

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VICTOR BRIGO SPERONI

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS NA OBTENÇÃO DE INDICADORES DE
PRODUTIVIDADE NA ETAPA DE ARMAÇÃO**

Florianópolis

2023

VICTOR BRIGO SPERONI

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS NA OBTENÇÃO DE INDICADORES DE
PRODUTIVIDADE NA ETAPA DE ARMAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Prof.(a) Ana Paula Melo
Coorientador(a): Prof. Mateus Vinicius Bavaresco

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Speroni, Victor Brigo

Aplicação de métodos analíticos na obtenção de indicadores de produtividade na etapa de armação / Victor Brigo Speroni ; orientadora, Ana Paula Melo, coorientador, Matheus Vinicius Bavaresco, 2023.
75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Produtividade. 3. Mão de obra. 4. Armação. 5. Engenharia Civil. I. Melo, Ana Paula. II. Bavaresco, Matheus Vinicius . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

Victor Brigo Speroni

Aplicação de métodos analíticos na obtenção de indicadores de produtividade na etapa de armação

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil.

Florianópolis, 22 de novembro de 2023.



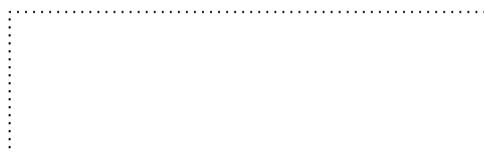
Coordenação do Curso

Banca examinadora



Prof.(a) Ana Paula Melo, Dr.(a)

Orientador(a)



Prof. Mateus Vinicius Bavaresco, Dr.(a)

Coorientador(a)

Florianópolis, 2023

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Aldomar e Jussara, por terem me auxiliado sempre na jornada da vida e terem me proporcionado sempre o melhor ambiente possível.

À Professora Doutora Jussara, que além de ser mãe, auxiliou na revisão e confecção do presente trabalho.

À orientadora Professora Ana Paula e coorientador Professor Matheus Vinicius por me orientaram da melhor forma possível mesmo sendo um desafio para nós todos.

Aos amigos que fiz durante a faculdade, por sempre me apoiarem durante a graduação.

A minha namorada, por ter ficado ao meu lado nesta etapa de formação.

À minha família que sempre me apoiou a estudar e da melhor forma possível.

Aos engenheiros que eu trabalhei junto, Matheus, Christian e Renato, por terem me aceitado e me inserido em atividades que tenham o contato com ambiente de trabalho.

Aos trabalhadores da construção do edifício de estudo, pela paciência e ajuda na coleta de dados para a realização desse trabalho.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a quantificação e análise da produtividade da mão de obra no serviço de armação de um edifício na região de Florianópolis, Santa Catarina. Para atingir o objetivo, o estudo teve a caracterização dos processos que envolvem a produção de armaduras e 500 horas de coleta diária de dados referentes a mão de obra da atividade de armação do 4° até 8° pavimento. A partir dos dados coletados e as quantidades descritas nos projetos estruturais, foi feita a construção de indicadores de produtividade em homens x hora/Kg para diferentes elementos estruturais: vigas, pilares e lajes. Após a construção dos indicadores para a obra, ocorreu a sua análise com 4 diferentes indicadores de referência: SINAPI, TCPO e outros dois indicadores provenientes de trabalhos. Com isso, o trabalho mostrou que os indicadores de produtividade de vigas e pilares demonstram resultados condizentes com indicadores de referência, porém insuficientes em comparação aos indicadores de relevância. No caso das lajes, a produtividade se mostrou satisfatória em relação aos dados de relevância. Diante disso, o trabalho mostrou que a improdutividade vigente das vigas e dos pilares está ligada com a presença de atividades de transporte no mapofluxograma da atividade de armação, pois o processo que construiu indicadores satisfatórios tem menos atividades de transporte, ocasionando assim menos perdas na produtividade.

Palavras-chave: produtividade; armação; indicadores; construção civil

ABSTRACT

The presente study has the objective of quantifying and analyzing labor productivity in the rebar assembly service of a construction project in the Florianópolis region, Santa Catarina.

To achieve this objective, the study characterized the processes involved in the production of rebar assembly and it was collected data on labor activity for 500 hours daily from the 4th to the 8th floor. Based on the collected data and the quantities specified in the structural projects, productivity indicators were developed in man-hours/kg for different structural elements such as beams, columns, and slabs. After constructing the indicators for the project, they were analyzed using four different reference indicators: SINAPI, TCPO, and two others derived from academic studies. The study revealed that the productivity indicators for beams and columns show results consistent with reference indicators but are insufficient compared to relevant indicators. In the case of slabs, productivity proved satisfactory in relation to relevant data. The study demonstrated that the current unproductivity of beams and columns is associated with the presence of transport activities in the flowchart of the reinforcement process. This is because the process that generated satisfactory indicators involves fewer transport activities, leading to fewer losses in productivity.

Keywords: productivity; rebar assembly; indicators; construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produtividade de mão de obra	18
Figura 2 - Processo de transformação de recursos	19
Figura 3 - Diferentes abrangências quanto à mão de obra contemplada	21
Figura 4 – Exemplo de quantificação de alvenaria	22
Figura 5 - Fôrmas para Lajes	25
Figura 6 - Armação de vigas	26
Figura 7 - Concretagem de Laje	27
Figura 8 - Símbolos utilizados para a elaboração de diagramas de fluxo e mapofluxogramas	31
Figura 9 - Exemplo de mapofluxograma e diagrama de processo	31
Figura 10 - Fases da pesquisa	32
Figura 11 - Fachada do edifício	33
Figura 12 - Estágio da obra em setembro de 2023	34
Figura 13 - Esquema dos pavimentos tipos	34
Figura 14 - Planta de fôrmas da laje	35
Figura 20 - Armazenamento do aço em barras	36
Figura 21 - Banca dos armadores	37
Figura 22 - Aço cortado e dobrado, no pavimento de montagem	38
Figura 23 - Banca de montagem	38
Figura 24 - Guincho usado no transporte de armadura	39
Figura 25 - Engate das armaduras	39
Figura 26 - Mapofluxograma do térreo	41
Figura 27 - Foco no fluxo físico do térreo	41
Figura 28 - Mapofluxograma do 2° pavimento	42
Figura 29 - Mapofluxograma do pavimento em construção	42
Figura 25 - Gráfico de comparação das RUPs dos pilares	56
Figura 26 - Gráfico de comparação das RUPs das vigas	57
Figura 27 - Gráfico de comparação das RUPs das lajes	58
Figura 28 - Mapofluxograma dos processos de armação no 2° pavimento, diferenças entre vigas pilares e lajes	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores de produtividade das obras	29
Quadro 2 - RUPs de armação por pavimento	30
Quadro 3 - RUPs de armação por pavimento.	30
Quadro 4 - Planilha de quantificação de horas trabalhadas	33
Quadro 5 - Processo de armação x tipo de serviço.....	40
Quadro 6 - Resumo de RUP por tipo de serviço.	40
Quadro 7 - RUP dos pilares	46
Quadro 8 - RUP das vigas.....	46
Quadro 9 - RUP das lajes	47
Quadro 10- RUP s esperadas do SINAPI	51
Quadro 11 - Análise das taxas dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos de pilares.....	52
Quadro 12 - Análise das taxas dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos de vigas.....	52
Quadro 13 - Análise das taxas dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos de lajes.....	52
Quadro 14 - Taxa dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos	53
Quadro 15 - Cálculo da RUP da SINAPI esperada para os pilares do levantamento	53
Quadro 16 - Cálculo da RUP da SINAPI esperada para as vigas do levantamento..	53
Quadro 17 - Cálculo da RUP da SINAPI esperada para as lajes do levantamento...	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantitativo de aço referente a estrutura analisada.....	35
Tabela 2 - Resumo de homens x horas no 4° pavimento para a armação dos pilares	44
Tabela 3 - Resumo de homens x horas no 6° pavimento para a armação de laje	44
Tabela 4 - Resumo de homens x horas no 7° pavimento para cada elemento estrutural	45
Tabela 5 - Resumo de homens x horas no 8° pavimento para a armação dos pilares	45
Tabela 6 - RUPs encontradas nos levantamentos.	47
Tabela 7 - Produtividades para corte e dobra do SINAPI.....	49
Tabela 8 - Produtividades para montagem de pilares e lajes do SINAPI	50
Tabela 9 - Produtividades para montagem de lajes do SINAPI.....	50
Tabela 10 - RUPs esperadas pelo SINAPI (2023) para o levantamento.....	54
Tabela 11 - RUPs esperadas pela TCPO (2010)	55
Tabela 12 - Produtividade apresentada por Araújo (200).....	56
Tabela 13 - Produtividade apresentada por Kotzias & Marchiori (2012).	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA.....	16
1.2	OBJETIVOS.....	17
1.2.1	Objetivo Geral	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	18
2.1	CONCEITO DE PRODUTIVIDADE.....	18
2.2	IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA PRODUTIVIDADE.....	19
2.3	QUANTIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE	20
2.3.1	Mão de obra contemplada pela Razão Unitária de Produção (RUP) ...	21
2.3.2	Horas de trabalho consideradas	22
2.3.3	Quantificação das saídas resultantes do serviço realizado	22
2.3.4	Período ao qual se refere a Razão Unitária de Produção (RUP)	23
2.4	FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE	24
2.5	CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ARMADA DE CONCRETO (ECA).....	24
2.5.1	Forma	24
2.5.2	Armação	26
2.5.3	Concretagem	27
2.6	MANUAIS ORCAMENTÁRIOS	28
2.6.1	TCPO - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos	28
2.6.2	SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil	28
2.7	LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE.....	29
2.8	LEVANTAMENTOS FEITOS EM FLORIANÓPOLIS	29
2.9	FLUXO FÍSICO EM CANTEIROS EM OBRA.....	30
3	METODO DE PESQUISA	32
3.1	FASES DA PESQUISA	32
3.1.1	Levantamento de dados - Descrição das tabelas de levantamento	32
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	33
3.2.1	Descrição da empresa	33
3.2.2	Descrição do empreendimento	33
3.2.3	Descrição do processo de armação	36
3.2.3.1	Armazenamento	36

3.2.3.2	<i>Corte e dobra do aço</i>	37
3.2.3.3	<i>Transporte para o local de montagem</i>	37
3.2.3.4	<i>Montagem</i>	38
3.2.3.5	<i>Transporte até o pavimento de execução</i>	39
3.2.3.6	<i>Posicionamento das armaduras nas formas</i>	39
3.2.3.7	<i>Serviços complementares</i>	40
3.2.4	Relacionando processo de armação ao tipo de serviço	40
3.2.5	Mapofluxograma dos processos de armação	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1	COLETA DE DADOS NA OBRA.....	43
4.1.1	4° Pavimento parcial	43
4.1.2	6° Pavimento parcial	44
4.1.3	7° pavimento geral	44
4.1.4	8° Pavimento parcial	45
4.2	CONSTRUÇÃO DE DADOS DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE...45	
4.2.1	Pilares	46
4.2.2	Vigas	46
4.2.3	Lajes	47
4.2.4	Caracterizando as RUPs encontradas	47
4.3	ANÁLISE DOS INDICADORES APRESENTADOS NOS REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	48
4.3.1	SINAPI	48
4.3.1.1	<i>Corte e dobra</i>	48
4.3.1.2	<i>Montagem</i>	49
	4.3.1.2.1 Serviço de montagem de viga e pilar.....	49
	4.3.1.2.2 Serviço de montagem de lajes.....	50
4.3.1.2.2.1	Resumo das RUPs	51
4.3.1.3	<i>Construindo os indicadores SINAPI para os projetos do estudo</i>	51
4.3.1	TCPO	54
4.3.1.1	<i>Resumo das RUPs</i>	55
4.3.2	Demais levantamentos	55
4.4	ANÁLISE DA MÃO DE OBRA DO LEVANTAMENTO	56
4.4.1	Produtividade dos pilares	56
4.4.2	Produtividade das vigas	57

4.4.3	Produtividade das lajes	58
4.5	CAUSAS DA IMPRODUTIVIDADE	59
4.5.1	Mapofluxograma	59
4.5.2	Frentes de serviços	60
5	CONCLUSÃO	61
5.1	CONCLUSÕES GERAIS	61
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	62
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE DADOS DO 4º PAVIMENTO	65
	APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DE DADOS DO 6º PAVIMENTO	66
	APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DE DADOS DO 7º PAVIMENTO	67
	APÊNDICE D – LEVANTAMENTO DE DADOS DO 8º PAVIMENTO	68
	APÊNDICE E – COMPOSIÇÕES DE CUSTO DO SINAPI PARA CADA DIÂMETRO, CORTE E DOBRA.....	69
	70
	APÊNDICE F – COMPOSIÇÕES DE CUSTO DO SINAPI PARA CADA DIÂMETRO, MONTAGEM DE PILAR E VIGA.....	70
	APÊNDICE G – COMPOSIÇÕES DE CUSTO DO SINAPI PARA CADA DIÂMETRO, MONTAGEM DE LAJE.....	73

1 INTRODUÇÃO

A medição da produtividade é um importante instrumento para a gestão da mão de obra da construção civil, (THOMAS & YAKOUMIS,1987; SANDERS & THOMAS, 1991; SOUZA & THOMAS, 1996). Essa afirmação acerca da produção pretende mostrar a importância dos meios necessários para obter eficiência produtiva nos processos construtivos, aumentando a competitividade no setor da construção civil.

Segundo Souza (2001) é na indústria da construção civil que a mão de obra tem muita relevância, visto que o número de horas empregadas para a confecção e entrega do produto é maior que em outros setores. Diante disso, é necessário cuidar e analisar a produção no âmbito da construção civil, com intuito de reduzir os custos, racionalizar as entradas e saídas de recursos, dando assim dinamismo no processo construtivo, permitindo executar empreendimento com custos e prazos reduzidos.

Dentre os diversos processos construtivos, é durante a execução de estruturas de concreto que se faz necessário o surgimento de armaduras dentro dos elementos construtivos (vigas, lajes, pilares). Esse processo demanda bastante mão de obra para sua execução e, portanto, exige que os gestores de um empreendimento fiquem atentos ao tempo e ao método que se utiliza nesse processo. Sendo assim, a temática da construção de indicadores que visem quantificar a produtividade é abordada nesse estudo.

1.1 JUSTIFICATIVA

A partir do interesse na área de estudo, do envolvimento com disciplinas que contemplavam o tema de produtividade da construção civil e da atuação em estágios que tinham o contato com a execução de estruturas de concreto armado, teve-se a intenção de realizar o Trabalho de Conclusão de Curso com essa temática.

Após conversar com orientadores, foram vistos trabalhos que tinham como pauta a produtividade, mas contemplando atividades de fases mais avançadas de obra, ou de forma mais abrangente em relação a estrutura de concreto armado. Diante disso, o presente trabalho tem como foco principal uma única atividade que buscou ter um resultado mais aplicado e resolutivo para a atividade de armação.

Outro ponto relevante considerado para a escolha do tema é a capacidade de construir indicadores relacionados à mão de obra por meio da análise da produtividade. Essa abordagem proporciona informações valiosas para a elaboração das composições de custo, tornando viável realizar o planejamento, estabelecendo diretrizes tanto para o prazo quanto para o consumo de recursos ao longo do tempo

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a produtividade da mão de obra no serviço de armação em uma obra com estrutura de concreto armado em Florianópolis.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral citado acima, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos

- Caracterizar os processos e os produtos de uma armação.
- Analisar os dados provenientes da coleta.
- Comparar os resultados obtidos com os manuais orçamentários e com estudos realizados anteriormente.
- Elaborar hipóteses de uma eventual baixa eficiência da produtividade.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

No presente capítulo, será apresentado o referencial teórico do trabalho, tendo como enfoque a produtividade e a caracterização do elemento de armadura no processo construtivo.

2.1 CONCEITO DE PRODUTIVIDADE

Souza (2006) apresenta a definição de produtividade como a eficiência (e, se viável, a eficácia) na transformação das entradas em saídas, com seus objetivos pré-determinados para tal processo, conforme ilustrado na Figura 1.

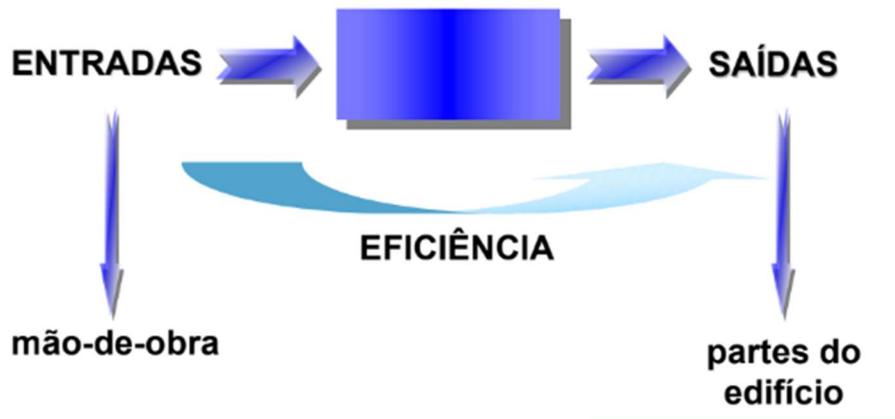


Fonte: Souza (2006)

Segundo Librais (2001), é possível utilizar o conceito de produtividade para atingir metas na implantação de técnicas e novos equipamentos, bem como a aferição e designação de diferentes equipes de produção, visando o aumento de lucro das empresas. O autor também aponta que a definição de produtividade muda conforme a demanda do setor.

Outra definição trazida por Librais (2001) é que a produtividade é caracterizada pela eficiência dos processos construtivos na transformação de recursos em produtos.

Figura 2 - Processo de transformação de recursos em produtos



Fonte: Librais (2001)

Para Mattos (2019) produtividade se define como a quantidade de unidades de produto produzida em um determinado tempo, na maioria das vezes, em horas. A produtividade, ainda segundo Mattos (2019), indica também a eficiência de transformar energia, tempo, em produto, diferenciando assim produtividade de produção. A produção representa a quantidade unidades feitas em determinado tempo, já a produtividade é a rapidez com que essa produção foi feita.

Com isso, entende-se que produtividade está relacionada também com a qualidade da mão de obra. Ela implica na padronização e racionalização dos processos. Suda (2018) traz que em 2015, o Brasil ficou na 78ª colocação na qualificação da mão de obra dentre os 124 países, segundo pesquisa realizada pelo Fórum Econômico Mundial. Observa-se que o autor caracteriza a população brasileira como um contratante de serviço de mão de obra profissional não qualificada, fomentando assim um mercado de serviços despreparados e carente de padronização nos processos de execução.

2.2 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA PRODUTIVIDADE

De acordo com Souza (2006), estudar a produtividade é a forma de entender como e de que forma os processos ocorrem, dando diagnósticos da diferença de tempo para a entrega de produtos, trazendo a produtividade como a base de dados para o planejamento.

Através da Razão Unitária de Produção (RUP), juntamente com a quantidade de recursos a serem fabricados, é possível traçar cronogramas da obra, planejar a

duração das atividades, bem como prever a duração de recursos, progredindo assim para teorias de retornos financeiros que derivam desse planejamento temporal.

Segundo Carraro (1998), a partir do instante que o estudo sobre a produtividade forneça informações confiáveis quanto a realidade analisada, pode-se trazer benefícios para a indústria da construção civil. Como resultado dessas análises, temos as possíveis melhorias:

- Previsão no consumo da mão de obra;
- Previsão da duração dos serviços;
- Avaliação e comparação dos resultados;
- Desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos construtivos.

2.3 QUANTIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Como forma de quantificar a produtividade de certas atividades, Souza (2006) sugere o conceito de Razão Unitária de Produção (RUP), conceito esse que será utilizado no presente estudo.

A RUP traz uma relação de homens hora e relaciona com a quantidade de serviço descrita pela Equação 1 a seguir:

$$RUP = \frac{Hh}{\text{Quantidade de serviço}}$$

Onde:

Hh = homens x hora

Com essa quantificação é possível comparar e tirar resultados sobre a qualidade da mão de obra. É um primeiro passo para entender e futuramente solucionar os fatores que causam desperdícios, aumentando a competitividade do processo construtivo.

Souza (2006) elenca que para essa análise da RUP, é necessário padronizar 4 aspectos:

- Definir quais homens estão inseridos no processo produtivo;
- Quantificar as horas de trabalho;
- Quantificar como serão contadas as saídas;
- Definir a qual período a contagem se refere.

2.3.1 Mão de obra contemplada pela Razão Unitária de Produção (RUP)

De acordo com Souza (2006), a mão de obra contabilizada para a análise deve ser restrita à mão de obra de produção, excluindo assim os gestores do processo construtivo, analisando somente os comandados por ele.

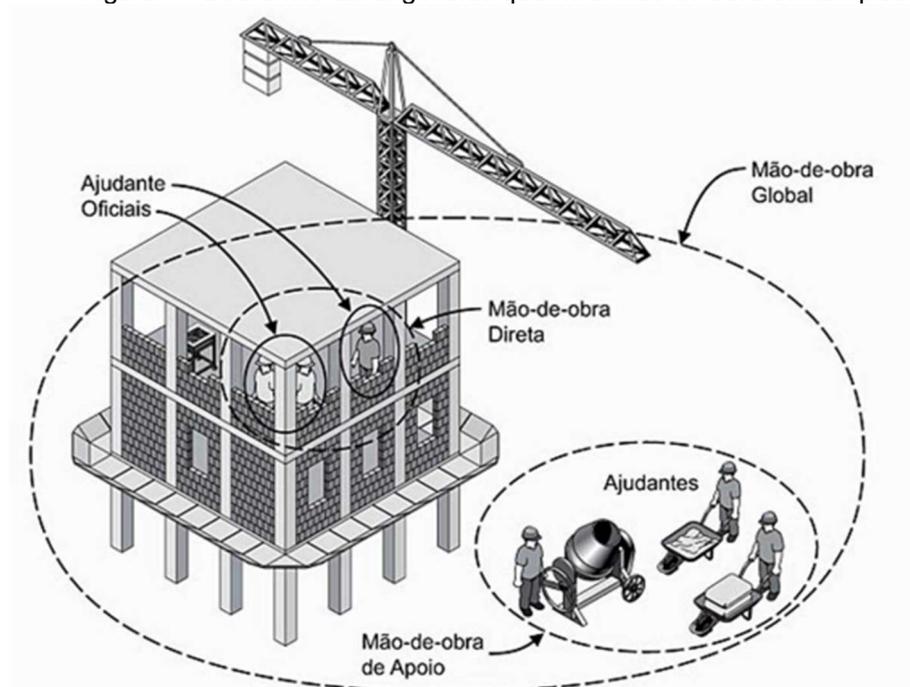
Quanto aos operários, Souza (2006) classifica os trabalhadores envolvidos na execução de uma obra em:

- Níveis hierárquicos (oficiais/qualificados, meio-oficial, ajudante/serventes);
- Em especialização (pedreiro, carpinteiro, etc.);
- Quanto ao tipo de serviço (formas, armação, concretagem);
- Parte do fluxograma dos processos (recebimento, estocagem);
- Organização (série, paralelo, em grupo).

O autor também destaca que dentro de uma mesma obra, é possível ter diferentes combinações, e que em determinado período um operário pode exercer distintas funções.

Além da classificação, o envolvimento de certa atividade exercida pelo trabalhador pode estar ligado direta ou indiretamente com a produção final, como é mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Diferentes abrangências quanto à mão de obra contemplada



Fonte: Souza (2006)

Seguindo isso, é possível medir a produtividade abrangendo diferentes tipos de mão de obra, sendo elas:

- RUP oficial: Avalia a produtividade dos oficiais envolvidos diretamente com a tarefa;
- RUP direta: Avalia a produtividade dos oficiais e dos ajudantes diretos dos oficiais;
- RUP global: Avalia quando o esforço de apoio é acrescido ao da mão de obra direta.

2.3.2 Horas de trabalho consideradas

Quanto ao tempo de dedicação Souza (2006) mostra que é correto considerar as horas disponíveis para o trabalho, trazendo as seguintes ressalvas:

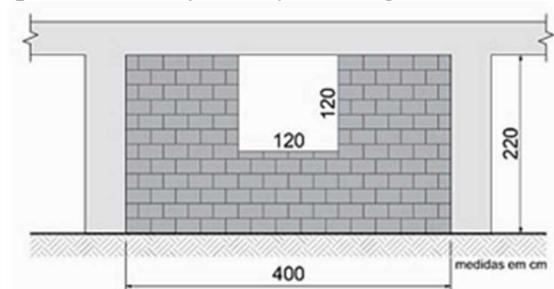
- Não considerar o tempo de paralisação por culpa da gestão (um exemplo a falta de material, falta de instrução etc.);
- Não considerar somente o tempo produtivo (excluir a possibilidade quantificação do tempo em detrimento do engajamento do operário em determinada tarefa).

2.3.3 Quantificação das saídas resultantes do serviço realizado

Além disso, Souza (2006) revela que a quantidade contemplada pela RUP deve ser de fato produzida, ao invés da quantidade “bruta”.

Souza (2006) apresenta como exemplo a confecção de uma parede de alvenaria, que além de ser diferente de demais serviços executados na construção civil, também difere entre quantidade contabilizada na RUP e na forma de pagamento, descontando assim eventuais vãos, como mostra na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de quantificação de alvenaria.



Fonte: Souza (2006)

Área da alvenaria contabilizada pela RUP = $(4 \times 2,20) - (1,20 \times 1,20) = 7,36$
m²

Além da quantidade bruta, os serviços podem ser desmembrados em parcelas menores dependendo da carência da análise (no caso de uma concretagem, ela pode ser feita em uma ou duas etapas, permitindo e fazendo com que a análise seja dividida).

2.3.4 Período ao qual se refere a Razão Unitária de Produção (RUP)

Por meio da RUP, diferentes tipos de tempo podem ser definidos para relacionar as entradas (Homens e horas) e as saídas (Quantidade de serviço):

- RUP diária (RUP_d): medem-se as entradas e saídas diárias, resultando assim em um valor de RUP por dia;

- RUP cumulativa (RUP_{cum}): é resultado da quantidade de serviço acumulado durante o período juntamente com as entradas acumulados no serviço. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, elaborada por Souza (2006), entende-se que a RUP_{cum} do terceiro dia é 240 Hh (entradas acumuladas pelos dias 1,2,3 = 80+80+80) dividido por 300 m² (quantidade de saídas já elaborados durante os 3 dias);

- RUP Cíclica (RUP_{cic}): Havendo um ciclo de serviço bem definido, como é o caso de formas para andares de um prédio com pavimentos tipo, o período é analisado desde o início de um andar até sua conclusão, fragmentando assim a análise em etapas, e não em dias;

- RUP periódica (RUP_{per}): RUP determinada por um período específico, por exemplo, um mês;

- RUP potencial (RUP_{pot}): Valores das RUP diárias (RUP_d) que são associados a valores de bons desempenhos. A RUP potencial (RUP_{pot}) consiste na mediana dos resultados da RUP diária (RUP_d) que forem inferiores aos da RUP potencial (RUP_{pot}) de todo o período analisado.

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE

Alguns fatores fazem a produtividade oscilar, podendo essas alterações serem por diversos motivos, como métodos de trabalho, inexperiência da equipe, condições climáticas e complexidade do projeto.

Carraro (1998) apud Herbersman; Ellis (1990) divide os fatores que influenciam a produtividade em dois:

- Fatores tecnológicos: São aqueles fatores relacionados ao projeto, fatores físicos que delimitam a forma do projeto, dificultando assim o processo laboral;
- Fatores administrativos; Processos relacionados à gerência e execução do projeto, como fatores sociais, ligado com a possibilidade ou a eficiência de acontecer o trabalho.

2.5 CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA ARMADA DE CONCRETO

(ECA)

De acordo com Kotzias & Marchiori (2012), a Estrutura Armada de Concreto (ECA) tem como atribuição cerca de 20% a 25% da totalidade dos custos de uma edificação de múltiplos pavimentos. Apesar do grande valor de seus componentes é na mão de obra que se observa a metade dos custos finais dos empreendimentos e ainda o atrelamento do planejamento e sucessão de atividades da obra, ditando assim o cumprimento ou não do prazo estabelecido.

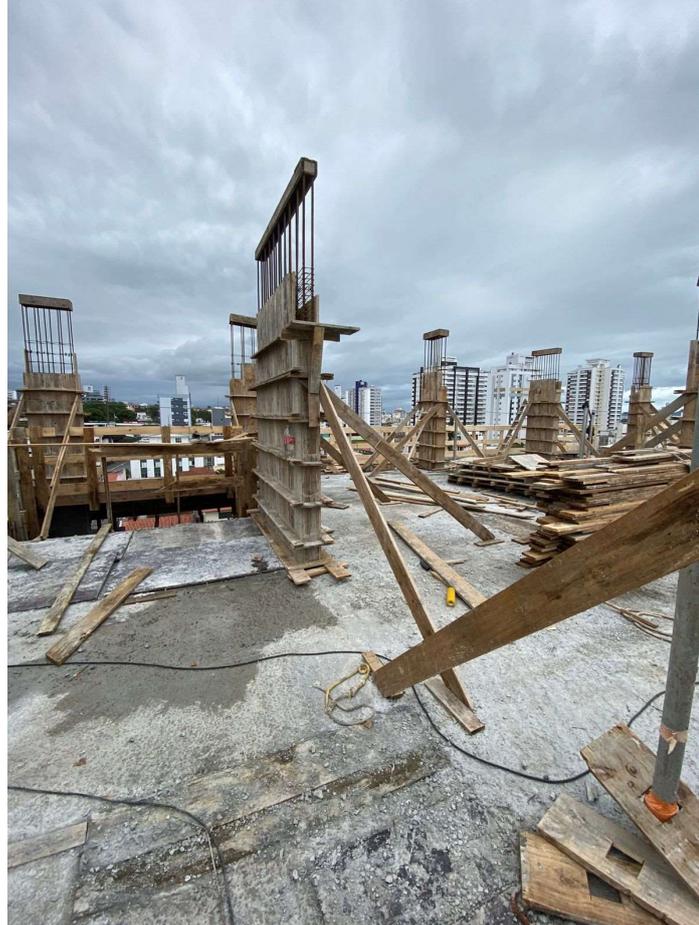
A ECA é o objeto de estudo deste trabalho, sendo ela responsável por oferecer sustentação para o edifício. Diferentes tipos de processos fazem parte da ECA, podendo serem citados e exemplificados: a forma, a armação e a concretagem.

2.5.1 Forma

A forma é o primeiro procedimento da estrutura de concreto armado, nele processos como a locação, cimbramento e edificação de formas aparecem com o objetivo de moldar o ambiente para o recebimento do concreto, dando assim o formato

necessário para a estrutura, sendo esse formato modelado através do projeto arquitetônico. A representação do processo de formas está na Figura 5.

Figura 5 - Fôrmas para Lajes



Fonte: o autor (2023)

Barros e Melhado (1998) dão ainda algumas funções principais para os sistemas de forma, como:

- Dar forma ao concreto;
- Proporcionar a projetada rugosidade para o concreto;
- Servir de estrutura provisória para as atividades de armação e concretagem;
- Servir de suporte para o posicionamento da armação, respeitando o cobrimento do concreto;
- Servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos;
- Fator limitante para a perda de água, ajudando assim na cura do concreto.

Em relação a toda ECA, Freire (2001) constatou que a relação da forma de uma edificação de múltiplos pavimentos, com o custo total varia de 30% a 60 %, realçando o seu destaque.

2.5.2 Armação

A armação é a principal atividade deste estudo e tem por função absorver os esforços de tração e cisalhamento em peças estruturais. Junto ao concreto, as armaduras servem para aumentar a sua capacidade de resistência à compressão, visto que a do concreto fica em torno dos 35 MPa (resistência contratada e fornecida pela concessionária na obra), e a do aço é na casa dos 500 Mpa. O processo de armação é ilustrado pela Figura 6.

Figura 6 - Armação de vigas



Fonte: o autor (2023)

As armaduras têm diâmetro definido em projeto, variando, na maioria dos casos, de 5 a 25 mm. A estocagem deste material necessita de atenção, visto que é suscetível à corrosão e em contato frequente com o solo, podendo as vezes perder seu diâmetro.

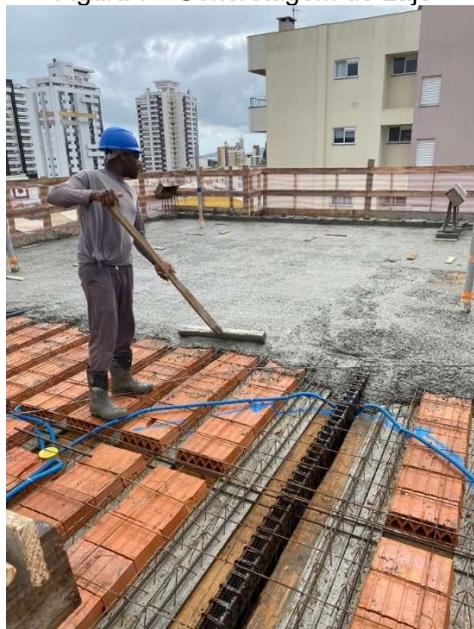
No geral, as atividades de armação possuem processos análogos, com dimensões e dobras definidas pelos projetos estruturais, porém vale ressaltar uma diferença que pode ser encontrada nessa produção: a forma como esse aço é fornecido para a obra. Este fornecimento ocorre de duas formas: aço em barras longitudinais de 12 metros e barras de aço pré cortadas e pre dobradas já com as dimensões regidas pelo projeto de armação. Essa ressalva é necessária pois dependendo do processo optado, a produtividade esperada pela equipe de armação pode ser diferente.

2.5.3 Concretagem

É o serviço de lançamento do concreto, o qual consiste na última parte da ECA. Geralmente, o concreto é fornecido por empresas especializadas, além do controle da empresa que concede o concreto, se faz necessário o controle próprio da empresa que contratou esses serviços. Testes de rompimento com corpo de prova e teste de Slump são exemplos de controle na hora do lançamento do concreto.

Adjunto ao lançamento, ocorre o processo de adensamento do concreto, responsável por diminuir os vazios dentro dos elementos estruturais, deixando de uma forma homogênea e com o traço requerido. Nesse procedimento também aparece o acabamento da laje, visando dar a textura desejada a superfície de concreto, representado na Figura 7.

Figura 7 - Concretagem de Laje



Fonte: o autor (2023)

Após o lançamento e o adensamento do concreto, inicia-se o processo de cura, o qual consiste na hidratação da laje, visando diminuir a perda precoce da umidade e o controle da temperatura do concreto, tentando garantir assim a resistência desejada.

2.6 MANUAIS ORÇAMENTÁRIOS

Algumas das alternativas para a realização do planejamento de obra, são as consultas aos manuais orçamentários, sendo eles responsáveis pela quantificação de certos produtos e processos.

Como exemplos de manuais orçamentários, o presente estudo trará a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) e o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

2.6.1 TCPO - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

Com mais de 60 anos, a TCPO apresenta uma base de dados para orçamentos e planejamentos, contemplando mais de 8.500 composições, sendo elaborado pela PINI, empresa especializada em gerar informações e indicadores da construção civil. A partir dessa composição é possível trazer indicativos com determinados critérios e compará-los com indicativos do trabalho.

2.6.2 SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

Neste manual orçamentário, os custos e índices da construção civil são indicados mensalmente, tendo sua gestão compartilhada entre a CAIXA e o IBGE, sendo o primeiro responsável pela base técnica da engenharia e processamento de dados, e o segundo pela metodologia e formação dos índices.

Os índices do SINAPI são de domínio público, podendo ser acessados por qualquer pessoa em meio digital. Estes índices são considerados referências para a razoabilidade de preços de obras públicas.

2.7 LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

Araújo (2000) mostra um método para estudar a mão de obra envolvendo formas, armação, concretagem e alvenaria, tendo como objetivo a previsão, avaliação e análise. Neste trabalho, seus indicadores de produtividade serão utilizados como referência para comparação dos dados coletados.

A análise de armação durou 305 dias, sendo coletadas em 7 obras espalhadas pelo estado de São Paulo, contando com processos diferenciados de armação. Com relação aos resultados, Araújo (2000) estratificou em 2 tipos: quanto ao elemento estrutural, em pilares, vigas e lajes, e quanto ao tipo de fornecimento do aço na obra, pois, segundo ele, o processo de armação de peças de aços que chegam pre cortados e dobrados se dá de uma forma diferente, visto que neste caso, é eliminada uma fase de produção da armação.

Os valores encontrados por Araújo (2000), para obras com aço disponibilizado em barra, são mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Valores de produtividade das obras

Armação				
OBRA	Pilar	Viga	Laje	Global
	RUP (H*h/ kg)	RUP (H*h/ kg)	RUP (H*h/ kg)	RUP (H*h/ kg)
SP 45	0,03	0,08	0,05	0,05
SP 62	0,15	0,13	0,06	0,10
SP 115	0,06	0,04	0,05	0,06
SP 73	0,06	0,09	0,06	0,07

Fonte: Araújo (2000)

2.8 LEVANTAMENTOS FEITOS EM FLORIANÓPOLIS

Alguns autores fizeram estudos e levantaram indicadores acerca da produtividade em obras em fase estrutural na região de Florianópolis. Esses índices serão enfatizados ao longo do trabalho, também como forma de referência para os dados coletados.

Kotzias & Marchiori (2012) mostram a produtividade da mão de obra nos pavimentos 13, 14 e ático, em um edifício no centro de Florianópolis. Feita essa análise, os autores deram fatores que impactaram os resultados obtidos para as RUPs, resultados os quais são mostradas no Quadro 2.

Quadro 2 - RUPs de armação por pavimento

Armação					
Pilar		Viga		Laje	
Pavimento	RUP (H*h/ kg)	Pavimento	RUP (H*h/ kg)	Pavimento	RUP (H*h/ kg)
13°	0,054	13°	0,027	13°	0,035
14°	0,047	14°	0,031	14°	0,06
Ático	0,05	Ático	0,025	Ático	0,029

Fonte: Kotzias & Marchiori (2012).

No quadro podemos evidenciar os indicadores de produtividade provenientes dos levantamentos de 3 andares realizado pelos autores.

Ramos (2014) trouxe indicadores de um levantamento feito em lajes nervuradas, fazendo uma contagem a cada dia, trazendo assim as horas disponíveis para o trabalho. O Quadro 3 apresenta o resultado dos levantamentos acerca da produtividade para armação.

Quadro 3 - RUPs de armação por pavimento.

Armação					
Pilar		Viga		Laje	
Pavimento	RUP (H*h/ kg)	Pavimento	RUP (H*h/ kg)	Pavimento	RUP (H*h/ kg)
2°	0,013	2°	0,0326	2°	0,013
3°	0,0136	3°	0,0319	3°	0,012
4°	0,0126	4°	0,0311	4°	0,0158

Fonte: Ramos (2014).

No quadro podemos evidenciar os indicadores de produtividade provenientes dos levantamentos de 3 andares realizado pelo autor.

Após a análise da dados, os autores propuseram caminhos para o aprimoramento das atividades de execução.

2.9 FLUXO FÍSICO EM CANTEIROS EM OBRA

Como forma de caracterizar e propor diretrizes para a gestão de fluxos de materiais e de mão de obra, Alves (2000) elabora um diagrama de processo para documentar a forma como um processo desenvolve-se através do uso de gráficos e símbolos, conforme a Figura 8.

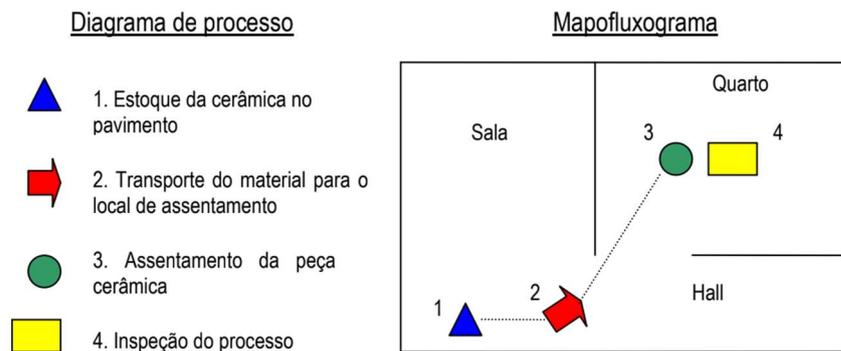
Figura 8 - Símbolos utilizados para a elaboração de diagramas de fluxo e mapofluxogramas

Símbolo	Significado
	Conversão – altera a forma ou substância do material em processamento
	Estoque – o material em análise está parado aguardando para ser utilizado
	Transporte – representa uma mudança na localização de material
	Inspeção – o material é inspecionado, em termos qualitativos ou quantitativos, de acordo com um padrão pré-determinado para aceitação

Fonte: Alves 2000

Adjunto aos símbolos, Alves (2000) indica também utilizar um mapofluxograma como forma de identificar melhor e registrar o local onde as atividades se desenvolvem, indicando assim a posição delas dentro de uma planta. Na Figura 9, apresenta-se um exemplo de assentamento de piso cerâmico

Figura 9 - Exemplo de mapofluxograma e diagrama de processo.



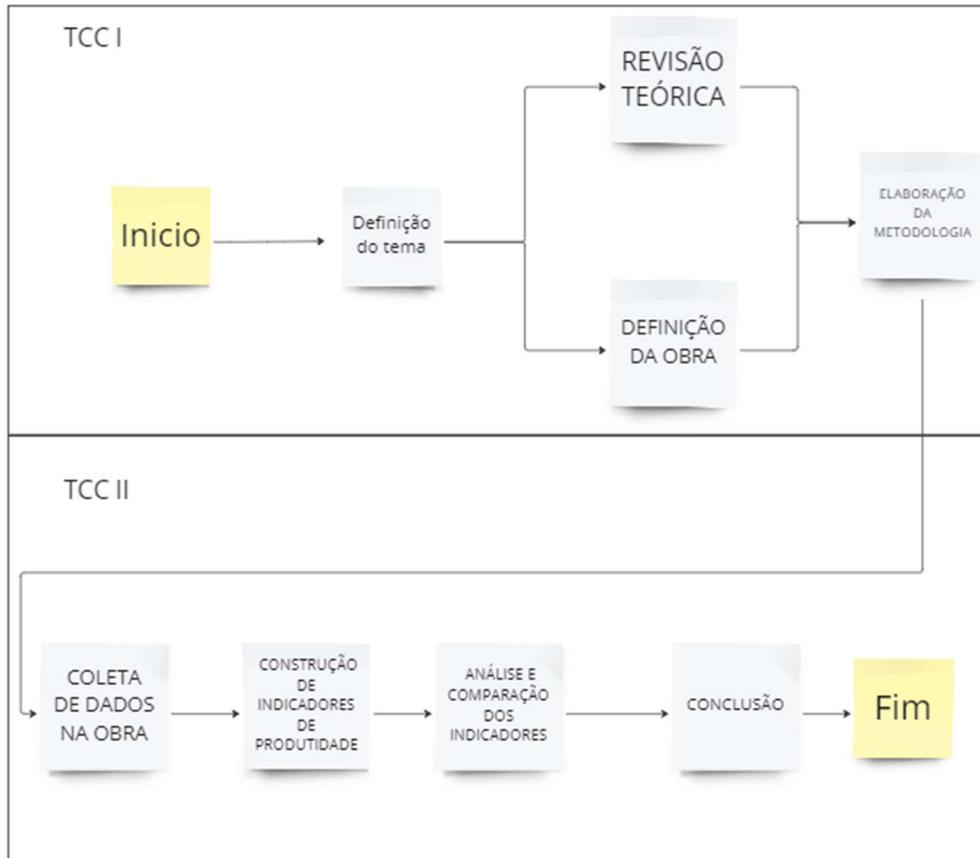
Fonte: Alves (2000)

3 METODO DE PESQUISA

3.1 FASES DA PESQUISA

As etapas do presente trabalho se sucederam conforme a Figura 10, tendo a coleta de dados iniciada no dia 30/06/2023 e terminada no dia 31/10/2023.

Figura 10 - Fases da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.1 Levantamento de dados - Descrição das tabelas de levantamento

A coleta de dados do presente estudo iniciou-se no processo de montagem dos pilares do 4º pavimento e reuniu dados até o 8º pavimento.

Para a organização de dados, foram elaboradas planilhas tendo como foco o registro de horas destinadas e suas respectivas atividades e pavimentos, conforme mostrado no Quadro 4.

Quadro 4 - Planilha de quantificação de horas trabalhadas

Data	Quantidade de trabalhadores	Tempo empregado	Pavimento	Elemento construtivo	Tipo de serviço

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

3.2.1 Descrição da empresa

A empresa a qual o estudo foi realizado se encontra na Grande Florianópolis e possui mais de 35 anos de experiência reunindo empreendimentos por São José e Florianópolis.

Atualmente a empresa atua construindo um edifício por vez, utilizando serviços terceirizados, tanto na parte de projetos, quanto na mão de obra. A parte operacional da construtora é composta por 7 trabalhadores, sendo 2 engenheiros, 3 administradores, 1 mestre de obras e 1 estagiário.

3.2.2 Descrição do empreendimento

A obra em estudo se localiza na parte continental de Florianópolis, sendo essa um empreendimento residencial de alto padrão de 1 torre.

O edifício conta com um total de 13.349,85 m² de área de construção, assentados em um terreno de 1.784,730 m², contendo 3 pavimentos de subsolo, 1 andar de lojas no térreo, 1 andar de áreas comuns e apartamentos, 13 pavimentos tipo e 1 cobertura de lazer, totalizando 82 apartamentos. A fachada do prédio pronta esta evidenciada na Figura 11.

Figura 11 - Fachada do edifício



Fonte: Site da empresa

Em 31/10/2023, a obra se encontrava no 7º pavimento tipo, iniciando a construção das formas de vigas e pilares do 8º pavimento.

O acompanhamento dos serviços executados se deve ao fato presente autor do TCC atuar como estagiário na incorporadora que comandava o andamento do edifício, de março até dezembro de 2023.

A fachada da obra onde o presente estudo foi feito é mostrado na Figura 12.

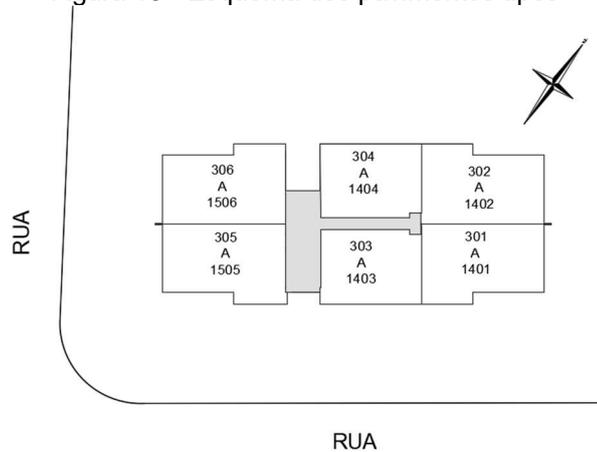
Figura 12 - Estágio da obra em setembro de 2023



Fonte: O autor (2023)

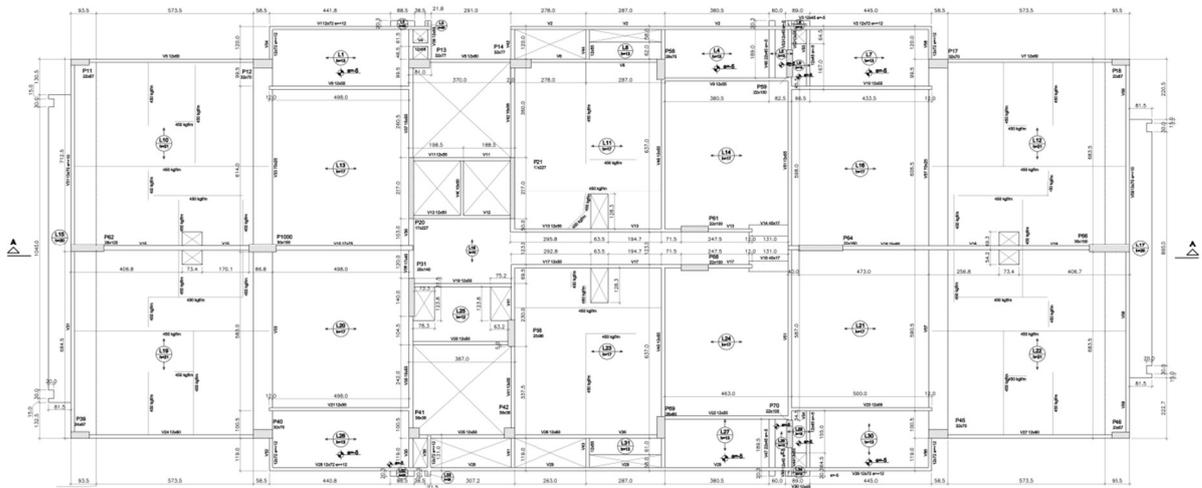
Os pavimentos tipos tem a configuração de 6 apartamentos por andar, dispostos conforme a Figura 13, desde o 3º pavimento até o 14º, e a Figura 14 o seu projeto de fôrmas.

Figura 13 - Esquema dos pavimentos tipos



Fonte: O autor (2023)

Figura 14 - Planta de fôrmas da laje



Fonte: Projetos estruturais da empresa

Tabela 1 estão expostas as quantidades de aço que foram contabilizados para os elementos construtivos descritos.

Tabela 1 - Quantitativo de aço referente a estrutura analisada

Referência	Peso de aço (kg)
Vigas 4 ao 14° pavimento	3550,82
Pilares 4° pavimento	4011,01
Pilares 7° pavimento	3013,1
Pilares 8° pavimento	2767,3
Referência	Peso de aço (kg)
Lajes - 4° ao 7° Pavimento	1363,09

Fonte: Elaborado pelo autor com base em informações de projeto

Vale ressaltar que os quantitativos de aço foram observados nos projetos, reduzindo-se 10% da quantidade descrita, visto que o quantitativo constado nos projetos considera perdas provenientes de cortes.

Apesar de ser descrito como pavimento tipo, é possível observar que as quantidades de aço de alguns elementos construtivos se encontram diferentes dependendo do andar (como é o caso de lajes e pilares), e isso se deve ao fato de concepções estruturais adotadas pelo projetista.

3.2.3 Descrição do processo de armação

Para a análise de indicadores, se faz necessário o entendimento do processo de transformação das armaduras, que neste trabalho ocorreram na seguinte sequência:

- Armazenamento;
- Corte e dobra;
- Transporte para a montagem;
- Montagem;
- Transporte para o pavimento em andamento;
- Posicionamento das armaduras nas formas;
- Serviços complementares.

Os processos apresentados serão explicados a seguir.

3.2.3.1 Armazenamento

Na obra em estudo, o aço era fornecido em barras chegando até a frente da obra, sendo armazenado no pavimento térreo, pelos próprios armadores, conforme indicado na Figura 15.

Figura 15 - Armazenamento do aço em barras



Fonte: O autor (2023)

3.2.3.2 *Corte e dobra do aço*

Depois do processo de armazenamento do aço, ocorre corte e em seguida a dobra. Dependendo do elemento construtivo os processos acontecem ao mesmo tempo, ou é realizado em diferentes tempos, sempre seguindo as dimensões dadas em projeto.

Esse processo de corte e dobra acontecia na área do térreo, ao lado do estoque de aço, área essa chamada de banca dos armadores. A bancada dos armadores possui uma máquina policorte e um local para a realização das dobras, conforme na Figura 16.

Figura 16 - Banca dos armadores



Fonte: O autor (2023)

3.2.3.3 *Transporte para o local de montagem*

Depois de ter o aço cortado, dobrado e identificado, os produtos eram transferidos para a laje do segundo pavimento, conforme a Figura 17. No pavimento 2 ocorria as montagens dos elementos construtivos.

Figura 17 - Aço cortado e dobrado, no pavimento de montagem



Fonte: O autor (2023)

3.2.3.4 *Montagem*

Após o transporte, o aço era montado na banca de montagem, geralmente feito por 4 armadores, onde um deles coordenava a execução. A Figura 18 mostra o local de montagem.

Figura 18 - Banca de montagem



Fonte: O autor (2023)

3.2.3.5 *Transporte até o pavimento de execução*

Com as armaduras prontas, o próximo passo era o transporte até a laje em construção, transporte esse feito por um guincho de coluna, posicionado no pavimento em construção, conforme Figura 19.

Figura 19 - Guincho usado no transporte de armadura



Fonte: O autor (2023)

3.2.3.6 *Posicionamento das armaduras nas formas*

Com a armadura já no pavimento, o penúltimo passo se refere ao posicionamento e ao “engate” das armaduras dentro da forma. Nessa etapa, alguns ajustes são feitos, tais como: posicionamento dos grampos e barras complementares que foram inviabilizadas de montar no 2º pavimento, processo mostrado na Figura 20.

Figura 20 - Engate das armaduras



Fonte: O autor (2023)

3.2.3.7 *Serviços complementares*

Nesta etapa, ocorre a revisão dos elementos construtivos no pavimento. A exemplo disso temos atividades como a colocação de reforços e reposicionamento de armaduras para respeitar o cobrimento de aço.

3.2.4 **Relacionando processo de armação ao tipo de serviço**

Como forma de computar as horas trabalhadas para o tipo de serviço, exemplificado no Quadro 4 do item 3.1.1, o Quadro 5 relaciona os processos de armação da obra ao tipo de serviço, possibilitando traçar comparativos futuros com a literatura apresentada.

Quadro 5 - Processo de armação x tipo de serviço

PROCESSO DE ARMAÇÃO	INDICADOR ALOCADO
Armazenamento	Não há - não computado na análise
Corte e dobra	Corte e dobra
Corte	Corte e dobra
Dobra	Corte e dobra
Transporte para o local da montagem	Montagem
Montagem	Montagem
Transporte até o pavimento de execução	Montagem
Posicionamento das armaduras	Montagem
Serviços complementares	Montagem

Fonte: O autor (2023)

E com essas relações, foi possível computar o tempo empregado para cada tipo de serviço, dando como resultado a RUP de cada serviço, evidenciado no Quadro 6.

Quadro 6 - Resumo de RUP por tipo de serviço.

6° Pavimento		Somatório de homens x hora	Peso (kg)	RUP (HXh /kg)
Pilar	Corte e dobra			
	Montagem			
Viga	Corte e dobra			
	Montagem			
Laje	Corte e dobra			
	Montagem			

Fonte: Elaborado pelo autor

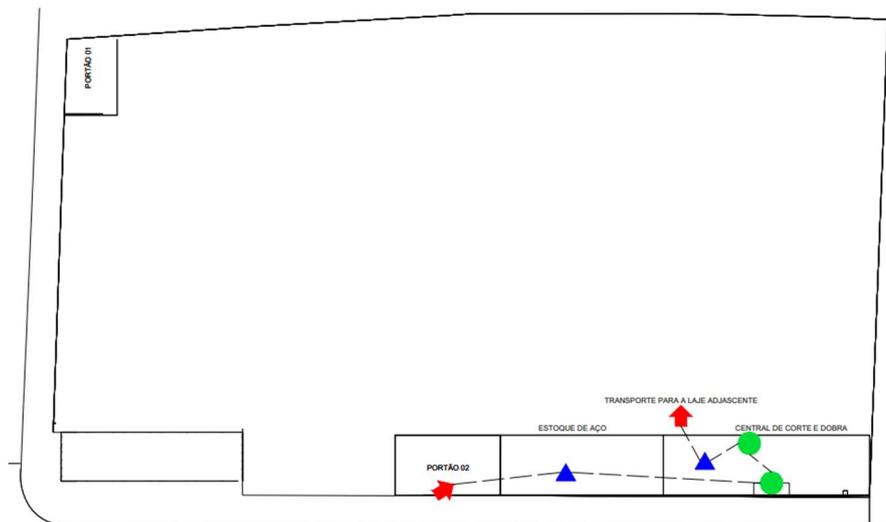
3.2.5 Mapofluxograma dos processos de armação

O mapofluxograma ajuda a entender como o processo de transformação de aços em barra para elementos estruturais se dá na prática, evidenciando assim possíveis fatores que alteram indicadores de produtividade no preparo da armação.

Após analisar o mapa da obra e evidenciar os processos, foi possível determinar os fluxos físicos, elaborando assim o mapofluxograma do trabalho de armação, regidos por Alves (2000).

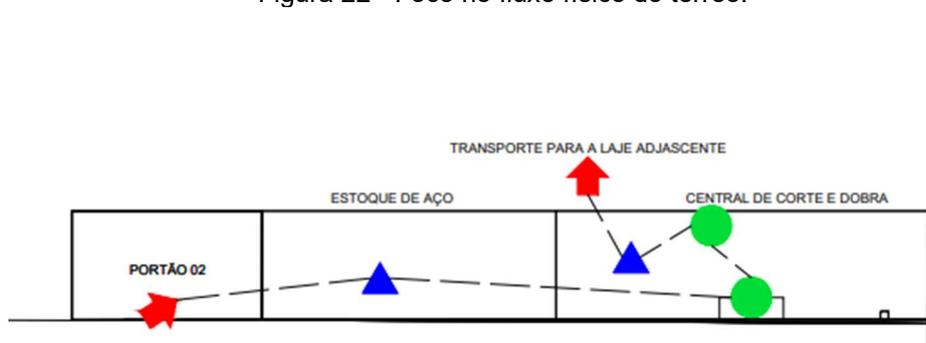
O pavimento térreo tem o fluxograma conforme indicado nas figuras abaixo.

Figura 21 - Mapofluxograma do térreo.



Fonte: O autor (2023)

Figura 22 - Foco no fluxo físico do térreo.



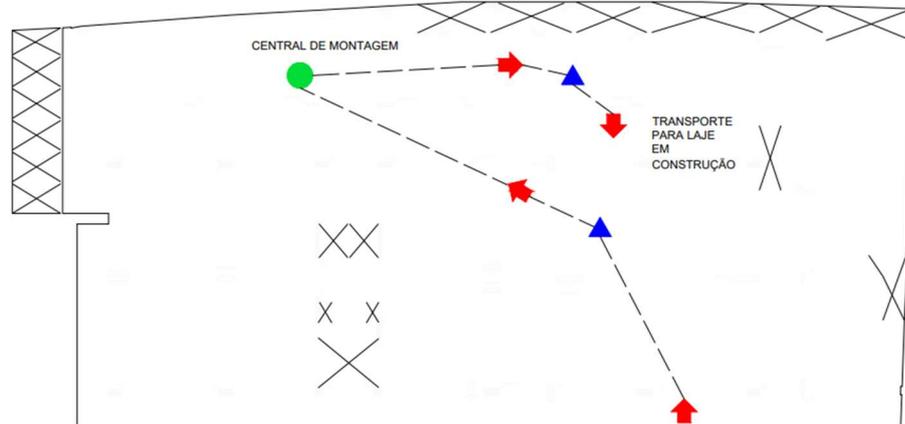
Fonte: O autor (2023)

No mapofluxograma do térreo é possível observar atividades de transporte, estoque e transformação, esta última caracterizada pelo corte e dobra do aço. Após cortar, dobrar e identificar as barras, processos os quais estão representados pelo

círculo verde, os produtos são transportados verticalmente para a laje do segundo pavimento, processo identificado pela seta vermelha.

Em seguida, tem a segunda parte do processo de armação no segundo pavimento, mostrado na Figura 23.

Figura 23 - Mapofluxograma do 2º pavimento.

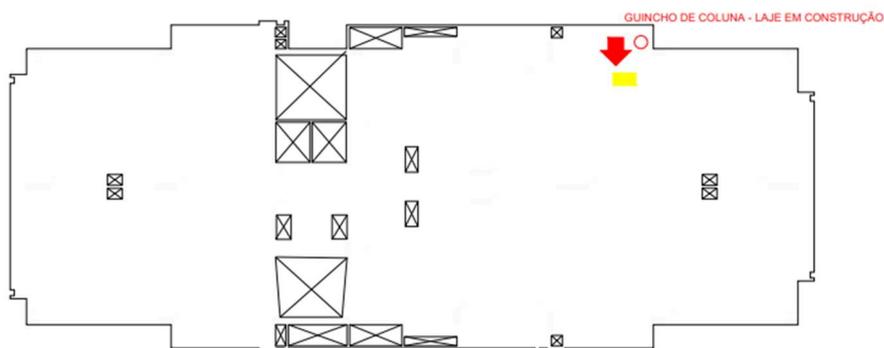


Fonte: O autor (2023)

Nesta etapa, os aços provenientes dos cortes e dobras, são transportados até o local de estoque, esperando assim a montagem das gaiolas de armação, processo caracterizado como transformação, indicado pelo círculo verde. Após a montagem das gaiolas, o aço é novamente transportado para um estoque, esperando assim a liberação das formas para ser posicionado.

E seguindo para a Figura 24, a última etapa da armação, o mapofluxograma da laje em construção.

Figura 24 - Mapofluxograma do pavimento em construção



Fonte: O autor (2023)

Nesta etapa, o aço é transportado verticalmente e posicionado nas formas de equivalentes dimensões, tendo como fluxo físico o transporte, indicado na seta vermelha. Após isso, os elementos construtivos passam pelo controle de qualidade regido pela construtora, representado pelo quadrado amarelo.

Diante disso, esses diagramas podem fomentar eventuais discussões acerca da possibilidade de improdutividade dos dados coletados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e caracterizados os dados da produtividade do trabalho. O levantamento de dados teve início no dia 30/06/2023 com o registro da quantidade de operários e das horas empregadas no processo de corte das barras longitudinais de aço dos pilares do 4° pavimento. Em seguida, diariamente, se deu a continuidade da observação e do registro das quantidades de operários e as horas empregadas no empreendimento. O levantamento durou até o dia 31/10/2023 reunindo os dados incompletos da montagem de vigas do 8° pavimento, tendo mais de 500 horas de coleta.

Alguns pavimentos que fazem parte dos dados tiveram a coleta parcial em razão de uma mudança na metodologia. Consequentemente essa coleta parcial inviabilizou a análise dos indicativos de produtividade provenientes desses intervalos.

A seguir, serão apresentados os dados por pavimento, referente ao levantamento da armação no edifício, bem como a construção de indicativos de produtividade e a comparação com os índices apresentados pela literatura.

4.1 COLETA DE DADOS NA OBRA

4.1.1 4° Pavimento parcial

A coleta de dados do 4° pavimento iniciou no dia 30/06/2023 com o corte das barras longitudinais dos pilares. O último registro foi no dia 27/07/2023 com o corte das barras longitudinais da laje. O registro da coleta dos dados do pavimento 4 está disponibilizada no Apêndice A.

O resumo dos dados coletados do 4° pavimento está indicado na Tabela 2, onde são apresentados os somatórios de homens x hora para a produção dos pilares, estratificando assim os resultados em corte mais dobra e montagem.

Tabela 2 - Resumo de homens x horas no 4° pavimento para a armação dos pilares

Tipo de serviço	Somatório de homens x hora
Corte e dobra	55
Montagem	201
Soma	256

Fonte: O autor (2023)

4.1.2 6° Pavimento parcial

A coleta de dados do 6° pavimento iniciou no dia 12/09/2023 com a montagem das vigas. O último registro foi no dia 28/09/2023 com a conclusão da montagem da laje. O registro da coleta dos dados do pavimento 6 está disponibilizada no Apêndice B.

O resumo dos dados coletados do 6° pavimento está indicado na Tabela 3, onde são apresentados os somatórios de homens x hora para a produção das lajes, estratificando assim os resultados em corte mais dobra e montagem.

Tabela 3 - Resumo de homens x horas no 6° pavimento para a armação de laje

Tipo de serviço	Somatório de homens x hora
Corte e dobra	17
Montagem	68
Soma	85

Fonte: O autor (2023)

4.1.3 7° pavimento geral

A coleta de dados do 7° pavimento iniciou no dia 14/09/2023 com o corte das barras longitudinais dos pilares. O último registro foi no dia 24/10/2023 com a conclusão da montagem da laje. O registro da coleta dos dados do pavimento 7 está disponibilizada no Apêndice C.

O resumo dos dados coletados do 7° pavimento está indicado na Tabela 4, onde são apresentados os somatórios de homens x hora todos os elementos estruturais (pilares, vigas e lajes), estratificando os resultados em corte mais dobra e montagem.

Tabela 4 - Resumo de homens x horas no 7° pavimento para cada elemento estrutural

Estrutura	Tipo de serviço	Somatório de homens x hora
Pilar	Corte e dobra	33
	Montagem	157
	Soma	190
Viga	Corte e dobra	76
	Montagem	227
	Soma	303
Estrutura	Tipo de serviço	Somatório de homens x hora
Laje	Corte e dobra	16
	Montagem	83
	Soma	99

Fonte: O autor (2023)

4.1.4 8° Pavimento parcial

A coleta de dados do 8° pavimento iniciou no dia 10/10/2023 com o corte das barras longitudinais dos pilares. O último registro foi no dia 31/10/2023 com a continuação do processo de montagem das vigas do 8° pavimento. A planilha que mostra a coleta dos dados do pavimento 4 está disponibilizada no Apêndice D.

O resumo dos dados coletados do 8° pavimento está indicado na Tabela 5, onde são apresentados os somatórios de homens x hora para a produção dos pilares, estratificando assim os resultados em corte mais dobra e montagem.

Tabela 5 - Resumo de homens x horas no 8° pavimento para a armação dos pilares

Tipo de serviço	Somatório de homens x hora
Corte e dobra	25
Montagem	133
Soma	158

Fonte: O autor (2023)

4.2 CONSTRUÇÃO DE DADOS DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

Após a quantificação de homens x horas, é possível calcular RUP (Razão Unitária de Produção) de cada atividade, através da Equação 1:

$$RUP = \frac{Hh}{\text{Quantidade de serviço}}$$

Onde:

Hh = homens x hora levantados

As quantidades de serviços estão descritas na Tabela 1 do item 3.2.2, sendo essas quantidades retomadas nos subitens a seguir.

4.2.1 Pilares

As quantidades de serviços dos pilares dos dados levantados são:

- Pilares do 4° pavimento: 2982,96 kg
- Pilares do 7° pavimento: 2982,96 kg
- Pilares do 8° pavimento: 2821,68 kg

O Quadro 7 mostra os homens x hora dos pavimentos bem como a RUP obtida para cada pavimento e tipo de serviço.

Quadro 7 - RUP dos pilares

PILARES				
Pavimento	Quantidade de serviço (kg)	Tipo de serviço	Somatório de homens x hora	RUP (H x h / kg)
4°	3970,98	Corte e dobra	55	0,014
		Montagem	201	0,051
		Soma	256	0,064
7°	2982,96	Corte e dobra	33	0,011
		Montagem	157	0,053
		Soma	190	0,062
8°	2821,68	Corte e dobra	25	0,009
		Montagem	133	0,047
		Soma	178	0,055

Fonte: O autor (2023)

4.2.2 Vigas

Para as vigas, a quantidade de serviço é de 3515,31 kg, tendo seus dados representados unicamente pelo 7° pavimento, mostrado no Quadro 8.

Quadro 8 - RUP das vigas

Vigas			
Quantidade de serviço (kg)	Tipo de serviço	Somatório de homens x hora	RUP (H x h /kg)
3550,82	Corte e dobra	76	0,021
	Montagem	227	0,064
	Soma	303	0,085

Fonte: O autor (2023)

4.2.3 Lajes

Para as lajes, a quantidade de serviço é de 2077,78 kg, tendo suas RUPs por pavimento representadas no Quadro 9.

Quadro 9 - RUP das lajes

LAJE				
Quantidade de serviço (Kg)	Pavimento	Tipo de serviço	Somatório de homens x hora	RUP (H x h /kg)
1363,09	6°	Corte e dobra	17	0,012
		Montagem	68	0,05
		Soma	85	0,062
	7°	Corte e dobra	16	0,012
		Montagem	83	0,065
		Soma	99	0,077

Fonte: O autor (2023)

4.2.4 Caracterizando as RUPs encontradas

O resumo das médias das RUPs encontrados pelo levantamento está descrito na Tabela 6, representando assim os índices de produtividade encontrados pelo estudo para pilar, viga e laje.

Tabela 6 - RUPs encontradas nos levantamentos.

Estrutura	TIPO DE SERVIÇO	MÉDIA DAS RUPS
Pilar	Corte e dobra	0,011
	Montagem	0,050
	Soma	0,061
Viga	Corte e dobra	0,022
	Montagem	0,065
	Soma	0,086
Laje	Corte e dobra	0,012
	Montagem	0,058
	Soma	0,070

Fonte: O autor (2023).

Com relação à padronização de aspecto descrita por Souza (2006) as RUPs encontradas pelo estudo têm como características:

- RUP direta: *Avalia a produtividade dos oficiais e dos ajudantes diretos dos oficiais.* Essa caracterização é válida pois o trabalho em questão na obra foi executado por 5 armadores, sendo um deles o responsável por ditar o andamento da equipe.
- RUP cíclica: *Havendo um ciclo de serviço bem definido, como é o caso de formas para andares de um prédio com pavimentos tipo, o período*

é analisado desde o início de um andar até sua conclusão, fragmentando assim a análise em etapas, e não em dias.

4.3 ANÁLISE DOS INDICADORES APRESENTADOS NOS REFERENCIAIS TEÓRICOS

Neste subitem, tem-se a caracterização dos indicadores de produtividade que servirão de referência para análise de desempenho da mão de obra.

4.3.1 SINAPI

O SINAPI apresenta indicadores de consumo de mão de obra em diversos cadernos. No Caderno Técnico de Composições para Armação para Estrutura de Concreto Armado aparece o consumo da mão de obra para o serviço da armação. O consumo para mão de obra apresentado no caderno é a produtividade das pesquisas realizadas pelo IBGE e pela CAIXA.

Neste caderno, as RUPs são conceituadas da seguinte maneira:

- Tipo de serviço: separando entre corte mais dobra e montagem. No serviço de montagem, as RUPs são diferentes para a armação de lajes e de vigas e pilares.
- Bitola do aço: apresenta os índices separados pelo diâmetro da barra de aço.

4.3.1.1 Corte e dobra

A execução do serviço de corte e dobra no SINAPI consiste em:

- Realizar o corte das barras com uma máquina obedecendo as medidas indicadas no projeto de estrutura;
- Marcar o posicionamento das dobras nos pinos fixados na bancada de trabalho;
- Executar o dobramento das barras, utilizando a chave de dobra compatível com a bitola do vergalhão corresponde.

A execução descrita das composições é a mesma observada pelo levantamento de dados no estudo. Portanto, serão apresentadas as composições de custo para diferentes diâmetros de armadura da atividade de corte e dobra.

As composições de custo para o Corte e dobra são diferenciadas pelos diâmetros das armaduras e estão disponíveis no Apêndice E. Assim, os resumos dos indicadores observados nas composições de custo estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Produtividades para corte e dobra do SINAPI

Diâmetro da barra (mm)	RUP esperada (homens x hora / kg)
5	0,0581
6,3	0,031
8	0,0162
10	0,0088
12,5	0,0048
16	0,0025
20	0,0013

Fonte: o Autor, resumo do SINAPI

Além disso, observa-se que as produtividades variam conforme o diâmetro dos elementos construtivos e os projetos contemplam diferentes bitolas de aço para o mesmo serviço. Portanto, após a caracterização dos indicadores de produtividade no processo de montagem, será explicado o tipo de abordagem que caracteriza o indicador no geral, tanto para o processo de corte e dobra, quanto para o processo de montagem.

4.3.1.2 *Montagem*

No SINAPI, o serviço de montagem considera o diâmetro do aço e é categorizado em duas tipologias:

- Serviço de montagem de vigas e pilares;
- Serviço de montagem de lajes.

4.3.1.2.1 Serviço de montagem de viga e pilar

A execução do serviço de montagem de viga e pilar no SINAPI consiste em:

- Executar a montagem das barras de aço, já cortadas e dobradas, fixando as diversas estruturas com arame recozido, sendo o resultado guiado projeto estrutural;
- Dispor os espaçadores de plástico, afastado sua colocação no máximo 50 centímetros;
- Posicionar a armadura na forma, fixando de modo que não apresente deslocamento devido ao lançamento do concreto.

A execução do serviço de montagem descrita no SINAPI é a mesma observada pelo levantamento de dados do estudo.

As composições de custo para a montagem de pilar e viga são diferenciadas pelos diâmetros das armaduras e estão disponíveis no Apêndice F. Assim, os resumos dos indicadores observados nas composições de custo estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8 - Produtividades para montagem de pilares e lajes do SINAPI

Diâmetro da barra (mm)	RUP esperada (homens x hora / kg)
5	0,1069
6,3	0,079
8	0,0561
10	0,0392
12,5	0,0257
16	0,0194
20	0,0152

Fonte: o Autor, resumo do SINAPI

4.3.1.2.2 Serviço de montagem de lajes

A execução de montagem de lajes está descrita de forma análoga ao processo de montagem de pilares e vigas, sendo assim o processo de busca e caracterização dos indicadores é o mesmo.

As composições de custo para a montagem de lajes são diferenciadas pelos diâmetros das armaduras e estão disponíveis no Apêndice G. Assim, os resumos dos indicadores observados nas composições de custo estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9 - Produtividades para montagem de lajes do SINAPI

Diâmetro da barra (mm)	RUP esperada (homens x hora / kg)
5	0,0836
6,3	0,0597

8	0,0403
10	0,0259
12,5	0,0143
16	0,0121
20	0,0108

Fonte: o Autor, resumo do SINAPI

4.3.1.2.2.1 Resumo das RUPs

Após mostrar a construção dos indicadores, é possível construir o Quadro 10, tendo como conteúdo as RUPs esperadas pelas SINAPI para cada diâmetro de barra nos processos de montagem e corte e dobra.

Quadro 10- RUP s esperadas do SINAPI

Diâmetro da barra (mm)	Corte e dobra	Montagem	
		Pilar e viga	Laje
	RUP esperada (homens x hora / kg)		
5	0,0581	0,1069	0,0836
6,3	0,031	0,079	0,0597
8	0,0162	0,0561	0,0403
10	0,0088	0,0392	0,0259
12,5	0,0048	0,0257	0,0143
16	0,0025	0,0194	0,0121
20	0,0013	0,0152	0,0108

Fonte: o Autor, resumido do SINAPI (2023)

4.3.1.3 Construindo os indicadores SINAPI para os projetos do estudo

Em seguida, define-se a produtividade esperada pelo SINAPI para as condições semelhantes do estudo. Diante disso, as taxas de aparecimento das bitolas de aço nos projetos precisam ser descritas, analisando assim a influência de cada diâmetro na construção do indicador para os projetos do trabalho.

O Quadro 11 mostra o percentual de peso dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos dos pilares do 4°, 7° e 8° pavimento. Para a caracterização dos percentuais dos pilares, foi utilizado o peso relativo à soma dos 3 projetos.

Quadro 11 - Análise das taxas dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos de pilares

Pilares								
Pavimento	Quantidade (kg)	Diâmetro (mm)						
		5	6,3	8	10	12,5	16	20
4°		369,7		212,1	0	0	1586,5	1843,4
7°		344,4	79,9	0	0	0	1777,4	812,1
8°		397,2	0	0	0	0	1834,5	618,7
Massa (kg)		1111,3	79,9	212,1	0	0	5198,4	3274,2
Peso total dos 3 projetos (kg)		9875,8						
Percentual na armação %		11%	1%	2%	0%	0%	53%	33%

Fonte: o Autor, calculado através dos projetos estruturais (2023)

Em seguida, o Quadro 12 calcula o percentual do peso dos diâmetros em relação a massa total dos projetos das vigas observadas pelo levantamento de dados.

Quadro 12 - Análise das taxas dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos de vigas

Vigas		
Diâmetro (mm)	Quantidade (kg)	% em relação ao peso total
5	478,5	13%
6,3	194,5	5%
8	228,0	6%
10	182,0	5%
12,5	724,2	20%
16	1422,5	40%
20	321,2	9%
TOTAL	3550,727273	

aFonte: o Autor, calculado através dos projetos estruturais (2023)

Logo após a análise das vigas, o Quadro 13 calcula o percentual do peso dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos das lajes observadas pelo levantamento de dados.

Quadro 13 - Análise das taxas dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos de lajes

Lajes		
Diâmetro (mm)	Quantidade (kg)	% em relação ao peso total
5,0	487,3	36%
6,3	38,0	3%
8,0	44,5	3%
10,0	655,2	48%
12,5	137,5	10%
16,0	0	0%
20,0	0	0%
TOTAL	1362,45	

Fonte: o Autor, calculado através dos projetos estruturais (2023)

O resumo da taxa de armação de cada diâmetro para os projetos estruturais do levantamento de dados está mostrado no Quadro 14.

Quadro 14 - Taxa dos diâmetros em relação ao peso total dos projetos

Diâmetro(mm)	Pilar	Viga	Laje
	TAXA DE ARMAÇÃO		
5	11%	13%	36%
6,3	1%	5%	3%
8	2%	6%	3%
10	0%	5%	48%
12,5	0%	20%	10%
16	53%	40%	0%
20	33%	9%	0%

Fonte: o Autor, calculado através dos projetos estruturais (2023)

Diante disso, é possível calcular a RUP esperada pelo SINAPI para os pilares, vigas e lajes do projeto. Para isso, é feita a multiplicação da RUP esperada pelo SINAPI e das taxas de armação dos projetos. O Quadro 15 exemplifica o cálculo da RUP da SINAPI esperada para os pilares do levantamento de dados.

Quadro 15 - Cálculo da RUP da SINAPI esperada para os pilares do levantamento

Pilar								
Diâmetro		5	6,3	8	10	12,5	16	20
Taxa de armação		11%	1%	2%	0%	0%	53%	33%
CORTE E DOBRA	RUP esperada pelo SINAPI	0,058	0,031	0,016	0,009	0,005	0,003	0,001
	RUP * Taxa de armação	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
	RUP esperada para o corte e dobra dos pilares para o projeto							
MONTAGEM	RUP esperada pelo SINAPI	0,107	0,079	0,056	0,039	0,026	0,019	0,015
	RUP * Taxa de armação	0,012	0,001	0,001	0,000	0,000	0,010	0,005
	RUP esperada para a montagem de pilar para o projeto							

Fonte: o Autor

Em seguida, o Quadro 16 exemplifica o cálculo da RUP da SINAPI esperada para as vigas do levantamento de dados.

Quadro 16 - Cálculo da RUP da SINAPI esperada para as vigas do levantamento

Viga								
Diâmetro		5	6,3	8	10	12,5	16	20
Taxa de armação		13%	5%	6%	5%	20%	40%	9%
CORTE E DOBRA	RUP esperada pelo SINAPI	0,058	0,031	0,016	0,009	0,005	0,003	0,001
	RUP * TAXA DE ARMAÇÃO	0,008	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000
	RUP esperada para o corte e dobra das vigas para o projeto							
MONTAGEM	RUP esperada pelo SINAPI	0,107	0,079	0,056	0,039	0,026	0,019	0,015
	RUP * TAXA DE ARMAÇÃO	0,014	0,004	0,004	0,002	0,005	0,008	0,000
	RUP esperada para a montagem de viga para o projeto							

Fonte: o Autor

Já o Quadro 17 exemplifica o cálculo da RUP da SINAPI esperada para os pilares do levantamento de dados.

Quadro 17 - Cálculo da RUP da SINAPI esperada para as lajes do levantamento

Laje								
Diâmetro		5	6,3	8	10	12,5	16	20
Taxa de armação		36%	3%	3%	48%	10%	0%	0%
CORTE E DOBRA	RUP esperada pelo SINAPI	0,058	0,031	0,016	0,009	0,005	0,003	0,001
	RUP * TAXA DE ARMAÇÃO	0,021	0,001	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000
	RUP esperada para o corte e dobra das vigas para o projeto							0,027
MONTAGEM	RUP esperada pelo SINAPI	0,084	0,060	0,040	0,026	0,014	0,012	0,011
	RUP * TAXA DE ARMAÇÃO	0,030	0,002	0,001	0,012	0,001	0,000	0,000
	RUP esperada para a montagem de viga para o projeto							0,047

Fonte: o Autor

Diante disso, a Tabela 10 mostra o resumo das RUP esperadas pelo SINAPI para os projetos do levantamento de dados, que servirão de referência para os indicadores resultantes.

Tabela 10 - RUPs esperadas pelo SINAPI (2023) para o levantamento.

SINAPI (2023)			
Tarefa	Corte e dobra	Montagem	Soma
RUP (Hh/kg)			
Pilar	0,009	0,029	0,038
Viga	0,013	0,038	0,051
Laje	0,027	0,047	0,074

Fonte: o Autor

4.3.1 TCPO

A TCPO de 2010 possui 630 páginas contendo composições de custo. Essas composições estão pautadas em 22 capítulos, sendo dívidas por fases em que a obra se encontra.

Para a consulta de indicadores de referência do trabalho, a análise se concentrou no Capítulo 03, onde estão as composições de custo do concreto. No subitem 03210, as composições de armadura de aço para pilar, vigas e laje são mostradas e caracterizadas considerando a mão de obra para o corte, dobra e colocação da armação nas formas, não diferenciando o tipo de serviço e bitola do aço.

Portanto, os indicadores considerados serão os dados brutos mostrados nas composições de custos da TCPO.

4.3.1.1 *Resumo das RUPs*

Para a busca do indicador da TCPO, se realizou a procura dos itens 03210.8.1.10, 03210.8.1.11 e 03210.8.1.12, onde mostravam, respectivamente, as composições de custo dos pilares, das vigas e das lajes.

Diante disso, a Tabela 11 ilustra o resumo das RUP esperadas pela TCPO para os pilares, vigas e lajes

Tabela 11 - RUPs esperadas pela TCPO (2010)

TCPO (2010)	
Tarefa	RUPs (Hh/kg)
Pilar	0,06
Viga	0,09
Laje	0,05

Fonte: o autor, resumido da TCPO (2010)

4.3.2 **Demais levantamentos**

Outros levantamentos servirão de referência para a análise os indicadores construídos e já foram indicados no referencial bibliográfico do presente trabalho. Portanto, neste capítulo, eles serão retomados e caracterizados.

Os indicadores de Araújo (2000) que serão usados para as análises têm como característica:

- Os resultados fazem referência à mediana dos indicadores das obras analisadas, as quais possuíam o fornecimento análogo ao estudo (fornecimento em barras)
- Mostram a produtividade do aço contando desde a pré-montagem (corte e dobra) até a montagem, sendo referência de indicadores para a soma das atividades de **corte e dobra e montagem**.

A Tabela 12 apresenta os valores das medianas das RUPs para cada tarefa encontradas pelo levantamento de dados de Araújo, segundo as características neste item.

Tabela 12 - Produtividade apresentada por Araújo (200)

Araújo (2000)	
Tarefa	Mediana das RUPs (Hh/kg)
Pilar	0,06
Viga	0,09
Laje	0,05

Fonte: Araújo (2000)

Em Seguida, a Tabela 13 apresenta os valores encontrados para as médias das RUPs pelo levantamento de dados de Kotzias & Marchiori (2012).

Tabela 13 - Produtividade apresentada por Kotzias & Marchiori (2012).

Kotzias & Marchiori (2012)	
Tarefa	Média das RUPs (Hh/kg)
Pilar	0,05
Viga	0,03
Laje	0,04

Fonte: Kotzias & Marchiori (2012).

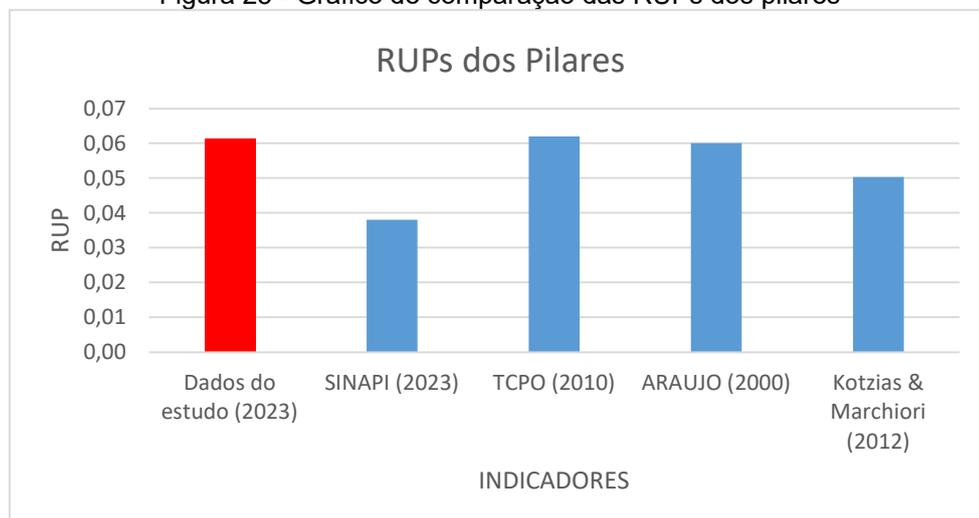
4.4 ANÁLISE DA MÃO DE OBRA DO LEVANTAMENTO

Após caracterizar os indicadores, é possível comparar os dados resultantes do levantamento.

4.4.1 Produtividade dos pilares

A Figura 25 mostra um gráfico comparando a RUP dos pilares do levantamento de dados e as RUPs de referência.

Figura 25 - Gráfico de comparação das RUPs dos pilares



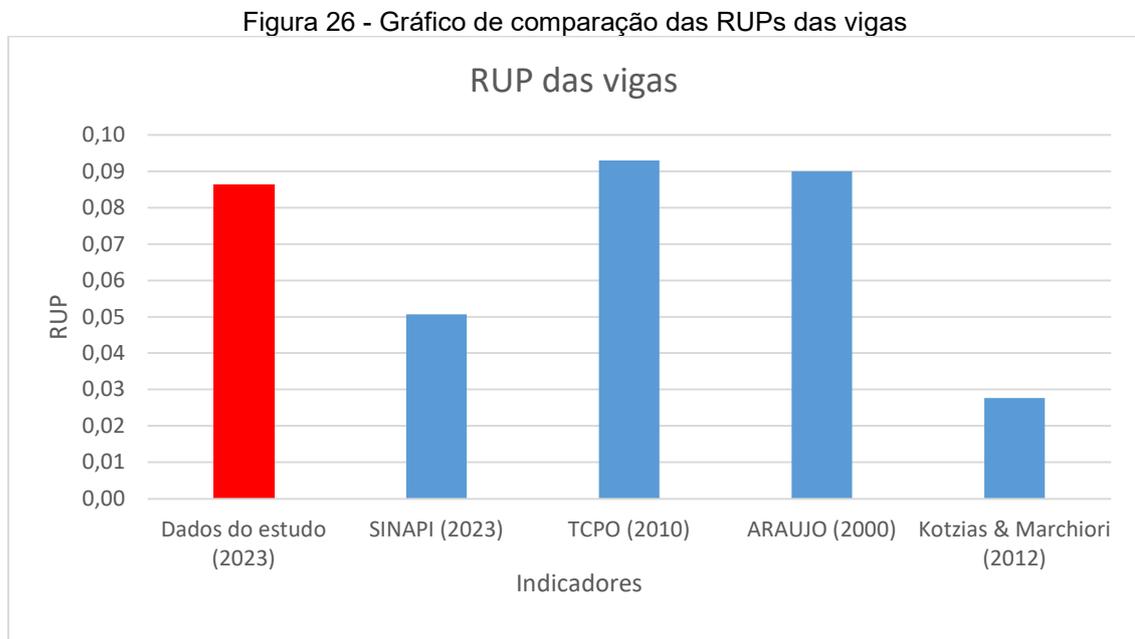
Fonte: o Autor (2023)

Analisando o gráfico de produtividade dos pilares é possível perceber que a RUP do serviço de armação dos pilares dos dados desse estudo está próxima dos indicadores da TCPO (2010) e de Araújo (2000), mostrando que a produtividade dessa atividade é adequada segundo os valores trazidos pela literatura.

Em contrapartida, a comparação com as RUPs do SINAPI (2023) e de Kotzias & Marchiori (2021), os dados apresentados pelo autor da pesquisa são maiores, demonstrando improdutividade no processo de transformação do aço em barras. Este segundo parágrafo pode ser considerado um resultado mais adequado em razão dos critérios adotados para a construção do indicador do SINAPI (2023), e no caso de Kotzias & Marchiori (2021), por se tratar de um levantamento feito na mesma região do estudo.

4.4.2 Produtividade das vigas

Na Figura 26, observa-se um gráfico comparando a RUP das vigas do levantamento de dados e as RUPs de referência.



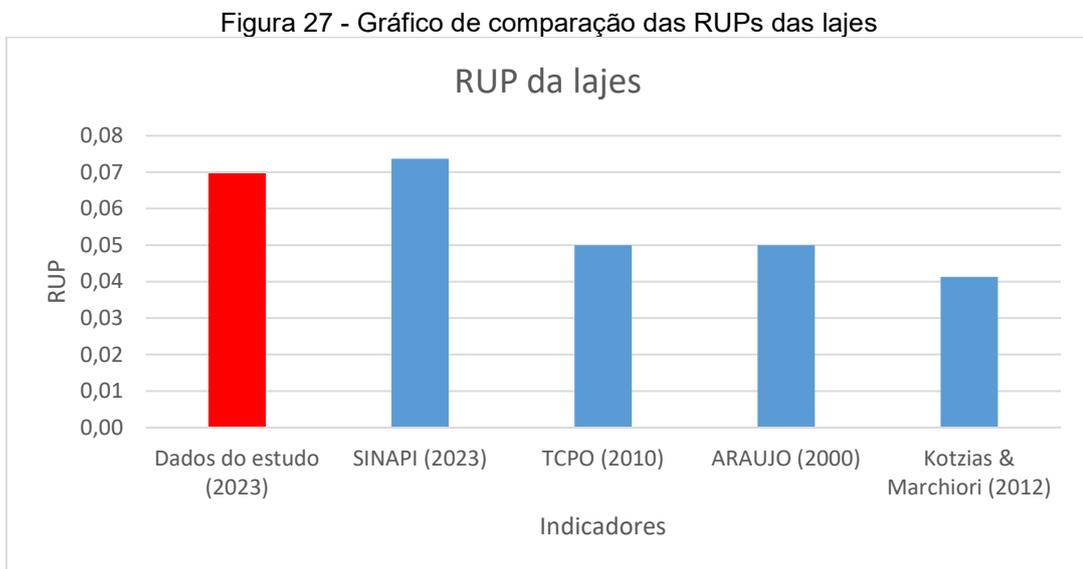
Fonte: o Autor (2023)

Analisando o gráfico de produtividade das vigas é possível perceber que a RUP dos dados provenientes do levantamento se aproxima, também, dos indicadores contidos na TCPO (2010) e Araújo (2000).

Porém, em comparação aos dados de maior validade para o estudo, o SINAPI (2023) e Kotzias & Marchiori (2021), os indicadores são consideravelmente maiores, mostrando assim uma improdutividade no serviço de armação das vigas da obra em estudo.

4.4.3 Produtividade das lajes

Para analisar a produtividade encontrada nas lajes, a Figura 27 mostra o gráfico comparando a RUP das vigas do levantamento de dados e as RUPs de referência.



Fonte: o Autor (2023)

No gráfico de comparação das RUP das lajes, é possível perceber que os dados de estudo se aproximaram do indicador SINAPI (2023), ditando uma produtividade boa em relação à literatura. Em relação aos outros indicadores, essa produtividade ficou baixa, tendo sua RUP mais alta.

No caso das lajes, podemos considerar o SINAPI como indicador de maior relevância, visto que a construção desse indicador leva em conta a taxa de bitolas do projeto. Dentre os 3 tipos de serviço, viga, pilar e laje, é na última que é possível observar uma existência de diferentes concepções estruturais, levando a diferentes tipos de nomenclaturas. A exemplo disso, temos uma comparação de uma laje nervurada e a laje de estudo, na qual os pilares e as vigas não diferem na nomenclatura, já a laje leva diferente classificação, mudando assim sua concepção

estrutural. Portanto, para a análise de lajes, um indicador que leve as particularidades do projeto tem maior relevância.

Dito isso, é possível afirmar que a produtividade encontrada pelos estudos levantados acerca das lajes é próxima à esperada pelo indicativo de maior relevância.

4.5 CAUSAS DA IMPRODUTIVIDADE

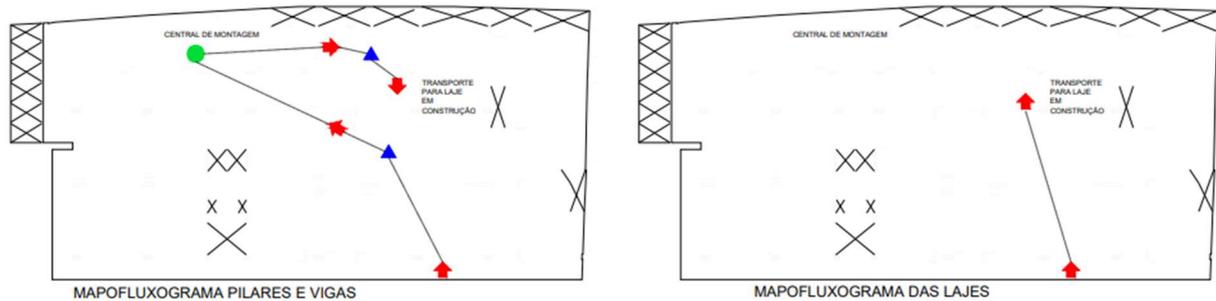
Diante dos resultados expostos, é possível perceber uma improdutividade da mão de obra no serviço de armação nos processos de execução de pilares e vigas. Como causa da improdutividade é possível apontar dois agentes: o mapofluxograma dos processos de armação da obra e a frente de serviço.

4.5.1 Mapofluxograma

Relembrando o item 3.2.5, é possível ver a caracterização da transformação dos aços em barra em armaduras descritas pelos projetos estruturais. Na abordagem do item é possível notar que a maior parte do procedimento se caracteriza por flechas vermelhas, as quais indicam transporte do material, mostrando uma inadequada disposição dos elementos no canteiro, ocasionando perdas na produtividade realçadas nos resultados dos indicadores de pilares e vigas.

Outro argumento que valida essa análise é o fato de a produtividade das lajes serem adequadas aos indicadores mostrados. O processo executivo da fabricação de lajes se difere dos demais em relação à montagem das gaiolas de armação no segundo pavimento, visto que após o corte e dobra, as barras são identificadas e depois transportadas para o pavimento em construção, simplificando assim alguns transportes descritos no mapofluxograma. A ilustração que sinaliza a diferença dos processos de transporte na fabricação das armaduras das lajes e pilares e vigas está na Figura 28.

Figura 28 - Mapofluxograma dos processos de armação no 2º pavimento, diferenças entre vigas pilares e lajes



Fonte: o Autor (2023)

4.5.2 Frentes de serviços

Em consulta com os armadores que compõem a mão de obra do estudo, foram identificados outros possíveis agentes da improdutividade no processo de confecção de armaduras:

- Dependência da carpintaria.

Os processos finais da armação são caracterizados pela montagem das gaiolas de ferro nas formas, estando esta etapa intrinsecamente vinculada à liberação das formas pelos serviços de carpintaria. Essa dependência é vista como um problema pelos armadores, visto que certos serviços não são concluídos na devida hora tendo que mudar a frente de trabalho.

- Sobrecarga do guincho.

A construção de formas para a laje passava pela etapa de elevação de treliças pré-moldadas para o pavimento em construção. Este transporte ocorria de forma análoga ao de armaduras, através do guincho de coluna. Portanto um possível agente identificado pelos armadores seria a ineficiência de ter apenas um guincho e dividir em certos momentos a atividade de içamento de treliças e a parte final da montagem de armaduras.

5 CONCLUSÃO

Neste capítulo, se apresentam as conclusões e as análises críticas do autor, respondendo assim as questões acerca dos objetivos gerais e específicos. Junto a isso, sugestões para trabalhos futuros.

5.1 CONCLUSÕES GERAIS

O objetivo geral de analisar a produtividade do serviço de armação em uma obra de concreto armado foi alcançado pelo autor do presente trabalho.

Com relação aos objetivos específicos apresentados:

- Foram caracterizados na metodologia, os processos e os produtos de uma armação de aço de uma estrutura de concreto.
- No item 4.1 foram mostradas e exemplificadas as coletas de dados diárias que pautaram a elaboração de indicadores.
- Os dados provenientes da coleta foram usados para construir indicadores no item 4.2.
- Posteriormente, foi feita a comparação de dados levantados pelo estudo com os indicadores adequados, mostrando improdutividade nas atividades de pilares e vigas.
- E por fim, mostrou-se uma hipótese sobre o motivo dessa improdutividade existir, identificando o layout do canteiro como agente, por ser o transporte de materiais a atividade de predominância no processo armação das vigas e pilares.

Na análise de dados do autor, observa-se que os dados provenientes da coleta se mostraram satisfatórios, visto que os indicadores se aproximam de dois indicadores observados em composições de custo: um indicador desenvolvido em uma dissertação de doutorado e outro indicador construído em um artigo acerca da produtividade de armação em região análoga à do estudo, validando assim a metodologia e o trabalho desenvolvido nessa pesquisa.

Com relação aos argumentos utilizados para formular a hipótese de que a improdutividade está relacionada com o mapofluxograma da obra, elaborado no item 4.5.1, estabeleceu-se uma relação de causa e efeito dos indicadores provenientes da

coleta de dados. Em comparação com o indicador do SINAPI (2023), os serviços de armação de pilares e vigas se apresentam como improdutivos e possuem mais processos que caracterizam a perda de produtividade, evidenciado essa argumentação na comparação do fluxo físico entre lajes e pilares/vigas.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões de trabalhos futuros, recomenda-se que sejam formulados mais indicadores acerca da armação de aço em Florianópolis e Santa Catarina, a fim de construir uma boa base de indicadores acerca da transformação de aços em armaduras.

Outra sugestão é utilizar o mesmo método de pesquisa e de construção de indicadores, principalmente a caracterização do método do SINAPI. No presente trabalho é possível perceber que o autor traz uma metodologia para a análise de indicadores, a qual consiste resumidamente em:

- Pautar e coletar diariamente os dados da obra, destinando os homens x hora para as atividades adequadas;
- Construir indicadores utilizando a quantidade correta de serviço/peso dos projetos estruturais, retirando perdas consideradas;
- Compor o indicador do SINAPI, levando em conta as taxas dos diâmetros existentes nos projetos de armações;
- Comparar como indicador adequado, aumentando a base de indicadores acerca do processo de armação em Florianópolis, e identificando possíveis fatores de uma possível perda eficiência.

Uma terceira sugestão é a comparação dos indicadores de produtividade de um mesmo empreendimento, observando como a relação tempo x produtividade se comporta, comparando os indicadores dos primeiros andares com os últimos.

Por fim, outra sugestão é o estudo da produtividade levando em conta o fator influência do diâmetro e complexidade das dobradas nas barras.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L.U.C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** 2000. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – USP.

Alves, T.G.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras- Proposta baseada em estudos de caso.**2000. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade federal do rio grande do Sul.

BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios.** São Paulo: Projeto Epusp/Senai. 1998, versão ampliada 2006.

CARRARO, F. **Produtividade de mão-de-obra no serviço de alvenaria.** 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1998.

FREIRE, Tomás Mesquita. **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) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. . Acesso em: 12 out. 2023.

Kotzias, R.V.,Marchiori,F.F.(2012). **Análise da produtividade em serviços de execução de estruturas de concreto armado – estudo de caso em Florianópolis.** 2012. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

LIBRAIS, Carlus Fabricio. **Método prático para estudo da produtividade da mão de obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas.** 2001. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras.** 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

RAMOS, B.B. **Análise da produtividade da mão de obra em estrutura de concreto armado – com laje nervurada**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia civil UFSC.

SINAPI. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Sumário das publicações, disponível em : https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-sumario-composicoes-aferidas/SUMARIO_DE_PUBLICACOES_E_DOCUMENTACAO_DO_SINAPI.pdf .
Acesso em 20/10/2023.

SANDERS, S.R., THOMAS, H.R. (1991) **Factors affecting masonry-labor productivity**. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol.117, No.4. pp.626-44.

SOUZA, U. E. L. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. 2000, Anais.. s.l.: ANTAC, 2000. Acesso em: 29 set. 2022.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a Eficiência da Mão-de-Obra**. 2006. PINI

SOUZA, U.E.L., THOMAS, H.R. (1996) **The use of conversion factors for the analysis of concrete formwork labor productivity**. *Managing the construction Project and managing risk CIB W-65 The organization and management of construction: shaping theory and practice 8th International Symposium*, E. & F.N. Spon, London,pp.14-26..

SUDA, M. K. E. **A problemática da qualificação de mão de obra na construção civil**. 2018. Artigo (Especialização em MBA em Gestão de Obras e Projetos) - Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, [S. l.], 2018.

TCPO 2010. **Tabela de composições de Preços para Orçamentos**. 13 ed., São Paulo, Editora PINI, 2010. 630p.

THOMAS, H.R., YAKOUMIS, I. (1987) **Factor model of construction productivity**. *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol.113, No.4. pp.623-39.

APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE DADOS DO 4º PAVIMENTO

LEVANTAMENTOS DE DADOS 4º PAVIMENTO				
DATA	HOMENS	HORAS	ELEMENTO CONSTRUTIVO	TIPO DE SERVIÇO
30/06/2023	1	8	PILAR	CORTE
03/07/2023	1	9	PILAR	CORTE
03/07/2023	4	8	PILAR	DOBRA
04/07/2023	1	6	PILAR	CORTE
04/07/2023	5	9	PILAR	MONTAGEM
04/07/2023	1	3	PILAR	MONTAGEM
05/07/2023	5	5	PILAR	MONTAGEM
05/07/2023	3	4	PILAR	MONTAGEM
06/07/2023	3	2	PILAR	MONTAGEM
12/07/2024	1	5	VIGA	CORTE E DOBRA
13/07/2023	1	9	VIGA	CORTE E DOBRA
14/07/2023	1	6	VIGA	CORTE E DOBRA
17/07/2023	1	2	VIGA	CORTE E DOBRA
18/07/2023	1	9	VIGA	CORTE E DOBRA
18/07/2023	5	4	PILAR	MONTAGEM
19/07/2023	1	6	VIGA	CORTE E DOBRA
19/07/2023	5	9	PILAR	MONTAGEM
20/07/2023	5	9	PILAR	MONTAGEM
21/07/2023	5	8	VIGA	MONTAGEM
24/07/2023	5	5	VIGA	MONTAGEM
24/07/2023	4	4	VIGA	MONTAGEM
25/07/2023	1	6	VIGA	CORTE E DOBRA
25/07/2023	5	6	VIGA	MONTAGEM
26/07/2023	1	5	VIGA	CORTE E DOBRA
27/07/2023	1	9	LAJE	CORTE

APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DE DADOS DO 6º PAVIMENTO

LEVANTAMENTOS DE DADOS 6º PAVIMENTO				
DATA	HOMENS	HORAS	ELEMENTO CONSTRUTIVO	TIPO DE SERVIÇO
12/09/2023	4	9	VIGA	MONTAGEM
12/09/2023	1	9	LAJE	CORTE E DOBRA
13/09/2023	4	8	VIGA	MONTAGEM
13/09/2023	5	1	VIGA	TRANSPORTE PARA O LOCAL DA MONTAGEM
13/09/2023	1	8	LAJE	CORTE E DOBRA
14/09/2023	4	9	VIGA	MONTAGEM
15/09/2023	3	2	VIGA	MONTAGEM
19/09/2023	5	4	VIGA	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
20/09/2023	5	5	VIGA	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
20/09/2023	5	4	VIGA	MONTAGEM
21/09/2023	4	1	ESCADA	CORTE E DOBRA
22/09/2023	3	5	VIGA	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
22/09/2023	3	3	PILAR	MONTAGEM
25/09/2023	2	8	LAJE	MONTAGEM
25/09/2023	1	8	ESCADA	MONTAGEM
26/09/2023	5	7	LAJE	MONTAGEM
27/09/2023	3	5	LAJE	MONTAGEM
28/09/2023	2	1	VIGA	MONTAGEM
28/09/2023	2	1	LAJE	MONTAGEM
28/09/2023	4	3	VIGA	MONTAGEM

APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DE DADOS DO 7º PAVIMENTO

LEVANTAMENTOS DE DADOS 7º PAVIMENTO				
DATA	HOMENS	HORAS	ELEMENTO CONSTRUTIVO	TIPO DE SERVIÇO
28/09/2023	4	3	PILAR	MONTAGEM
28/09/2023	1	6	VIGA	CORTE
29/09/2023	4	1	PILAR	MONTAGEM
29/09/2023	1	8	VIGA	CORTE E DOBRA
29/09/2023	4	7	VIGA	DOBRA
02/10/2023	5	1	VIGA	TRANSPORTE PARA O LOCAL DA MONTAGEM
02/10/2023	4	5	PILAR	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
02/10/2023	1	7	VIGA	CORTE E DOBRA
03/10/2023	1	9	VIGA	CORTE E DOBRA
03/10/2023	4	2	VIGA	MONTAGEM
03/10/2023	4	4	PILAR	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
04/10/2023	4	5	VIGA	MONTAGEM
04/10/2023	1	5	VIGA	CORTE E DOBRA
04/10/2023	5	4	VIGA	MONTAGEM
05/10/2023	4	3	PILAR	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
05/10/2023	4	3	VIGA	MONTAGEM
05/10/2023	5	1	VIGA	TRANSPORTE PARA O LOCAL DA MONTAGEM
05/10/2023	1	8	VIGA	CORTE E DOBRA
05/10/2023	4	2	PILAR	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
06/10/2023	3	8	VIGA	MONTAGEM
06/10/2023	1	1	VIGA	CORTE E DOBRA
06/10/2023	1	7	LAJE	CORTE E DOBRA
09/10/2023	3	8	VIGA	MONTAGEM
09/10/2023	1	8	LAJE	CORTE E DOBRA
09/10/2023	4	0,5	VIGA	TRANSPORTE PARA O LOCAL DA MONTAGEM
10/10/2023	3	5	VIGA	MONTAGEM
11/10/2023	1	1	LAJE	CORTE E DOBRA
13/10/2023	1	4	VIGA	CORTE E DOBRA
16/10/2023	5	6	VIGA	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
17/10/2023	5	5	VIGA	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
18/10/2023	5	3	LAJE	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
18/10/2023	1	1	VIGA	MONTAGEM
18/10/2023	2	1	VIGA	MONTAGEM
18/10/2023	5	1	VIGA	MONTAGEM
18/10/2023	3	2	VIGA	ENGATE
19/10/2023	4	1	PILAR	MONTAGEM
19/10/2023	4	6	VIGA	ENGATE
19/10/2023	4	2	LAJE	MONTAGEM
20/10/2023	5	5	LAJE	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
20/10/2023	5	3	LAJE	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO

23/10/2023	5	2	LAJE	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
23/10/2023	2	5	LAJE	MONTAGEM
24/10/2023	2	3	LAJE	MONTAGEM

APÊNDICE D – LEVANTAMENTO DE DADOS DO 8º PAVIMENTO

LEVANTAMENTOS DE DADOS 8º PAVIMENTO				
DATA	HOMENS	HORAS	ELEMENTO CONSTRUTIVO	TIPO DE SERVIÇO
10/10/2023	3	2	PILAR	DOBRA
10/10/2023	1	9	PILAR	CORTE
11/10/2023	3	2	PILAR	CORTE E DOBRA
11/10/2023	4	1	PILAR	TRANSPORTE PARA O LOCAL DA MONTAGEM
11/10/2023	3	5	PILAR	MONTAGEM
11/10/2023	1	4	PILAR	CORTE
13/10/2023	3	8	PILAR	MONTAGEM
13/10/2023	1	1	PILAR	MONTAGEM
16/10/2023	5	4	PILAR	MONTAGEM
17/10/2023	5	4	PILAR	MONTAGEM
18/10/2023	5	1	PILAR	MONTAGEM
24/10/2023	1	6	VIGA	CORTE
24/10/2023	3	2	VIGA	DOBRA
25/10/2023	1	5	VIGA	CORTE E DOBRA
25/10/2023	3	5	VIGA	DOBRA
25/10/2023	4	2	VIGA	DOBRA
25/10/2023	4	2	VIGA	MONTAGEM
25/10/2023	1	4	VIGA	CORTE E DOBRA
26/10/2023	1	9	VIGA	CORTE E DOBRA
26/10/2023	4	9	VIGA	MONTAGEM
27/10/2023	1	5	VIGA	CORTE E DOBRA
27/10/2023	4	7	VIGA	MONTAGEM
30/10/2023	1	4	VIGA	CORTE E DOBRA
30/10/2023	4	5	VIGA	MONTAGEM
30/10/2023	4	4	PILAR	TRANSPORTE ATÉ O PAVIMENTO DE EXECUÇÃO
31/10/2023	1	9	VIGA	CORTE E DOBRA
31/10/2023	4	7	PILAR	ENGATE
31/10/2023	4	2	VIGA	MONTAGEM

APÊNDICE E – COMPOSIÇÕES DE CUSTO DO SINAPI PARA CADA DIÂMETRO, CORTE E DOBRA

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.048/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92800		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	43059	ACO CA-60, 4,2 MM, OU 5,0 MM, OU 6,0 MM, OU 7,0 MM, VERGALHAO	ATIVO	KG	1,07000
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00950
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,05810

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.049/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92801		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	ATIVO	KG	1,07000
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00510
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,03100

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.050/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92802		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	33	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	ATIVO	KG	1,11000
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00260
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01620

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.051/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92803		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

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

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARM.D.052/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92804		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	43055	ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM, VERGALHAO	ATIVO	KG	1,11000
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00080
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00480

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARM.D.053/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16,0 MM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92805		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	43055	ACO CA-50, 12,5 MM OU 16,0 MM, VERGALHAO	ATIVO	KG	1,11000
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00250

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARM.D.054/01	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 20,0 MM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92806		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	43056	ACO CA-50, 20,0 MM OU 25,0 MM, VERGALHAO	ATIVO	KG	1,14000
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00130

APÊNDICE F – COMPOSIÇÕES DE CUSTO DO SINAPI PARA CADA DIÂMETRO, MONTAGEM DE PILAR E VIGA

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARM.D.001/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92759		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	1,19000
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01750
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,10690
C	92800	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.002/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92760		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,97000
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01290
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,07900
C	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.003/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92761		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,74300
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00920
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,05610
C	92802	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.004/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92762		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,54300
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00640
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,03920
C	92803	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.005/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92763		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,36700
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00420
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,02570
C	92804	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.006/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92764		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,21200
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00320
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01940
C	92805	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.007/01	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92765		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,11300
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00250
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01520
C	92806	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 20,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

APÊNDICE G – COMPOSIÇÕES DE CUSTO DO SINAPI PARA CADA DIÂMETRO, MONTAGEM DE LAJE

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.010/01	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92768		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	2,11800
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01360
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,08360
C	92800	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.011/01	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92769		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	1,33300
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00980
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,05970
C	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.012/01	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92770		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,72800
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00660
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,04030
C	92802	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.013/01	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92771		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,35700
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00420
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,02590
C	92803	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.014/01	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92772		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	ATIVO	UN	0,14700
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00230
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01430
C	92804	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.015/01	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92773		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00200
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01210
C	92805	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.FUES.ARMD.016/01	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG
Código SIPCI		Situação
92774		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 06/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	ATIVO	KG	0,02500
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00180
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,01080
C	92806	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 20,0 MM. AF_06/2022	ATIVO	KG	1,00000