

ESTUDO COMPARADO DA PRODUTIVIDADE ENTRE O MÉTODO EXECUTIVO TRADICIONAL E O INDUSTRIALIZADO PARA OS SERVIÇOS DE ARMADURA EM UMA OBRA COM LAJE NERVURADA NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA-SC

Nathalia Vieira Brognoli (1); Mônica Elizabeth Daré (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)natvieira_@hotmail.com,(2)dare@terra.com.br

RESUMO

O binômio produtividade e competitividade tem marcado o cenário de desafios da construção civil no Brasil. O objetivo deste estudo consiste em comparar a produtividade da mão de obra para a execução dos serviços de armadura com a utilização do método industrializado e tradicional. A metodologia consistiu da apropriação da produtividade com a aplicação de conceitos de RUP (Razão Unitária de Produção) cumulativa. Adotou-se duas obras verticais no município de Criciúma, uma com serviços de armadura pelo processo tradicional e a outra pelo processo industrial. Utilizou-se Hh/kg para expressar as RUP's Cumulativas de cada processo de armadura. Apresentou-se os resultados por elementos estruturais e por etapas dos processos como corte e dobra, e montagem das armaduras. Para os custos unitários de mão de obra seguiu-se os preços de mão de obra do SINAPI-SC. Realizou-se comparativos entre as RUP's da pesquisa e as de outras publicações. Os resultados apontam um consumo de mão de obra por quilograma de aço para o método tradicional 32,82% superior quando comparado ao método industrializado, para os elementos estruturais pilares+vigas. Quando considerada a variável de custos unitários de mão de obra para o método tradicional obteve-se valores 34,24 % superiores ao do método industrializado para pilares+vigas, para as obras pesquisadas.

Palavras-chaves: Construção Civil, Produtividade, armadura, RUP, mão de obra.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil, pela capacidade de gerar efeitos na produção, na renda e no emprego é considerada um setor importante. O alto nível de encadeamento com outros setores torna a atividade fundamental para o desenvolvimento econômico brasileiro. (CUNHA, 2012).

Atualmente, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, CBIC (2016, p.05) “A indústria da construção civil trabalha em uma agenda voltada para recuperar o desempenho do setor, com a criação de novas oportunidades de

negócios, e para modernizar suas práticas, com o objetivo de melhorar sua produtividade. ”

Segundo Souza (2006, p. 22) “o conceito de produtividade está associado à análise do esforço demandado para se chegar a um certo resultado em processos de produção”.

Essa produtividade pode ser calculada através de um indicador denominado RUP (Razão Unitária de Produção). Esse índice consiste em número de homens-hora por quantidade de serviço, que podem ser mensuradas com diferentes relações de intervalos de tempo (dia, semana, ciclo, cumulativa e potencial). No presente trabalho adotou-se a RUP Cumulativa, que corresponde a produtividade acumulada durante um período de tempo.

Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, ABDI (2015), a industrialização representa o mais elevado estágio de racionalização dos processos construtivos e, independente da origem de seu material, está associada à produção dos componentes em ambiente industrial e, posteriormente, montados nos canteiros de obras, possibilitando melhores condições de controle e a adoção de novas tecnologias.

Entretanto, ainda segundo a ABDI (2015, p. 25)

A construção executada com processo convencional, ainda largamente utilizada no Brasil, frequentemente é marcada por processos com altos custos, baixo nível de planejamento, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdícios, baixa qualidade e incidências de manifestações patológicas e baixo desempenho ambiental. O aumento da produtividade no uso de componentes ou elementos industrializados ou de um sistema construtivo industrializado em comparação ao sistema convencional é a eliminação de certas etapas de obras. A concepção do sistema industrializado deve ser realizada de forma a reduzir ao máximo os serviços no canteiro de obra, ou seja, basicamente no canteiro de obra industrializado, o serviço preponderante é o de montagem.

No Brasil ainda é predominante as construções em concreto armado, exigindo armaduras de aço. Essas armaduras podem ser cortadas e montadas no canteiro de obra ou já compradas sob medida, utilizando inovações tecnológicas para corte e dobra do aço nas medidas exatas do projeto.

Para Raulino (2015), o método industrializado de armação (corte e dobra) proporciona o menor índice de perda de aço, correspondendo a uma perda de 1,23%, seguido pelo Método Tradicional com perdas de 23,04%.

Também afirma Araújo (2006), que a diferença de 7,23% em relação ao custo, obtida entre o sistema industrializado e o sistema manual se mostrou significativa, pois o serviço de execução da armadura corresponde a uma parcela financeira importante da obra.

Determinou-se então a seguinte problemática: Quais as diferenças de produtividade da mão de obra e do custo unitário entre o método tradicional e o método industrializado?

O objetivo da presente pesquisa consiste em realizar um estudo comparado da produtividade da mão de obra entre o método executivo tradicional e o industrializado para os serviços de armadura em uma obra com laje nervurada no município de Criciúma – SC. Apresenta-se como objetivos específicos:

- a) Determinar a produtividade ou RUP (Razão Unitária de Produção) da equipe de obra por elemento estrutural para os dois métodos executivos de armadura do estudo de caso;
- b) Comparar a produtividade (RUP) da equipe de obra obtida na pesquisa, para os serviços de armadura com as de outras publicações técnicas;
- c) Identificar possíveis fatores que provocam a variação da produtividade na execução do método executivo de armação;
- d) Determinar os custos unitários da mão de obra para os dois métodos executivos de armação.

Para este estudo considera-se com método executivo tradicional o processo artesanal de corte e dobra do aço realizado nos canteiros de obra, e para o método executivo industrializado o processo do aço cortado e dobrado em indústria.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DOCUMENTAÇÕES TÉCNICAS

Para a realização do presente estudo, se utilizou documentos e informações técnicas fornecidas pelas construtoras estudadas tais como:

- a) projetos estruturais;
- b) projetos arquitetônicos;
- c) relatórios e diários das empreiteiras.

2.2 PERÍODO DA PESQUISA

Desenvolveu-se a pesquisa nos referenciais teóricos no período de março a julho de 2018. A pesquisa em campo ocorreu de maio a agosto de 2018, com o auxílio de planilhas e questionários elaborados pela autora, descritos no item 2.5. O processamento dos dados e obtenção dos resultados e conclusão do estudo foi de setembro a novembro de 2018.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DAS CONSTRUTORAS

As características das construtoras executoras das obras da pesquisa estão descritas na Tabela 01.

Tabela 01: Características das Construtoras.

| ITENS | CONSTRUTORA 1 | CONSTRUTORA 2 |
|---|---------------|---------------|
| Local | Criciúma | Criciúma |
| Tempo no mercado (anos) | 15 | 10 |
| M ² de obras em execução | 66.046,88 | 15.693,21 |
| Nº de obras em andamento na etapa estrutural com mão de obra terceirizada | 02 | 07 |
| Nº de obras em andamento na etapa estrutural com mão de obra própria | 00 | 00 |

Fonte: Do autor, 2018

2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS E EQUIPES

Para a presente pesquisa selecionou-se duas obras, no município de Criciúma, em período de execução de armação de vigas, pilares e lajes, com métodos construtivos diferentes, sendo suas características descritas na Tabela 02. A obra com adoção do processo executivo tradicional pertence a construtora 1, enquanto a obra com o processo industrializado pertence a construtora 2.

As tipologias das obras segundo a NBR 12.721:2006 correspondem a R8-A (Residencial até 8 pavimentos padrão alto) para a obra 01 e CAL-8 (Comercial andar livre até 8 pavimentos) para a obra 02.

Tabela 02: Caracterização das obras e equipes

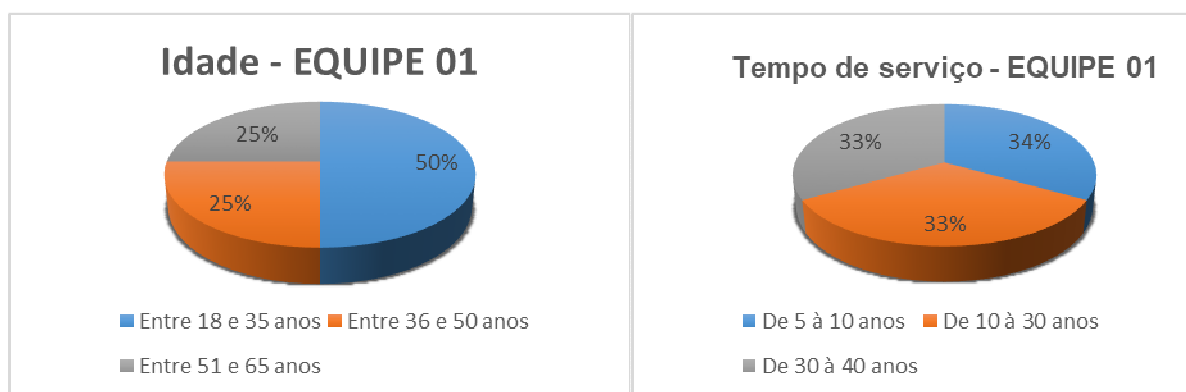
| ITENS | OBRA 01 | OBRA 02 |
|-------------------------------------|---|---|
| | MÉTODO TRADICIONAL | MÉTODO INDUSTRIALIZADO |
| Quantidade de pavimentos | 14 | 4 |
| Área total obra m ² | 6.653,00 | 556,63 |
| Tipo de laje | Nervurada bidirecional com forma plástica | Nervurada bidirecional com forma plástica |
| Tipo de concreto | Concreto armado usinado - 35 Mpa | Concreto armado usinado - 40 Mpa |
| Método executivo do aço | Corte – armadores | Corte - industrial |
| | Dobra- armadores | Dobra-industrial |
| | Montagem- armadores | Montagem-armadores |
| Mão de obra- armadores | Empreiteira | Empreiteira |
| Equipe: Oficial | 2 | 1 |
| Equipe: Ajudante | 2 | 0 |
| Período de execução da obra (meses) | 48 | 12 |

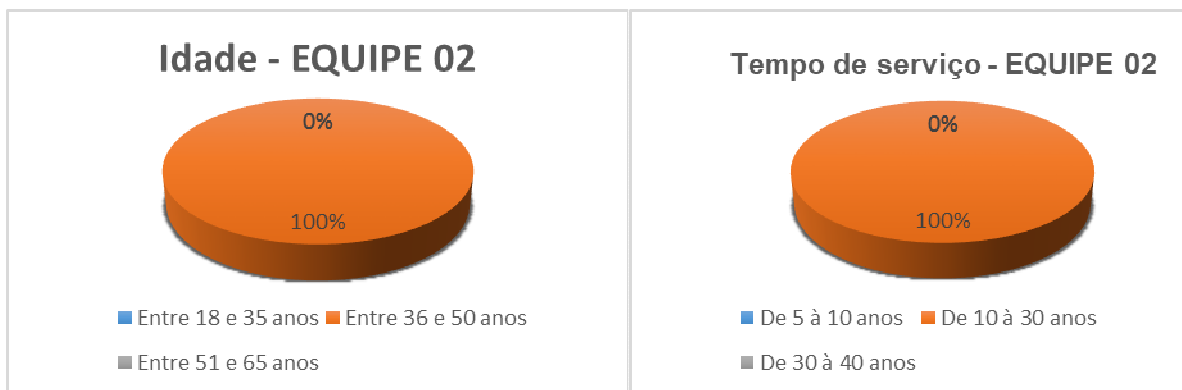
Fonte: Do autor, 2018

Na obra 01, método tradicional, acompanhou-se a armação das vigas e pilares do piso do 8º pavimento tipo e de laje do piso da 1ª cobertura. Na obra 02, método industrializado, acompanhou-se a execução da armação dos pilares do térreo e vigas e laje do piso do 1º pavimento tipo.

Na Figura 01 apresenta-se o perfil das equipes das obras 01 e 02. Observou-se que a experiência dos profissionais e as idades, colaboraram positivamente para uma maior produtividade.

Figura 01: Perfil equipes 01 e 02





Fonte: Do autor, 2018

Na Figura 02, apresenta-se as perspectivas das obras 01 e 02.

Figura 02: Perspectivas obras 01 e 02



Fonte: Do autor, 2018

2.5 OBTENÇÃO DOS DADOS

A obtenção dos dados ocorreu diretamente no canteiro das obras 01 e 02, com a aplicação da planilha, conforme Figura 03.

Figura 03: Controle de produtividade in loco

| CONTROLE DE PRODUTIVIDADE IN LOCO | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|---------|----------|---------------------|---------------|-------------|
| OBRA | | | | | | |
| Data | Horário Início | Armador | Ajudante | Elemento Estrutural | Horário Final | Observações |

Fonte: Do autor, 2018

Obteve-se os quantitativos de aço por meio dos projetos estruturais e seguindo os elementos estruturais correspondentes aos anotados na planilha da Figura 03.

2.6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apresentou-se os resultados em tabelas e gráficos. Adotou-se análises quantitativas e se discutiu os resultados de forma textual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, se apresenta os resultados obtidos neste estudo e as respectivas análises para a mão de obra no serviço de armadura, dos elementos estruturais lajes, vigas e pilares das obras pesquisadas.

3.1 DESCRIÇÕES DOS PROCESSOS EXECUTIVOS TRADICIONAL E INDUSTRIALIZADO

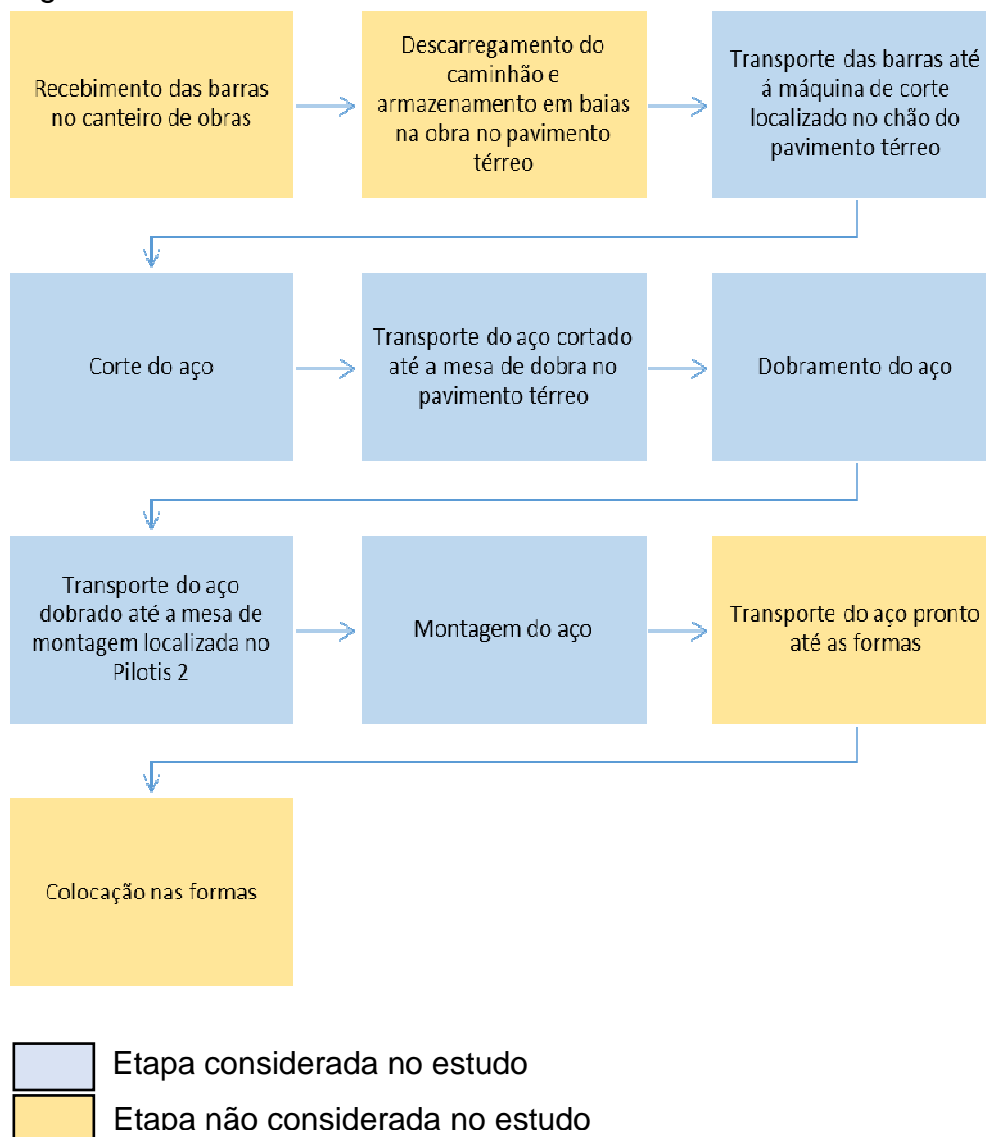
Para o método tradicional, adotado na obra 01, a compra do aço foi em barras, sendo os mesmos armazenados no canteiro de obra, onde se executou o corte, a dobra e a montagem conforme o projeto estrutural.

O armazenamento das barras ocupou cerca de 30% do espaço disponível no canteiro de obra, além de suas bancadas de corte e dobra e local para sua montagem.

Na obra 01, as atividades de corte e a dobra do aço ocorreram no pavimento térreo. A montagem das armaduras ocorreu no 1º pavimento de pilotis. As barras de aço cortadas e dobradas, eram içadas por um cabo de aço com o auxílio de roldanas, colocada na parte externa do pavimento pilotis.

Após a montagem, as armaduras prontas eram encaminhadas às formas, içadas também pelo cabo de aço, sendo que para as armaduras de menor porte se utilizou o elevador cremalheira. Neste estudo a atividade de transporte e colocação nas formas não foi acompanhada. A Figura 04 apresenta as etapas do processo pelo método tradicional.

Figura 04: Método tradicional obra 01



Fonte: Do autor, 2018

Para o método industrializado, adotado pela obra 02, a etapa de corte e dobra não ocorreu no canteiro de obra, pois o aço era adquirido cortado e dobrado do fornecedor, sendo executada in loco, apenas a montagem e posterior colocação nas formas.

Nesta obra, após o recebimento do aço cortado e dobrado, durante a pesquisa a montagem ocorreu no pavimento térreo. Após a montagem, a armadura era levada por uma escada móvel para o 1º pavimento tipo, para a colocação nas formas. Esta atividade de colocação nas formas também não foi considerada na pesquisa para o aço industrializado.

Nesta obra, embora o aço utilizado chegasse cortado e dobrado, para os capitéis as barras de aço foram cortadas e dobradas na obra, conforme Figura 05.

Figura 05: Armadura dos capitéis do 1º tipo

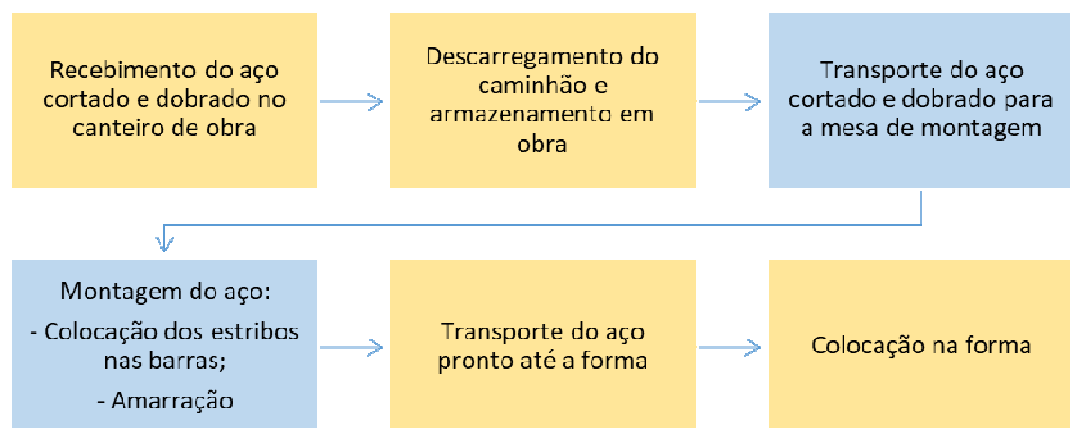


Fonte: Do autor, 2018.

As horas trabalhadas para o corte e dobra das barras de aço dos capitéis foram apropriadas para os resultados da pesquisa.

As etapas para a armadura com corte e dobra industrializado estão descritas conforme Figura 06.

Figura 06: Método industrializado obra 02



Etapa acompanhada pelo presente trabalho

Etapa não acompanhada pelo presente trabalho

Fonte: Do autor, 2018

3.2 RUP CUMULATIVA DO SERVIÇO DE ARMADURA PELO MÉTODO TRADICIONAL

A Tabela 03 apresenta os índices da RUP Cumulativa para a mão de obra (armadores e ajudantes) utilizada nos serviços de armadura pelo método tradicional.

Tabela 03: Razão Unitária de Produção (RUP) Cumulativa de mão de obra pelo método tradicional

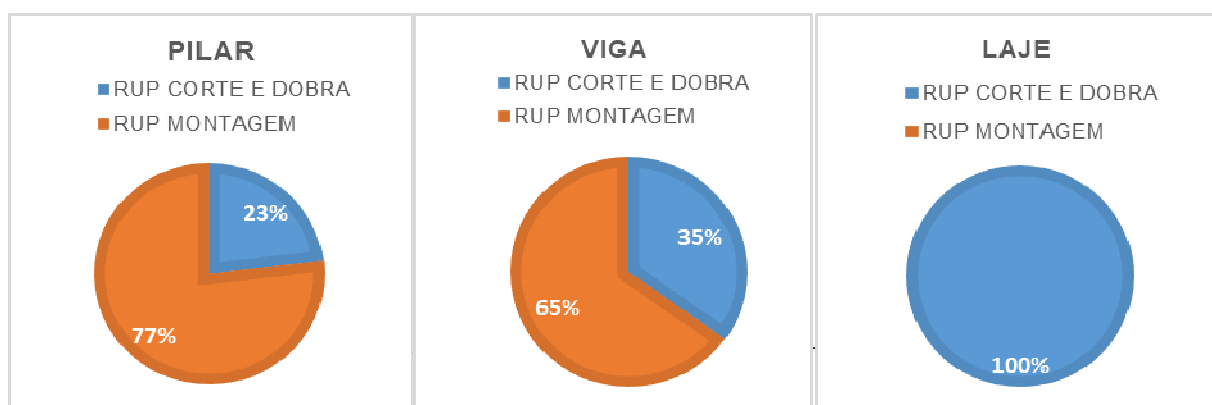
| Elemento Estrutural | Kg | Hh p/ Corte E Dobra | Hh p/ Montagem | Hh Cumulativa | RUP Corte e Dobra | RUP Montagem | RUP Cumulativa Hh/Kg |
|---------------------|----------|---------------------|----------------|---------------|-------------------|--------------|----------------------|
| Pilar | 945,000 | 18,000 | 60,000 | 78,000 | 0,019 | 0,063 | 0,083 |
| Viga | 1716,000 | 52,000 | 97,000 | 149,000 | 0,030 | 0,057 | 0,087 |
| Laje | 4958,000 | 114,000 | 0,000 | 114,000 | 0,023 | 0,000 | 0,023 |
| Pilar+ Viga+ Laje | 7619,000 | 184,000 | 157,000 | 341,000 | 0,024 | 0,021 | 0,045 |

Fonte: Do autor, 2018

No método tradicional, conforme Tabela 03, se constata que o elemento estrutural vigas é o que mais demanda consumo de mão de obra. A produtividade da viga (0,087 Hh/kg) representa 1,05 vezes mais do que a produtividade do pilar (0,083 Hh/kg) e 3,78 vezes mais a das lajes (0,023). As RUP's obtidas mantêm coerência com o detalhamento das armaduras para cada elemento estrutural, pois as barras de aço das vigas exigem para o corte, dobra e montagem mais atividades, considerando a ferragem negativa, positiva e quantidade de estribos. Quanto a armadura para as lajes nervuradas, conforme o previsto no projeto estrutural, a RUP obtida na pesquisa de 0,023 Hh/kg se justifica pois para este elemento a montagem ocorreu nas formas, sendo que esta última atividade não foi computada na RUP da laje.

Para melhor compreensão dos resultados da pesquisa, na Figura 07 se apresenta os gráficos por elementos e a participação de cada atividade (corte e dobra; montagem) na RUP cumulativa geral de cada elemento estrutural.

Figura 07: Participação das atividades da armadura por elemento estrutural



Fonte: Do autor, 2018

Conforme Figura 07, se observa que para os pilares e vigas, a atividade de montagem, 77% e 65% de participação respectivamente, com RUP cumulativa para o pilar de 0,083 e para a viga de 0,087 se configura como a mais representativa no processo de armadura. Observa-se que no presente estudo para estes dois elementos a dobra dos estribos eram realizadas pela equipe de montagem, computada esta atividade nos índices de montagem, o que pode ter contribuído para a participação dos índices nos patamares apresentados na Tabela 03 e na Figura 07. Como para as lajes durante a pesquisa não se apropriou as horas consumidas para a montagem da armadura, pois isto ocorria no momento de colocação destas nas formas de lajes, a RUP obtida representa apenas a atividade de corte e dobra.

Na Tabela 05 têm-se um comparativo entre as RUP's da pesquisa com as de Costa (2011) e as da TCPO 12 e da TCPO 14. Para as RUP's, da Tabela 04, considerando-se a TCPO 12, os serviços considerados foram os códigos: 03210.8.1.10 – **ARMADURA** de aço para PILARES, CA-50, aço cortado e dobrado na obra-unidade: Kg ; 03210.8.1.11 – **ARMADURA** de aço para VIGAS, CA-50, aço cortado e dobrado na obra – unidade: Kg ; 03210.8.1.12 – **ARMADURA** de aço para LAJES, CA-50, aço cortado e dobrado na obra –unidade: Kg. Enquanto que para a TCPO 14 utilizou-se: 05.001_SER – Armadura de aço CA-50, corte, dobra e montagem –unidade: Kg.

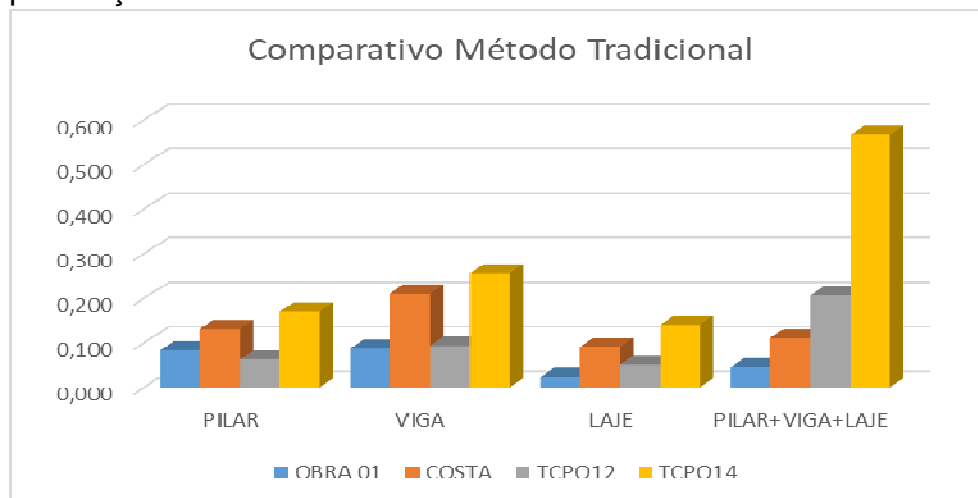
Tabela 04: Comparação das RUP`s Cumulativas pesquisadas com as de outras publicações.

| ELEMENTO ESTRUTURAL | OBRA 01 | COSTA, 2011 | TCPO12 | TCPO14 |
|---------------------|---------|-------------|--------|--------|
| PILAR | 0,083 | 0,130 | 0,062 | 0,170 |
| VIGA | 0,087 | 0,210 | 0,093 | 0,256 |
| LAJE | 0,023 | 0,090 | 0,051 | 0,140 |
| PILAR+VIGA+LAJE | 0,045 | 0,110 | 0,206 | 0,566 |

Fonte: Do autor, 2018

Para uma melhor visualização e análise os resultados da Tabela 04 encontram-se em forma de gráfico, conforme Figura 08.

Figura 08: Gráfico comparativo entre RUP's da pesquisa e de outras publicações



Fonte: Do autor, 2018

Observa-se pelas Tabela 04 e Figura 08, que para o elemento pilar os resultados da pesquisa ficaram superiores, em 33,87%, apenas quando comparado com a TCPO 12. Ainda para os pilares, a RUP obtida na pesquisa, embora inferior, se aproximou mais (36,15% menor) com as de Costa (2011). Para as vigas e lajes as RUP's do estudo encontram-se inferiores a todas as outras RUP's adotadas para a análise comparativa. O mesmo ocorre quando se considera a RUP para todos os elementos (pilar+viga+laje), sendo que esta se aproxima mais de Costa (2011), com 59,09% inferior. Justifica-se as RUP's da pesquisa com valores menores pois para estas não se computou a mão de obra para a colocação das armaduras nas formas, enquanto que para os índices das publicações de outros autores esta atividade foi considerada. Observa-se também que os índices de Costa (2011) foram obtidos em uma obra da mesma empresa construtora adotada neste estudo.

Observou-se durante a pesquisa alguns fatores relacionados com a produtividade. Durante a execução das armaduras verificou-se desperdícios de tempo da mão de obra devido à falta de conservação da máquina de corte de aço o que ocasionou a necessidade de troca desta, interferindo na produtividade da equipe. Como a bancada de corte e dobra, localizada no térreo, e a bancada de montagem encontrava-se dois pavimentos acima, se constatou um consumo de tempo adicional para o transporte das barras cortadas e dobradas até a bancada de montagem, tempo que poderia ser eliminado com uma disposição das duas bancadas próximas uma da outra. Verificou-se que a experiência dos profissionais e serventes da equipe estudada contribuíram para melhores índices de RUP's. A equipe encontrava-se

bem preparada para a leitura e interpretação dos projetos, manuseio e identificação das barras de aço e agilidade para a amarração das barras com o arame recozido.

3.3 RUP CUMULATIVA DO SERVIÇO DE ARMADURA PELO MÉTODO INDUSTRIALIZADO

A Tabela 05, apresenta-se os índices da RUP Cumulativa para a mão de obra (armadores e ajudantes) utilizada nos serviços de armadura pelo método industrializado.

Tabela 05: Razão Unitária de Produção (RUP) Cumulativa de mão de obra, pelo método industrializado

| ELEMENTO ESTRUTURAL | KG | HH EQUIPE GLOBAL | RUP CUMULATIVA Hh/Kg |
|---------------------|----------|------------------|----------------------|
| PILAR | 435,100 | 17,000 | 0,039 |
| VIGA | 393,000 | 36,000 | 0,092 |
| LAJE | 339,000 | 18,000 | 0,053 |
| PILAR+VIGA+LAJE | 1167,100 | 71,000 | 0,061 |

Fonte: Do autor, 2018

No método industrializado, conforme Tabela 05, se constata que o elemento estrutural vigas, é o que mais demanda consumo de mão de obra. A produtividade da viga (0,092 Hh/Kg) representa 2,36 vezes mais do que a produtividade do pilar (0,039 Hh/Kg) e 1,73 vezes mais do que para laje (0,053 Hh/Kg). As RUP's obtidas mantêm coerência com o detalhamento do projeto estrutural pois as armaduras das vigas apresentavam mais dobra e ganchos do que as dos pilares. Quanto a armadura para as lajes nervuradas, a RUP obtida na pesquisa refere-se somente aos serviços de armadura dos capitéis, como já dito anteriormente no item 3.1.

Na Tabela 06 têm-se um comparativo entre as RUP's da pesquisa com as da TCPO 12 e da TCPO 14. Foram considerados os seguintes serviços para TCPO 12: 03210.8.1.13 – **ARMADURA** de aço para PILARES, CA-50, corte e dobra por sistema industrial fora da obra – unidade:Kg; 03210.8.1.14 – **ARMADURA** de aço para VIGAS, CA-50, corte e dobra por sistema industrial fora da obra – unidade: Kg; 03210.8.1.15 – **ARMADURA** de aço para LAJES, CA-50, corte e dobra por sistema industrial de obra – unidade Kg. Enquanto que para a TCPO 14 utilizou-se: 05.001_SER – Armadura de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado) – unidade:Kg. Não foi utilizado Costa como parâmetro, pois seus

índices são somente para armação tradicional. Para o elemento laje, não foi possível realizar a comparação, pois as etapas acompanhadas pelos índices da TCPO, não foram acompanhadas pelo presente estudo.

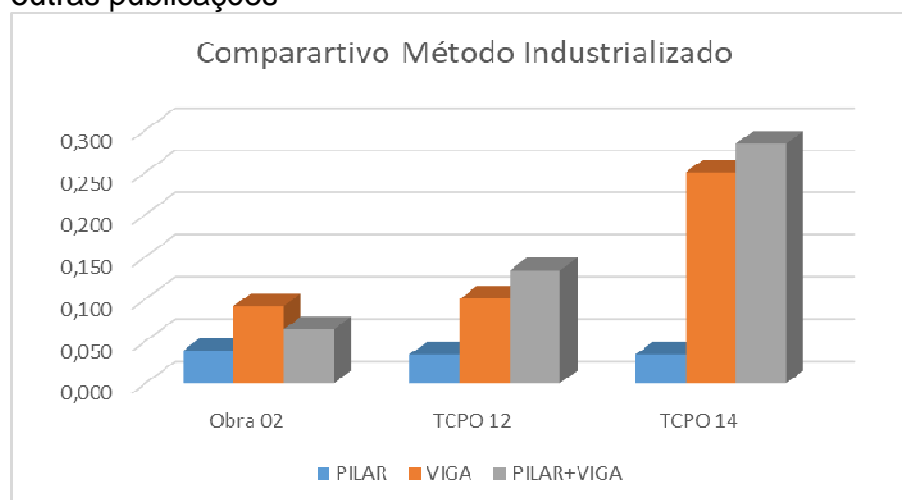
Tabela 06: Comparação da RUP's Cumulativas pesquisadas com as de outras publicações.

| ELEMENTO ESTRUTURAL | OBRA 02 | TCPO 12 | TCPO 14 |
|---------------------|---------|---------|---------|
| PILAR | 0,039 | 0,034 | 0,034 |
| VIGA | 0,092 | 0,100 | 0,250 |
| LAJE | - | - | - |
| PILAR+VIGA | 0,064 | 0,134 | 0,284 |

Fonte: Do autor, 2018

Para a figura 09, no elemento pilar, no índice da TCPO 14, utilizou-se somente armador como mão de obra, mas para as vigas, verificou-se que o armador necessitou de auxílio de dois ajudantes. Não pode ser realizado o comparativo da laje, pois a etapa acompanhada foi uma exceção, sendo realizada a armação dos capitéis em obra e não contempla os requisitos dos índices da TCPO 12 e 14, para armadura industrializada. Deve-se lembrar também que para os pilares, vigas e lajes, a etapa da colocação da armadura na forma não foi computada na RUP, apresentando-se uma possível causa dos resultados serem inferiores aos índices da TCPO. Para uma melhor visualização e análise dos resultados da Tabela 06 encontram-se em forma de gráfico, conforme Figura 09.

Figura 09: Gráfico comparativo entre RUP's da pesquisa e de outras publicações



Fonte: Do autor, 2018

Observa-se pela Tabela 06 e Figura 09 que para o elemento pilar, os resultados da pesquisa ficaram superior em 14,70%, quando comparado com a TCPO 12 e 14. Nesse caso os índices são os mesmos pois só utilizam armador e ambas as TCPO 12 e 14 se apropriam do mesmo valor. Para as vigas, a RUP obtida na pesquisa, embora inferiores, se aproximam mais (8,0% menor) com a as da TCPO 12. Quando se considera a RUP para todos os elementos (pilar+viga), esta se aproxima mais da TCPO 12, com 52,23% inferior.

3.4 COMPARAÇÃO DAS RUP'S CUMULATIVAS ENTRE OS MÉTODOS TRADICIONAL E O INDUSTRIALIZADO

Numa análise comparativa, demonstrada na Tabela 08, entre os dois métodos para a execução de armadura, constatou-se que para o elemento pilar que a RUP se apresenta maior para o método tradicional, ou seja, há um consumo de mão de obra superior em 112,82% para a execução da armadura pelo método tradicional. Quanto as vigas, a pesquisa apresentou resultados de RUP's diferentes dos esperados quando comparado os dois métodos, sendo para o método tradicional um consumo de mão de obra 5,43% inferior ao consumo da mão de obra para o método industrializado. Considerando-se as observações diretas efetuadas no canteiro de obra da Obra 02 (método industrializado) pode-se apontar como possível causa para o resultado da RUP deste método ter ficado superior ao do método tradicional as condições de armazenamento das barras de forma a acarretar mais tempo por parte da equipe para a separação e identificação das barras de aço, conforme Figura 10 abaixo.

Figura 10: Armazenamento das barras



Fonte: Do autor, 2018

Quando verificadas as RUP`s para a execução de pilar+viga o método tradicional apresentou um consumo de mão de obra por quilograma de aço 32,82% superior.

Tabela 07: Comparação entre o método tradicional e o industrializado da Razão Unitária de Produção (RUP) cumulativa e Custo de Mão de Obra.

| ELEMENTO ESTRUTURAL | RUP CUMULATIVA (Hh/Kg) | | CUSTO M.O.(R\$/Kg) | |
|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| | MÉTODO TRADICIONAL | MÉTODO INDUSTRIALIZADO | MÉTODO TRADICIONAL | MÉTODO INDUSTRIALIZADO |
| EQUIPE: | Equipe Global | Equipe Global | Equipe Global | Equipe Global |
| PILAR | 0,083 | 0,039 | 1,289 | 0,758 |
| VIGA | 0,087 | 0,092 | 1,368 | 1,428 |
| LAJE | - | - | - | - |
| PILAR+VIGA | 0,085 | 0,064 | 1,333 | 0,993 |

Fonte: Do autor, 2018

Não foi possível realizar o comparativo para a laje pois a montagem da armadura das lajes ocorreu no momento de colocação nas formas e a pesquisa não acompanhou as atividades desta etapa.

Para a obtenção dos custos unitários da mão de obra para cada método, apresentados na Tabela 07, aplicou-se o preço de insumos para armador e servente extraídos do SINAPI-SC setembro 2018, sem desoneração, correspondente a R\$19,45/h para armador e R\$ 13,56/h para auxiliar. Como durante a coleta dos dados não foi possível separar o consumo por armador e por servente, para os cálculos do custo utilizou-se a proporção entre estas duas categorias estabelecida no serviço de ARMADURA de aço CA-50, corte, e montagem e ARMADURA de aço CA-50, fornecimento e montagem (aço adquirido cortado e dobrado), código 05.001_SER, da TCPO 14. A proporção entre as categorias obtida para o método tradicional foi de: 36,47% para o armador e 63,53% para o ajudante ou servente. Enquanto que para o método industrializado 40% para o armador e 60% para o ajudante. Assim se obteve o custo unitário de R\$ 1,333/kg para a mão de obra para a execução de armaduras de pilar+viga no método tradicional e para o método industrializado R\$ 0,993/kg, sendo que para os custos o método tradicional se apresenta 34,24% maior.

4 CONCLUSÃO

A metodologia permitiu o alcance dos objetivos propostos. Ressalta-se que para as lajes os resultados não foram obtidos pois a montagem da armadura destas ocorreu na etapa de colocação das armaduras na forma, e esta etapa não foi contemplada no presente estudo. Outra dificuldade que o autor aponta para apropriação dos dados para a pesquisa consiste em não ter acompanhado em tempo integral as respectivas apropriações. Após o processo deste estudo recomenda-se que para os próximos estudos comparativos se adote obras com projetos e canteiro de obras mais homogêneos, pois a organização e disposição física destes afetam diretamente a produtividade da mão de obra.

Neste estudo identificou-se que as RUP's obtidas para o conjunto pilar+vigas demonstram um consumo de mão de obra por quilograma de aço para o método tradicional 32,82% superior quando comparado ao método industrializado. Quando considerada a variável custos unitários de mão de obra o método tradicional apresenta valores 34,24 % superior que o método industrializado para pilares+vigas. A pesquisa aponta que para o elemento viga dos projetos estudados a RUP cumulativa para o método industrializado é de 5,43% superior ao do método tradicional. Para este maior consumo de mão de obra as observações diretas realizadas no canteiro de obras indicam como possível causa as condições restritas do canteiro de obras da obra da pesquisa considerado para o método industrializado, onde o armazenamento das barras de aço proporcionou dificuldades e consumo de mão de obra para as atividades de seleção e identificação das barras cortadas, acarretando uma RUP cumulativa para este elemento viga que apresentava uma diversidade de bitolas e tamanhos de barras.

5. REFERÊNCIAS

ABDI. **Manual da Construção Industrializada: conceitos e etapas.** Brasília, DF: 2015, 208 pg.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.721: Avaliação de custos de construção para incorporações imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios.** Rio de Janeiro. 2005.

CBIC. **Guia orientativo de incentivo à formalidade.** Brasília, DF: 2016,33 pg.

COSTA, Geovane de. **Apropriação de insumos de mão de obra para processos de execução de armaduras, fôrmas e concretagem de elementos estruturais em uma edificação vertical.** 2011. Tese Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina.

CUNHA, Gabriel de Castro. **A importância do setor da construção civil para o desenvolvimento da economia brasileira e as alternativas complementares para o funding do crédito imobiliário no Brasil.** 2012. 81p. Tese Curso em Economia, Univ. Fed. do Rio de Janeiro.

RAULINO, Magnun. **Estudo comparado dos custos diretos dos serviços de armação com o método tradicional e o método industrializado para residências unifamiliares.** 2015. Tese Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina.

SOUZA, Ubiraci E. Lemes de. **Como reduzir perdas nos canteiros:** manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: PINI, 2005.128 p.

TCPO – **Tabela de composição de preços para orçamentos.** 12.ed. São Paulo: PINI,2003.

TCPO – **Tabela de composição de preços para orçamentos.** 14.ed. São Paulo: PINI,2012.