empreendimento, optou-se por um método de cálculo alinhado às práticas consolidadas do mercado imobiliário, visando garantir consistência e credibilidade aos resultados. A estratégia baseou-se no emprego do valor de revenda por metro quadrado (m<sup>2</sup>) dos apartamentos, parâmetro amplamente utilizado em análises de viabilidade econômica, o que permitiu otimizar os cálculos e fornecer uma avaliação mais precisa da viabilidade de implementação de cada subsistema estrutural.

Como referência, adotou-se o valor de R\$ 4.794,00 por m<sup>2</sup>, conforme dados divulgados pelo site Proprietário Direto (PROPRIETÁRIO DIRETO, 2021). Considerando a área dos apartamentos, que é de 92,08 m<sup>2</sup>, obtém-se um valor de retorno de R\$ 441.431,52 por apartamento e R\$ 1.765.726,08 por pavimento.

Em relação às fundações, embora fossem elementos estruturais essenciais, seu dimensionamento depende diretamente do tipo de solo existente. Como, em todos os cenários analisados, foi considerado o mesmo solo e, conseqüentemente, fundações equivalentes (compostas por blocos, estacas e vigas baldrame), optou-se por não detalhar esses cálculos específicos, uma vez que não impactariam o comparativo final de custos entre os projetos.

Para os pavimentos, o custo foi a multiplicação da área útil total pelo valor indicado no CUB que será de:

$$R8 - N = 2.036,30 * 368 = 728.132,16 R\$$$

## 6. APLICAÇÃO DO MÉTODO

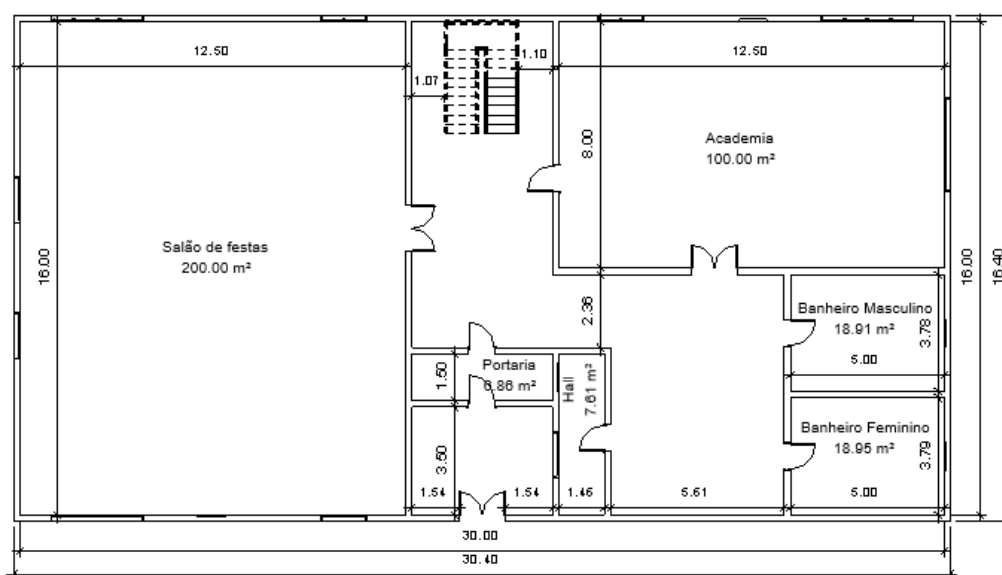
Após a revisão bibliográfica e a definição da metodologia adotada, este capítulo apresenta a aplicação do método de análise quantitativa para a comparação dos custos de implantação para edifícios de cinco pavimentos nos cenários de garagens subsolo, no térreo e sobressolo. Com base nos valores do CUB e nos custos associados à escavação e contenção em concreto armado que serão detalhados nos próximos tópicos, foram realizadas estimativas para diferentes cenários de edifícios residenciais.

Nos tópicos a seguir, são apresentados os cálculos realizados, os critérios adotados para cada modelo e os impactos financeiros associados a cada solução.

### 6.1 CENÁRIO 1 - GARAGEM SOBRESSOLO

Para os cálculos da garagem sobressolo, foi inicialmente considerado um pavimento térreo com 352,33 m<sup>2</sup> de área construída, contemplando um salão de festas, uma academia, a portaria, hall e dois banheiros, feminino e masculino como indicado na imagem 13.

Figura 13: Planta baixa, Pavimento Térreo.



Fonte: Autoria própria

Utilizando o coeficiente de área equivalente de 1,00 para o pavimento térreo, conforme a codificação R8-N, cujo valor é de R\$ 2.036,30/m<sup>2</sup>, o cálculo dos custos de construção do pavimento térreo, segundo o CUB, é realizado da seguinte forma:

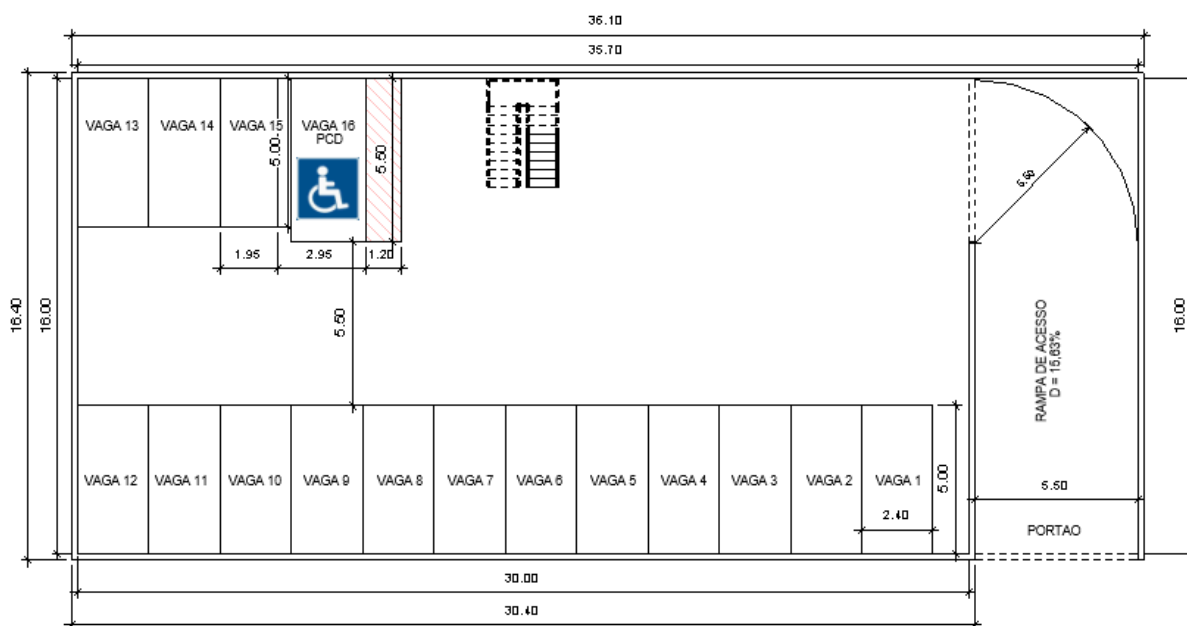
$$R8 - N = 2.036,30 * 352,33 = 717.449,58 R\$$$

Para a execução da garagem sobressolo, foi necessária a construção de uma rampa de acesso. Considerando a altura do pé-direito do térreo de 2,50m e uma declividade máxima de 20% (CÓDIGO DE OBRAS DE SÃO CARLOS, 2011, p. 20), a rampa, com 16 m de comprimento e 2,50 m de altura, resultou na seguinte declividade:

$$D(\%) = \frac{\text{Altura}}{\text{Comprimento}} * 100 \Rightarrow D = \frac{2,50}{16} * 100 \Rightarrow D = 15,63\%$$

Dessa forma, a rampa projetada possui uma declividade de 15,63%, respeitando o limite máximo de 20%. Com esses parâmetros estabelecidos, a configuração da garagem está representada na Figura 14.

Figura 14: Projeto de Garagem sobressolo: Layout e Distribuição de Vagas.



Fonte: Autoria própria.

Vale ressaltar que, como um pavimento foi destinado à garagem sobressolo, quatro vagas de estacionamento foram removidas, em conformidade com o Código de Obras de São Carlos.

Além disso, para o cálculo da garagem no sobressolo, foi considerado o coeficiente de área equivalente de 0,75 para a garagem sobressolo, conforme a codificação R8-N, cujo valor é de R\$ 2.036,30/m<sup>2</sup>. Assim, o cálculo foi realizado da seguinte forma:

$$R8 - N = 2.036,30 * (571,20 * 0,75) = 872.350,92 \text{ R\$}$$

A tabela 7 apresenta os valores obtidos após os cálculos descritos, juntamente com a análise de retorno por venda de apartamentos por pavimento:

Tabela 7: Análise de Custos - Implantação Residencial com Garagem Sobressolo - Padrão Normal.

Pavimentos	Custo R\$	Retorno R\$
Pavimento Térreo	717.449,58	-
1º Pavimento	872.350,92	-
2º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
3º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
4º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
5º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
Total	4.589.840,56	7.062.904,32
Saldo Subsolo R\$	2.473.063,76	

Fonte: Autoria própria.

## 6.2 CENÁRIO 2 - GARAGEM SUBSOLO

Para os cálculos da garagem no subsolo, foram avaliados os custos de escavação e contenção, todos de acordo com o site Gerador de Preços Brasil (GERADOR DE PREÇOS, 2024), conforme citado anteriormente.

De acordo com essa fonte, os custos de escavação são de R\$ 24,47/m<sup>3</sup> em solos coesivos, com argila semi-dura, em profundidades superiores a 2 metros, sendo executados por meios mecânicos.

O cálculo foi feito com base na largura e no comprimento do edifício, considerando a rampa, além da altura da garagem subsolo, definida como 3,00 metros. Essa altura foi escolhida por oferecer maior segurança, atendendo às necessidades de circulação de veículos e instalações prediais, como sistemas de ventilação e combate a incêndios.

Dessa forma, os cálculos para a escavação foram realizados da seguinte maneira:

$$\text{Volume escavação} = \text{largura garagem} * \text{comprimento garagem} * \text{altura garagem}$$

$$\text{Volume escavação} = 16,40 * 36,10 * 3,00 = 1.776,12\text{m}^3$$

Multiplicando o volume encontrado pelo custo médio de escavação, obteve-se o seguinte valor:

$$\text{Custo Escavação} = 1.776,12 * 24,47 = 43.461,66 \text{ R\$}$$

Para a contenção da garagem, o custo de um muro de concreto armado C25 com classe de agressividade ambiental II foi de R\$ 2.283,47 por metro cúbico. Esse muro de concreto foi empregado como muro de arrimo para contenção do subsolo, conforme executado no projeto.

$$\text{Volume Contenção} = \text{perímetro garagem} * \text{altura garagem} * \text{espessura muro}$$

$$\text{Volume Contenção} = 105 * 3,00 * 0,20 = 63,00\text{m}^3$$

Multiplicando o volume encontrado pelo custo por m<sup>3</sup> da contenção, obteve-se o seguinte valor:

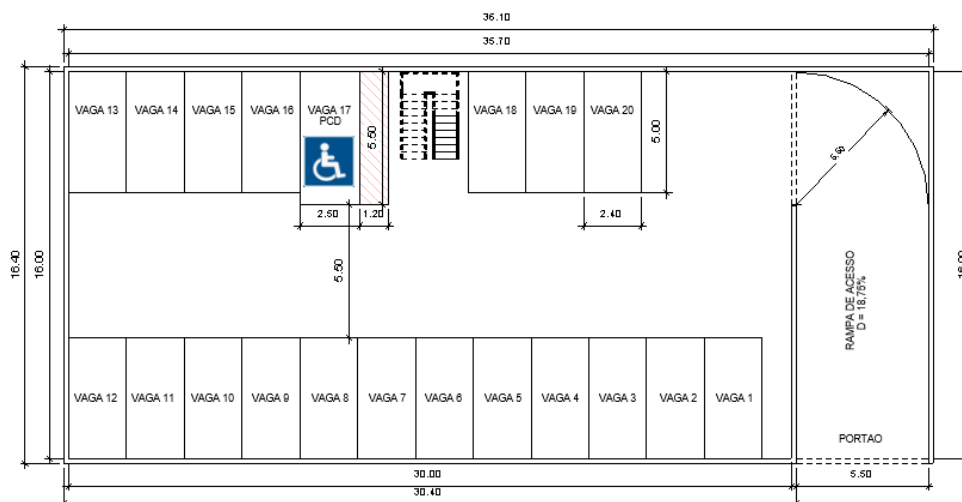
$$\text{Custo contenção} = 2.283,47 * 63,00 = 143.858,61 \text{ R\$}$$

Para a execução da garagem subsolo, foi necessária a construção de uma rampa de acesso. Considerando a altura do pé-direito do térreo de 3,00m e uma declividade máxima de 20% (CÓDIGO DE OBRAS DE SÃO CARLOS, 2011, p. 20), a rampa, com 16 m de comprimento e 3,00 m de altura, resultou na seguinte declividade:

$$D(\%) = \frac{\text{Altura}}{\text{Comprimento}} * 100 \Rightarrow D = \frac{3,00}{16} * 100 \Rightarrow D = 18,75\%$$

Dessa forma, a rampa projetada possui uma declividade de 18,75%, respeitando o limite máximo de 20%. Com esses parâmetros estabelecidos, a configuração da garagem está representada na Figura 15.

Figura 15: Projeto de Garagem subsolo: Layout e Distribuição de Vagas.



Fonte: Autoria própria.

Além disso, para o cálculo da garagem no subsolo, foi considerado o coeficiente de área equivalente de 0,75 para a garagem subsolo, conforme a codificação R8-N, cujo valor é de R\$ 2.036,30/m<sup>2</sup>. Assim, o cálculo foi realizado da seguinte forma:

$$R8 - N = 2.036,30 * (571,20 * 0,75) = 872.350,92 \text{ R\$}$$

Os resultados obtidos estão ilustrados na tabela 8, indicada abaixo:

Tabela 8: Análise de Custos - Implantação Residencial com Garagem Subsolo - Padrão Normal.

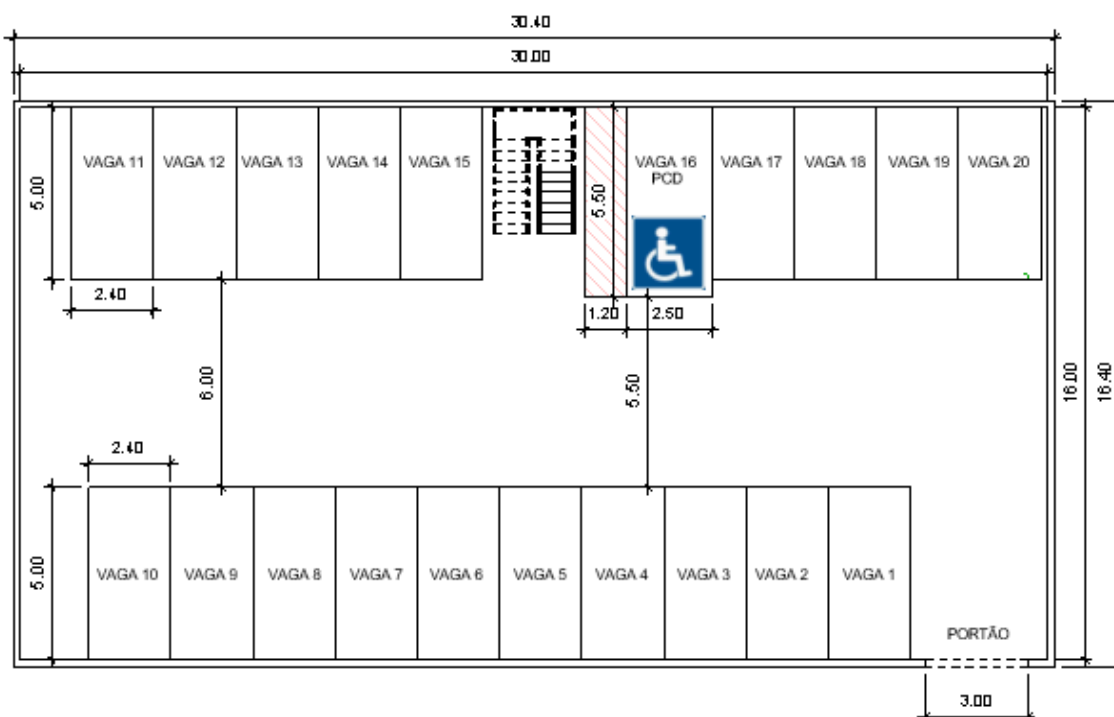
Pavimentos	Custo R\$	Retorno R\$
Subsolo	1.059.671,19	-
Pavimento Térreo	717.449,58	-
1º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
2º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
3º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
4º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
5º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
Total	5.527.170,85	8.828.630,40
Saldo Subsolo R\$	R\$ 3.301.459,55	

Fonte: Autoria própria.

### 6.3 CENÁRIO 3 - GARAGEM NO TÉRREO

Para os cálculos da garagem térrea, foi inicialmente considerada uma garagem no pavimento térreo com 420m<sup>2</sup> de área construída, destinado exclusivamente ao estacionamento de veículos. Diferentemente das garagens subsolo e sobressolo, essa configuração não inclui áreas comuns como salão de festas, academia ou portaria, priorizando a otimização do espaço para vagas de estacionamento, conforme indicado na Figura 16.

Figura 16: Projeto de Garagem térreo: Layout e Distribuição de Vagas.



Fonte: Autoria própria.

Para o cálculo da garagem no térreo, foi considerado o coeficiente de área equivalente de 0,75 para a garagem térreo, conforme a codificação R8-N, cujo valor é de R\$ 2.036,30/m<sup>2</sup>, em conjunto com a área da garagem de 480m<sup>2</sup>. Assim, o cálculo foi realizado da seguinte forma:

$$R8 - N = 2.036,30 * (480 * 0,75) = 733.068,00 R\$$$

A tabela 9 apresenta os valores obtidos após os cálculos descritos, juntamente com a análise de retorno por venda de apartamentos por pavimento:

Tabela 9: Análise de Custos - Implantação Residencial com Garagem térreo - Padrão Normal.

Pavimentos	Custo R\$	Retorno R\$
Pavimento Térreo	733.068,00	-
1º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
2º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
3º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
4º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
5º Pavimento	750.010,02	1.765.726,08
Total	4.483.118,08	8.828.630,40
Saldo Subsolo R\$	4.345.512,32	

Fonte: Autoria própria.

## 7. RESULTADOS

Para facilitar a compreensão dos resultados apresentados ao longo deste trabalho, a Tabela 10 a seguir sintetiza os principais aspectos analisados nos diferentes cenários estudados. Nela, estão resumidos os custos estimados, os retornos projetados e os saldos obtidos para as configurações com garagem sobressolo, subsolo e térreo, permitindo uma visão comparativa clara entre as opções consideradas.

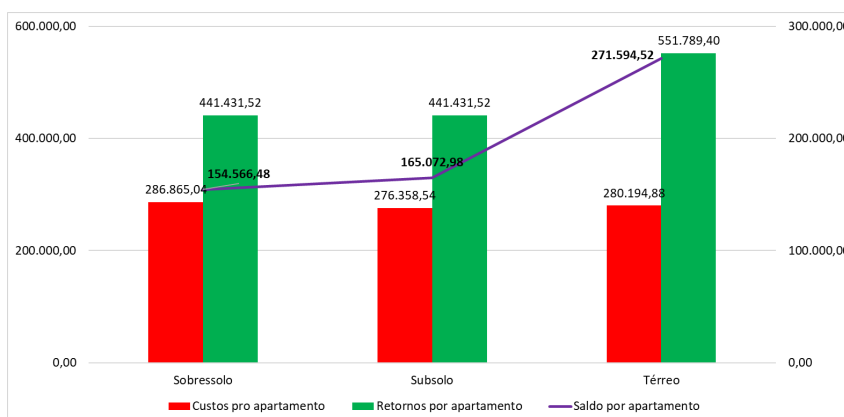
Tabela 10: principais aspectos analisados nos diferentes cenários estudados.

	Sobressolo	Subsolo	Térreo
Custos	R\$ 4.589.840,56	R\$ 5.527.170,85	R\$ 4.483.118,08
Retornos	R\$ 7.062.904,32	R\$ 8.828.630,40	R\$ 8.828.630,40
Saldo	R\$ 2.473.063,76	R\$ 3.301.459,55	R\$ 3.301.459,55
Número de apartamentos	16	20	20
Custos por apartamento	R\$ 286.865,04	R\$ 276.358,54	R\$ 224.155,90
Retornos por apartamento	R\$ 441.431,52	R\$ 441.431,52	R\$ 441.431,52
Saldo por apartamento	R\$ 154.566,48	R\$ 165.072,98	R\$ 217.275,62

Fonte: Autoria própria.

Em uma primeira análise dos custos relacionados à implantação de um edifício com 5 pavimentos nos cenários com garagem sobressolo, subsolo ou térreo, foi possível avaliar que o cenário com garagem térreo se destaca dentre todos os cenários estudados, como é possível visualizar no gráfico da figura 17.

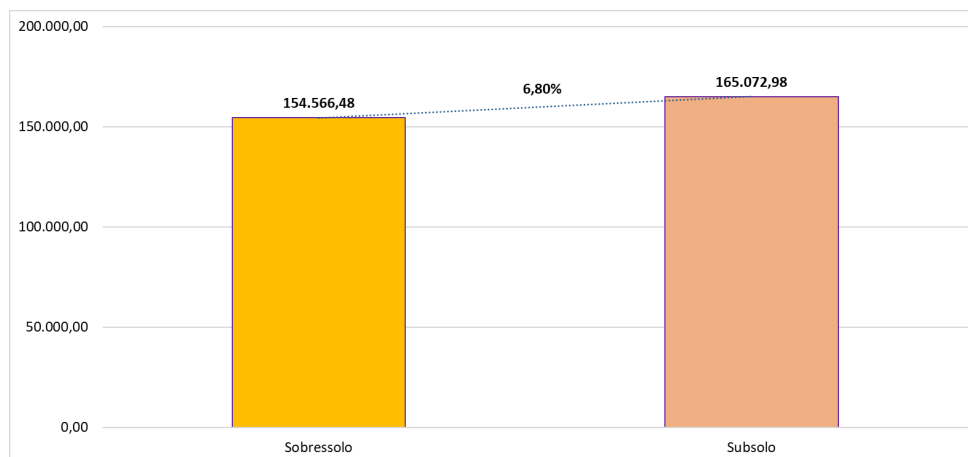
Figura 17: Visão Geral dos Custos e Retornos dos Diferentes Sistemas de Garagem por apartamento.



Fonte: Autoria própria.

Analisando o saldo da venda de cada apartamento, foi observado que o subsistema subsolo obteve um saldo aproximadamente 6,80% superior do que o subsistema sobressolo, como evidenciado na Figura 18:

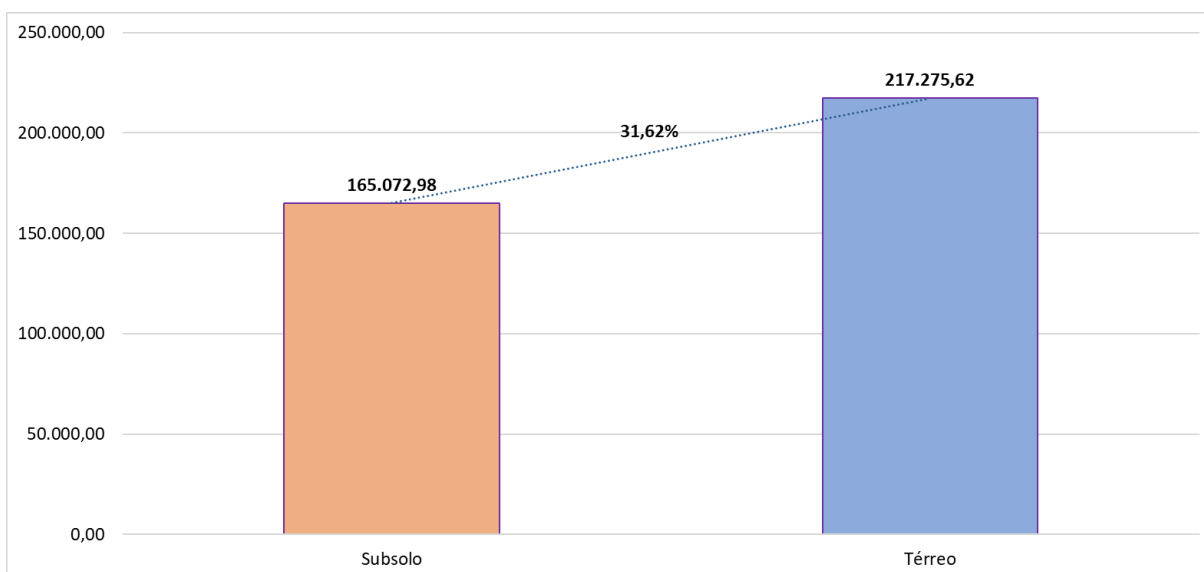
Figura 18: Comparativo de Saldos - Garagem Sobressolo vs. Subsolo.



Fonte: Autoria própria.

Analisando entretanto o saldo da venda de cada apartamento, entre o cenário de garagem subsolo e o cenário de garagem térreo, foi possível observar que a garagem térreo obteve um saldo de aproximadamente 31,62% superior em relação a garagem subsolo como evidenciado na Figura 19:

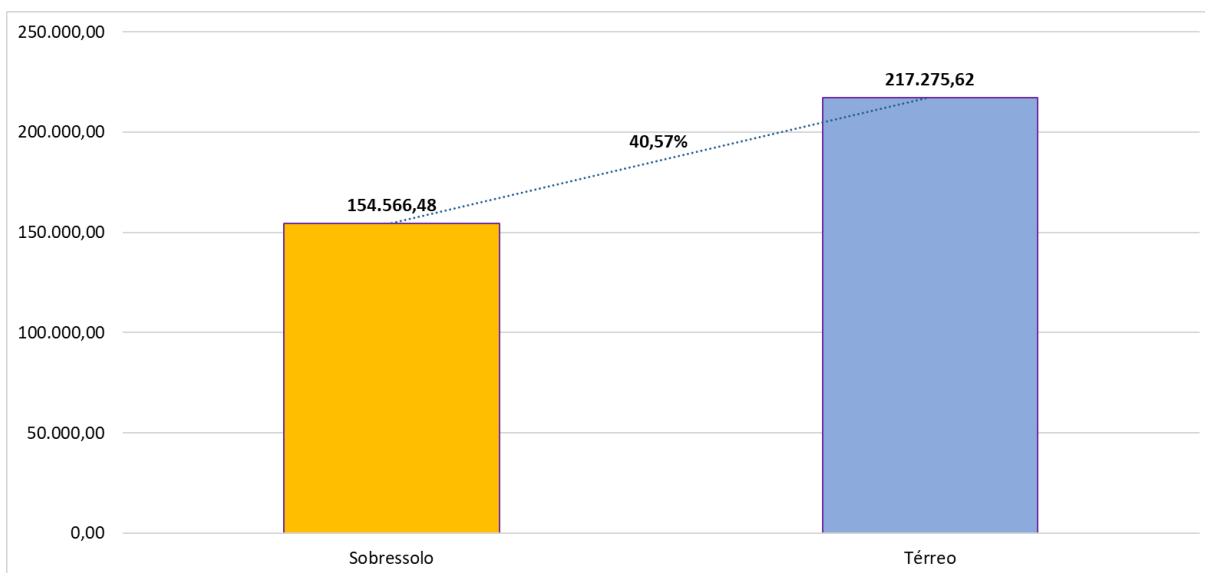
Figura 19: Comparativo de Saldos - Garagem Subsolo vs. Térreo.



Fonte: Autoria própria.

Como uma última análise, foi comparado o saldo da venda de cada apartamento, nos cenários de garagem sobressolo e térreo, onde foi possível observar que a garagem térreo obteve um saldo de aproximadamente 40,57% superior em relação a garagem sobressolo como evidenciado na Figura 20:

Figura 20: Comparativo de Saldos - Garagem Sobressolo vs. Térreo.



Fonte: Autoria própria.

## 8. ANÁLISE E DISCUSSÃO

A análise de custos baseada no método CUB, para os diferentes subsistemas de garagens revelou que o térreo é a melhor alternativa. No entanto, é importante ressaltar que esse subsistema foi favorecido pela ausência da estrutura térreo que considera nos outros cenários um salão de festas, uma academia, a portaria, hall e dois banheiros, feminino e masculino como também, pela abordagem simplificada do cálculo. É válido lembrar que esse estudo não levou em conta a complexidade dos métodos construtivos em garagens subsolo.

Foi utilizado esse baixo nível de complexidade devido a necessidade de um pré dimensionamento para cada situação abordada, com espessura de parede, métodos construtivos, as fundações equivalentes e o tipo de solo utilizado, a fim de simplificar os cálculos.

### 8.1 COMPARAÇÃO DOS CUSTOS

Os resultados mostraram que mesmo com a baixa complexidade do estudo, a implantação da garagem subsolo ainda possui um custo inicial superior devido à necessidade de escavação e contenção. Em contrapartida, a garagem sobressolo demanda menos infraestrutura do subsolo, reduzindo os custos diretos de escavação e contenção. No entanto, esse modelo ocupa um pavimento acima do solo, limitando a área disponível para unidades residenciais.

Já a garagem térreo, apresenta o maior retorno por apartamento, devido ao fato de não necessitar de infraestrutura subsolo e não ocupando um pavimento com garagem, conseguindo manter um alto retorno, porém, esse cenário não contempla a estrutura térreo que em alguns casos podem ser fatores determinantes para a escolha do tipo de garagem.

Para edifícios de até cinco pavimentos, a garagem sobressolo apresentou um menor custo de implantação, resultando em um saldo líquido inferior ao modelo subsolo, mas permitindo um retorno mais rápido do investimento devido a sua execução mais rápida.

## 8.2 IMPACTO ESTRUTURAL E VIABILIDADE TÉCNICA

O uso de concreto armado em ambas as soluções é um fator determinante no custo da obra. A estrutura das garagens sobressolo e térreo requerem reforço adicional para suportar as cargas das unidades superiores, enquanto a garagem subsolo precisa de sistemas eficientes de contenção, como muros de arrimo, que elevam os custos iniciais.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, a escolha entre os sistemas de garagem deve levar em conta não apenas os custos imediatos, mas também a viabilidade técnica do empreendimento, considerando suas especificações, como o tipo de solo, as normas locais e a complexidade da solução adotada.

Vale ressaltar que, embora a garagem térreo tenha se mostrado mais rentável em todos os cenários, esse resultado se deve à ausência do pavimento térreo que teve um custo significativo nos outros cenários, tendo um custo em média de R\$ 717.449,58.

### 9.1 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

O resultado deste trabalho apresentou uma abordagem simplificada da análise quantitativa para a implantação de garagens subsolo e sobressolo, evidenciando a superioridade das garagens subsolo em um cenário linear, sem considerar as complexidades de um projeto pré-dimensionado e detalhado. Fatores como a quantidade de aço e concreto, o tipo de solo encontrado no local e, conseqüentemente, a fundação e a contenção mais adequadas não foram plenamente quantificados.

Portanto, seria válido desenvolver um estudo futuro analisando um edifício já construído com garagem subsolo e refazendo seus cálculos e quantitativos aplicando o método construtivo da garagem sobressolo. Dessa forma, seria possível realizar uma comparação mais precisa e avaliar com maior rigor a viabilidade de cada solução.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12721:2006 - **Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 11682:2009 - **Estabilidade de encostas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16401-2:2024 - **Instalações de condicionamento de ar - Sistemas centrais e unitários - Parte 2: Parâmetros de conforto térmico**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 5629:2018 - **Tirantes ancorados no terreno - Projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6118:2023 - **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6122:2022 - **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 7188:2024 - **Ações devido ao tráfego de veículos rodoviários e de pedestres em pontes, viadutos e passarelas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 9077:2001 - **Saídas de emergência em edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 9575:2010 - **Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

AMARAL, J. C.; ROCHA, E. **Conheça exigências e soluções para projetar bons edifícios-garagem**. 2014. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/conheca-exigencias-e-solucoes-para-projetar-bons-edificios-garagem/8965>. Acesso em: 4 dez. 2024

BARBOSA, I. **Quanto custa alugar escavadeira por dia?** 2024. Disponível em: <https://www.cronoshare.com.br/quanto-custa/alugar-escavadeira-dia>. Acesso em: 16 jan. 2025.

CÉLERE ENGENHARIA. **Obras de contenção**. 2022. Disponível em: <https://celere-ce.com.br/construcao-civil/obras-de-contencao/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

COSTA, S. **Plano Diretor e Gabarito de Altura de Edifícios - O que é notícia em Sergipe**. 2012. Disponível em: <https://infonet.com.br/blogs/plano-diretor-e-gabarito-de-altura-de-edificios/> Acesso em: 30 nov. 2024.

CYPE BRASIL. **Escavação de subsolo**. Disponível em: [Preço em Brasil de m³ de Escavação de subsolo. Gerador de preços para construção civil. CYPE Ingenieros, S.A..](#) Acesso em: 23 fev. 2024.

CYPE BRASIL. **Muros de contenção de concreto armado - Gerador de preços de obras**. Disponível em: [https://brasil.geradordeprecos.info/obra\\_nova/calculaprecio.asp?Valor=1%7C5\\_0\\_0%7C5%7CEHM010%7Cehm\\_010\\_imagen:0%7Chor\\_p\\_muro%20muro:c6\\_0\\_1\\_2\\_0\\_1\\_0\\_0\\_1\\_1\\_0\\_5%7Cehm\\_cues:49000%7Cacero%20muros\\_sotano:0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_1\\_0\\_0%7Chor\\_separadores%20muro\\_cont:0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_7\\_0%7Cenc\\_ehm\\_011%20muro:c4\\_0\\_6\\_0\\_1c6\\_0\\_18\\_149c4\\_0\\_50\\_0\\_0\\_3\\_0\\_0%7Cnio\\_sellado\\_muros%20sotano:1\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0](https://brasil.geradordeprecos.info/obra_nova/calculaprecio.asp?Valor=1%7C5_0_0%7C5%7CEHM010%7Cehm_010_imagen:0%7Chor_p_muro%20muro:c6_0_1_2_0_1_0_0_1_1_0_5%7Cehm_cues:49000%7Cacero%20muros_sotano:0_0_0_0_0_1_0_0%7Chor_separadores%20muro_cont:0_0_0_0_0_0_7_0%7Cenc_ehm_011%20muro:c4_0_6_0_1c6_0_18_149c4_0_50_0_0_3_0_0%7Cnio_sellado_muros%20sotano:1_0_0_0_0_0_0_0). Acesso em: 20 jan. 2024.

EDUCA CIVIL. **Entenda o que são blocos de fundação e quais as suas vantagens**. 2020. Disponível em: <https://educacivil.com/entenda-o-que-sao-blocos-de-fundacao-e-quais-as-suas-vantagens/>. Acesso em: 27 nov. 2024.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-carlos.html>. Acesso em: 30 nov. 2024.

PEREIRA, C. **Sondagem SPT: O que é e como é feito esse ensaio**. 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/sondagem-spt/>. Acesso em: 27 nov. 2024.

PEREIRA, M; MORAIS, L; RIBEIRO, S. **Estudo sobre fundações: características, classificação e importância do solo**. Revista Unifimes, 2004. Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/398/476>. Acesso em: 27 nov. 2024.

PIMENTEL, J. **Das garagens e dos seus enormes custos para saciar o automóvel**. 2014. Disponível em: <https://www.veraveritas.eu/2014/12/garagens.html#:~:text=O%20custo%20da%20infraestrutura%20ronda%20vinte%20mil%20euros,se%20repercute%20no%20pre%C3%A7o%20da%20fra%C3%A7%C3%A3o%20do%20pr%C3%A9dio.?adlt=strict&toWww=1&redig=A51AE27687684C2AB347D15020B35B17>. Acesso em: 30 nov. 2024.

PINTO, G. **Garagem sobressolo é tendência urbana**. 2013. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/garagem-sobressolo-e-tendencia-urbana-bzdaq30i5b0ee1r3m414jdfly/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. **Código de Obras do Município de São Carlos, Lei nº 15.958**. Disponível em: [http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/legislacao\\_urbanistica\\_municipal/ei15958%20-%20Codigo%20de%20Obras.pdf](http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/legislacao_urbanistica_municipal/ei15958%20-%20Codigo%20de%20Obras.pdf). Acesso em: 05 fev. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. **Plano Diretor de São Carlos. Lei Complementar nº 18.053/2018.** Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/conselhos/lei18053%20-%20Plano%20Diretor%20-%20digital.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2024.

PROPRIETÁRIO DIRETO. **Média de preços real do m<sup>2</sup> em São Carlos.** 2021. Disponível em: <https://www.proprietariodireto.com.br/preco-m2-sao-carlos>. Acesso em: 4 fev. 2025.

RAMOS, A. **Qual a margem de lucro de uma construtora?** 2024. Disponível em: <https://engenhariae.com.br/noticias/qual-a-margem-de-lucro-de-uma-construtora>. Acesso em: 13 jan. 2025.

ROXO, S. **Cidades horizontais e verticais.** 2008. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/66391/cidades-horizontais-e-verticais> Acesso em: 30 nov. 2024.

SINDUSCON-SP. **CUB - Custo Unitário Básico.** 2024. Disponível em: <https://sindusconsp.com.br/servicos/cub/>. Acesso em: 8 dez. 2024.