VANTAGENS DA FERRAGEM ARMADA INDUSTRIALIZADA UTILIZANDO O SISTEMA DE CORTE E DOBRA

ADVANTAGES OF INDUSTRIALIZED REINFORCED HARDWARE USING THE CUTTING AND BENDING SYSTEM

https://doi.org/10.47820/recima21.v2i10.925

Letícia dos Santos Monteiro[1]
Francisco Andrea Simões Braga[2]

RESUMO

A utilização de aço industrializado é um dos sistemas que mais contribuiu para a expansão da industrialização na construção civil. Com essa alternativa, as peças são entregues prontas no canteiro de obras, de modo que os processos para a sua elaboração são dispensados nesse espaço. Sua receptividade por incorporadoras experientes é grande, pois reconhecem a viabilidade econômica dessa opção. Contudo, para que o processo realmente apresente vantagens concretas, é preciso tomar alguns cuidados, tais como, elaborar o projeto estrutural da obra para que se tenha cálculo da quantidade, tipo e especificação técnica das ferragens. Com isso, este trabalho tem por objetivo destacar as vantagens da utilização da ferragem armada industrializada em comparação com o método tradicional, montado "in loco", assim como os cuidados necessários para usufruir de todos os benefícios dessa terceirização. Além de demonstrar o seu processo produtivo realizado em uma indústria de corte e dobra de aço. Este estudo se caracteriza como pesquisa bibliográfica do tipo exploratória e descritiva, onde é feita a descrição do processo produtivo da ferragem armada, desde a produção do aço até a ferragem cortada, dobrada e armada. Além de fazer uma análise das vantagens da utilização desse tipo de ferragem.

Palavras-chave: Corte e Dobra. Construção Civil. Vantagens da Ferragem Armada.

ABSTRACT

The use of industrialized steel is one of the systems that most contributed to the expansion of industrialization in civil construction. With this alternative, the pieces are delivered ready-made at the construction site, so that the processes for their preparation are dispensed with in this

[1] Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: leeticia_monteiro@outlook.com

[2] Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: fasbraga@uniara.com.br

space. Their receptivity by experienced developers is great, as they recognize the economic feasibility of this option. However, for the process to really present concrete advantages, it is necessary to take some precautions, such as preparing the structural project of the work so that the quantity, type and technical specification of the hardware can be calculated. Thus, this work aims to highlight the advantages of using industrialized reinforced hardware compared to the traditional method, assembled "in loco", as well as the necessary care to enjoy all the benefits of this outsourcing. In addition to demonstrating its production process carried out in a steel cutting and bending industry. This study is characterized as an exploratory and descriptive bibliographic research, where the description of the production process of reinforced hardware is made, from steel production to cut, folded and reinforced hardware. In addition to analyzing the advantages of using this type of hardware.
Keywords: Cut and Fold. Construction. Advantages of Armored Hardware.

1 INTRODUÇÃO

O aço tem sido usado na construção civil como forma de aumentar a produtividade, com menos desperdícios, mais rapidez de execução, menos mão de obra, o que indiretamente reduz o custo/benefício. Com isso o aço ganha cada vez mais espaço não só em construções de galpões, como também em construções residenciais (RODRIGUES, 2021).

Nos últimos anos a construção civil tem crescido de forma exponencial em todo o país e atraindo investimentos para acelerar e aperfeiçoar ainda mais o processo construtivo de uma obra. Com o crescente desenvolvimento da construção civil, novas tecnologias e métodos de construção fizeram com que surgisse o serviço de corte e dobra de aço. (OLIVEIRA, 2021).

Desde então, o serviço de corte e dobra de aço está presente em todo o país e em ritmo de crescimento. Esse serviço visa à economia de tempo na obra, já que os armadores não precisam parar suas atividades para cortar e dobrar o aço e a diminuição do desperdício de aço, material de preço elevado. (OLIVEIRA, 2021).

Segundo Peinado (c.2021) "Nas obras em que os gestores visam à racionalização, a opção é pelo aço cortado e dobrado de fábrica – pelo menos nas peças que dão mais trabalho, como estribos de pilares e vigas, armaduras de blocos ou ganchos". A solução tem crescido imensamente no mercado nacional e já é considerada de uso comum, com destaque para obras de médio e grande porte. Por outro lado, em construções menores, em que predomina o desconhecimento dos benefícios do processo industrial, ainda é mais comum optar pelo aço cortado e dobrado no próprio canteiro. (PEINADO, 2021).

A especificação do aço cortado e dobrado em fábrica é financeiramente viável na maioria dos casos, mesmo em obras de pequeno porte, segundo Peinado. Apesar de as barras de 12 m serem mais baratas, ela exige investimento em mão de obra para cortar, dobrar e montar no canteiro. Outra variável que deve ser considerada é o desperdício de material. (PEINADO, 2021).

De acordo com Miotto (c.2021), "O aço utilizado na produção de peças de concreto armado representa algo em torno de 7% do custo total da edificação. A opção pelo aço cortado e dobrado em fábrica tende a diminuir as perdas desse material".

Quando se utiliza o aço cortado e dobrado de fábrica, as perdas são basicamente inexistentes na produção de peças com bitolas de até 16 mm de diâmetro, já que elas são fornecidas em rolos contínuos. Na produção de armaduras com bitolas maiores do que 20 mm, é necessário utilizar barras com comprimento padrão de 12 m. “Nesse processo de fabricação de componentes com bitolas maiores há, portanto, perdas. Porém, os pedaços remanescentes acabam sendo parcialmente aproveitados na produção de peças menores. (PEINADO, 2021).

O setor requer continuadamente novos materiais para redução de custos e aceleração dos processos nos canteiros de obras. Acompanhando esta demanda, as empresas que atuam neste ramo buscam sempre novos modelos e produtos para ofertar aos seus clientes com o principal objetivo de facilitar o seu dia a dia. (VIEIRA, 2021).

Como o serviço de corte e dobra de aço, é um serviço que tem a característica de se preocupar em atender no prazo combinado, com produtos de qualidade e sob medida, se faz necessário o mapeamento dos processos, para que elimine as atividades que não agregam valor no processo. (OLIVEIRA, 2021).

No presente artigo serão abordadas as vantagens da utilização da ferragem armada industrializada em obras de pequeno e grande porte, mostrando todo seu processo produtivo de acordo com o projeto estrutural e comparando todo esse processo com a atividade realizada no canteiro de obras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESUMO DA HISTÓRIA DO AÇO

O ciclo do aço é o ciclo da vida. O aço está nas relações humanas, nos sonhos de consumo, na esperança de cura, na intimidade dos lares, nos ideais de um futuro melhor. Está presente no nosso dia a dia mesmo antes de nascermos. Em tudo o que fazemos, a toda hora e em qualquer lugar, esse é um material essencial à vida. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021).

No atual estágio de desenvolvimento da sociedade, é impossível imaginar o mundo sem o uso do aço. A produção de aço é um forte indicador do estágio de desenvolvimento econômico de um país. Seu consumo cresce proporcionalmente à construção de edifícios, execução de obras públicas, instalação de meios de comunicação e produção de equipamentos. Esses materiais já se tornaram corriqueiros no cotidiano, mas fabricá-los exige técnica que deve ser renovada de forma cíclica, por isso o investimento constante das siderúrgicas em pesquisa. O início e o processo de aperfeiçoamento do uso do ferro representaram grandes desafios e conquistas para a humanidade. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021).

2.2 INDÚSTRIA SIDERÚRGICA NO BRASIL

O setor, que já tem capacidade instalada para fabricar mais de 40 milhões de toneladas de aço por ano, está organizado em 13 empresas controladas por oito diferentes grupos empresariais, que têm negócios também em outros setores, como de mineração, cimento, logística, carboquímicas, florestal, energia e bens de capital. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021).

Partes das empresas são subsidiárias de grupos multinacionais com sedes em outros países, e outras, controladas por grupos nacionais, também mantêm operações fora do Brasil, em países como Argentina, Canadá, Chile, Colômbia, Espanha, Estados Unidos, Guatemala, Índia, México, Peru, Portugal, República Dominicana, Uruguai e Venezuela. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021).

Atualmente, as empresas associadas ao Instituto Aço Brasil operam 27 usinas, espalhadas por dez estados brasileiros – Bahia, Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo. São ao todo 12 usinas integradas e 15 usinas semi-integradas. A indústria de aço no Brasil dispõe de tecnologias avançadas de produção e beneficiamento, com potencial para produzir os mais diversos produtos siderúrgicos e capacidade instalada bastante superior à atual demanda do mercado interno. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021).

O setor oferece uma gama altamente diversificada de produtos siderúrgicos, adequando-se à demanda do mercado por diferentes tipos de aço para as mais variadas utilizações. Cada um desses produtos pode ser classificado considerando-se suas principais características. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021).

De acordo com sua composição química, os produtos de aço podem ser classificados como Aços Carbono – aços ao carbono, ou com baixo teor de liga, de composição química definida em faixas amplas – ou Aços Ligados/Especiais – aços ligados ou de alto carbono, de composição química definida em estreitas faixas para todos os elementos e especificações rígidas. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021).

De acordo com sua forma geométrica, os produtos de aço são classificados como Semiacabados – produtos oriundos de processo de lingotamento contínuo ou de laminação de desbaste, destinados a posterior processamento de laminação ou forjamento a quente, como placas, blocos e tarugos –; Planos – produtos resultantes do processo de laminação, cujas larguras são extremamente superiores às espessuras, comercializados na forma de chapas e bobinas –; Longos – produtos resultantes de processo de laminação, cujas seções transversais têm formato poligonal e seu comprimento é extremamente superior à maior dimensão da seção, como perfis, vergalhões e barras. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2021).

Cada produto, em função de suas especificações e características, terá um destino diferente e alimentará a extensa rede de indústrias que utilizam o aço como matéria-prima de seus produtos. (INSTITUTO BRASIL, 2021).

2.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Com as melhorias em suas propriedades e o baixo custo do produto, o aço passou a representar significantemente em torno de 90% de todos os metais mais consumidos pela era industrial. A noção do limite entre aço e o ferro foi definido na revolução industrial com a invenção de fornos que não apenas corrigiam as impurezas dos ferros, mas permitindo adicionar-lhes propriedades para o aumento da resistência ao desgaste, corrosão, impacto, etc. (CARVÃOMINERAL, 2021)

O aço é produzido a partir do minério de ferro, cal e carvão, a matéria prima básica para a produção do aço, onde a fabricação é dividida em quatro etapas:

1. Preparação da carga: Uma grande parte de ferro finos são misturados à cal e finos de coque (O coque é obtido a partir da destilação do carvão mineral em fornos,

na ausência de ar num tempo estabelecido) onde se resulta em um produto denominado sínter. (TUBOMETAL, 2021)

2. Redução: Essas matérias-primas, depois de preparadas, são levadas ao forno onde o oxigênio é aquecido a uma temperatura de 1000ºC é soprado pela parte de baixo do alto forno quando o carvão, em contato com o oxigênio, produz calor que funde a carga metálica e dá início ao processo de redução do minério de ferro em um metal líquido: o ferro-gusa. O gusa é uma liga de ferro e carbono com um teor de carbono muito elevado. (TUBOMETAL, 2021)

3. Refino: Para transformar o gusa líquido ou sólido e a sucata de ferro e aço em aço líquido, são utilizadas Aciarias a oxigênio ou elétricas. Nessa etapa parte do carbono contido no gusa é removido juntamente com impurezas e a maior parte do aço líquido é solidificada em equipamentos de lingotamento contínuo para produzir lingotes, semiacabados e blocos. (TUBOMETAL, 2021)

4. Laminação: Nessa etapa os lingotes os semiacabados e os blocos são processados por laminadores e transformados em grande variedade de produtos siderúrgicos, cuja nomenclatura depende de sua forma e/ou composição química. (TUBOMETAL, 2021)

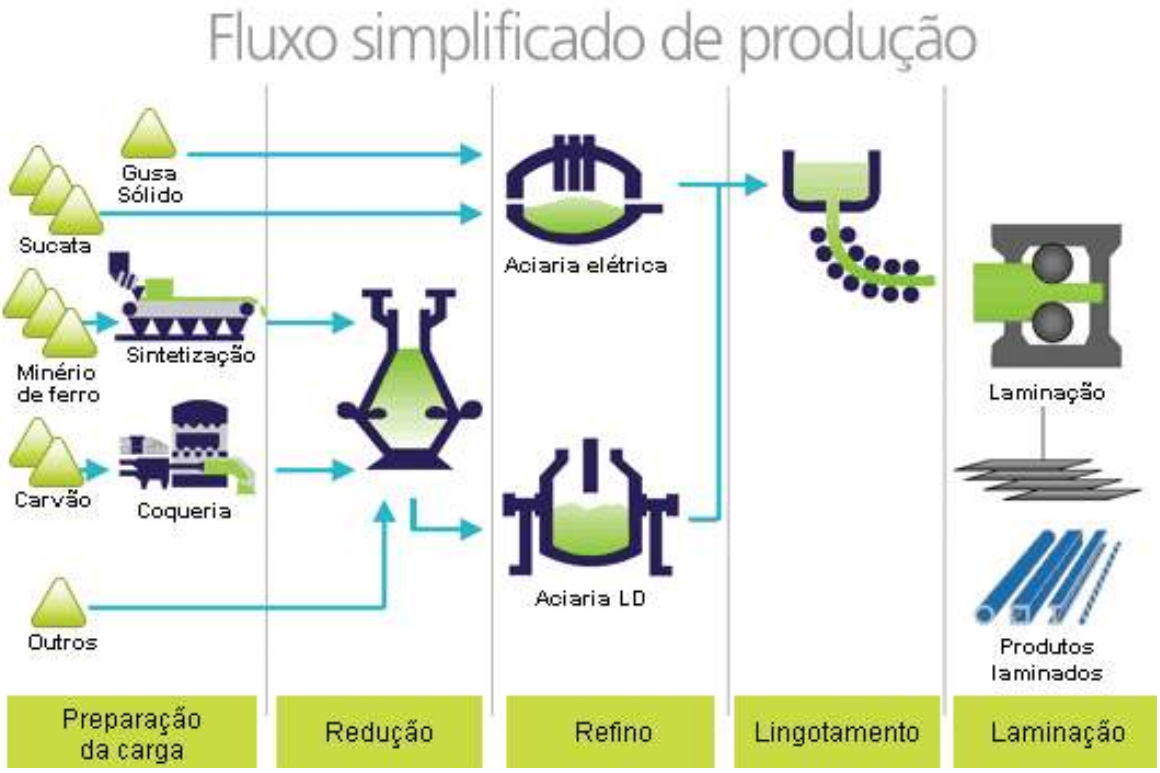

Figura 1 - Fluxo simplificado de produção.
Fonte: (SERRAMETAL, 2021)

2.4 PROPRIEDADES DO AÇO (VERGALHÕES)

A sigla CA são indicadas nas categorias ao que se refere ao termo de concreto armado, e seguido de um número relativo a resistência mínima do aço ao escoamento, o que significa a quantidade de força necessária para a deformação permanente da barra. Pela norma esse valor é mensurado em kgf/mm² (quilograma-força por milímetro quadrado ou em Mpa (Mega pascal). (ARCELORMITTAL, 2021)

O aço CA-25 são os vergalhões de superfície lisa em barras retas, muito utilizado na construção civil como barras de transferência por exemplo em pisos e lajes de pavimentos A resistência mínima à deformação permanente do CA-25 é de 250 MPa ou 25 kgf/mm^2 (ARCELORMITTAL, 2021)

O aço CA-50 é o mais utilizado nas obras com concreto armado ele apresenta uma superfície nervurada, tendo um alto grau de deformação e suportar uma alta concentração de carga, oferecendo grande segurança à estrutura. Alguns fabricantes disponibilizam toda linha de bitolas de CA-50 com uma letra S gravada na barra, o que representa que o material é soldável. Uma única barra suporta no mínimo 500 MPa de limite de escoamento ou 50 kgf/mm^2(ARCELORMITTAL, 2021)

O aço CA-60 é conhecido por sua alta resistência, oferecendo uma aderência excelente, prevenindo a fissuração do concreto, apresentando também alta soldabilidade, sendo mais utilizada em estruturas pré-fabricadas, muitas vezes em conjunto ao CA-50, muito utilizado na produção de malhas de soldas e telas, estribos, espaçadores, entre outros produtos trefilados da linha de transformados da construção civil. É importante destacar que, independentemente da classe do vergalhão, as barras devem suportar as cargas e as sobrecargas da categoria a que pertencem, sem deformarem de forma permanente. Além disso, os produtos têm certificação do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) desde 1999 e são produtos normatizados, ou seja, seguem requisitos mínimos de qualidade estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para poderem ser comercializados no mercado. (ARCELORMITTAL, 2021)

2.5 AÇOS PARA ARMADURAS

Os aços utilizados em estruturas de concreto armado no Brasil são estabelecidos pela norma NBR 7480/2007. A norma classifica como barras os aços de diâmetro nominal 5 mm ou superior, obtidos exclusivamente por laminação a quente e como fios aqueles de diâmetro nominal 10 mm ou inferior, obtidos por trefilação ou processo equivalente, como estiramento e laminação a frio. (BASTOS, 2021).

O aço é um material metálico produzido em usinas siderúrgicas, constituído de ferro com adição de até 2 % de carbono. A adição de outros materiais, como manganês, níquel, enxofre, silício, etc., proporciona a obtenção de características específicas diferentes em função do tipo de aplicação. Os aços para Concreto Armado são fabricados com teores de carbono entre 0,4 e 0,6 %. (BASTOS, 2021).

Conforme o valor característico da resistência de escoamento (fyk), as barras de aço são classificadas nas categorias CA-25 e CA-50 e os fios de aço na categoria CA-60. As letras CA indicam concreto armado e o número na sequência indica o valor de fyk, em kgf/mm2 ou kN/cm2. Os aços CA-25 e CA-50 são, portanto, fabricados por laminação a quente, e o CA-60 por trefilação a frio. (BASTOS, 2021).

A conformação final dos vergalhões CA-25 e CA-50 é feita com a laminação de tarugos de aço aquecidos, consistindo um processo de deformação mecânica, que reduz a seção do tarugo na passagem por cilindros paralelos em rotação, em gaiolas de laminação. Os tarugos são fabricados na usina siderúrgica, a partir de sucatas e ferro-gusa. A obtenção dos vergalhões CA-60 ocorre a partir do fio máquina (fio de aço), por trefilação a frio, processo de conformação mecânica que reduz o fio-máquina na passagem por orifícios calibrados. Por indicação da NBR 6118 (item 8.3) os seguintes valores podem ser considerados para os aços: a) Massa específica: 7.850 kg/m3; b) Coeficiente de dilatação térmica: 10-5 /ºC para intervalos de temperatura entre – 20ºC e 150 ºC; c) Módulo de elasticidade Es: 210 GPa (210.000 MPa), na falta de ensaios ou valores fornecidos pelo fabricante. (BASTOS, 2021).

Os aços CA-25 e CA-50 podem ser considerados como de alta ductilidade e os aços CA-60 podem ser considerados de ductilidade normal (NBR 6118, item 8.3.7). (BASTOS, 2021).

2.5.1 TIPOS DE SUPERFÍCIES

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2007):

> As barras e fios podem ser lisos ou providos de saliências ou mossas, para cada categoria de aço, o coeficiente de conformação superficial mínimo ηb, determinado através de ensaios de acordo com a ABNT NBR 7477, deve atender ao indicado na ABNT NBR 7480. A configuração e a geometria das saliências ou mossas devem atender, também, ao que é especificado nas seções 9 e 23 da ABNT NBR 6118:2007, desde que existam solicitações cíclicas importantes. (ABNT NBR 6118: 2007, 2021).

Para os efeitos desta Norma, a conformação superficial é medida pelo coeficiente η1, cujo valor está relacionado ao coeficiente de conformação superficial ηb, conforme estabelecido na Tabela 1.

Tipo de barra	**Coeficiente de conformação superficial**	
	ηb	**η1**
Lisa (CA-25)	1,0	1,0
Entalhada (CA-60)	1,2	1,4
Alta aderência (CA-50)	≥1,5	2,25

Tabela 1 - Relação entre η1 e ηb
Fonte: (ABNT NBR 6118: 2007, 2021).

2.5.2 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Classificam-se como barras os produtos de diâmetro nominal 6,3 mm ou superior, obtidos exclusivamente por laminação a quente, sem processo posterior de deformação mecânica, sendo permitido o endireitamento do material produzido em rolos. O diâmetro nominal de 5 mm foi retirado em relação à versão anterior dessa norma, a NBR 7480:1996. De acordo com o valor característico da resistência de escoamento, as barras de aço são classificadas nas categorias: CA-25 e CA-50. (PINHEIRO, 2021).

Os fios são aqueles de diâmetro nominal 10 mm ou inferior, obtidos a partir de fio-máquina por trefilação ou laminação a frio. Segundo o valor característico da resistência de escoamento, os fios são classificados na categoria CA-60. (PINHEIRO, 2021).

Esta classificação pode ser visualizada na Tabela 3.1.

BARRAS Ø ≥ 5 Laminação a Quente										
CA - 25 CA - 50										
6,3	8	10	12,5	16	20	22	25	32	40	
FIOS Ø ≤ 10 Laminação a Frio										
CA - 60										
2,4	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	6,0	6,4	7,0	8,0	9,5	10

Tabela 2 - Diâmetros nominais *de acordo com a NBR 7480 (2007)*
Fonte: (PINHEIRO, 2021).

2.6 CONCEITO DE CONCRETO ARMADO

Pinheiro (2007, p. 7) reitera ainda que o concreto armado é a o material de construção mais usado no planeta. Basicamente, ele é utilizado nas estruturas, que é a parte resistente da construção e tem a função de resistir às diversas solicitações de carga e as transmitir para o solo. Com isso, se pode classificar os principais elementos estruturais de uma construção civil, que são as lajes, as vigas, os pilares e os elementos de fundação. As lajes são placas de concreto armado, armadas em uma ou duas direções que, além das cargas permanentes, recebem as ações de uso e as transferem aos apoios, travando os pilares e distribuindo as ações horizontais entre os demais elementos de contraventamento. Já as vigas são barras horizontais que por sua vez delimitam as lajes e recebem suas cargas, bem como suportam paredes e ainda até mesmo de outras vigas, então finalmente as transmitem para os Pilares. Estes “apoios” conhecidos como pilares são elementos verticais que recebem as ações das vigas e de todos os pisos superiores, e as transmitem para os elementos inferiores, podendo este abranger vários pisos, ou para a fundação. Os elementos de fundação como blocos, sapatas, radier e estacas são responsáveis por transferir os esforços para o solo.

3 DESENVOLVIMENTO PARCIAL

3.1 O SISTEMA DE CORTE E DOBRA INDUSTRIALIZADA

No Brasil os serviços de corte e dobra beneficiados fora da obra começaram por volta do ano de 1989. Isto ocorreu por conta de problemas como: falta de espaços físicos para armazenar e estocar materiais, desprovimento de mão de obra qualificada, perda de materiais devido à realização de cortes e dificuldade na destinação dos restos de aço inutilizáveis. (MARQUES, 2021).

O sistema de corte e dobra de aço realizado fora dos canteiros de obra, consiste no envio de plantas estruturais ao setor de projetos das empresas prestadoras deste serviço, as quais realizarão análises quantificando toda a demanda de aço necessária, orçando o serviço e entregando o aço beneficiado no prazo solicitado pelo construtor na quantidade exata necessária para sua execução. (VIEIRA, 2016).

3.2 CORTE E DOBRA NO CANTEIRO DE OBRAS

Sua característica básica é o corte e a dobra do aço realizados dentro da área do canteiro de obras, ocupando grande espaço físico, produzindo uma significativa quantidade de barras não aproveitadas que se constituem em perdas de materiais e podem provocar acidentes para os funcionários. Outra característica marcante deste método é a quantidade excessiva de operações de transporte, armazenamento e inspeções inerentes ao sistema, gerando consideráveis perdas de mão-de-obra ao longo de todo o processo, tendo em vista que estas não agregam valor ao produto final. (PRAÇA; NETO, 2021).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA FORNECEDORA DO AÇO

A empresa “A” fica localizada na cidade de Matão, São Paulo, contendo duas unidades, sendo a Unidade 1 – Fábrica e Unidade 2 – Loja/Showroom. Atua no mercado há 31 anos no seguimento de produção de ferragem armada e distribuição de materiais e compostos do aço para construção civil como: vergalhões (12 metros), malhas, treliças, arames e gradil.

O aço para a produção da ferragem armada, é adquirido em forma de bobinas, direto da siderúrgica, sendo assim, desbobinado e cortado na medida solicitada pelo projeto de cada cliente.

Esta empresa utiliza um sistema informatizado pelos setores de vendas, que é usado para realização de orçamentos e pedidos, o setor financeiro utiliza para faturamentos, notas fiscais, e controle de clientes, o setor da produção utiliza para

gerar ordens de produção e fazer o controle dos processos produtivos e por fim o setor responsável pela logística que utiliza para gerar romaneios de entregas e fazer o controle das mesmas, entregando o material de acordo com a necessidade ou cronograma de cada obra.

3.3 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE CORTE E DOBRA

De acordo com pesquisa apresentada na Empresa “A” (2021) e Soluções Belgo Pronto (2010), as vantagens advindas do aço cortado e dobrado na indústria são:

- Diminui o capital de giro, pois o fornecimento do material ocorre de acordo com a necessidade ou cronograma da obra;
- Eliminação total de perdas, pois o aço vem em bobinas da siderúrgica e são cortados de acordo com o projeto;
- Eliminação dos custos com equipamentos para cortar e dobrar na obra;
- Menor risco de acidentes;
- Redução de custos com mão de obra;
- Maior rapidez na execução da obra;
- Peças já identificadas, prontas para serem utilizadas na obra;

3.4 PROCESSO PRODUTIVO

O cliente entra em contato com um vendedor passando o projeto executivo estrutural da obra, solicitando o orçamento. Assim que o projeto é repassado para a equipe técnica e aprovado, é dado início a uma série de processos internos da empresa. Quando a OP (Ordem de Produção) é liberada e encaminhada ao líder de produção, se inicia o processo produtivo.

O processo produtivo consiste em quatro etapas, sendo:

Endireitamento:

Neste processo o aço chega em forma de bobinas, conforme mostra na figura 2. Este aço em bobina é posicionado dentro de carretéis que ficam sob bases desbobinadoras, figura 3. O aço bobinado por sua vez é desenrolado pelas máquinas através dos roletes tracionadores e endireitadores, figura 4. Como resultado temos o aço em forma de barras retas (vergalhões).



Figura 2 - Bobinas de aço.
Fonte: (AUTOR, 2021)



Figura 3 - Base desbobinadeira
Fonte: (AUTOR, 2021)



Figura 4 - Roletes tracionadores e endireitadores
Fonte: (AUTOR, 2021)

Neste processo atuam dois modelos de roletes, os tracionadores que tem a função de tracionar o aço puxando-o até a máquina e os endireitadores que devem endireitá-los para a etapa seguinte, deixando-os em formato de barra reta.

Corte:

Nesta etapa, o operador programa a máquina de corte, inserindo informações como quantidade de peças a serem cortadas e seus respectivos comprimentos em milímetros. Em seguida a máquina realizará o corte da barra de aço na medida solicitada. Conforme demonstra a figura 5.

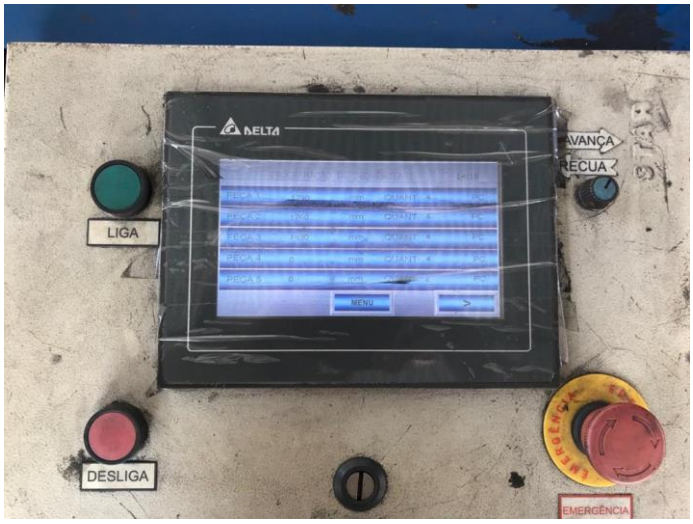

Figura 5 - Painel da máquina de corte de aço
Fonte: (AUTOR, 2021)

Dobra:

Momento em que a máquina através de tensão exercida sobre o aço o deforma. Esta tensão exercida deverá ser maior que o seu limite de deformação para que a dobra ocorra. A máquina é capaz de medir exatamente onde deverá ser a tensão para que a peça fique no formato solicitado no projeto. A figura 6, ilustra o momento da dobra do aço.

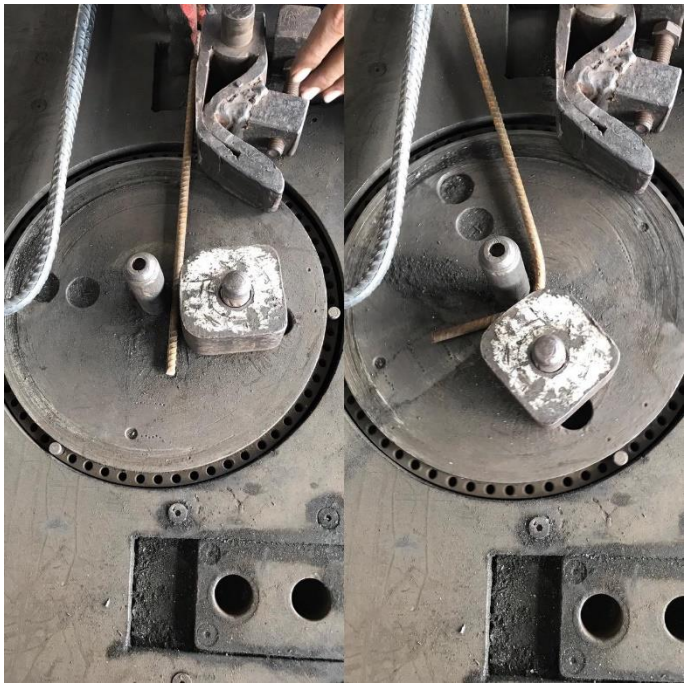

Figura 6 - Máquina de dobra do aço
Fonte: (AUTOR, 2021)

Amarração:

Nesse processo, os armadores realizam as amarrações necessárias em cada peça de acordo com o projeto estrutural do cliente, utilizando arame recozido e turquesa.



Figura 7 - Execução de amarração de ferragem
Fonte: (AUTOR, 2021)

Abaixo, demonstração desse processo com fluxograma.

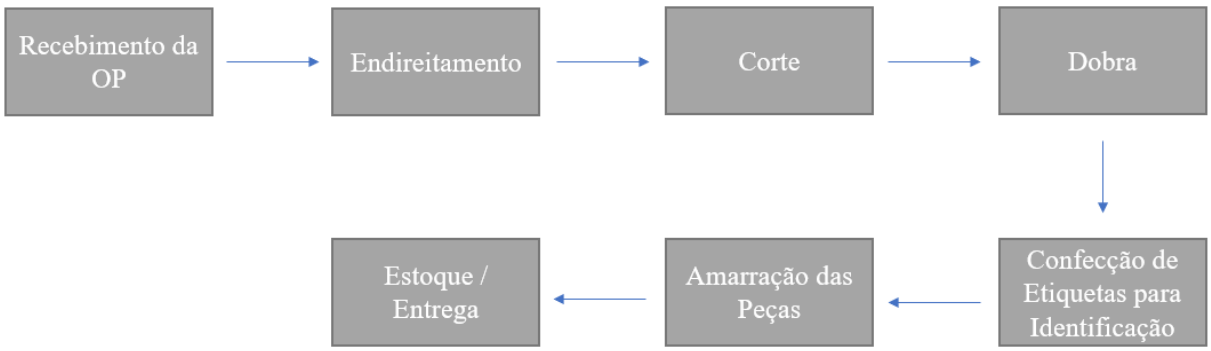

Figura 8 - Fluxograma de demonstração do processo produtivo
Fonte: (AUTOR, 2021)

4 RESULTADOS

De acordo com os pontos apresentados nesse artigo, pode-se comprovar que se comparado com o processo realizado no canteiro de obras, a utilização da ferragem armada industrializada é muito superior, por vários motivos. Sendo um processo bem definido, onde é monitorado e acompanhado por uma equipe especializada na área,

pode-se garantir o atendimento ao cliente de forma capacitada a prestar os serviços e entregar um material de ótima procedência. Dessa forma, percebe-se que vem se

tornando cada vez mais frequente a utilização desse método no mercado da construção civil.

Além disso, é comprovado que a utilização da ferragem armada industrializada é mais vantajosa, pois traz como benefício a eliminação de perdas, maior eficácia na produção, pois é realizada por mão de obra qualificada, assim diminuindo a possibilidade de acidentes, além de obter uma melhor qualidade no produto e maior rapidez na execução da obra.

Para Nazar (2014), nesse processo, o aço, obtido na forma de barras de seção circular com 12 m de comprimento, deve ser armazenado adequadamente para, posteriormente, ser cortado e dobrado para a produção das armaduras. A perda, normalmente, não supera os 5% quando o canteiro é bem planejado.

Outras vantagens obtidas nesse processo é a eliminação de bancadas, garantia de equipamentos, eliminação dos custos com equipamentos para cortar e dobrar na obra, entrega Just in time, redução de perdas e racionalização do canteiro.

5 CONCLUSÃO

Os processos produtivos na construção civil estão cada vez mais avançados, a ferragem armada industrializada é uma prova disso, pois traz vários benefícios tanto para o cliente e para os trabalhadores da obra. Pois traz maior segurança, com materiais de qualidade superior, diminuindo a possibilidade de acidentes e proporcionar mais rapidez na execução da obra.

Percebe-se que esse processo, quando realizado no canteiro de obras, além de se obter maiores custos com maquinário para realizar os serviços de corte e dobra, para posteriormente o profissional qualificado realizar a armação, é muito mais trabalhoso, além de exigir maior espaço físico no canteiro de obras, como espaço para armazenamento dessa ferragem. Outro ponto importante, é a otimização do tempo, nesse processo perde-se muito mais tempo na execução dos serviços, principalmente quando não há um cronograma de obra. Contudo, quando o cliente visa a racionalização do canteiro de obras, a utilização da ferragem armada industrializada é um ótimo investimento.

Esse estudo contribui para um melhor entendimento sobre os processos da ferragem armada industrializada, mostrando que é uma maneira mais viável tanto economicamente falando quanto na execução da obra e racionalização do canteiro de obras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PEINADO – Corte e dobra - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/revista/materias/corte-e-dobra-de-aco-em-fabricas-reduz-perdas-mas-exige-projeto-detalhado/15239. > Acesso em: (05/07/2021).

RODRIGUES – Custo/ Benefício – Ferragem + Sistema. Disponível em: https://www.finom.edu.br/assets/uploads/cursos/categoriasdownloads/files/20181017161001.pdf > Acesso: (10/10/2021).

RODRIGUES – Custo/ Benefício – Ferragem + Sistema. Disponível em: https://onsafety.com.br/as-tecnologias-na-construcao-civil/ > Acesso: (10/10/2021).

OLIVEIRA - Corte e dobra - Ferragem + Sistema. Disponível em: http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/article/view/1887 > Acesso em: (10/10/2021).

VIEIRA – Econômico / Financeira - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AGUPKA/1/monografia_priscila_hammes.pdf > Acesso em: (10/10/2021).

INSTITUTO AÇO BRASIL - História do aço - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://acobrasil.org.br/site/historia-do-aco/ > Acesso em: (05/07/2021).

ARCELORMITTAL - Soluções - Ferragem + Sistema Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/arcellormittal/belgo_pronto.pdf > Acesso: (10/10/2021).

_____ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. > Acesso: (10/10/2021).

BASTOS – Características do Aço - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf > Acesso em: (10/10/2021).

ARCELORMITTAL - Características do Aço - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://blog.arcelormittal.com.br/vergalhao/ > Acesso em: (10/10/2021).

ABNT NBR - Tabela 3 - Relação entre η1 e ηb - Ferragem + Sistema Disponível em: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. > Acesso: (10/10/2021).

TUBOMETAL – Fabricação - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://www.tubometal.com.br/etapas-de-fabricacao-do-aco.php > Acesso em: (10/10/2021).

CARVÃOMINERAL - Fabricação - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://www.carvaomineral.com.br/interna_conteudo.php?i_subarea=15&i_area=2 > Acesso em: (10/10/2021).

SERRAMETAL - Figura 9 - Fluxo simplificado de produção - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://serrametal.com.br/aco-influencia-da-liga-do-material-e-suas-aplicacoes/ > Acesso em: (10/10/2021).

FERROS SCHARLAU, aço/ferro - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://ferrosl.com.br/producao-de-aco > Acesso em: (10/10/2021).

_____ MINISTÉRIO DA ECONOMIA, Aço - Ferragem + Sistema. Disponível em: Disponível em: https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/mdic/comercio-exterior/metarlurgia-e-siderurgia-2 > Acesso em: (10/10/2021).

_____ PINHEIRO, L.M.; SANTOS, A.P.; MUZARDO, C.D.; SANTOS, S.P. Estruturas de concreto – Capítulo 3.

_____ PRAÇA, E. R.; NETO, J. P. B. Estudo comparativo de custos do processo de preparação e execução de armaduras de aço tradicional em relação ao processo de fornecimento industrializado de aço moldado fora do canteiro de obras.

UDIAÇO - Propriedades Mecânicas - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://udiaco.com.br/vantagens-do-material-cortado-e-dobrado-corte-dobra/ > Acesso em: (10/10/2021).

UDIAÇO – Propriedades Mecânicas - Ferragem + Sistema. Disponível em: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:c3xOPfzdBwIJ:https://udiaco.com.br/propriedades_mecanicas/+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br > Acesso em: (10/10/2021).