

# ESTUDO COMPARADO DOS CUSTOS DIRETOS DOS SERVIÇOS DE ARMAÇÃO COM O MÉTODO TRADICIONAL E O MÉTODO INDUSTRIALIZADO PARA RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES

Magnon Raulino (1), Mônica Elizabeth Daré (2).

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1)magnon\_raulino@hotmail.com, (2) m.dare@terra.com.br.

## RESUMO

O segmento da construção civil busca alternativas de processos construtivos para atingir permanentemente melhores patamares de competitividade e produtividade. Para os serviços de armadura o método industrializado, com as etapas de corte, dobra e até a montagem realizada fora do canteiro de obra, vem sendo adotado por algumas empresas construtoras em substituição ao método tradicional, que executa todas as etapas nos canteiros de obra. O objetivo desta pesquisa consiste em identificar o método de execução de armadura com menor perda e menor custo unitário. Adotou-se para o estudo a tipologia residencial unifamiliar, representada por três obras com métodos de execução de armadura distintos. Os dados foram obtidos por meio de documentação técnica fornecida pelos proprietários das obras e pela empresa fornecedora de aço em barras ou com corte e dobra. Os resultados apresentados apontam que o método para execução de aço com maior índice de perdas é o Tradicional, com perdas de 23,04%, ficando 21,81 pontos percentuais acima do método de menor perda. Para os custos diretos unitários do serviço de armadura a pesquisa apresenta os seguintes custos: para o método Industrializado (corte e dobra) custos de R\$ 4,81/kg, para o método Industrializado (corte, dobra e montagem) custos de R\$ 4,93/kg e para o método Tradicional custos de R\$ 5,27/kg.

*Palavras-Chave: Armações, Aço estrutural, Desperdícios, Custos diretos.*

## INTRODUÇÃO

Diante de cenários competitivos as empresas procuram estabelecer programas de redução de custos e que proporcione vantagens competitivas. Uma das formas de se alcançar esta redução consiste na otimização do uso dos recursos físicos utilizados ao longo do processo produtivo. Neste sentido, a redução das perdas de materiais configura-se em uma das metas a ser atingidas, visto que, segundo Souza (2005, p.04), afirma que:

A participação deste recurso no final da edificação pode chegar até 70%. Considerando-se os desperdícios de material na construção civil, o aço estrutural ocupa um lugar de destaque dentre os insumos que apresentam maior perda.

“É bastante razoável as construtoras aceitarem perdas de 15% do aço estrutural” (PRAÇA, 2002, p.03).

Ainda o sistema mais utilizado esta sendo o método tradicional de execução de armações (que consiste no corte e dobra do aço realizado manualmente dentro do canteiro de obras), que possui a perda de aço e custo de mão de obra elevados, que conforme Zorzi apud Araujo, (2006, p.18) os custos da mão-de-obra na etapa de armação, correspondem a aproximadamente 35% do valor total da mão-de-obra relativa à execução da supra estrutura, podendo representar até 50% dos custos totais com a mão de obra empregada na estrutura de pavimentos tipo.

Desta forma na construção surgem novos métodos construtivos, que visam à redução de custos, aumento de produtividade e a racionalização de processos. São consideradas perdas, todas as atividades ou produtos que exigem tempo e dinheiro sem agregar valor ao produto final, as mesmas devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo. Para execução de armações, um dos métodos propostos para substituir o método tradicional é o industrializado, que segundo (PRAÇA, 2002) “consiste no fornecimento de barras de aço cortadas e dobradas fora do canteiro de obras, assim as etapas de preparação das armações tornam-se industrializadas e são executadas em uma empresa especializada para este fim”. Desse modo surge a seguinte problemática: qual a diferença de custos para execução de armações pelo método tradicional e pelo industrializado para a tipologia residencial unifamiliar?

O objetivo geral da pesquisa consiste em comparar os custos diretos para a execução de armações pelo método tradicional e pelo método industrializado para residências unifamiliares.

Para os objetivos específicos têm-se:

- a) Identificar e calcular os custos diretos de execução de armações para os métodos executivos deste estudo;
- b) Identificar e calcular as perdas de aço para o método industrializado e para método tradicional;
- c) Comparar as perdas de aço entre os métodos de execução de armações;
- d) Determinar consumos unitários do material aço para os métodos de execução de armações;

e) Comparar os resultados da pesquisa com a TCPO (Tabela composição de preços para orçamentos, Editora PINI).

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAIS**

#### **2.1.1 Documentação técnica**

Para o desenvolvimento deste estudo, utilizou-se os seguintes documentos técnicos: Projeto estrutural, Projeto arquitetônico, Memorial descritivo, notas fiscais de materiais, contrato da empreitada de mão de obra da equipe de armadores, recibos de mão de obra dos armadores, recibos e orçamento da empresa fornecedora de aço.

#### **2.1.2 Caracterização da empresa fornecedora do aço**

A empresa localiza-se na cidade de Criciúma, Santa Catarina, esta no mercado há 21 anos no seguimento da distribuição de materiais e compostos do aço para construção civil como: vergalhões longos (barras de 12 metros), pregos, arames, telas, treliças. Há 12 anos vem beneficiando o aço adquirido em bobinas para o método industrializado e recentemente esta disponibilizando o método de montagem de armações, entregando para o cliente as armações prontas para serem transportadas até a forma.

No setor de distribuição suas vendas estão em media de 140 toneladas/mês, no seguimento do método industrializado sua produção esta em 55 toneladas/mês e no método de montagem das armaduras cerca de 5 toneladas/mês, a empresa possui 28 funcionários que estão divididos na matriz em Criciúma e filial em Tubarão.

Esta empresa possui dois sistemas informatizados: o sistema utilizado pelo setor de distribuição é usado para faturamentos, notas fiscais, controle de estoque, controle de clientes, gerenciamento de crédito dos clientes; o sistema utilizado pelo departamento técnico no setor do método industrializado consiste em um software desenvolvido para quantificar o aço a ser utilizado, gerar ordens de produção, romaneios de entregas, controlar a produção das etapas de cada projeto.

## 2.2 MÉTODOS

### 2.2.1 Caracterização das obras

Para o presente estudo considerou-se os projetos caracterizados na Tabela 1 e denominados: Projeto A, Projeto B e Projeto C.

Tabela 1: Caracterização dos projetos.

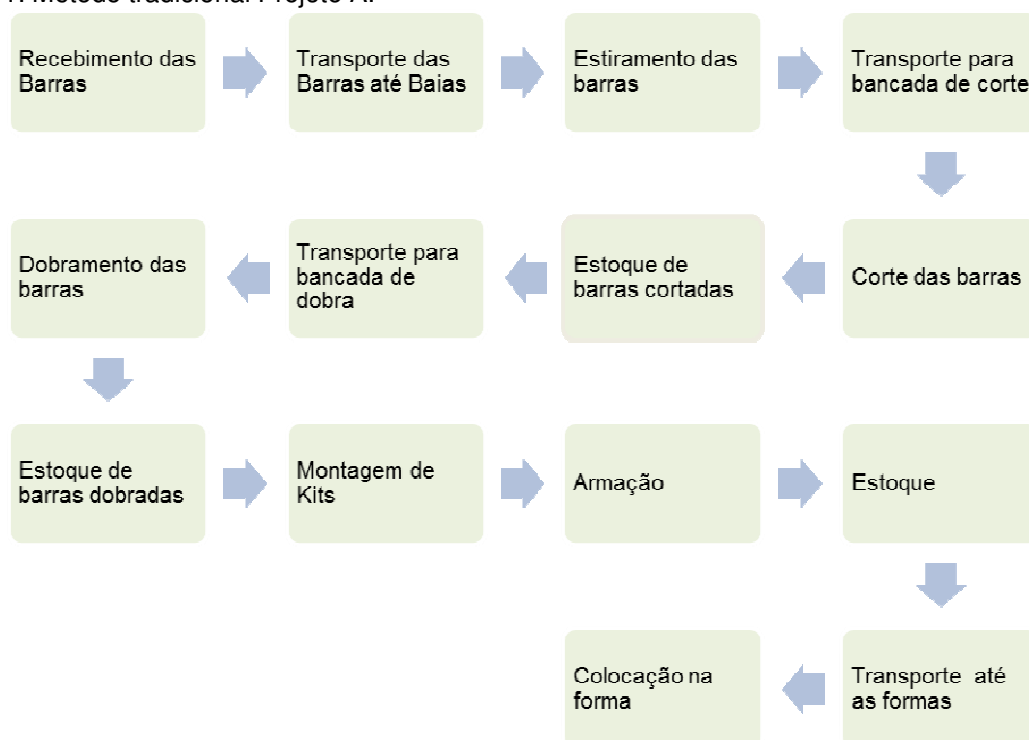
Itens	Método Tradicional	Método industrializado (corte e dobra)	Método industrializado (corte, dobra e montagem)
<b>Projetos.</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Localização.	Criciúma	Criciúma	Criciúma
Quantidade de pavimentos.	2	2	2
Volume de concreto pilar, viga e lajes (projeto) m <sup>3</sup> .	75,9	66,8	45,4
Área de fôrma pilar, viga e lajes m <sup>2</sup> .	584,4	617	387
Área total obra m <sup>2</sup> .	304,7	345	283
Tipo de laje.	Pré-moldada	Pré-moldada	Pré-moldada
Tipo de forma.	Madeira de Pinus	Madeira de Pinus	Madeira de Pinus
Tipo de concreto.	Usinado - 25 Mpa	Usinado - 25 Mpa	Usinado - 25 Mpa
Método executivo do aço.	Corte-armadores	Corte-industrial	Corte-industrial
	Dobra-armadores	Dobra-industrial	Dobra-industrial
	Montagem-armadores	Montagem-armadores	Montagem-industrial
Transporte até a forma.	Armadores	Armadores	Armadores
Equipe de armadores.	4	2	2
Período execução da obra em meses.	11	8	6
Período de fornecimento do aço em meses.	6	5	3

Fonte: Do autor.

## 2.2.2 Caracterização dos métodos executivos de armações

A característica do método tradicional de execução de armações é o corte, dobra e montagem do aço realizado dentro do canteiro de obra, ocupando grande espaço físico, com excessivas operações de transporte, armazenamento e inspeções inerentes ao sistema, gerando consideráveis perdas de mão-de-obra ao longo de todo o processo, conforme Figura 1.

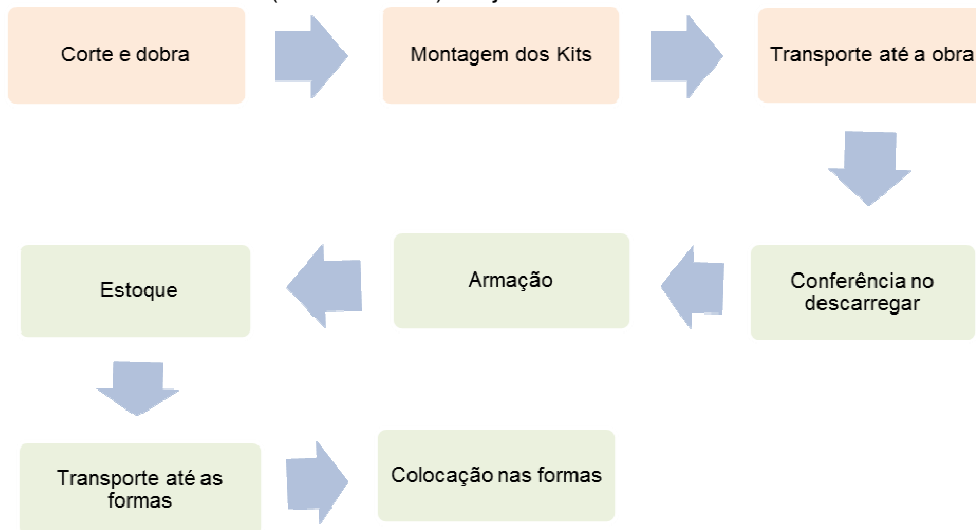
Figura 1: Método tradicional Projeto A.



Fonte: Do autor.

Define-se como Kit de armadura um jogo de peças que montem um pilar, uma viga, uma sapata, um bloco ou parte de uma laje. Para o método industrializado (cortado e dobrado) deste estudo, algumas etapas são executadas na indústria, como o corte a dobra e a montagem do kit, e outras são executadas no canteiro de obra pelos armadores, conforme Figura 2.

Figura 2: Método industrializado (corte e dobra) Projeto B.



Fonte: Do autor

No método industrializado (corte, dobra e montagem) a empresa do estudo de caso fornece o material cortado, dobrado e armado, ficando os armadores responsáveis pelo transporte e colocação na forma, conforme Figura 3.

Figura 3: Método industrializado (corte, dobra e montagem) Projeto C.



Fonte: Do autor.

### 2.2.3 Obtenção dos dados

Obteve-se os dados por meio da documentação técnica definida no item 2.1.1, os mesmos foram organizados, compilados e apresentados conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Identificação e cálculo dos consumos e das perdas de aço.

Diâmetro	Método			Perdas		
	Quantidade prevista em projeto (Kg)	Quantidade Adquirida (Kg)	% de Participação no total	Kg	R\$	Diferença % por diâmetro
Aço						

Fonte: Do autor.

A Tabela 3 apresenta o quadro para os valores unitários da mão de obra que foram obtidos por meio da documentação técnica, com a análise dos recibos e dos contratos entre armadores e construtoras ou clientes e referem-se ao mês de setembro de 2015. A mão de obra adotada na pesquisa configura-se com empreitada informal.

Tabela 3: Valores unitários da mão de obra (R\$/Kg).

Projetos	PROJETO A	PROJETO B	PROJETO C
Corte e dobra			
Armação			
Transporte até a forma			
Total			

Fonte: Do autor.

Para os preços unitários dos diversos diâmetros de aço fornecidos em: barras retas, cortados e dobrados ou cortados, dobrados e montados, utilizou-se os preços praticados pela empresa fornecedora de aço, deste estudo, referentes ao mês de setembro de 2015.

### 3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO CONSUMO E DAS PERDAS DE AÇO

Para cada método executivo do aço com os seus respectivos projetos identificou-se: o consumo de aço previsto em projeto, o consumo efetivo do aço e calculou-se as respectivas perdas, conforme Tabelas 4,5 e 6.

Tabela 4: Cálculo do consumo e das perdas de aço pelo método tradicional-Projeto A.

<b>Método Tradicional - Projeto A</b>						
<b>Diâmetro</b>	Quantidade prevista em projeto (Kg)	Quantidade Adquirida (Kg)	% de Participação no total	<b>Perdas</b>		Diferença % por diâmetro
				Kg	R\$	
Aço						
10	1713,6	2042,4	30,3	328,8	943,66	19,19
5,0	1355,59	1581,75	20,84	226,16	671,7	16,68
16,0	452,8	706,7	23,4	253,9	695,69	56,07
8,0	534	687,3	14,13	153,3	472,16	28,71
12,5	556	664,62	10,01	108,62	297,62	19,54
6,3	97,25	111,72	1,33	14,47	46,16	14,88
Total	4709,24	5794,49	100	1085,25	3126,99	-

Fonte: Do autor.

Com os valores apresentados na Tabela 4 identificou-se que as perdas correspondentes aos diâmetros 5,0; 10,0; 16,0 representam 74,54% das perdas totais para este projeto. A Tabela 4 apresenta que para este método executivo a perda do aço foi de 23,04% e representou um custo de R\$ 3.126,99. Salienta-se que no presente estudo não verificou-se as barras retas adquiridas, foram aplicadas em outros elementos como: vergas, contra vergas, espaçadores de lajes, entre outros.

Tabela 5: Cálculo das perdas de aço pelo método industrializado (corte e dobra) – Projeto B.

<b>Método industrializado (corte e dobra) - Projeto B</b>						
<b>Diâmetro</b>	Quantidade prevista em projeto (Kg)	Quantidade Adquirida (Kg)	% de Participação no total	<b>Perdas</b>		Diferença % por diâmetro
				Kg	R\$	
Aço						
12,5	1101,33	1123,36	43,25	22,03	60,36	2
10	748,8	763,78	29,41	14,98	42,99	2
5,0	1198,08	1204,99	13,56	6,91	20,52	0,58
8,0	1027,17	1033,07	11,58	5,9	18,17	0,57
6,3	57,87	58,99	2,2	1,12	3,57	1,94
Total	4133,25	4184,19	100	50,94	145,61	-

Fonte: Do autor.

Com os valores apresentados na Tabela 5 identificou-se que as perdas correspondentes aos diâmetros 10,0; 12,5 representam 72,66% das perdas totais



para este projeto. A Tabela 5 apresenta que para este método executivo a perda do aço foi de 1,23% e representou um custo de R\$ 145,61.

Tabela 6: Cálculo das perdas de aço pelo método industrializado (corte, dobra e montagem) Projeto C.

Método industrializado (Corte, Dobra e Montagem)						
Diâmetro	Quantidade prevista em projeto (Kg)	Quantidade Adquirida (Kg)	% de Participação no total	Perdas		
				Aço	Kg	R\$
10	1132,1	1164,1	51,74	32	91,95	2,83
4,2	704,90	720,07	24,53	15,17	45,05	2,15
8,0	532,60	544,68	19,53	12,08	37,21	2,27
12,5	229,36	230,65	2,09	1,29	3,53	0,56
6,3	81,38	82,69	2,12	1,31	4,18	1,61
5	39,24	39,24	0	0	0	0
Total	2719,58	2781,43	100	61,85	178,39	-

Fonte: Do autor.

Com os valores apresentados na Tabela 6 identificou-se que as perdas correspondentes aos diâmetros 10,0; 4,2; 8,0 representam 95,80% das perdas totais para este projeto. A Tabela 6 apresenta que para este método executivo a perda do aço foi de 2,28% e representou um custo de R\$ 178,39.

Na Tabela 7 encontram-se consolidados os resultados para as perdas totais de aço referentes a cada método executivo e respectivo projeto da pesquisa.

Tabela 7: Comparativo das perdas de aço.

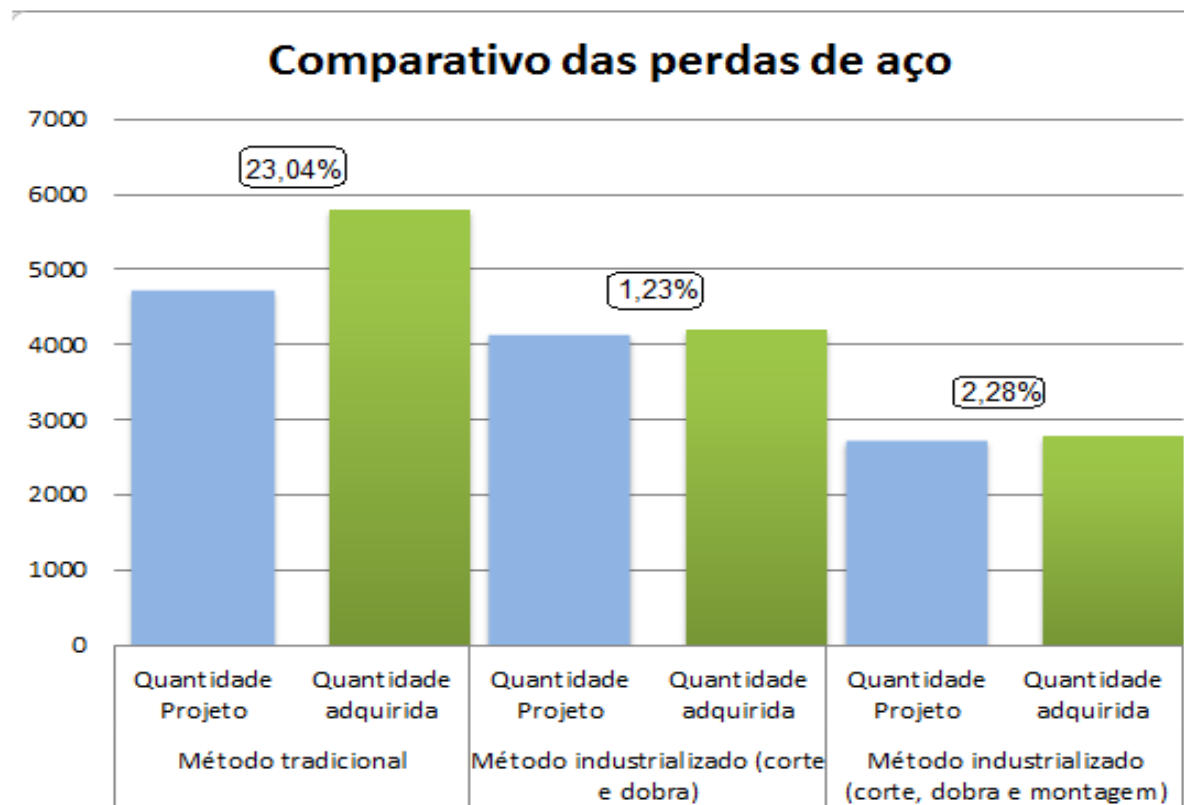
Métodos /perdas e custos	Resultados consolidados das perdas de aço		
	Tradicional	Industrializado (corte e dobra)	Industrializado (corte, dobra e montagem)
Perdas Kg	1085,25	50,94	61,85
Perdas %	23,04	1,23	2,28
Perdas R\$	3.126,99	145,61	178,39
Participação (%) das perdas no total de custos efetivos do aço	18,73	1,22	2,22

Fonte: Do autor.

Os resultados da Tabela 7 indicam que o método com maior perda foi o tradicional, 23,04%, seguido do industrializado (corte, dobra e montagem), 2,28%, e por último o industrializado (corte e dobra), 1,23%. A participação dos custos das perdas, nos custos efetivos do material aço segue a seguinte classificação: primeiro o método tradicional com 18,73%, segundo o método industrializado (corte e dobra) com 1,22% e por último o método industrializado (corte, dobra e montagem) com 2,22%. Os principais motivos que geram perdas nos projetos são: diferença no diâmetro nominal do vergalhão, erros de projeto e modificações de última hora.

A Figura 4 apresenta o gráfico comparativo entre os consumos de aço previstos em projeto, os consumos efetivos e as respectivas perdas.

Figura 4: Gráfico comparativo das perdas de aço.



Fonte: Do autor.

A Tabela 8 reúne índices de perdas obtidos em pesquisas de outros autores para uma análise comparativa. Os valores das perdas foram calculados para os projetos da pesquisa, considerando o índice de cada pesquisador. Para uma simplificação de cálculo se considerou o valor por Kg de aço, uma média ponderada de R\$2,88 para o método tradicional e R\$2,85 para o método industrializado (corte e dobra).

Tabela 8: Índices de perdas de aço para os métodos tradicional e industrializado (corte e dobra).

Método	Perda	Araujo (2006)	Agopyan (1998)	Soilbeman (1993)	Pinto (1989)	Tcpo (2014)	Praça (2002)	Obtido pelo autor (2015)
Tradicional	%	9	10,33	19,07	26,19	10	15	23,04
	R\$	1220,64	1401,02	2586,39	3552,05	1356,26	2034,39	3124,83
Industrializado (corte e dobra)	%	1	-	-	-	5	2	1,23
	R\$	117,8	-	-	-	588,99	235,6	143,71

Fonte: Adaptado Araujo 2006.

Com os dados expostos na Tabela 8 observa-se que para o método tradicional a diferença entre o maior e o menor índice corresponde a 17,19 pontos percentuais, representando uma diferença de custos de perdas para o projeto A deste estudo de R\$ 2331,41 ou um custo de perda 190% superior. Ainda para o projeto A observa-se que o índice de perda da pesquisa ficou 14,04 pontos percentuais superior que o menor índice definido por Araújo (2006), representando em termos de custos de perdas um custo maior em 156,0%. Para o projeto B, corte e dobra, o índice desta pesquisa encontra-se 3,77 pontos percentuais abaixo do maior índice. Desta forma os custos de perdas de aço para o projeto B representa 75,40 % menor quando calculados com os índices desta pesquisa e comparado com o maior índice que é o da TCPO 14 (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos).

### 3.2 ANÁLISES DE RESULTADOS DOS CUSTOS DIRETOS DO SERVIÇO AÇO PARA OS SISTEMAS TRADICIONAL E INDUSTRIALIZADO

Para a análise dos custos dos serviços de aço ou armadura considerou-se como custos que representam as etapas de corte, dobra, montagem e transportes até a forma conforme a Tabela 9. Estes custos receberam a denominação de custos com mão de obra no canteiro da obra ou com equipamentos no fornecedor.

Tabela 9: Valores unitários para a mão de obra (canteiro obra) e equipamentos (empresa fornecedora) – etapas, corte, dobra, montagem, transporte até a forma - R\$/Kg.

Métodos	Tradicional	Industrializado (corte e dobra)	Industrializado (corte, dobra e montagem)
Corte e dobra		0,6	1,6
Montagem	1,7	1,25	
Transporte até a forma			0,33
Total	1,7	1,85	1,93

Fonte: Do autor.

Verifica-se que os custos unitários para as etapas de corte, de dobra, de montagem e transporte até a forma são maiores em 13,53 % para o sistema industrializado (corte, dobra e montagem) quando comparados com o tradicional. Deve-se considerar para esta análise, o fato da mão de obra de armadores aplicada no canteiro, ser realizada por empreitada, e que se constatou a informalidade desta contratação, sem os devidos recolhimentos dos encargos sociais. A Tabela 10 mostra os custos do material aço e das etapas de corte, dobra, montagem e transporte até a forma por bitola. Obteve-se os custos da mão de obra para os métodos tradicional e industrializado considerando a quantidade de aço prevista em projeto. Para o cálculo dos custos unitários se utilizou num primeiro momento a quantidade de aço do projeto e num segundo momento a quantidade adquirida para cada método executivo de armadura.

Tabela 10: Identificação e cálculo dos custos diretos para os serviços de aço.

Diâmetro	Método tradicional			Método industrializado (corte e dobra)				Método industrializado (corte e dobra e montagem)			
	Aço R\$	Mão de obra canteiro R\$	Total	Aço R\$	Mão de obra R\$ Canteiro Empresa		Total	Aço R\$	Mão de obra R\$ Canteiro Empresa		Total
4,2	0	0	0	0	0	0	0	2093,55	232,62	1127,84	3454,01
5	4026,1	2304,5	6330,61	3558,3	1497,6	718,85	5774,75	116,54	12,95	62,78	192,28
6,3	310,23	165,33	475,55	184,61	72,34	34,72	291,66	259,6	26,86	130,21	416,67
8	1644,72	907,8	2552,52	3163,68	1283,96	616,3	5063,95	1640,41	175,76	852,16	2668,33
10	4918,03	2913,12	7831,15	2149,06	936	449,28	3534,34	3249,01	373,58	1811,3	5433,89
12,5	1523,44	945,2	2468,64	3017,64	1376,66	660,8	5055,1	628,45	75,69	366,98	1071,11

16	1240,67	769,76	2010,43	0	0	0	0	0	0	0	0
Total sem perdas	13663,19	8005,71	21668,9	12073,29	5166,56	2479,95	19719,8	7987,56	897,45	4351,26	13236,28
Índice de perda %	23,04	-	-	1,23	-	-	-	2,28	-	-	-
Custo unitário qtde projeto	2,88	1,7	4,58	2,85	0,6	1,25	4,7	2,85	0,33	1,6	4,87
Custo unitário qtde adquirida	3,57	1,7	5,27	2,96	0,6	1,25	4,81	3	0,33	1,6	4,93

Fonte: Do autor.

Os resultados organizados na Tabela 10 indicam que o menor custo direto do serviço de aço é para o método Industrializado (corte e dobra). Entre os métodos pesquisados a diferença do menor custo unitário do serviço aço, sistema industrializado (corte e dobra) para o maior custo, sistema Tradicional é de 9,56 %. Ressalta-se que neste estudo não estão considerados os custos indiretos, a velocidade de execução da obra, leis sociais.

### 3.3 INDICADORES DE CONSUMOS E CUSTOS UNITÁRIOS DE AÇO

Obteve-se através desse estudo indicadores para a quantidade do consumo de aço. A Tabela 11 apresenta os indicadores de consumo considerando o quantitativo de aço apresentados em projeto. (Os valores monetários estão expressos em reais R\$ e em CUBs (CUB residencial médio) publicado pelo SINDUSCON-SC, referente a setembro 2015, com o valor de R\$1532,50).

Tabela 11: Indicadores de consumos e custos de aço conforme projeto.

Método	Consumos unitários			Custos unitários			Custo do aço em Cub Res. padrão Médio set 2015
	Kg aço/m <sup>2</sup> (área)	Kg aço/m <sup>3</sup> de concreto	Kg aço/m <sup>2</sup> (forma)	R\$/m <sup>2</sup> (área)	R\$/m <sup>3</sup> de concreto	R\$/m <sup>2</sup> (forma)	
Tradicional	15,46	62,05	8,06	44,52	178,7	23,21	8,85
Industrializado (corte e dobra)	11,98	61,88	6,7	34,14	176,36	19,1	7,67
Industrializado (corte, dobra e montagem)	9,61	59,88	7,03	28,25	176,05	20,67	5,22

Fonte: Do autor.

A Tabela 12 apresenta os indicadores de consumo considerando o quantitativo de aço efetivo ou adquirido para a obra. (Os valores monetários estão expressos em reais R\$ e em CUBs (CUB residencial médio) publicado pelo SINDUSCON-SC, referente a setembro 2015, com o valor de R\$1532,50).

Tabela 12: Análise de Indicadores de consumo e custo de aço após execução.

Método	Consumos unitários			Custos unitários			Custo do aço em Cub Res. padrão Médio set 2015
	Kg aço/m <sup>2</sup> (área)	Kg aço/m <sup>3</sup> de concreto	Kg aço/m <sup>2</sup> (forma)	R\$/m <sup>2</sup> (área)	R\$/m <sup>3</sup> de concreto	R\$/m <sup>2</sup> (forma)	
Tradicional	19,02	76,35	9,92	54,78	219,89	28,57	10,89
Industrializado (corte e dobra)	12,13	62,65	6,78	34,57	178,55	19,32	7,78
Industrializado (corte, dobra e montagem)	9,83	61,24	7,19	28,9	180,05	21,14	5,35

Fonte: Do autor.

### 3.4 COMPARATIVOS DOS RESULTADOS DO ESTUDO COM A TCPO 14

Para este estudo comparativo considerou o seguinte serviço previsto na TCPO 14: ARMADURA de aço para estruturas em geral, CA-50, corte e dobra na obra, código: 03210.8.1.3 para o método tradicional e o serviço: ARMADURA de aço para estruturas em geral, CA-60, corte e dobra industrial, fora da obra, código: 03210.8.1.8 para o método industrial. A TCPO 14 considera índices de perdas de aço nas categorias mínimo, médio e máximo, conforme o grau de organização do canteiro e controle sobre os materiais. A Tabela 13 apresenta os índices estabelecidos pela TCPO 14 para dois métodos executivos da pesquisa e mais os índices de perdas obtidos no presente estudo. O método executivo industrial corte, dobra, montagem não está previsto na TCPO 14.

Tabela 13: Comparativo Dos índices de perda de aço (%) do estudo com os da TCPO14.

Método	Tradicional	Industrializado (corte e dobra)
TCPO mínimo	4	0
TCPO médio	10	5
TCPO máximo	16	10
Obtido	23,04	1,23

Fonte: Do autor.

Com os resultados expostos na Tabela 13 observa-se que no método tradicional o percentual de perda esta 7,04 pontos percentuais acima do índice máximo de 16,00 % definido pela TCPO14. Enquanto que para o método industrializado se identificou um índice de perda na pesquisa 3,77 pontos percentuais comparado com o índice mínimo da TCPO 14 para este mesmo método.

A Tabela 14 apresenta os valores dos custos do material aço para os projetos A e B do presente estudo, considerando-se as perdas obtidas na pesquisa e as estabelecidas na TCPO 14 para o índice médio de consumo. Para estes cálculos foram utilizados os preços do aço unitários obtidos nas notas fiscais.

Tabela 14: Comparativo dos custos de aço do estudo com os obtidos pela TCPO 14.

Quantidades		Método tradicional	Método Industrializado (corte e dobra)
Prevista em projeto	Kg	4709,24	4133,25
	R\$	13663,19	12073,29
Adquirida	Kg	5794,49	4184,19
	R\$	16790,17	12218,91
TCPO14 índice médio (com perdas)	Kg	5180,16	4339,91
	R\$	15022,46	12672,54

Fonte: Do autor.

Pela Tabela 14 observa-se que para o método tradicional o custo do aço obtido na pesquisa considerando a quantidade adquirida deste material apresenta-se 11,77 % maior que o calculado com a TCPO 14. Para o método industrializado o custo obtido com a pesquisa encontra-se 3,71% inferior ao estabelecido com a TCPO.

#### 4. CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo estudar os custos diretos para a execução de armaduras pelo método tradicional com todas as etapas deste serviço realizada no canteiro de obras, pelo método industrial com corte e dobra feitos fora do canteiro e pelo método industrial com as etapas de corte, dobra e montagem realizadas em fornecedor externo ao canteiro. A metodologia proposta permitiu alcançar o objetivo geral e os específicos, com a apresentação de resultados referentes às perdas de aço e os custos das perdas.

Para os métodos executivos de armaduras estudados, o método Industrializado (corte e dobra) proporciona o menor índice de perda de aço correspondendo a uma perda de 1,23%, seguido do método Industrializado (corte, dobra e montagem) com 2,28%, e por último o método Tradicional com perdas de 23,04.%. Os índices de perdas obtidos neste estudo, quando comparados a outros índices calculados em outras pesquisas encontram-se dentro da faixa de perdas estabelecidas nestas pesquisas para o método tradicional e industrializado corte e dobra. Dentro das referências bibliográficas estudadas nesta pesquisa não se encontrou índices de perdas, de consumo ou de custos referentes ao método de execução de armadura industrializado com corte, dobra e montagem realizadas fora do canteiro de obras.

Quanto aos custos direto totais do serviço de armadura o estudo permitiu concluir que o método de menor custo unitário é o Industrializado (corte e dobra) com custo unitário de R\$ 4,81/kg, seguido do método Industrializado (corte, dobra e montagem) com custo unitário de R\$ 4,93/kg e por último o método Tradicional com custo unitário de R\$ 5,27/kg. Estes resultados indicam que o método Industrializado (corte e dobra) é 9,56 % menor que o método Tradicional.

## 5. REFERÊNCIAS

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

ARAUJO, Jackson Fabio B. **Análise Comparativa entre o Método de Corte e Dobra de Aço Manual e o Método Industrializado para Construção Civil**. 2006. 106p. Tese Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina.

PRAÇA, Eduardo Rocha. NETO, José de Paula Barros. **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**. 2002. 1-8.

PALIARI, J.C. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. 473p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como reduzir perdas nos canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na Construção Civil**. São Paulo: PINI, 2005. 138p.



TCPO: **Tabela de composição de preços para orçamento.** 14. Ed. São Paulo:  
PINI, 2012. 659p.