

**CENTRO PAULA SOUZA**  
**Etec JÚLIO DE MESQUITA**  
**Técnico em Edificações**

**João Isidro Neto**

**Matheus Souza e Silva**

**Maycon de Freitas Gama**

**Renan de Araujo Santos**

**UTILIZAÇÃO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Santo André**

**2021**

**João Isidro Neto**

**Matheus Souza e Silva**

**Maycon de Freitas Gama**

**Renan de Araujo Santos**

## **UTILIZAÇÃO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Edificações da ETEC Júlio de Mesquita, orientado pela Prof<sup>ª</sup>. Me. Eliane Correa Henrique, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Edificações.

**Santo André**

**2021**

## RESUMO

O conceito histórico e os principais relatos com o uso do material em obras, tendo como propósito informar a população sobre esta importante alternativa e analisar sua viabilidade dentro do mercado brasileiro. Entre as principais vantagens destaca-se sua resistência, leveza, segurança, fácil reparação, alta sustentabilidade e duração, e entre as principais desvantagens enfatiza-se o alto custo, dificuldade em encontrar mão-de-obra especializada, dificuldade com transporte e fabricação limitada.

As estruturas metálicas apresentam inúmeras vantagens em relação ao concreto armado. Por isso são bastante utilizadas, principalmente em países desenvolvidos, a partir da necessidade de executar a obra com menor demanda de tempo, tendo em vista que esse sistema construtivo proporciona muito mais agilidade nos processos.

Contudo, é necessário elaborar uma sequência de cálculo para facilitar o dimensionamento de uma estrutura de aço, considerando as normas de projetos de estruturas de aço (NBR 8.800/2008), apresentando os métodos e os estados limites.

**Palavras-chaves:** aço, estrutura, sustentabilidade, cálculos, projeto, obras.

## **ABSTRACT**

The historical concept and the main reports with the use of this material in constructions, with the purpose to inform the population about this important alternative and to analyze its viability in the Brazilian territory. Among the main advantages, it stands out its resistance, lightness, safety, easy repair, high sustainability and duration, and in the main disadvantages the high cost, difficulty in finding specialized labor, difficulty in transportation and limited manufacturing.

Metal structures present uncountable advantages over reinforced concrete. Therefore, they are very used, mainly in developed countries, from necessity to execute the construction with less time demand, considering this kind of construction gives agility in the procedures.

However, is necessaire to make a sequency of calculations to facillitate sizing of a steel structure, considering the regulation of steel structure projects (NBR 8.800/2008), showing the methods and the limit states.

**Keywords:** steel, structure, sustainability, calculations, project, constructions.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Home Insurance Building (Chicago, EUA) .....	13
Figura 2 - Ponte da Paraíba do Sul (Rio de Janeiro, Brasil) .....	14
Figura 3 - Estrutura em aço .....	15
Figura 4 - Torre Eiffel (Paris, França) .....	16
Figura 5 - MASP (Museu de Arte de São Paulo) .....	17
Figura 6 - Vigas de aço .....	18
Figura 7 - Obra com acabamento da estrutura diferenciada em aço inox .....	20
Figura 8 - Obra com estruturas de aço.....	22
Figura 9 - Localização do terreno .....	29
Figura 10 - Localização (imagem via satélite).....	29
Figura 11 - Terreno de 140,22 m <sup>2</sup> , formato retangular.....	30

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Propriedades do aço e suas características.....</b>	<b>24</b>
---	-----------

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>1 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
2.1 Objetivo geral .....	11
2.2 Objetivo específico .....	11
<b>3 MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	<b>12</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
4.1 A história do aço .....	13
4.2 Necessidades do uso do aço .....	14
4.2.1 Vigas de aço .....	17
4.3 A sustentabilidade das estruturas metálicas.....	18
4.4 Vantagens .....	19
4.4.1 Não poluição do meio ambiente .....	20
4.4.2 Uso de coprodutos.....	21
4.4.3 Economia de tempo na execução.....	21
4.4.4 Economiza materiais e diminuição dos impactos.....	22
4.4.5 Maximização de iluminação natural com economia de energia.....	22
4.4.6 Durabilidade.....	22
4.4.7 Flexibilidade.....	23
4.4.8 Reciclagem .....	23
4.5 Desvantagens .....	23
4.6 Características do aço .....	24
4.6.1 Processo de produção do aço .....	25
4.6.2 Classificação .....	26
4.7 Aplicação .....	27

4.7.1 Cuidados .....	28
4.7.2 Corrosão .....	28
5 PROJETO .....	29
5.1 Programa Residencial.....	30
5.1.1 Pavimento Térreo .....	30
5.1.2 Pavimento Superior.....	31
5.1.3 Fluxograma Residencial .....	32
5.2 Memorial Descritivo .....	33
5.2.1 Serviços Preliminares .....	33
5.2.1.1 Placa da Obra .....	33
5.2.1.2 Limpeza Manual e Regularização do Terreno.....	33
5.2.2 Infraestrutura .....	34
5.2.2.1 Locação da obra .....	34
5.2.2.2 Escavações, contenções e aterro.....	34
5.2.2.3 <i>Radier</i> de concreto armado .....	34
5.2.2.4 Aterro apiloado.....	35
5.2.3 Estruturas Metálicas .....	35
5.2.4 <i>Drywall</i> .....	35
5.2.5 Cobertura .....	35
5.2.5.1 Telhas de cerâmica de 5mm de espessura .....	35
5.2.5.2 Forro .....	36
5.2.6 Pavimentação .....	36
5.2.6.1 Piso cimentado.....	36
5.2.7 Revestimento.....	36
5.2.7.1 Chapisco .....	36
5.2.7.2 Reboco .....	36
5.2.7.3 Reboco (barra lisa).....	37



<b>5.2.8 Esquadrias .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2.8.1 Portas .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2.8.2 Janelas .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2.9 Pintura .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2.9.1 Paredes .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2.10 Instalações hidráulicas .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2.11 Instalações sanitárias .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2.12 Instalações elétricas .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2.13 Louças, metais e acessórios.....</b>	<b>40</b>
<b>5.2.14 Diversos .....</b>	<b>40</b>
<b>5.2.14.1 Limpeza final da obra.....</b>	<b>40</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>

## INTRODUÇÃO

A construção civil nos dias de hoje, é considerada um dos mercados mais competitivos do mundo, procurando soluções eficientes, econômicas, duráveis e que sejam executadas nos prazos necessários. Sabendo-se dessas necessidades, se encontram as estruturas metálicas.

A construção civil em aço se aplica em vários locais e para diversos usos, como pontes, aeroportos, complexos industriais e edifícios. Desde as primeiras pontes metálicas até os edifícios mais modernos, a utilização do aço nas construções tem sido cada vez mais aplicada, devido ao seu aspecto arrojado e eficiente para muitos tipos de obras. (FREITAS, 2018)

A possibilidade de se fabricar peças da estrutura ainda durante o processo de fundição, a independência climática em relação às chuvas e a vasta quantidade de aço comercializado no mercado nacional podem ocasionar uma redução de até 25% no tempo necessário para a execução de uma obra, em comparação ao período gasto caso fosse utilizado apenas concreto em suas estruturas. (Fórum da Construção, S.D)

O processo de construção em estruturas de aço se destaca, pois, esse material possui uma maior resistência mecânica em comparação a outros materiais da construção civil.

É um dos processos construtivos mais velozes e que suporta maiores vãos, por isso é utilizado em obras de indústrias e supermercados, as quais precisam de grandes vãos e necessitam de agilidade na execução da obra. É utilizado em ginásios, estádios, pavilhões, telhados, torres, guindastes, escadas, passarelas, depósitos, lojas e pode ser utilizado em projetos de casa populares.

O aço pode ser descrito como uma junção de ferro, carbono e outros componentes, que juntos o formam, existem mais de 3 mil tipos de aço, uma parte destes para a utilização específica na construção civil.

Apesar de serem mais caras, as estruturas de metal raramente necessitam de reparo, e outro ponto a ser ressaltado é que o aço, por ser uma liga metálica aproximadamente

30% mais leve que o concreto, ocasiona uma redução nos custos das fundações. Ele não somente é essencial como traz inúmeros benefícios para a obra.

## 1 JUSTIFICATIVA

O aço compreende uma função essencial no âmbito da construção civil, é empregado desde o passado e com o surgimento de maiores obras, o aço passou a ser cada vez mais utilizado, muito por sua resistência, dando surgimento à várias técnicas que visam sua melhor eficiência ao se enquadrar em diferentes tipos de edificações.

As estruturas metálicas são soluções eficientes, com grande poder de aproveitamento. Apresentam material de alta resistência e rapidez na execução.

Considerando-se o pouco uso, em contraponto com os benefícios deste tipo de estrutura, faz-se necessário realizar um estudo aprofundado sobre estruturas as quais utilizam aço.

Assim sendo, serão apresentadas técnicas de seu uso em obra, destacar suas vantagens e elencar suas principais características.

## **2 OBJETIVOS**

O trabalho apresenta seus objetivos divididos em gerais e específicos, nos quais são descritos a seguir.

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo desse trabalho é apresentar e destacar as vantagens do uso do aço na construção civil, principalmente a viabilidade de executar esse modo construtivo em relação aos elementos convencionais e através da NBR 8.800/2008, elaborar cálculos para tornar viável o projeto residencial.

### **2.2 Objetivo específico**

Os objetivos específicos são avaliar os tipos mais usuais de estruturas de aço e a partir disso, escolher um modelo estrutural qual se apresente mais rápido e mais viável financeiramente e com fabricação "in loco". Contudo, desenvolver o dimensionamento do projeto sempre considerando as normas. O material requer um grupo de estudos específicos que serão mostrados ao decorrer da pesquisa e outras variações que diferem de acordo com tipo de edificação solicitada.

Por fim, o projeto residencial, no qual apresentará diferentes técnicas e benefícios do aço à obra.

### **3 MÉTODO DE PESQUISA**

Este estudo se caracteriza com a pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e descritivo. Também foi realizada uma análise, indicando a viabilidade econômica e as vantagens e desvantagens desse tipo de estrutura metálica focando em variados aspectos que implicam na escolha do sistema estrutural.

As pesquisas realizadas têm o objetivo de argumentar a favor desse método construtivo. Portanto, foi de extrema importância coletar dados que apresentam as propriedades do material. A pesquisa contém exemplos de construções de aço e estruturas metálicas, reforçando a ideia.

O projeto conta com pesquisas em relação ao terreno utilizado, concordando com as leis de uso e ocupação do solo, os recuos mínimos obrigatórios e principalmente o limite de 80m<sup>2</sup> construídos, de acordo com a definição para técnicos em Edificações.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento do projeto, foram realizadas pesquisas para servir como base tanto para o material teórico de caráter informativo e dissertativo em relação ao tema, como para fundamentar o projeto técnico.

### 4.1 A história do aço

As primeiras obras feitas com aço iniciaram em 1750, com a descoberta de como produzi-lo. Na Inglaterra, em 1757 foi construída uma ponte de ferro fundido. Posteriormente, em 1880, foi construído o primeiro edifício com aço na cidade de Chicago, Estados Unidos. (Bellei, 2003, p.1)

**Figura 1 - Home Insurance Building (Chicago, EUA)**



Fonte: <https://dobraespacial.com.br/tecnologia/o-primeiro-arranha-ceu-da-historia-tinha- apenas-10-andares/>

No Brasil, a fabricação de ferro iniciou aproximadamente em 1812. A primeira obra a partir da fabricação brasileira de ferro pudlado foi a Ponte da Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. (Bellei, 2003, p.1)

**Figura 2 - Ponte da Paraíba do Sul (Rio de Janeiro, Brasil)**



Fonte: <https://paraibadosul.rj.gov.br/turismo/arquitetura>

## **4.2 Necessidades do uso do aço**

A engenharia acompanha as tendências mundiais e busca sempre inovar almejando o desenvolvimento com redução de custos efetivos, diminuição no período das obras e aumento do quesito eficiência. A procura por alternativas capazes de conciliar esses 3 importantes pilares conduziu o cenário da construção civil para a utilização de métodos baseados na introdução do aço em suas atividades.

Atualmente são conhecidos mais de 3 mil tipos de aço, dos quais existe uma parte destinada exclusivamente as especificidades exigidas pela construção civil. Nessa área de atuação, o aço pode ser empregado de duas formas: nas edificações (onde a estrutura base é montada com componentes de aço) ou na forma de armaduras, complementando a estrutura de concreto armado.



**Figura 3 - Estrutura em aço**



**Fonte:** <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2015/10/06/a-utilizacao-do-aco-na-construcao-civil/>

Em metrópoles onde grandes áreas livres se tornam cada vez mais difíceis, o uso de estruturas metálicas é uma saída inteligente. As seções de pilares e vigas de aço são mais reduzidas do que as equivalentes em concreto, fato que implica uma melhor utilização do espaço disponível, aumentando a área útil do projeto, situação tão idealizada, principalmente em obras habitacionais.

A possibilidade de se fabricar peças da estrutura ainda durante o processo de fundições, a independência climática em relação as chuvas e a vasta quantidade de aço comercializado no mercado nacional podem ocasionar uma redução de até 25% no tempo necessário para a execução de uma obra, em comparação ao período gasto caso fosse utilizado apenas concreto em suas estruturas. (Instituto de Engenharia, 2015)

Desde as primeiras pontes metálicas até os edifícios mais modernos atualmente, a utilização do aço nas construções tem sido cada vez mais aplicada, devido ao seu aspecto arrojado e eficiente para muitos tipos de obra. A Torre Eiffel é um exemplo, construída em 1889 em Paris, é uma das estruturas metálicas que mais trouxe a ideia de modernidade e inovação para o mundo. É formada por 18000 peças, totalizando

1700 toneladas de aço com altura de 300 metros, atraindo muitos turistas de todo o mundo.

**Figura 4 - Torre Eiffel (Paris, França)**



**Fonte:** <https://fineartamerica.com/featured/torre-eiffel-tour-eiffel-eiffel-tower-ruy-barbosa-pinto.html>

Já no Brasil, o Prédio do Museu de Arte de São Paulo (MASP), projetado pela arquiteta ítalo-brasileira Lina Bo Bardi em 1968, é um exemplo de concreto armado na construção (foi utilizado concreto e aço na sua composição) seu projeto foi muito ambicioso e continha o maior vão livre da época, (76 metros), e isso só foi possível pela utilização de estruturas de aço juntamente com concreto. (FREITAS, 2018)

**Figura 5 - MASP (Museu de Arte de São Paulo)**



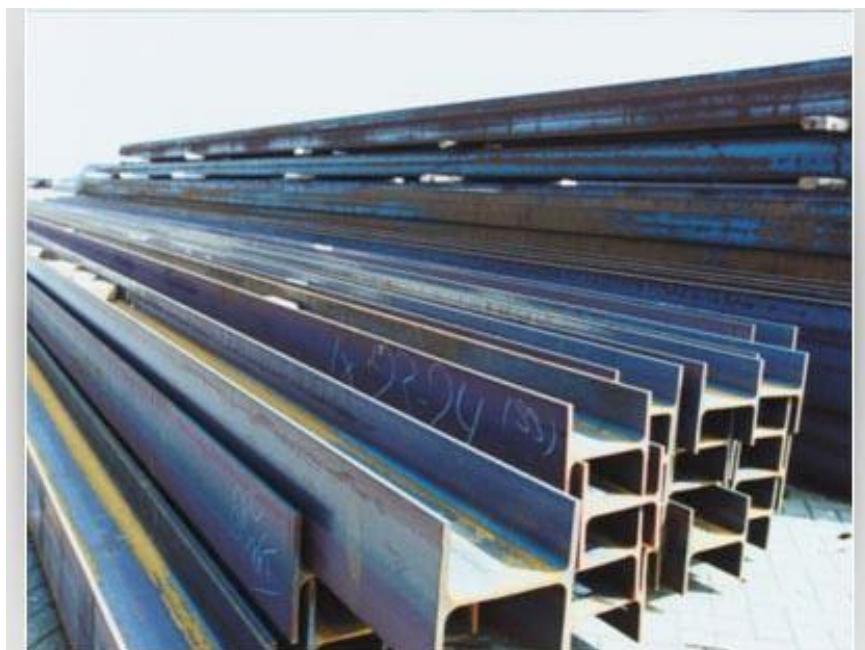
**Fonte:** <https://render.fineartamerica.com/images/rendered/default/print/8/6/break/images-medium-5/masp-fabio-giannini.jpg>

#### **4.2.1 Vigas de aço**

As vigas de aço são materiais comuns na construção civil. Seu uso é muito importante para obras, seja qual for o porte ou tipo, pois é um material resistente a cargas verticais, suportando grande peso. (Braganfer, 2018)

Existem três tipos de vigas de aço: contínua, biapoiada e em balanço. Seus modelos são caracterizados de acordo com o seu uso estrutural. Ou seja, depende do formato que o projeto requer. (Braganfer, 2018)

**Figura 6 - Vigas de aço**



**Fonte:** <https://www.braganfer.com.br/vigas-aco>

Diversas obras utilizam dessas vigas. De um ponto de vista histórico, é notória a percepção dos profissionais quanto ao uso de materiais de aço, como elemento estrutural para suportar pesos. Então, confirma-se ainda mais a importância do aço nas construções.

### **4.3 A sustentabilidade das estruturas metálicas**

A construção em aço, além de ser extremamente versátil e durável, está em perfeita sintonia com o conceito de desenvolvimento ambientalmente sustentado.

O aço é material 100% reciclável podendo, esgotada a vida útil da edificação, retornar aos fornos sob forma de sucata e se tornar um novo aço, sem perda de qualidade.

A construção com estruturas em aço utiliza tecnologia limpa, reduz sensivelmente os impactos ambientais na etapa de construção e, concluída a obra, garante segurança e conforto aos ocupantes da edificação.



As construções em aço aportam benefícios para o meio ambiente atendendo às expectativas presentes do consumidor em relação à qualidade de vida de futuras gerações. (CBCA, S.D)

Na busca pela sustentabilidade na construção civil, é essencial considerarmos todo o ciclo de vida da edificação, desde a concepção, até o final de sua vida útil. É preciso lidar com todas as etapas já na elaboração do projeto, trazendo soluções para responder de forma adequada aos importantes desafios ambientais, sociais e econômicos relacionados ao empreendimento. São questões amplas, que envolvem decisões desde a escolha da implantação às condições e custos de operação; a seleção dos materiais utilizados, a avaliação do impacto da obra em seu entorno e definições do conforto térmico, acústico e visual proporcionado aos usuários. Além disso, há a atenção com os aspectos sociais relacionados aos trabalhadores envolvidos ou à comunidade. É neste contexto que o aço revela todo o seu potencial para contribuir com o avanço da construção sustentável. (Portal Metálica, S.D)

#### **4.4 Vantagens**

O aço é usado na construção civil desde o século XVIII e possibilita que os profissionais da área criem projetos diferenciados, eficientes e de qualidade superior. As estruturas metálicas participaram ativamente da evolução do ser humano, proporcionando soluções para a locomoção, como pontes e trilhos de trem, implementos tecnológicos, ferramentas de todas as espécies e diversas outras construções importantes.

Atualmente, está presente em obras modernas e resistentes. Podem estar em locais calmos e até em ambientes que sofrem com terremotos e outros efeitos naturais. A utilização do aço na construção civil gera diversas vantagens que vão desde as edificações até o acabamento das obras. As estruturas metálicas demandam menos tempo de conclusão nas construções, menos desperdício de material e proporcionam o aumento da produtividade. (Galvaminas, 2021)

As estruturas de aço apresentam alta resistência do material nos diversos estados de tensão (tração), compressão e flexão. Os elementos em aço oferecem uma grande

margem de segurança no trabalho. Esse material é fabricado em oficina. É possível desmontar as estruturas e posteriormente montá-las em um outro local. O material em estoque ou que sobram das obras pode ser reaproveitado.

**Figura 7 - Obra com acabamento da estrutura diferenciada em aço inox**



**Fonte:** <https://www.mactab.com.br/post/obra-com-acabamento-da-estrutura-diferenciada-em-a%C3%A7o-inox>

#### **4.4.1 Não poluição do meio ambiente**

O aço é obtido a partir do minério de ferro, que é um dos elementos mais abundantes no planeta. Do processo de produção resulta um material homogêneo, que não libera substâncias que agredem o meio ambiente.

#### **4.4.2 Uso de coprodutos**

Os coprodutos resultantes da produção do aço também podem ser utilizados na construção civil. Os agregados siderúrgicos são usados na produção de cimento e podem ser empregados na pavimentação de vias, como lastro em ferrovias. Como a escória, um subproduto da fundição de minério para purificar metais. Pode ser considerada uma mistura de óxidos metálicos, mas também podem conter sulfitos metálicos e átomos de metais na sua forma elementar. As escórias são geralmente usadas como uma maneira de remover impurezas na fundição de metal. (Portal Metálica, S.D)

A escória possui várias aplicações comerciais depois de resfriada e solidificada e raramente é desprezada. É frequentemente reprocessada para separar quaisquer metais que possa conter. Os subprodutos deste processo podem ser usados em cimento, lastro para linhas de caminho de ferro e para fertilizante. A escória é constantemente empregada também para reforço de subleitos e sub-bases em obras de aterros e pavimentações. (NEVES, 2008 apud Votorantim, S.D)

#### **4.4.3 Economia de tempo na execução**

O aço permite maior velocidade da construção, visto que os componentes, na sua maioria, são produzidos fora do canteiro de obra. O tempo de construção é mais curto, minimizando os incômodos causados à vizinhança.

**Figura 8 - Obra com estruturas de aço**



Fonte: <https://www.telestruturasmetalicas.com.br/estrutura-aco-galpao>

#### **4.4.4 Economiza materiais e diminuição dos impactos**

O menor peso da estrutura em aço reduz as fundações e escavações, gerando menor retirada de terra que, conseqüentemente, diminui as viagens de caminhões para sua remoção e a necessidade de áreas para descarte.

#### **4.4.5 Maximização de iluminação natural com economia de energia**

A alta resistência do aço permite estruturas com vãos mais amplos. Telhados e fachadas leves e transparentes favorecem a iluminação natural e, conseqüentemente, a economia de energia elétrica.

#### **4.4.6 Durabilidade**

Existem diversas maneiras de proteção efetiva do aço contra corrosão, seja por meio de revestimento metálico ou pintura, ou ambos, que são cada vez mais aplicados diretamente às chapas ou à estrutura durante o processo de fabricação.



#### **4.4.7 Flexibilidade**

Edificações com estrutura em aço oferecem máxima liberdade ao empreendimento, tanto na fase de operação como em futuras adaptações. As construções podem ser facilmente modificadas ou ampliadas para se adaptarem a novos usos.

#### **4.4.8 Reciclagem**

O aço pode ser reciclado em sua totalidade sem perder nenhuma de suas qualidades. Devido a suas propriedades magnéticas, que não são encontradas em nenhum outro material, o aço é facilmente separado de outros materiais, possibilitando elevados índices de reciclagem. (Portal Metálica, S.D)

O processo de reciclagem do aço é relativamente simples. Primeiro é realizada uma triagem para separar possíveis impurezas. Depois é feita a classificação do aço, seleção e prensagem. Depois de prensado, o aço é enviado para uma usina siderúrgica que derreterá o material e o reaproveitará na produção do aço novo. (Grupo Aço Cearense, 2018)

#### **4.5 Desvantagens**

A principal desvantagem que pode ser destacada é o fato dos elementos do aço carbono serem suscetíveis a corrosão. Assim, o material requer uma cobertura com camadas de tinta. Vale lembrar que a estrutura de aço, quando exposta ao fogo, perde suas propriedades de resistência, o que torna uma grande desvantagem quanto ao seu uso.

#### 4.6 Características do aço

As principais propriedades do aço são grande maleabilidade e durabilidade, elasticidade, boa resistência e boa condutividade térmica. Além dessas propriedades importantes, a propriedade mais característica do aço inoxidável é a sua resistência à corrosão. (Total Matéria, S.D)

O Quadro 1 apresenta algumas propriedades dos aços, tais como a ductilidade, a tenacidade, a elasticidade e a plasticidade, com a caracterização de cada alguma destas propriedades.

**Quadro 1 - Propriedades do aço e suas características**

<b>Propriedades do aço e suas características</b>	
	<b>Características</b>
<b>Ductibilidade</b>	É a capacidade do material de se deformar plasticamente sem se romper. Nas estruturas metálicas, esta característica é de extrema importância pelo fato de permitir a redistribuição de tensões locais elevadas. Desse modo, as peças de aço sofrem grandes deformações antes de se romper, constituindo um aviso da presença de tais tensões. Além disso, a ductibilidade é uma propriedade que torna o aço resistente a choques bruscos.
<b>Tenacidade</b>	É a capacidade do material de absorver energia quando submetido à carga de impacto. É a energia total, elástica e plástica, absorvida pelo material por unidade de volume até a sua ruptura, representando a área total do diagrama tensão de formação. Logo, um material dúctil com a mesma resistência de um material frágil possui uma maior tenacidade, já que requer maior quantidade de energia para ser rompido.

<b>Elasticidade</b>	É a capacidade do material de voltar à forma original após sucessivos ciclos de carregamento e descarregamento. O aço sofre deformações devido ao efeito de tensões de tração ou de compressão. Tais deformações podem ser elásticas ou plásticas, devido à natureza cristalina dos metais através de planos de escorregamento ou de menor resistência no interior do reticulado. Os aços estruturais possuem um módulo de elasticidade da ordem de 205000 MPa, a uma temperatura de 20°C.
<b>Plasticidade</b>	É uma deformação definitiva provocada pelo efeito de tensões iguais ou superiores ao limite de escoamento do aço. Deve-se impedir que a tensão correspondente ao limite de escoamento seja atingida nas seções transversais das barras, como forma de limitar a sua deformação.

Fonte: Adaptado de Imianowsky, S.D.

#### 4.6.1 Processo de produção do aço

Basicamente, o aço é uma liga de ferro e carbono. O ferro é encontrado em toda crosta terrestre, fortemente associado ao oxigênio e à sílica. O minério de ferro é um óxido de ferro, misturado com areia fina.

O carbono é também relativamente abundante na natureza e pode ser encontrado sob diversas formas. Na siderurgia, usa-se carvão mineral, e em alguns casos, o carvão vegetal.

O carvão exerce duplo papel na fabricação do aço. Como combustível, permite alcançar altas temperaturas (cerca de 1.500° Celsius) necessárias à fusão do minério. Como redutor, associa-se ao oxigênio que se desprende do minério com a alta temperatura, deixando livre o ferro. O processo de remoção do oxigênio do ferro para

ligar-se ao carbono chama-se redução e ocorre dentro de um equipamento chamado alto forno.

Antes de serem levados ao alto forno, o minério e o carvão são previamente preparados para melhoria do rendimento e economia do processo. O minério é transformado em pelotas e o carvão é destilado, para obtenção do coque, dele se obtendo ainda subprodutos carboquímicos.

No processo de redução, o ferro se liquefaz e é chamado de ferro gusa ou ferro de primeira fusão. Impurezas como calcário, sílica etc. formam a escória, que é matéria-prima para a fabricação de cimento.

A etapa seguinte do processo é o refino. O ferro gusa é levado para a aciaria, ainda em estado líquido, para ser transformado em aço, mediante queima de impurezas e adições. O refino do aço se faz em fornos a oxigênio ou elétricos.

Finalmente, a terceira fase clássica do processo de fabricação do aço é a laminação. O aço, em processo de solidificação, é deformado mecanicamente e transformado em produtos siderúrgicos utilizados pela indústria de transformação, como chapas grossas e finas, bobinas, vergalhões, arames, perfilados, barras etc.

Com a evolução da tecnologia, as fases de redução, refino e laminação estão sendo reduzidas no tempo, assegurando maior velocidade na produção. (Gov.br, 2016)

#### **4.6.2 Classificação**

As usinas de aço do mundo inteiro classificam-se segundo o seu processo produtivo:

**Integradas:** que operam as três fases básicas: redução, refino e laminação; participam de todo o processo produtivo e produzem aço.

**Semi-integradas:** que operam duas fases: refino e laminação. Estas usinas partem de ferro gusa, ferro esponja ou sucata metálica adquiridas de terceiros para transformá-los em aço em aciarias elétricas e sua posterior laminação.

Além disso, em função dos produtos que preponderam em suas linhas de produção, as usinas também podem ser assim classificadas:

- De semi-acabados (placas, blocos e tarugos)
- De planos aços carbono (chapas e bobinas)
- De planos aços especiais / ligados (chapas e bobinas)
- De longos aços carbono (barras, perfis, fio máquina, vergalhões, arames e tubos sem costura)
- De longos aços especiais / ligados (barras, fio-máquina, arames e tubos sem costura)
- Existem ainda unidades produtoras chamadas de não integradas, que operam apenas uma fase do processo: processamento (laminação ou trefilas) ou redução.

A Metalurgia é uma divisão da seção das Indústrias de Transformação. É nessa atividade econômica que ocorre a conversão de minérios ferrosos e não-ferrosos em produtos metalúrgicos e produtos intermediários do processo.

A Siderurgia, setor no qual ocorre a fabricação do aço em forma de semi-acabados, laminados, relaminados, trefilados e tubos, é classificada como um grupo específico na divisão de metalurgia, seção na qual estão inseridas outras atividades correlatas. (Gov.br, 2016)

#### **4.7 Aplicação**

As estruturas metálicas podem ser utilizadas tanto em shoppings, galpões e prédios de múltiplos andares quanto em pontes, viadutos e prédios cujo concreto não atenderia a necessidade. Essa variada possibilidade de aplicação se dá em consequência da maior flexibilidade que o aço apresenta. (NOGUEIRA, 2019)

O material também tem sido muito empregado como substituto da madeira e do concreto em algumas estruturas. Mas ele também pode ser utilizado como material complementar, sendo compatível com outras formas de estrutura. Enquanto no concreto, em geral, trabalha-se com vãos de 4 ou 5 metros, no aço trabalha-se com o dobro. (NOGUEIRA, 2019)

### **4.7.1 Cuidados**

É possível que as estruturas sejam derrubadas pelo vento se não forem contraventadas corretamente.

É importante analisar a possibilidade de abalos sísmicos e incêndios, pois o aço apresenta redução em sua resistência a temperaturas superiores a 500°C. Para proteger a estrutura contra incêndios, existem pinturas intumescente, argamassas compostas por lãs minerais, fibras cerâmicas, vermiculita expandida etc. (NOGUEIRA, 2018)

### **4.7.2 Corrosão**

Pinturas específicas servem como proteção para criar barreiras ou camadas contra os agentes externos na superfície do metal, recebendo o nome de inibidores, eliminando o processo de corrosão. (Grupo Aço Cearense, 2017)

Os aços ligados (ligas de aço) são inoxidáveis, pois são obtidos a partir da adição de níquel e cromo, criando uma camada muito fina de corrosão, prevenindo que ocorra de forma profunda. O aço inox possui grande durabilidade, no entanto é limitado ao uso de cloro e salinidade. (Grupo Aço Cearense, 2017)

O aço galvanizado é aquele que possui uma camada de zinco sobre sua superfície, servindo como uma camada de sacrifício. Já o galvalume é uma liga de alumínio, zinco e silício. Ele tem como grande vantagem a resistência à corrosão em ambientes atmosféricos abertos, sendo ideal na construção de telhados. (Grupo Aço Cearense, 2017)

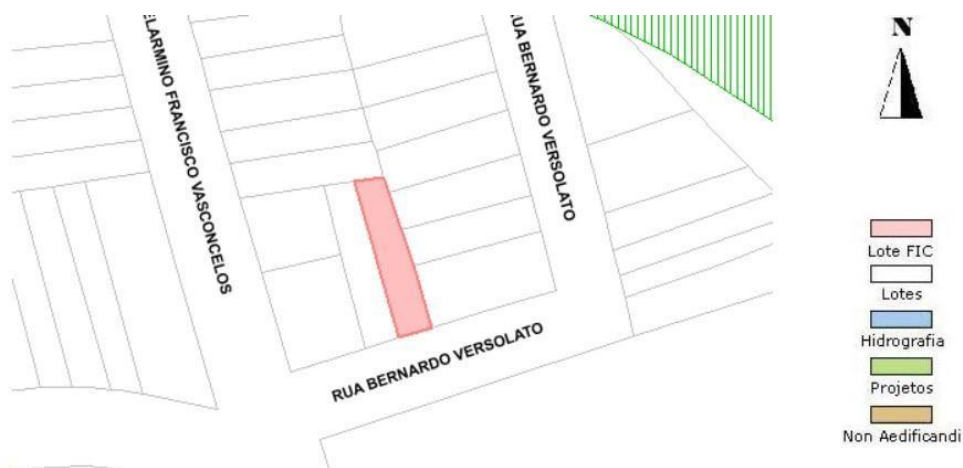
Evitar que o metal acumule água nas junções. Uma opção é criar quebras nas conexões para drenagem.

## 5 PROJETO

O presente estudo apresenta uma residência de dois pavimentos de 80m<sup>2</sup>, obedecendo assim as normas de responsabilidade técnica.

**Local:** Rua Bernardo Versolato, 10 Vila Baeta Neves, São Bernardo do Campo - SP  
CEP: 09760-745.

**Figura 9 - Localização do terreno**



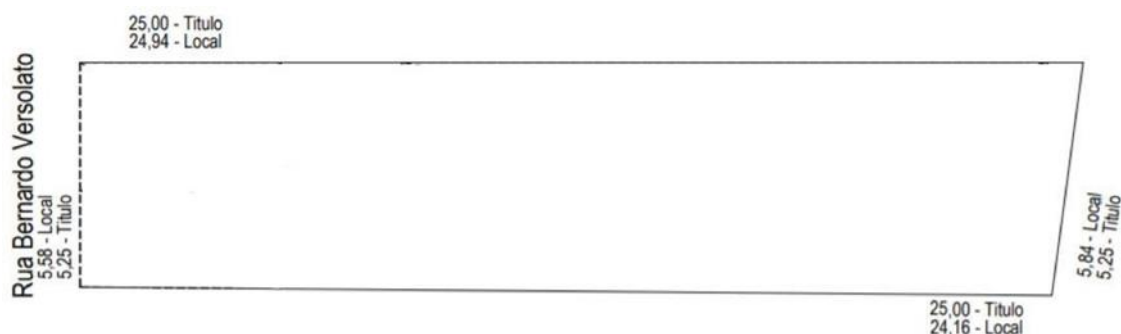
Fonte: SBCGeo.

**Figura 10 - Localização (imagem via satélite)**



Fonte: Google Maps

**Figura 11 - Terreno de 140,22 m<sup>2</sup>, formato retangular**



**Fonte:** Os autores

**Proprietário:** Maycon de Freitas Gama

**TEL:** (11) 98030-2721.

**Local:** Rua Bernardo Versolato, 10 Vila Baeta Neves, São Bernardo do Campo - SP

**CEP:** 09760-745.

## 5.1 Programa Residencial

A construção consiste numa residência de dois pavimentos, para uma família pequena. Com a utilização do aço em sua construção, a casa é apresentada como uma alternativa sustentável.

O terreno está situado em São Bernardo do Campo, São Paulo. O terreno tem formato retangular, medindo 140,22 m<sup>2</sup>. Cada pavimento ocupa 65,88 m<sup>2</sup>, além de constar uma garagem em frente à residência.

### 5.1.1 Pavimento Térreo

O pavimento térreo consiste em áreas de uso familiar geral. A entrada da residência é pela sala de estar, com um corredor de acesso às demais áreas. Dessa maneira, facilita o deslocamento dos moradores entre os cômodos. Há também uma abertura



da área de serviço para área permeável do terreno. Uma escada em U foi projetada para acesso entre os pavimentos.

**Sala:** Acessado pela porta principal da residência. Com 16,46 m<sup>2</sup>, o espaço é mobiliado com sofás e TV para lazer e dá acesso aos demais cômodos da casa a partir da entrada da área de circulação.

**Banheiro 1:** A área de 3,33 m<sup>2</sup> contém as peças hidráulicas principais, como chuveiro, lavatório e vaso sanitário, visando atender as necessidades seja de visitantes ou os próprios moradores.

**Escada:** Com 15 degraus e formato em U, a escada permite o acesso ao pavimento superior.

**Sala de Jantar:** Comporta uma mesa com cadeiras, para melhor recepção de convidados. A área de 10,27 m<sup>2</sup> é aberta para a área de circulação e dá acesso à escada.

**Cozinha:** Com um espaço de 6,99 m<sup>2</sup>, a cozinha está equipada com eletrodomésticos e uma pia, para atender as necessidades dos moradores.

**Área de Serviço:** Com uma ampla área de 7,08 m<sup>2</sup>, dá acesso a área externa pela sua abertura.

### 5.1.2 Pavimento Superior

O pavimento superior é acessado pela escada. Comporta os dormitórios da casa e banheiros de uso restrito dos residentes, com uma pequena área de circulação. A suíte da residência permite o acesso a uma varanda.

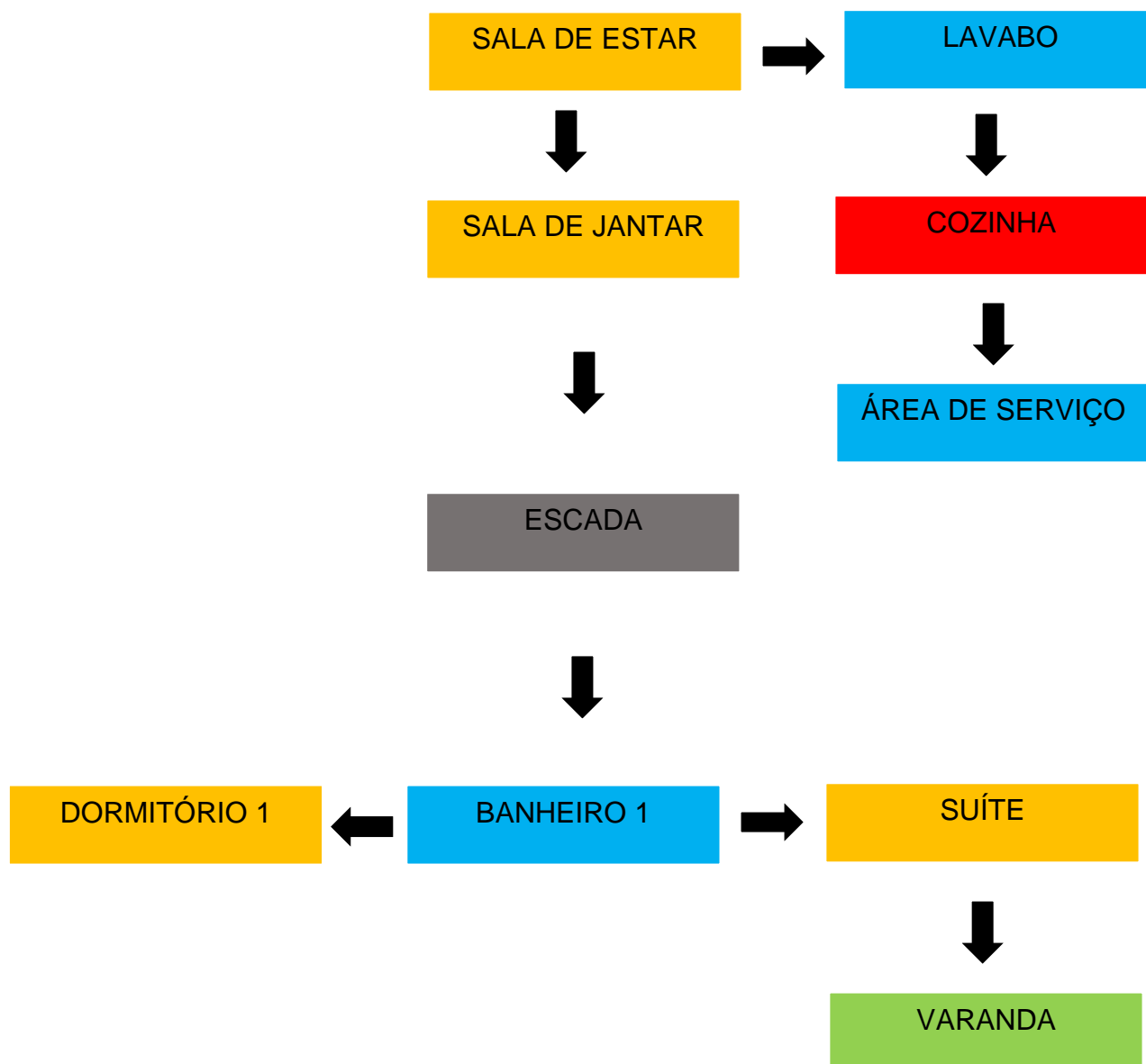
**Dormitório 1:** Dormitório de solteiro, de 15,13 m<sup>2</sup>.

**Banheiro 2:** O banheiro de 3,24 m<sup>2</sup> é projetado com as peças hidráulicas indispensáveis. Tem fácil acesso tanto para os dormitórios quanto para quem vem do pavimento térreo.

**Suíte:** Possui 12,97 m<sup>2</sup> e integra um espaço para o casal e um banheiro completo de 3,24 m<sup>2</sup>, além de uma varanda com acesso exclusivo pela suíte.

**Varanda:** Um espaço para lazer e descanso de 4,97 m<sup>2</sup>. Área coberta com mureta de vidro, a varanda tem vista para a rua.

### 5.1.3 Fluxograma Residencial



## **5.2 Memorial Descritivo**

Especificações técnicas para a construção de uma unidade residência de dois pavimentos com 65,88 m<sup>2</sup> de área construída no pavimento térreo, contendo os cômodos: sala de estar, sala de jantar, cozinha, área de serviço e banheiro no pavimento térreo, enquanto no pavimento superior acessado por uma escada, contém um dormitório, banheiro, uma suíte e uma varanda de acesso exclusivo pela suíte. Todos os serviços serão executados segundo as Normas técnicas e especificações. O projeto, a execução e a fiscalização da obra deverão ter profissionais como responsáveis técnicos, regularmente inscritos e em dia com o CREA. O projeto, a execução e a fiscalização deverão ser registrados no CREA e demais órgãos necessários à legalização da obra.

### **5.2.1 Serviços Preliminares**

#### **5.2.1.1 Placa da Obra**

Será fixada uma placa de identificação confeccionada em material resistente às intempéries, com informações relativas à obra e cores padrão CAIXA. A placa deverá ser instalada em local de fácil visibilidade.

#### **5.2.1.2 Limpeza Manual e Regularização do Terreno**

A limpeza do terreno compreenderá os serviços de capina e remoção do entulho em todo o lote. A vegetação de médio e grande porte existente no terreno que estiver fora da projeção da construção deve ser mantida, conforme o que preconiza a Política Ambiental Corporativa da CAIXA.

## **5.2.2 Infraestrutura**

### **5.2.2.1 Locação da obra**

A locação da obra deverá ser executada conforme projeto aprovado, utilizando instrumentos e métodos adequados.

A demarcação será feita pelo método de gabarito. O gabarito será executado em madeira, envolvendo todo o perímetro da obra. As tábuas que compõem esses quadros precisam ser niveladas, alinhadas, aprumadas, bem como fixadas em barrotes (3"x3") e travadas para resistirem à tensão dos fios de demarcação sem oscilar ou deslocar da posição correta.

### **5.2.2.2 Escavações, contenções e aterro**

As escavações serão executadas manualmente com a utilização de ferramentas apropriadas em toda a área de abrangência da edificação, após isto, será executada alvenaria de contenção de 1 vez em todo o perímetro do radier para contenção do aterro, que deverá ser devidamente apiloado.

### **5.2.2.3 Radier de concreto armado**

Sobre a alvenaria de contenção e o aterro será executado *radier* de concreto 25 Mpa, com 10 cm de espessura, armado com trama de aço CA 60 de Ø 5,0mm e espaçamento de 15x15cm. Serão utilizadas formas de madeira como contenções laterais, devidamente alinhadas, aprumadas e niveladas, definindo assim a sua forma.

#### **5.2.2.4 Aterro apilado**

O aterro deverá ser executado com material selecionado, preferencialmente argiloso, isento de matéria orgânica, disposto em camadas sucessivas de no máximo 20 cm (material solto), devidamente umidificado, homogeneizado, regularizado e apilado com maço de 20 kg, a fim de serem evitados recalques posteriores.

#### **5.2.3 Estruturas Metálicas**

Serão incorporadas estruturas metálicas, de acordo com o projeto, com a finalidade de substituir a alvenaria convencional.

Será constituído por estruturas de peças em aço, de acordo com as normas regulamentadoras e de acordo com as especificações do projeto. Dentre as estruturas metálicas, incluem as vigas, periféricas e secundárias e os montantes para a instalação do *drywall*.

#### **5.2.4 Drywall**

O sistema estrutural irá compor, além do uso do aço, o método construtivo *drywall*, utilizando painéis e chapas de gesso dos lados externos e internos.

As placas de *drywall* têm espessura de 9mm e medem 1,2m x 3,0m e possuem resistência a umidade.

#### **5.2.5 Cobertura**

##### **5.2.5.1 Telhas de cerâmica de 5mm de espessura**

A cobertura será executada empregando telhas cerâmicas de 10 cm, com 45% de inclinação, apoiadas sobre a laje do pavimento superior.

### **5.2.5.2 Forro**

Será fixado forro de PVC em todos os cômodos, com exceção da varanda.

## **5.2.6 Pavimentação**

### **5.2.6.1 Piso cimentado**

Sobre o *radier*, em toda a área interna da edificação, será executado o piso cimentado com argamassa de cimento e areia média lavada no traço 1:4, com espessura de 2 cm e acabamento liso (desempenado com régua e alisado a colher).

## **5.2.7 Revestimento**

### **5.2.7.1 Chapisco**

O chapisco será executado com argamassa de cimento e areia lavada (granulometria média ou grossa) no traço volumétrico 1:3, com espessura média de 5mm. A argamassa deverá ser lançada energeticamente sobre a superfície a ser chapiscada. As superfícies a serem chapiscadas deverão ser previamente molhadas, de forma a evitar a absorção da água necessária à cura da argamassa. Serão chapiscadas todas as paredes externas da edificação e as paredes internas da cozinha e banheiro, e a parede externa de contenção do aterro.

### **5.2.7.2 Reboco**

O reboco paulista somente poderá ser iniciado após a completa pega do chapisco. O revestimento será executado nas mesmas paredes do chapisco, com exceção da

parede do aterro, utilizando argamassa de cimento arenoso no traço 1:6, atingindo espessura final de 1,5 cm e a sua aplicação deverá ser feita sobre a superfície chapiscada previamente umedecida. Deverão ser utilizadas balizas nas superfícies a serem rebocadas, visando manter a espessura uniforme e o prumo perfeito. Após o lançamento da argamassa, a superfície será desempenada com régua de madeira ou alumínio e alisada com desempenadeira e espuma, para que o acabamento final seja liso.

### **5.2.7.3 Reboco (barra lisa)**

O reboco das paredes internas do banheiro, cozinha e área de serviço será impermeável, do tipo barra lisa, que consiste no mesmo processo descrito acima, sendo que sobre a superfície “verde” lança-se o cimento (pó) quando se obtém o alisamento com a desempenadeira.

## **5.2.8 Esquadrias**

### **5.2.8.1 Portas**

Serão instaladas portas externas de madeira de lei (tatajuba, maçaranduba ou jatobá) e as internas do tipo prancheta, lisa, conforme dimensões de projeto. As portas serão dotadas de caixilhos, batentes, alisares, três dobradiças de latão cromado 3x3” e fechadura cromada de sobrepôr. Será instalado um portão basculante na entrada do terreno, de acordo com o projeto.

### **5.2.8.2 Janelas**

Serão instaladas janelas metálicas com venezianas e janelas maxim ar, nas posições indicadas no projeto.

## **5.2.9 Pintura**

### **5.2.9.1 Paredes**

Serão executadas duas demãos de tinta P.V.A. nas paredes da edificação externa e internamente, segundo os procedimentos a seguir:

- correção de pequenas imperfeições do reboco com lixa;
- limpeza das superfícies das paredes;
- aplicação de duas demãos de tinta como indicado pelo fabricante. O intervalo de tempo de espera entre as demãos deverá ser de 48 horas.

### **5.2.10 Instalações hidráulicas**

A execução dos serviços deverá atender às prescrições contidas nas normas da ABNT, as especificações e projeto específico, além das recomendações e prescrições dos fabricantes para os diversos materiais.

Na execução dos serviços serão utilizados materiais que ofereçam garantia de bom funcionamento além de mão de obra capacitada. Os tubos e conexões serão em PVC soldável linha predial. O abastecimento de água será feito através da rede pública, através de ligação domiciliar ligada ao reservatório (250 litros). A rede de distribuição da residência deverá ser executada conforme projeto hidráulico específico.

### **5.2.11 Instalações sanitárias**

A execução dos serviços deverá atender às prescrições contidas nas normas da ABNT e ao projeto específico, além das recomendações e prescrições dos fabricantes para os diversos materiais.



Na execução dos serviços serão utilizados materiais que ofereçam garantia de bom funcionamento além de mão de obra capacitada.

As instalações de esgoto deverão obedecer às seguintes prescrições:

- a) Facilidade de inspeção;
- b) Declividade contínua e alinhamentos perfeitos;
- c) As ligações entre segmentos de tubulação deverão ocorrer nas caixas ou através de peças especiais;

As tubulações e conexões serão em PVC para esgoto, soldável, obedecendo aos diâmetros especificados em projeto.

A casa terá uma caixa de sabão, uma caixa de gordura e uma caixa de inspeção construídas em alvenaria com tampa de concreto removível.

A destinação final dos esgotos será do tipo individual, com a construção de uma fossa e um sumidouro em cada unidade habitacional, cujas dimensões estão definidas em projeto específico.

A fossa será construída com tijolos cerâmicos assentados sobre lastro de seixo, utilizando argamassa de cimento e areia no traço 1:4. As paredes e o fundo serão revestidos com argamassa de cimento e areia traço 1:4, espessura 2 cm. A fossa será fechada com tampa de concreto armado, conforme dimensões de projeto.

O sumidouro poderá ser executado em alvenaria de tijolo 1 vez, tipo colmeia ou em tubos de concreto perfurados, com diâmetro definido em projeto.

### **5.2.12 Instalações elétricas**

A casa terá instalações elétricas, executadas com materiais de qualidade e por profissional tecnicamente habilitado, conforme projeto específico e esclarecimentos abaixo:

- Quadro de medição: Será instalado um quadro de medição monofásico, com um disjuntor cuja derivação alimentará o quadro de distribuição interno da casa.
- Eletrodutos: Serão instalados conforme projeto elétrico.

- Enfição: Toda a enfição será executada com fio rígido conforme projeto, contida em eletrodutos embutidos na parede ou piso. Nos trechos aéreos (cobertura) os fios serão fixados em cleats de PVC fixos diretamente no madeiramento.
- Tomadas, interruptores e pontos de luz: Serão embutidos e instalados conforme posição e quantidades previstas no projeto elétrico.

### **5.2.13 Louças, metais e acessórios**

Nesta casa serão instalados os seguintes materiais:

- 01 reservatório de fibra de vidro (250 litros)
- 03 bacias sifonadas de louça branca com caixa de descarga de sobrepor
- 03 lavatórios de louça branca
- 01 pia de cozinha de fibra, com torneira metálica
- 01 tanque de lavar com torneira plástica
- 03 chuveiros em PVC com registro de pressão
- 06 cabides de louça branca
- 03 porta-papéis de louça branca
- 03 saboneteiras de louça branca

### **5.2.14 Diversos**

#### **5.2.14.1 Limpeza final da obra**

Ao término dos serviços, serão feitas a limpeza da obra, com remoção de todo o entulho resultante da construção, limpeza de piso, esquadrias, louças e ferragens.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo abordado possibilitou melhor compreensão da importância deste material às obras, expondo resultados, benefícios e vantagens dele na construção civil, assim, denotando modos de execução e apresentando exemplos de seu uso neste campo.

O projeto alcançou o objetivo de apresentar uma residência utilizando o aço em sua construção. A partir dos estudos dos usos, aplicações e possíveis problemas, pode-se evitar os impactos nas estruturas. Os estudos apontam os desgastes do material, como também suas propriedades, o que auxilia o processo de desenvolvimento do projeto.

Contudo, todo o referencial teórico formaliza a capacidade do aço em suas diversas aplicações, visto os exemplos de construções por meio desse sistema desde o século XVIII, além do projeto residencial acrescentar e afirmar a proposta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS, Duann Rennê Ferreira. A Importância Do Aço Na Construção. **Núcleo do Conhecimento**, 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/aco-na-construcao>. Acesso em: 18 nov. 2020.

A utilização do aço na construção civil. **Instituto de Engenharia**, 2015. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2015/10/06/a-utilizacao-do-aco-na-construcao-civil/>. Acesso em: 18 nov. 2020.

MATHEUS, Lucas. A utilização do aço na construção civil. **Fórum da Construção**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=19&Cod=1958>. Acesso em: 7 dez. 2020.

O sucesso do aço na construção civil. **Centro Brasileiro da Construção em Aço**, 2021. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticia/o-sucesso-do-aco-na-construcao-civil>. Acesso em: 11 fev. 2021.

Construção em Aço e Sustentabilidade. **Centro Brasileiro da Construção em Aço**. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/vantagens-e-sustentabilidade.php>. Acesso em: 11 fev. 2021.

Vantagens do aço na construção civil. **Galvaminas**. Disponível em: <https://www.galvaminas.com.br/blog/vantagens-do-aco-na-construcao-civil/>. Acesso em: 11 fev. 2021.

O aço na construção da sustentabilidade. **Portal Metálica**. Disponível em: <https://metalica.com.br/o-aco-na-construcao-da-sustentabilidade-2/>. Acesso em: 3 mar. 2021.

Aço. **Gov.br**, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/mdic/comercio-exterior/metarlurgia-e-siderurgia-2>. Acesso em: 15 mar. 2021.

Curiosidades sobre a reciclagem do aço. **Grupo Aço Cearense**, 2018. Disponível em: <https://www.grupoacocearense.com.br/blog/gestao/fique-por-dentro-4-curiosidades-sobre-a-reciclagem-do-aco/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

Propriedades do aço. **Total Matéria**. Disponível em: <https://www.totalmatéria.com/page.aspx?ID=propriedadesdoaco&LN=PT>. Acesso em: 15 mar. 2021.

MONTEIRO, Rodolfo. Acompanhamento e análise de produção de perfis de aço formados a frio. **Jus.com.br**, 2019. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/73084/acompanhamento-e-analise-de-producao-de-perfis-de-aco-formados-a-frio>. Acesso em: 03 set. 2021.

NOGUEIRA, Gilcimar. Conheça 9 benefícios das estruturas metálicas na construção civil. **Blog Hard**, 2019. Disponível em: <https://blog.hard.com.br/conheca-9-beneficios-das-estruturas-metalicas-na-construcao-civil/>. Acesso em: 05 set. 2021.

Corrosão do aço: entenda como acontece e o que é feito para evitar. **Grupo Aço Cearense**, 2017. Disponível em: <https://www.grupoacocearense.com.br/blog/abrindo-o-negocio/corrosao-do-aco-entenda-como-acontece-e-o-que-e-feito-para-evitar-2/?setlang=no>. Acesso em: 05 set. 2021.

Vigas de Aço. **Braganfer**, 2018. Disponível em: <https://www.braganfer.com.br/vigas-aco>. Acesso em: 04 set. 2021.

NEVES, Marcelle De Souza. **Aproveitamento da escória de aciaria nas indústrias**. 2008. 37 f. Monografia (Tecnologia em Processos Metalúrgicos) – UEZO, Rio de Janeiro.

TEOBALDO, Izabela Naves Coelho. **Estudo do aço como objeto de reforço estrutural em edificações antigas**. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

IMIANOWSKY, Guilherme Wanka. **Os principais aços carbono utilizados na construção civil**. 21 f. Monografia (Acadêmico do curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Brusque) – UNIFEBE, Santa Catarina.