

# **ARMADURA PARA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO: comparação de custo entre fornecimento do aço em barra e pré-armado**

Isabella Bernardes Silvério<sup>1\*</sup>

Geisla Ap. Maia Gomes <sup>2\*</sup>

## **RESUMO**

O presente artigo aborda o fornecimento do aço de armaduras para estruturas de concreto armado em barras e pré-armado, tendo como objetivo comprovar a redução de custos com o fornecimento do aço pré-armado para as armaduras de uma edificação no Sul de Minas Gerais. Para este propósito foi realizada uma pesquisa bibliográfica referente as duas formas de fornecimento do aço e posteriormente utilizando um modelo de estrutura da torre de um edifício de múltiplos pavimentos realizou-se um estudo de caso comparativo dos custos entre o fornecimento do aço em barras e o pré-armado. Em seguida para a análise dos custos o orçamento será fundamentado em adaptações das composições de custos dispostas no TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos). A análise da viabilidade econômica quanto aos tipos de fornecimentos comprovou que o aço pré-armado gera uma redução de 6% no custo total das armações, reduz em 5% a perda de material e em 25% o tempo de trabalho da mão-de-obra. O artigo proporciona embasamento para profissionais da área de construção civil no que tange a gestão da execução das armaduras para as estruturas de concreto armado.

**Palavras-chave:** Concreto Armado. Aço. Pré-Armado.

## **1 INTRODUÇÃO**

O cenário atual da construção de edifícios tem passado por aumento nos custos, nas exigências de mercado e na concorrência, com isso se faz necessária a implantação de inovações que visem reduzir gastos, proporcionando assim aumento na margem de lucro.

De acordo com Araújo (2005), a análise da prestação de serviço quando relacionada ao processo de armação torna-se importante devido à constatação de uma alta variação de

---

<sup>1\*</sup> Aluna do curso em bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: bellasilverio@hotmail.com

<sup>2\*</sup> Prof. Esp. Geisla Ap. Maia Gomes, graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do sul de Minas.

produtividade da mão-de-obra envolvida, podendo ser de 30 a 100 Hh/tonelada de aço. Com a mão de obra nos canteiros se tornando mais onerosa na região se faz necessária a racionalização de processos e a melhoria na produtividade dos trabalhadores.

A utilização do fornecimento do aço para concreto armado em barras nas obras para posterior corte, dobra e armação ainda é bastante utilizado, porém possui um alto índice de perda de material e elevado tempo de execução.

Tendo em vista que as estruturas de concreto armado representam cerca de 20% do custo analisado de uma obra de edificação (FAJERSZTAJN, 1987), apresenta-se como uma opção para reduzir os gastos o fornecimento das ferragens cortadas, dobradas e armadas fora das obras, prontas para serem inseridas nas fôrmas para concretagem, reduzindo o tempo, gerando segurança, facilidade na execução das edificações e tendo como diferencial que a ferragem é entregue conforme a necessidade da obra, respeitando as normas técnicas e contribuindo para o cronograma do planejamento da edificação.

O presente trabalho aborda o fornecimento do aço de armaduras para estruturas de concreto armado em barras e pré-armado tendo como objetivo apontar qual a redução nos custos das obras de edificação com a utilização do aço pré-armado para as armaduras das estruturas de concreto armado, já que este processo elimina a perda de material, reduz o tempo de execução da obra e dispensa a necessidade de equipamentos e mão de obra especializada no canteiro de obras.

Neste artigo o estudo de caso será realizado com o intuito de comparar os custos com o fornecimento de aço para armadura de estruturas de concreto armado de uma estrutura da torre de um edifício de múltiplos pavimentos apresentado no TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos) na região Sul de Minas Gerais.

## **2 O AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A fronteira entre o ferro e o aço durante a Revolução Industrial foi demarcada com a criação dos fornos que permitiam que as impurezas do ferro fossem corrigidas, além de possibilitar a adição de propriedades como a resistência à corrosão, ao desgaste, ao impacto, entre outras. De acordo com o Centro Brasileiro da Construção em aço (CBCA, 2015) há um número muito grande de formas e tipos de produtos de aço e essa grande variedade dos aços disponíveis no mercado deve-se ao fato de cada uma de suas aplicações demandarem alterações na composição e forma. Ainda segundo o CBCA (2015) caracterizado por suas propriedades e

pelo baixo custo, o aço ganhou destaque representando 90% de todos os metais consumidos na indústria, sendo que 37% deste total é utilizado na construção civil.

Para Novelli (2018) o uso do aço na construção civil teve origem com a construção da ponte sobre o Rio Severn na Inglaterra no século XVIII, entretanto o ápice da revolução do uso do aço na construção civil ocorreu no final do século XIX com o surgimento do Concreto Armado, este por sua vez alia as vantagens do concreto, como a sua alta resistência às tensões de compressão, com as vantagens do aço como a sua alta resistência às trações. Através dessa combinação, se deu a possibilidade de construção de edifícios cada vez mais altos.

Freire (2001) afirma que as dificuldades encontradas para realizar a gestão da execução de obras acarretam em contratação de terceiros que possuem prazo de término da execução da obra estipulado e sua remuneração previamente definida. É importante ressaltar que as diversas etapas da execução de uma edificação demandam equipes especializadas e correta observância ao cronograma definido para a obra.

## **2.1 O aço utilizado em armaduras de estruturas de concreto armado**

O aço utilizado em armaduras é denominado de CA (indicado para estruturas de concreto armado) e pode ser encontrado no mercado em vergalhões (barras ou fios com cerca de 12 metros de comprimento), em rolos (bitola máxima de 12,5 mm), pré-cortados, pré-dobrados e pré-armados (FACHINI 2005).

De acordo do Araújo (2005), a análise da prestação de serviço quando relacionada ao processo de armação torna-se importante devido à alta variação de produtividade da mão-de-obra envolvida, podendo ser de 30 a 100 Hh/tonelada de aço.

Pinto (1989) aponta que no Brasil cerca de 70% do custo de uma edificação é composto pelos materiais. Portanto as perdas destes insumos representam valores significativos no custo total de uma obra, logo toda quantidade física de aço perdida está correlacionada com um custo. A perda de um material pode ocorrer durante todo o processo de construção, podendo ser ela tanto na fase inicial (transporte do material até a obra), durante a obra (descarga, manuseio, armazenamento do material, etc.) e após o processo de produção.

Quando uma obra não possui um gerenciamento ou ele não segue as diretrizes estabelecidas, isso acarreta em um elevado índice de perdas e na redução de produtividade da mão-de-obra. Podemos citar como exemplo a má elaboração do layout das áreas de armazenamento, resultando em excesso de transporte interno dos materiais.

Analisada de acordo com sua natureza, as perdas de aço nas obras podem ser definidas como perdas aparentes em que a principal característica é a geração de entulho e as perdas ocultas onde o material fica agregado à edificação.

Para Fachini (2005) a produtividade da mão-de-obra é um indicador que deve sempre ser analisado, pois ele afeta desde o ponto de vista social até o orçamento da obra. Já para Campos (1999) apud Fachini (2005) produtividade nada mais é do que aumentar ou melhorar a capacidade de produção utilizando cada vez menos recursos ou tempo. Ela pode ser deduzida de diversas maneiras: em geral determinada pela razão entre os recursos que entram no processo e os resultados obtidos no mesmo.

Uma das práticas mais usuais nos canteiros de obras é a realocação da equipe de acordo com as demandas da obra, por exemplo, utilização de serventes e pedreiros para o corte, dobra e amarração de armaduras, o que pode acarretar em perda da qualidade final do produto já que estes operários podem não possuir o conhecimento necessário para a execução da atividade.

A construção civil está em constante processo de inovação. Novos materiais, inovações nos processos e novas tecnologias surgem a cada dia propondo-se a resolver melhor e mais rápido as questões que se apresentam nos canteiros de obras.

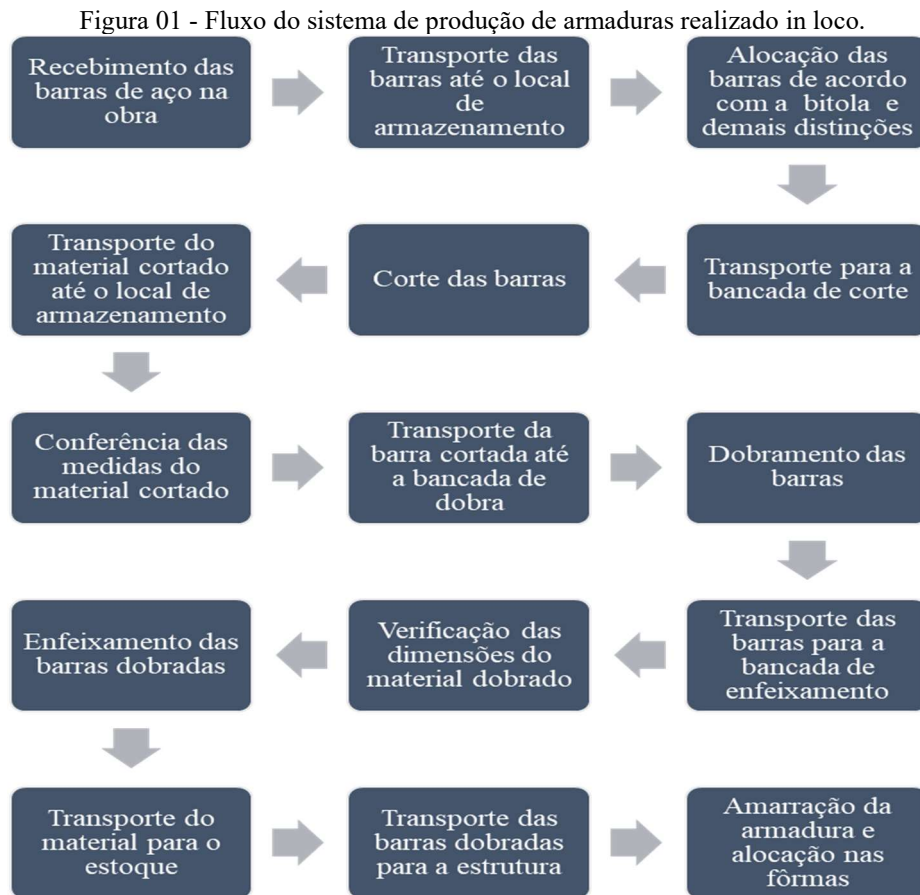
De acordo com o CBCA (2015) a partir do início do século XXI a construção encontrou um novo ritmo de crescimento, com isso a expansão também trouxe grandes alterações qualitativas e um crescente amadurecimento do mercado, que passou a exigir obras cada vez mais rápidas e com maior qualidade.

Com a elevação do custo da mão de obra tornou-se indispensável a simplificação de processos e a busca por maior produtividade e com melhor qualificação dos trabalhadores. Como contra proposta para se adequar as novas realidades do mercado, setores da construção civil passaram a ser terceirizados por empresas de pequeno e grande porte.

Hoje em dia no setor de construção civil existem novas alternativas para o fornecimento do aço nas obras, dentre elas destaca-se o aço cortado, dobrado e armado fora do canteiro de obras. O método de se realizar o processo de corte, dobra e armação no canteiro de obras ainda é bastante utilizado, no entanto o mesmo vem se tornando inviável devido aos grandes índices de perda de material, da ordem de 6% a 14% (SOUZA, 2006) e do elevado tempo necessário para sua a execução.

### **2.1.1 Fornecimento do aço em barras com armação in loco**

Quando o sistema de produção de armaduras vai ser realizado na obra (Figura 01), inicialmente deve-se dimensionar o layout do canteiro de obras para receber as áreas de descarga, corte, dobra e estocagem do material, é necessário um cálculo específico das barras a serem utilizadas, visando obter o melhor aproveitamento e o menor desperdício do material, além de uma equipe especializada para realizar o processo.



Fonte: o autor.

Skoyles e Skoyles (1987) afirmam que o aço deve ser armazenado de forma a não ter contato com o solo e em locais onde não haja excesso de umidade e que com o intuito de evitar montagens de armaduras utilizando bitolas incorretas, o ideal é elaborar e montar o layout de estocagem do material de forma que o armazenamento esteja dividido por diâmetros, fatos esses que não ocorrem na maioria das obras.

A armadura produzida através deste método (Figura 02) não possui uma garantia de qualidade, já que é realizada sem um acompanhamento técnico e na maioria das vezes por pessoas sem capacitação. Com isso o emprego de vergalhões com corte, dobra e montagem realizados fora da obra vem se tornando mais atrativo e ganhando mais espaço no mercado.

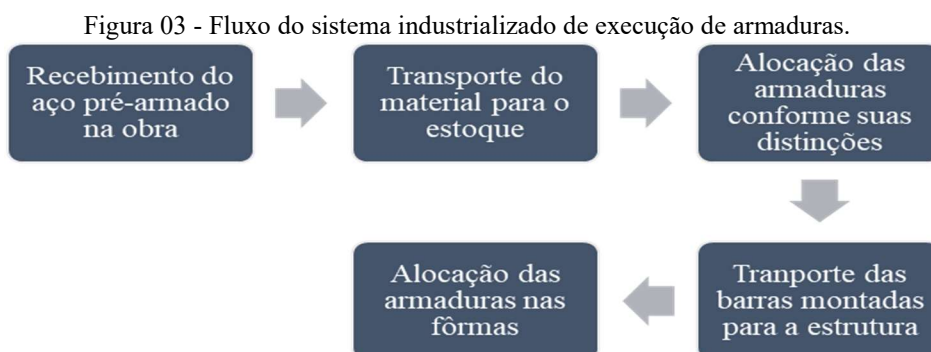
Figura 02 - Equipe da obra realizando o processo de montagem das armaduras



Fonte: Téchne.

### 2.1.2 Fornecimento do aço pré-armado

O método de corte e dobra em fábrica (Figura 03) consiste em transformar barras retas metálicas em componentes com comprimentos e dobras definidos no projeto da edificação para posterior amarração. Cada elemento é produzido com as dimensões corretas e na quantidade necessária para a composição das peças estruturais.



Fonte: o autor.

O objetivo do sistema em que as armações não são preparadas no canteiro de obras, é reduzir eficientemente o desperdício de material, tempo de execução e transporte interno, com isso ganha-se qualidade, economia e produtividade já que o processo transfere o controle de qualidade e de ritmo de execução dos operários para a empresa contratada.

Para que a produção das armaduras por empresas terceirizadas (Figura 04) possa atingir seu melhor desempenho, é necessária a elaboração de um cronograma de entrega dos materiais devidamente elaborado e compatível com as atividades realizadas na obra. Para Skoyles e Skoyles (1987) as armaduras devem ser entregues pelo fornecedor no momento determinado no cronograma assegurando que o produto esteja na obra na quantidade necessária e na hora certa, pois assim tanto os operários estarão disponíveis para a realização do processo quanto o local para estocagem.

Figura 4 – Equipe de empresa terceirizada realizando o processo de armação das armaduras



Fonte: o autor.

Para dar início ao processo de produção das armaduras nas empresas terceirizadas, o projeto estrutural detalhado deverá ser enviado já revisado e sem incoerências, pois a empresa responsável pela execução do projeto não pode ser responsabilizada por falhas oriundas ao projeto. Caso o cliente não tenha o projeto ele pode, dependendo da empresa, optar pela contratação da mesma para desenvolvê-lo. O projeto estrutural deve conter o detalhamento do comprimento, posicionamento, dimensões e os raios de curvatura das peças a serem dobradas.

Entre as vantagens adquiridas ao se optar pelo aço cortado e dobrado fora da obra estão o ganho de qualidade devido à terceirização, liberação de espaço no canteiro de obras tendo em vista que quando o processo é desenvolvido no local é necessário reservar um espaço para a execução do processo. Além disso não é necessário contratar uma equipe especializada ou deslocar equipes da obra para a execução do processo, redução de possíveis acidentes de trabalho e o ganho de tempo já que se reduz o tempo de execução e transporte interno. Logicamente que o processo também contém suas desvantagens, como por exemplo a elaboração de um projeto rico em detalhes para o bom entendimento da equipe da produção, a dificuldade de modificações nos elementos conformados e a devida atenção na obra durante a alocação das ferragens, porém as desvantagens são compensadas quando comparadas aos benefícios

## 2.2 Os custos na construção civil

Para Andrade & Souza (2003) o custo na construção civil é definido como todo importe financeiro oriundo de despesas com bens, serviços e transações financeiras, decorrente à execução de uma edificação, caracterizado desde o estudo de viabilidade até sua aplicação, durante um período pré-determinado.

Para qualificar os custos de produção nas obras de construção civil, é importante inteirar-se sobre sua performance, com o intuito de entender como estes gastos estão estabelecidos no processo de produção da construção civil (LIBRELOTTO et al., 1998).

De acordo com Limmer (1997) os custos da produção se dividem em diretos e indiretos. Define-se como custo indireto toda despesa de difícil estimação que está inclusa no processo de produção mas que não pode ser agregada à execução do serviço, onde pode-se citar o custo com o projeto arquitetônico e seus complementares. Quanto aos custos diretos, caracteriza-se por todo montante despendido com insumos que estão agregados à edificação, estes por sua vez se dividem em três componentes: materiais, mão-de-obra e equipamentos.

### 2.2.1 Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos

O TCPO - Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos constitui para profissionais da construção civil a principal referência para a preparação de orçamentos de obras no Brasil, nele são apresentadas tabelas que auxiliam na determinação do gasto de material e mão-de-obra na realização de um serviço (TCPO, 2008). Abaixo na Tabela 01 é possível visualizar um exemplo de composição de custo relacionada ao processo de armação contida no TCPO.

Tabela 01 - 03210.8.1.3 Armadura de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 10mm, corte e dobra na obra - unidade: Kg

CÓDIGOS	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01270.0.1.10	Ajudante de armador	h	0,08
01270.0.25.1	Armador	h	0,08
03150.3.3.6	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	un	11,4
03210.3.2.5	Barra de aço CA-50 3/8" (bitola:10mm/ massa linear: 0,395 Kg/m)	Kg	1,10
05060.3.3.1	Arame recozido (diâmetro do fio:1,25mm/ bitola: 18BWG)	Kg	0,02

Fonte: TCPO (PINI, 2008).

Para a execução de armaduras independentemente do tipo de fornecimento do aço, a composição é composta pelos operários (armadores e ajudantes), em que a unidade de mensuração é a hora trabalhada e pelos materiais a serem utilizados. Quanto aos custos associados ao processo de corte, dobra e armação do aço aplica-se a quantificação dos gastos financeiros por meio das composições orçamentárias utilizando o quilograma (Kg) executado como base para os cálculos.

### 2.2.2 Encargos sociais sobre a mão-de-obra



Ao se falar de custos na construção civil além dos materiais, maquinários e da mão de obra, devemos considerar os custos relacionados aos encargos sociais sobre a mão-de-obra. Para Sanots (1973) encargo social é o “custo em que incorre o empregador pelo fato de utilizar os serviços de seus empregados. São ônus impostos por lei, que incidem sobre a empresa, enquanto entidade que tem um papel social a cumprir”.

Os encargos exigidos pelas Leis trabalhistas e Previdenciárias dividem-se em três níveis sendo eles os Encargos básicos e obrigatórios (A), Encargos incidentes e reincidentes (B+C+D) e Encargos complementares (E) conforme Tabela 2 abaixo (PINI, 2008):

Tabela 02 –Composição dos Encargos sociais da mão-de-obra.

CÓDIGOS	DESCRIÇÃO	MENSAL (%)	HORISTA (%)
A1	Previdência Social	20,00	20,00
A2	FGTS	8,00	8,00
A3	Salário - Educação	2,50	2,50
A4	Sesi	1,50	1,50
A5	Senai	1,00	1,00
A6	Sebrae	0,60	0,60
A7	Incra	0,20	0,20
A8	INSS - Seguro contra acidente de trabalho	3,00	3,00
A9	Seconci (Serviço Social da Indústria da Construção e Mobiliário)	1,00	1,00
<b>A</b>	<b>Total dos encargos sociais básicos</b>	<b>37,80</b>	<b>37,80</b>
B1	Repouso semanal e feriados	-	22,90
B2	Auxílio enfermidade	-	0,79
B3	Licença paternidade	-	0,34
B4	13º Salário	8,22	10,57
B5	Dias de chuva/ falta justificada/ acidente de trabalho	-	4,57
<b>B</b>	<b>Total de encargos sociais que recebem incidência de A</b>	<b>8,22</b>	<b>39,17</b>
C1	Depósito por despedida injusta 50% sobre [A2+(A2+B)]	4,33	5,57
C2	Férias (indenizadas)	10,93	14,06
C3	Aviso prévio (indenizado)	10,20	13,12
<b>C</b>	<b>Total de encargos sociais que não recebem incidências globais de A</b>	<b>25,46</b>	<b>32,75</b>
D1	Reincidência de A sobre B	3,11	14,81
D2	Reincidência de A2 sobre C3	0,82	1,05
<b>D</b>	<b>Total das taxas de reincidência</b>	<b>3,92</b>	<b>15,86</b>
<b>Total de Leis Sociais</b>		<b>75,40</b>	<b>125,58</b>
E2	Vale transporte	10,34	10,34
E3	Refeição Mínima	8,42	8,42
E4	Refeição Almoço	31,75	31,75
E5	Refeição Jantar	-	-
E6	EPI (Equipamento de proteção Individual)	5,00	5,00
E7	Ferramentas manuais	2,00	2,00
<b>E</b>	<b>Total das taxas complementares</b>	<b>57,51</b>	<b>57,51</b>
<b>Total dos encargos sociais</b>		<b>132,91</b>	<b>183,09</b>

Fonte: Adaptada de TCPO (PINI, 2008)

### 3 METODOLOGIA

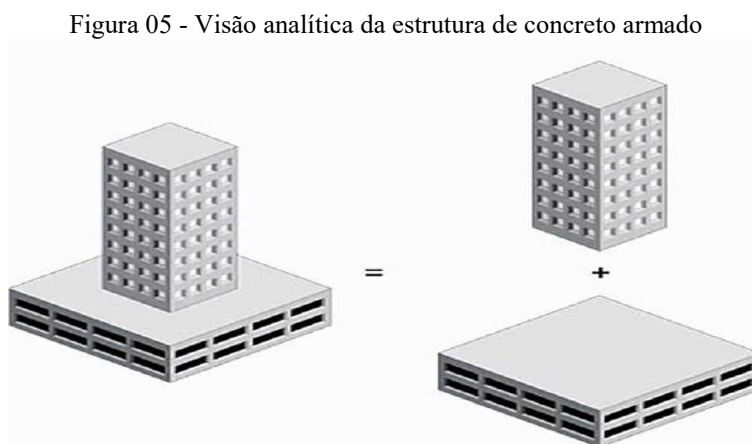
Para Fonseca (2002) o estudo de caso tem como objetivo compreender amplamente de que maneira e por qual motivo determinada circunstância pressuposta como única ocorre, buscando conhecer suas características e particularidades.

Neste artigo o estudo de caso foi realizado com o intuito de comparar os custos com o fornecimento de aço para armadura de estruturas de concreto armado de uma edificação, identificando as principais dificuldades para utilização, as vantagens e as diferenças analisadas e posteriormente realizar a análise da viabilidade econômica quanto aos tipos de fornecimentos quando aplicados a um determinado projeto de edificação.

Para a elaboração do estudo de caso será utilizado o modelo de estrutura da torre de um edifício de múltiplos pavimentos apresentado no TCPO (PINI, 2008, pág. 18) como objeto do estudo, em seguida para a análise dos custos o orçamento será fundamentado em adaptações das composições de custos dispostas no TCPO (PINI, 2008).

#### 3.1 Modelo de estrutura da torre de um edifício de múltiplos pavimentos

O modelo escolhido para empregar as composições de custos referente aos dois métodos construtivos, trata-se da estrutura da torre de um edifício de múltiplos pavimentos apresentado no TCPO. Abaixo na figura 05 está representada uma visão analítica da estrutura de concreto armado e da torre com os andares-tipo a ser estudada neste artigo em separado aos subsolos/periferia de um edifício (PINI, 2008).



Fonte: TCPO (PINI,2008)

Na tabela 03 apresentada abaixo é definido o consumo de Kg de aço para o processo de armação a cada 1m<sup>3</sup> de estrutura de concreto armado para o caso da estrutura em estudo, adotando concepção convencional.

Tabela 03 - Demanda usual pelo serviço armação para a execução de 1 m<sup>3</sup> de estrutura de concreto armado.

Demanda para 1m <sup>3</sup> de estrutura				
Serviço	Unidade	Mínimo	Médio	Máximo
Armação	Kg	81,78	91,68	160,00

Fonte: Adaptada de TCPO (PINI, 2008)

Utilizando as tabelas orçamentárias disponibilizadas no TCPO (PINI,2008), espera-se calcular um custo padrão, onde ele servirá de base para a decisão entre optar pelo método de corte, dobra e armação do aço na obra e o método onde o processo ocorre na indústria chegando a obra pronto para ser alocado as formas e para a posterior concretagem.

#### 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Utilizando como referência o quilograma do aço cortado, dobrado e armado, analisou-se os custos referente aos dois métodos de fornecimento do aço através da montagem de planilhas orçamentárias de composições unitárias, contendo gastos com a mão-de-obra, encargos sociais e materiais para cada um dos sistemas estudados.

Na tabela 04 estão dispostos os valores a serem gastos com encargos sociais para os funcionários mensalistas envolvidos no processo de preparação e execução da armação do projeto em estudo. Para cálculo dos percentuais referentes as taxas complementares, utilizou-se os valores médios da região em estudo, sendo que o pagamento de refeição mínima, almoço e jantar não tem obrigatoriedade definida por lei ou acordo coletivo na região.

Tabela 04 – Composição dos Encargos sociais da mão-de-obra do projeto em estudo.

CÓDIGOS	DESCRIÇÃO	MENSAL (%)
A1	Previdência Social	20,00
A2	FGTS	8,00
A3	Salário - Educação	2,50
A4	Sesi	1,50
A5	Senai	1,00
A6	Sebrae	0,60
A7	Inkra	0,20
A8	INSS - Seguro contra acidente de trabalho	3,00
A9	Seconci (Serviço Social da Indústria da Construção e Mobiliário)	1,00
<b>A</b>	<b>Total dos encargos sociais básicos</b>	<b>37,80</b>
B4	13º Salário	8,22
<b>B</b>	<b>Total de encargos sociais que recebem incidência de A</b>	<b>8,22</b>
C1	Depósito por despedida injusta 50% sobre [A2+(A2+B)]	4,33
C2	Férias (indenizadas)	10,93
C3	Aviso prévio (indenizado)	(*)10,20
<b>C</b>	<b>Total de encargos sociais que não recebem incidências globais de A</b>	<b>25,46</b>
D1	Reincidência de A sobre B	3,11
D2	Reincidência de A2 sobre C3	0,82
<b>D</b>	<b>Total das taxas de reincidência</b>	<b>3,92</b>
	<b>Total de Leis Sociais</b>	<b>75,40</b>
E2	Vale transporte	10,41
E3	Refeição Mínima	Não aplicável na cidade de estudo
E4	Refeição Almoço	Não aplicável na cidade de estudo
E5	Refeição Jantar	Não aplicável na cidade de estudo
E6	EPI (Equipamento de proteção Individual)	5,00
E7	Ferramentas manuais	2,00
<b>E</b>	<b>Total das taxas complementares</b>	<b>17,41</b>
	<b>Total dos encargos sociais</b>	<b>92,81</b>

Fonte: Adaptada de TCPO (PINI, 2008)

Abaixo, nas tabelas 05 e 06 são apresentados os gastos calculados para cada um dos sistemas estudados. O valor unitário referente aos serviços de mão de obra foi considerado de acordo com a região de estudo sendo eles de R\$998,00 para ajudante de armador/ajudante de pedreiro e R\$1375,38 para o armador, estipulando-se que a carga horária dos trabalhadores seja de 40 horas por semana e ambos sejam funcionários mensalistas.

Tabela 05 - 03210.8.1.3 Armadura de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro 10mm, corte e dobra na obra - unidade: Kg

CÓDIGOS	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS	VALOR	TOTAL
01270.0.1.10	Ajudante de armador	h	0,08	R\$ 6,24	R\$ 0,50
01270.0.25.1	Armador	h	0,08	R\$ 8,60	R\$ 0,69
03150.3.3.6	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	un	11,4	R\$ 0,09	R\$ 1,03
03210.3.2.5	Barra de aço CA-50 3/8" (bitola:10mm/ massa linear: 0,395 Kg/m)	Kg	1,1	R\$ 4,25	R\$ 4,68
05060.3.3.1	Arame recozido (diâmetro do fio:1,25mm/ bitola: 18BWG)	Kg	0,02	R\$ 6,23	R\$ 0,12
-	Encargos mão-de-obra	%	92,81	R\$ 1,19	R\$ 1,10
Total					R\$ 8,12

Fonte: Adaptada de TCPO (PINI, 2008)

Tabela 06 - 03210.8.1.3 Armadura de aço para estruturas em geral, CA-50, diâmetro até 10mm, corte e dobra industrial - unidade: Kg

CÓDIGOS	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS	VALOR	TOTAL
01270.0.1.10	Ajudante de armador	h	0,06	R\$ 6,24	R\$ 0,37
01270.0.25.1	Armador	h	0,06	R\$ 8,60	R\$ 0,52
03150.3.3.6	Espaçador circular de plástico para pilares, fundo e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	un	11,4	R\$ 0,09	R\$ 1,03
03210.3.2.5	Barra de aço CA-50 3/8" (bitola:10mm/ massa linear: 0,617 Kg/m)	Kg	1,05	R\$ 4,25	R\$ 4,47
05060.3.3.1	Arame recozido (diâmetro do fio:1,25mm/ bitola: 18BWG)	Kg	0,02	R\$ 6,23	R\$ 0,12
03210.3.2.2	Serviço de corte/dobra industrializado para aço CA 50/60	KG	1,05	R\$ 0,26	R\$ 0,27
-	Encargos mão-de-obra	%	92,81	R\$ 0,89	R\$ 0,83
Total					R\$ 7,60

Fonte: Adaptada de TCPO (PINI, 2008)

Nas tabelas 05 e 06 apresentadas acima são definidas as demandas de mão-de-obra dentro de cada uma das composições dos sistemas de fornecimento do aço. Quando se opta pelo fornecimento industrializado há uma redução de 25% na demanda de mão-de-obra por quilograma de aço. A redução na demanda de mão-de-obra acarreta na redução dos valores a serem gastos com os encargos sociais, já que estes por sua vez estão relacionados com o valor a ser gasto com a mão-de-obra. Além dos encargos sociais a redução implica em outros pontos positivos já que o custo com a mão-de-obra é composto por todos os gastos despendidos com o

funcionário desde a sua seleção até o seu desligamento, como por exemplo: despesas com recrutamento, admissão, integração, aprendizagem, treinamentos, desenvolvimento e formação profissional.

Quando analisamos o consumo de aço nos métodos estudados, há uma redução em torno de 5%, redução essa já estabelecida previamente devido ao fato de considerar-se uma perda de material de 10% no método convencional e da mesma reduzir para 5% no método industrializado, embora, dependendo do fator de organização da obra este percentual possa ser reduzido a 2%. Outro aspecto que está diretamente ligado a esta redução é o 5S da obra, o aço quando tem seu preparo de corte, dobra e armação realizado na obra desprovido de organização, resulta em uma pilha de barras de aço retorcidas e enferrujadas, ocupando espaço na obra e com custos para posterior descarte.

Para o cálculo do serviço de corte, dobra e armação realizado na indústria utilizou-se valor médio pesquisado no mercado da região onde o custo do serviço é de 6% sobre o valor a ser gasto com a ferragem, portanto para o cálculo da taxa do serviço de terceirização deve-se multiplicar o custo da demanda de aço pelo percentual médio definido.

Portanto utilizando a demanda de armação para cada 1m<sup>3</sup> de estrutura de concreto armado do projeto em estudo (Tabela 7), podemos constatar uma redução de 6% no valor total quando utilizamos o serviço de fornecimento do aço pré-armado.

Tabela 07 - Custo do serviço de fornecimento do aço do projeto em estudo.

Serviço de fornecimento do aço	Valor	Consumo		
		mínimo (Kg)	médio (Kg)	máximo (Kg)
		81,78	91,68	160
Em barras, armação in loco	R\$ 8,12	R\$ 663,93	R\$ 744,30	R\$ 1.298,96
Pré armado, armação industrializada	R\$ 7,60	R\$ 621,67	R\$ 696,93	R\$ 1.216,29

Fonte: o autor.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fornecimento do aço onde as empresas terceiras realizam o corte, dobra e armação das ferragens a serem utilizadas nas estruturas de concreto armado sendo necessário nas obras apenas a alocação do material nas fôrmas para posterior concretagem se faz como uma alternativa para redução de custos na construção civil.

O comparativo de custos apresentado neste artigo viabiliza o fornecimento do aço pré-armado, este por sua vez aproveita de forma positiva os recursos financeiros, gera rapidez,

segurança (minimiza chances de acidentes) e redução da mão-de-obra despendida para a execução das armações. Entre as vantagens do processo industrializado também podemos citar que o mesmo oferece o produto final de acordo com as normas técnicas respeitando as especificações e de acordo com o cronograma da obra.

Após a realização da comparação entre as duas formas de fornecimento do aço para as armaduras das estruturas de concreto armado foi identificada uma redução de 6% no custo total das armações, tendo em vista que o processo de fornecimento pré-armado reduz em torno de 5% o índice de perda de material, torna desnecessária a alocação de equipamentos e a contratação de profissionais especializados para realizar o corte, a dobra e a montagem das armaduras, com isso reduzindo em 25% os custos com a mão-de-obra.

Tal estudo comparativo proporcionou embasamento para o aperfeiçoamento do planejamento e orçamento de obras no que se refere a gestão da execução das armaduras para as estruturas de concreto armado e também embasa a análise crítica de projetos visando melhorias na produtividade e redução de custos.

### **ARMED CONCRETE STRUCTURE ARMOR: Cost comparison between bar and pre-reinforced steel supply**

#### **ABSTRACT**

This article deals with the supply of reinforcement steel for reinforced bars and pre-reinforced concrete structures, aiming to prove the cost reduction with the supply of pre-reinforced steel weapons for a building in the south of Minas Gerais. For this purpose, a literature search was conducted for two forms of steel supply, and subsequently using a tower structure model of a constructed pavement building, if a comparative case study of costs among steel bar suppliers and the pre-armed. Then, for cost or budget analysis, it will be based on cost composition adaptations arranged in TCP (Budget Price Tables). An analysis of the economic viability of the proven types of supplies that precast steel yields a 6% reduction in total frames reduces material loss by 5% and labor time by 25%. The article provides a foundation for construction professionals who do not allow the management of weapons execution for reinforced concrete structures.

**Palavras-chave:** Reinforced concrete. Steel. Pre-Armed.



## REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. e SOUZA U. E. L.. **Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para a confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar: ENTAC, 2003. 1 CDROM.

ARAÚJO, L.O.C. **Método para a proposição de diretrizes para melhoria da produtividade da mão-de-obra na produção de armaduras.** 2005. 503p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BOTELHO, M.H.C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo.** São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total (no estilo japonês).** Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

**CBCA . Centro Brasileiro da Construção em aço.2015. Disponível em <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7074>>. Acesso em 19 de outubro de 2017.**

FACHINI, A. C. **Subsídios para a programação da execução de estruturas de concreto armado no nível operacional.** 2005, 214p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FAJERSZTAJN, H. **Fôrmas para concreto armado:** aplicação para o caso do edifício. 1987. 247p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002.

FREIRE, T. M. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações: caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo.** 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

FUSCO, P.B. **Estruturas de concreto.** São Paulo: Mcgraw-Hill do Brasil, v. 1, 1976.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C.; VARVAKIS. G.. **Custos na construção civil: uma análise teórica e comparativa.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 1998. 1 CD-ROM.

LIMMER, CARL V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1997.



NOVELLI, Rafael Passos. **História do aço na construção civil**. 2018. Disponível em <<https://www.novesengenharia.com.br/historia-do-aco-na-construcao-civil/>>. Acesso em 02 de setembro de 2019.

PINI. **TCPO: Tabelas de composições de preços para orçamentos**. 13ª ed. São Paulo: PINI, 2008.

PINTO, T.P. **Perda de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos, UFSCAR, Departamento de Engenharia Civil, 1989. 33p.

SANOTS, R. A. O. **Leis Sociais e custo da mão-de-obra no Brasil**, São Paulo: LTR/EDUSP, 1973.

SÃO PAULO IN FOCO. **Tag: Fotos antigas avenida paulista**. 2015. Disponível em <[http://www.saopauloinfoco.com.br/tag/fotos-antigas-avenida-paulista/Museu de Arte de São Paulo - Assis Chateaubriand](http://www.saopauloinfoco.com.br/tag/fotos-antigas-avenida-paulista/Museu%20de%20Arte%20de%20São%20Paulo%20-%20Assis%20Chateaubriand)>. Acesso em 02 de março de 2018.

SKOYLES, E.F. & SKOYLES, J.R. **Waste prevention on site**. London, Mitchell, 1987. 208p.

SOUZA, U. E. L. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical**. In: Seminário de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais, São Paulo, PCC/EPUSP, 1998. Anais. São Paulo, 1998. p.237-248.

TÉCHNE. **Projeto de armaduras**. 2007. Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/120/artigo286387-2.aspx>>. Acesso em 16 de abril de 2017.

U. E. L. SOUZA. **Consumo de Aço**. Equipe da Obra no 6. Editora PINI. São Paulo, 2006.

VASCONCELOS, A.C. **Concreto no Brasil: recordes, realizações, história**. São Paulo: Copiare, 1985.