

UTILIZAÇÃO DO AÇO CORTADO E DOBRADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

USE OF CUT AND FOLDED STEEL IN CIVIL CONSTRUCTION

DURÃES, Karine Fernandes

Graduando em Engenharia Civil, Faculdades Integradas do Norte de Minas - Funorte

DURÃES, Luiz Fernando

Graduando em Engenharia Civil. Faculdades Integradas do Norte de Minas – Funorte

SILVA, Fernanda Afonso Oliveira

Professora Especialista do Curso de Engenharia Civil. Faculdades Integradas do Norte de Minas-
Funorte

fernandasilvafarma@gmail.com

RESUMO

Devido crescimento da construção civil estão sendo desenvolvidas novas tecnologias capazes de mudar o cenário do mercado nacional, uma delas é a presença do aço cortado e dobrado industrial. Este artigo tem por finalidade comparar dois procedimentos utilizados na confecção de armaduras de aço para construção civil. O primeiro procedimento trata-se de corte e dobra do aço realizado em obra (*in loco*) e o segundo a produção de corte e dobra do mesmo industrializado. Em ambos os processos foram analisados a viabilidade financeira, tempo de processo (*lead time*), local para armazenamento do material, índices de perdas e o perfil do profissional atuante. Portanto pode ser observado nesse artigo que o uso do aço cortado e dobrado industrial é mais vantajoso em relação ao custo, tempo e número de profissionais atuantes quando comparado com o corte e dobra *in loco*.

Palavras chave: Aço. Corte e Dobra. Construção Civil.

ABSTRACT

Due to the growth of civil construction, new technologies are being developed capable of changing the national market scenario, one of which is the presence of cut steel and industrial bending. This article aims to compare two procedures used in the manufacture of steel reinforcement for civil construction. The first procedure involves the cutting and folding of steel made on site (in loco) and the second is the production of cutting and folding of the same industrialized. In both processes, the financial viability, lead time, place for material storage, loss indexes and the profile of the professional were analyzed. Therefore, it can be observed in this article that the use of cut steel and industrial bending is more advantageous in relation to the cost, time and number of working professionals when compared to cutting and folding in loco.

Keywords: *Steel. Cut and Civil. Fold Construction.*

1 INTRODUÇÃO

Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas devido à necessidade de acompanhamento do crescimento da construção civil em nosso país, sendo preciso avançar com produtos e ferramentas de qualidade que sigam e ajudem a levantar o mercado, agilizando seus processos e diminuindo o custo com mão de obra (CARLOTT, 2012).

Ainda segundo Carlott (2012) um dos materiais de grande volume utilizados na construção civil é o aço, para os construtores o aço é o material de valor mais elevado na obra, e para diminuir e compensar este custo há uma busca bem relevante pelo serviço de corte e dobra industrializada, com efeito de reduzir perdas e aumentar a produtividade local.

A utilização de aço cortado dobrado é uma nova tecnologia e está sendo muito utilizado, pois, ameniza grandes problemas enfrentados pelas construtoras, como: otimização de espaço, escassez de mão de obra qualificada, desperdício do aço cortado para obter o formato necessário para utilização. Este trabalho objetiva demonstrar a vantagem do corte dobra feita nas indústrias, do que a realização destes feitos na obra, pois industrializado é um processo preciso, ágil e de alta produtividade, mesmo o aço cortado dobrado nas indústrias tendo um custo maior quando comparado ao aço in loco, o custo final torna-se menor e mais vantajoso no que se refere à construção. (MARQUES, 2013, p.2.)

De acordo com Silva (2011) a armação de ferragens é responsável por prover a estruturação de armaduras em projetos de construção, este serviço divide-se em três etapas: corte, dobra e armação do aço, sendo que as barras são compradas a partir de uma determinada metragem e a sua execução depende do projeto estrutural.

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 7480) de acordo com o valor característico da resistência de escoamento, as barras de aço são classificadas na categoria CA25 e CA50, e os fios de aço na categoria CA60.

Conforme a ABNT NBR 7480 (2007), o comprimento de fornecimento das barras de fios retos deve ser de 12m e a tolerância relativamente de 1%. O fornecimento de outros comprimentos de barras e fios deve ser acordado com o fornecedor e consumidor, mantendo-se a mesma tolerância de aproximadamente 1%.

Com pensamento inovador, as usinas de aço de grande porte da construção civil, perceberam que não seria só necessário disponibilizar a matéria prima “o aço”, mas um novo produto inovador com serviço de corte e dobra do aço melhorado, fora o canteiro de obra (CARLOTT, 2012).

Uma das vantagens dessa tecnologia conforme Carlott (2012) é obter melhores resultados quanto a desperdício, redução de mão de obra e principalmente a eliminação das

bancadas que existe nas obras obtendo assim melhor qualidade além de possuir uma entrega baseada no modelo de gestão Just in time.

“Just in Time” é a produção necessária na quantidade permitida dentro do tempo necessário para determinado procedimento. (MONDEN 2015, p.7)”.

O sistema de gestão Just in time, foi desenvolvido no Japão pela empresa TOYOTA na década de 50 que segundo Moura e Banzato, 1994 apud Rosseti *et al*, (2008) é um método no qual a produtividade intenta ser aumentada mesmo em condições pouco favoráveis, por exemplo, no caso de recursos limitados.

Segundo Rosseti *et al*, (2008, p.2) o material certo, disponível na hora certa, no local certo, no exato momento de sua utilização – não se observa um conceito exatamente novo. Esse conceito baseia-se na percepção de que se chegar tarde paralisa o processo produtivo, e chegando muito cedo haverá um simples acúmulo de material sem utilidade naquele momento, requerendo espaço e capital, entre outros.

No caso do aço Fonseca *et al* (2011) cita que o principal problema está relacionado à produção de armaduras no que tange especificamente ao corte das barras uma vez que o desperdício é acentuado devido à falta de precisão durante o processo.

Desperdício pode ser conceituado como qualquer atividade que consome recursos e não acrescenta valor ao cliente. Perda pode ser considerada como qualquer ineficiência que reflita no uso de mão de obra, materiais e equipamentos em quantidades superiores às necessárias à produção da edificação (YAZIGI, 2013 p.102).

Segundo Mathias e Nascimento, (2012) do ponto de vista patrimonial, há diminuição dos estoques, aumento de caixa, ou não descapitalização da empresa em momento inadequado entre outros. As alterações seguem o andamento das modificações patrimoniais influenciando na diminuição de despesas administrativas como o aluguel de lotes e ou espaços, para armazenamento destes materiais, criação de despesas como o transporte deste material uma vez que o espaço a que venham serem utilizados estes materiais não seja o mesmo que estão locados.

Conforme a NBR 14931 (2004), o material deve ser estocado impedindo o contato a qualquer tipo de contaminante (solos, óleos, graxas, entre outros), de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades, desde o recebimento na obra até seu posicionamento final na estrutura. Descreve também sobre a identificação dos produtos deve ser clara na obra, de maneira a padronizar evitando mudanças involuntárias e com isso erros no processo.

Consoante Marder (2004) os canteiros ainda necessitam de um considerável espaço para o armazenamento de material, mesmo com a redução de estoques proporcionada

pelo sistema de corte e dobra. Isto se deve à falta de planejamento e possibilidade de realização de pedidos em um sistema administrativos just-in-time, ainda não alcançada pelas empresas construtoras.

A qualificação e rotatividade da mão-de-obra são fatores que influenciam significativamente na gestão dos processos, pois estes quando bem controlados estão diretamente ligados ao ganho em produtividade (MARDER, 2004).

De acordo a NBR 15968 (2011) define a qualificação de pessoas no processo construtivo para edificações, e que especifica o perfil de competências necessárias nos funcionários de obras.

Muitos erros podem ocorrer devido ao nível de conhecimento que os armadores possuem do sistema, uma vez que sendo a atividade de armação a partir de peças pré-cortadas e pré-dobradas um processo de montagem, ela necessita da leitura correta das etiquetas de identificação das peças e da compreensão clara do projeto estrutural (MARDER, 2004).

A realização deste estudo se apresenta como uma oportunidade de se comparar e avaliar a viabilidade nos processos construtivo referente à utilização do aço cortado e dobrado em obra e industrializado contribuindo com as empresas na tomada de decisão referente à qual melhor método de corte e dobra do aço a ser utilizado, tal como uma demonstração financeira que considera, também, a possibilidade de redução custos se produzida na indústria. O artigo pode estimular a escolha de um método que possam contribuir de forma positiva e com qualidade, além de uma melhor economia, com tecnologias que propiciem agilidade, precisão das peças, redução de perdas, sobretudo, causem menor viabilidade financeira como é o caso do aço cortado e dobrado industrial.

2 METODOLOGIA

O estudo resultou em duas etapas pesquisa exploratória e pesquisa de campo quantitativa, partindo de um método estatístico ancorado em questionários aplicados a uma indústria e três obras envolvidas no processo de corte e dobra do aço.

O ponto de comparação e análise foi feita a partir do projeto estrutural coletado no canteiro de obra e apresentado na indústria situada na cidade de Montes Claros que fornece o serviço de corte e dobra do aço através de orçamentos que indicam o custo da armadura.

A coleta de dados foi feita através destas informações também aplicadas nas obras A, B, C, e levantado o custo total do aço utilizado na preparação das peças que seria usada no processo de edificação, como tempo (lead time), produtividade e viabilidade econômica necessária para corte e dobra do material.

Segundo Praça e Neto (2001), a fim de conseguir estabelecer parâmetros realistas de custos relacionados ao sistema de corte e dobra de aço realiza-se a quantificação financeira dos serviços através da preparação de composições orçamentárias de cada um dos métodos.

Os levantamentos do custo do aço cortado e dobrado utilizada na obra foram baseados nas planilhas de execução existentes, para maior confiabilidade foi solicitada a empresa especializada fornecer a proposta com base nos preços vigentes

3 RESULTADOS E DISCURSSÃO

O processo comparativo foi dividido em duas partes sendo o primeiro realizado no canteiro de obras aqui chamado de método tradicional.

Consoante Praça e Neto (2001), o aspecto do corte e dobra do aço no canteiro de obra, utiliza amplo espaço físico, gerando uma grande quantidade de barras não aproveitadas considerada como perdas de materiais e podem causar acidentes para os funcionários. Outro aspecto relevante deste método é a quantidade elevada de operações de transporte, armazenamento e inspeções inerentes ao sistema, provocando inúmeras perdas de mão de obra por todo o processo, visando que estas não agregam ao valor final do produto.

Este processo foi utilizado no canteiro de obras, no qual o estudo foi feito baseado na opção existente selecionada que compõe a ferramenta de montagem de corte e dobra que é oferecida pela empresa terceirizada também situada na cidade.

Em contrapartida a este, tem-se o método oferecido pela indústria que segue as seguintes práticas: o corte e dobra é feito conforme as especificações do projeto estrutural, sem a necessidade do emprego de mão de obra vinculada ao empreendimento, toda a ferragem é entregue no prazo fixado pela empresa construtora, consoante a determinação do cronograma de obra. Existe um desperdício maior de mão de obra e material de 10 % em se tratando de bitolas acima de 12.5 mm uma vez que a mecanização do processo e o fornecimento de material desses diâmetros não contemplam o maquinário disponível, por exemplo, os diâmetros acima de 12.5 mm são vendidos separadamente em barras de 12 metros como mostra a “*figura 1*” e o seu corte é feito de forma manual.

Figura 01: Foto do armazenamento do aço e das bitolas superiores a 12,5mm.

UTILIZAÇÃO DO AÇO CORTADO E DOBRADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
DURÃES, Karine Fernandes et al.



Fonte: Foto do próprio autor



Fonte: Foto do próprio autor



Fonte: Mitrax Armações Prontas



Fonte: Mitrax Armações Prontas¹

Já o aço igual ou abaixo de 12,5 mm são fornecidos em bobinas conforme a “figura 2” que adequadas ao maquinário, realizam corte e dobra com precisão, evitando assim o desperdício de material e mão de obra, portanto inexistente o desperdício para estes diâmetros, além disso, todo o material utilizado para confecção da armadura é calculado pela unidade de medida de quilograma.

Figura 02: A direita tem-se a máquina que corta e dobra o aço, que é comprado em bobinas de maneira automatizada. À esquerda o armazenamento dos aços até 12,5mm em bobinas.



Fonte: Foto do próprio autor



Fonte: Foto do próprio autor

¹ Disponível em: <<https://mitraxferragens.com.br/empresa>> Acesso em 26 ago. 2016.

Índice de Desperdício

Segundo Fonseca *et al* (2011) para as sobras de aço são depositadas em um lugar específico e separadas como resíduos finos e grossos, e o que não tem devido fins, é colocado em um lugar próprio para seu recolhimento. Grande parte das sobras de bitolas de 5.0 e 6.3 mm, de no mínimo 30 cm de comprimento é usada para fabricação de estribos para os pilares e as vigas de amarração, os quais normalmente têm tamanhos bem menores. Para as bitolas de 8.0 e 10.0 mm, são usadas para o apoio dessas estruturas de amarração. Já os diâmetros de 12.5 a 20.0 mm têm um aproveitamento temporário e, após o seu tempo de utilização, são recolhidas e vendidas para empresas de reciclagem, as quais destinarão seu devido fim.

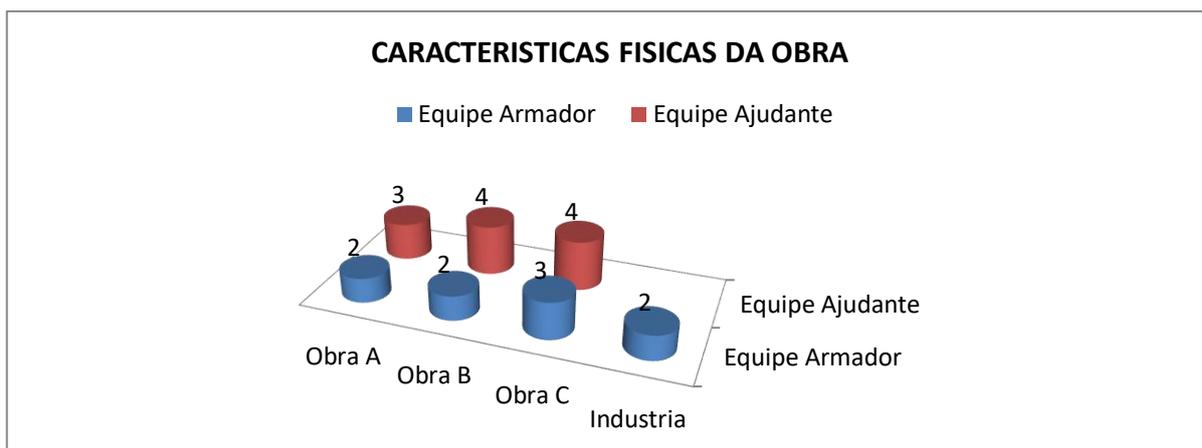
Percebemos que nas obras A, B, C esta sujeita a um maior desperdício de material, devido aos fatores organizacionais e humanos, em alguns casos por falta de treinamento adequado e outros por erros nos cortes do aço sem um planejamento prévio. Já na indústria por se tratar de máquinas que cortam e dobram com precisão é considerada perda zero do material.

Para realização do trabalho foram coletados dados de três obras e uma indústria com as características que atendiam as necessidades do estudo. As tabelas abaixo apresentam as características obtidas.

Tabela 1 – Características físicas das obras

Características físicas da obra				
Obra e Indústria	Característica da Obra	Equipe		Mão de Obra
		Armador	Ajudante	
Obra A	Edifício Residencial 6 Pav.	2	3	Manual
Obra B	Edifício Residencial 6 Pav	2	4	Manual
Obra C	Edifício Residencial 6 Pav	3	4	Manual
Indústria	Edifício Residencial 6 Pav	2		Maquinários

Fonte: Próprio Autor



Fonte: Próprio Autor

Através da interpretação do gráfico e da tabela 1 entende-se que a equipe de trabalhadores utilizada nas obras A, B, C é maior se comparado ao processo industrial levando em consideração a quantidade de armadores e ajudantes para execução do mesmo trabalho efetuado na indústria, onde a equipe de trabalhadores é menor devido à presença de máquinas industriais no processo.

Foi avaliado através do questionário aplicado na obra e na indústria o perfil do profissional atuante com objetivo de determinar o tempo de profissão, conhecimento de projeto, qualificação profissional e de mão de obra do corte e dobra.

Tabela 2 – Perfil do profissional Atuante

RESULTADO DO QUESTIONÁRIO						
CATEGORIA	FUNÇÃO	ESCOLARIDADE	TEMPO PROFISSÃO	CONHECIMENTO PROJETO	QUALIFICAÇÃO .ATIV. ATUAL	MÃO DE OBRA
OBRA A	ARMADOR	FUNDAMENTAL	1,5	SIM	NÃO	5
OBRA A	ARMADOR	FUNDAMENTAL	2	SIM	NÃO	5
OBRA A	AJUDANTE	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	5
OBRA A	AJUDANTE	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	5
OBRA A	AJUDANTE	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	5
OBRA B	AJUDANTE	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	6
OBRA B	ARMADOR	ENSINO MÉDIO	1	NÃO	SIM	6
OBRA B	AJUDANTE	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	6

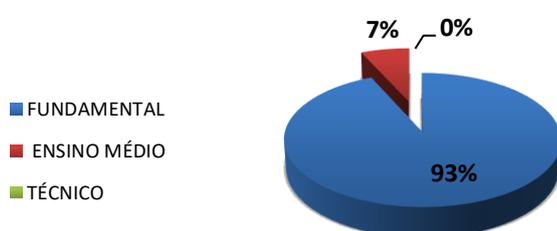
UTILIZAÇÃO DO AÇO CORTADO E DOBRADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
DURÃES, Karine Fernandes et al.

OBRA B	ARMADOR	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	6
OBRA B	AJUDANTE	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	6
OBRA C	ARMADOR	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	7
OBRA C	ARMADOR	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	7
OBRA C	ARMADOR	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	7
OBRA C	AJUDANTE	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	7
OBRA C	AJUDANTE	FUNDAMENTAL	1	NÃO	NÃO	7
INDÚSTRIA	ARMADOR	TÉCNICO	5	SIM	SIM	2
INDÚSTRIA	ARMADOR	TECNICO	4	SIM	SIM	2
INDÚSTRIA	FUNCIONARIO	ENSINO MÉDIO	7	SIM	SIM	2

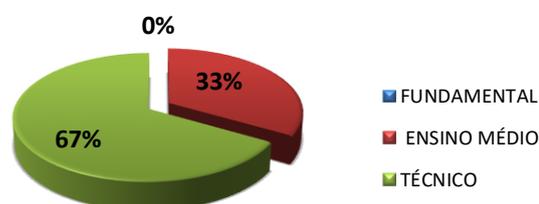
Fonte: Próprio autor

Índice de Escolaridade

ESCOLARIDADE NA OBRA



ESCOLARIDADE NA INDÚSTRIA



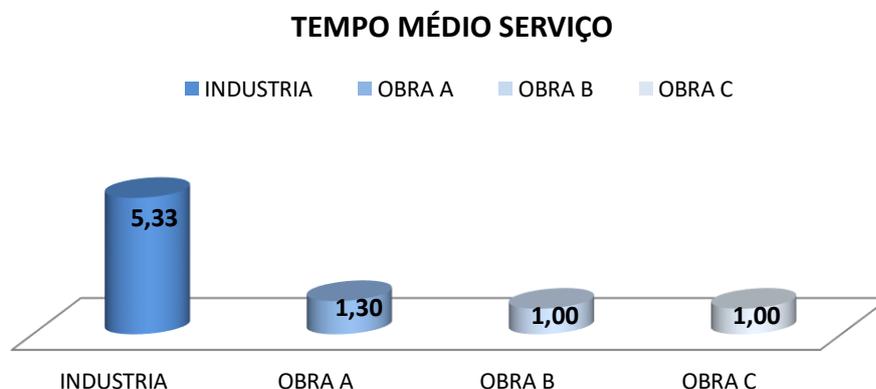
Fonte: Próprio autor

Percebe-se que conforme os indicadores apresentados o índice de escolaridades das obras apresentou 93 % da classificação do ensino fundamental e 7 % de ensino médio influenciando diretamente na sua qualificação profissional e consequentemente na leitura de projetos. Enquanto na indústria notou-se que o índice de escolaridade é maior em relação à obra sendo 33% ensino médio e 67% técnico favorecendo assim a compreensão de projetos e adequação das normas.

A maior diferença observada é que o aço cortado e dobrado industrial é produzido por funcionários que entende as normas técnicas da ABNT, possibilitando uma boa qualidade

do material e melhor segurança. Logo o aço cortado e dobrado in loco em sua grande parte não é produzido acompanhado por um funcionário que conhece as normas técnicas da ABNT.

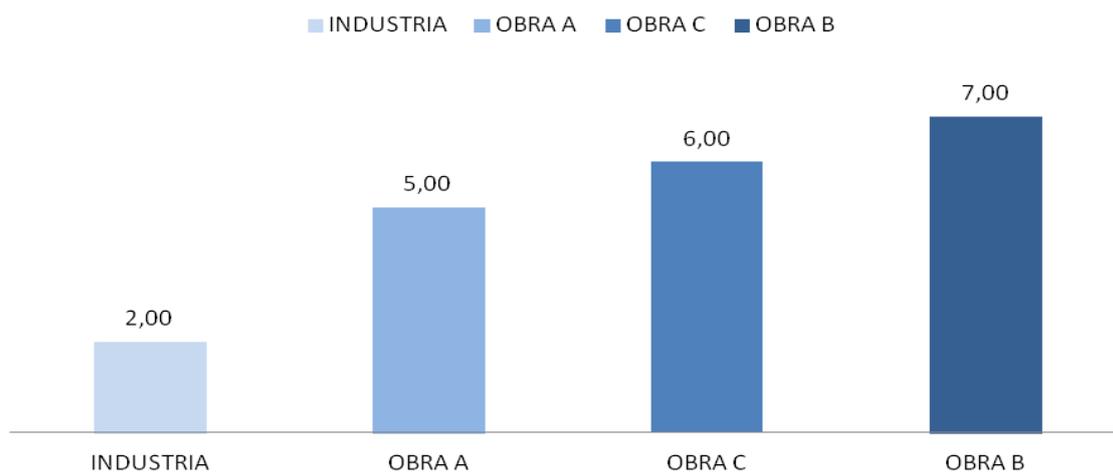
Tempo Médio de Profissão



Fonte: Próprio autor

Identificamos que há uma grande rotatividade de funcionários nas obras A, B, C refletindo em menor tempo de permanência na profissão, não obstante os profissionais industriais permanecem por um período maior em sua profissão sendo assegurados por alguns atributos diferente das obras.

MÃO DE OBRA NO PROCESSO DE CORTE E DOBRA



Fonte: Próprio autor

Verificamos que o número de profissionais envolvidos no processo de corte e dobra da obra A, B, C é maior que na indústria levando em consideração que a indústria terá uma redução de gastos, pois a utilização de equipamentos diminui a mão de obra dos profissionais.

“Consoante Mattos (2007) assegura que a produtividade do armador e do ajudante do armador é de 10 kg/Hora de aço.”

Ponderou a importância que o tempo dispensado em produção medida em horas para a realização de vários cortes e dobras. Tendo com base essa afirmativa define-se que o Lead Time para o processo de corte e dobra das 12.131 toneladas de aço constatado no projeto é de 1.213 horas do armador juntamente com ajudante conforme planilhas abaixo. Já o tempo de corte e dobra nas indústrias é expressivamente zero pela agilidade e velocidade que os equipamentos possuem para precisão das armaduras.

Tabela 3– Descrição do custo da hora dos profissionais em R\$

CUSTO DE HORA DOS PROFISSIONAIS-SINAPI				
SINAP	Descrição Item	UM	COEFICIENTE	CUSTO TOTAL
88245	Mão de obra Armador	H	1,11	R\$ 15,99
88238	Mão de obra Ajudante	H	0,89	R\$ 12,78

Fonte: (SINAPI, 2016)

A tabela 3 indica resultados referentes ao custo/hora do armador e ajudante de armador, com todos os encargos complementares fornecidos conforme o sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil – SINAPI.

Tabela 4 – Resumo do tempo gasto em horas e custo total em R\$

Profissional	Custo profissional	Horas Necessárias C.D. A total do aço.	Custo Total dos Profissionais
Armador	15,99	1.213	R\$ 19395,87
Ajudante Armador	12,78		R\$ 15502,14

Fonte: Próprio autor

Viabilidade Financeira

Tabela 5 - Análise de viabilidade financeira Indústrias

Quantitativos das Indústrias							
Descrição	UN	Qtd Aço	Custo Unitário - R\$		Custo Total - R\$		Total - R\$
			Material	Mão de obra	Material	Mão de obra	
AÇO CA 60 - 5,0 mm	KG	2.584	3,16	1,11	8.165,44	2.868,24	
AÇO CA 50 - 6,3 mm	KG	1.939	3,10	1,11	6.010,90	2.152,29	

UTILIZAÇÃO DO AÇO CORTADO E DOBRADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
DURÃES, Karine Fernandes et al.

AÇO CA 50 - 8,0 mm	KG	2.553	3,10	1,11	7.914,30	2.833,83	
AÇO CA 50 - 10,0 mm	KG	2.100	2,95	1,11	6.195,00	2.331,00	
AÇO CA 50 - 12,5 mm	KG	2.955	2,80	1,11	8.274,00	3.280,05	
CUSTO TOTAL		12.131			R\$ 36.559,64	R\$ 13.465,41	R\$ 50.025,05
CUSTO TOTAL 6 PAV.					R\$ 219.357,84	R\$ 80.792,46	R\$ 300.150,30

Fonte: Próprio autor

Tabela 6 - Análise de viabilidade Obra

Quantitativos da Obra - A							
Descrição	UN	Qtd Aço	Custo Unitário - R\$		Custo Total - R\$		Total - R\$
			Material	Mão de obra	Material	Mão de obra	
AÇO CA 60 - 5,0 mm	KG	2.584	3,00	2,00	7.752,00	5.168,00	
AÇO CA 50 - 6,3 mm	KG	1.939	2,90	2,00	5.623,10	3.878,00	
AÇO CA 50 - 8,0 mm	KG	2.553	2,90	2,00	7.403,70	5.106,00	
AÇO CA 50 - 10,0 mm	KG	2.100	2,80	2,00	5.880,00	4.200,00	
AÇO CA 50 - 12,5 mm	KG	2.955	2,70	2,00	7.978,50	5.910,00	
CUSTO TOTAL		12.131			R\$ 34.637,30	R\$ 24.262,00	R\$ 58.899,30
CUSTO TOTAL 6 PAV.					R\$ 207.823,80	R\$ 145.572,00	R\$ 353.395,80

Fonte: Próprio autor

Tabela 7 - Análise de viabilidade financeira

Quantitativos da Obra - B							
Descrição	UN	Qtd Aço	Custo Unitário - R\$		Custo Total - R\$		Total - R\$
			Material	Mão de obra	Material	Mão de obra	
AÇO CA 60 - 5,0 mm	KG	2.584	2,95	2,00	7.622,80	5.168,00	
AÇO CA 50 - 6,3 mm	KG	1.939	2,85	2,00	5.526,15	3.878,00	
AÇO CA 50 - 8,0 mm	KG	2.553	2,85	2,00	7.276,05	5.106,00	
AÇO CA 50 - 10,0 mm	KG	2.100	2,75	2,00	5.775,00	4.200,00	
AÇO CA 50 - 12,5 mm	KG	2.955	2,65	2,00	7.830,75	5.910,00	
CUSTO TOTAL		12.131			R\$ 34.030,75	R\$ 24.262,00	R\$ 58.292,75
CUSTO TOTAL 6 PAV.					R\$ 204.184,50	R\$ 145.572,00	R\$ 349.756,50

Fonte: Próprio autor

Tabela 8 - Análise de viabilidade financeira

Quantitativos da Obra - C							
Descrição	UN	Qtd Aço	Custo Unitário - R\$		Custo Total - R\$		Total - R\$
			Material	Mão de obra	Material	Mão de obra	
AÇO CA 60 - 5,0 mm	KG	2.584	2,90	2,00	7.493,60	5.168,00	
AÇO CA 50 - 6,3 mm	KG	1.939	2,80	2,00	5.429,20	3.878,00	
AÇO CA 50 - 8,0 mm	KG	2.553	2,80	2,00	7.148,40	5.106,00	
AÇO CA 50 - 10,0 mm	KG	2.100	2,70	2,00	5.670,00	4.200,00	
AÇO CA 50 - 12,5 mm	KG	2.955	2,60	2,00	7.683,00	5.910,00	
CUSTO TOTAL		12.131			R\$ 33.424,20	R\$ 24.262,00	R\$ 57.686,20
CUSTO TOTAL 6 PAV.					R\$ 200.545,20	R\$ 145.572,00	R\$ 346.117,20

Fonte: Próprio autor

De acordo com análise de viabilidade apresentado nas planilhas identificamos que o custo do aço do canteiro de obras A, B, C é menor que a indústria porem a mão de obra é maior devido maior números de profissionais envolvidos.

Foram analisados aços das bitolas 5 mm, 6.3 mm, 8.0 mm, 10.0 mm, 12.5 mm referente à mesma quantidade de aço para as três obras e para indústria totalizando 12.131 kg e percebe-se que o material estimado pela indústria é mais caro por se tratar de aço comprado em fornecedor com qualidade, segurança e de acordo normas técnicas da ABNT, entretanto a sua mão de obra é menor por se tratar de maquinários e poucos profissionais envolvidos obtendo um valor total de R\$ 300.150,30 do empreendimento conforme “tabela 4”. Entretanto a obra A, B, C possui variações de preços entre o material devido cotação em fornecedores diferentes apresentando um custo menor se comparado a indústria, todavia a sua mão de obra é maior devido à quantidade de funcionários localizado na obra totalizando respectivamente:

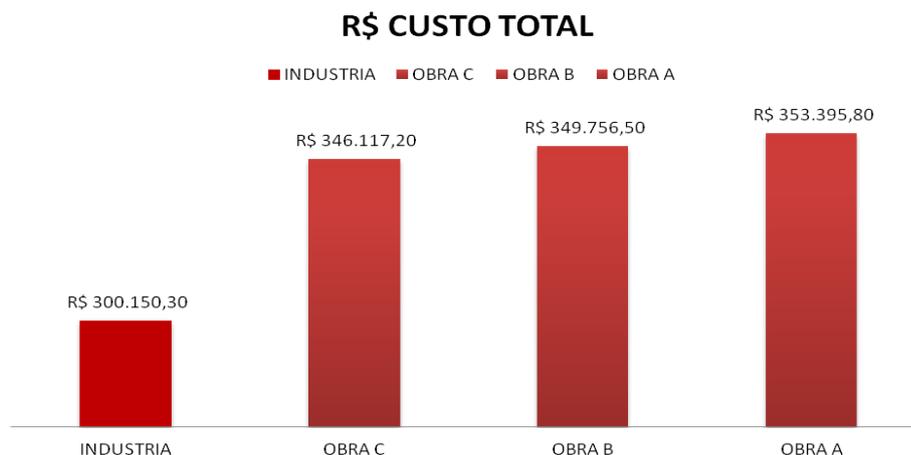
Obra A - R\$ 353.395,80

Obra B - R\$ 349.756,50

Obra C - R\$ 346.117,20

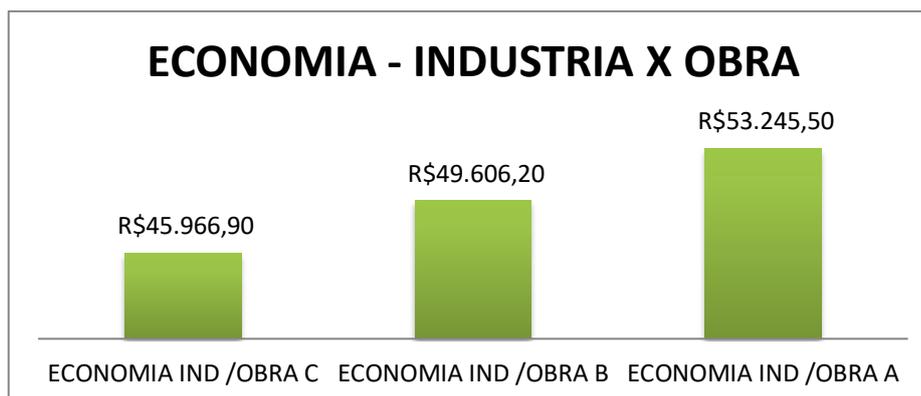
De acordo essa análise pode concluir que o corte e dobra de aço industrial embora possua um material relativamente mais caro o seu valor final é menor e mais vantajoso que nas obras mencionado.

Gráfico 8 – Custo Total



Fonte: Próprio autor

Gráfico 9 – Diferença de Custos



Fonte: Próprio autor

Através do gráfico de diferença de custos podemos perceber a economia do corte e dobra do aço industrial é maior se comparado com as obras A, B, C. Quando subtraímos o valor total do empreendimento da obra com o valor da indústria percebemos que há um grande resultado econômico nesta comparação.

Podemos concluir que o processo industrial ele é mais lucrativo conforme o “*gráfico 9*”, se comparado o processo industrial com a obra A por exemplo, a economia obtida pelo industrial é bastante expressiva correspondendo um valor econômico de R\$ 53.245,50 .

Analisando resultados encontrados por outros pesquisadores e autores que falam sobre o aço cortado e dobrado na obra, e na indústria obtivemos a seguinte conclusão, que segundo Carlott (2012) com todos os comparativos e resultados realizados, pode-se afirmar que o método industrial de corte e dobra de aço é mais vantajoso que o método executado em loco, em vários pontos, como: produtividade, área ocupada, perdas, custos, segurança e qualidade, sendo a qualidade como o ponto fundamental para o reconhecimento de uma empresa no mercado atuante. Já segundo Praça e Neto (2001), Os resultados apresentados do serviço industrial já estão refletindo em melhoria nas obras visitadas, mostrando ser uma metodologia viável e facilmente aplicável, gerando subsídios para a melhoria do panorama do setor.

O estudo comparativo de custos entre os dois métodos revela que o sistema industrializado de fornecimento de aço cortado e dobrado é bastante vantajoso para as empresas. Economicamente, os benefícios proporcionados pelo método industrializado são bem relevantes. Primeiramente, observa-se a completa eliminação das perdas por corte, como também a agilidade na entrega do material.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os assuntos abordados neste trabalho apresentaram resultados que aumentam a procura do serviço de corte e dobra industrial devido a vários fatores como: melhor utilização da matéria prima, menor possibilidade de erros, maior precisão das máquinas, otimização do espaço no canteiro de obra, redução de perdas no processo industrial, menor tempo na execução, entrega em tempo hábil, redução dos custos de fabricação.

Percebemos que o custo inicial do aço é maior no processo industrial, devido a uma melhor prestação de serviço aplicada pela indústria. Entretanto com as reduções das perdas, eliminação de métodos na execução em obras e o aumento da produtividade, possibilitam maior viabilidade financeira, em se comparado com aço em obra.

Para novas pesquisas sugerimos a comparação entre os diversos tipos de materiais, onde é possível prever o quantitativo e medição dos mesmos a fim de diminuir os desperdícios e custos de uma obra, que quando bem empregados podem aumentar a sua lucratividade.

Concluimos através deste artigo que o processo de corte e dobra industrial se tornou mais vantajoso que o método tradicional, antes executado no próprio canteiro de obra e hoje migrado para as indústrias, que através dos dados obtido é possível entender o grande aumento pela procura e aquisição do aço cortado e dobrado.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação, 2º Edição, setembro 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimentos, 2º Edição, abril 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15968**: Qualificação de pessoas no processo construtivo para edificações - Perfil profissional do pedreiro de obras, julho 2011.

CARLOTT, Marcos. **Comparativo entre o método de corte e dobra de aço industrializado e em obra de um edifício**. Chapecó, junho, 2012. Disponível em: <<http://fleming.unochapeco.edu.br:8080/pergamumweb/vinculos/00008F/00008F38.PDF>>. Acessado dia 21 de abril de 2016.

FONSECA João Batista Barbosa, GONZAGA Jair João, BIAVA Lurdete Cadorin, BOURSCHID Antônio José, SILVA Robson Veloso Duarte, MINICHIELLO Monique de
Revista CONSTUINDO, Belo Horizonte. Volume 12, número 01, p. 79 – 96, JAN/JUN, 2020.

Oliveira. **Perda de aço e concreto estudo de caso** 2011.

Disponível em: <<https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/publicacoes/article/download/76/40> >.

Acessado dia 21 de abril de 2016.

MATIAS Márcia Athayde; NASCIMENTO Silvério Antônio. **Just-in-time e seus efeitos sobre o desempenho financeiro das empresas: uma abordagem bibliográfica.** Revista de

C. Humanas, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 9-22, jan./jun. 2013. Disponível em: <

<http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/vol13/artigo1vol13-1.pdf>>. Acessado dia 22 de abril de

2016.

MARDER, Tiago Stum; FORMOSO, Carlos Torres. **Oportunidades de melhorias na cadeia de suprimentos do aço cortado e dobrado para a construção civil.** In: **CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.** Disponível

em: <[http://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC-](http://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC-2004/trabalhos/PAP0444d.pdf)

[2004/trabalhos/PAP0444d.pdf](http://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC-2004/trabalhos/PAP0444d.pdf)>. Acessado dia 22 de abril de 2016.

MARQUES, Carlos Castro ribeiro. **Universidade católica de Brasília Utilização do aço cortado e dobrado na construção civil.** Brasília, 2013. Disponível em:

<http://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/10869/4685/1/Carlos%20Henrique%20Castro%20Ribeiro%20Marques.pdf>. Acessado dia 22 de abril de 2016.

MARDER, Tiago Stum; FORMOSO Carlos Torres. **I conferência latino-americana de construção sustentável x encontro nacional de tecnologia do ambiente construído** 18-21

julho 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4. **Oportunidades de melhorias na cadeia de suprimentos do aço cortado e dobrado para a construção civil.** Julho, 2004. Disponível

em: <

ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0444d.pdf> Acessado dia 22 de abril de 2016.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de produção uma abordagem integrada ao Just in time,** Livro 4º edição 2015.

PRAÇA, Eduardo Rocha et al. **Estudo comparativo de custo 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.** UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Fortaleza ceará. Disponível.

em:http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR32_0957.pdf> Acessado dia 26 de abril de 2016.

ROSSETTI Eraidá Kliper; BARROS Mauricio Sebastião; TÓDERO Mirele; JÚNIOR Silvio Denicol; CAMARGO Maria Emilia **SISTEMA JUST IN TIME: CONCEITOS IMPRESCINDÍVEIS**. Revista Qualit@s. ISSN -1677 4280. Vol. 7, Nos 2 (2008). Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/268/232>. Acessado dia 26 de abril de 2016.

SILVA, Monique Cristina. **A importância e influência do uso de equipamento de proteção individual (EPI) na produtividade dos trabalhadores na armação de ferragens**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <
http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/k216021.pdf>. Acessado dia 26 de abril de 2016.

SINAPI - **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Setembro 2016. Disponível

em:<http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_648>. Acessado dia 20 de outubro de 2016.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. São Paulo: PINI, 2013. 824 p, Livro 12º edição 2013. Acessado dia 26 de abril de 2016.