**1 INTRODUÇÃO**

A utilização de estruturas de aço como tecnologia construtiva tem-se destacado nos últimos anos devido às vantagens que tem apresentado em relação a outros sistemas construtivos. No Brasil, o uso desse tipo de estrutura em edificações iniciou-se no final do século XIX e início do século XX, e tem se expandido até os dias atuais, com o uso do aço, principalmente em edificações habitacionais, de usos comerciais e de serviços, como coberturas, postos de gasolina, galpões, supermercados, terminais rodoviários, ginásios poliesportivos, habitações de interesse social, dentre outros.

Com o crescimento da indústria da construção civil, o método construtivo em aço tem ganhado visibilidade em todo o território nacional, desde as grandes metrópoles até as cidades pequenas, sendo cada vez mais usado em variadas obras, com função estrutural ou não, por apresentar características significativas que eliminam limitações que outros sistemas construtivos possuem, possibilitando a elaboração de projetos mais sofisticados com liberdade de criação.

Entretanto, apesar da crescente busca por sistemas mais eficientes e processos mais racionalizados, como o método construtivo em aço, as construções consideradas convencionais, executadas com estruturas de concreto e alvenaria, ainda prevalecem sobre os sistemas mais modernos, tendo como característica o uso intensivo de mão de obra, principalmente de baixa qualificação. Mesmo recentemente, este conservadorismo se mantém reforçado com a influência dos paradigmas e preconceitos em relação a utilização de outras técnicas construtivas, por falta de conhecimento de sua utilização, insuficiência de mão de obra qualificada e equipamentos, principalmente em cidades pequenas.

Como exemplo, cita-se a cidade de Pavão (MG), em que é perceptível o número maior de edificações feitas com sistemas convencionais, uma desproporcionalidade em relação às edificações feitas com estruturas em aço, que na sua maioria são do setor público ou comercial, porém aos poucos nota-se o surgimento dessa matéria prima em habitações, especificamente nos elementos de coberturas.

O estudo que será apresentado desenvolve uma importante temática com grande visibilidade no cenário atual e relevante na formação do graduando em Engenharia Civil.

O tema mostra-se em perfeita sintonia como conceito de desenvolvimento ambiental sustentável. A solução em aço é considerada uma das mais sustentáveis, entre todos os sistemas, por utilizar tecnologia limpa, reduz os impactos ambientais, não produz resíduos e seus derivados são totalmente reutilizáveis. Sem contar que o aço apresenta vida útil longa e um elevado potencial de reciclagem sem perder suas qualidades. Atualmente, o uso da estrutura metálica como uma alternativa para a habitação de interesse social se constitui uma realidade, devido suas qualidades técnicas e custos apropriados.

A presente pesquisa classifica-se como levantamento de dados, realizada por meio de entrevistas e aplicação de questionários, onde buscou-se um levantamento das edificações privadas na cidade de Pavão, que possuem o aço em sua estrutura, seja de caráter estrutural ou não, a exemplo dos telhados e faixadas, com objetivo de compreender os motivos os quais levaram os proprietários a optarem pela utilização do método construtivo em análise.

**2 REFERENCIAL TEÓRICO**

**2.1 Construção histórica do aço**

A história da produção do ferro, principal matéria prima do aço, é muito antiga. Desde a mais remota antiguidade, tem-se notícia da utilização de artefatos de ferro.

Seu início deu-se pela descoberta do cobre, que se mostrava altamente dúctil, capaz de deformar - se sob a ação de cargas, porém esse material era mole demais para que com ele se fabricasse instrumentos úteis, uma vez que possuíam necessidades de coisas brutas (CANTUSIO NETO, 2008).

Segundo Braga (1998), com o tempo houve o surgimento da primeira liga, que foi possível com o aperfeiçoamento das técnicas de modelagem e de fusão, o *cobre arsênico*, porém logo teve que ser substituído por ser um composto venenoso. Então, descobriu-se o bronze, fruto da adição de pequenas proporções de estanho ao cobre, formando uma liga mais usual e mais resistente do que o cobre puro. Este composto possibilitou ao homem modelar uma multidão de novos e melhores utensílios: vasos, serras, escudos, machados, trombetas, sinos e outros. Quase no mesmo período, o homem aprimorou suas técnicas e aprendeu a fundir o chumbo, o ouro e a prata.

E com os avanços das técnicas e a necessidade de melhoria dos instrumentos, passou a ser utilizado o ferro primitivo, classificado nos dias atuais como ferro forjado (CANTUSIO NETO, 2008).

O engenheiro civil, David Maciel complementa essa narrativa afirmando:

Desde tempos pré-históricos que os utensílios de ferro têm vindo a ser usados: descobriram-se mesmo alguns em explorações arqueológicas na pirâmide de Gizé, no Egito, que têm provavelmente 5000 anos de idade; na China julga-se que a utilização do aço remonta a 2550 a.C. Também nos é indicado pelos poetas védicos que os seus antepassados pré-históricos possuíam o ferro, e que os seus artesãos já tinham adquirido técnica considerável na transformação de ferro em utensílios (MACIEL, 2006, p.06).

Com o tempo, o homem foi aperfeiçoando suas práticas com o fogo, elevando sua temperatura, soprando-o com o auxílio de um fole e construía fornos resistentes com tijolos. Dessa maneira, como resultado surgia-se o aço, composto da fusão do minério de ferro com uma grande quantidade abusiva de carvão vegetal ou derretendo ferro maleável com carvão vegetal e cozinhando o conjunto durante vários dias, até que o ferro realizasse a absorção suficiente do carvão para se transformar em aço. Como era um processo custoso e incerto, o aço permaneceu por muitos anos um metal escasso e dispendioso, empregado apenas em peças de grande importância como as lâminas das espadas (CESAR, 2008).

Braga (1998) cita, que segundo alguns especialistas, por volta do século IV d.C., fundidores hindus conseguiram moldar alguns pilares de ferro que depois de algum tempo tornaram-se famosos. Um deles, ainda existe em Dheli, é composto de ferro forjado, possui mais de sete metros de altura e meio metro abaixo do solo, com diâmetro variado entre quarenta centímetros na base a pouco mais de trinta centímetros no topo e com peso superior à seis toneladas.

Após a queda do império romano, desenvolveu-se a Forja Catalã na Espanha, na qual teve o total domínio do processo de obtenção de ferro e aço durante a Idade Média, expandindo-se especialmente pela Alemanha, Inglaterra e França. (CESAR, 2008). Nesse período, a obtenção do ferro era mediante uma massa pastosa que podia ser moldada através da utilização de martelo, diferente de hoje, em que o mineral é derretido e o líquido se escoa para um molde.

De acordo com Cesar (2008, p.188), “o fim da Idade Média que prepara a Europa moderna pela extensão do maquinismo, é também testemunha das primeiras intervenções do capitalismo no esforço para a produção industrial.”

Essa evolução é acompanhada por grandes progressos técnicos, especialmente no que se refere aos transportes marítimos e, um impulso semelhante se observa no progresso da metalurgia. A força hidráulica foi aplicada aos foles das forjas, assim obtendo uma temperatura mais elevada e regular, e com a carburação mais ativa deu-se a fundição, correndo na base do forno o ferro fundido susceptível de fornecer peças moldadas. O forno, que a partir de então se pôde ampliar, transformou-se em forno de fole e, em seguida, em alto-forno (CANTUSIO NETO, 2008, p.02).

Para Cesar (2008), o progresso mais importante da indústria siderúrgica foi a invenção do alto-forno. O primeiro foi construído no século XV, provavelmente na Renânia, região da atual Alemanha. O alto-forno a carvão vegetal surgiu, segundo historiadores, por volta de 1630; o primeiro laminador remonta aproximadamente ao ano de 1700.

Entretanto, o desenvolvimento da siderurgia impulsionou-se com o surgimento da tração a vapor e das ferrovias, a primeira inaugurada em 1827 “[...] O rápido desenvolvimento dos métodos de refinação e de trabalho do ferro abriu caminho a novas utilizações do metal e à construção de máquinas industriais” (CANTUSIO NETO, 2008, p.03).

A expansão da Revolução Industrial modificou totalmente a metalurgia e o mundo. O uso de máquinas a vapor para injeção de ar no alto-forno, laminares, tornos mecânicos e o aumento da produção, transformaram o ferro e o aço no mais importante material de construção (CESAR, 2008, p.189)

Em 1779, edificou-se a primeira ponte de ferro, com vão de 30 m, na cidade de Coalbrookdale, na Inglaterra. Já em 1787 foi construído o primeiro barco de chapas de ferro e outras inovações. No ano de 1830, entra em operação a ferrovia Liverpool-Manchester, com a laminação dos primeiros trilhos de trem (CLARO, 2009). Desde então, as ferrovias, foram as principais contribuições para a expansão das atividades das metalurgias.

Em termos de obras notáveis de estrutura metálica destacam-se a fábrica de algodão em Salford, perto de Manchester, primeiro edifício industrial em ferro, construído em 1801 com sete pavimentos; a Britannia Bridge (Inglaterra), construída em 1850 em viga caixão com 300 m de vão com ponte a cabo; o Palácio de Cristal (Londres), construído para albergar a Grande Exposição de 1851, a Brooklin Bridge (Nova Iorque), construída em 1883, e a Torre Eiffel (Paris), construída em 1889 e com 312m de altura. Mais tarde surge o Empire State Building (Nova Iorque), construído em 1933 e com 380m de altura, a Golden Gate Bridge (São Francisco), construída em 1937, e o World Trade Center (Nova Iorque), construído em 1972 e com 410m de altura (110 andares) (CLARO, 2009).

Na década de 1880-1890, O Estados Unidos tornou-se o maior produtor de altos-fornos do mundo e, antes de 1900, sua produção de aço já ultrapassava as demais no mundo. [...] Atualmente atinge, algo em torno de setecentos milhões de toneladas de aços das mais diversas qualidades e propriedades mecânicas, sob a forma de perfis, chapas, barras, tubos, trilhos etc (BRAGA, 1998).

**2.2 Histórico do aço no Brasil**

No Brasil, as primeiras obras em estruturas metálicas, originou-se, assim como nos demais países do mundo, a partir das estradas de ferro, porém a matéria-prima sempre foi importada e cara. Segundo Teobaldo (2004), a introdução das ferrovias e do transporte fluvial possibilitaram o uso das primeiras estruturas pré-fabricadas no país.

Cantusio Neto (2008) mostra, que em outubro de 1888, chegou no Rio de Janeiro, a estação ferroviária montada na cidade de Bananal. Entre os anos de 1895 e 1901 foi edificada a estação ferroviária, conhecida como estação da Luz na cidade de São Paulo/SP. Em meados de 1875 foi inaugurado o Mercado de São José, no Recife; com arquitetura em ferro típica do séc. XIX. Em 1901 inaugurou-se o Mercado do Peixe, em Belém, por muito tempo conhecido como o Mercado de Ferro.

Os primeiros edifícios e pontes em estrutura metálica surgiram em coincidência com os tratados políticos-comerciais entre Brasil e Inglaterra. “No entanto, a dificuldade da importação devido à Primeira Guerra Mundial causou grandes alterações na construção civil, que ressurge mais tarde tendo como principal fornecedor os Estados Unidos” (TEOBALDO, 2004, p.08).

Foi na década de 20, que o Brasil começou realmente a desenvolver a utilização do aço, com a criação da Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, aumentando consideravelmente a produção de gusa no país, mas limitando-se ainda à fabricação de perfis leves de pequenas dimensões, adequados à execução de coberturas e componentes secundários. “Nesta mesma década, juntamente com a produção de outras pequenas fundições, a produção de aço no Brasil atingiu cerca de 35 mil toneladas. No final da década, já alcançava a casa de 96 mil toneladas” (SCARPARI, 2009, p.15).

Cantusio Neto (2008) explica que a primeira corrida de aço em uma usina siderúrgica integrada de grande porte, no Brasil, deu-se em 1946, na Usina Presidente Vargas, da Companhia Siderúrgica Nacional - CSN, em Volta Redonda/RJ. Por aquele período, os produtos importados, tais como trilhos e perfis laminados, encontravam dificuldades na sua comercialização. Diante disso, após pesquisas de mercado, a United States Steel - USS, empresa norte-americana fabricante de aço e fornecedora de estruturas metálicas, propôs que a CSN instalasse uma fábrica de estruturas com o objetivo de consumir a produção de laminados e de incentivar o seu uso. Desta forma, foi fundada, a partir de 1953, a Fábrica de Estruturas Metálicas - FEM, criando uma tecnologia brasileira da construção metálica.

Em 1957, foi construído no país o Edifício Garagem América, primeira construção de múltiplos pavimentos de estrutura em aço, com tecnologia nacional. Situado em São Paulo, com 15 pavimentos, ele possui estrutura aparente em uma das fachadas, diferentemente do que foi proposto pelo arquiteto em seu projeto original (BANDEIRA, 2008).

Segundo Teobaldo (2004) a partir da década de 50 várias siderúrgicas foram expandidas, tais como a CSN e Belgo Mineira. Nos anos 60, são criadas a Cosipa, a Usiminas e a Mannesmann. As implantações da indústria automobilística e de construção naval tiveram fundamental importância para a aplicação do aço, já que estas são as duas grandes consumidoras dos produtos siderúrgicos. Na década de 70, há a consolidação da siderurgia no país, diminuindo consideravelmente as importações de produtos siderúrgicos, possibilitando modernização da produção e exportação do aço, além de consequente aumento de produtos para o segmento da construção civil.

Sendo assim, a utilização das estruturas de aço começou a impulsionar no país somente no final da década de 50 usada basicamente como um esqueleto interno do edifício e sua forma e seu sistema estrutural eram pouco trabalhados.

Bandeira (2008) cita como exemplos, os onze edifícios da Esplanada dos Ministérios, em Brasília, construídos com estrutura importada dos Estados Unidos, em 1958. O Palácio do Comércio, em São Paulo, criado em 1959, o primeiro edifício de andares múltiplos para fins comerciais construído no país com estrutura de aço. O Edifício Avenida Central, no Rio de Janeiro, construído em 1961, possui toda a estrutura externa revestida em alumínio para a proteção contra incêndio. Esses exemplos, entre outros, marcaram uma época onde a estrutura de aço era, na maioria das vezes, completamente revestida e usada simplesmente como um elemento de sustentação.

A siderurgia do Brasil atinge um patamar de excelência nos anos 80, com produtos que possuem certificados de qualidade exigidos mundialmente. Nesse período também, o emprego do aço como expressão arquitetônica passa a ser significativo, aos poucos, os arquitetos passam a trabalhar essa estrutura como parte integrante da composição e da concepção de seus projetos, quando a estrutura começa a surgir nas fachadas das edificações e a fazer parte da arquitetura (BANDEIRA, 2008).

A partir da década de 90, com a privatização do setor siderúrgico brasileiro, houve um forte crescimento e a diversificação da produção. O Brasil possui atualmente uma significativa indústria de insumos de aço para a construção civil. “Mas somente em 2008, o setor da construção civil tornou-se o maior consumidor de produtos siderúrgicos, com 30% de participação do consumo total” (PALATNIK, 2011, p.115).

De acordo com Centro Brasileiro da Construção em Aço – CBCA, as construções em aço no Brasil, nos últimos 50 anos, não ultrapassam 5% do total devido ao lento desenvolvimento da utilização do aço na indústria da construção civil, mas há um grande potencial de crescimento face às necessidades de ampliação da infraestrutura brasileira e de redução do déficit habitacional (PALATNIK, 2011).

**2.3 Classificações e Propriedades do aço**

Os aços são ligas ferro-carbono que podem ter até 2% de teor de carbono em sua composição, porém no mercado este valor não ultrapassa 1%, a fim de evitar a alta dureza e possibilitar sua aplicação (TEOBALDO, 2004).

Na construção civil são utilizados os aços com teor de carbono na ordem de 0,18 à 0,25%, denominados aços de baixa liga, e os aço-carbono, que apresentam propriedades de resistência e ductilidade especiais para esta aplicação e adequados para a utilização em elementos da construção sujeitos a carregamento (OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Cantusio Neto (2008), pode-se classificar o aço em dois grupos:

* O Aço-Carbono, que é tipo mais comum, quando possui o aumento da resistência com relação ao ferro é produzido pelo carbono. Em estruturas correntes, os aços utilizados devem possuir um teor de carbono onde não pode exceder os limites estabelecidos, pois poderá provocar uma diminuição na soldabilidade, que acabará ocasionando algumas dificuldades de fabricação e montagem das estruturas.
* O Aço de Baixa-Liga é um tipo de aço obtido pelo mesmo aço-carbono e acréscimo de elementos de liga em pequenas proporções – cobre, manganês, silício, etc. O acréscimo desses elementos altera a micro estrutura original do aço fazendo com que sua resistência aumente. A resistência à oxidação também pode ter um aumentado devido a variação de ordem química somada à adição de outros componentes, fator que impõe acréscimo de custos nas estruturas (CANTUSIO NETO, 2008).

Os perfis mais usuais de aço-carbono são: ASTM - American Society for Testing and Materials A-36, ASTM A570, ASTM A307, ASTM A325, já os perfis mais usados de aço de baixa-liga são: ASTM A441, ASTM A572, ASTM A242 e NIOCOR (também chamado de aço Corten).

As propriedades dos aços variam de acordo com sua estrutura cristalina, sua granulometria, sua uniformidade e da sua composição química. O aço passa por diversos tipos de tratamentos (térmicos e mecânicos) onde são capazes de alterar a intensidade de alguns aspectos (arranjo, dimensões, formato dos grãos), logo o tipo de aço pode ter alterações em suas propriedades ou suas características especificas: mole ou duro, frágil ou tenaz, etc (FERRAZ, 2003).

Os aços apresentam excelentes propriedades mecânicas: alta resistência à tração, à compressão e à flexão, e por ser um material homogêneo, podem ser: laminado, forjado, estampado, estriado e ainda serem submetidos a tratamentos térmicos ou químicos para modificar suas propriedades (CARMO, 2017).

Para Scarpari (2009), as principais características dos aços são suas propriedades mecânicas, são elas que definem o comportamento do aço quando sofrem esforços mecânicos e correspondem às propriedades que definem a sua capacidade de resistir e transmitir os esforços que estão sendo aplicados, para que não sofram rupturas ou deformações excessivas. As principais propriedades mecânicas do aço são:

a) Elasticidade: 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: é permanente e é provocada por uma tensão igual ou superior ao limite de escoamento. Nesse caso, há um deslocamento permanente dos átomos que constituem o material, alterando sua estrutura interna. Como consequência há o aumento da dureza e a redução da ductilidade do metal

c) Ductilidade: é a capacidade do material de se deformar plasticamente sem se romper e é definida pela extensão do patamar de escoamento. [...] Desse modo, as peças de aço sofrem grandes deformações antes de se romper, constituindo um aviso da presença de tais tensões. Além disso, a ductilidade é uma propriedade que torna o aço resistente a choques bruscos

d) Tenacidade: 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-deformação. 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 (TEOBALDO, 2004, p.14).

Ainda, segundo Teobaldo (2004) para se obter os elementos estruturais as peças de aço devem sofrer transformações, onde muitas vezes são utilizados processos de soldagem. Dessa forma, a soldabilidade é uma propriedade de extrema importância para o material.

Rossato (2015), explica que o aço pode sofrer alterações nas suas propriedades de acordo com os elementos de liga que constituem na composição química. Alguns exemplos são: Carbono (C) é uma forma mais viável economicamente para se obter uma resistência mecânica, porém, acaba prejudicado notavelmente a ductilidade e a tenacidade, assim como elevados teores comprometem a soldabilidade e a resistência à corrosão atmosférica; Cobre (Cu) proporciona o aumento da resistência a fadiga e o aumento a resistência à corrosão atmosférica, porém provoca uma redução discreta na ductilidade, na tenacidade e na soldabilidade; Cromo (Cr) que aumenta a resistência mecânica à abrasão e à corrosão atmosférica, porém reduz a soldabilidade, também melhora o desemprenho do aço em altas temperaturas; e Manganês (Mn) o limite de escoamento e a resistência à fadiga são melhorados, entretanto a ductilidade e a soldabilidade são prejudicados levemente.

Outro fator importante a se observar durante a empregabilidade do aço é a corrosão, uma alteração físico-química que resulta na diminuição ou perca de suas características principais como a resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, dentre outras, além da redução da seção resistente. Estas alterações ocorrem devido a reação do aço com o meio, podendo ocasionar sua transformação em compostos químicos semelhantes ao minério de ferro (TEOBALDO, 2004).

**2.4 Aplicações do aço na construção civil**

A estrutura metálica vem ampliando sua utilização em vasto segmento da construção, em termos genéricos pode referir-se que as principais aplicações das estruturas de aço na atualidade correspondem a:

* pontes ferroviárias e rodoviárias;
* edifícios industriais, comerciais e residenciais;
* hangares, garagens e estações;
* coberturas de grandes vãos em geral, torres de transmissão e sub-estações e torres para antenas;
* chaminés industriais;
* plataformas *off-shore*;
* construção naval;
* construções hidromecânicas;
* silos industriais;
* guindastes e pontes-rolantes;
* instalações para exploração e tratamento de minério;
* parques de diversões.

De acordo com CLARO (2009) ao nível da construção, o aço desempenha papel estrutural e de revestimento. Na óptica estrutural, o aço pode ser utilizado individualizadamente nas estruturas de edifícios e em outros tipos de estruturas, ou combinado com o concreto nas peças de concreto armado, conferindo-lhe resistência suplementar aos esforços. Ao nível dos revestimentos de edifícios, o aço desempenha também papel de destaque no revestimento de fachadas e coberturas.

Castro (2014) aponta que um dos principais motivos pelo uso do aço em coberturas é a diminuição do peso estrutural da inclinação telhado. Por consequência, redução nos custos de infraestrutura. Possuem características estruturais a fim de resistir aos carregamentos impostos pelo meio ambiente, pela montagem e em alguns casos incorporam-se a estrutura de cobertura, tornando-a mais estável.

Entre as características físicas e mecânicas destacam-se a impermeabilidade do material, que confere ao produto leveza e menor sobrecarga à estrutura; a facilidade de transporte, montagem e execução da cobertura; e o comprimento sob medida das telhas, projetada com uma única peça e pequenas inclinações, diminuindo a quantidade final de telhas, além de seus elementos fixadores e de vedação, reduzindo o tempo de execução da cobertura (CBA, 2006 apud DIAS, 2011).

Quando o aço é utilizado nas estruturas, normalmente apelidadas simplesmente de estruturas metálicas, entende-se que estas são constituídas por associação de peças metálicas ligadas entre si por meio de conectores ou soldaduras. Os conectores mais usados atualmente são os parafusos, que se complementam com as porcas e anilhas, uma vez que os rebites caíram em desuso, sendo apenas solução para intervenções de reabilitação em estruturas antigas (CLARO, 2009).

Atualmente, o aço vem sendo uma grande aposta para habitações de interesses sociais. Grandes empresas siderúrgicas brasileiras entraram nesse mercado desenvolvendo projetos habitacionais com métodos construtivos industrializados, geralmente vendidos em kits que visam, principalmente, economia e rapidez de montagem.

Os projetos variam de simples casas a grandes edifícios, sendo utilizado o aço em todo o processo de construção, desde as estruturas principal até a cobertura. O fechamento depende da solução, mas podem ser utilizados painéis pré-moldados, blocos de concreto, tijolos cerâmicos furados ou maciços, assentados com argamassa tradicional (PIRES, *et al*. 2014).

O uso do aço na habitação de interesse social recebeu um impulso a partir da possibilidade de financiamento, que não existia há alguns anos. Em 2002 foi criado pela Caixa Econômica Federal, o manual de Edificações habitacionais convencionais estruturadas em aço, que traz requisitos e critérios mínimos para financiamento pela Caixa. Com a finalidade de estabelecer os requisitos e critérios mínimos aplicados em edifícios e casas habitacionais, com utilização de estruturas de aço como pilar, viga, laje e estrutura de cobertura, nos empreendimentos objeto de financiamento (BANDEIRA, 2008).

2.4.1 Vantagens e Desvantagens da utilização do aço em edificações

Segundo o CBCA (2009), ao se escolher um sistema construtivo a ser adotado em uma construção devem ser analisados todos os fatores que venham a influenciar o empreendimento, tais como as características da construção e os prazos de entrega.

De acordo com Nardin (2008, p.13) “o aço, com suas características peculiares, permitiu um enorme avanço em soluções de arquitetura além de proporcionar diversas vantagens como elemento construtivo em relação ao concreto”.

A maiorias dos pesquisadores e profissionais da área destaca como principal vantagem a diminuição no tempo de execução da obra. Machado (2010) cita que o uso de estruturas de aço pode reduzir em até 40% o tempo de execução em relação a outros processos convencionais, isso se dá por serem usadas peças pré-fabricadas, a possibilidade da diminuição de fôrmas e escoramentos, permite-se trabalhar em várias frentes de serviço ao mesmo tempo e a uma maior independência em relação aos fatores climáticos.

Outras vantagens das estruturas em aço são elencadas por Cantusio Neto (2008) nas quais se destacam:

* Alta resistência do material nos estados de tensão (tração, compressão, flexão, etc.), permitindo assim os elementos estruturais resistirem a esforços maiores mesmo tendo suas dimensões das suas seções relativamente pequenas.
* Apesar de aço possuir uma massa especifica alta, as estruturas em aço tem um peso estrutural menor em relação as estruturas de concreto armado, proporcionado, assim, fundações menos onerosas.
* As propriedades dos materiais oferecem grande margem de segurança no trabalho, o que se deve ao fato se o material ser único e homogêneo, com limites de escoamento, ruptura e módulo de elasticidade bem definidos;
* Os elementos estruturais são dimensionados de uma forma em que oferecem grande margem de segurança, pois são seriados e sua montagem é realizada com auxílio de equipamentos mecânicos, e são fabricados em locais fora do canteiro de obra, possibilitando assim um menor tempo de execução da obra;
* Há a possibilidade de reaproveitamento dos elementos feitos de aço em outro local, podendo ser desmontados com maior facilidade;
* Mediante a necessidade de estruturas com maior capacidade de suporte de cargas, a estrutura em aço possibilita que seus componentes estruturais sejam substituídos facilmente, o que permite a realização de eventuais reforços de ordem estrutural;
* Possibilita emendas devidamente dimensionas feitas através do reaproveitamento do material que não seja mais necessário à construção, com isso diminuem as perdas de materiais, em geral corrente em obras.

Além das vantagens citadas, Nardin (2008) explica que outras características inerentes à construção em estrutura metálica contribuem para sua competitividade econômica frente ao concreto, principalmente se aliadas a um projeto adequado. Entre essas características está a precisão de medidas – em milímetros contra centímetros no caso do concreto – possibilitando economia significativa na mão-de-obra e argamassa de regularização, possuindo menos necessidade de madeiramento, retorno mais rápido do investimento e menor necessidade de mão-de-obra.

“A escolha do aço apropriado pode proporcionar uma maior vida útil para a edificação e minimizar operações de manutenção e limpeza, reduzindo assim os custos de conservação da obra” (NARDIN, 2008, p,14).

Um outro aspecto importante associado à construção em estrutura metálica, em relação a construção em concreto, é seu caráter menos agressivo ao meio ambiente, pois além de reduzir o consumo de madeira na obra, diminui a emissão de material particulado e poluição sonora geradas pelas serras outros equipamentos destinados a trabalhar a madeira (MACIEL, 2016).

Segundo Nardin (2008) atualmente, 50% do aço produzido no mundo é proveniente de reciclagem. Na área da construção civil, parafusos, conexões e membros estruturais podem ser desmontados e reutilizados, implicando em uma reciclagem de 100%, sem perda de resistência mecânica quando da reutilização.

Outro aspecto importante é a organização do canteiro de obras, pois possibilita a execução imediata de várias lajes e o pequeno manuseio de materiais diversos reduzindo assim a área necessária ao canteiro de obras, proporcionando um ambiente limpo, com baixa produção de entulho, evitando gastos associados à sua remoção e transtornos nas vias urbanas. Ambas condições do canteiro proporcionam, também, melhores condições se segurança ao trabalhado (NARDIN, 2008).

Em sua dissertação de mestrado, Teobaldo (2004) enfatiza que dentre as vantagens dos aços estruturais na construção civil destaca-se o fato de serem pré-fabricados, possuírem reversibilidade, dimensões reduzidas com maior sensação de leveza, isotropia mecânica.

De forma geral as estruturas em aço consiste em um processo muito eficiente em relação aos métodos convencionais, pois são peças pré-fabricados, com isso proporcionando aos operários uma maior facilidade e rapidez na execução e evitando os riscos e prejuízos da obra e do estaleiro. Como são estruturas mais leves eles permitem a construção mais reduzidas, permitindo assim a preservação do solo de fundação (LIUBARTAS *et al*., 2015).

Apesar de todas as vantagens destacadas anteriormente, a utilização do aço na construção civil também apresenta algumas desvantagens. Dentre essas desvantagens podem se destacar a dificuldade de transporte, elevados custos dos materiais industrializados, e a necessidade de mão de obra qualificada, pois a grande maioria dos profissionais ligados ao setor é acostumada com os processos tradicionais de construção (MACHADO, 2010).

Dentre das principais desvantagens Cantusio Neto (2008) destaca:

* Necessidade de tratamento contra oxidação nas superfícies das peças estruturais devido ao contato com o ar atmosférico;
* Necessidade de mão de obra e equipamentos especializados para sua fabricação e montagem, que tem como principal objetivo eliminar os erros de execução e o desperdício de peças, onde tornaria o custo consideravelmente maior.
* Limitação de fornecimento de perfis estruturais, sendo sempre aconselhável antes do início de projetos estruturais, verificar junto ao mercado fornecedor, os perfis que possam estar em falta nesse mercado.
* Maiores custos, dependendo do tipo e do planejamento de uma obra, a construção em aço pode custar mais caro do que uma estrutura de concreto equivalente.

Apesar das vastas vantagens que a estrutura de aço proporciona a construção, ainda é predominante a utilização do concreto armado no Brasil, pois em maioria das cidades do pais, a mão de obra qualificada existe apenas para os métodos construtivos convencional como concreto armado e alvenaria, e com isso o custo da mão de obra se torna mais barata em relação à de aço (ROSSATTO, 2015, p.12).

Machado (2010) complementa essa tese exemplificando que em cidades de interior, menos desenvolvidas, um construtor que deseja utilizar a construção industrializada precisará treinar a mão de obra ou pagar mais caro pelo serviço de profissionais que vêem de outras cidades. Fatores que tornam-se um problema e podem inviabilizar a utilização de construções em aço na grande maioria das novas edificações.

Outra preocupação que deve ser considerado com a utilização do aço é a sua corrosão, uma deterioração que ocorre pela ação eletroquímica ou química do meio, levando à perda de suas propriedades e gerando alterações indesejáveis nos elementos estruturais e que pode ser facilmente identificada em estruturas metálicas

Como o produto da corrosão é um elemento diferente do material original, a liga acaba perdendo suas principais qualidades, tais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, estética, dentre outras. Em certos casos quando a corrosão está em níveis elevados, torna-se impossível sua remoção, com isso, a prevenção e controle são as melhores formas para evitar estes problemas e prolongar sua durabilidade da estrutura (LIUBARTAS *et al*., 2015).

De acordo com Nardin (2008), o principal meio que influencia na corrosividade é a temperatura, pois quando a temperatura ambiente é alta, há menos possibilidade de condensação da umidade do ar. Quando a temperatura é baixa há maior possibilidade de condensação e de absorção de gases ácidos e corrosivos.

**3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA**

**3.1 Classificação da pesquisa quanto aos fins**

Quanto à finalidade, a pesquisa classifica-se como pura, no qual permitiu ampliar conhecimentos acerca da temática em estudo. Na concepção de Gil (2008) este tipo de pesquisa buscar melhorar o conhecimento já adquirido sem a preocupação direta com suas aplicações e consequências práticas.

Quanto aos objetivos, classifica-se como descritiva, por meio de um estudo detalhado do tema, utilizando técnicas padronizadas de levantamento e coleta de dados da realidade local, bem como interpretação e análise dos registros obtidos.

Quanto à natureza dos dados, classifica-se como quantitativa, fundamentada em entrevistas individuais e aplicação de questionários, considerando-se as opiniões dos entrevistados, a fim de obter uma compreensão aprofundada do estudo.

**3.2 Classificação da pesquisa quanto aos meios**

Quanto aos meios, classifica-se predominantemente como pesquisa de levantamento, em que buscou-se analisar a aplicabilidade do método construtivo em aço na cidade de Pavão com base nas opiniões dos proprietários selecionados para entrevista.

As pesquisas por levantamento caracterizam-se pela interrogação direta do público alvo com fins de medir suas opiniões e comportamentos. “Basicamente, procede-se à solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obterem-se as conclusões correspondentes aos dados coletados” (GIL, 2002, p.50).

3.2.1 Caracterização e quantificação do universo e sujeito de estudo

A pesquisa foi realizada em Pavão, município em desenvolvimento situado no vale do Mucuri, Minas Gerais, classificado como Pequeno Porte I pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. De acordo com o instituto, o Censo 2010 apurou uma população de 8.589 pessoas, sendo 5.204 residentes na área urbana.

Após estudo das edificações existentes na cidade, pôde-se notar que existem ainda, muitas casas construídas com tijolos artesanais de barro, devido as condições financeiras de seus proprietários. Outras, na sua maioria, foram construídas com alvenaria estrutural (ausência de pilares e vigas), e com estruturas de concreto armado.

De acordo com o levantamento realizado, há na cidade aproximadamente 26 edificações privadas com a utilização de aço em sua estrutura, associadas aos setores residencial, comercial e institucional, a exemplo de quadra poliesportiva, supermercado, galpões, edifícios e na maioria estruturas de cobertura.

3.2.2 Procedimentos de coletas de dados

A princípio, realizou-se o levantamento das edificações através de visitas *in loco* nos dias 17 e 18 de março, percorrendo todas as ruas da cidade, observando e registrando todos os imóveis que possuem o uso do aço em sua estrutura, seja de caráter estrutural ou não - a exemplo dos telhados e toldos metálicos.

A etapa seguinte se deu na determinação das técnicas aplicadas na coleta das informações da pesquisa. Deste modo, foi elaborado pelos autores do trabalho um questionário (APÊNDICE A) com questões fechadas (múltipla escolha, resposta única e em escala) e questões abertas, levando em consideração a clareza e objetividade das perguntas.

Na próxima etapa foi definida o universo de estudo. A seleção dos entrevistados se deu por meio de amostragem intencional, um tipo de amostragem não probabilística cuja escolha baseou-se no conhecimento já adquirido sobre a população e o objetivo do estudo.

 Tendo em vista a quantidade de edificações existentes com a presença de aço em sua estrutura, pretendeu-se analisar todas as edificações levantadas, com propósito de obter resultados mais precisos devido a exatidão das respostas. Porém só foi possível a entrevista com 24 proprietários, equivalente a 92,31% da população em estudo.

Dos casos impossibilitados destaca-se o prédio da Igreja Católica em que o Padre, responsável pela paróquia, não pôde responder a entrevista, pois está no município a menos de 1 ano, e a propriedade foi construída nos anos 70. A outra dificuldade se deu devido à impossibilidade de encontrar o proprietário em sua residência durante a realização da pesquisa ocorrida no período de 01 a 12 de maio.

**3.3 Tratamento de dados**

Nesta etapa da pesquisa utilizou-se a estatística descritiva para apresentação dos dados coletados no questionário e sumarização das informações contidas no conjunto de elementos observados. Sua finalidade foi facilitar o entendimento, exposição e discussão das informações levantadas em curso.

A representação desses resultados foi feita mediante linguagem gráfica, auxiliado pelo Excel® – aplicativo de criação de planilhas eletrônicas. Para cada questão do questionário foi elaborado um gráfico diferente, com intuito de organizar as informações e proporcionar melhor compreensão e veracidade dos dados, de forma simples e clara.

O produto final da pesquisa se deu com a elaboração do relatório final contendo as interpretações dos resultados da análise. Por meio da exposição desses resultados pôde-se identificar os principais motivos que levaram aos proprietários a optarem pelo uso do aço em suas edificações, bem como analisar a aceitabilidade desse tipo de método construtivo na cidade de Pavão.

**4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A utilização do método construtivo em aço tem se destacado bastante em todo o território nacional, contribuindo significante para o desenvolvimento do setor da construção civil. Está cada vez mais presente em grandes e pequenas cidades, seja qual for sua função, industrial, comercial ou residencial.

O estudo foi desenvolvido na cidade de Pavão (MG) onde é visível o crescimento desse tipo de estrutura nos últimos anos, tanto no setor público quanto no privado. Os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados através de entrevistas, documentos e aplicação de questionários, conforme descrito na metodologia e discutidos nesta sequência.

**4.1 Identificação do universo de pesquisa**

Em Pavão parte das edificações com utilização do aço em sua estrutura é proveniente do setor público, como: Rodoviária, Feira Coberta, Mercado, Palcos de Eventos, Ginásios Poliesportivos e Projetos de Habitação de Interesse Social com utilização o aço no sistema de cobertura, substituindo a madeira.

Segundo informações colhidas junto a servidores efetivos do setor de obras da prefeitura, tais construções foram feitas por meio de convênios estaduais e federais, sendo projetadas e acompanhadas por Engenheiro Civil. A escolha pelo método construtivo se deu principalmente por ser um material mais apropriado para as obras e por apresentar a possibilidade de agilidade na construção e menor prazo de entrega.

Destaca-se que neste trabalho buscou-se enfocar apenas as edificações privadas, devido à impossibilidade de aplicar questionários junto à administração da cidade, pois há obras executadas há mais de 20 anos, e neste intervalo de tempo houve uma grande rotatividade de pessoal na administração pública da cidade, impossibilitando a obtenção de informações confiáveis sobre as obras de governos anteriores a gestão atual.

Conforme levantamento realizado em etapas anteriores foi possível identificar 26 edificações privadas com a utilização do aço em suas estruturas. Porém, a pesquisa tornou-se possível com 24 proprietários, os outros dois casos foram impossibilitados de ser entrevistados, um devido à ausência do proprietário e o outro entrevistado não ter conhecimento necessário para responder aos questionamentos. Ambas edificações se tratam de sistemas de cobertura em aço.

Em relação à Igreja Católica, o Padre se encontra na cidade há menos de 1 ano, e a edificação foi construída no período de 1971 a 1972. Mediante pesquisas em livros e documentos disponibilizados pela Paróquia, averiguou-se que o projeto da atual matriz foi feito no período em que chegou a Pavão, o Padre Pedro Danúsio, natural da Itália, que trouxe para a igreja uma arquitetura diferenciada, porém, comum em seu país. Na época a construção foi feita com alvenaria de tijolo de barro e telhado em estrutura metálica como pode-se observar na figura 1. Apesar das inúmeras reformas que a igreja sofreu no decorrer dos anos, ainda percebe-se a preservação de sua estrutura original.

FIGURA 1: Fotografia da construção do telhado da Igreja Matriz de Pavão



Fonte: Acervo Fotográfico da Igreja Católica (1972)

Com a pesquisa pôde-se notar uma expansão do método construtivo nos últimos 6 anos na cidade de Pavão, como como nota-se no Gráfico 1, que trata-se do período de construção das edificações. O desenvolvimento maior encontra-se no triênio de 2015 a 2017.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

O Gráfico 2 apresenta os tipos de estruturas privadas com sistemas em aço existentes na cidade. Observa-se que o mais usual é a cobertura em aço, representando 73,91% da totalidade de edificações, seguido das construções metálicas, a exemplo de supermercados e residências. As outras obras dividem-se em galpões e quadra esportiva.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

**4.2 Perfil dos entrevistados**

Outro fator importante está correlacionado com o endereço em que se localiza a propriedade, a renda e escolaridade dos entrevistados. A cidade conta com 6 bairros: Centro, Cidade Alta, Horto, Morada Nova, Santa Rita de Cácia e Oeste.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

De acordo com o Gráfico 3, que mostra a localização por bairro das edificações em estudo, observa-se que 58,33% encontram-se no Centro, região que apresenta maior desenvolvimento econômico da cidade. No bairro Santa Rita localiza-se 16,67% das propriedades, seguidos dos bairros Horto e Oeste com 8,33% e Cidade Alta e Oeste com 4,17%.

No bairro Cidade Alta concentra a maior parte da população do município. É também a região com maior proporção de pessoas na situação de pobreza e com maior índice de analfabetismo.

Neste bairro observou-se a presença de apenas 1 residência unifamiliar com as características em estudo. Importante destacar que o entrevistado em questão apresenta a menor renda e escolarização entre os demais.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Analisando o nível de escolaridade dos entrevistados, exposto no Gráfico 4 pôde-se observar que a maioria possui apenas ensino médio completo, representando 33,33% da totalidade, 29,17% declararam já terem concluído o ensino superior e 8,33% são pós-graduados. A taxa de pessoas com baixa escolarização representa aproximadamente 20,84%, divididos entre pessoas não alfabetizadas e/ou com apenas ensino fundamental.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

O Gráfico 5 mostra a média de renda dos proprietários. A partir dele percebe-se que a maior parte dos entrevistados possuem um bom padrão de vida estimado para uma cidade pequena. Observa-se que apenas 25% possuem renda média menor que 4 salários mínimos.

Destaca-se que os fatores, taxa de escolarização e renda dos entrevistados estão bem intrínsecos. A maioria das pessoas com melhores rendas também possuem melhor escolaridade.

Com isso pode-se analisar que apesar do método de construção em aço apresentar vantagens econômicas, ainda é mais procurado por pessoas com melhor poder aquisitivo, principalmente os proprietários de estruturas de grande porte como edifícios, galpões e quadra esportiva. Essas pessoas apresentam maiores possibilidades de consultar um profissional para pesquisar sobre o sistema em análise, discutir sobre suas vantagens e posteriormente contratar o profissional para auxiliar no desenvolvimento de um projeto mais adequado para suas construções.

**4.3 Motivos que levaram os proprietários a optar pela utilização do aço em suas edificações**

A proposta principal da presente pesquisa foi analisar os principais motivos que levaram os proprietários a optar pelo método construtivo em aço em uma cidade pequena do interior, levando em consideração ao pouco desenvolvimento da cidade.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Desta forma, a partir dos resultados apresentado no Gráfico 6 observa-se que 87,5% dos entrevistados apontaram o prazo de execução da obra como motivo principal pela opção pelo método, seguidos do menor custo financeiro com 79,17% e vida útil do material com 54,17%.

Nardin (2008) mostra que vários fatores contribuem para a redução do tempo de construção, como a fabricação da estrutura com a execução dos elementos de passagem e de fixação de utilidades elétricas e hidráulicas, a simplificação do escoramento, a dispensa do uso de fôrmas e a possibilidade de abertura de maior número de frentes de serviços. Além disso, a construção em estrutura metálica não é afetada por condições climáticas, como a ocorrência de chuvas.

Buscou-se compreender o processo de escolha empregado pelo entrevistado, se foi apenas pela curiosidade por ver em outras obras, pelo apelo estético, se antecedentemente pesquisou sobre o método ou foi mediante consulta com profissional qualificado.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Ao serem questionados sobre como conhecerem o método construtivo utilizado em suas propriedades, 29,17% dos entrevistados informaram que foi por meio de indicações de Engenheiros Civis, como se vê no Gráfico 7. Outros foram indicados por amigos ou familiares, desses, 3 entrevistados informaram que conheceu o método através dos filhos, estudantes de Engenharia Civil, e mediante estudos e pesquisas na faculdade convenceram a família a optar pelo aço em suas edificações. 37,5% dos entrevistados declararam ter visto o sistema em outras obras dentro e/ou fora da cidade e em virtude da curiosidade procuraram um profissional da área para conhecimento.

**4.4 Acompanhamento técnico das obras**

O Gráfico 8 mostra o acompanhamento técnico das obras. Como se trata de uma tecnologia construtiva em que é primordial o uso de mão de obra especializada, com a entrevista pôde-se notar que 54,17% tiveram a participação apenas do serralheiro, seja local ou provindo de outras cidades, a exemplo dos sistemas de coberturas mais antigas, que com a ausência de profissional qualificado na cidade, foi necessário mandar construir os telhados em outras cidades.

No mesmo gráfico pode-se observar que o acompanhamento da obra por um engenheiro civil ou arquiteto também foi citado, principalmente em obras de grande porte que necessitam de um projeto profissional e acompanhamento adequado durante sua edificação.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Bandeira (2008) mostra que por intermédio do trabalho conjunto de engenheiros e arquitetos, a utilização do aço cresce cada vez mais, gerando inúmeras possibilidades formais e construtivas. Nesse sentido, é fundamental que o profissional conheça as características e o comportamento físico dos materiais para que faça a escolha da melhor alternativa em cada projeto.

O profissional hábil busca aproveitar todos os benefícios dessa tecnologia construtiva, criando projetos seguros e meticulosos que atenda às necessidades dos clientes e as transformem em melhores soluções arquitetônicas e estruturais, assegurando uma boa estética, acesso e conforto. Para tanto, é necessário um bom planejamento de todas as fases da obra, desde o projeto ao término da execução, sempre levando em consideração os prazos, otimização dos gastos, qualidade, segurança e sustentabilidade.

A NBR 8800 (ABNT, 2008) que trata dos Projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, recomenda que toda obra “executada com sistema industrializado sendo parcial ou total deve de obedecer a um projeto elaborado por um profissional legalmente habilitado” (NBR, 2008, p. 10).

Neste sentido, com o acompanhamento apropriado do engenheiro civil é possível evitar erros de cálculos e execução, consecutivamente haverá redução de desperdícios e prazo de obra, conferindo ao empreendimento melhor qualidade, confiabilidade e economia.

Outro aspecto necessário e importante é a contratação de um profissional ou equipe especializada para fazer a montagem da estrutura, pois é um processo que exige cuidados especiais e deve ser feito sob supervisão de um técnico responsável.

**4.5 Vantagens e Desvantagens apresentadas no final da construção**

Após o término das obras, os proprietários puderam analisar se foi benéfico o investimento no método construtivo em estudo, apontando todas as vantagens e desvantagens encontradas na sua edificação.

Desta forma, de acordo com o Gráfico 9 ao comparar os principais motivos com as vantagens pode-se verificar a compatibilidade com o menor prazo de execução e entrega da obra, sendo esta, uma vantagem generalizada citada em 100% das entrevistas.

De acordo com estudos feitos por Palatnik (2011) o prazo final de execução em concreto armado é de até 40% maior em relação ao de fabricação e montagem da estrutura metálica. O que contribui para uma obra organizada e mecanismos de controle simplificados. Em um cenário que se torna a cada dia mais competitivo, o uso apropriado do material permite obras mais econômicas, mais ágeis e mais precisas, referendando a importância deste tópico.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Outras vantagens mais citadas se correlacionam com o peso da estrutura, em que 87,5% dos entrevistados analisaram que o método em aço é bem mais leve que o método convencional, 70,83% garante que suas obras são mais seguras mediante a qualidade do material, além de aumentar consideravelmente a vida útil da estrutura.

Destaca-se que o preço para a fabricação de uma estrutura de aço é equivalente ao seu peso, então quanto mais leve, mais econômica será. Sendo assim, pequenos erros podem custar caro. Por isso, é importante contar com profissionais qualificados e experientes, principalmente para as funções de dimensionamento e detalhamento da obra.

Importante ressaltar que a questão do menor custo financeiro citado por 66,67% dos entrevistados está ligada majoritariamente aos sistemas de cobertura. Em todas as edificações que possuem telhados construídos com aço, pôde-se observar a vantagem econômica em relação aos convencionais.

Segundo os entrevistados isso se dá devido a existência de 2 serralherias locais, onde as coberturas são feitas e entregues na propriedade já montadas, gerando menos trabalho e com prazos de execução bem menores. Estes fatores contribuem de certa forma para o crescimento do uso deste material na cidade.

Nas propriedades em que as edificações são todas em estrutura em metálica, pôde-se notar que a obra não ficou mais econômica em relação ao método convencional, pois o material é mais caro e necessita ser transportado de outras cidades. Porém, segundo o proprietário de um supermercado, o custo final de sua obra ficou mais em conta devido a redução do prazo de entrega da obra, o que no seu caso houve a possibilidade de obter melhores lucros com a inauguração antecipada do seu empreendimento.

Das desvantagens do método executivo expostas no Gráfico 10 a mais comum é a necessidade de mão de obra especializada. Esse item foi citado em 95,85% da totalidade de entrevistas. Os sistemas construtivos em aço exigem um preparo da mão de obra diferente da construção em estrutura tradicional de concreto armado, o que torna mais caro e menos acessível. Destaca-se que a maioria das estruturas que tem mais de 10 anos de construídas vieram de outras cidades, a exemplo de Teófilo Otoni, pois no município ainda não existiam profissionais qualificados para o trabalho.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

4.4.1 Identificação de patologias nas edificações

Das desvantagens também pode-se citar as patologias, que são problemas que a edificação pode apresentar durante sua vida útil que venha prejudicar seus componentes, elementos e subsistemas.

Degussa (2008 apud OLIVEIRA 2015) interpreta patologia das estruturas, como campo da engenharia que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos defeitos das construções civis e o tratamento cabe estudar a correção e a solução dessas anomalias patológicas, inclusive aquelas devidos ao envelhecimento natural.

Segundo Flores e Brito (2005) as origens das patologias em construções metálicas encontram-se associadas às várias fases do processo construtivo, entre elas destacam-se: falhas de projeto, falhas nos processos e detalhes construtivos, qualidade ou utilização inadequada dos materiais, falhas de manutenção ou ausência de manutenção preventiva e utilização indevida da estrutura.

De acordo com o Gráfico 11, que expõe as patologias identificadas nas edificações, em 66,67% ainda não manifestou nenhuma patologia. Em 25% apresentou corrosão, um problema bem comum em estruturas de aço, porém já existem no mercado, produtos que minoram esse problema. O processo mais conhecido é o tratamento superficial com zarcão, impedindo que a estrutura passe pelo processo de corrosão.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Flores e Brito (2005) mostra que existem várias formas proteger e melhorar as propriedades das superfícies e revestimentos das estruturas em aço. A proteção por revestimento pode ser através revestimentos metálicos ou não metálicos. Do primeiro tipo destaca-se a galvanização (banho de zinco fundido), a eletrozincagem (eletrólise) e a metalização (projeção de partículas metálicas). Como proteção não metálica, destaca-se o revestimento com pintura (limpeza das superfícies, fosfatagem, demãos primárias e de acabamentos) e com matérias plásticas (banho de polietileno).

No caso das coberturas, ficou conhecido que o telhado em aço galvanizado recebe um tratamento com uma tinta térmica, que contribui para que o espaço não se aqueça demais, levando em consideração que o calor excessivo da cobertura foi uma das desvantagens apresentadas por 12,5% dos entrevistados.

Apesar de ser um problema normal em estruturas de aço, essa patologia pode ser trabalhada com a aplicação de revestimento térmico com fins de reduzir a temperatura interna do ambiente, colaborando com o conforto térmico e garantindo maior vida útil da estrutura. Destaca-se que em uma edificação de aproximadamente 20 anos, até a corrente data não apresentou patologias, pois tem sempre o cuidado de manter a manutenção da pintura.

**4.6 Avaliação final do método construtivo em aço**

Ao fim da entrevista percebeu-se que o método construtivo em aço está recebendo uma crescente atenção na cidade de Pavão. Como se pode vê no Gráfico 12 todos os entrevistados declaram estar satisfeitos com a utilização do aço em suas propriedades.

Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Desta forma, observa-se que o método construtivo em aço é uma aposta com potencial de crescimento e expansão para os próximos anos na cidade de Pavão. Apesar de ainda ser mais propagado através de referências, é necessária sua divulgação por meio de profissionais da área. Isso contribui tanto com marketing do seu trabalho, quanto para maior conhecimento do método pela população.

**5 CONCLUSÃO**

O trabalho proposto visou analisar a aplicabilidade do método construtivo em aço em uma cidade de pequeno porte, a fim de compreender e apresentar os motivos que levaram os proprietários a optar pela utilização do aço em suas edificações.

Com a pesquisa pôde-se perceber o avanço da técnica construtiva em aço nos últimos anos na cidade de Pavão, que a cada dia vem ganhando espaço em pequenas e grandes obras, não só pela redução do custo/benefício e prazos, mas também pelo apelo arquitetônico, oferecendo para que se tenham obras cada vez mais modernas, bonitas e sustentáveis.

Constatou-se que um dos motivos que contribui para o crescimento desta técnica construtiva é devido à divulgação entre parentes, amigos, vizinhos, e técnicos da área. Neste sentido, é fundamental investir na divulgação, mostrando para a população as vantagens e custos apropriados. Isso cabe principalmente aos profissionais específicos do setor da construção metálica.

Ressalta-se que apesar de ser uma técnica antiga, ainda é pouco conhecida. A falta de conhecimento sobre o emprego dos produtos provenientes do aço e sua versatilidade promove uma limitação de sua utilização. Por isso, é comum uma atenção voltada majoritariamente para os sistemas construtivos convencionais.

Entretanto, o setor da construção civil vem trabalhando na tentativa de transformar essa visão considerada conservadora, e mostrar que a estrutura metálica é viável em qualquer local, basta um estudo preliminar do que se pretende executar, considerando que quanto melhor elaborado e calculado o projeto, menor é a possibilidade de erros de execução e, portando maior probabilidade de melhor custo benefício, visto que o preço do aço é mediante o peso, quanto mais leve a obra, mais econômica será.

Apesar de o estudo mostrar que o método em análise ainda é mais utilizado por pessoas que possuem melhores condições financeiras, é preciso desconstruir essa ideia, dependendo do tipo e tamanho da obra a técnica torna-se acessível a qualquer cidadão.

O desenvolvimento da entrevista apontou que os motivos mais citados pela escolha do método foram: prazos, custos, qualidade e vida útil do material, o que pôde ser reafirmado ao término das construções. O menor prazo de execução e entrega da obra foi generalizado como a principal vantagem que a estrutura apresentou.

 Ressalta-se que a construção metálica contribui para o desenvolvimento sustentável do ambiente. Trata-se de uma técnica limpa que diminui impactos ambientais, devido ao alto potencial de reciclagem, redução de desperdícios e gestão de resíduos.

Diante do exposto, conclui-se que o método construtivo em aço pode substituir com vantagens métodos convencionais de concreto e/ou outros, o que precisa é o conhecimento e difusão dessas técnicas e materiais, que contribui para o crescimento do setor da construção civil e de certa maneira o desenvolvimento da cidade.

Dessa forma, o engenheiro civil vem atuar nesses centros com proposta de projetar, construir e melhorar a infraestrutura local, por meio do aperfeiçoamento de sistemas construtivos, tecnologias e pesquisas que prezem pela sustentabilidade das cidades ao longo dos anos, colaborando para uma vivência positiva e com mais qualidade a todos os cidadãos.

.

**REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 8800: Projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.* Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/acero/NBR8800\_2008\_1.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2018.

BANDEIRA, A. A. C. *Análise do uso de estruturas de aço em edificações habitacionais de interesse social*. 2008, 122f. Dissertação (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia%20Adriana%20Almeida%20de%20Castro.pdf>. Acesso em: 11 de novembro de 2017.

BRAGA, T. M. G. *Cronologia do uso dos metais*. Usiminas, Belo Horizonte, 1998. Disponível em: <file:///C:/Users/davison/Downloads/updoc.tips\_ cronologia -dos-metais.pdf> > Acesso no dia 20 de abril de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução nº 510* *de 7 de abril de 2016 que trata das especificidades éticas das pesquisas nas ciências humanas e sociais e de outras que utilizam metodologias próprias dessas áreas*. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2016, p. 44 -46. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v21n8/1413-8123-csc-21-08-2619.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

FLORES, I; BRITO.J. *Patologia e reabilitação de construções em estrutura metálica*. 2005, 126f. Dissertação (Licenciatura em Arquitetura). Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal, 2005. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/282008351\_Patologia\_e\_Reabilitacao\_de\_Construcao\_em\_Estrutura\_Metalica>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

CANTUSIO NETO, A. *Estruturas metálicas I*. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia. 2008. 201 f. Notas de aula - Faculdade de Engenharia Civil, Pontifica Universidade Católica, Campinas, 2008.

CARMO, A. C. C. *Análise estrutural através de simulação computacional de caçambas de caminhão basculante na mineração utilizando o aço microligado ao nióbio.* 2017. 111f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2017. Disponível em: <http://www.engminas.cefetmg.br/galerias/arquivosdownload/TCC\_2017/Ana\_Carolina\_Correa.pdf>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

CASTRO, E. M. L. *Os sistemas de coberturas e fechamentos que formam a moderna arquitetura em aço*. Congresso latino-Americano da Construção Metálica: Construmetal, São Paulo, setembro de 2014. Disponível em: <http://www.abcem.org.br/construmetal/2014/downloads/contribuicao-tecnocientifica/eduardo-munhoz.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2018.

# CBCA - CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. *Estrutura metálica é aposta na construção*. 2009. Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7072>. Acesso em: 07 de outubro de 2017.

CESAR, A. C. G. *Desenvolvimento de blocos confeccionados com a escória proveniente da reciclagem do aço*. 2008, 190 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-13032009-084743/pt-br.php>. Acesso em: 16 de agosto de 2017.

CLARO, C. T. *Metodologia de fiscalização de obras:* Plano de controle de conformidade de estruturas metálicas. 2009, 213f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto - PT, julho de 2009. Disponível em:<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59135/1/000136592.pdf>. Acesso em: 13 de outubro de 2017.

DIAS, A. S. *Avaliação do desempenho térmico de coberturas metálicas utilizadas em edificações estruturadas em aço*. 2011, 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto - Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Ouro Preto, 2011. Disponível em: <https://www.propec.ufop.br/uploads/propec\_2016/teses/arquivos/tese203.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2018.

FERRAZ, H. O aço na construção civil. *Revista eletrônica de Ciências*. São Paulo, n.22, p 1-16, Out./Dez. 2003. Disponível em: <http://www.ft.unicamp.br/~mariaacm/ST114/O%20A%C7O%20NA%20CONSTRU%C7%C3O%20CIVIL.pdf>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

FONSECA, J. J. S. D. [***Metodologia da pesquisa científica***](https://books.google.com.br/books?id=oB5x2SChpSEC&dq=Existem+dois+tipos+de+levantamento+que+s%C3%A3o+por+amostra+de+uma+popula%C3%A7%C3%A3o,+tamb%C3%A9m+conhecido+como+Censo+e+o+tipo+survey+tendo+sua+obten%C3%A7%C3%A3o+dos+dados+sobre+as+caracter%C3%ADsticas+ou+opini%C3%B5es+de+determinado+grupo+de+pessoas+utilizando+de+instrumentos+de+pesquisa,+bem+comum+o+question%C3%A1rio.&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s). Apostila (Apostila de Disciplina) – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2002. 127p.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIUBARTAS, D. *et al*. A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas. *INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation*, São Paulo, v. 3, n. 1, p.92-110, janeiro/abril de 2015.

MACHADO, R.C. *Aspectos da sustentabilidade ambiental nos edifícios estruturados em aço.* 2010, 248f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Ouro Preto, 2010. Disponível em: <https://www.propec.ufop.br/uploads/propec\_2016/teses/arquivos/tese164.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2018.

MACIEL, D. *O uso da estrutura metálica na construção civil. Faculdade de Educação e Cultura de Porto Velho*, UNESC, Porto velho, 2016. Disponível em: <https://documents.tips/engineering/o-uso-das-estruturas-metali cas-na-construcao-civil.html>. Acesso em: 16 de outubro de 2017.

NARDIN, F. A. *A Importância da estrutura metálica na construção civil.* 2008, 63 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade São Francisco. Itatiba, 2008. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1268.pdf>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

OLIVEIRA, D. R. A. *Desenvolvimento do projeto arquitetônico em estruturas de aço*. 2004. 51f. Dissertação (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Desenvolvimento%20do%20projeto%20arquitet%F4nico%20em%20estruturas%20em%20a%E7.pdf>. Acesso em: 16 de agosto de 2017.

OLIVEIRA, G. F. Principais manifestações patológicas nas estruturas de concreto. *Revista Especialize On-line IPOG*. Goiânia, v.01, n.12, 2016.

PALATNIK, S. *Ensino a distância de Estruturas de Aço*. 2011. 194 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.usjt.br/biblioteca/mono\_disser/mono\_diss/2011/171\_palatnik\_sidnei.php>. Acesso em: 14 de outubro de 2017.

PIRES, C. C. *et al. Casas populares com estruturas metálicas*. 2014. 94 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro Estadual de Educação Tecnológica "Paula Souza", Ribeirão Preto, 2014. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgmsMAC/tcc-finalizado-casas-populares-com-estruturas-metalicas>. Acesso em: 11 de novembro de 2018.

ROSSATO, B. M. *Estudo comparativo de uma edificação em estrutura metálica/concreto armado:* Estudo de caso. 2015. 90f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, julho de 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1\_2015/TCC\_BARBARA%20MAIER%20ROSSATTO.pdf>. Aceso em: 16 de agosto de 2017.

SCARPARI, G. *Estudo comparativo entre vigas metálicas e vigas mistas no dimensionamento de uma edificação*. 2009. 103 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, junho de 2009. Disponível em: <http://www.bib.unesc.net/arquivos/90000/90000/11\_90096.htm>. Acesso em: 16 de agosto de 2017.

TEOBALDO, I. N. C. *Estudo do aço como objeto de reforço estrutural em Edificações antigas.* 2004, 148f. Dissertação (Pós-graduação em engenharia de estruturas). Escola de engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, abril de 2004. Disponível em: <http://pos.dees.ufmg.br/defesas/179M.PDF>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO A PROPRIETÁRIOS DE**

 **EDIFICAÇÕES COM USO DE AÇO EM SUA ESTRUTURA**

1. **IDENTIFICAÇÃO**

**1.1 Qual seu nível de escolaridade** (Marque apenas uma resposta)

( ) Analfabeto ( ) Alfabetizado

( ) Ensino fundamental incompleto ( ) Ensino fundamental completo

( ) Ensino médio incompleto ( ) Ensino médio completo

( ) ensino superior incompleto ( ) Ensino superior completo

( ) Pós-graduação ( ) outros, especifique:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**1.2 Qual a sua renda mensal, aproximadamente** (Marque apenas uma resposta)

( ) Não possui renda ( ) Até 1 salário mínimo

( ) De 1 a 3 salários mínimos ( ) De 3 a 6 salários mínimos

( ) De 6 a 9 salários mínimos ( ) De 9 a 12 salários mínimos

( ) De 12 a 15 salários mínimos ( ) Mais de 15 salários mínimos

1. **IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO**

**2.1 Qual bairro está localizada** (Marque apenas uma resposta)

( ) Centro ( ) Oeste

( ) Cidade Alta ( ) Horto

( ) Santa Rita De Cácia ( ) Morada Nova

**2.2 Tipo de estrutura:** (Marque apenas uma resposta)

( ) Sistema de cobertura ( ) Posto de gasolina

( ) Quadra poliesportiva ( ) Galpão

( ) Palco de eventos ( ) Supermercado

( ) Terminal rodoviário ( ) Pontes

com aço no sistema estrutural

( ) Mercado municipal ( ) construção metálica

( ) outros, especifique:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**2.2 Data de início e término da obra:**

Início:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ término:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ( ) Não sabe informar

**2.2 A estrutura foi projetada ou acompanhada por um profissional técnico, Engenheiro ou outro profissional?** (Marque apenas uma resposta)

( ) Sim ( ) Não

Se sim, identifique qual profissional:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. **QUESTIONAMENTOS**

**3.1 Qual (is) o (s) motivo (s) que o levou a optar pelo uso do aço em sua edificação?** (Admite mais de uma resposta)

( ) Custo financeiro ( ) Prazos de execução e montagem

( ) Apelo ambiental ( ) Mão de obra local

( ) Vida útil do material ( ) Aparência

( ) Outros, especifique:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**3.2 Como você conheceu esse tipo de método construtivo?** (Admite mais de uma resposta)

( ) Indicação de familiar ou amigos ( ) Indicação de Engenheiro Civil

( ) Indicação de Arquiteto ( ) Indicação de Serralheiro

( ) Mídias sociais ( ) Reportagem de televisão

( ) Outros, especifique:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**3.3 Houve alguma dificuldade durante o processo de execução desta edificação?** (Marque apenas uma resposta)

( ) Não ( ) Sim Se sim, quais?\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**3.4 Quais foram as vantagens e desvantagens que você identificou ao concluir sua estrutura?**

**3.4.1 Vantagens** (Admite mais de uma resposta)

( ) Menos custo benefício ( ) Menor prazo de execução

( ) Flexibilidade de projeto ( ) Obra limpa e organizada

( ) Qualidade e segurança ( ) Responsabilidade ambiental

( ) Racionalização de material e mão-de-obra ( ) Possibilidade de reciclagem

( ) Menor peso da estrutura ( ) Compatibilidade com outros materiais

( ) Outras, especifique:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**3.4.2 Desvantagens** (Admite mais de uma resposta)

( ) Dificuldade de transporte ( ) Alto custo de materiais

( ) Necessidade de mão-de-obra especializada ( ) Corrosão

( ) Pouco indicado em construção pequena ( ) Contração e dilatação constantes

( ) Nenhuma ( ) Outras, especifique:\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**3.5 Após o término da construção, a edificação apresentou alguma patologia?** (Admite mais de uma resposta)

( ) Corrosão ( ) Deformabilidade excessiva

( ) Furos não previstos no projeto ( ) Fissuras entre o perfil metálico e a laje

( ) Deslocamento do concreto da chapa de aço ( ) Defeitos decorrentes da pintura

( ) Nenhuma ( ) Outras, especifique:\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**3.6 Como você avalia o resultado final de sua edificação** (Marque apenas uma resposta)

( ) Muito satisfeito ( ) Satisfeito

( ) Pouco insatisfeito ( ) muito insatisfeito

**3.7 Qual a possibilidade, em escala de 0 a 10, de você indicar este tipo de método construtivo para um amigo ou conhecido?** (Marque apenas uma resposta)

( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10