

CORTE E DOBRA: comparativo entre armações feitas in loco e pré moldadas

Maria Eduarda Gonçalves De Souza¹

Geisla Ap. Maia Gomes²

RESUMO

Esse artigo discorreu sobre a análise comparativa entre dois processos utilizados em grande escala nas construções, a armação, sendo manual (*in loco*) ou em indústria, essa etapa se trata do coração da obra, a parte estrutural. Através dos conhecimentos obtidos, a real necessidade por processos mais rápidos, eficientes e econômicos, para garantir o cumprimento de cronograma de obra, a agilidade na execução das armações das peças estruturais fabricadas em concreto armado, foram instrumentos cruciais na execução dessa pesquisa. Este artigo traz de forma clara e detalhada os dois processos para que os profissionais da área tenham uma ampla visão em qual situação optar por cada um dos processos. Essa análise mostra as vantagens e desvantagens de cada método de produção auxiliando na escolha para uma maior eficiência na entrega do serviço dos especialistas da área. Ao final, foi obtido o resultado onde o corte e dobra de ferragem mecânica apresentou uma economia, cerca de 5% (cinco por cento), comparado com o feito *in loco* e com melhor aproveitamento de material e tempo de produção.

Palavras chaves: Corte e dobra de ferragem, custo, eficiência, armação.

¹ Maria Eduarda Gonçalves De Souza Maria. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas.

² Prof. Esp. Geisla Aparecida Maia Gomes. Engenheira Civil, Mestranda em Estatística Aplicada. Docente no Centro Universitário do Sul de Minas.

ABSTRACT

The development of this article discussed the comparative analysis between two large-scale processes of a constructions, the framing, whether manual (on site) or in industry, this stage is the heart of the work, the structural part.

Through the knowledge obtained, the real need for faster, more efficient and economical processes, to guarantee compliance with the work schedule, the agility in the execution of the frames of structural parts manufactured in reinforced concrete, were crucial instruments in carrying out this research.

This article addresses a clear and detailed comparison of the two processes so that professionals in the field have a broad view in which situation to opt for each of the processes. This analysis shows the advantages and disadvantages of each production method, helping to choose greater efficiency in delivering services from specialists in the field. In the end, the result was obtained where the mechanical cutting and bending of hardware presented savings, around 5% (five percent), compared to what was done on site and with better use of material and production time.

Keywords: Cutting and bending of hardware, cost, efficiency, frame.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a forma de armação das ferragens divide opiniões entre engenheiros, construtores e demais especialistas do ramo, afinal é uma etapa imprescindível tanto no projeto quanto durante a execução da obra. Por ser uma mão de obra com grande valor agregado, todos os pontos foram esclarecidos no decorrer deste artigo, foi apresentado imagens e dados para trazer mais informações sobre os processos portanto as perguntas levantadas aqui tem objetivo de esclarecer quais serão os possíveis custos adicionais dos serviços prestados para armação, escolha de material, forma de corte e moldagem dessas peças, entre outros fatores abordados. Tendo como foco principal a análise dos dois processos e logo em seguida descrição e especificação de cada um deles.

Antes desse processo mecanizado de corte e dobra ser criado, as barras de vergalhão eram comercializadas em rolos, o consumidor tinha as únicas opções de comprar o produto em barras retas de 12m, depois que o material chegava em obra ele seria medido e cortado de acordo com a demanda do projeto.

Hoje ainda é encontrado essa mesma forma de entrega do material e com o novo processo de fabricação mecanizado. Os vergalhões de bitola 4.2mm, 5.0mm e 6.0mm ainda são comercializados em rolos ou em barras retas. Nas demais bitolas são comercializadas somente em barras retas. Visando sempre a melhoria do serviço prestado ao consumidor e a agilidade na entrega do produto, que sem dúvidas é uma preocupação das grandes empresas que agregam valor na relação com o cliente, garantindo o compromisso com o mesmo, começou a ser utilizado o sistema de corte e dobra tanto manual quanto mecanizado.

Atualmente é observado que a maior parte dos especialistas da área ficam em dúvida por qual dos processos de produção escolher para atender a demanda do projeto na etapa de colocação e armação das ferragens. Por isso a necessidade de ter esses métodos de corte e dobra, o que permite ao responsável técnico a escolha pela melhor opção em cada situação, de acordo com a obra que será realizada.

No presente artigo foi realizado um comparativo entre o modelo de fabricação de armação em grande escala que consiste em realizar *in loco* todo o processo de corte e dobra das ferragens (NBR 7480/1996), sendo comparado com a terceirização desse serviço, por empresas especializadas na confecção de corte e moldagem de barras de vergalhões conforme o projeto do cliente. Foram levantados então os pontos positivos de ambos os processos de

montagem de armaduras, sendo possível analisar qual o modelo entregou melhor resultado no cotidiano da obra agilizando a execução de armação de vigas, pilares, sapatas e outras tantas peças, que demandam uma considerável fatia da mão de obra e tempo de trabalho portanto processos de fabricação os quais otimizam tempo, sempre são bem-vistos no canteiro de obra.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Desperdícios

A atuação de máquinas na construção civil, sempre foi muito bem vista pelos profissionais da área, devido a sua contribuição na velocidade em desempenhar as atividades no local de trabalho. Visto que os desperdícios de insumos e a mão de obra, representa uma considerável fração dos custos totais de uma construção, sendo considerada as maiores perdas, Agopyan (1998).

A errônea montagem da armação estrutural, causa imensos riscos e prejuízos ao caixa da obra, a falta ou a má distribuição dos estribos podem causar flambagem, torção da estrutura e diversas outras patologias. Os custos para recuperação de uma estrutura que já apresenta manifestações patológicas chegam a ser 125 (cento e vinte cinco) vezes superiores ao custo das medidas a serem tomadas a nível de projeto, Helene (1992).

Como exposto por Formoso (1997), é permitida uma taxa de perdas, consideradas inevitáveis, sendo variável de acordo com o serviço e sua taxa de desperdício é estipulada de empresa para empresa, de acordo com seu patamar de desenvolvimento próprio. Com esse pressuposto Formoso (1997, p. 3) classifica em duas formas:

- a) Perdas inevitáveis (ou perda natural): corresponde a um nível de perda aceitável e é identificado quando o investimento necessário para reduzir a perda é superior à poupança gerada. O grau de perda considerado inevitável pode variar dependendo do nível de desenvolvimento de empresa para empresa e até de projeto para projeto dentro da mesma empresa.
- b) Perdas evitáveis: ocorrem quando o custo da ocorrência é substancialmente maior que o custo da prevenção. São o resultado de um processo de má qualidade em que os recursos são utilizados de forma inadequada.

Portanto, não se pode considerar que exista uma certa percentagem de perda inevitável de todo tipo de material. Uma empresa alcança competitividade a partir do momento em que a organização está constantemente tentando reduzir perdas, como menciona Formoso (1997).

2.2. Corte e dobra

O crescente aumento por produtos industrializados para a otimização e racionalização do processo fabríco, com a finalidade de resultar o canteiro de obras em um local de montagem, mantendo a mesma qualidade ou até superior como ressalta Carlott (2012). Em vista disso, surge a relevância em validar o corte e dobra feito de maneira mecanizada.

Foi utilizado a comparação das técnicas construtivas, sendo avaliados tópicos importantes de segurança e agilidade dentro do canteiro de obras visando sempre a segurança dos colaboradores e respeitando as normas regulamentadoras, como a NR 18, que possui a finalidade de organizar e assegurar a integridade dos operários no desempenho de sua atribuição e todos no perímetro da obra. Dessa maneira, os métodos construtivos abordados nesse artigo são analisados com base nas diretrizes normativas respeitando as peculiaridades da cada modelo.

De acordo com o Decreto 7983/2013, estabelece as atribuições da CAIXA e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE a gestão da Tabela SINAPI (Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil), sendo a Caixa a responsável pela base técnica de engenharia, pelo processamento de dados e publicação dos relatórios de preços e custos. Enquanto o IBGE realiza pesquisas de preço, tratamento dos dados, formação e divulgação dos índices. O uso da tabela SINAPI é de suma importância no levantamento do tempo de execução e mão de obra. Suas informações, criaram parâmetros para a avaliação dos serviços da construção.

A produção da armadura foi definida pelo Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil (CBI, 2017), como o conjunto de atividades realizadas na preparação e colocação do aço dentro da estrutura, sendo dividida em três grandes etapas:

- Corte e dobra;
- Pré-montagem;

- Posicionamento das fôrmas.

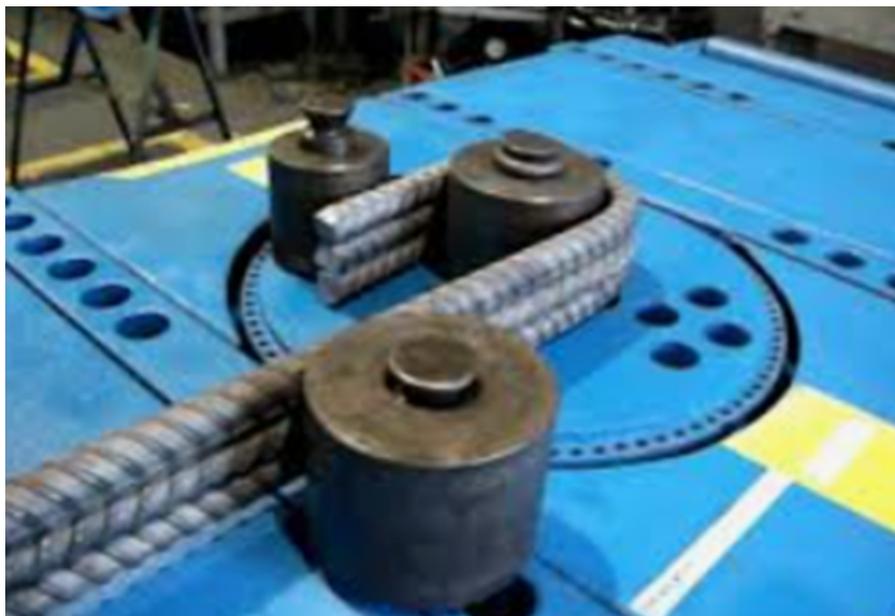
Na etapa do corte e dobra é realizada a separação das barras de aço no diâmetro conforme especificado no projeto dimensionada pelo profissional habilitado conforme especifica a NBR 6118/2023 e realizada a marcação das medidas como comprimento total da peça. Feito a medição, com auxílio de ferramenta de corte, como por exemplo serrinha de mão ou lixadeira (se o processo for realizado *in loco*) ou através de equipamentos automatizados, será realizado o corte da barra. O processo deve ser executado por profissionais habilitados, utilizando equipamento de segurança adequado para a operação, respeitando a NR. 06. Caso a peça a ser manuseada possua algum detalhamento, deve ser feita a dobradura na mesma com auxílio de uma mesa de dobra e alavancas, como representado na Figura 1. Caso o seja feito por meio industrial, a representação está na Figura 2.

Figura 1 - Dobra (modelo in loco)



Fonte: <https://casaserralheiro.com.br/as-vantagens-do-corte-e-dobra-de-aco/>

Figura 2 - Dobra mecânico (modelo industrial)



Fonte: <https://muratecbrasil.com.br/dobradeiras/>

Durante a execução, após realizado o processo de corte e dobragem da barra, é realizada a montagem da peça seguindo os detalhes do projeto estrutural de armação. Dessa forma as peças são unidas por meio de amarração com a utilização de arame recozido (como é feito na maioria das obras), para formação da estrutura armada, como pode ser visto na Figura 3 e 4.

Figura 3 - armação estrutural



Fonte: arquivo pessoal da autora.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Considerando que o aço é um produto caro no mercado é relevante discutir os processos de fabricação das peças, devendo ser montadas de forma com que atendam as normas regulamentadoras e as necessidades do cliente. Tendo em vista que o mercado atual está cada vez mais concorrido, forçando o processo de produção ser cada vez melhor, proporcionando qualidade e rapidez com menores custos.

A seguir temos a tabela SINAPI onde é possível conseguir uma média entre dados relativos sobre preços e também custos referentes à construção, com ela mensuramos o valor dos produtos que uma obra tem.

Figura 6 - tabela SINAPI

CADERNO TÉCNICO

Classe: FUES - FUNDACOES E ESTRUTURAS

Tipo: 0042 - ARMADURAS

1. COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO

| Código / Seq. | Descrição da Composição | Unidade |
|---|--|-----------------|
| 01.FUES.ARMD.036/01 | ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EMBUTIDA EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022 | KG |
| Código SIPC | | Situação |
| 104108 | | ATIVO |
| Vigência: 06/2022 Última Atualização: 06/2022 | | |

| COMPOSIÇÃO | | | | | |
|-------------------|---------------|--|-----------------|--------------|--------------|
| Item | Código | Descrição | Situação | Unid. | Coef. |
| I | 39017 | ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM. COBRIMENTO 20 MM | ATIVO | UN | 0,54300 |
| I | 43132 | ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M) | ATIVO | KG | 0,02500 |
| C | 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | ATIVO | H | 0,01560 |
| C | 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | ATIVO | H | 0,09560 |
| C | 92803 | CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022 | ATIVO | KG | 1,00000 |
| | | | | | |

Fonte: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>

Figura 7 - tabela SINAPI

| SINAPI | | #PUBLICO |
|--|---|----------|
| ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE INSUMO | | |
| Código do SINAPI: | 39017 | |
| Descrição Básica: | ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM | |
| Unidade de Cálculo: | UN | |
| Normas Técnicas: | NBR 6118:2014 Versão Corrigida:2014 | |
| Imagem: |  | |
| Informações Gerais: | Espaçador / distanciador do tipo circular/roseta universal, ralado, com entrada lateral, fabricado em plástico. Para aço de de 4,2 a 12,5 mm e cobrimento de aproximadamente 25mm. Função de garantir o cobrimento da armadura e dificultar o contato com a forma e evita a saída da armadura do fluxo de concreto evitando fissuras. Aplicação nas ferragens verticais na construção de paredes, em laterais de vigas, pilares, pré-moldados e postes. | |
| Correspondência SINAPI com NBR 15.965 | - 2C 04 26 00 00 00 00: Produtos para a execução de armação estrutural; 0M 20 60 07 00 00 00: Plásticos. | |
| Atualizado em: | 2015-08-21 00:00:00 | |

Fonte: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>

Figura 8 - tabela SINAPI

| SINAPI | | #PUBLICO |
|--|--|----------|
| ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE INSUMO | | |
| Código do SINAPI: | 43132 | |
| Descrição Básica: | ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M) | |
| Unidade de Cálculo: | KG | |
| Normas Técnicas: | NBR 5589:1982; NBR6331:2010 Versão Corrigida:2010 | |
| Imagem: |  | |
| Informações Gerais: | <p>Para o arame 16 BWG: fabricado a partir do aço de baixo teor de carbono (bitola 1,65mm). Um metro de fio equivale a, aproximadamente, 16,00 gramas de arame.</p> <p>Para o arame 18 BWG: fabricado a partir do aço de baixo teor de carbono (bitola 1,25mm). Um metro de fio equivale a, aproximadamente, 9,60 gramas de arame.</p> <p>Apresenta alto grau de durabilidade e uma resistência à tração de até 45 kgf/mm². É amplamente utilizado na construção civil para amarração de elementos estruturais, vergalhões e travamento das formas para concretagem.</p> <p>A sigla "BWG" corresponde a um sistema britânico de bitolas.</p> <p>Preço coletado em kg.</p> | |
| Correspondência SINAPI com NBR 15.965 | - 2C 92 18 02 26 00 00: Cordas e fios; 0M 20 20 01 01 00 00: Aços carbono. | |
| Atualizado em: | 2018-12-21 00:00:00 | |

Fonte: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>

Figura 9 - tabela SINAPI

SINAPI – Cálculos e Parâmetros



Tabela 3.35: % Quantitativo das Horas de Capacitação – Horista

| Código SINAPI | Função | Categoria | CIPA | NB-5 Instalações Elétricas | NB-10 Operação de Máquinas e Equipamentos | NB-12 Escavação, Fundação e Desmonte de Rocha | NB-18 Movimentação e Transporte de Materiais e Peças - vertical | NB-28 Alvenaria, Revestimentos e Acabamentos | Admissional + Periódico | NB-31 Sinaleiro/ Amarrador de Cargas | NB-33 Espaços Confinados - acesso operários | NB-35 Espaços Confinados - Supervisores de entrada | Trabalho em Altura | TOTAL DE HORAS DE TREINAMENTO / CAPACITAÇÃO | % TREINAMENTO / ROTATIVIDADE HORISTA |
|---------------|---|-----------|-------|-------------------------------|--|--|--|---|-------------------------|---|--|---|--------------------|---|--------------------------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Horista | 0,635 | | 8 | 18,621 | 18,142,1 | 18,17,4,6 | 18,28,2 + 18,28 + | Anexo III - Item 1 | 33,3,5,4 | 33,3,5,6 | 35,3,2 | 28,635 | 2365,41 |

Fonte: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>

Figura 10 - tabela SINAPI

SINAPI – Cálculos e Parâmetros



Tabela 3.35: % Quantitativo das Horas de Capacitação – Horista

| Código SINAPI | Função | Categoria | CIPA | NR-3 | NR-10 | NR-12 | Escavação Fundação e Desmonte de Rocha | Montimentação e Transporte de Materiais e Pedras - vertical | Alvenaria Revestimentos e Acabamentos | Adicional + Periódico | Sinaleiro/ Amarrador de Cargas | NR-33 | NR-35 | TOTAL DE HORAS DE TREINAMENTO / CAPACITAÇÃO | % TREINAMENTO ROTATIVIDADE HORISTA | |
|---------------|--|-----------|-------|-----------------------|-------------------------------------|------------------|--|---|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---|------------------------------------|--|
| | | | | Instalações Elétricas | Operação de Máquinas e Equipamentos | Anexo I - Item 5 | | | | | | Anexo II - Item 1 | Espaços Confinados - acesso operário | | | Espaços Confinados - Supervisores de entrada |
| 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Horista | 0,635 | | 8 | | 18.621 | 18.142,1 | 18.174,6 | 18.282 + 18.284 | Anexo III - Item 4 | 33.35,4 | 33.35,6 | 35.3,2 | 28.635 | 0,0121 |
| 88239 | AJUDANTE DE CARPINEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Horista | 0,635 | | 8 | | | | 8 | 12 | | | | 8 | 36.635 | 0,0155 |
| 88240 | AJUDANTE DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Horista | 0,635 | | 8 | | | | | 12 | | | | 8 | 28.635 | 0,0121 |
| 88241 | AJUDANTE DE OPERAÇÃO EM GERAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Horista | 0,635 | | 8 | | | | | 12 | | | | 8 | 28.635 | 0,0121 |
| 88242 | AJUDANTE DE PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Horista | 0,635 | | 8 | | | | 8 | 12 | | | | 8 | 36.635 | 0,0155 |
| 88243 | AJUDANTE ESPECIALIZADO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Horista | 0,635 | | 8 | | | | | 12 | | | | 8 | 28.635 | 0,0121 |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Horista | 0,635 | | 8 | | | | | 12 | | | | 8 | 28.635 | 0,0121 |

Fonte: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>

Figura 11 - tabela SINAPI

CADERNO TÉCNICO

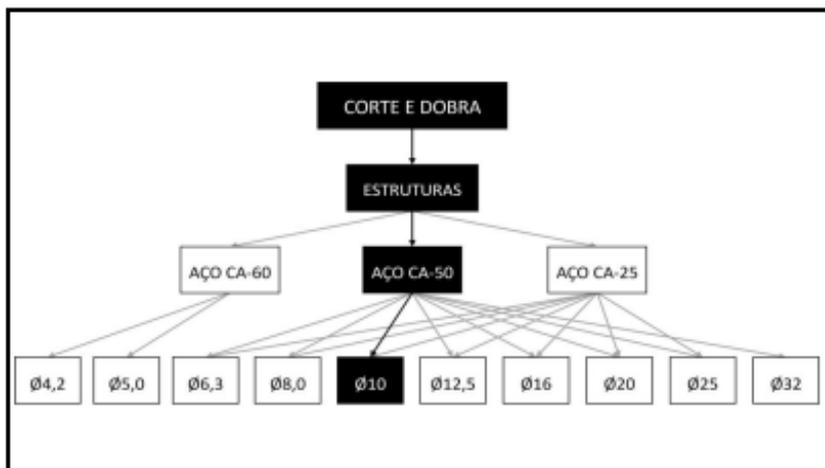
Classe: FUES - FUNDACOES E ESTRUTURAS

Tipo: 0042 - ARMADURAS

1. COMPOSIÇÃO ANALÍTICA DE SERVIÇO

| Código / Seq. | Descrição da Composição | Unidade |
|---|--|---------|
| 01.FUES.ARMD.051/01 | CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. | KG |
| Código SIPI | Situação | |
| 92803 | ATIVO | |
| Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022 | | |

| COMPOSIÇÃO | | | | | |
|------------|--------|---|----------|-------|---------|
| Item | Código | Descrição | Situação | Unid. | Coef. |
| I | 34 | ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO | ATIVO | KG | 1,11000 |
| C | 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | ATIVO | H | 0,00140 |
| C | 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | ATIVO | H | 0,00880 |

**2. ITENS E SUAS CARACTERÍSTICAS**

- Vergalhão de aço CA-50 de diâmetro de 10,0 mm, fornecido em barras de 12 m;
- Armador: responsável pela execução dos cortes e dobras dos vergalhões de aço, de acordo com o projeto estrutural;
- Ajudante de armador: auxilia o armador em todas as atividades necessárias.

3. EQUIPAMENTO

- Não se aplica.

4. CRITÉRIOS PARA QUANTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

- Utilizar a quantidade/peso de barras com o diâmetro especificado na composição a ser cortada e dobrada.

Fonte: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>

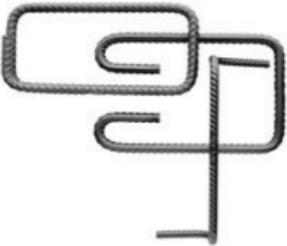
Como representado na tabela Sinapi, a realização do serviço de corte e dobra feito in loco com aço de bitola 10mm CA50 no formato circular, com a utilização de espaçadores plásticos raiado de 10cm de cobrimento conforme NBR 6118/2023 (podendo variar de acordo com a classe de agressividade). Está sendo utilizado o arame recozido 16 BWG, sendo empregado na proporção 0,016kg/m ou com arames 18 BWG na proporção de 0,01kg/m, sendo que a execução do corte e dobra realizado por um armador e a necessidade de um ajudante. Nessas condições o produto final tem um custo de R\$11,40 por kg de aço armado no canteiro de obras. O valor da hora trabalhada de um armador com os encargos trabalhistas fica em torno de R\$27,23, a hora trabalhada de um ajudante também com os encargos trabalhistas é mensurada em R\$20,18. Todos esses encargos são com base na legislação trabalhista do estado de Minas Gerais.

Figura 12 - SINAPI

| SINAPI | | #PUBLICO |
|--|---|----------|
| ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE INSUMO | | |
| Código do SINAPI: | 34 | |
| Descrição Básica: | ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO | |
| Unidade de Cálculo: | KG | |
| Normas Técnicas: | NBR 6118:2014; NBR 14931:2003 Emenda:2004; NBR 7480:2022 | |
| Imagem: |  | |
| Informações Gerais: | É utilizado em estrutura de concreto armado, possui superfície nervurada que garante alta aderência ao concreto. Bitola de 10mm (3/8") com peso aproximado de 0,617 kg/m. O preço coletado é em kg, sendo comercializado em barra ou em rolo, de acordo com a bitola. | |
| Correspondência SINAPI com NBR 15.965 | - 2C 04 26 02 00 00 00: Armadura de aço; 0M 20 20 01 01 00 00: Aços carbono. | |
| Atualizado em: | 2018-12-12 00:00:00 | |

Fonte: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>

Figura 13- SINAPI

| SINAPI | | #PUBLICO |
|--|---|----------|
| ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE INSUMO | | |
| Código do SINAPI: | 43058 | |
| Descrição Básica: | ACO CA-50, 10,0 MM, OU 12,5 MM, OU 16,0 MM, OU 20,0 MM, DOBRADO E CORTADO | |
| Unidade de Cálculo: | KG | |
| Normas Técnicas: | NBR 7480:2007; NBR 7481:1990; NBR 7477:1982; NBR 7478:1982; NBR 8548:1984 | |
| Imagem: |  | |
| Informações Gerais: | É utilizado em estrutura de concreto armado, possui superfície nervurada que garante alta aderência ao concreto. É comercializado cortado e dobrado . Bitola de 10,0mm (3/8"), com peso aproximado de 0,617 kg/m, de 12,5mm (1/2"), com peso aproximado de 0,963 kg/m, de 16,0mm (5/8"), com peso aproximado de 1,578 kg/m, e de 20,0 mm (3/4"), com peso aproximado de 2,466 kg/m. O preço coletado é em kg. | |
| Correspondência SINAPI com NBR 15.965 | - 2C 04 26 02 00 00 00: Armadura de aço; 0M 20 20 01 01 00 00: Aços carbono. | |
| Atualizado em: | 2019-11-04 00:00:00 | |

Fonte: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>

Como representada pela figura 12 , a especificação técnica da barra de aço, vergalhão, material utilizado na armadura de concreto armado, possui nervuras em sua superfície contribuindo para melhor aderência ao concreto. Com peso aproximado de 0,617 kg/m e seu preço coletado pela unidade de medida em quilograma (kg), sendo comercializado em barra ou em rolo, de acordo com a bitola.

Na figura 13, traz a especificação técnica do aço dobrado e cortado, com sua utilização em estrutura de concreto armado, com uma superfície nervurada que garante maior aderência ao concreto. A sua comercialização é feita com o vergalhão cortado e dobrado e o preço coletado é em kg. Esses insumos estão de acordo com a NBR 7480:2007, normativa a qual estabelece os parâmetros para o aço, quando sua utilização é destinada para estruturas de concreto armado.

A utilização do modelo em teste (industrial) realizado por empresas especializadas nesse tipo de serviço, utilizam de equipamentos automatizados, que realizam o serviço em tempo hábil. O valor de custo desse serviço é de R\$10,78 por kg de corte e dobra realizado. Sendo que esse produto é entregue em obra com um prazo que varia de empresa para empresa, como também de acordo com o quantitativo de material adquirido, mas em média aos orçamentos coletados com 3 empresas o prazo de entrega fica entre 5 à 7 dias úteis após a contratação do serviço.

Outro ponto que vale ressaltar, são os dados de acidentes no canteiro de obras. De acordo com o Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho nos anos de 2012 e 2018, no Brasil foram registrados cerca de 97 mil acidentes de trabalho ocorridos nos canteiros de obras. Desse valor, cerca de 21,03% dos acidentes são provenientes da execução da parte estrutural. Frente a esses dados, a criação de processos construtivos que mitigam o número de acidentes devem ser bem vistos pelas construtoras e engenheiros. Os valores indenizatórios cabíveis às empresas/empregadores de modo a reparar ou amenizar os danos causados ao funcionário ou para a família, são calculados conforme a gravidade do acidente ocorrido e com base nos danos causados à vítima.

De acordo com artigo 223 da Consolidação das Leis Trabalhistas, a indenização é considerada conforme a natureza do acidente, variando desde:

- Ofensa de natureza leve: até 3 salários.
- Ofensa de natureza média: até 5 salários.
- Ofensa de natureza grave: até 20 salários.
- Ofensa de natureza gravíssima: até 50 salários.

Obs: Os valores podem ser diferentes, caso tenha algum agravante, nessa situação os valores são estipulados pelo juiz trabalhista responsável pelo caso.

Esses dados expostos, mostram que utilizar métodos automatizados, evita causar acidentes de trabalho no processo de corte e dobra. O que proporciona mais segurança ao funcionário, reduz tempo de produção e evita gastos indenizatórios.

As desvantagens de adquirir o serviço de corte e dobra, consiste por esse tipo de serviço ainda ser pouco conhecido, dessa forma os clientes encontram a dificuldade de contratar empresas especializadas que entregam produtos de qualidade respeitando os requisitos previstos na NBR 7480. Outro ponto crucial, que pode deixar menos lucrativo o serviço de corte e dobra é o gasto com transporte. Dependendo da localidade, o custo em

levar o produto para obra se tornam um ponto negativo que influencia diretamente na organização financeira. Assim deve ser observado as necessidades do empreendimento e ponderar sobre a escolha de contratar ou não esse serviço.

O uso da tabela Sinapi foi de suma importância no levantamento do tempo de execução e mão de obra do modelo tradicional, fabricação *in loco* das armações. Suas informações, criaram parâmetros para a avaliação do corte e dobra realizado por máquinas.

Através dos conhecimentos obtidos e a real necessidade por processos mais rápidos, eficientes e econômicos, para garantir o cumprimento de cronograma de obra, a agilidade na execução das armações das peças estruturais fabricadas em concreto armado, foram instrumentos cruciais na execução deste trabalho

Para o levantamento dos dados necessários para esse comparativo, as informações da obra e do cliente final são irrelevantes, apenas o orçamento contém os valores essenciais para dar andamento na pesquisa. A empresa Cimentolândia LTDA, cujo responsável pela sede Três Corações colaborou com a coleta de dados. Os dados coletados foram comparados com a tabela SINAPI de modo a demonstrar os resultados em cada um dos processos, procurando deixar claro cada modelo executivo.

O levantamento das informações aconteceu por meio do Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil, elaborado pela CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção. A CBIC, instituição que promove a integração da cadeia produtiva da construção no âmbito nacional. Onde é possível encontrar detalhadamente sobre o processo de armação. Para levantamento das informações coletadas no dia a dia do processo de corte e dobra da empresa escolhida para esse estudo foi realizado na cidade de Três Corações-MG com o projeto real de uma obra, cliente da empresa Cimentolândia LTDA, onde é realizado o processo de corte e dobra do aço de acordo com as especificações do técnico responsável e respeitando as diretrizes da NBR.7480 e as demais normas regulamentadoras relacionadas.

Em um segundo momento, com os pórticos de análise do estudo de caso, comparando os processos de armação, levantando os seguintes dados e informações levantados pela pesquisa de campo:

- Ferramentas utilizadas para o corte, dobra e amarração dessas armaduras;
- Mão de obra utilizada para esse serviço;
- Custo da mão de obra;

- Tempo médio gasto em obra para execução dessa armadura;
- Material que foi inevitavelmente desperdiçado para execução dessa armação;
- Custo do material utilizado;
- Chances de acidente durante o processo manual dessa armação.

Para compararmos de forma efetiva em um terceiro momento foi feito um acompanhamento do processo de corte e dobra realizado na empresa Cimentolândia, onde o processo é mecanizado. Analisamos o processo feito no maquinário da empresa, para então coletar os dados necessários para esclarecer os pontos levantados anteriormente.

Ao final temos de forma clara e objetiva pontos essenciais encontrados em cada um dos processos, conseguindo sinalizar em qual momento será mais satisfatória optar por um desses processos de produção.

4 DISCUSSÕES E RESULTADOS

Os dados coletados são de projetos e da fabricação de armações estruturais, realizados pela empresa Cimentolândia, localizada na cidade de Três Corações, Minas Gerais, Brasil. Os dimensionamentos das barras em análise, não foram objetos de pesquisa neste trabalho, visto que são exemplos de peças reais e analisadas de forma isolada. Tais informações tem como objetivo demonstrar a eficiência do corte e dobra realizado por equipamentos mecânicos.

Tendo como base aço com bitola 10mm, como representado na tabela SINAPI (página 8), a realização do serviço de corte e dobra feito in loco com aço de bitola 10mm CA50 no formato circular, com a utilização de espaçadores plásticos raiado de 20mm de cobrimento conforme NBR 6118/23 (podendo variar de acordo com a classe de agressividade). Foi utilizado o arame recozido 16 BWG, sendo empregado na proporção 0,016kg/m ou com arames 18 BWG na proporção de 0,01kg/m, sendo que a execução do corte e dobra realizado por 1 armador e a necessidade de um ajudante.

Tabela 1 : Insumos (*in loco*)

| Aço armado em obra | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Insumos | Coefficiente de consumo | Valores por kg ou unidade. |
| Aço 10mm nervurado (Kg) | 1,0000 | R\$ 6,80 |
| Espaçador plástico 20mm (und.) | 0,5430 | R\$ 0,42 |
| Arame recozido (Kg) | 0,0160 | R\$ 1,27 |
| Total | | R\$ 8,49 |

Fonte: a autora

Tabela 2: Mão de obra (*in loco*)

| Corte e dobra <i>in loco</i> | | | |
|------------------------------|------------------|-------------------------|------------------------|
| Função | Hora de trabalho | Coefficiente de serviço | Valor por kg produzido |
| Ajudante | 20,18 | 0,0156 | R\$ 0,31 |
| Armador | 27,23 | 0,0956 | R\$ 2,60 |
| Total | | | R\$ 2,91 |

Fonte: a autora

Nessas condições o produto final tem um custo de R\$11,40 por kg de aço armado no canteiro de obras. O valor da hora trabalhada de um armador com os encargos trabalhistas fica em torno de R\$27,23, a hora trabalhada de uma ajudante também com os encargos trabalhistas é mensurada em R\$20,18. Todos esses encargos são com base na legislação trabalhista do estado de Minas Gerais.

Tabela 3 : Insumos (industrial)

| Aço armado indústria | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Insumos | Coefficiente de consumo | Valores por kg ou unidade. |
| Aço 10mm nervurado (Kg) | 1,1100 | R\$ 6,10 |
| Espaçador plástico 20mm (und.) | 0,5430 | R\$ 0,42 |
| Arame recozido (Kg) | 0,0160 | R\$ 0,25 |
| Frete | - | R\$ 3,88 |
| Total | | R\$ 10,65 |

Fonte: a autora

Tabela 4: Mão de obra (industrial)

| Corte e dobra industrial | | | |
|--------------------------|------------------|-------------------------|------------------------|
| Função | Hora de trabalho | Coefficiente de serviço | Valor por kg produzido |
| Ajudante | 12,29 | 0,0014 | R\$ 0,017 |
| Armador | 13,12 | 0,0088 | R\$ 0,115 |
| Total | | | R\$ 0,13 |

Fonte: a autora

A utilização do modelo em teste realizado por empresas especializadas nesse tipo de serviço, utilizam de equipamentos automatizados, que realizam o serviço em tempo hábil. O valor de custo desse serviço é de R\$10,78 por kg de corte e dobra realizado. O valor da hora trabalhada de um armador com os encargos trabalhistas fica em torno de R\$13,12 a hora trabalhada de uma ajudante também com os encargos trabalhistas é mensurada em R\$12,29. Todos esses encargos são com base na legislação trabalhista do estado de Minas Gerais.

Como mostrado anteriormente neste trabalho, o valor por quilograma de aço armado em obra tem um custo de R\$11,40 por kg, todos encargos são com base na legislação trabalhista do estado de Minas Gerais.

A utilização do modelo em teste, corte e dobra mecanizado, realizado por empresas especializadas nesse tipo de serviço, utilizam de equipamentos automatizados, que realizam

o serviço em tempo hábil. O valor de custo desse serviço é de R\$10,78 por kg de corte e dobra realizado, sendo considerado o frete de no máximo 130 km entre a empresa prestadora do serviço até a obra.

Tabela 5: Comparativo entre modo de execução.

| Modo de Execução | MATERIAL | BITOLA | TIPO | VALOR / KG |
|-------------------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------|
| Armada <i>in loco</i> | Barra de Aço | 10 mm | CA-50 | R\$ 11,40 |
| Corte e Dobra Mecânico | Barra de Aço | 10 mm | CA-50 | R\$ 10,78 |

Fonte: autora

Como base nos valores anteriores, um pilar 15x15 com 2,10m de comprimento, feito em aço com bitola 10mm e espaçamento de 0,15m entre os estribos, sendo estes também fabricados em bitola de 10mm.

Para a fabricação da peça descrita, foram necessários cerca de 18,48m de aço. Com base no valor do corte e dobra mecânico, o custo de uma unidade dessa peça fica em R\$199,21 entregue em obra.

Da mesma forma, a idêntica peça sendo fabricada *in loco*, fica no valor de R\$210,67. Dessa maneira o corte e dobra mecânico, além dos inúmeros benefícios que traz para a obra, consegue apresentar cerca de 5,75%, mais economia que o modelo tradicional, se tornando a melhor opção na armação de estruturas em concreto armado, respeitando o valor máximo de 130 km da empresa prestadora do serviço. Visto que, extrapolando a distância mensurada, o modelo tradicional é o mais indicado, quando levado em consideração o custo. Os resultados estão melhor apresentados na tabela 6.

Tabela 6: Comparativo entre modo de execução de um pilar.

| Modo de Execução | MATERIAL | BITOLA | NÚMERO DE ESTRIBOS | METRAGEM LINEAR | VALOR DA PEÇA |
|-------------------------|-----------------|---------------|---------------------------|------------------------|----------------------|
| Armada <i>in loco</i> | Barra de Aço | 10mm | 15 | 18,48 | R\$ 210,67 |
| Corte e Dobra Mecânico | Barra de Aço | 10mm | 15 | 18,48 | R\$ 199,21 |

Fonte: a autora

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, para a forma de modelagem de aços em obra, em relação ao desempenho, na velocidade de execução, com o menor consumo de materiais e recursos tanto financeiro como de mão de obra humana, pode ser visto que o corte e dobra mecânico, se tornou uma excelente opção nos canteiros de obra.

A terceirização na montagem das peças por empresas especializadas, as quais seguem todas as especificações de projeto, realizadas pelo engenheiro calculista e o uso maquinários e mão de obra qualificada, sob supervisão técnica, garantem ao cliente maior qualidade e padronização (NBR 7480/1996).

Com a padronização, problemas como espaçamentos de estribos, uso de aço em bitola diferente da dimensionada em projeto, ângulos e comprimento de engastes das estruturas são superadas com o serviço de corte e modelagem mecânico. Patologias em estruturas de concreto armado são evitadas, sem a necessidade de despesas extras com medidas corretivas (HELENE, 1992).

Todos os profissionais da construção civil têm consciência do desperdício no canteiro de obras, tal problema é oriundo da fabricação de armação in loco, resultando em pontas de barras de vergalhões utilizadas para montagem da armadura que ficarão em desuso na obra. O modelo tradicional que consiste em fabricar as mais variadas peças in loco, como a estrutura em aço de vigas, pilares, cintas, malhas para a laje e outros, demanda tempo e carece de profissionais habilitados para sua execução, além do expressivo desperdício de materiais e de recursos..

A redução do custo de fabricação, ocorre muito além dos valores com materiais, chegam com a diminuição do número de operários, conseqüentemente, despesas com encargos trabalhistas. Com a não realização de cortes de aço em obra, o não uso de ferramentas cortantes, caem significativamente o índice de acidentes dentro do canteiro, preservando a segurança do colaborador e custos com a recuperação da saúde e/ou indenizações.

Sendo assim, o corte, a modelagem e montagem realizado de forma terceirizada cumpre com excelência os critérios estabelecidos nesta pesquisa. Os benefícios entregues pelo serviço, garante agilidade, segurança e economia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7480: Aço destinado a armação para estruturas de concreto armado: Referências. Rio de Janeiro, 2007.

CAIXA, 2023. Disponível em : <
<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insu-mos/Paginas/default.aspx>> . Acesso em: 01 de abril 2023

SAFESST, 2019. Disponível em: <
<https://blog.safesst.com.br/acidentes-de-trabalho-na-construcao-civil/>> . Acesso em: 02 de março de 2023.

VASCONCELOS, João Batista Cavalcante de, Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil, Brasília, 2017.

HELENE, Paulo. Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. 2º Edição. São Paulo: Editora Pini, 92.

NBR 7480: Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado. Rio de Janeiro, 1996.

AGOPYAN, V. et.al. Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras. São Paulo, PCC/EPUSP, 1998 (Relatório final).

Ministério do Trabalho e Emprego. NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: <
<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>> .

CARLOTT, Marcos. Comparativo entre o método de corte e dobra de aço industrializado e em obra de um edifício. 2012. Trabalho de Conclusão da Monografia II de Graduação em Engenharia Civil. – Universidade Comunitária Regional de Chapecó – UNOCHAPECO, Chapecó, 2012.

FORMOSO, Carlos T. As perdas na construção civil. Disponível em: <
<https://www.pedrasul.com.br/artigos/perdas>>. Acesso em 02 de abril de 2023

PRAÇA, Eduardo Rocha; NETO, José de 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. Disponível em: <
http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR32_0957.pdf>. Acesso em 18 de março de 2023.

SABBATINI, Fernando H., CARDOSO, Francisco. F, FRANCO, Luiz Sérgio, BARROS, Mercia M.B. Produção de armaduras. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 2007. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-deedificios/execucao-de-ferragem>>. Acesso em: 03 de abril de 2023.