

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS DO TRABALHO
NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO DO
SERVIÇO DE ARMAÇÃO**

LAÍSA CRISTINA CARVALHO

SÃO CARLOS
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS DO TRABALHO
NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO DO
SERVIÇO DE ARMAÇÃO**

LAÍSA CRISTINA CARVALHO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutora em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Paliari

Co-orientador: Prof. Dr. Alessandro Ferreira Alves

São Carlos
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Laísa Cristina Carvalho, realizada em 30/11/2020.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Jose Carlos Paliari (UFSCar)

Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCar)

Profa. Dra. Gladis Camarini (UNICAMP)

Prof. Dr. Assed Naked Haddad (UFRJ)

Profa. Dra. Tatiana Gondim do Amaral (UFG)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Vanderlita e Aauto;
Ao meu irmão Lucas;
Ao meu amigo Thiago;
A todos os profissionais que buscam inovar a construção civil pela ciência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por tudo que me ensinou, pelos tropeços, erros e por me fazer levantar sempre... Não foi fácil chegar a esse momento de defesa, e a fé em Deus nos mantém firmes independente de tudo o que acontece na vida.

Agradeço aos meus pais Aduino e Vanderlita, pelo amor incondicional, por todo o apoio, compreensão e incentivo: com toda certeza, essa conquista é nossa. Ao meu irmão Lucas, por todo o carinho: sem a presença de vocês na minha vida, nada disso seria possível.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. José Carlos Paliari pela oportunidade dada, e por não desistir de me orientar, mesmo com a fase tumultuada de trabalho e doutorado, por acreditar no meu trabalho, pela compreensão em todos os momentos, pelos ensinamentos transmitidos e pelo seu valioso tempo de orientação. Quero deixar meu muito obrigada, pois foram seus puxões de orelha e advertências que me fizeram voltar ao prumo e focar para que pudesse chegar ao final dessa etapa: o senhor não contribuiu apenas na minha formação acadêmica, mas também e principalmente me fez uma pessoa melhor.

Agradeço também ao meu coorientador Alessandro, que todos os dias me lembrou de que precisava concluir o doutorado, e que tanto me ajudou na fase dos resultados estatísticos, sem falar no seu carinho e apoio. Sem o dia a dia que compartilhamos no trabalho, nada disso seria possível.

Não posso deixar de agradecer a todos os meus amigos e colegas de trabalho que estiveram e estão presentes em cada conquista acadêmica e pessoal, Carina, Wanderson e Simone, e tantos outros que não vou citar aqui, que sempre me deram apoio e conselhos.

Agradeço especialmente ao meu amigo e parceiro de todas as horas Thiago, por toda amizade, carinho, ajuda nas obras e coletas, que se desdobrou para que conseguíssemos todas as obras, visitas nas construtoras. Você foi e sempre será fundamental na minha caminhada, estando sempre presente me ajudando, aconselhando e apoiando em todos os momentos, não me deixando desistir e nem esmorecer.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio com a concessão de bolsa de estudo durante o Mestrado e pelo período de aproximadamente um ano no Doutorado.

Enfim, agradeço a todos que têm passado na minha vida e contribuído para minha formação pessoal e profissional.

EPÍGRAFE

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.
(Marthin Luther King)

RESUMO

A construção civil é uma das atividades que mais gera empregos no país, porém ainda possui métodos construtivos tradicionais, mas também com grande avanço tecnológico. A quantidade de trabalhadores nessa área é bastante significativa, devido à diversidade de atividades existentes em uma edificação. No caso do serviço de armação, as atividades são executadas, em sua maioria, manualmente e solicitam diferentes graus de esforços que, quando aplicados de modo recorrente, com ferramentas e equipamentos impróprios e postos de trabalho inadequados, podem causar danos à saúde e ao conforto do trabalhador. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo relacionar as condições ergonômicas do posto de trabalho com a produtividade da mão de obra na execução do serviço de armação, estabelecendo uma relação de causa-efeito. Assim a condução dessa pesquisa é baseada no levantamento de campo na execução do serviço de armação em 37 canteiros de obras, com a obtenção de indicadores de produtividade da mão de obra e avaliação ergonômica do trabalho com base em três instrumentos de análise ergonômica (*Ergonomic Workplace Analysis* - EWA, Equivalente Metabólico - MET e *Occupational Repetitive Actions* - OCRA) e análise estatística sobre quais condições ergonômicas influenciam a produtividade da mão de obra, bem como a sua intensidade de influência. A originalidade desta tese consiste no estabelecimento da relação estatística entre as condições ergonômicas detectadas e a produtividade da mão de obra na execução do serviço de armação de pilares de vigas. De acordo com a análise estatística aplicada à amostra, as condições ergonômicas resultantes da aplicação dos instrumentos MET e OCRA se mostraram influenciadoras da produtividade da mão de obra, enquanto esta influência não foi detectada estatisticamente por meio da aplicação do instrumento EWA. Como contribuições, além do estabelecimento de uma equação de predição da produtividade da mão de obra com base nas condições ergonômicas detectadas por meio da aplicação dos instrumentos de avaliação ergonômica MET e OCRA, destaca-se também o procedimento estatístico adotado que pode ser generalizado para estudos de mesma natureza considerando outras atividades do serviço de armação ou até mesmo outros serviços.

Palavras-chave: Armadura. Condições Ergonômicas. Produtividade.

ABSTRACT

Civil construction is one of the activities that generates more jobs in the country, however it still has traditional construction methods, but also with great technological advancement. The number of workers in this area is quite significant, due to the diversity of activities existing in a building. In the case of the reinforcing steel service, tasks are performed manually and request different degrees of effort, which when applied recursively, with tools and equipment unsuitable and inadequate workplace, may cause damage to the health and comfort of workers. In this context, this study aims to relate the ergonomic conditions of the workplace with the productivity of the workforce in the execution of the reinforcing steel service, establishing a cause-effect relationship. Thus, the conduct of this research is based on a field survey in the execution of the reinforcing steel service in 37 construction sites, with the achievement of labor productivity indicators and ergonomic work evaluation based on three ergonomic analysis instruments (Ergonomic Workplace Analysis - EWA, Metabolic Equivalent - MET and Occupational Repetitive Actions - OCRA) and statistical analysis on which ergonomic conditions influence labor productivity, as well as their intensity of influence. The originality of this thesis consists in the establishment of the statistical relationship between the ergonomic conditions detected and the productivity of the labor force in the execution of the beam, column reinforcement service. According to the statistical analysis applied to the sample, the ergonomic conditions resulting from the application of MET and OCRA instruments were found to influence labor productivity, while this influence was not detected statistically through the application of the EWA instrument. As contributions, in addition to establishing an equation for predicting labor productivity based on the ergonomic conditions detected through the application of the ergonomic assessment instruments MET and OCRA, the statistical procedure adopted can also be highlighted, which can be generalized for studies of a similar nature considering other activities of the reinforcing steel service or even other services.

Keywords: Reinforcement Steel. Ergonomic Conditions. Productivity.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Bases de dados consultadas	26
QUADRO 2 – <i>Strings</i> utilizadas na RBS	26
QUADRO 3 – Periódicos e número de artigos.....	28
QUADRO 4 – Quantidade de artigos publicado nos periódicos	29
QUADRO 5 – Lacunas científicas no contexto internacional e nacional	33
QUADRO 6 - Principais Instrumentos de Análise Ergonômica	46
QUADRO 7 - EWA: variáveis ergonômicas, fatores de avaliação e indicadores.....	48
QUADRO 8 - Tipos de Atividade	53
QUADRO 9 - Elementos para determinação do multiplicador para força.....	55
QUADRO 10 - Síntese para as principais articulações do membro superior.....	56
QUADRO 11 - Elementos para determinação do multiplicador para empenho postural.....	56
QUADRO 12 - Elementos para determinação do multiplicador para a estereotipia.....	56
QUADRO 13 - Elementos para determinação do multiplicador para fatores complementares	57
QUADRO 14 - Elementos para determinação do multiplicador para os períodos de recuperação.....	57
QUADRO 15 - Elementos para determinação do multiplicador para duração da tarefa	58
QUADRO 14 - Classificação dos resultados do índice OCRA.....	58
QUADRO 17 – <i>Checklist</i> de acordo com o item 18.8 da NR 18	75
QUADRO 18 – Parâmetros para análise do coeficiente de Pearson.	80
QUADRO 19 – Caracterização geral das empresas	83
QUADRO 20 – Características dos trabalhadores (armadores)	85
QUADRO 21 – Características dos canteiros de obras	87
QUADRO 22 - Resultados obtidos: EWA	91
QUADRO 23 - Resultados obtidos: MET	93
QUADRO 24 – Comparativo entre resultados obtidos pela aplicação dos instrumentos MET e EWA.....	94
QUADRO 25 - Resultados obtidos no OCRA	96
QUADRO 26 – Potenciais Fatores Influenciadores	104

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Gasto Energético no Amarre de Barras	95
TABELA 2 – RUP Cumulativa, RUP Potencial e $\Delta RUP_{\text{Cumulativa-Potencial}}$	97
TABELA 3 – RUPs Cumulativas (Hh/kg) em relação às faixas de RUPs da Tabela SINAPI (2017).....	99
TABELA 4 – Análise Descritiva das Variáveis – Fatores Influenciadores da Produtividade da mão de obra	108
TABELA 5 – Análise Descritiva – Agrupamento Forma de pagamento: por produção e mensal.....	112
TABELA 6 – Análise Descritiva – Agrupamento Tipo de Edificação: térreo e sobrado	116
TABELA 7 – Análise Descritiva – Agrupamento Tipo de fornecimento de aço: em barras e pré-cortado/pré-dobrado.....	118
TABELA 8 – Análise de relações dos fatores influenciadores e a produtividade	121
TABELA 9 – Valores de RUP Potencial: comparação entre valores obtidos nos canteiros de obras e os obtidos pela equação de predição	128

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Modelo para RBS	25
FIGURA 2 – Produtividade da mão de obra	38
FIGURA 3 – Modelo dos Fatores para produtividade na construção	42
FIGURA 4 – Esquema geral da abordagem (Etapas da AET)	43
FIGURA 5 – Função integradora da atividade de trabalho	45
FIGURA 6 - Elevação Normal	49
FIGURA 7 - Elevação com Agachamento	49
FIGURA 8 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (pescoço-ombro)..	50
FIGURA 9 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (cotovelo-punho)..	50
FIGURA 10 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (costas)	50
FIGURA 11 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (quadril-pernas)..	51
FIGURA 12 - Quadro de Avaliação do Risco de Acidente.....	51
FIGURA 13 - Como avaliar atenção	52
FIGURA 14 - Esquema para o serviço de armação.....	60
FIGURA 15 - Recebimento e estocagem do aço.....	62
FIGURA 16 - Corte e dobra do aço na central de armação.....	62
FIGURA 17 - Aço pré-cortado e pré-dobrado	63
FIGURA 18 - Armadura pré-montada.....	64
FIGURA 19 – Exemplo do serviço de armação	64
FIGURA 20 – Exemplo de armadura	65
FIGURA 21 – Cobrimento	65
FIGURA 22 – Barras de aço em camadas	65
FIGURA 23 – Estribos	66
FIGURA 24 – Exemplo de armadura positiva e negativa	66
FIGURA 25 – Delineamento da pesquisa	70
FIGURA 26 – Etapas do fluxograma dos processos abordadas nesta pesquisa.....	72
FIGURA 27 – Árvore de fatores para montagem de armação abordados nesta pesquisa	74
FIGURA 28 – RUP's do oficial associadas à Montagem de Armadura de Pilar e Viga: Obra A - Exemplificação.....	77
FIGURA 29 – Resultados obtidos no MET – Obra A - Exemplificação	78
FIGURA 30 - Posturas do trabalhador durante a confecção da armadura	90

FIGURA 31 - Posturas do trabalhador – Tronco e Pescoço.....	92
FIGURA 32 – Faixa de variação de RUP para a montagem das armaduras – SINAPI (2017)	98
FIGURA 33 – Histograma RUP Potencial, Δ RUP e RUP Cumulativa	109
FIGURA 34 – Histograma Quantidade de Aço.....	110
FIGURA 35 – Histograma MET, EWA e OCRA	110
FIGURA 36 – Histograma MET – Pagamento por Produção e Mensal	113
FIGURA 37 – Histograma Quantidade de Aço – Pagamento por Produção e Mensal	114
FIGURA 38 – Histograma OCRA – Pagamento por Produção	114
FIGURA 39 – Histograma OCRA – Pagamento Mensal	115
FIGURA 40 – Coeficientes de correlação dos fatores influenciadores da produtividade da mão de obra.....	126

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Contexto Geral.....	18
1.2 Justificativa e fundamentação.....	20
1.3 Revisão bibliográfica sistemática	24
<i>1.3.1 LACUNA CIENTÍFICA E HIPÓTESE DE PESQUISA</i>	32
1.4 Questão de Pesquisa	34
1.5 Objetivos.....	34
<i>1.5.1 OBJETIVO GERAL</i>	34
<i>1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	34
1.6 Delimitação da Pesquisa.....	35
1.7 Limitação da pesquisa	35
1.8 Aprovação no Comitê de Ética da UFSCar	35
1.9 Estrutura do texto	35
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	37
2.1 Produtividade na indústria da construção civil.....	37
2.2 Produtividade da mão de obra	37
2.3 Fatores que influenciam a produtividade.....	40
2.4 Modelo dos fatores	41
2.5 Ergonomia	42
2.6 Instrumentos de Análise Ergonômica do Trabalho	45
<i>2.6.1 EWA</i>	47
<i>2.6.2 MET</i>	52
<i>2.6.3 OCRA</i>	54
2.7 Aspectos do processo de produção do serviço de armação no canteiro de obras.....	58

2.7.1 AÇOS PARA ARMADURAS DE CONCRETO ARMADO	60
2.7.2 MODALIDADES DE FORNECIMENTO DO AÇO NOS CANTEIROS DE OBRAS.....	62
2.7.3 ARMAÇÃO – CONDIÇÕES BÁSICAS.....	64
2.8 Considerações Finais	68
3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA.....	69
3.1 Estratégia de pesquisa.....	69
3.2 Delineamento da Pesquisa	70
3.3 Detalhamento das Etapas de Pesquisa	70
3.4 Considerações Finais	81
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	82
4.1 Caracterização das empresas	82
4.2 Caracterização dos Trabalhadores	83
4.3 Caracterização dos Canteiros de Obras	87
4.4 Caracterização do serviço de armação.....	88
4.5 Resultados e discussões acerca dos Instrumentos de Análise Ergonômica.....	89
4.5.1 RESULTADOS EWA	89
4.5.2 RESULTADOS MET.....	92
4.5.3 RESULTADOS OCRA	95
4.6 Resultados e discussões acerca da Produtividade da Mão de Obra.....	97
4.7 Resultados e discussões sobre a causa-efeito das condições ergonômicas na produtividade.....	100
4.7.1 POTENCIAIS FATORES INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE.....	100
4.7.2 FATORES INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA: ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS.....	106
4.7.3 FATORES INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA: ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS POR AGRUPAMENTO	111

4.7.3.1 <i>FORMA DE PAGAMENTO</i>	111
4.7.3.2 <i>TIPO DE EDIFICAÇÃO</i>	115
4.7.3.3 <i>TIPO DE FORNECIMENTO DE AÇO</i>	117
4.7.4 <i>RESULTADOS E DISCUSSÕES PARA A RELAÇÃO ENTRE A CONDIÇÕES ERGONÔMICAS E A PRODUTIVIDADE</i>	119
4.7.4.1 <i>INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA - MET</i>	123
4.7.4.2 <i>INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA - OCRA</i>	124
4.7.4.3 <i>INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA - EWA</i>	125
4.7.5 <i>EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA DE FATORES DE ERGONOMIA</i>	125
4.7.6 <i>VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA DE FATORES DE ERGONOMIA</i>	127
4.8 <i>Considerações finais</i>	129
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	131
5.1 <i>Sobre a produtividade da mão de obra</i>	131
5.2 <i>Sobre as condições ergonômicas detectadas com a aplicação dos instrumentos de avaliação ergonômica</i>	131
5.3 <i>Sobre os fatores influenciadores na produtividade da mão de obra no serviço de armação (produção de armaduras para vigas e pilares)</i>	132
5.3 <i>Sugestões para trabalhos futuros</i>	133
REFERÊNCIAS	134
APÊNDICE A – Questionários semiestruturados	139
APÊNDICE B – Sequência de operações da tarefa realizada pelos armadores em cada obra	140
APÊNDICE C – MET Obras	161

APÊNDICE D – OCRA Obras	167
APÊNDICE E – Produtividade Obras	180

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto Geral

A construção civil é um dos segmentos de maior empregabilidade no país. Mesmo diante dos momentos de crise que se tem vivenciado devido à pandemia do COVID-19, ainda é um setor de destaque dentre todos os segmentos empresariais que teve suas atividades mantidas por ser considerado um serviço essencial à população, o qual passou por grande ampliação nas últimas décadas e que ainda possui métodos construtivos tradicionais, mas também com grande avanço tecnológico. Cabe ressaltar que a quantidade de trabalhadores nessa área é expressiva, oferecendo vagas para todas as categorias de profissionais.

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 2017), o setor é responsável por empregar um número significativo de trabalhadores quando comparado a outros setores. Corrobora essa informação a questão que neste ano foram empregados cerca de 2,7 milhões de trabalhadores, número superior aos 2,5 milhões em 2016 e 1,6 milhões em 2015.

Sendo a construção civil um setor ainda conservador e tradicionalista, mesmo com os avanços tecnológicos, ainda prevalece o trabalho braçal e a realização de tarefas que demandam grande esforço físico, que são executadas por trabalhadores com pouco ou nenhum nível de escolaridade (IIDA, 2005). Conforme demonstra a Agência Brasil a atividade desenvolvida por este setor é considerada perigosa e expõe os trabalhadores a diversos riscos ocupacionais, com especificidades e intensidades que dependem do tipo da construção analisada, da etapa da obra e da forma de condução dos programas e ações de segurança e saúde no trabalho (EBC, 2020).

Esta afirmação é confirmada pelos dados do atual Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho (AEAT)¹ que aponta que em 2017 ocorreram 549.405 acidentes de trabalho em todo o país, sendo 30.025 na construção civil, equivalente a 5,46% de todos os casos. Do mesmo modo, o número de afastamentos do emprego, por mais de 15 dias devido às atividades profissionais, somou um total de 142.782, sendo 11.894 profissionais da construção civil, o que representa 8,3% do total.

¹ É importante destacar que o último AEAT é de 2017. Não houve nenhuma outra pesquisa posterior.

Isso pode ser justificado devido ao canteiro de obras ser um local inóspito devido à fadiga física, estresse e outros fatores gerados por grande quantidade de trabalhos manuais e a cobrança intensa por altos índices de produção e, conseqüentemente, melhor produtividade.

Observa-se, portanto, uma estreita relação entre produtividade e condições ergonômicas nos postos de trabalho, em que se imagina que melhores condições ergonômicas podem levar a melhores índices de produtividade, sem prejuízo à saúde do trabalhador.

Assim, o tema produtividade da mão de obra está alicerçado no Modelo dos Fatores e amplamente difundido no meio acadêmico e profissional do mercado de construção civil. O tema ergonomia, por sua vez, será tratado por meio da Análise Ergonômica do Trabalho com a aplicação de três instrumentos de análise ergonômica com resultados quali-quantitativos: *Ergonomic Workplace Analysis* (EWA), Equivalente Metabólico (MET) e *Occupational Repetitive Actions* (OCRA).

Ainda, pode-se observar, com os estudos de Hamza *et al.* (2019) e Ghate, Minde (2016), que a produtividade vem sendo estudada para propor melhorias as condições de trabalho, em que variáveis que são apontadas por estudos ergonômicos vêm sendo destaque nos estudos de produtividade, tais como: formas de pagamento, condição climática, *layout* do canteiro, trabalho extra não programado, temperatura, segurança, condições no local, dentre outros.

O principal objetivo desta tese é sua contribuição para responder e preencher a lacuna do conhecimento na área de construção civil que consiste no estabelecimento da *relação estatística* entre indicadores de produtividade da mão de obra e as condições ergonômicas do trabalho na execução do serviço de armação, conforme será descrito/justificado nos itens 1.2 e 1.3, a seguir.

Deste modo, as contribuições deste trabalho transcendem o campo acadêmico na medida que os resultados poderão fomentar postura e políticas pontuais (empresas), regionais (SINDUSCON) e, até mesmo, nacional, com benefícios diretos aos trabalhadores, empresas e à nação brasileira.

1.2 Justificativa e fundamentação

O gerenciamento da produtividade tornou-se um grande problema para a indústria da construção, uma vez que o custo da mão de obra compreende cerca de 50% a 60% do custo global (SINDUSCON-MG, 2020), sendo que bons índices de produtividade garantem o sucesso da obra, além, evidentemente, de outros fatores tais como custos, qualidade, etc.

Soma-se a isto o fato de o setor da construção civil absorver considerável contingente de mão de obra, com funções variadas, muito em razão das características intrínsecas deste setor, em que, na sua maioria, utiliza processos construtivos com predominância de mão de obra com pouca qualificação e exercendo suas atividades em condições muitas vezes de modo inadequado (PEINADO, 2019).

Assim, o grande desafio da construção civil, levando-se em consideração estas características intrínsecas do setor, consiste em aumentar a produtividade e garantir simultaneamente a segurança de seus trabalhadores, uma vez que os processos de construção são variáveis e as atividades têm durações irregulares (FORDE; BUCHHOLZ, 2004). Outro fator relevante é a cobrança por melhores índices de produtividade que pode conduzir a um ritmo de trabalho intenso, possibilitando o aparecimento de distúrbios osteomusculares que podem levar à incapacidade permanente e a afastamentos por períodos indeterminados (INYANG *et al.*, 2012).

No panorama atual do setor da construção civil, a produtividade é uma preocupação constante para qualquer construtora se estabelecer no mercado de forma competitiva, enfrentando a grande concorrência e a exigência cada vez maior por parte dos clientes. Os primeiros estudos sobre produtividade surgiram no início do século XX, sendo que, para Taylor, o precursor é o casal Gilbreth com o "Estudo de Tempos e Movimentos", abordando os benefícios de estudar a produção a partir da observação dos processos de trabalho (ETTINGER, 1964).

A partir dos estudos de Taylor, formaram-se dois novos campos de pesquisa. De um lado, a Ergonomia, com o intuito de contribuir na concepção de meios e postos de trabalho adaptados às características do homem, objetivando saúde e produtividade (SANTOS *et al.*, 1997). Por outro lado, foi dado um passo importante na Administração Científica, com o estudo dos fatores que influenciam o homem no setor da produção.

Com tais estudos, foi possível identificar que a produtividade pode ser melhorada através de elementos associados à interação do ambiente de trabalho com o trabalhador (ETTINGER, 1964).

A mensuração da produtividade é uma ação importante para gestão da mão de obra, uma vez que a melhoria da produtividade traz benefícios para construtora no âmbito econômico e social. Deste modo, a execução das obras da construção civil depende de um recurso valioso, a mão de obra, não apenas por representar alta porcentagem do custo total, mas, principalmente, em função de se estar lidando com seres humanos, que têm uma série de necessidades que devem ser supridas (SOUZA, 2006).

A produtividade da mão de obra pode ser influenciada por vários fatores, sendo que estes fatores podem ser classificados em dois grupos: um grupo relacionado ao conteúdo de trabalho e outro associado ao contexto de trabalho. Além desses fatores que ocorrem em condições normais de trabalho, deve-se levar em consideração as anormalidades que ocorrem durante o processo de produção, pois estas também influenciam a produtividade da mão de obra (SOUZA, 1996; SOUZA, 2006).

Ainda segundo este autor, compreender a natureza dos fatores que podem interferir na produtividade se faz necessário para que se possa observá-los durante a coleta de dados e verificar se estes realmente são potencialmente influenciadores da produtividade da mão de obra.

Vários estudos sobre produtividade foram desenvolvidos no meio acadêmico, mas nenhum estudo relacionou estatisticamente os fatores ergonômicos com a produtividade da mão de obra efetivamente, conforme verificado na Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), sendo esta relação o objeto de estudo dessa tese. De acordo com RBS realizada, observou-se que os estudos sobre ergonomia citam que esta condicionante influencia a produtividade, porém nenhum estudo fez o aprofundamento ou comprovação dessa relação causa-efeito de forma estatística.

Nas últimas décadas, a indústria da construção civil passou a se destacar entre os demais segmentos empresariais pela sua capacidade de gerar empregos diretos e indiretos e por sua importância econômica. No entanto, apresenta sérios problemas em

relação às condições de trabalho, produtividade, baixa qualificação e altos índices de acidentes (EBC, 2020).

Esses dados são justificados pelo processo de produção da construção civil, que tradicionalmente é caracterizado pela movimentação dos trabalhadores, equipamentos, ferramentas e materiais em áreas que circundam o espaço ocupado pelo produto que está sendo construído, ou seja, o produto é fixo, enquanto os trabalhadores se movimentam por todo o canteiro de obras (VIVAN, 2011). Esta movimentação se dá para que os trabalhadores, durante a realização de suas tarefas, possam executá-las de modo seguro e adequado.

Para Silva (2012), a construção civil oferece uma variedade de fatores que predispõe o trabalhador a condições de trabalho adversas, por apresentar instalações inadequadas, falta de uso de equipamentos de proteção individual e coletivo, falta de treinamentos, má organização do ambiente de trabalho, dentre outras.

A indústria da construção está em uma busca constante por novas tecnologias, visando a melhoria dos serviços e produtos, aplicando essas inovações tanto no processo produtivo quanto na gestão da organização. Com isso, surgem problemas durante as modificações e sua implementação, e esses, em sua maioria, refletem no aspecto humano, em que o homem precisa se adequar a todas as mudanças no processo produção, sendo que essas mudanças nem sempre se adaptam ao homem (SILVA, 2012).

Cabe ressaltar que o trabalho deve ser adaptado ao homem e não o contrário e que esta adaptação ocorre através da análise do trabalhador em seu posto de trabalho ao executar suas atividades. As atividades da construção civil expõem seus trabalhadores a múltiplos fatores que provocam riscos ergonômicos (posturas, força, vibração, repetição, risco ambiental, estresse, etc.) que podem ocasionar o desenvolvimento de doenças musculoesqueléticas. O desenvolvimento desses distúrbios resulta em atrasos no cronograma e gastos com benefícios previdenciários por incapacidade ou auxílio-doença (INYANG *et al.*, 2012).

Embora não haja pesquisas recentes para investigar a fundo os fatores causais para epidemiologia e lesões musculoesqueléticas, é possível afirmar que a indústria da construção não teve suas tarefas totalmente ligadas como parte de suas práticas de

segurança. Por isso, se faz necessário a incorporação de avaliações ergonômicas para as tarefas da construção visando garantir a curto e longo prazo os índices de produtividade (RAY; TEIZER, 2012). Ainda, segundo os autores, quando as condições de trabalho são melhoradas, reduzindo-se a fadiga física, o bem-estar do trabalhador aumenta, o que torna o posto de trabalho mais produtivo.

Para melhorar as condições do posto de trabalho e, com isso, garantir uma melhora nos índices de produtividade, torna-se imprescindível a aplicação de métodos de avaliação que busquem a descrição dos fatores que precisam ser melhorados no posto, a partir da observação do comportamento dos trabalhadores e da declaração ou revelação de preferências (BINS ELY; TURKIENICZ, 2005).

Tendo como foco principal a ergonomia aplicada à construção civil, o presente trabalho propõe a relação da ergonomia com a produtividade, buscando demonstrar que um posto de trabalho com condições ergonômicas adequadas pode garantir que a produtividade do trabalhador seja melhor devido à sua satisfação e ao menor desgaste físico.

Assim, a ergonomia deve ser incorporada nesse contexto para melhorar as condições de trabalho, sendo o elo entre homem-máquina, ou seja, é uma ferramenta para o estudo da adaptação do trabalho ao homem (IIDA, 2005). A ergonomia tem como objetivo produzir conhecimentos sobre a atividade de trabalho, buscando a segurança, satisfação e bem-estar dos trabalhadores, assim como identificar os riscos ergonômicos devido à variedade de fatores que atingem a construção civil e propor o tratamento adequado consistem em evitar prejuízos para empresas e trabalhadores em função de afastamentos, absenteísmos e incapacidades de trabalho (FALZON, 2007).

A utilização da ergonomia como ferramenta visando a melhoria da qualidade e produtividade de serviços na construção civil é um grande desafio diante da dificuldade da aplicação de resultados, devido ao nível de diversidade de tarefas, a precariedade e improvisação encontrados dentro do ambiente de trabalho (CORRÊA, 2015).

Na construção civil, a ergonomia busca a melhoria das condições de trabalho para se alcançar bons níveis de qualidade e produtividade, sendo importante analisar quais fatores do posto de trabalho determinam o baixo índice de produtividade e qualidade, procurando propor soluções que amenizem as cargas de trabalho (QUIESI,

2014). Com isto, se pretende preservar a saúde do trabalhador, deixando apto a produzir com mais eficiência a sua atividade ou tarefa prescrita.

Dessa forma, conceitualmente, o presente estudo demanda por uma sólida base teórica, pois as teorias e a própria proposição deste trabalho não são de uso corrente na construção civil. Todo o desenvolvimento do estudo será baseado nos conceitos da Ergonomia a partir dos princípios da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), em que esses conceitos são aplicados a partir da intervenção ergonômica, que pode ser feita através de: observação direta, registro das diversas variáveis fisiológicas do trabalhador, medidas do ambiente físico (ruído, iluminação, vibração, temperatura, umidade, etc.) e coleta de dados relacionados a informações gerais do posto em estudo (GUÉRIN *et al.*, 2001). É importante ressaltar nesse processo da participação dos trabalhadores que não deve ser limitada a uma simples coleta de opiniões, mas deve servir de grande auxílio na descrição da realidade do trabalho.

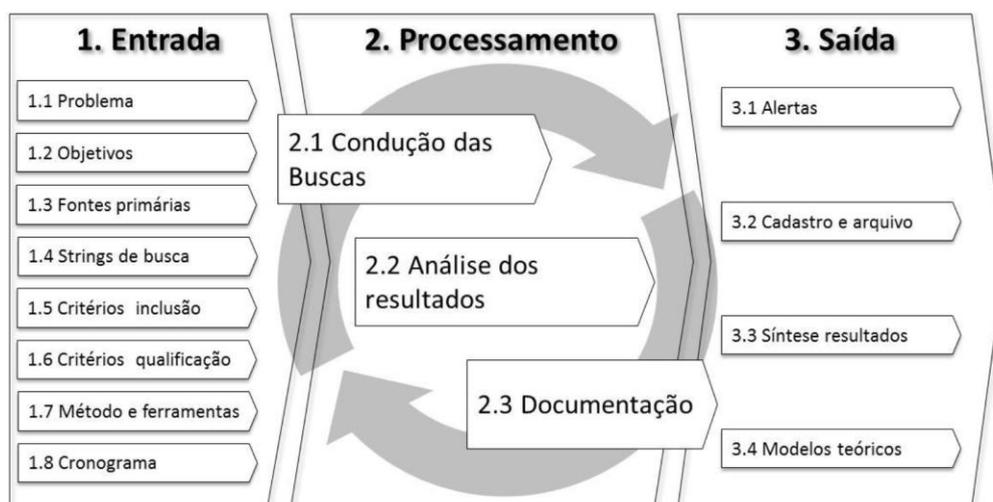
1.3 Revisão bibliográfica sistemática

A revisão bibliográfica sistemática (RBS) foi utilizada com intuito de se encontrar as principais publicações acerca do tema em questão. Conforme descreve Biolchini *et al.* (2007), a RBS pode ser compreendida como um método empregado para mapear trabalhos que foram publicados no tema de pesquisa alvo, possibilitando ao pesquisador a capacidade de elaborar um resumo do conhecimento existente (publicado).

O resultado da aplicação de uma RBS necessita, portanto, de comprovar que o que o resultado da pesquisa desenvolvida contribui de modo inovador para a área do conhecimento proposto (LEVY; ELLIS, 2006).

Autores como Conforto, Amaral e Silva (2011) ponderam que, com a utilização da RBS, o pesquisador pode obter buscas mais qualificadas, envolvendo o estado da arte do tema em discussão. Tais autores ainda sugerem um modelo para o desenvolvimento da RBS fundamentado em outras publicações. Tal modelo pode ser entendido na Figura 1, em que se apresenta suas 15 etapas, divididas em 3 fases: entrada, processamento e saída.

FIGURA 1 – Modelo para RBS



Fonte: Conforto, Amaral e Silva (2011)

É importante lembrar que existem outros modelos que podem ser usados para análise e conhecimento do atual estágio de conhecimento acerca do tema de pesquisa e trabalhos publicados na área. Diante do que foi expresso, é necessário descrever que os resultados da RBS aqui desenvolvida são indicativos de artigos publicados em periódicos de relevância para a área do estudada em questão.

Por conseguinte, de acordo com o modelo escolhido, a RBS foi desenvolvida conforme as etapas apresentadas na Figura 1, sendo cada uma delineada a seguir satisfazendo a nomenclatura atribuída pelos autores do modelo.

Etapa 1.1 Problema: nessa etapa considerou-se que o significado do problema seja o ponto de partida para a RBS, de modo que este pôde ser ordenado por uma pergunta a ser respondida pela revisão bibliográfica. Considerando o problema de pesquisa desta tese e os objetivos da RBS, apresenta se a pergunta da tese: *Qual a influência das condições ergonômicas do trabalho na produtividade de mão de obra na execução do serviço de armação?*;

Etapa 1.2 Objetivos: os objetivos da RBS para a tese são: averiguar as publicações que abordam a análise ergonômica na construção civil e a produtividade como fator impactante nas condições ergonômicas, vislumbrar o estado da arte acerca do tema que abrange o problema de pesquisa, assim como encontrar publicações que tratam estatisticamente a relação entre ergonomia e produtividade da mão de obra;

Etapa 1.3 Fontes Primárias: essa etapa compreende as fontes primárias compostas por artigos, periódicos ou bases de dados. Assim, se pôde associar periódicos com algumas bases de dados, conforme demonstrado no Quadro 1:

QUADRO 1 – Bases de dados consultadas

Base de Dados	Principais periódicos
<i>Engineering Village Elsevir</i>	<i>Journal of Architectural Engineering, Journal of Construction Engineering and Management, Safety and Health at Work, Safety Science; International Journal Production Economics</i>
<i>Science Direct</i>	<i>Building and Environment; Journal of Building Engineering; Applied Ergonomics; International Journal of Industrial Ergonomics, International Journal of Construction Management</i>
<i>Periódicos Capes</i>	<i>Directory of Open Access Journals; Brazilian Journal of Production Engineering; Gestão & produção; International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health; Pesquisa & desenvolvimento engenharia de produção; Web of Science; Ambiente Construído; Scielo; International Journal of Science and Engineering</i>
<i>Cadernos Técnicos</i>	<i>CBIC, SINAPI</i>

Fonte: Autora

Etapa 1.4 Strings de Busca: as *strings* usadas nos sistemas de busca são um conjunto de palavras-chave acompanhantes a condicionantes de expressões booleanas do tipo “OR”, “AND” e “NOT”, dependendo da necessidade do pesquisador. Portanto, no Quadro 2, são apresentadas as *strings* que foram consideradas importantes para o problema de pesquisa dessa pesquisa.

QUADRO 2 – Strings utilizadas na RBS

String	Composição
1	<i>ergonomics</i>
2	<i>ergonomics AND civil construction</i>
3	<i>ergonomics AND civil construction AND productivity</i>
4	<i>reinforcement steel AND ergonomic conditions AND productivity</i>
5	<i>productivity AND ergonomics</i>
6	<i>reinforcement steel AND civil construction</i>
7	<i>Ergonomia AND construção civil</i>
8	<i>Ergonomia AND armação AND construção civil</i>
9	<i>Produtividade AND ergonomia</i>
10	<i>AECO AND ergonomic</i>
11	<i>AEC AND ergonomic</i>
12	<i>Ergonomic Workplace Analysis (EWA)</i>
13	<i>Occupational Repetitive Actions (OCRA)</i>
14	<i>Equivalente Metabólico (MET)</i>

Fonte: Autora

A condicionante “AND” foi usada na tentativa de induzir os mecanismos de busca a pesquisar artigos cujos conteúdos relacionem as palavras-chave da composição.

A escolha das palavras-chave se deu a partir da leitura preliminar de artigos, pertinentes a tese e por estas estarem relacionadas entre si, com o intuito de facilitar a triagem dos artigos nos mecanismos de busca.

Ainda foram consultadas dissertações e teses em bibliotecas digitais de algumas universidades que possuem grupos de pesquisa relacionados ao tema estudado, como UFSCar, USP, UFRGS, Unicamp, UFSM, dentre outras. Também foi utilizado o Google Scholar® para complementar a pesquisa.

Etapa 1.5 Critérios de inclusão: no momento de escolha dos critérios foi necessário levar em conta os objetivos propostos nessa tese, na tentativa de se encontrar o que há de mais recente em publicações e, portanto, entender as lacunas do conhecimento a respeito da avaliação ergonômica do trabalho do serviço de armação e como esse fator pode interferir na produtividade. Na concretização desses critérios foi realizada a leitura das publicações, obedecendo a uma seguinte sequência de leitura: leitura do título, resumo e palavras-chave; leitura da introdução e considerações finais; leitura completa do artigo.

Etapa 1.6 Critérios de qualificação: o critério de qualificação busca analisar e avaliar a “qualidade” da publicação selecionada, conforme alguns parâmetros: quantidade de citações; fator de impacto da revista; método de pesquisa entre outros elementos.

Etapa 1.7 Método e ferramentas: nesta RBS, o método de busca adotado foi: acesso às bases de dados buscando artigos publicados num período de quinze anos (2005-2020); digitação das palavras-chave; busca de artigos dos últimos quinze anos; análise dos resultados seguindo parâmetros como a qualificação dos periódicos e armazenamento dos resultados.

Etapa 1.8 Cronograma: o cronograma é a última etapa da Fase 1 que recomenda a definição de um prazo para a conclusão da RBS. Nessa pesquisa da tese, o prazo estipulado para a conclusão dessa revisão foi de dois meses.

De acordo com o modelo adotado para essa RBS, proposto por Conforto, Amaral e Silva (2011), com o findar da Fase 1 inicia-se a Fase 2. Como observado na

Figura 1, a Fase 2 é composta de três etapas, sendo: Etapa 2.1 Condução das buscas; Etapa 2.2 Análise dos resultados e Etapa 2.3 Documentação.

Etapa 2.1 Condução das buscas: as buscas tiveram início na base de dados conforme já apresentado anteriormente, utilizando nessas bases as *strings* definidas. Foi criado um documento paralelo a tese, apenas para controle do pesquisador para registros de todo material encontrado e a seleção destes. O Quadro 3 apresenta os principais periódicos usados e a quantidade de artigos encontrados. Salienta-se que as strings as quais não foram encontrados artigos relevantes não estão apresentadas neste Quadro. Em relação à string “*reinforcement steel AND ergonomic conditions AND productivity*”, sendo essa alicerçada aos temas principais da tese, assim não houve retorno de artigos relacionados ao tema.

QUADRO 3 – Periódicos e número de artigos

Base de Dados	Strings	Total de artigos encontrados	Total de artigos que passaram nos filtros	Total de artigos originais (excluir os que se repetem)
Science direct	<i>ergonomics AND civil construction</i>	50	15	12
	<i>ergonomics AND civil construction AND productivity</i>	17	4	3
Engineering Village Elsevir	<i>ergonomics AND civil construction</i>	75	10	10
	<i>ergonomics AND civil construction AND productivity</i>	22	8	5
	<i>productivity AND ergonomics</i>	15	4	3
Scielo	<i>Ergonomia AND armação AND construção civil</i>	12	3	2
	<i>Ergonomia AND armação AND construção civil</i>	9	2	2
	<i>ergonomics AND civil construction</i>	21	6	6

Fonte: Autora

O Quadro 4, a seguir, demonstra a quantidade de artigos publicados nos Periódicos e quantos deles foram selecionados para essa tese.

QUADRO 4 – Quantidade de artigos publicado nos periódicos

Periódicos Científicos	Quantidade de artigos publicados	Quantidade de artigos selecionados
<i>Journal of Construction Engineering and Management</i>	10	4
<i>Applied Ergonomics</i>	7	4
<i>International Journal of Construction Management</i>	5	1
<i>International Journal Production Economics</i>	5	1
<i>International Journal of Industrial Ergonomics</i>	12	3
<i>Safety and Health at Work</i>	6	2
<i>Brazilian Journal of Production Engineering</i>	5	2
<i>Journal of Building Engineering</i>	9	2
<i>Safety Science</i>	13	1
<i>International Journal of Science and Engineering</i>	1	1
<i>Total</i>	73	21

Fonte: Autora

Etapa 2.2 Análise dos resultados: para os artigos escolhidos na RBS, foi realizada, portanto, a leitura completa do texto e interpretação dos resultados. Ao todo foram selecionados *vinte e um artigos*, sendo que apenas *oito* deles foram selecionados como os principais resultados da RBS, pois atenderam ao menos um critério de inclusão.

- 1) - **An intelligent framework for productivity assessment and analysis of human resource from resilience engineering, motivational factors, HSE and ergonomics perspectives** (Azadeh e Zarrin, 2016) – o artigo publicado no *Safety Science* analisa uma estrutura inteligente para avaliação de produtividade e análise de recursos humanos em uma planta petroquímica. A eficiência e eficácia da equipe é avaliada considerando três conceitos, incluindo engenharia de resiliência (RE), fatores motivacionais no ambiente de trabalho e saúde, segurança, meio ambiente e ergonomia (SMS). A ideia principal do artigo é identificar os fatores que afetam a produtividade que envolvem a mão de obra na empresa.
- 2) - **Contributing factors in construction accidents** (Haslam *et al.*, 2005) – o artigo publicado no *Applied Ergonomics* analisa as questões mais relevantes as situações de trabalho. Os principais fatores relacionados aos acidentes foram: problemas decorrentes dos trabalhadores ou da equipe de trabalho (70% dos acidentes), local de trabalho problemas (49%), deficiências com equipamentos (56%), problemas com adequação e condição dos materiais (27%), e deficiências com gestão de risco (84%). A partir de uma abordagem de sistemas

ergonômicos, foi proposto um modelo, indicando a forma em que fatores gerenciais, de design e culturais moldam as circunstâncias encontradas no local de trabalho, dando origem aos atos e condições que, por sua vez, levam a acidentes.

- 3) **Construction labour productivity: review of factors identified** (Hamza *et al.*, 2019) – o artigo publicado no *International Journal of Construction Management* analisa a produtividade do trabalho na indústria da construção, observando que a produtividade tem um efeito direto de impacto na competitividade das pequenas e médias empresas. Assim o objetivo deste artigo é identificar os fatores relacionados a produtividade que podem contribuir de forma negativa ou positiva.
- 4) **Ergonomic assessment and workstation design of shipping crane cabin in steel industry** (Kushwaha e Kane, 2016) – o artigo publicado no *International Journal of Industrial Ergonomics* demonstra que a ergonomia desempenha um papel vital para melhorar a saúde e a produtividade no local de trabalho, além de redesenhá-lo. Todas as indústrias indianas que tomaram a iniciativa de redesenhar seus locais (postos) de trabalho para superar vários distúrbios musculoesqueléticos (MSD) e lesões relacionadas ao trabalho tiveram ganhos significativos na produtividade. Este artigo tem como estudo de caso uma usina siderúrgica integrada, em que a maioria dos operadores da grua (guindaste) sofria continuamente de dores musculares em diferentes partes do corpo. A partir dos dados coletados, foi proposto um novo projeto, sendo realizada a verificação de compatibilidade do projeto por meio de uma avaliação rápida do membro superior pela ferramenta de análise ergonômica RULA, em que todas as incompatibilidades foram verificadas e a intervenção ergonômica se mostrou eficiente.
- 5) **Productivity and ergonomic risk in human based production systems: A job-rotation scheduling model** (Mossa *et al.*, 2016) – o artigo publicado no *International Journal Production Economics* mostra que, em tarefas manuais, os trabalhadores são expostos a vários riscos, como os distúrbios musculoesqueléticos (MSDs). Neste contexto, uma alta produção leva a uma alta carga de trabalho físico, o que leva ao risco ergonômico. Tradicionalmente,

questões de ergonomia e desempenho humano foram investigados separadamente. No entanto, este artigo mostra que uma descrição de componentes humanos é necessária para avaliar conjuntamente desempenho do sistema de produção e avaliação do risco dos trabalhadores de MSDs, usando como método de análise ergonômica o OCRA, amplamente reconhecido como um instrumento eficaz para a avaliação de risco de MSDs relacionados ao trabalho do membro superior.

- 6) **Ergonomics in Work Method to Improve Construction Labor Productivity** (Sumarningsih, Wibowo, Wardani, 2016) – o artigo publicado no *International Journal of Science and Engineering* demonstra que a produtividade é uma questão importante na indústria da construção, em que é influenciada por muitos fatores, sendo que o trabalho é o fator mais importante. A produtividade do trabalho é influenciada pelos métodos de trabalho, fadiga física, ambiente de trabalho, capacidade e complexidade do trabalho. O artigo ainda aponta que, para melhorar a produtividade, é importante considerar a aplicação dos princípios da ergonomia.
- 7) **Implementing ergonomics in construction to improve work performance** (Damaj *et al.*, 2016) – o artigo publicado no *Applied Ergonomics* demonstra que o sistema construtivo convencional sofre com vários problemas relacionados com a produtividade, o que causa atrasos e custos excessivos. Assim, há a necessidade de investigações sobre as causas dessas ineficiências, pois, com o trabalho ruim, as condições reduzem a qualidade e a eficiência dos processos de trabalho. Desta forma, a ergonomia, definida como o estudo e otimização da eficiência dos trabalhadores em seu ambiente de trabalho, traz melhorias de segurança e produtividade por meio da melhoria das condições de trabalho.
- 8) **Joint-Level Vision-Based Ergonomic Assessment Tool for Construction Workers** (Yantao Yu *et al.*, 2019) - *Journal of Construction Engineering and Management* mostra que os trabalhadores da construção estão rotineiramente sujeitos a riscos ergonômicos, sendo necessária uma avaliação ergonômica para reduzi-los. No entanto, a natureza diversa e dinâmica dos canteiros de obras torna difícil coletar dados de postura dos trabalhadores para avaliação ergonômica sem intromissão. Portanto, este artigo propõe uma ferramenta de

avaliação ergonômica baseada em visão de nível comum para trabalhadores da construção para fornecer avaliações ergonômicas automáticas e detalhadas dos trabalhadores da construção com base em vídeos de construção.

Etapa 2.3 Documentação: os artigos selecionados foram salvos em arquivo paralelo do pesquisador. Após passarem pelos critérios de inclusão foram, então, armazenados na planilha, para posterior listagem de referências.

Assim sendo, a segunda fase proposta se encerra e se apresenta a última fase do modelo, que é composta por quatro etapas.

Etapa 3.1 Alertas: os responsáveis por este modelo aconselham que, durante as investigações, o pesquisador insira “alertas” nos periódicos ou nas bases de dados, com intuito de que o pesquisador seja informado a respeito de novas publicações que abordam as palavras-chave pesquisadas, considerando uma boa ação e de utilidade para o rastreamento de novos artigos de pertinentes ao tema. Durante essa RBS, foram designados alertas com base nas palavras-chave das *strings*, permitindo, assim, que as bases de dados enviem mensagens eletrônicas caso haja qualquer nova publicação;

Etapa 3.2 Cadastro e arquivo: este modelo indica que os resultados da RBS sejam devidamente guardados para uso futuro. Assim, conforme já mencionado anteriormente, os artigos escolhidos foram devidamente arquivados;

Etapa 3.3 Síntese e resultados: esta etapa versa na elaboração de um documento que representa a síntese da bibliografia estudada, identificando o estado do conhecimento pesquisado;

Etapa 3.4 Modelos teóricos: de acordo com os resultados obtidos na RBS, essa etapa embasa a construção modelos teóricos e conseqüentemente a definição das hipóteses. Portanto, é descrito a seguir o que foi considerado como sendo a lacuna científica de interesse nesta pesquisa, possibilitando a formulação da hipótese de pesquisa.

1.3.1 LACUNA CIENTÍFICA E HIPÓTESE DE PESQUISA

Diante dos resultados encontrados nesta RBS, de modo geral, existe maior incidência de publicações em temas voltados para melhorias nos processos relacionados direta ou indiretamente com as condições ergonômicas, melhorias nos *layouts* dos

ambientes dos postos de trabalho de outros segmentos industriais. Ainda são poucos os estudos voltados ao tema dessa tese.

As *strings* usadas, como as palavras-chave, demonstraram uma problemática no que envolve sua correlação dentre os artigos escolhidos. Os artigos selecionados debatem sobre a ergonomia, produtividade e construção civil, porém, nenhum deles propõe ou faz referência à necessidade da avaliação ergonômica e suas condições como um dos fatores que interferem diretamente na produtividade. O serviço de armação em nenhum dos artigos analisados tem relação direta ou indireta com as condições ergonômicas.

Publicações oriundas de instituições nacionais demonstraram a inexistência de pesquisas voltadas, tanto para o desenvolvimento da avaliação ergonômica nos postos de trabalho da construção civil quanto para a produtividade como um fator que pode ser afetado por essas condições. Observa-se, deste modo, que duas lacunas, de âmbito internacional e nacional, podem ser identificadas, como resumido no Quadro 5:

QUADRO 5 – Lacunas científicas no contexto internacional e nacional

Contexto	Lacuna
Internacional	Considerando linhas de pesquisa que seguem a avaliação da ergonomia no posto de trabalho, não há nenhuma menção do que se pretende realizar nessa tese, tal fato pode ser justificado por outros países adotarem outros sistemas construtivos; Quando se aborda a avaliação ergonômica do trabalho nos postos no serviço de armação, as publicações existentes não exploram as relações e os impactos entre a ergonomia e a produtividade de forma estatística.
Nacional	Não foram encontradas publicações que tratem da pesquisa e também não há estudos que contemplem as condições ergonômicas como fatores determinantes nos serviços da construção civil com base numa inferência estatística.

Fonte: Autora

Deste modo, observa-se que, pela falta de pesquisas relacionadas ao objeto dessa tese, existe uma demanda significativa por estudos mais aprofundados, tendo em vista os resultados da RBS e a importância do tema para o desempenho da construção civil. No item a seguir é apresentada a questão de pesquisa e hipótese que remete ao preenchimento das lacunas, e que foram respondidas com os resultados da tese.

1.4 Questão de Pesquisa

Diante do exposto, esta pesquisa será guiada para responder a seguinte questão de pesquisa:

Qual a relação estatística entre as condições ergonômicas do trabalho na produtividade de mão de obra na execução do serviço de armação?

Por sua vez, esta questão de pesquisa está alicerçada na seguinte hipótese de pesquisa:

As condições ergonômicas do trabalho afetam os indicadores de produtividade da mão de obra na execução do serviço de armação, conforme os índices ergonômicos encontrados através dos instrumentos de análise.

1.5 Objetivos

1.5.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é relacionar estatisticamente as condições ergonômicas do posto de trabalho com a produtividade da mão de obra na execução do serviço de armação com o auxílio de três instrumentos de análise ergonômica (EWA, MET e OCRA), estabelecendo uma relação de causa-efeito.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter indicadores através dos instrumentos de análise ergonômica que retratem as condições ergonômicas de trabalho na execução do serviço de armação em obras do tipo térrea e sobrados;
- Obter indicadores de produtividade da mão de obra na execução do serviço de armação nas obras estudadas;
- Analisar estatisticamente a influência das condições ergonômicas na produtividade da mão de obra na execução das armaduras;
- Detectar a intensidade da influência das condições ergonômicas na produtividade da mão de obra a partir da proposição de uma equação de predição da produtividade da mão de obra em função destas.

1.6 Delimitação da Pesquisa

As proposições deste trabalho limitam-se a **montagem de armaduras para pilares e vigas**, sendo o estudo voltado a **edificações térreas e sobrados** (dois pavimentos), uma vez que é o tipo de construção mais comum nos municípios do Sul de Minas Gerais analisados. Ressalta-se que não serão discutidas questões relativas a outros tipos de edificações ou de outras regiões do estado de Minas Gerais ou do Brasil.

1.7 Limitação da pesquisa

No que tange a análise e coleta de dados realizada nas obras, é importante lembrar que no ano de 2020 a pandemia referente ao Covid-19 interferiu no planejamento de campo, de modo que não foi possível realizar a coleta em um número maior de municípios do Sul de Minas, ou ainda um número maior de obras e em outras etapas do serviço de armação, como, por exemplo, a montagem de armadura para lajes.

1.8 Aprovação no Comitê de Ética da UFSCar

Para realização desta pesquisa, o projeto de pesquisa foi apresentado ao Comitê de Ética da Universidade, através da Plataforma Brasil, sendo a pesquisa aprovada pelo comitê conforme código CAAE 96316618.1.0000.5504.

1.9 Estrutura do texto

Esta tese está estruturada em cinco capítulos, sendo este primeiro introdutório, no qual se apresentou a relevância da pesquisa e seus objetivos.

No segundo capítulo apresenta-se a fundamentação teórica, onde são abordados os conceitos de produtividade, o contexto geral da ergonomia, a análise ergonômica do trabalho e o serviço de armação.

O terceiro capítulo destina-se ao método de pesquisa, procedimentos e instrumentos utilizados para pesquisa de campo e análise da correlação entre a produtividade da mão de obra e as condições de ergonomia na execução do serviço de armação.

O quarto capítulo traz os resultados e discussões, em que são apresentadas as obras estudadas, a caracterização da empresa, trabalhadores e canteiro de obras, além

dos dados coletados em relação a ergonomia e produtividade. É composta também pela análise da relação de causa-efeito entre as condições e a produtividade da mão de obra.

Por fim, o quinto e último capítulo são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho realizado, assim como sugestões para trabalhos futuros.

Além destes capítulos, esta tese é estruturada também em 5 apêndices. A saber:

- Apêndice A – Questionário Semi Estruturado
- Apêndice B – Sequência de operações da tarefa realizada pelos armadores em cada obra
- Apêndice C – MET Obras
- Apêndice D – OCRA Obras
- Apêndice E – Produtividade Obras

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O pilar de desenvolvimento deste trabalho é constituído pelos princípios de produtividade e ergonomia aplicados ao serviço de armação. Assim, serão expostos a seguir os principais conceitos relacionados aos dois temas envolvidos nesta pesquisa.

2.1 Produtividade na indústria da construção civil

A incessante busca por melhores índices de produtividade é um dos principais objetivos das construtoras. Com o acontecimento da globalização, a produtividade passou a ser um diferencial competitivo para todos os setores. Portanto, a atividade produtiva na construção civil não é imune a esse processo (SILVA *et al.*, 2009).

A produtividade na construção civil é definida como a quantidade de trabalho realizada num apurado tempo, normalmente em horas, atendendo à relação entre recursos utilizados e recursos obtidos, podendo assim chegar a parâmetros de produtividade elevados.

Assim, o alcance de uma gestão eficiente no processo de produção das construtoras torna necessário o conhecimento do nível de desempenho possível a ser obtido. Desse modo, os gestores terão subsídios para identificar falhas e saber o momento exato para intervenções e ações corretivas em relação ao processo (ARAÚJO, 2000).

Segundo Thomas e Yakoumis (1987), a medição da produtividade é uma importante ferramenta de gestão, podendo desenvolver a implementação de políticas de redução de custos ou até a ampliação da motivação para o trabalho. Ainda segundo os autores, essa medida pode, até mesmo, servir como ponto de partida para todas as discussões essenciais à melhoria da indústria da construção civil.

2.2 Produtividade da mão de obra

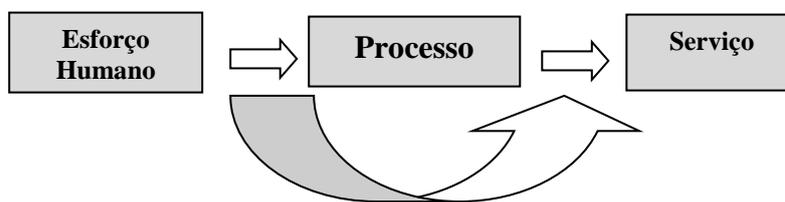
Como já citado anteriormente, a competitividade do mercado da construção e a exigência cada vez maior por parte dos consumidores pela qualidade estão fazendo com que as construtoras busquem melhorias nos seus processos construtivos e redução nos custos. Uma meta importante a ser considerada para que as empresas alcancem esse objetivo é o aumento da produtividade nas distintas etapas dos processos construtivos da produção da edificação (MELO *et al.*, 2014).

Grande parte das empresas das construtoras tem como premissa que os problemas durante a execução de uma obra originam-se no canteiro de obras e devem ser resolvidos no âmbito operacional. Todavia, a falta de uma visão estratégica para a obra interfere na produtividade e causa perdas alistadas às ações no canteiro de obras e também às ações da empresa como um todo (SACOMANO *et al.*, 2004). A insuficiência de mão de obra qualificada vem impactando na produtividade dos serviços, desde aqueles tradicionais e, principalmente, nos processos considerados como novos na construção, como exemplo, a execução de formas metálicas, argamassa projetada e paredes de concreto (GUIMARÃES, 2012).

Diante dessa realidade, observa-se que para aperfeiçoar é preciso controlar a produtividade e, para isto, a sua mensuração é imprescindível, possibilitando a comparação de indicadores de processos construtivos voltados à produção (COSTA *et al.*, 2013). Deste modo, esta pesquisa busca analisar os índices de produtividade, representados pelo indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP) a fim de relacioná-los aos índices ergonômicos e, para isso, se faz necessário conhecer os conceitos básicos de produtividade e como mensurá-la.

O termo produtividade pode ser definido como sendo a combinação entre a efetividade (quão bem os resultados são alcançados) e a eficiência (quão bem os recursos são utilizados na busca dos resultados) de um determinado sistema produtivo (MAEDA, 2002). Ou seja, a produtividade consiste na relação entre as entradas de um processo e as saídas do mesmo (PALIARI; SOUZA, 2008).

FIGURA 2 – Produtividade da mão de obra



Fonte: Adaptado de SOUZA (2001)

A produtividade da mão de obra (PMO) é mensurada pela RUP, segundo indicado anteriormente na Figura 2, que relaciona os homens-hora (Hh) despendidos (entradas do processo) às quantidades de produtos obtidos (quantidade de serviço), ou

seja, as saídas do processo (PALIARI; SOUZA, 2008). A RUP é calculada matematicamente de acordo com a equação:

$$RUP = Hh/QS \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

Hh = homens-hora despendidos na execução do serviço

QS = quantidade de serviço executado pela mão de obra em determinado tempo

A RUP é calculada levando se em consideração a quantidade "líquida" de serviço executado e o tempo que os trabalhadores estão disponíveis para o trabalho, ou seja, são considerados tanto os tempos produtivos quanto improdutivo. Para o serviço de armação a coleta de dados tange a coleta de homens-hora (Hh) e a quantidade de serviço executado (QS). Busca se observar a ocorrência de eventuais anormalidades, ou seja, o surgimento de situações não previstas no processo de produção das armaduras, e que paralisam e/ou diminuem o ritmo do referido processo. A coleta de homens-hora ocorre em função das tarefas (pilar, viga e laje) e suas respectivas subtarefas (pré-montagem e/ou montagem final) (SALIM NETO, 2009).

Conforme Souza (2006), o indicador de produtividade pode ser rotulado de acordo com sua abrangência e o intervalo de tempo relacionado às entradas e saídas. Quando a RUP é analisada conforme sua abrangência, esta é classificada em **RUP Oficial** (associada à mão de obra dos oficiais envolvidos diretamente na produção), **RUP Direta** (além dos homens-hora correspondentes aos oficiais, incluem-se também as horas correspondentes aos ajudantes envolvidos diretamente com a produção) e **RUP Global** (envolve toda a mão de obra relacionada com o serviço em análise). Com relação ao intervalo de tempo, tem-se a **RUP Diária** (produtividade diária dos envolvidos no processo), **RUP Cumulativa** (produtividade acumulada durante um período) e **RUP Cíclica**, adotada quando o serviço possui ciclos de produção bem definidos (por exemplo, a cada pavimento, a cada semana, etc.).

O autor ainda diz que a RUP Diária indica o efeito dos fatores presentes no dia de trabalho, enquanto a RUP Cumulativa indica a tendência de desempenho do serviço, amenizando, assim, os efeitos ocasionados pelos dias anormais ocorridos durante o período de execução do serviço analisado.

Além dessas RUP's, calcula-se também a **RUP Potencial** que corresponde a mediana dos valores da RUP Diária menores à RUP Cumulativa final. Segundo Souza

(2006), a RUP Potencial é equivalente a “*um valor de RUP Diária² associado à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores de RUP Diária detectados*”.

2.3 Fatores que influenciam a produtividade

Para compreensão da produtividade é necessário entender que alguns fatores podem influenciar na produtividade das empresas: inovação, infraestrutura, educação, gestão e leis/burocracia. Tais fatores, associados ou não, desempenham importante influência no desenvolvimento/produtividade, sobretudo do setor industrial (CBIC, 2017).

Slack *et al.* (2002) demonstram que para uma organização possuir qualidade e produtividade, é necessário planejar em detalhes as ações atuais e futuras, de tal modo que possa atingir seus objetivos e conquistar clientes. Devendo ainda entender os fatores que influenciam na produtividade da organização.

Mojahed e Aghazadeh (2007) apontam como fatores de maior relevância na influência da produtividade os fatores: “habilidades e experiência da força de trabalho”, “gestão”, “planejamento”, “motivação dos trabalhadores” e “disponibilidade de materiais”. Os autores ainda sugerem que é imprescindível um comprometimento em todas as partes com o intuito de aumentar a produtividade.

Os autores Nasirzadeh e Nojedehi (2013) realizaram uma pesquisa sobre trabalhos realizados nos últimos anos sobre tais fatores: Hanna (2005) - Impacto das horas extras. Hanna *et al.* (2008) - Avaliação dos turnos de trabalho. Westover *et al.* (2010) - Impacto da satisfação do trabalhador e o compromisso organizacional. Goodrum *et al.* (2009) - Constataram que as atividades apresentam significativa melhora no longo prazo quando implementadas mudanças na tecnologia de materiais. Watkins *et al.* (2009) - Mostraram que o congestionamento em canteiros de obras pode reduzir a produtividade.

Portanto, conhecer os fatores que influenciam a produtividade é tão importante quanto a forma de mensurá-la.

² A RUP Potencial se refere também valor de RUP Cíclica ou Periódica associado à sensação de bom desempenho e que, ao mesmo tempo, mostra-se factível em função dos valores de RUP's Cíclica e Periódica, respectivamente detectados

2.4 Modelo dos fatores

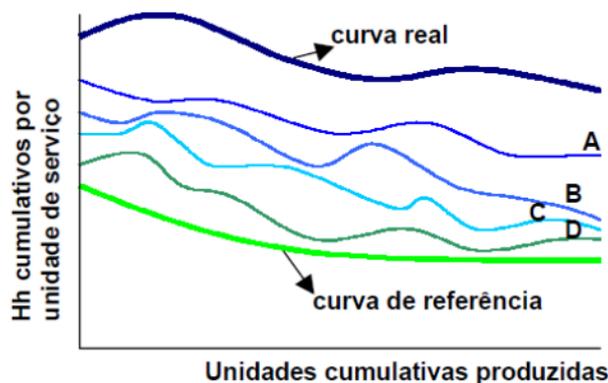
O modelo de medição e análise da produtividade da mão de obra voltado exclusivamente para a indústria da construção civil foi proposto por Thomas e Yiakoumis (1987) e adaptado à realidade brasileira em estudos propostos pela Universidade de São Paulo (USP), em particular pelo prof. Ubiraci Espinelli Lemes de Souza em sua tese intitulada “Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado” (SOUZA, 1996). Assim, esta tese é embasada nesse “Modelo dos Fatores”.

O Modelo dos Fatores se diferencia de outros modelos porque foca na produtividade da equipe de trabalhadores, levando em consideração o efeito da curva de aprendizagem e inclusão de vários outros fatores que podem ser mensurados (ARAÚJO e SOUZA, 2001). Ou seja, a simples apropriação de índices de produtividade não será tão importante, ou útil, caso não esteja associada ao seu entendimento.

Thomas e Yiakoumis (1987) descrevem que a teoria do Modelo dos Fatores admite que o trabalho de uma equipe é afetado por certa quantidade de fatores que podem simular o seu desempenho aleatório ou sistematicamente. O efeito cumulativo dos distúrbios ocasionados por estes fatores cria uma curva de real produtividade, podendo esta apresentar uma forma bem irregular, dificultando sua interpretação. Contudo, se os efeitos destes fatores puderem ser matematicamente estudados e extraídos da curva real, obter-se-á uma curva que representará a produtividade de referência para o serviço em questão.

Ainda segundo os autores, o desempenho básico do serviço será representado pela curva, sendo este realizado dentro de certas condições de referência, somado a uma componente resultante das eventuais melhorias vindas das operações repetitivas. A Figura 3 mostra a ideia contida no Modelo dos Fatores.

FIGURA 3 – Modelo dos Fatores para produtividade na construção



Fonte: THOMAS; YIAKOMIS (1987) adaptado por Araújo (2005)

Assim, tem-se as curvas conforme explicam Araújo e Souza (2001):

- Curva real: representa um resultado hipotético de uma medição efetuada em campo;
- Curva A: mostra a produtividade real debitada dos efeitos das anormalidades eventualmente presentes;
- Curvas B, C e D: são obtidas a partir da curva “A” à medida em que se subtraem matematicamente os efeitos dos fatores normais influenciadores, levantados durante a coleta de dados;
- Curva de referência: mostra a produtividade obtível caso não houvesse influência de fatores que diferem da condição de referência.

2.5 Ergonomia

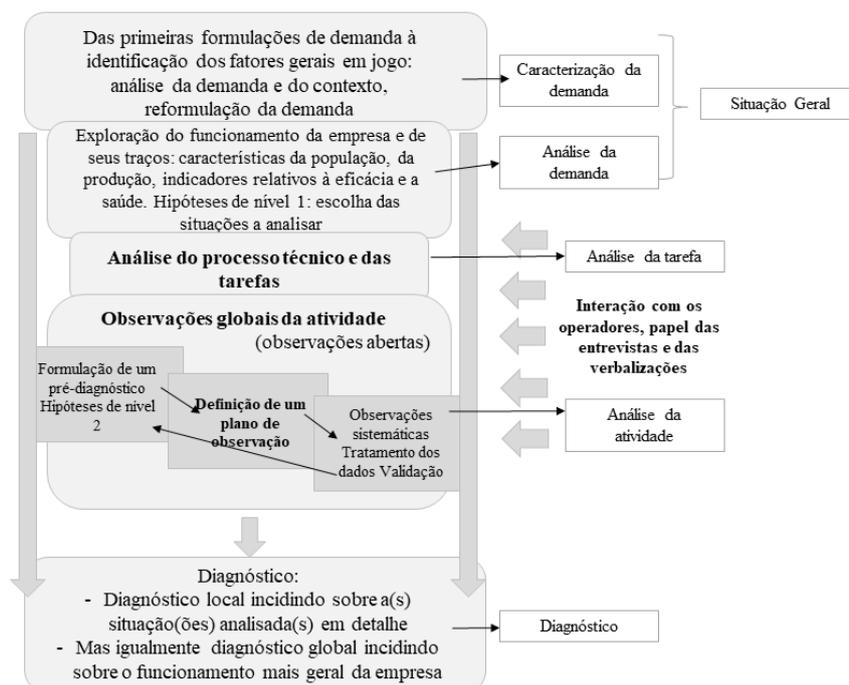
De forma eficaz, a proposição de correlação entre os índices ergonômicos e a produtividade precisa ser estruturada dentro da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), sendo considerada por Guérin *et al.* (2001) como o conhecimento de uma situação de trabalho, devido a um processo de construção e participação, fazendo com que se exija a compreensão das dificuldades e tarefas que porventura são enfrentadas para que o trabalhador possa atingir o desempenho e a produtividade exigida.

A AET é uma maneira de intervir no local (ambiente) de trabalho para que se possa estudar os problemas criados por diversas atividades decorrentes dentro do meio produtivo. A AET tem a intenção de entender a real situação de trabalho, com isso poder confrontar limitações, aptidões do trabalhador, identificar a criticidade das

situações, e através desse levantamento poder implantar sugestões de melhoria contínua dentro do ambiente de trabalho (WISNER, 2003). Levando em consideração o que autor descreve, a AET visa aprofundar e cada vez mais aproximar à compreensão geral das diversas dificuldades que são relacionadas com a organização do trabalho em que o trabalhador está inserido e como isso pode refletir nas prováveis ocorrências sejam elas lesões físicas ou através de alguns transtornos psicofisiológicos que os trabalhadores são submetidos.

Desta maneira, a análise ergonômica diante de uma situação de trabalho que já existe ou ainda está a ser projetada deve envolver a utilização da AET, com essa utilização se pode perceber a situação geral (demanda), do que foi prescrito na atividade, as condições físicas e organizacionais (tarefa) e de como a atividade é verdadeiramente executada pelo funcionário da obra. (DUL; WEERDMEESTER, 2004). Deste modo a Figura 4, a seguir, representa as etapas da AET.

FIGURA 4 – Esquema geral da abordagem (Etapas da AET)



Fonte: Adaptado de GUÉRIN *et al.* (2001)

A **situação geral** mescla a caracterização e análise da demanda, onde são coletados os dados gerais da empresa e o contexto o qual a empresa se insere, neste momento é identificada a real condição do problema exposto pela atividade em análise

levando em consideração todo o ambiente que a empresa está inserida, seja ele interno e externo e as condições de trabalho.

A **análise da tarefa** compreende e ajuda a assimilar dois aspectos: o trabalho prescrito (a instrução de trabalho) e as condições físicas para que a tarefa seja executada. Como consequência, a tarefa satisfaz em um primeiro instante um conjunto de objetivos que são propostos ao operador e a um conjunto de procedimentos determinados para atingir esses objetivos. Em um segundo momento a tarefa é combinada como sendo um princípio que impõe uma maneira de definir a atividade em relação ao tempo (GUÉRIN *et al.*, 2001).

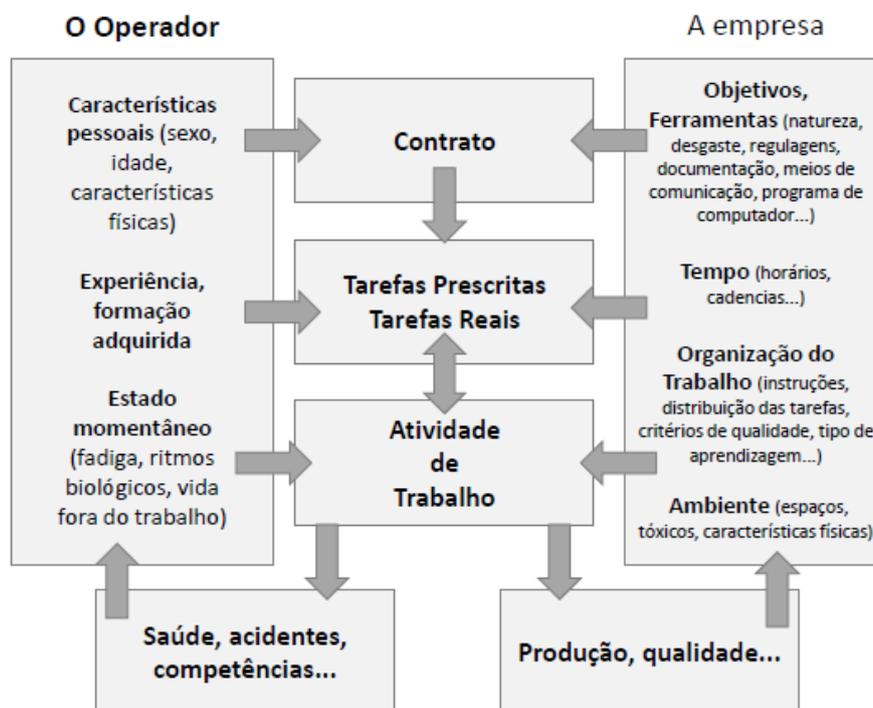
A **análise da atividade** é o momento no qual observa-se a maneira de operação do trabalhador, ou seja, o modo como ele realmente executa a atividade de trabalho. Guérin *et al.* (2001, p.26) define a atividade de trabalho como:

A atividade de trabalho é o elemento central que organiza e estrutura os componentes da situação de trabalho. É uma resposta aos constrangimentos determinados exteriormente ao trabalhador, e ao mesmo tempo é capaz de transformá-los. Estabelece, portanto, pela sua própria realização, uma interdependência e uma interação estreita entre esses componentes.

Desta maneira, a atividade é determinada como realmente é executada e a forma como o operador se mobiliza e executa a tarefa. A atividade deve ser finalizada com a intensão do objetivo que foi determinado e fixado para si, a partir do objeto da atividade. "*A atividade não se reduz ao comportamento. O comportamento é a parte observável, manifesta, da atividade. A atividade inclui o observável e o inobservável: a atividade intelectual ou mental*" (FALZON, 2007).

Igualmente, a atividade deve ser considerada como sendo base para analisar as questões ergonômicas do trabalho e é entendida da maneira que o trabalhador faz (para chegar aos objetivos o trabalhador precisa tomar diversas ações e decisões); de que maneira o operador trabalhador faz (ele usa de si para chegar aos objetivos); e os modos operatórios (algumas estratégias que podem ser adotadas pelo trabalhador para alcançar os objetivos que foram propostos) (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

FIGURA 5 – Função integradora da atividade de trabalho



Fonte: Adaptado de GUÉRIN *et al.* (2001)

Na Figura 5 pode-se verificar que de um lado tem-se o trabalhador e suas características (sexo, idade, altura, etc.) e, do outro, a organização com suas diretrizes (Procedimentos, funcionamento, objetivos, valores, etc.). No centro estão os fatores peremptórios para a ordenação do trabalho (contrato, tarefas prescritas, tarefas reais). Com base nessas combinações, surge a atividade de trabalho executada pelos operadores e essa atividade de trabalho pode, de alguma maneira, resultar em aspectos positivos para organização (produção, qualidade) e, como consequências, podem gerar alguns aspectos negativos para os trabalhadores (saúde, acidentes, competências). Por fim, de acordo com a análise da atividade de trabalho que é apresentado, a fase final da AET consiste no **diagnóstico** ergonômico que abrange o levantamento de todas as condições de execução, organizacionais e ambientais do trabalho.

2.6 Instrumentos de Análise Ergonômica do Trabalho

A ferramenta de análise ergonômica consiste, de maneira geral, no uso dos recursos de vários campos de conhecimento que vão permitir verificar, levantar, analisar e sistematizar a atividade e suas condições, aconselhando a observância e fazendo uso

de instrumentos de caráter qualitativo ou quantitativo, dos vários aspectos da interação humana versus elementos do sistema (MÁSCULO; VIDAL, 2011).

Inúmeros autores expõem maneiras de abordagens metodológicas, métodos, técnicas e ferramentas distintas para os fins a que a Ergonomia se propõe. O Quadro 6, a seguir, demonstra de maneira breve os principais e mais relevantes instrumentos de análise ergonômica.

QUADRO 6 - Principais Instrumentos de Análise Ergonômica

Instrumento	Dimensão	Objetivo
EWA	Física - Organizacional – Cognitiva	Espaço de trabalho; Atividade física geral/ Manuseio de cargas; Posturas e movimentos; Risco de acidente; Conteúdo e restrições do trabalho; Comunicação e contatos pessoais; Tomada de decisões; Repetitividade; Atenção; Iluminação; Temperatura; Ruído.
OCRA	Física	Identificar um procedimento para calcular um índice quantitativo, que represente os riscos associados aos movimentos repetitivos dos membros superiores, e estabelecer um número recomendado de movimentos por minuto, considerando algumas variáveis, tais como esforço físico, posturas dos membros superiores e pausas durante a jornada de trabalho.
MET	Física	Avaliar a intensidade física (Kcal/hora).
Rula	Física	Avaliar a postura do pescoço, tronco e membros superiores e relacionar com o esforço muscular e a carga externa a que o corpo está submetido.
OWAS	Física	Avaliar as posturas considerando a percepção dos trabalhadores e classificar em quatro grupos de recomendações para ações corretivas em escalas de tempo diferentes.
Niosh	Física	Determinar a carga máxima a ser levantada em um posto de trabalho.
REBA	Física	Avaliar a postura (tronco, pescoço, pernas, braços, antebraços e punhos) e a manipulação de cargas.
Moore & Garg	Física	Avaliar a intensidade do esforço; Frequência e duração do esforço por ciclo; Postura de mão/punho; Ritmo e duração de trabalho.
Snook	Física	Manipulação de carga (elevar, baixar, empurrar, puxar e carregar)
LMM	Física	Avaliar a amplitude (velocidade e aceleração de movimento da coluna vertebral).
PEO	Física	Avaliar a postura de trabalho e a força aplicada.
3D SSPP	Física	Avaliar a sobrecarga para as várias tarefas (elevar, carregar, empurrar e puxar carga) das articulações.
PLIBEL	Física - Organizacional	Avaliar as posturas e movimentos de trabalho e condições organizacionais e ambientais.
OSHA	Física	Avaliar a repetitividade de membro superior, postura, contato corporal, vibrações, ambiente e cadência de trabalho.
QEC -	Física	Avaliar posturas e repetitividade dos movimentos.
EJA	Física	Tem como foco avaliar a compreensão da natureza das interações entre o homem e o artefato, incluindo uma variedade de produtos, processos e ambiente.
SUE RODGERS	Física	Avaliar o esforço muscular (pescoço/ombro, costas, braços/cotovelos, punho/dedos e pés/dedos).

Fonte: Adaptado de Souza (2012)

Em grande parte, os instrumentos não abordam questões cognitivas e organizacionais, como se pode observar. De acordo com Souza (2012), este fato é devido a maior parte ser base nas ciências da saúde. Para este trabalho e para a realização das análises, serão adotados três instrumentos de análise ergonômica (EWA, MET e OCRA), que serão detalhados em seguida.

2.6.1 EWA

O *Ergonomic Workplace Analysis* (EWA) tem como objetivo e foco a atividade do trabalho, diagnosticar, propor e implementar melhorias, buscando sempre soluções que possam atender as demandas que permeiam às situações produtivas das empresas (OLIVEIRA; FONTES, 2011). Este instrumento é um procedimento criado pelo *Finnish Institute of Occupational Health* na Finlândia e que foi introduzido no Brasil de acordo com a tradução realizada pelo Prof. Dr. João Alberto Camarotto e sua equipe da UFSCar, que busca melhorar a compreensão das situações nos postos de trabalho.

Shida e Bento (2012) asseguram que o EWA, por conter uma estrutura sistemática, é muito completo, e deve ser utilizado tanto para constatar a qualidade das melhorias realizadas no posto de trabalho ou em suas tarefas, quanto para mensurar os riscos ergonômicos, e por consequência admite realizar diferentes comparações em diversos postos de trabalho, mantendo o mesmo tipo de atividade. Ainda de acordo com os autores toda elaboração do manual foi baseada “*na fisiologia do trabalho, biomecânica ocupacional, aspectos psicológicos, higiene ocupacional e em um modelo participativo da organização do trabalho*”. Seu aproveitamento é mais eficiente em trabalhos manuais e atividades que possam envolver movimentos manuais de materiais.

Desta maneira, a concepção do método foi elaborada com a intenção de disponibilizar um instrumento de análise ergonômica, que fosse adequado para captação dos gargalos e problemas sob diferentes aspectos nos locais de trabalho, e que pudesse se transformar em um material que fosse uma maneira de passar informações aos profissionais que estão envolvidos nesse processo (engenheiros, arquitetos, designers e especialistas da saúde), colaborando para uma simplificação de ações e a verificação das melhorias realizadas no posto de trabalho e nas tarefas, isso corrobora um melhor desenvolvimento de projetos novos com níveis de configurações cada vez mais seguras,

saudáveis e produtivas para os colaboradores. (SILVA *et al.*, 2009). O EWA relaciona 14 fatores importantes para servir de avaliação, de acordo com o Quadro 7, a seguir.

QUADRO 7 - EWA: variáveis ergonômicas, fatores de avaliação e indicadores

Variáveis	Fator de Avaliação	Indicadores
Biomecânicas	Atividade Física em geral	-
	Levantamento de Cargas	Altura do levantamento Distância das mãos Número de cargas levantadas Condições de levantamento
	Posturas de Trabalho e movimentos	Pescoço – ombros Cotovelo – pulso Costas Quadril – pernas
	Repetitividade do trabalho	-
Segurança	Risco de acidentes	Intensidade Gravidade
Psicológicas	Satisfação com o trabalho	-
	Atenção	-
Organizacionais	Restrições no trabalho	-
	Comunicação entre trabalhadores e contatos pessoais	-
	Tomada de decisões	-
Mobiliário – Espaço de trabalho	Características físicas	Área de trabalho horizontal Altura de trabalho Visão Espaço para as pernas Assento Ferramentas Manuais Outros equipamentos
Físico ambientais	Iluminação	-
	Temperatura	-
	Ruído	-

Fonte: SILVA *et al.* (2009)

Para essa pesquisa e análise do posto de trabalho serão utilizados alguns fatores de avaliação deste manual, com uma atenção mais específica para os itens a seguir relacionados:

- *Levantamento de carga;*
- *Risco de acidentes;*
- *Posturas de trabalho;*
- *Movimentos e nível de atenção requerida na atividade.*

Para análise do fator de avaliação “**levantamento de cargas**”, serão utilizadas duas tabelas de referência apresentadas no EWA: as Figuras 6 e 7 para elevação normal

e elevação com agachamento respectivamente. Este fator busca avaliar os riscos a que estão expostos o trabalhador durante a execução de sua atividade.

FIGURA 6 - Elevação Normal



					Distância das mãos em relação ao corpo – cm					
					< 30	30 – 50	50 - 70	> 70		
1	A carga pode ser facilmente elevada									
2	Carga abaixo de 18 Kg	Carga abaixo de 10 Kg	Carga abaixo de 8 Kg	Carga abaixo de 6 Kg						
3	Carga entre 18 Kg e 34 Kg	Carga entre 10 Kg e 19 Kg	Carga entre 8 Kg e 13 Kg	Carga entre 6 Kg e 11 Kg						
4	Carga entre 35 Kg e 55 Kg	Carga entre 20 Kg e 30 Kg	Carga entre 14 Kg e 21 Kg	Carga entre 12 Kg e 18 Kg						
5	Carga acima de 55 Kg	Carga acima de 30 Kg	Carga acima de 21 Kg	Carga acima de 18 Kg						

Fonte: EWA (s/d)

FIGURA 7 - Elevação com Agachamento



					Distância das mãos em relação ao corpo - cm					
					< 30	30 – 50	50 - 70	> 70		
1	A carga pode ser facilmente elevada									
2	Carga abaixo de 13 Kg	Carga abaixo de 8 Kg	Carga abaixo de 5 Kg	Carga abaixo de 4 Kg						
3	Carga entre 13 Kg e 23 Kg	Carga entre 8 Kg e 13 Kg	Carga entre 5 Kg e 9 Kg	Carga entre 4 Kg e 7 Kg						
4	Carga entre 24 Kg e 35 Kg	Carga entre 14 Kg e 21 Kg	Carga entre 10 Kg e 15 Kg	Carga entre 8 Kg e 13 Kg						
5	Carga acima de 35 Kg	Carga acima de 21 Kg	Carga acima de 15 Kg	Carga acima de 13 Kg						

Fonte: EWA (s/d)

O fator “**posturas de trabalho e acidentes**” refere-se às posições do pescoço, braços, costas, quadris e pernas durante o trabalho. Os movimentos de trabalho são os movimentos do corpo exigidos pelo trabalho. Para análise deste fator, é necessário determinar as posturas de trabalho e os movimentos separadamente para pescoço-ombro, cotovelo-punho, costas e quadril-pernas. A análise é feita a partir da postura e dos movimentos de maior dificuldade. O resultado consiste no pior valor destes quatro resultados parciais. As Figuras de 8 a 11, a seguir, mostram a análise deste fator.

FIGURA 8 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (pescoço-ombro)

1	Livre e relaxado.	
2	Em uma postura natural, mas limitada pelo trabalho.	
3	Tenso devido ao trabalho.	
4	Rotação ou inclinação de cabeça e/ou elevação dos braços acima do nível dos ombros.	
5	Pescoço inclinado para trás, com uma demanda de força grande para os braços.	

Fonte: EWA (s/d)

FIGURA 9 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (cotovelo-punho)

1	Em uma postura natural e/ou bem suportada, em uma posição sentada ou em pé.	
2	Braços em uma posição determinada pelo trabalho, algumas vezes levemente tensos.	
3	Braços tensos e/ou articulações em postura extrema.	
4	Braços mantidos em contração estática e/ou repetição do mesmo movimento continuamente.	
5	Grande demanda de força para os braços, a eles realizam movimentos rápidos.	

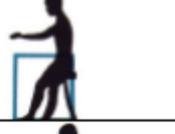
Fonte: EWA (s/d)

FIGURA 10 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (costas)

1	Em uma postura natural e/ou bem suportada, em uma posição sentada ou em pé.	
2	Em uma posição adequada, mas limitada pelo trabalho.	
3	Inclinado e/ou pouco suportado.	
4	Inclinado, com rotação e sem apoio.	
5	Em uma postura prejudicial durante o trabalho pesado.	

Fonte: EWA (s/d)

FIGURA 11 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (quadril-pernas)

1	Em uma posição livre que pode ser mudada voluntariamente, realizada durante o trabalho sentado.	
2	Em uma postura adequada, mas limitada pelo trabalho.	
3	Pouco suportada, ou realizada inadequadamente em pé.	
4	Em pé, em um dos pés ou de joelhos, ou numa posição estática.	
5	Em uma postura prejudicial durante o trabalho pesado.	

classificação do analista:

juízo do trabalhador: ++ + - --

Fonte: EWA (s/d)

O fator “**avaliação riscos de acidente**” é analisado por meio de um questionário proposto no próprio instrumento, a fim de avaliar a percepção do risco, a severidade e probabilidade de ocorrer o acidente. Para exemplificar a avaliação é apresentada a Figura 12, em que o valor 1 é considerado a melhor situação e o valor 5 a pior situação.

FIGURA 12 - Quadro de Avaliação do Risco de Acidente

Severidade	Risco			
	pequeno	médio	grande	Muito grande
Leve	1	2	2	3
Pequena	2	2	3	4
Grave	2	3	4	5
Gravíssima	3	4	5	5

classificação do analista:

juízo do trabalhador: ++ + - --

Fonte: EWA (s/d)

A “**atenção**” é um fator de avaliação importante, que compreende a observação e o grau de atenção que o trabalhador deve possuir durante a execução de sua atividade, que para melhor análise é dividida em ciclos e cada ciclo é avaliado individualmente. Para a composição final da classificação será adotada a média ponderada de todos os ciclos. Esse nível de atenção é determinado conforme Figura 13.

FIGURA 13 - Como avaliar atenção


Período de observação:	
	% da duração do ciclo
1	menor que 30%
2	de 30 a 60%
3	de 60 a 80%
4	maior que 80%

Demanda por atenção:

	Atenção demandada	Exemplos: Indústria Metal	trabalho de escritório
1	Superficial	manuseio de materiais	carimbar papéis
2	Médio	posicionar um elemento com um padrão	datilografar
3	Grande	trabalho de montagem	revisão de provas
4	Muito grande	usar instrumentos de ajuste e mensuração	desenhar mapas

Fonte: EWA (s/d)

2.6.2 MET

Segundo Abernethy *et al.* (1997) e Smith *et al.* (1997), qualquer atividade profissional exige um trabalho muscular e um consumo de energia, seja para realização dos movimentos ou para manter uma melhor postura; isso ocorre a partir da contração das fibras musculares e o gasto energético adicional, neste momento é superado a taxa de metabolismo quando o funcionário está em de repouso. Para Iida (2005), o metabolismo de repouso é a quantidade de energia que se entende por ser necessária para garantir as funções vitais do nosso organismo, sem que tenha a realização de qualquer trabalho externo. Esse quantum de energia gasto pode variar nos adultos entre 1600kcal/dia (mulher) e 1800kcal/dia (homem).

Conforme Costa (2013), a quantidade exata de gasto calórico para um indivíduo durante a execução do trabalho pode ser conseguida por meio de instrumentos que são conectados ao corpo, em que se pode medir batimentos cardíacos, fluxo respiratório, massa corpórea e dados biométricos. Com estes dados em mãos, se consegue determinar o nível de intensidade da atividade física e, conseqüentemente, o esforço físico que foi necessário para sua execução.

O equivalente metabólico (MET) é considerado um dos principais instrumentos utilizados para descrever as necessidades energéticas para diversas atividades, mostrando o seu gasto energético em tabelas (SMITH, 1997). Farinatti (2003) mostra algumas análises do MET adaptadas para uma amostra da população brasileira, com cerca de 605 atividades cotidianas, dentre as quais podem ser destacadas as atividades desportivas, laboral e lazer, sendo aplicadas com níveis de intensidades diferentes. O cálculo do gasto energético é dado em $\text{Kcal} \times \text{Kg}^{-1} \times \text{h}^{-1}$.

Portanto, a intensidade física é determinada levando em consideração a relação de Kcal/hora e, a partir desse parâmetro, é possível identificar a atividade como sendo um trabalho leve, moderado e pesado de conforme o Quadro 8 (desta tese) descrito na "NR 15 - Atividades e operações insalubres".

QUADRO 8 - Tipos de Atividade

Tipo de atividade	Kcal
Trabalho leve	
Sentado, movimentos moderados com braços e troncos (ex: datilografia).	125,00
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex: dirigir).	150,00
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150,00
Trabalho moderado	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180,00
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175,00
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220,00
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300,00
Trabalho pesado	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440,00
Trabalho fatigante.	550,00

Fonte: Adaptado BRASIL (2014)

Segundo Grandjean e Kroemer (2001), com o advento e implantação da mecanização dentro das empresas aconteceu uma significativa redução nas demandas de energia e força. Entretanto, em algumas empresas ainda existem diversos trabalhos pesados, como se pode verificar na construção civil, mineração e agricultura, que ainda exigem um grande esforço físico e alto índice de consumo de energia. Segundo Iida (2005), a capacidade de realização de algumas atividades pesadas e longas de um músculo depende muito da quantidade de combustível celular (glicogênio) armazenado e do fornecimento de oxigênio para musculatura.

2.6.3 OCRA

O instrumento de análise ergonômica *Occupational Repetitive Actions* (OCRA) foi desenvolvido pelos Drs. Daniela Colombini e Enrico Occhipinti, devido à solicitação do grupo técnico de estudo das lesões musculoesqueléticas da Associação Internacional de Ergonomia (IEA), a partir de 1996. As pesquisas foram desenvolvidas no Centro Médico da Comunidade (CEMOC), na Unidade de Pesquisa de Ergonomia da Postura e do Movimento (EPM), em Milão, Itália, e está sendo aplicado em empresas da Europa, especialmente na Itália, desde 1997 (OCCHIPINTI; COLOMBINI, 2009).

Este instrumento tem como objetivo identificar um procedimento de cálculo, através de um índice quantitativo, que simule de modo real os riscos associados aos movimentos repetitivos dos membros superiores, estabelecendo um número recomendado de movimentos por minuto, levando em consideração algumas variáveis (esforço físico, pausas na jornada de trabalho, posturas dos membros superiores) (ANTÔNIO, 2003). Este instrumento vem sendo utilizado no Brasil desde 1998, devido à demanda da engenharia de fábrica, buscando dimensionar novos postos de trabalho a fim de eliminar, principalmente, os riscos biomecânicos.

O instrumento define para cada variável um valor recomendado, a partir de quais condições de trabalho poderão estar influenciando no surgimento das lesões. Outras variáveis que também devem ser consideradas são: a força aplicada pelos membros superiores, as posturas incorretas na realização da atividade, as pausas e o tempo de exposição no ciclo (ANTONIO, 2003).

Toda a análise da atividade consiste em avaliar de forma integrada os principais fatores de risco ocupacional para os membros superiores, tais como: frequência, repetitividade, força, postura, ausência de períodos para recuperação de fadiga e elementos complementares. Todos estes fatores têm como valor preestabelecido de 30 ações técnicas recomendada por minuto como fator multiplicador. Os demais fatores terão um multiplicador previamente estabelecido (ANTONIO, 2003).

Para utilização do instrumento OCRA e cálculo do IE é necessário compreender a definição dos principais fatores de risco a seguir:

- **Frequência de ações técnicas:** este fator considera que o número máximo recomendável é de 30 ações por minuto, em condições corretas de trabalho. Sendo este número uma constante para cada tarefa repetitiva, desde que os outros fatores de risco sejam ideais ou insignificantes (ANTONIO, 2003);

- **Fator força (MF):** quanto maior o esforço solicitado para executar uma série de ações técnicas, menor deve ser a frequência na tarefa sem provocar alguma fadiga ou lesão. Os fatores de risco devem fazer referência ao tempo de força médio em relação à duração do ciclo (PAVANI, 2007). Neste caso, é utilizada a escala de Borg, conforme Quadro 9.

QUADRO 9 - Elementos para determinação do multiplicador para força

Nível de força em % MCV	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	≥ 50%
Escala Borg	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	≥ 5
Multiplicador	1	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,2	0,2	0,01

Fonte: COLOMBINI *et al.* (2005)

- **Fator Postura no Trabalho (MP):** apresenta frequências “limiaries” para ações ou movimentos idênticos, conforme Quadro 10, para ombros, cotovelos e punhos, que quando são executados por mais de dois terços (2/3) do ciclo, existe a presença de um risco potencial maior (ANTONIO, 2003). Para compreender o multiplicador de postura é preciso conhecer as “*principais articulações dos membros superiores, dos graus que representam a superação de 40% e 50% da amplitude de articulação e a relativa pontuação ponderada (para um terço do tempo do ciclo)*” (PAVANI, 2007).

QUADRO 10 - Síntese para as principais articulações do membro superior

Articulação Escapuloumeral (ombro)	Abdução	45° - 80°	Pontuação 4
	Flexão/Abdução	+ 80° (10 - 20%)	Pontuação 4
	Extensão	+ 20°	Pontuação 4
Articulação Cotovelo	Supinação	+60°	Pontuação 4
	Pronação	+60°	Pontuação 2
	Flexo-extensão	+60°	Pontuação 2
Articulação Pulso	Flexão	+45°	Pontuação 3
	Desvio radial	+15°	Pontuação 2
	Desvio ulnar	+20°	Pontuação 2
	Extensão	+45°	Pontuação 4

Fonte: COLOMBINI *et al.* (2005)

Após conhecimento e entendimento das principais articulações, foi possível desenvolver para este método um esquema de multiplicadores para postura de risco baseado no tempo de exposição e do empenho postural, apresentados no Quadro 11.

QUADRO 11 - Elementos para determinação do multiplicador para empenho postural

Valor da pontuação de empenho postural	0 - 3	4 - 7	8 - 11	12 - 15	16 - 19	20 - 23	24 - 27	≥ 28
Multiplicador	1	0,70	0,60	0,50	0,33	0,1	0,07	0,03

Fonte: COLOMBINI *et al.* (2005)

- **Fator estereotipia/repetitividade (ME)**: foi determinado pela relação entre o tempo das ações de ciclo em segundos e o tempo das ações que ocorrem o esforço sobre o tempo de ciclo. O conceito proposto por Silverstein em 1985, que sugere que qualquer ciclo de trabalho com duração menor que 30 segundos seria altamente repetitivo; entretanto, seguindo os mesmos critérios metodológicos, é possível que, em situações de ciclos maiores de 30 segundos em que o operário ocupe mais que 50% do ciclo, seja caracterizado por altamente repetitivo. O método OCRA trata a repetitividade como estereotipia e o fator multiplicador está relacionado com este conceito, conforme Quadro 12.

QUADRO 12 - Elementos para determinação do multiplicador para a estereotipia

Característica da estereotipia	Ausente	Presente com gestos mecânicos iguais entre 51 e 80% do tempo. Ou duração de ciclo entre 8 e 15 segundos	Presente com gestos mecânicos iguais ou maiores que 80% do tempo. Ou duração de ciclo entre 1 e 7 segundos
Multiplicador	0,1	0,85	0,7

Fonte: COLOMBINI *et al.* (2005)

- **Fatores de risco complementares (MC)**: correspondem principalmente aos riscos de natureza mecânica, como por exemplo, as condições de trabalho em ambientes frios, com equipamentos e ferramentas inadequadas ou a utilização das mãos como

ferramenta (Colombini *et al.*, 2000). O multiplicador para os fatores complementares é apresentado no Quadro 13 a seguir.

QUADRO 13 - Elementos para determinação do multiplicador para fatores complementares

Valor (pontuação) fatores complementares	0 - 3	4 - 7	8 - 11	12 - 15	≥ 16
Multiplicador	1	0,95	0,9	0,85	0,80

Fonte: COLOMBINI *et al.* (2005)

A cada fator complementar identificado, é atribuído o valor “4” para exposição de 1/3 do tempo do ciclo, valor “8” para exposição de 2/3 e valor “12” para exposição por todo o tempo do ciclo. Especificamente, para o fator de vibração é atribuído valor “8” para exposição de 1/3 do ciclo, valor “12” para exposição de 2/3 e valor “16” para exposição por todo o ciclo. Para escolha do multiplicador é considerado o maior valor encontrado.

- **Fator de períodos de recuperação (MR):** segundo Antonio (2003), a literatura considera dois tipos de pausas, as pausas de 10 segundos por minuto e as pausas 10 minutos por hora de trabalho em atividades com movimentos repetitivos. Contudo, para este multiplicador a pausa será considerada em função de todo o turno de trabalho, diferindo dos demais fatores que são quantificados em cada uma das tarefas repetitivas que compõem o turno. O multiplicador é apresentado no Quadro 14. Este multiplicador de recuperação aplica-se sobre o número total de ações técnicas indicadas para ajustar a exposição em função da presença, distribuição e adequação dos períodos de recuperação ao longo do turno de trabalho (PAVANI, 2007).

QUADRO 14 - Elementos para determinação do multiplicador para os períodos de recuperação

Número de horas sem recuperação adequada	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Multiplicador	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,45	0,25	0,1	0

Fonte: COLOMBINI *et al.* (2005)

- **Fator para a duração total do trabalho repetitivo no turno (MJ):** os movimentos repetitivos e/ou forçados dos membros superiores durante a realização das tarefas no

turno de trabalho representam um elemento relevante para a caracterização da exposição total do trabalhador ao risco ergonômico (PAVANI, 2007), conforme Quadro 15.

QUADRO 15 - Elementos para determinação do multiplicador para duração da tarefa

Minutos gastos no turno com tarefas repetitivas	≤ 120	121-180	181-240	241-300	301-360	361-420	421-480	> 481
Multiplicador	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,45	0,25	0,1

Fonte: COLOMBINI *et al.* (2005)

Com base nesses fatores e nos princípios apresentados, o Índice de Exposição OCRA (IE), é obtido através da relação entre o número de Ações Técnicas Observadas (ATO) e o número de Ações Técnicas Recomendadas (ATR) (SERRANHEIRA; SOUZA-UVA, 2010).

$$ATR = 30 \times MF \times MP \times ME \times MC \times MR \times MJ$$

$$ATO = \text{frequência} \times \text{duração da tarefa}$$

$$IE = ATO / ATR$$

QUADRO 16 - Classificação dos resultados do índice OCRA

Área	Valores IE – OCRA	Nível de Risco	Ações
Verde	Até 2,2	Aceitável	Nenhuma
Amarela	Entre 2,3 e 3,5	Risco muito baixo	Verificar a situação e implementar melhorias
Vermelha	Maior que 3,5	Risco presente	Redesenhar o posto de trabalho e avaliar a saúde do pessoal

Fonte: COLOMBINI *et al.* (2005)

2.7 Aspectos do processo de produção do serviço de armação no canteiro de obras

A indústria da construção civil é um dos setores econômicos mais antigos do país e pode ser classificada ou estruturada, onde é possível dividir o setor por categorias e subcategorias, conforme uma sistematização invariável, fundamentada na finalidade ou função do produto final (CBIC, 2017).

Ainda segundo o que apresenta este documento, as diferentes categorias do setor da construção civil, podem ser entendidas como: obras de edificações; obras viárias; obras hidráulicas; obras de sistemas industriais; obras de urbanização; obras diversas, sendo o foco da pesquisa a categoria de obras de edificações que englobam a construção

de edifícios residenciais, comerciais, institucionais e serviços, sejam horizontais ou verticais, além de demolições e reformas.

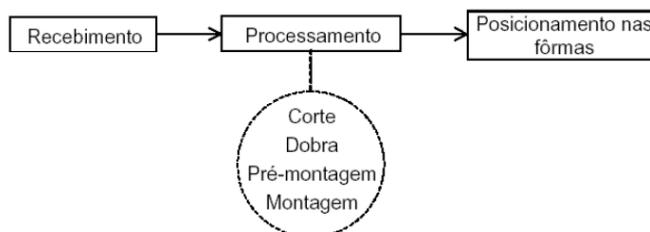
Diante de todas essas atividades que são realizadas na edificação, o estudo irá tratar apenas as estruturas de concreto armado, cujo uso é predominantemente na construção civil, em particular, o posto de trabalho dos profissionais (armador e ajudante) que estão envolvidos diretamente no serviço de armação, sendo este um dos principais serviços executados na etapa de estruturas.

Pode-se denominar estruturas de concreto armado a consequência da união de concreto e armaduras de aço. Essas armaduras são necessárias para atender a deficiência que o concreto tem em resistir à tração, tornando-se indispensáveis. Assim, de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), a atividade do armador é descrita como:

... os trabalhadores que preparam a confecção de armações e estruturas de concreto. Cortam e dobram ferragens de lajes. Montam e aplicam armações de fundações, pilares e vigas”. A área de atuação destes profissionais, ainda segundo o CBO, é: “a indústria da construção como assalariados com carteira assinada. Os armadores de estrutura de concreto e de concreto armado trabalham em equipe e o moldador de corpos de prova em usinas de concreto trabalha individualmente. Todos atuam com supervisão ocasional. O trabalho é realizado a céu aberto, durante o dia. Os armadores de estrutura de concreto e de concreto armado realizam suas atividades em posições desconfortáveis durante longos períodos, em grandes alturas e estão expostos a ruído intenso (BRASIL, 2002).

O serviço de armação integra as atividades necessárias (forma e concretagem) à produção das estruturas de concreto armado. Freire (2001) define a operação de armação como sendo o “conjunto de atividades relativas à preparação e posicionamento do aço dentro da estrutura”. As atividades que formam a estrutura de concreto armado têm o mesmo grau de importância, entretanto Araújo (2005) assegura que a academia e o mercado têm dado privilégios aos serviços de forma e concretagem. Em decorrência, os estudos de armação são relevantes para o desenvolvimento industrial.

O serviço tradicional de armação é normalmente representado por três etapas distintas (recebimento, processamento e posicionamento nas formas), sendo que o corte, dobra, pré-montagem e montagem ocorrem na etapa de processamento, como pode ser visualizado na Figura 14.

FIGURA 14 - Esquema para o serviço de armação

Fonte: Freire (2001)

O corte e dobra podem acontecer no centro de armação do canteiro de obras, ou não sendo necessários quando as barras são adquiridas e entregues no canteiro de obras já pré-cortadas e pré-dobradas. Assim, logo após a montagem dessa armadura, esta é levada para o devido local de instalação por meio dos diversos tipos de equipamentos de transporte presentes no canteiro de obras. A pré-montagem e montagem também podem ser realizadas no local onde a armadura será posicionada definitivamente; isto ocorre devido às grandes dimensões das peças, esforço despendido para movê-las de um local para outro, dentre vários outros fatores (SALIM NETO, 2009).

2.7.1 AÇOS PARA ARMADURAS DE CONCRETO ARMADO

Em estruturas de concreto armado, o aço comumente utilizado é CA-50 ou CA-60, sendo que esses aços-carbono apresentam resistência mecânica aceitável e custo de produção razoável. São normalizados pela NBR 7480 (ABNT, 2007) “Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado”, que têm como objetivo fixar “as condições exigíveis na encomenda, fabricação e fornecimento de barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado”. Ainda vale ressaltar a importância quanto aos procedimentos corretos de execução a fim de minimizar perdas do material, frente ao custo e a geração de entulho representado pelas pontas geradas e não reaproveitadas. Ainda de acordo com essa norma, os materiais podem ser classificados como:

- **Barras:** são produtos de diâmetro nominal igual ou maior que 6,3mm, obtidos exclusivamente por laminação a quente sem processo posterior de deformação mecânica, e de acordo com o valor característico da resistência de escoamento são classificadas nas categorias CA-25 e CA-50.

- **Fios:** são produtos de diâmetro nominal igual ou inferior a 10,0 mm, obtidos a partir do fio-máquina por trefilação ou laminação a frio, de acordo com o valor característico da resistência de escoamento, são classificados na categoria CA-60.

A nomenclatura adotada na classificação das barras e fios de aço tem os seguintes significados: CA- indica que o material é para uso em estruturas de concreto armado e o número indica a resistência característica de escoamento na unidade kgf/mm^2 (0,1MPa). Assim, o aço CA-50 apresenta resistência de escoamento de 500 MPa e o CA-60 de 600 MPa.

Quanto ao fornecimento do aço nos canteiros de obras, este se dá em rolos (fios) ou mais rotineiramente em barras com 12m de comprimento aproximadamente; as barras e fios de aço são empregados como armadura de elementos estruturais e tem como objetivo principal absorver as tensões de tração e cisalhamento, aumentando a capacidade resistente das peças.

O aço, ao chegar ao canteiro de obras, deve seguir os critérios da NBR 14931 (ABNT, 2004) intitulada “Execução de estruturas de concreto – procedimento”, que esclarece a forma de armazenamento no canteiro para que suas propriedades físico-mecânicas não sejam alteradas:

- “devem ser estocados de forma a manterem inalteradas suas características geométricas e suas propriedades, desde o recebimento na obra até seu posicionamento final na estrutura”;
- “cada tipo e classe de barra, tela soldada, fio ou cordoalha utilizado na obra deve ser claramente identificado logo após seu recebimento, de modo que não ocorra troca involuntária quando de seu posicionamento na estrutura”;
- “para os aços recebidos cortados e dobrados, valem as mesmas prescrições para as diferentes posições”;
- “a estocagem deve ser feita de modo a impedir o contato com qualquer tipo de contaminante (solo, óleos, graxas, entre outros)”.

Atualmente, no país, as formas mais utilizadas de fornecimento de aço são: aço em barras, aço pré-cortado e pré-dobrado, telas soldadas, armaduras pré-montadas e, em

alguns casos, armaduras prontas, variando com a região e com a disponibilidade de recursos físicos e financeiros da obra (SALIM NETO, 2009).

2.7.2 MODALIDADES DE FORNECIMENTO DO AÇO NOS CANTEIROS DE OBRAS

2.7.2.1 Aço fornecido em barras

O aço fornecido em barras é uma opção preferencial dos construtores para produção das armaduras. Estas armaduras são confeccionadas na central de armação (corte e dobra), localizada dentro do canteiro de obras. As Figuras 15 e 16, a seguir, exemplificam esta opção.

FIGURA 15 - Recebimento e estocagem do aço



Fonte: Google (2021)

FIGURA 16 - Corte e dobra do aço na central de armação



Fonte: Google (2021)

Este tipo de fornecimento apresenta vantagens significativas como: menor espaço para estocagem; rapidez de conferência no recebimento (pesagem do caminhão). Também é o fornecimento mais comum no país, visto que foi a primeira alternativa existente no mercado. Mesmo sendo usual, este tipo de fornecimento apresenta como

principal desvantagem o elevado índice de perdas se comparado a outros tipos de fornecimento (SALIM NETO, 2009). Segundo Araújo (2005), essas perdas são em função de pontas que sobram após o último corte na barra; porém essas podem ser reaproveitadas na fabricação de conectores de ancoragem e outros itens como, por exemplo, “caranguejos”.

2.7.2.2 Aço fornecido pré-dobrado e pré-cortado

O aço fornecido pré-cortado e pré-dobrado é entregue no canteiro de obras conforme solicitação do projetista em peças de aço na quantidade e formato desejados. Geralmente, a entrega é realizada com antecendência, tendo a necessidade de espaço para estocar as peças a serem montadas e as armaduras prontas (SALIM NETO, 2009). Esse tipo de fornecimento é exemplificado na Figura 17.

FIGURA 17 - Aço pré-cortado e pré-dobrado



Fonte: Google (2021)

O uso do aço pré-cortado e pré-dobrado é vantajoso diante da eliminação de etapas de execução no canteiro de obras e a melhoria das condições de trabalho, uma vez que os trabalhadores não ficam expostos às intempéries (BATLOUNI NETO, 2007). Ainda, podem ser citadas como vantagens para esse tipo de fornecimento: o maior grau de industrialização no serviço, já que as etapas de corte e dobra passam a ser feitas por empresas especializadas nesta etapa; e a redução das perdas de material (SALIM NETO, 2009).

2.7.2.3 Armadura pré-montada

Esse tipo de fornecimento é recente no mercado; o corte, dobra das barras de aço e a montagem da armadura são realizadas dentro da própria fábrica, conforme ilustrado

na Figura 18. Este tipo de fornecimento destaca-se por possuir elevado grau de industrialização, pois o serviço é realizado em ambiente fabril; elimina a maior parte do serviço de armação no canteiro de obras; e reduz as perdas de material (a obra tem apenas a função de posicionar a armadura no local definitivo para concretagem) (SALIM NETO, 2009).

FIGURA 18 - Armadura pré-montada



Fonte: Google (2021)

Araújo (2005) ressalta que o uso de armaduras industrializadas no Brasil ainda é pouco significativo nas construções quando comparado ao fornecimento de barras de aço.

2.7.3 ARMAÇÃO – CONDIÇÕES BÁSICAS

Para melhor entendimento de algumas atividades que envolvem o serviço de armação, serão exibidos os termos e definições básicas que são adotadas em projeto e canteiro de obras, conforme descreve Freire (2001):

- **Armação** – conjunto de atividades relacionadas à preparação e posicionamento do aço dentro de uma estrutura;

FIGURA 19 – Exemplo do serviço de armação



Fonte: Google (2021)

- **Armadura** – identificada nos canteiros de obra como ferragem, é a junção de várias peças de aço, criando um conjunto para algum elemento estrutural. É o produto final que resulta o serviço de armação;

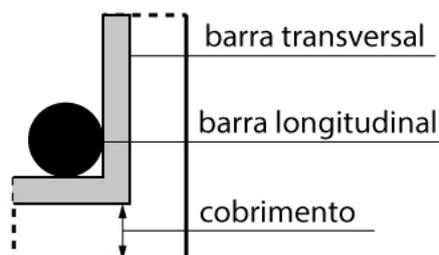
FIGURA 20 – Exemplo de armadura



Fonte: Google (2021)

- **Cobrimento** – camada de concreto que divide e protege a armadura do meio externo;

FIGURA 21 – Cobrimento



Fonte: Google (2021)

- **Camada** – conjunto de peças, de um elemento estrutural, que fazem parte de um mesmo plano;

FIGURA 22 – Barras de aço em camadas



Fonte: Google (2021)

- **Estribo** – peças organizadas transversalmente ao elemento estrutural, com o objetivo de resistir aos esforços transversais diante das forças de cisalhamento (no caso de vigas), auxilia o concreto a resistir aos esforços de compressão (no caso de pilares) e auxilia a montagem e transporte das armaduras (tanto para pilares quanto para vigas);

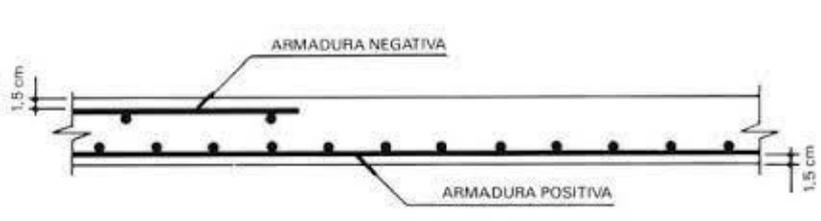
FIGURA 23 – Estribos



Fonte: Google (2021)

- **Armadura positiva** – é a armadura que fica localizada na parte inferior das lajes e vigas, responsável por resistir à tração derivada dos momentos positivos;
- **Armadura negativa** – é a armadura localizada na parte superior das lajes e vigas, responsável por resistir à tração derivada dos momentos negativos;

FIGURA 24 – Exemplo de armadura positiva e negativa



Fonte: Google (2021)

Para executar um serviço de armação em um canteiro de obras, comumente, deverão ser utilizados alguns materiais e equipamentos: aço; arame recozido nº18; torquês; chave de dobra; policorte (serra com disco abrasivo); tesoura manual; trena metálica; guincho ou grua (transporte das peças); protetores para os arranques e espaçadores plásticos. De uma maneira genérica a execução de um serviço de armação ocorre da seguinte forma:

Corte e dobra das barras/fios de aço

- Cortar os fios e as barras de aço de acordo com as orientações e dimensões que foram determinadas e definidas no projeto estrutural. Ficar atento para os comprimentos definidos no projeto para os traspasses e arranques mínimos em vigas e pilares.
- Dobrar as pontas em “L” ou em forma de gancho, sempre de acordo com o que foi orientado e dimensionado no projeto. As barras não devem ser dobradas em curvas muito acentuadas, pois isso pode ocasionar a quebra ou enfraquecer a região das dobras. O diâmetro dos pinos de dobra varia de acordo com o diâmetro da barra a ser dobrada.
- Organizar as armaduras de maneira que se formem *kits* (corretamente identificados) de acordo com cada peça a ser montada (área de laje, pilar, viga, etc.).

Montagem das armaduras de pilares e vigas

Existe uma sequência a ser seguida quando da montagem: posicionar duas barras de aço. Colocar todos os estribos, fixando somente os das extremidades. Logo em seguida, deve-se posicionar as outras barras e amarrá-las aos estribos de extremidade. Depois de posicionar os outros estribos, deve-se conferir os espaçamentos e número de barras longitudinais e de estribos. Fazer uma amarração firmemente ao conjunto em todos os pontos de contato. Colocar um estribo no topo dos arranques dos pilares e outro na altura da laje, isso garante a posição das barras longitudinais. Colocar os protetores nas pontas dos arranques.

Garantir, em todos os casos, o acesso do vibrador em regiões com elevada densidade de armaduras (a posição e a distância entre as barras devem sempre ser verificadas).

Observar se o cobrimento mínimo das armaduras está satisfeito, principalmente no cruzamento entre pilares e vigas. Deve-se colocar espaçadores a uma razão média de cinco peças por metro quadrado, atentando sempre para que seja levada em consideração a área de todas as faces das peças; é importante não permitir que a armadura tenha algum ponto de contato com as formas.

Montagem das armaduras de laje

Antes de começar a montagem de armaduras da laje deve-se posicionar e fixar os elementos metálicos auxiliares e gabaritos (“caixinhas”) para passagem das instalações elétricas e hidráulicas. Essas passagens podem ser eliminadas quando se for utilizar o corte do concreto com serra diamantada tipo copo, após a concretagem.

Posicionar as barras da armadura principal. Logo em seguida, deve-se posicionar as barras da armadura secundária. Amarrar os nós alternadamente, isto é, barra sim, barra não. As barras devem ser posicionadas à armadura negativa, amarrando-as à armadura das vigas e/ou caranguejos.

Os espaçadores devem ser utilizados a uma razão média de cinco peças por metro quadrado de laje visando garantir o cobrimento mínimo.

Havendo balanços ou pontos em que a armadura negativa é notoriamente importante, a atenção deve ser redobrada quanto ao uso de “caranguejos” e calços. É muito importante e necessário cuidar para que o contorno dos furos das instalações elétricas e hidráulicas seja reforçado, seguindo sempre as orientações dos projetistas.

2.8 Considerações Finais

Este capítulo teve por finalidade introduzir os principais conceitos e princípios que norteiam a produtividade da mão de obra e ergonomia. Foram apresentados os conceitos e diferenças da análise ergonômica, o Modelo dos Fatores com base para a análise da produtividade da mão de obra e um resumo dos principais procedimentos relacionados à execução do serviço de armação nos canteiros de obras. No próximo capítulo, apresenta-se o método de pesquisa adotado neste trabalho de tal forma a atingir o objetivo geral proposto neste trabalho.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Neste capítulo se descreve o método de pesquisa usado para realização deste trabalho, iniciando-se com a estratégia de pesquisa adotada, seguido do delineamento da pesquisa e a descrição de suas etapas, assim como as técnicas utilizadas para o levantamento de campo e análise estatística dos dados coletados visando cumprir o objetivo principal deste trabalho.

3.1 Estratégia de pesquisa

A estratégia de pesquisa adotada para esta tese é definida pelo levantamento de campo (pesquisa descritiva), sendo que Mattar (1993) diz que a pesquisa descritiva possui objetivos bem definidos, procedimentos formais, pesquisas bem estruturadas e voltadas para solução dos problemas, buscando avaliar alternativas de ações. Ainda segundo o autor, esse tipo de pesquisa deve ser utilizado para descrever as características de um grupo, estimar a proporção de elementos numa população com determinada característica ou comportamento e verificar ou descobrir a existência da relação entre as variáveis. A pesquisa descritiva é dividida em dois tipos: levantamento de campo (visa obter dados que representem a população analisada, é amplo e pouco profundo) e estudo de campo (preocupa-se com situações típicas, sendo um pouco mais restrito).

A pesquisa descritiva tem como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno, e/ou o estabelecimento de relação entre variáveis, sendo a característica mais expressiva deste tipo de pesquisa a coleta de dados por meio de questionário e observação (GIL, 2008). Corroborando este pensamento Hair Jr. *et al.* (2005) afirmam que pesquisas descritivas são estudos estruturados e específicos, criados para mensurar as características descritas em uma questão de pesquisa em que a coleta de dados envolve a observação e a aplicação de questionários.

Segundo Gil (2008), “*a formulação do problema, a construção de hipóteses e a identificação das relações entre variáveis constituem passos do estabelecimento do marco teórico ou sistema conceitual da pesquisa*”, em que à medida que estas tarefas são inteiramente realizadas, o trabalho de investigação adquire o caráter de um sistema coordenado e coeso de conceitos e hipóteses, sendo necessário confrontar a visão teórica com a visão real do problema, definindo assim o delineamento da pesquisa.

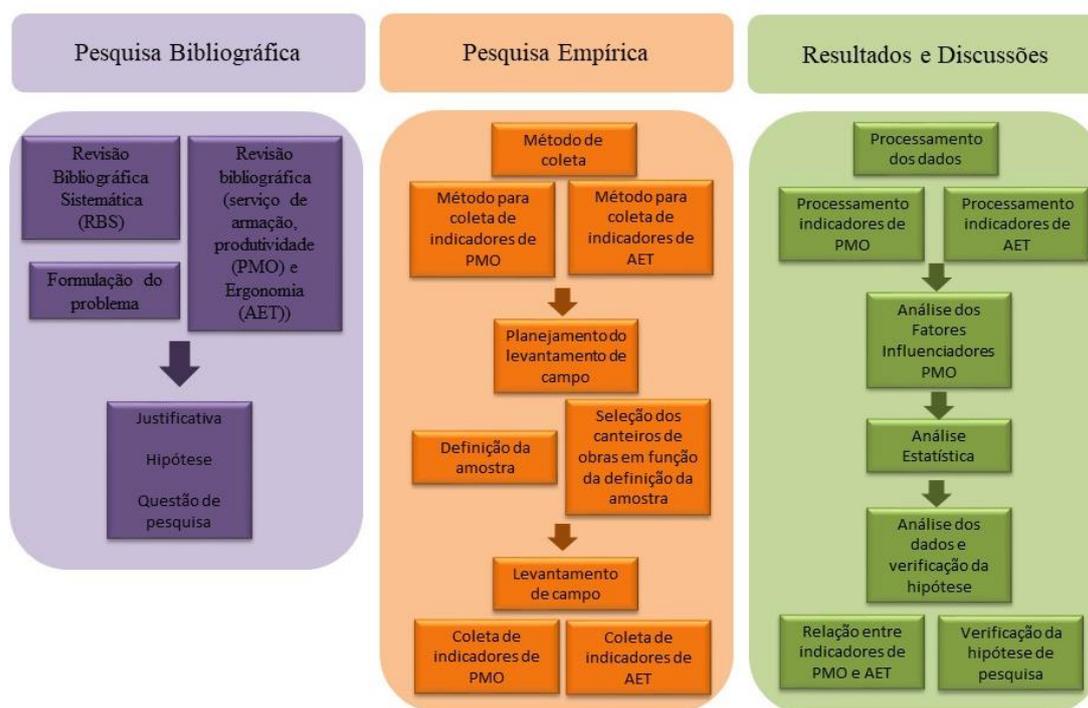
Ainda segundo o autor, o delineamento trata-se do planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, abarcando tanto a sua diagramação (paginação) quanto à previsão de análise e interpretação dos dados. Sendo assim, o delineamento da pesquisa analisa o ambiente de coleta dos dados, bem como o controle das variáveis envolvidas no estudo.

Assim a condução dessa pesquisa é baseada no levantamento de campo, com a obtenção de indicadores de produtividade da mão de obra e avaliação ergonômica do trabalho com base em três instrumentos de análise ergonômica: EWA, MET e OCRA.

3.2 Delineamento da Pesquisa

Na Figura 25 apresenta-se um fluxograma que contempla as principais etapas, meios e resultados que caracterizam este trabalho.

FIGURA 25 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Autora

3.3 Detalhamento das Etapas de Pesquisa

- a) **Revisão bibliográfica sobre os três temas principais: serviço de armação, produtividade da mão de obra e ergonomia do trabalho:** a revisão

bibliográfica sobre a execução do serviço de armação se fez necessária para o entendimento dos fatores influenciadores da produtividade da mão de obra e em qual momento da obra esse serviço acontece, bem como o estabelecimento do método de coleta de dados visando a obtenção simultânea das condições ergonômicas do posto de trabalho e indicadores de produtividade da mão de obra correlacionáveis. Por sua vez, a abordagem do tema produtividade da mão de obra também se fez necessária, por se tratar do indicador que se deseja obter, nas suas diversas modalidades, visando sua relação com as condições ergonômicas detectadas. Finalmente, o tema ergonomia consiste no diferencial deste trabalho, com abordagem direcionada a três instrumentos de análise ergonômica utilizados na avaliação ergonômica do trabalho neste serviço.

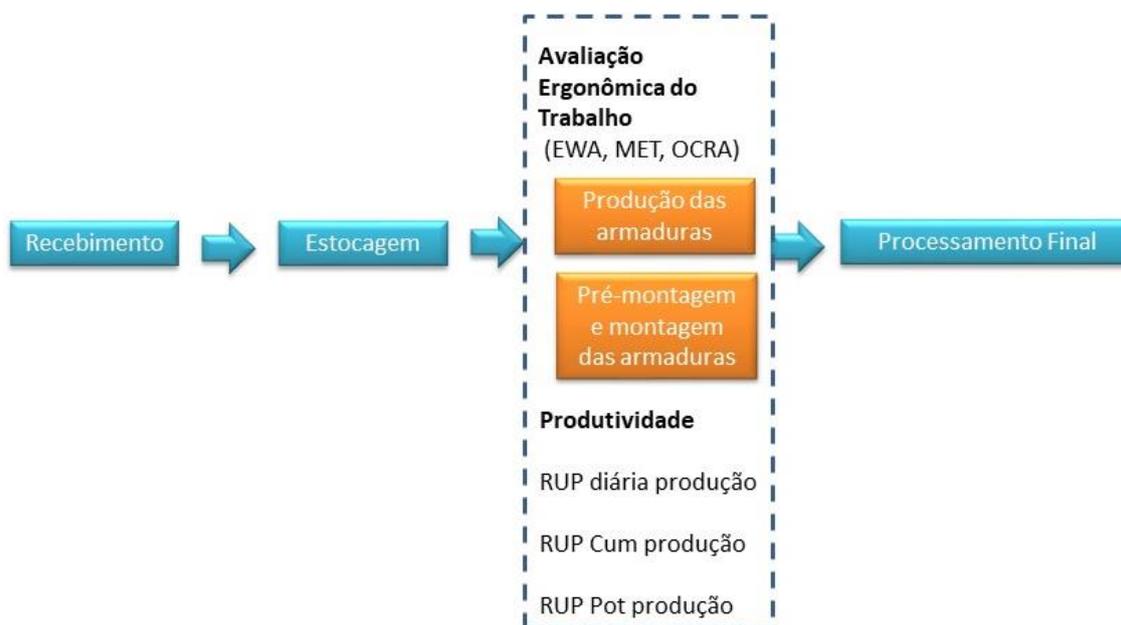
- b) Método de coleta de dados:** a partir 1) do entendimento da execução do serviço de armação (etapas: corte e dobra; posicionamento das barras na bancada; marcação das barras; posicionamento dos estribos; amarre das barras e estribos) e das várias modalidades de produção de armaduras; 2) das diferentes categorias de indicadores de produtividade da mão de obra e 3) dos conceitos e procedimentos de coleta e cálculo/atribuição dos valores dos indicadores envolvidos na avaliação ergonômica do trabalho considerando os três instrumentos de análise ergonômica adotados neste trabalho, procede-se para a elaboração do método de coleta de dados, com ênfase nos meios de coleta de dados (filmagem, planilha de coleta, entrevistas, etc.).
- c) Planejamento do levantamento de campo:** consistiu na determinação de quais etapas do fluxograma dos processos a serem abordadas na pesquisa e os respectivos indicadores a serem coletados, assim como na quantificação da amostra em função das características de produção e montagem das armaduras.

- **Etapas do fluxograma dos processos abordadas e respectivos indicadores de produtividade.**

De acordo com o fluxograma dos processos genérico (Figura 26), foram abordadas as etapas de **Montagem Armaduras para Vigas e Pilares nas trinta e sete obras analisadas.**

As obras analisadas utilizaram o aço barras pré-cortadas e pré-dobradas, com exceção da obra AA e AC. Os estribos foram fornecidos pré-cortados e pré-dobrados para todas as obras.

FIGURA 26 – Etapas do fluxograma dos processos abordadas nesta pesquisa



Fonte: Autora

Para esta etapa do processamento intermediário, foram obtidas RUP's diárias, ou seja, RUP's relacionadas à produção de armadura para jornada de trabalho (média de 8 horas diárias trabalhadas). A partir desta RUP, foram calculadas a RUP Cumulativa e a RUP Potencial, as quais foram correlacionadas às condições ergonômicas avaliadas por meio da AET e dos instrumentos de análise ergonômica (EWA, MET e OCRA).

- **Caracterização e quantificação da amostra e número de eventos**

Para cada etapa (Montagem das armaduras de pilares e vigas), foram coletados indicadores (produtividade da mão de obra e relacionados às condições ergonômicas do trabalho) considerando o elemento estrutural para a qual as armaduras se destinam, uma

vez que tais armaduras possuem características distintas (bitola do aço e, conseqüentemente, peso envolvido, diferentes valores de espaçamento entre estribos, comprimentos distintos da armadura longitudinal entre outros fatores).

Foram levantadas quantas obras do tipo térrea ou sobrado, em estrutura de concreto armado, estavam acontecendo nos municípios envolvidos, para caracterização da amostra no período de coleta (ano de 2020), sendo verificada a existência de quarenta e três obras.

É sabido que a população consiste em um conjunto de indivíduos que compartilham de, pelo menos, uma característica comum, seja ela cidadania, filiação a uma associação de voluntários, etnia, matrícula na universidade, etc., enquanto uma parcela não vazia da população é chamada de amostra.

De acordo com Alves (2020), a Estatística Inferencial é o método que parte do particular para o geral, ou seja, o processo pelo qual são feitas generalizações para a população, a partir das amostras. É também conhecida por Inferência Indutiva. O nome do estudo dado sobre uma amostra é Levantamento por Amostragem.

Ainda segundo o autor, é interessante considerar que possa haver algum erro neste estudo, um erro que será diretamente proporcional às variações da presença da característica analisada na população e inversamente proporcional ao tamanho da amostra, que significa que quanto maior for a amostra, menor o erro associado ao estudo.

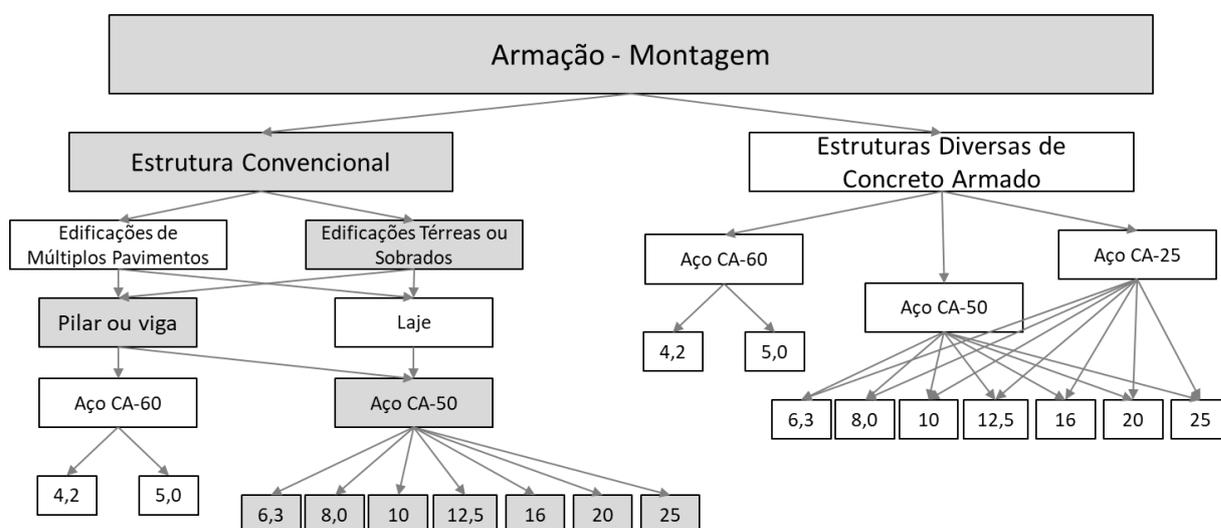
Seguindo tal ponto de vista, comumente, se admite como um erro aceitável valor menor do que duas medidas de referência de erro, ou seja, erro padrão da proporção, significando que numa variação aleatória de medidas de proporções de uma amostra para outra há 95% de chances que as diferenças não superem este limite, seja para mais ou para menos.

Desta maneira, como a população de obras com as características a serem analisadas é igual a 43, se trabalhou com erro aceito de 5%, com nível de confiança de 90% (ou ainda, com grau de significância igual a 10%), chegando ao dimensionamento da amostra (tamanho da amostra) igual a 37 obras, que é exatamente o número de obras pesquisadas nesse trabalho.

- d) Levantamento de campo:** trata-se do levantamento de campo, ou seja, a coleta de dados seguindo-se o planejamento amostral, conforme etapa do serviço de

armação na obra. No levantamento de campo foi observada a árvore de fatores para montagem de armação (Figura 27), para garantir que todos os principais fatores (condições climáticas, condições do posto de trabalho, métodos construtivos, mão de obra, fatores de conteúdo – armaduras, condições ergonômicas) que interferem na produtividade fossem observados para garantir a qualidade dos dados.

FIGURA 27 – Árvore de fatores para montagem de armação abordados nesta pesquisa



Fonte: Adaptado de SINAPI (2017)

Para cada amostra característica, foram levantadas as seguintes informações:

- **Relacionadas à produtividade da mão de obra**

Foram coletadas informações (kg de aço, equipe de trabalho, tempo disponível para o trabalho) que permitiram o cálculo dos indicadores de produtividade da mão de obra, tanto para a etapa de Produção das armaduras (RUP Produção) quanto para a Etapa de Montagem das armaduras (RUP Montagem).

Além destas informações, foram coletadas também informações que permitiram caracterizar os fatores influenciadores (condições climáticas, condições do posto de trabalho, métodos construtivos, mão de obra, fatores de conteúdo – armaduras) da produtividade da mão de obra, relacionados ao produto (armadura) e ao processo (modo de produção e montagem das armaduras).

As condições do posto de trabalho foram analisadas levando em consideração a NR – 18 Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção, para o serviço de armação (item 18.8). Foi elaborado um *checklist* (Quadro 17) para verificação dos requisitos apresentados nesta NR, em que foi possível verificar a porcentagem de itens atendidos em cada canteiro de obras. Tal porcentagem foi medida em função do cumprimento dos itens apresentados no Quadro 17 e é importante destacar que nas obras estudadas os itens 18.8.2 e 18.8.5 não se aplicavam, ou seja, a totalidade de resposta “Sim” indica o atendimento total dos requisitos da NR18 (item 18.8). Por sua vez, todas as respostas “Não” indicam o contrário.

QUADRO 17 – Checklist de acordo com o item 18.8 da NR 18

Itens NR 18		Atende aos Requisitos		
		Sim	Não	N.A
1	18.8.1 - A dobragem e o corte de vergalhões de aço em obra são feitos sobre bancadas ou plataformas apropriadas e estáveis, apoiadas sobre superfícies resistentes, niveladas e não escorregadias, afastadas da área de circulação de trabalhadores?			
2	18.8.2 - As armações de pilares, vigas e outras estruturas verticais são apoiadas e escoradas para evitar tombamento e desmoronamento?			
3	18.8.3 - A área de trabalho onde está situada a bancada de armação tem cobertura resistente para proteção dos trabalhadores contra a queda de materiais e intempéries?			
4	18.8.4 - As lâmpadas de iluminação da área de trabalho da armação de aço estão protegidas contra impactos provenientes da projeção de partículas ou de vergalhões?			
5	18.8.5 - É feita a colocação de pranchas de madeira firmemente apoiadas sobre as armações nas fôrmas, para a circulação de operários?			
6	18.8.6 - Não há pontas verticais de vergalhões de aço desprotegidas?			
7	18.8.7 - Durante a descarga de vergalhões de aço, a área foi isolada?			

Fonte: Autora

- **Relacionadas à avaliação ergonômica do trabalho**

Para a coleta de dados foram realizadas entrevistas, aplicação de questionários com funcionários da obra para compreensão do trabalho, verificação da existência de procedimento de execução e controle do serviço (tarefa), ou se este é repassado ao trabalhador apenas de modo verbal. A entrevista buscou também conhecer informações do trabalhador, tais como: peso, altura, tempo de serviço, nível de escolaridade, etc. Foi realizada a observação simples e direta dos trabalhadores em que a pesquisadora permaneceu alheia às atividades do grupo observado (observação não participante), e não interferiu nas situações de trabalho. A observação esteve associada a filmagens e

fotos com tempo variável conforme a complexidade da atividade, caracterizando a atividade desenvolvida, buscando analisar os movimentos e posturas de cada trabalhador. Para um maior banco de dados da tarefa executada, também foram feitas anotações em tabelas e planilhas. O registro da tarefa ocorreu em períodos distintos durante a jornada de trabalho, buscando representar de modo fiel e real o cenário cotidiano da atividade no canteiro de obras.

É importante ressaltar que tanto as informações sobre produtividade da mão de obra quanto as informações relacionadas às condições ergonômicas do trabalho foram obtidas para o período de duração de cada evento, de tal modo que possam ser relacionáveis.

Processamento dos dados: consistiu no cálculo dos indicadores de produtividade da mão de obra e seus fatores influenciadores (condições climáticas, condições do posto de trabalho, métodos construtivos, mão de obra, fatores de conteúdo – armaduras), assim como os indicadores obtidos por meio da aplicação dos instrumentos ergonômicos. Cabe destacar que, durante o processamento de dados, foi verificado se todos os fatores influenciadores coletados tiveram influência significativa nos indicadores de produtividade e indicadores ergonômicos. Todos os fatores qualitativos e quantitativos foram analisados através por meio da estatística de modo a verificar quais fatores realmente influenciaram de alguma forma na produtividade. Assim, foi realizada a análise intrínseca dos principais parâmetros envolvidos no processo de análise, com base em um grau de confiabilidade de 95%, erro aceitável de 5% e grau de significância de 5%. Neste sentido, para se analisar a confiabilidade e o grau de explicação dos dados com base nos parâmetros envolvidos, foi caracterizado o valor do coeficiente alfa de Cronbach (1951). Segundo Alves (2020) a expressão característica mais utilizada para tal coeficiente é dada por:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right) \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

k: número de itens do teste;

S_i^2 : variância de cada item

S_t^2 : variância das pontuações totais da prova, isto é, a soma dos itens.

No caso do aparato utilizado, teve-se, num primeiro momento, o valor de 0,38 (ou 38%) que denota uma baixa explicação para os dados relacionados. Adicionalmente, foram feitas diversas análises de cruzamento entre os parâmetros, análise de associação e correlação, modelos de regressão, identificando que os fatores **condições climáticas, condições do posto de trabalho, quantidade de trabalhos deveriam ser retirados**. A seguir, se obteve um valor de 0,88 ou 88% que representa uma ótima relação de explicação para os parâmetros deixados na abordagem final. Posteriormente foi realizada a análise descritiva por agrupamento dos fatores qualitativos. Cabe ressaltar, o espaçamento dos estribos e o diâmetro das barras estão incorporados ao fator quantidade de aço, uma vez que quanto mais pesada a armadura, maior o diâmetro das barras e menor o espaçamento entre os estribos.

- **Produtividade da mão de obra**

Na Figura 28, a seguir, ilustra-se o cálculo dos diferentes tipos de RUP's associados ao conjunto de ventos de montagem de armadura de pilares empregando-se armaduras prontas.

FIGURA 28 – RUP's do oficial associadas à Montagem de Armadura de Pilar e Viga:

Obra A - Exemplificação

<i>Produtividade da Mão de Obra - Serviço de Armação vigas e pilares</i>											
Obra	Data (Dias)	Oficiais (armadores)	Horas Trabalhadas	Homens Hora		Quantidade de Serviço		RUP's			Pot.
				Diária	Cum.	Diária	Cum.	Diária	Cum	RUP Dia < RUP Cum	
A	1	4	9	36	36	76,49	76,49	0,47	0,47		0,4
	2	4	9	36	72	80,05	156,54	0,45	0,46	0,45	
	3	4	9	36	108	69,38	225,93	0,52	0,48		
	4	4	9	36	144	68,19	294,12	0,53	0,49		
	5	4	8	32	176	91,91	386,03	0,35	0,46	0,35	

Fonte: Autora

- **Relacionadas à avaliação ergonômica do trabalho**

A seguir apresenta-se um exemplo, resumidamente, do cálculo do indicador de risco ergonômico aplicado à tarefa corte e montagem de malhas de aço utilizando-se o instrumento ergonômico MET. Este instrumento é utilizado para o cálculo do gasto energético (Kcal/hora) da sequência de operações da tarefa, conforme apresentado na

Figura 29. De acordo com o resultado apresentado, a operação que demanda mais esforço físico durante a jornada de trabalho é a de número 4 (consumo 1061,67 kcal), sendo essa uma atividade considerada como **trabalho pesado**. Comparando-se os resultados com o prescrito na “NR-15 - Atividades e Operações Insalubres”, conclui-se que para um trabalhador de porte médio a tarefa de montagem de armadura pode ser considerada um trabalho moderado do ponto de vista da taxa de metabolismo (251,36 kcal/h) (Vide Quadro 8).

FIGURA 29 – Resultados obtidos no MET – Obra A - Exemplificação

Gasto Energético - MET									
Obras	Étapas	Duração média do Ciclo (segundos)	Nº de Ciclos	Tempo Gasto Diário (horas)	Código MET	Valor Código MET	Peso Médio Armador (kg)	Calorias Gastas na Atividade	kcal/h
A	1	65	13	0,23	11610	3	70	49,29	251,36
	2	420	13	1,52	11610	3	70	318,50	
	3	620	13	2,24	11610	3	70	470,17	
	4	1050	13	3,79	11630	4	70	1061,67	
	5	55	13	0,20	11050	8	70	111,22	

Fonte: Autora

- e) **Análise dos resultados e verificação da hipótese de pesquisa:** nesta etapa, procedeu-se a análise dos resultados que consiste em aplicar testes estatísticos, com o objetivo de encontrar a melhor relação entre as condições ergonômicas do trabalho e os indicadores de produtividade da mão de obra obtidos. Para análise dos dados, foi realizado um filtro de acordo com o recorte temporal específico, conforme banco de dados coletado que foi incluído no software SPSS 21.0 para a realização de análises estatísticas relacionadas. A partir da inserção das variáveis e dos dados no programa SPSS 21.0, caracterizou-se a amostra pesquisada, cruzamentos pertinentes, testes não paramétricos, regressão e correlação e outras análises. Nesta primeira inserção dos dados qualitativos e quantitativos, foi possível verificar quais das variáveis coletadas (fatores influenciadores) realmente influenciaram os indicadores de produtividade e ergonomia. Sendo assim, nesta etapa alguns fatores influenciadores (condições climáticas, condições do posto de trabalho, sistema construtivo, quantidade de trabalhadores e diâmetros das barras) foram descartados uma vez que foi constatado que estes não estavam corroborando para os resultados obtidos, ou a forma como foram coletados não favoreceu seu uso na análise estatística.

Para todas as análises realizadas posteriormente, foi adotado que a probabilidade a priori ou nível de significância foi $\alpha = 10\%$ para este trabalho, bem como foi computado o Alfa de Cronbach para caracterizarmos o grau de explicação dos dados coletados.

Foram empregadas as ferramentas da estatística descritiva, que, conforme Triola (1999), são utilizadas para resumir ou descrever características de um conjunto de dados. Com o intuito de entender qual o melhor método de correlação para as variáveis apresentadas, foi realizado o teste de normalidade de Anderson Darling, adotando o coeficiente de 10% de significância.

Para Field (2009) o resultado obtido com os testes de normalidade é representado por um gráfico de probabilidade normal, com alguns dados estatísticos, em que cada ponto no eixo horizontal é um valor medido, e no eixo vertical é a probabilidade acumulada. O princípio deste teste é identificar se a transformação se mantém de maneira acumulada em uma reta. Caso contrário, os dados não seguem uma distribuição normal. São geradas duas hipóteses:

- Hipótese Nula: Dados seguem uma distribuição normal
- Hipótese Alternativa: Dados não seguem uma distribuição normal

Os coeficientes de correlação, segundo Field (2009), são utilizados para medir o quão forte é a associação entre as variáveis estudadas, e o que elas significam. Foi utilizado o **Coefficiente de Correlação de Pearson**, com variação entre -1 e 1. Assim, o teste de hipótese é dado da seguinte maneira:

- Hipótese Nula: ($r = 0$), coeficiente não significativo
- Hipótese Alternativa: ($r \neq 0$), coeficiente significativo

A estatística inferencial foi utilizada para buscar as respostas nas hipóteses estabelecidas, assim a correlação, regressão linear e regressão múltipla serão aplicadas. Segundo Larson e Farber (2010), correlação é a relação entre duas variáveis, tendo como “x” a variável independente ou explanatória, e “y” como a variável dependente ou resposta.

Ao utilizar um diagrama de dispersão, é possível verificar o tipo de correlação, podendo ser positiva mostrando que quando “x” aumenta, “y” aumenta, ou negativa que mostra que quando “x” aumenta, “y” tende a decrescer. Neste estudo, a principal variável dependente será a produtividade, pois ela mostra o que pode ou não ser melhorado para que se tenha melhores resultados, e outras possibilidades exploradas entre as variáveis coletadas.

O grau de correlação de Pearson entre as variáveis pode ser medido através da Equação 3:

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n\sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad \text{Eq. 3}$$

Neste caso, o “r” é calculado com base em dados amostrais, sendo assim uma estatística amostral usada para medir o grau da correlação linear entre “x” e “y” (TRIOLA, 1999). O coeficiente de correlação varia de -1 a 1, sendo que a correlação positiva forte se aproxima de 1, enquanto a correlação negativa forte se aproxima de -1, conforme já mencionado anteriormente.

Quando o coeficiente está próximo a 0, significa que não há uma relação linear entre as variáveis (LARSON; FARBER, 2010). No Quadro 18, apresenta-se um resumo das possibilidades de resultados para o Coeficiente de Pearson (“r”).

QUADRO 18 – Parâmetros para análise do coeficiente de Pearson.

Resultados	Coeficiente de Correlação de Pearson
[0,90; 1]	Muito forte
[0,70; 0,89]	Forte
[0,40; 0,699]	Moderada
[0,20; 0,399]	Fraca
[0 a 0,199]	Muito fraca

Fonte: Field (2009).

Entendida a possível relação entre as variáveis, busca-se determinar um modelo estatístico capaz de mostrar o comportamento das variáveis lineares. Para isso será utilizada a regressão linear que, segundo Larson e Farber (2010), determina uma linha ou reta que melhor modela os dados e sua equação pode ser utilizada para prever os valores de “y” (produtividade da mão de obra) para um dado valor de “x” (condições ergonômicas e demais fatores), conforme Equação 4, a seguir:

$$y = b_0 + b_1x \quad \text{Eq. 4}$$

Em função dos métodos estatísticos adotados, conforme explicado anteriormente, primeiramente foram analisados todos os fatores influenciadores de forma separada por meio da **análise descritiva**, com intuito de averiguar o comportamento e a variabilidade de cada fator. Em seguida, a amostra foi agrupada em função dos fatores qualitativos (**forma de pagamento, tipo de edificação e fornecimento do aço**). Por meio desse agrupamento foi possível identificar o comportamento dos demais fatores influenciadores nos indicadores de produtividade e indicadores ergonômicos. Após a análise descritiva, foi realizada a análise de Correlação de Pearson entre todos os fatores, podendo assim se obter quais fatores influenciam a produtividade, e assim chegar à equação que comprova a relação de causa-efeito.

3.4 Considerações Finais

Neste item, foram apresentados os princípios metodológicos e métodos utilizados, assim como as questões que fundamentaram a estratégia de pesquisa escolhida. Também foram apresentados: a aplicação dos instrumentos de análise ergonômica, método de coleta de dados e levantamento de campo e o cálculo da produtividade da mão de obra, assim como a tratativa estatística objetivando relacionar a produtividade da mão de obra e as condições ergonômicas verificadas no serviço de armação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento dessa pesquisa. As discussões são apresentadas em função da análise das atividades relacionadas ao serviço de execução das armaduras, conforme descrito no item anterior.

4.1 Caracterização das empresas

Foram estudadas nove empresas de cinco municípios do Sul de Minas Gerais, sendo Alfenas, Paraguaçu, Pouso Alegre, Três Pontas e Varginha, conforme apresentado no Quadro 19. Tais empresas possuem em comum o tipo de edificação construída (**edificação térrea ou sobrado**), tendo como padrão técnico construtivo o convencional (**estruturas de concreto armado**). Em apenas três empresas as tarefas possuem procedimentos de execução de serviço e/ou fichas para verificação do serviço, de acordo com o responsável; as demais não possuem procedimentos ou fichas. Todas as empresas apresentam um quadro de funcionários contratados pela empresa, mas também possuem um número significativo de funcionários terceirizados, todos devidamente registrados e treinados. Recebem um salário mensal ou por produção, sendo que as tarefas são distribuídas verbalmente e por atividades.

É importante destacar que os trabalhadores (armadores) não apresentam uma demanda significativa de afastamento e/ou absenteísmo, e todos possuem um rendimento satisfatório de acordo com seu supervisor diante das tarefas executadas.

QUADRO 19 – Caracterização geral das empresas

Empresa	Tempo de Mercado (anos)	Sistema de Qualidade	Tipo de obra que executa	Número de funcionários	Número de obras analisadas	Município
A	10	Sim	Residenciais	15	4	Varginha-MG
B	15	Não	Residenciais Comerciais	30	7	Varginha-MG
C	5	Sim	Residenciais	10	5	Varginha-MG
D	12	Não	Residenciais Comerciais	20	4	Três Pontas-MG
E	7	Sim	Residenciais Comerciais	12	4	Três Pontas-MG
F	20	Não	Residenciais	8	2	Paraguaçu-MG
G	8	Não	Residenciais	22	3	Alfenas-MG
H	10	Não	Residenciais Comerciais	9	5	Alfenas-MG
I	20	Não	Residenciais Comerciais	35	3	Pouso Alegre-MG

Fonte: Autora

4.2 Caracterização dos Trabalhadores

Durante a visita *in loco* das 37 obras, foram entrevistados um total de 146 armadores, aplicando-se um questionário semiestruturado (Apêndice A) aos que estavam executando o serviço de armação. As características de cada trabalhador são apresentadas no Quadro 20, a seguir.

Observa-se que a idade média dos trabalhadores é de 38,8 anos, sendo que o trabalhador mais jovem possui 18 anos e o mais velho, 67 anos. Com relação à escolaridade, apenas 38,4% completaram o ensino fundamental, enquanto o restante (61,6%) dos trabalhadores não concluíram ou não frequentaram o ensino fundamental. Deste modo, apenas 3 trabalhadores já realizaram curso profissionalizante e os demais adquiriram conhecimento em função da própria experiência. A experiência média no exercício da função de armador apresentada foi de 110 meses (9,2 anos), enquanto o tempo de contratação das empresas variou de 6 meses a 120 meses, sendo que a média de tempo de trabalho na empresa foi 20,9 meses (1,75 anos). Em nenhuma das obras visitadas, se observou pausas para descanso pelos trabalhadores (apenas horário de almoço), e nenhum dos trabalhadores apresentou dificuldades para realização da atividade.

Diante das características encontradas, das verbalizações e da compreensão de como a atividade é cumprida e entendida pelos trabalhadores, foram realizadas observações por meio de registro fotográfico e anotações.

QUADRO 20 – Características dos trabalhadores (armadores)

Características do Trabalhador	Idade (anos)						Escolaridade Fundamental Completo S(sim) N(não)						Curso profissionalizante S(sim) N(não)						Experiência profissional (meses)						Tempo na empresa (meses)						Pausas para descanso S(sim) N(não)						Dificuldades para executar a tarefa S(sim) N(não)					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Funcionário	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
OBRA A	34	33	23	19	-	-	S	S	S	S	-	-	N	N	N	N	-	-	120	12	36	6	-	-	120	2	36	1	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-
OBRA B	57	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-	240	-	-	-	-	-	60	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-
OBRA C	55	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-
OBRA D	22	35	40	29	-	-	S	S	S	S	-	-	S	N	N	S	-	-	12	60	120	36	-	-	24	12	18	6	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-
OBRA E	54	33	39	46	-	-	S	S	S	S	-	-	N	N	N	N	-	-	150	48	24	18	-	-	10	6	6	10	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-
OBRA F	18	20	27	32	34	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	15	48	26	60	24	-	9	24	33	16	9	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA G	35	42	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	48	72	-	-	-	-	24	36	-	-	-	N	N	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	-
OBRA H	33	51	51	35	43	-	S	S	S	S	N	-	N	N	N	N	N	-	120	240	200	120	150	-	110	130	12	12	110	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA I	40	47	31	29	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-	48	100	48	21	-	-	12	36	6	10	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-
OBRA J	39	52	55	36	44	-	S	S	S	S	S	-	N	N	N	N	N	-	100	220	180	120	120	-	100	120	12	12	120	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA K	37	51	53	33	45	-	S	N	S	N	N	-	N	N	N	N	N	-	120	120	150	60	60	-	36	36	6	6	10	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA L	41	53	55	36	40	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	150	90	120	90	90	-	48	18	36	12	12	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA M	40	50	49	35	38	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	12	60	120	48	24	-	12	12	24	6	6	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA N	59	57	35	43	44	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	72	120	48	60	24	-	36	36	12	6	6	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA O	44	23	54	51	26	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	24	6	36	60	12	-	6	6	18	6	6	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA P	55	42	39	52	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-	240	200	120	240	-	-	36	48	12	6	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-
OBRA Q	48	29	33	-	-	-	N	N	S	-	-	-	N	N	N	-	-	-	120	90	60	-	-	-	12	12	12	-	-	-	N	N	N	-	-	-	N	N	N	-	-	-
OBRA R	51	48	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	240	240	-	-	-	-	36	24	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-
OBRA S	53	33	38	45	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-	140	48	12	24	-	-	12	6	6	12	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-

Fonte: Autora

QUADRO 20 – Características dos trabalhadores (armadores) (continuação)

Características do Trabalhador	Idade (anos)						Escolaridade Fundamental Completo S(sim) N(não)						Curso profissionalizante S(sim) N(não)						Experiência profissional (meses)						Tempo na empresa (meses)						Pausas para descanso S(sim) N(não)						Dificuldades para executar a tarefa S(sim) N(não)					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F						
Funcionário	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
OBRA T	46	47	39	56	58	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	240	240	120	240	240	-	36	36	36	36	36	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA U	35	19	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	72	72	-	-	-	-	12	6	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-
OBRA V	42	47	53	-	-	-	N	N	N	-	-	-	N	N	N	-	-	-	120	120	120	-	-	-	12	6	6	-	-	-	N	N	N	-	-	-	N	N	N	-	-	-
OBRA W	18	25	36	39	45	-	S	S	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	12	24	36	72	120	-	6	6	6	12	12	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA X	46	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-
OBRA Y	38	25	30	51	53	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	72	12	72	120	120	-	12	12	24	24	48	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA Z	33	34	27	40	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-	96	108	72	120	-	-	12	6	24	36	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-
OBRA AA	25	33	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	60	120	-	-	-	-	12	12	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-
OBRA AB	52	28	-	-	-	-	N	S	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	240	48	-	-	-	-	36	24	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-	N	N	-	-	-	-
OBRA AC	19	29	45	-	-	-	S	S	S	-	-	-	N	N	N	-	-	-	12	36	60	-	-	-	6	12	12	-	-	-	N	N	N	-	-	-	N	N	N	-	-	-
OBRA AD	36	31	42	53	-	-	S	S	S	S	-	-	N	N	N	N	-	-	60	120	240	240	-	-	12	24	24	12	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-
OBRA AE	21	26	32	53	31	-	S	S	S	S	S	-	N	N	N	N	N	-	48	60	120	96	72	-	6	6	6	12	12	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA AF	27	30	28	67	49	21	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N	72	120	100	360	240	48	6	6	6	24	12	12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
OBRA AG	35	38	56	55	33	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	72	60	100	240	360	-	12	12	12	12	12	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA AH	31	24	52	63	29	59	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-	60	72	240	360	42	360	6	6	6	12	6	6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
OBRA AI	26	37	49	42	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	-	-	-	72	100	240	240	-	-	12	12	12	12	-	-	N	N	N	N	-	-	N	N	N	N	-	-
OBRA AJ	58	47	42	36	57	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-	240	240	240	120	360	-	24	24	12	24	24	-	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-
OBRA AK	39	37	28	19	27	52	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N	72	72	36	12	48	72	12	12	6	6	6	24	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N	N	-

Fonte: Autora

4.3 Caracterização dos Canteiros de Obras

Dentre as trinta e sete obras analisadas, oito foram executadas no município de Alfenas, duas em Paraguaçu, oito em Três Pontas, três em Pouso Alegre e dezesseis em Varginha, conforme apresentado anteriormente no item 4.1. Todos os canteiros de obras visitados apresentaram-se bem organizados e limpos, no que tange as instalações coletivas, refeitório, sanitários e vestiários. Foi analisada, em especial, a Central de Armação para verificação dos itens que a norma prescreve para essa área, que é objeto de estudo desta tese. No Quadro 21 apresenta-se o percentual de atendimento aos requisitos com base na NR 18.

QUADRO 21 – Características dos canteiros de obras

Obras	Porcentagem de Requisitos atendidos da NR-18 (Serviço de Armação) – (%)	Obras	Porcentagem de Requisitos atendidos da NR-18 (Serviço de Armação) – (%)
A	60	T	60
B	80	U	60
C	80	V	80
D	100	W	80
E	60	X	80
F	100	Y	60
G	100	Z	60
H	80	AA	80
I	100	AB	80
J	60	AC	60
K	100	AD	60
L	100	AE	60
M	60	AF	80
N	80	AG	80
O	100	AH	80
P	80	AI	80
Q	80	AJ	80
R	80	AK	80
S	60		

Fonte: Autora

Conforme apresentado no Quadro 21, cabe destacar que apenas sete obras têm o posto de trabalho do armador atendendo a todos os requisitos descritos na NR-18 referentes ao serviço de armação, sendo que dos sete itens apresentados no *checklist*, os itens 2 e 5 não se aplicam às obras estudadas. Assim, tem-se que o posto de trabalho atendeu de três a cinco requisitos, o que demonstra a porcentagem encontrada. Assim, pode-se afirmar que a maior parte das obras não apresenta preocupação significativa no que visa a segurança dos armadores.

4.4 Caracterização do serviço de armação

Neste item, o serviço de armação é descrito conforme o que foi visualizado nas obras visitadas. Em todas as obras, a tarefa realizada consistiu na produção de armaduras de vigas e pilares; em algumas obras também houve o corte e dobra das barras de aço. Foi observada uma variação de diâmetros entre as obras, sendo utilizadas barras de 8mm até 22,5mm para as vigas e pilares; para o amarre, em todas as obras foi utilizado arame recozido nº 18. Cabe destacar que, os diâmetros dos estribos também foram comuns nas obras, sendo utilizadas barras de 5mm e 6,3mm. Todos os estribos foram adquiridos pré-cortados e pré-dobrados, sempre com espaçamentos variando entre 12 e 20cm.

Como condição técnica para o serviço de armação, é necessário que este seja executado por trabalhador habilitado, capaz de manusear e trabalhar com os equipamentos e ferramentas necessárias à execução desta atividade e equipamentos de proteção individual, obrigatórios ao cumprimento da atividade. Para realização da atividade, os equipamentos e ferramentas utilizados foram: torquês, trena metálica e bancada para montagem. Os materiais/componentes manipulados foram as barras de aço, estribos e o arame.

Para determinar como a atividade foi executada, os trabalhadores foram observados ao longo de sua jornada de trabalho por cinco dias em média, verificando o modo operatório apresentado em cada dia. As impressões gerais diante das observações *in loco* e realizadas por meio das filmagens e fotos são que os trabalhadores possuem habilidades para execução da atividade e que eles mesmos realizam a inspeção de qualidade do serviço, conforme estipulado no projeto.

Diante do observado, foi possível compreender a atividade e sua sequência de operações conforme apresentada no Apêndice B. O tempo médio de ciclo para confecção de uma armadura foi determinado por meio das filmagens, realizando-se uma média (5 dias) dos dias observados em relação aos trabalhadores de cada obra.

4.5 Resultados e discussões acerca dos Instrumentos de Análise Ergonômica

Para melhor compreensão e entendimento dos resultados que relacionam as condições ergonômicas à produtividade da mão de obra, serão apresentadas e discutidas nesse item todas as situações encontradas referentes à ergonomia no posto de trabalho.

4.5.1 RESULTADOS EWA

Para análise da atividade foi utilizado o EWA, já descrito anteriormente, levando em consideração as entrevistas informais, o registro fotográfico e as observações *in loco* durante a execução do serviço. Durante a aplicação do instrumento, os trabalhadores foram questionados sobre os fatores de avaliação e puderam emitir seus julgamentos sobre os itens analisados. Este instrumento fornece uma explicação sobre como se deve proceder para classificar os fatores de avaliação e como deve ser avaliado o julgamento do trabalhador.

O pesquisador classifica qualitativamente os vários fatores em uma escala, geralmente de 1 a 5, em que o valor 1 é dado quando a situação apresenta o menor desvio em relação à condição ótima ou aceitável para as condições e arranjo espacial do trabalho. Os valores 4 e 5 indicam que a condição de trabalho ou o ambiente podem causar danos à saúde dos trabalhadores. A avaliação do trabalhador é subjetiva, sendo classificada como bom (++), regular (+), ruim (-) e muito ruim (--). Se o julgamento do trabalhador diferir da classificação do pesquisador, a situação de trabalho deve ser analisada e revista com maior riqueza de detalhes para verificar o porquê dessa diferença.

Na análise da tarefa realizada pelos armadores observou-se que o fator de avaliação **Levantamento de Cargas** requer atenção, uma vez que resultou na **classificação 3 e 4 em todas obras analisadas**. O valor encontrado é justificado pelo fato de os armadores precisarem ter atenção no momento de marcação e posicionamento das barras e estribos. De acordo com o julgamento do trabalhador, o levantamento de carga na execução da atividade **é moderado** (os mesmos informam que já se acostumaram com o peso das peças).

O fator **Posturas de Trabalho e Movimentos** pode ser evidenciado na Figura 30 em que são demonstradas algumas situações vivenciadas no posto de trabalho. Vale

ressaltar que as posturas de trabalho e movimentos foram analisados separadamente, e foram seguidas as orientações contidas no EWA para a obtenção dos resultados.

FIGURA 30 - Posturas do trabalhador durante a confecção da armadura



Amarre de estribos e barra: nessa etapa do serviço o membro superior é solicitado constantemente e o pulso sofre rotação várias vezes repetidamente.



Transporte da armadura para o local de estoque: essa etapa demanda dos armadores grande esforço físico, além de posturas inadequadas, como ratação do tronco e pescoço.



Marcação de barras é uma etapa em que o trabalhador precisa de atenção para garantir o espaçamento dos estribos. Por esse motivo, ao longo da marcação, o trabalhador fica com o pescoço inclinado todo o tempo.



Posicionamento dos estribos: nessa etapa o armador fica com pescoço inclinado todo o tempo para posicionar e amarrar o estribo na marcação indicada.

Fonte: Autora

O **Risco de Acidente** para tarefa em questão apresenta um risco de acidente pequeno, podendo o trabalhador evitar acidentes seguindo as instruções e orientações do mestre de obras e técnico de segurança. A severidade pode ser considerada grave, pois, caso haja um acidente, o armador pode perder parte do membro superior como dedos e mãos. De acordo com o julgamento do trabalhador, o risco de acidente na execução da tarefa é pequeno. Como o julgamento do trabalhador não diverge do julgamento da pesquisadora: para o risco de acidente essa tarefa recebeu **classificação 2**.

Para análise do fator **Atenção**, levou-se em consideração as atividades em que o armador precisa de nível de atenção maior; sendo assim, recebeu **classificação 3**.

No Quadro 22, a seguir, são apresentadas as classificações para os fatores considerados nesta pesquisa por meio da aplicação do instrumento EWA.

QUADRO 22 - Resultados obtidos: EWA

EWA					
Obra	Tarefas	Levantamento de carga	Posturas de Trabalho e Movimento	Risco de acidente	Nível de atenção
<i>A</i>	Montagem de Armaduras de Vigas e Pilares	3	4	2	3
<i>B</i>		3	3	2	3
<i>C</i>		4	4	2	3
<i>D</i>		3	3	2	3
<i>E</i>		3	3	2	3
<i>F</i>		4	4	2	3
<i>G</i>		4	4	2	3
<i>H</i>		4	4	2	3
<i>I</i>		4	4	2	3
<i>J</i>		4	4	2	3
<i>K</i>		4	4	2	3
<i>L</i>		3	3	2	3
<i>M</i>		3	3	2	3
<i>N</i>		3	3	2	3
<i>O</i>		3	3	2	3
<i>P</i>		3	3	2	3
<i>Q</i>		3	3	2	3
<i>R</i>		3	3	2	3
<i>S</i>		3	3	2	3
<i>T</i>		3	3	2	3
<i>U</i>		3	3	2	3
<i>V</i>		3	3	2	3
<i>W</i>		3	3	2	3
<i>X</i>		3	3	2	3
<i>Y</i>		3	3	2	3
<i>Z</i>		3	3	2	3
<i>AA</i>		3	3	2	3
<i>AB</i>		3	3	2	3
<i>AC</i>		3	3	2	3
<i>AD</i>		3	3	2	3
<i>AE</i>		4	4	2	3
<i>AF</i>	4	4	2	3	
<i>AG</i>	3	3	2	3	
<i>AH</i>	3	3	2	3	
<i>AI</i>	4	4	2	3	
<i>AJ</i>	4	4	2	3	
<i>AK</i>	3	3	2	3	

Fonte: Autora

Pode-se observar que as obras C, F, G, H, I, J, K, AE, AF, AI e AJ apresentaram condições ergonômicas críticas referentes ao **Levantamento de carga e Posturas de trabalho e movimento**, o que faz com que o trabalhador possa estar prejudicando sua saúde e tendo desconfortos físicos e mentais para realização do seu trabalho. Esta situação foi encontrada devido ao peso das armaduras e aos movimentos e posturas que os trabalhadores realizam para confeccioná-las.

Na Obra A, apenas o item **Posturas de trabalho e movimento** apresentou situação crítica, devido a forma como os trabalhadores se comportam para montagem da armadura: foi observado que os 4 trabalhadores adotavam posturas muito inclinadas e elevados movimentos de torção no tronco, como demonstra a Figura 31, cuja análise seguiu as recomendações do EWA apresentadas nas Figuras 8, 9, 10 e 11.

FIGURA 31 - Posturas do trabalhador – Tronco e Pescoço



Fonte: Autora

Os itens **Nível de atenção** e **Risco de acidentes** receberam a mesma pontuação em todas as obras devido à montagem de armaduras para vigas e pilares ser realizada “no chão”, não havendo trabalho em alturas e pelo fato de a atividade que requer maior atenção é a marcação das barras. Deste modo, não são atividades críticas e é importante destacar que todos os armadores usaram EPI’s na realização das atividades, o que contribui para essa classificação.

4.5.2 RESULTADOS MET

Utilizou-se o MET para o cálculo do gasto energético (Kcal/hora) da sequência de operações da atividade para todas as obras, conforme apresentado no APÊNDICE C. Para este cálculo, foram consideradas as seguintes condições:

- Peso médio do trabalhador: 70 kg;

- Determinação da duração dos ciclos: tempos médios obtidos nas filmagens de cada ciclo (confeção de uma peça) e o número de repetições desse ciclo ao longo da jornada de trabalho;
- Durações médias de cada atividade durante as execuções dos ciclos;
- Tempo gasto diariamente em cada atividade da tarefa;
- Código MET de cada atividade obtido em tabelas conforme Farinatti (2003);
- Cálculo da kcal gasta na atividade ao longo do dia;
- Determinação da relação Kcal/ hora na atividade e no ciclo.

Os resultados obtidos com a aplicação do instrumento MET estão apresentados no Quadro 23, a seguir.

QUADRO 23 - Resultados obtidos: MET

Obra	kcal/h	Classificação Geral NR - 15	Obra	kcal/h	Classificação Geral NR - 15
A	251,36	Moderado	T	236,66	Moderado
B	223,32	Moderado	U	314,48	Pesado
C	249,14	Moderado	V	345,45	Pesado
D	277,00	Moderado	W	283,68	Moderado
E	274,80	Moderado	X	210,94	Moderado
F	277,96	Moderado	Y	250,51	Moderado
G	295,77	Moderado	Z	241,24	Moderado
H	275,89	Moderado	AA	124,54	Leve
I	271,99	Moderado	AB	192,39	Moderado
J	303,05	Pesado	AC	244,09	Moderado
K	336,88	Pesado	AD	221,20	Moderado
L	314,11	Pesado	AE	315,12	Pesado
M	209,96	Moderado	AF	363,32	Pesado
N	237,83	Moderado	AG	285,30	Moderado
O	177,26	Moderado	AH	231,87	Moderado
P	251,17	Moderado	AI	368,77	Pesado
Q	309,50	Pesado	AJ	313,66	Pesado
R	250,20	Moderado	AK	247,87	Moderado
S	284,06	Moderado			

Fonte: Autora

De acordo com os resultados apresentados (Quadro 23), pode-se notar que as obras J, K, L, Q, U, V, AE, AF, AI e AJ apresentaram alto consumo energético, resultando num grande desgaste por parte dos trabalhadores, caracterizando-se como um trabalho **pesado**.

Comparando-se os resultados das obras com os prescritos na “NR-15 - Atividades e Operações Insalubres”, conclui-se que para um trabalhador de porte médio a atividade montagem de armadura de pilares e vigas pode ser considerada um trabalho **moderado para 70,3% das obras estudadas** enquanto que em **27% podem ser consideradas como um trabalho pesado**, uma vez que o consumo metabólico está acima de 300 kcal/h. Dentre o grupo de obras analisadas, apenas uma apresentou um baixo consumo de calorias, sendo considerada como **trabalho leve**. Isto se deve a quantidade de peças produzidas e ao tempo ocioso entre a produção de cada armadura.

No Quadro 24, apresenta-se a relação de obras cujos resultados foram críticos considerando a aplicação, tanto do instrumento MET quanto do EWA.

QUADRO 24 – Comparativo entre resultados obtidos pela aplicação dos instrumentos MET e EWA

OBRA	MET kcal/h	Classificação Geral NR - 15	Levantamento de carga (EWA)	Posturas de Trabalho e Movimento (EWA)
J	303,05	Pesado	4	4
K	336,88	Pesado	4	4
AE	315,12	Pesado	4	4
AF	363,32	Pesado	4	4
AI	368,77	Pesado	4	4
AJ	313,66	Pesado	4	4

Fonte: Autora

Observa-se também, de acordo com o Quadro 24, que nas obras J, K, AE, AF, AI e AJ as condições ergonômicas referentes ao EWA também não foram favoráveis com relação aos itens **Levantamento de Cargas** e **Posturas de trabalho e movimento**, o que comprova que o trabalhador está sujeito a doenças ocupacionais e desgastes físicos e mentais.

É importante ressaltar que o amarre das barras (atividade de número 4) é a atividade que demanda maior esforço físico (maior gasto energético) do armador ao longo da jornada de trabalho nas obras estudadas, conforme demonstrado na Tabela 1 a seguir. Tal fato ocorre devido ao elevado número de amarres e a quantidade de movimentos repetitivos realizados durante a execução dessa atividade. Nota-se também que o consumo de calorias nessa atividade representa mais que 50% do consumo total de calorias ao longo da jornada de trabalho em 32 obras, sendo que as demais obras

apresentaram um consumo médio de calorias em torno de 45%. Realizando-se uma comparação do consumo de calorias nessa atividade com o prescrito pela “NR-15 - Atividades e Operações Insalubres”, temos que essa atividade quando analisada de forma independente pode ser considerada como desgastante para o trabalhador e considerada ainda como um **trabalho pesado**.

TABELA 1 – Gasto Energético no Amarre de Barras

Gasto Energético - MET												
Obras	Atividade	Descrição da Atividade	Duração média do Ciclo (segundos)	Nº de Ciclos	Tempo Gasto Diário (horas)	Código MET	Valor Código MET	Peso Médio Armador (kg)	Calorias Gastas na Atividade	Calorias Gastas na Atividade por hora	kcal/h na tarefa	% Calorias horas na atividade em função da tarefa
A	4	Amarre de Barras e Estribos	1050	13	3,79	11630	4	70	1061,67	132,71	251,36	53%
B	4	Amarre de Barras e Estribos	2388	7	4,64	11630	4	70	1300,13	162,52	223,32	73%
C	4	Amarre de Barras e Estribos	3188	6	5,31	11630	4	70	1487,73	185,97	249,14	75%
D	4	Amarre de Barras e Estribos	1740	9	4,35	11630	4	70	1218,00	152,25	277,00	55%
E	4	Amarre de Barras e Estribos	1900	13	6,86	11630	4	70	1921,11	240,14	274,80	87%
F	4	Amarre de Barras e Estribos	3893	6	6,49	11630	4	70	1816,73	227,09	277,96	82%
G	4	Amarre de Barras e Estribos	5793	4,5	7,24	11630	4	70	2027,55	253,44	295,77	86%
H	4	Amarre de Barras e Estribos	5877	4	6,53	11630	4	70	1828,40	228,55	275,89	83%
I	4	Amarre de Barras e Estribos	5789	4	6,43	11630	4	70	1801,02	225,13	271,99	83%
J	4	Amarre de Barras e Estribos	5137	5	7,13	11630	4	70	1997,72	249,72	303,05	82%
K	4	Amarre de Barras e Estribos	4608	6	7,68	11630	4	70	2150,40	268,80	336,88	80%
L	4	Amarre de Barras e Estribos	3597	7	6,99	11630	4	70	1958,37	244,80	314,11	78%
M	4	Amarre de Barras e Estribos	3219	5	4,47	11630	4	70	1251,83	156,48	209,96	75%
N	4	Amarre de Barras e Estribos	3752	5	5,21	11630	4	70	1459,11	182,39	237,83	77%
O	4	Amarre de Barras e Estribos	2440	5	3,39	11630	4	70	948,89	118,61	177,26	67%
P	4	Amarre de Barras e Estribos	5430	4	6,03	11630	4	70	1689,33	211,17	251,17	84%
Q	4	Amarre de Barras e Estribos	4389	6	7,32	11630	4	70	2048,20	256,03	309,50	83%
R	4	Amarre de Barras e Estribos	4125	5	5,73	11630	4	70	1604,17	200,52	250,20	80%
S	4	Amarre de Barras e Estribos	5219	4,5	6,52	11630	4	70	1826,65	228,33	284,06	80%
T	4	Amarre de Barras e Estribos	7360	3	6,13	11630	4	70	1717,33	214,67	236,66	91%
U	4	Amarre de Barras e Estribos	3989	7	7,76	11630	4	70	2171,79	271,47	314,48	86%
V	4	Amarre de Barras e Estribos	3897	8	8,66	11630	4	70	2424,80	303,10	345,45	88%
W	4	Amarre de Barras e Estribos	2784	8	6,19	11630	4	70	1732,27	216,53	283,68	76%
X	4	Amarre de Barras e Estribos	3437	5	4,77	11630	4	70	1336,61	167,08	210,94	79%
Y	4	Amarre de Barras e Estribos	3345	6	5,58	11630	4	70	1561,00	195,13	250,51	78%
Z	4	Amarre de Barras e Estribos	3987	5	5,54	11630	4	70	1550,50	193,81	241,24	80%
AA	7	Amarre de Barras e Estribos	1264	6	2,11	11630	4	70	589,87	73,73	124,54	59%
AB	4	Amarre de Barras e Estribos	2975	4	3,31	11630	4	70	925,56	115,69	192,39	60%
AC	6	Amarre de Barras e Estribos	574	16	2,55	11630	4	70	714,31	89,29	244,09	37%
AD	4	Amarre de Barras e Estribos	960	18	4,80	11630	4	70	1344,00	168,00	221,20	76%
AE	4	Amarre de Barras e Estribos	4185	4	4,65	11630	4	70	1302,00	162,75	315,12	52%
AF	4	Amarre de Barras e Estribos	3825	5	5,31	11630	4	70	1487,50	185,94	363,32	51%
AG	4	Amarre de Barras e Estribos	2523	5	3,50	11630	4	70	981,17	122,65	285,30	43%
AH	4	Amarre de Barras e Estribos	1432	7	2,78	11630	4	70	779,64	97,46	231,87	42%
AI	4	Amarre de Barras e Estribos	2863	6	4,77	11630	4	70	1336,07	167,01	368,77	45%
AJ	4	Amarre de Barras e Estribos	2912	5	4,04	11630	4	70	1132,44	141,56	313,66	45%
AK	4	Amarre de Barras e Estribos	3125	4	3,47	11630	4	70	972,22	121,53	247,87	49%

Fonte: Autora

4.5.3 RESULTADOS OCRA

Utilizou-se o instrumento OCRA para análise das atividades repetitivas, que neste caso é o amarre de barras e estribos (**atividade de número 4**), atividade essa já

identificada pelo instrumento MET como sendo crítica. Assim, foi possível observar que o **risco na atividade é elevado**, pois todas as obras estudadas tiveram seus resultados demonstrando Risco Presente (Apêndice D), ou seja, os armadores estão sujeitos a doenças ocupacionais e afastamento do trabalho, além de possível afastamento definitivo (aposentadoria por invalidez).

Dentre as obras analisadas, a Obra G apresentou o maior valor de I.E = 65,23 para o membro direito e membro esquerdo I.E = 13,41, seguida pela obra AD que apresentou I.E = 64,31 para o membro direito e membro esquerdo I.E = 9,09. Isto se deve ao número de repetições realizadas e ao tempo gasto para realizar cada movimento, conforme observado no Quadro 25.

QUADRO 25 - Resultados obtidos: OCRA

OCRA			OCRA		
Movimentos repetitivos			Movimentos repetitivos		
Obra	Membro Superior Direito	Membro Superior Esquerdo	Obra	Membro Superior Direito	Membro Superior Esquerdo
A	44,08	9,35	T	36,05	7,33
B	30,6	6,49	U	36,13	7,66
C	27,11	5,38	V	55,97	11,03
D	25,04	5,04	W	31,18	6,61
E	43,96	7,3	X	23,47	4,78
F	35,5	7,25	Y	25,42	5,39
G	65,23	13,41	Z	20,86	4,42
H	53,32	11,14	AA	16,27	3,45
I	31,69	6,5	AB	38,29	8,12
J	43,58	9,25	AC	52,56	11,15
K	32,55	6,9	AD	64,31	9,09
L	54,24	10,55	AE	17,98	3,81
M	41,72	8,48	AF	23,83	5,05
N	47,86	9,65	AG	21,67	4,32
O	36,15	6,98	AH	19,65	4,17
P	35,93	7,34	AI	14,04	2,98
Q	44	8,95	AJ	17,28	3,67
R	39,65	8,32	AK	23,33	4,95
S	29,41	5,91			

Fonte: Autora

Observa-se ainda que a Obra AI apresentou o valor I.E = 2,98 para o membro esquerdo, demonstrando que a atividade requer atenção. Isto se deu em função do membro esquerdo ser utilizado com menor intensidade. Vale ressaltar que todos os

armadores analisados são destros; assim o braço direito é bastante solicitado e usado durante a execução das armaduras, enquanto o braço esquerdo trabalha como apoio e, por isto, apresenta valores menores.

Os resultados obtidos corroboram com os obtidos no estudo de Carvalho (2016), que demonstra a repetitividade dos membros superiores na atividade de amarres das barras e estribos para confecção das armaduras e que apresentou risco presente de desenvolvimento de alguma lesão nos membros superiores em todas as obras estudadas. A autora ainda afirma que esse fato se deve ao modo operatório de trabalho adotado pelos armadores e pelo tipo de armadura produzida.

4.6 Resultados e discussões acerca da Produtividade da Mão de Obra

Os valores de RUP Cumulativa, RUP Potencial e $\Delta RUP_{\text{Cumulativa-Potencial}}$ obtidos nas obras analisadas são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – RUP Cumulativa, RUP Potencial e $\Delta RUP_{\text{Cumulativa-Potencial}}$ (Hh/kg)

Obra	RUP Cum	RUP Pot	ΔRUP	Obra	RUP Cum	RUP Pot	ΔRUP
A	0,46	0,40	0,06	T	0,35	0,32	0,03
B	0,07	0,05	0,02	U	0,13	0,10	0,04
C	0,13	0,08	0,05	V	0,32	0,29	0,03
D	0,35	0,31	0,04	W	0,54	0,46	0,08
E	0,32	0,27	0,05	X	0,09	0,08	0,01
F	0,11	0,09	0,02	Y	0,43	0,39	0,04
G	0,05	0,03	0,02	Z	0,31	0,24	0,07
H	0,09	0,07	0,02	AA	0,20	0,18	0,03
I	0,10	0,07	0,03	AB	0,20	0,18	0,03
J	0,17	0,12	0,05	AC	0,25	0,22	0,03
K	0,13	0,11	0,03	AD	0,32	0,28	0,04
L	0,50	0,46	0,04	AE	0,54	0,49	0,05
M	0,22	0,18	0,04	AF	0,71	0,66	0,05
N	0,16	0,09	0,07	AG	0,55	0,53	0,02
O	0,23	0,18	0,06	AH	0,53	0,51	0,02
P	0,19	0,18	0,01	AI	0,36	0,34	0,02
Q	0,24	0,21	0,03	AJ	0,46	0,42	0,04
R	0,16	0,15	0,02	AK	0,53	0,48	0,05
S	0,31	0,24	0,08	-	-	-	-

Fonte: Autora

De forma a comparar o desempenho das obras quanto à produtividade da mão de obra frente a resultados nacionais, os indicadores de produtividade da mão de obra (RUP

Cumulativa) (Tabela 3) foram posicionados dentro da faixa de RUP Cumulativa apresentada pelo SINAPI (2017) (Figura 32), de acordo com a seguinte categorização:

- Valores de RUP Cumulativa de obras posicionadas entre os valores mínimo e da mediana da faixa de RUP's Cumulativas do SINAPI (2017);
- Valores de RUP Cumulativa de obras posicionadas entre os valores da mediana e máximo da faixa de RUP's Cumulativas do SINAPI (2017);
- Valores de RUP Cumulativa de obras posicionadas acima do valor máximo da faixa de RUP's Cumulativas do SINAPI (2017).

FIGURA 32 – Faixa de variação de RUP para a montagem das armaduras – SINAPI (2017)

Item	Unidade	Faixas de RUP e CUM SINAPI			
		Mínima	Mediana	Máxima	
M.O.	Ajudante (A)	H.h/kg	0,0015	0,0086	0,0367
	Armador (B)	H.h/kg	0,0094	0,0529	0,2245
Material	Corte (C)	kg/kg	1	1	1
	Arame (D)	kg/kg	0,025	0,025	0,025
	Espaçador (E)	un/kg	0,01	0,367	2,816
Fatores principais					
		Estrutura convencional Múltiplos pavimentos Diâmetro ou bitola de aço maior			
		Estruturas diversas de concreto armado Edificação térrea Diâmetro ou bitola de aço menor			

Fonte: CBIC (2017)

A faixa de variação de RUP Cumulativa do SINAPI (2017) foi adotada devido aos índices atualizados e por ampla utilização na construção civil como referência. Para comparação das RUP's foram observados as recomendações e critérios adotados no SINAPI - Cadernos Técnicos das Composições de Armação de ECA – Lote 1, em que foram levados em consideração os seguintes critérios de aferição:

- Foram considerados os operários envolvidos diretamente com a montagem da armadura da estrutura de concreto armado (armadores), após o recebimento/fabricação das peças pré-cortadas/dobradas no canteiro;
- Se considerou que as barras são recebidas pré-cortadas e pré-dobradas, resultando em perda nula de aço, uma vez que esta foi a condição preponderante nas obras analisadas.

TABELA 3 – RUPs Cumulativas (Hh/kg) em relação às faixas de RUPs da Tabela SINAPI (2017)

Obras	Faixas de Rup Cumulativa (Hh/kg)		
	RUPs entre valor mínimo e da mediana (SINAPI) 0,0094 a 0,0529	RUPs entre valor da mediana e valor máximo (SINAPI) 0,0529 a 0,2245	RUPs maiores do que o valor máximo (SINAPI) >0,2245
A			0,400
B	0,050		
C		0,080	
D			0,305
E			0,265
F		0,085	
G	0,030		
H		0,070	
I		0,070	
J		0,120	
K		0,105	
L			0,460
M		0,180	
N		0,090	
O		0,175	
P		0,175	
Q		0,210	
R		0,145	
S			0,235
T			0,320
U		0,095	
V			0,290
W			0,455
X		0,080	
Y			0,385
Z			0,240
AA		0,175	
AB		0,175	
AC		0,220	
AD			0,280
AE			0,490
AF			0,660
AG			0,530
AH			0,505
AI			0,340
AJ			0,420
AK			0,480
Média RUP	0,040	0,122	0,392

Fonte: Autora

Com relação à produtividade da mão de obra (Apêndice E), nota-se que em

todas as obras os armadores não tinham preocupação exímia com índices de produtividade, não eram cobrados em relação a esta questão. Das 37 obras analisadas, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, 5,41% das obras tiveram RUPs Cumulativas situadas entre o valor mínimo e o da mediana da faixa do SINAPI (2017); 45,95% das obras tiveram valores de RUP Cumulativa entre os valores da mediana e máximo da faixa do SINAPI (2017) e 48,65% das obras tiveram valores acima do valor máximo da faixa do SINAPI. Observa-se também que nenhuma das obras apresentou RUP Cumulativa menor do que o mínimo da faixa do SINAPI (2017).

Na Tabela 4, a seguir, são apresentadas as estatísticas relativas à RUP Cumulativa, RUP Potencial e Δ RUP Cumulativa – RUP Potencial, em comparação à faixa de valores do SINAPI (2017).

TABELA 4 – Estatísticas de produtividade da mão de obra das 37 obras analisadas em comparação com a Tabela SINAPI (2017)

Estatísticas	Resultados das 37 obras			SINAPI (2017)
	RUP Cum	RUP Pot	Δ RUP	RUP Cum
Média	0,29	0,26	0,04	-
Mediana	0,25	0,22	0,04	0,0529
Mínimo	0,05	0,03	0,01	0,0094
Máximo	0,71	0,66	0,08	0,2245

Fonte: Autora

4.7 Resultados e discussões sobre a causa-efeito das condições ergonômicas na produtividade

Para chegar à relação entre as condições ergonômicas e a produtividade da mão de obra no serviço de armação (montagem das armaduras de pilares e vigas), foram levantadas, nas obras, os fatores conhecidos que potencialmente podem influenciar a produtividade, incluindo os fatores relacionados às condições ergonômicas no posto de trabalho.

4.7.1 POTENCIAIS FATORES INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE

São apresentados, na sequência, os fatores potencialmente influenciadores da produtividade da mão de obra considerados nesta tese:

- *Condições climáticas*: condições climáticas mais severas à realização do trabalho ao ar livre, sem proteção, tendem a prejudicar a produtividade da mão de obra. Pode-se citar temperaturas elevadas, frio excessivo, ocorrência de chuvas, entre outros. Nesta tese, foram coletadas informações sobre temperatura e precipitação médias;
- *Condições do posto de trabalho segundo a NR 18*: acredita-se que quanto melhores forem as condições de trabalho, melhor será a produtividade da mão de obra;
- *Sistema construtivo*: sistemas construtivos industrializados ou com processos racionalizados tendem a ter melhores indicadores de produtividade da mão de obra, seja por questões de construtibilidade, redução de atividades entre outras ações. No caso específico desta tese, este fator não será analisado, pois todas as obras foram concebidas no mesmo sistema construtivo e a análise se refere a uma etapa específica dentro do fluxograma dos processos relacionada ao serviço de armação;
- *Tipo de edificação*: características específicas das tipologias das edificações também influenciam na produtividade da mão de obra. Como a presente tese foca numa determinada etapa do fluxograma dos processos do serviço de armação, este fator torna-se sem efeito;
- *Forma de pagamento da mão de obra*: acredita-se que o pagamento por produção aos trabalhadores ocasione um incremento na melhoria da produtividade em detrimento à forma de pagamento mensal;
- *Equipe (quantidade de trabalhadores envolvidos)*: imagina-se que quanto melhor a relação oficial: ajudante melhor será a produtividade da mão de obra da equipe direta;
- *Tipo de fornecimento do aço*: acredita-se que a modalidade de fornecimento de aço pré-cortado e pré-dobrado impõe-se como melhor alternativa em detrimento ao fornecimento de aço em barras quanto aos indicadores de produtividade da mão de obra, seja pela eliminação de

atividades seja pela organização das peças no momento de montagem das armaduras;

- *Quantidade de aço*: imagina-se que quanto maior a quantidade de aço envolvida na produção das armaduras, melhor será a produtividade, uma vez que a quantidade de serviço relacionada ao indicador de produtividade da mão de obra é medida em kg;
- *Diâmetro das barras utilizadas*: corroborando com o fator anterior, o maior diâmetro da armadura favorece as saídas do processo em termos de quantidade de serviço produzida (kg). Por outro lado, barras de maiores diâmetros e, conseqüentemente, com maior peso, pode afetar negativamente a produtividade da mão de obra;
- *Espaçamento médio dos estribos*: acredita-se que, quanto menor for o espaçamento entre estribos, melhor será o indicador de produtividade da mão de obra pelo motivo exposto para o fator quantidade de aço;
- *Comprimento das peças*: quanto maior o comprimento das peças, associado ao fator espaçamento médio dos estribos, entende-se que a produtividade da mão de obra seja melhor;
- *Condições ergonômicas segundo instrumento de avaliação Ergonômica EWA*: acredita-se que quanto menor foi o valor atribuído aos fatores analisados por este instrumento nesta tese, melhor será o indicador de produtividade da mão de obra;
- *Condições ergonômicas segundo instrumento de avaliação Ergonômica MET*: o menor gasto calórico do trabalhador ao desempenhar a atividade significa menor esforço físico, o que pode gerar maior produtividade da mão de obra (menor dificuldade na realização da atividade); porém, por outro lado, um gasto calórico maior pode significar aumento da produtividade na medida em que realiza maior número de atividades ou maior repetitividade destas atividades em menor tempo. Em contrapartida, um gasto calórico maior pode significar um desgaste para

o trabalhador que, se não realizar pausas para descanso pode implicar em piora da produtividade ao longo do dia de trabalho;

- *Condições ergonômicas segundo o instrumento de avaliação Ergonômica OCRA*: entende-se que quanto menor for os índices de repetitividade para os membros superiores esquerdo e direito, menor será o risco de desenvolvimento de doenças ocupacionais, porém quanto mais repetitiva a atividade melhor será os índices de produtividade.

No Quadro 26, é apresentado um resumo dos potenciais fatores influenciadores considerados nesta tese, com as ressalvas já apresentadas na descrição de cada fator apresentado anteriormente. A consideração ou não destes fatores foi realizada por meio da verificação estatística da sua influência, com atenção especial para os fatores relacionados às condições ergonômicas.

QUADRO 26 – Potenciais Fatores Influenciadores

Fatores Influenciadores da Produtividade	Condições Climáticas		Condições do posto de trabalho	Métodos Construtivos		Mão de Obra		Fatores de Conteúdo - Armaduras											Condições Ergonômicas						
	Temperatura média (°C)	Precipitação média (mm)		NR-18 (%)	Sistema Construtivo	Tipo de Edificação	Forma de Pagamento	Quantidade de Trabalhadores	Fornecimento	Quantidade de aço	Diâmetro das barras utilizadas								Espaçamento médio dos Estribos (cm)	Comprimento das peças (m)	EWA		MET	OCRA	
			5 mm								6,3 mm	8 mm	10 mm	12,5 mm	16 mm	20 mm	25 mm	Levantamento de carga			Posturas e Movimentos	Gasto Energético (Kcal/h)		Movimentos repetitivos	Membro Superior Direito
OBRA A	24,40	5,58	60	C.A	TÉ	PROD.	4	Pré Cortado / Dobrado	386,03		x	x						12	3	3	4	251,36	44,08	9,35	
OBRA B	24,4	5,58	80	C.A	SO	PROD.	1	Pré Cortado / Dobrado	591,81		x			x				19	3,9	3	3	223,32	30,6	6,49	
OBRA C	24,6	5,1	80	C.A	SO	PROD.	1	Pré Cortado / Dobrado	343,81	x	x	x						10	2,8	4	4	249,14	27,11	5,38	
OBRA D	24,6	5,1	100	C.A	TÉ	PROD.	4	Pré Cortado / Dobrado	507,82	x			x	x				15	4,5	3	3	277	25,04	5,04	
OBRA E	24,6	5,1	60	C.A	TÉ	PROD.	4	Pré Cortado / Dobrado	557,83		x	x	x					18	4	3	3	274,8	43,96	7,3	
OBRA F	18,17	1,22	100	C.A	TÉ	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	2392,12	x			x	x	x	x	x	12	5,9	4	4	277,96	35,5	7,25	
OBRA G	18,2	1,16	100	C.A	TÉ	MENSAL	2	Pré Cortado / Dobrado	2240,90	x		x	x	x	x	x		15	9,43	4	4	295,77	65,23	13,41	
OBRA H	18,17	1,22	80	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	2790,72	x	x		x	x	x	x		12	9,05	4	4	275,89	53,32	11,14	
OBRA I	18	0,63	100	C.A	SO	MENSAL	4	Pré Cortado / Dobrado	2406,42	x			x	x	x		x	13	6	4	4	271,99	31,69	6,5	
OBRA J	18	0,52	60	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	1526,16	x			x	x				12	5,17	4	4	303,05	43,58	9,25	
OBRA K	18	0,45	100	C.A	TÉ	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	1633,12	x			x	x				20	6,32	4	4	336,88	32,55	6,9	
OBRA L	18	0,44	100	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	436,39	x			x					20	5	3	3	314,11	54,24	10,55	
OBRA M	18	0,44	60	C.A	TÉ	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	1011,98	x			x	x				12	5	3	3	209,96	41,72	8,48	
OBRA N	17,83	0,44	80	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	1378,43		x			x				15	4	3	3	237,83	47,86	9,65	
OBRA O	17,81	0,44	100	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	944,30	x			x					20	6,7	3	3	177,26	36,15	6,98	
OBRA P	17,8	0,44	80	C.A	SO	MENSAL	4	Pré Cortado / Dobrado	950,31	x	x	x	x					12	6,48	3	3	251,17	35,93	7,34	
OBRA Q	18	0,15	80	C.A	TÉ	MENSAL	3	Pré Cortado / Dobrado	639,59	x			x					20	5,25	3	3	309,5	44	8,95	
OBRA R	19	0,76	80	C.A	SO	MENSAL	2	Pré Cortado / Dobrado	544,25		x			x				17	3	3	3	250,2	39,65	8,32	
OBRA S	19,2	0,68	60	C.A	TÉ	MENSAL	4	Pré Cortado / Dobrado	667,76				x	x				20	5,74	3	3	284,06	29,41	5,91	
OBRA T	19	0,76	60	C.A	TÉ	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	636,43	x			x	x				18	17	3	3	236,66	36,05	7,33	
OBRA U	19	0,73	60	C.A	TÉ	MENSAL	2	Pré Cortado / Dobrado	553,22	x		x	x					20	3,5	3	3	314,48	36,13	7,66	
OBRA V	19	0,76	80	C.A	TÉ	MENSAL	3	Pré Cortado / Dobrado	415,74	x			x					20	3	3	3	345,45	55,97	11,03	
OBRA W	19	0,76	80	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	411,17	x			x					15	5,03	3	3	283,68	31,18	6,61	
OBRA X	19,2	0,32	80	C.A	SO	MENSAL	1	Pré Cortado / Dobrado	477,28	x	x	x	x					14	6,2	3	3	210,94	23,47	4,78	
OBRA Y	19,2	0,32	60	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	512,67	x			x					15	3,95	3	3	250,51	25,42	5,39	
OBRA Z	19,2	0,32	60	C.A	SO	MENSAL	4	Pré Cortado / Dobrado	560,46	x			x					12	3,8	3	3	241,24	20,86	4,42	

Fonte: Autora

Legenda: SO = Sobrado T = Edificação Térrea

QUADRO 26 – Potenciais Fatores Influenciadores (continuação)

Fatores Influenciadores da Produtividade	Condições Climáticas		Condições do posto de trabalho	Métodos Construtivos		Mão de Obra		Fatores de Conteúdo - Armaduras											Condições Ergonômicas					
	Temperatura média (°C)	Precipitação média (mm)	NR-18 (%)	Sistema Construtivo	Tipo de Edificação	Forma de Pagamento	Quantidade de Trabalhadores	Fornecimento	Quantidade de aço	Diâmetro das barras utilizadas							Espaçamento médio dos Estribos (cm)	Comprimento das peças (m)	EWA		MET	OCRA		
										5 mm	6,3 mm	8 mm	10 mm	12,5 mm	16 mm	20 mm			25 mm	Levantamento de carga		Posturas e Movimentos	Gasto Energético (Kcal/h)	Membro Superior Direito
OBRA AA	20,2	0,84	80	C.A	TÉ	MENSAL	2	Em barras	437,28	x	x	x			x			20	5,2	3	3	124,54	16,27	3,45
OBRA AB	20,2	0,84	80	C.A	SO	MENSAL	2	Pré Cortado / Dobrado	434,93		x		x		x			12	4,6	3	3	192,39	38,29	8,12
OBRA AC	21	1,4	60	C.A	SO	MENSAL	3	Em barras	530,44	x	x		x	x				15	4,8	3	3	244,09	52,56	11,15
OBRA AD	21,6	1,68	60	C.A	TÉ	MENSAL	4	Pré Cortado / Dobrado	558,45		x	x	x					20	5	3	3	221,2	64,31	9,09
OBRA AE	22	2,24	60	C.A	TÉ	PROD.	5	Pré Cortado / Dobrado	405,29		x		x	x				14	4,5	4	4	315,12	17,98	3,81
OBRA AF	22	2,24	80	C.A	TÉ	MENSAL	6	Pré Cortado / Dobrado	374,21	x	x	x						10	3	4	4	363,32	23,83	5,05
OBRA AG	22,2	2,01	80	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	400,83		x	x	x					15	3,75	3	3	285,3	21,67	4,32
OBRA AH	22,2	2,04	80	C.A	SO	PROD.	6	Pré Cortado / Dobrado	489,25		x		x	x				15	5	3	3	231,87	19,65	4,17
OBRA AI	22,6	2,66	80	C.A	SO	MENSAL	4	Pré Cortado / Dobrado	487,64		x			x	x			20	5,6	4	4	368,77	14,04	2,98
OBRA AJ	22,6	2,66	80	C.A	SO	MENSAL	5	Pré Cortado / Dobrado	475,62		x		x	x				16	4,8	4	4	313,66	17,28	3,67
OBRA AK	22,6	2,66	80	C.A	SO	MENSAL	6	Pré Cortado / Dobrado	500,52		x		x	x				14	4,5	3	3	247,87	23,33	4,95

Fonte: Autora

Legenda: SO = Sobrado T = Edificação Térrea

4.7.2 FATORES INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA: ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS

Para chegar à relação entre as condições ergonômicas e a produtividade da mão de obra no serviço de armação (montagem das armaduras de pilares e vigas) foi realizada a análise descritiva das variáveis em função de todos os fatores conhecidos que influenciam a produtividade e os fatores ergonômicos para entender a relação de causa-efeito.

Por meio da análise descritiva, buscou-se entender quais fatores listados no item anterior que influenciam a produtividade da mão de obra, para a amostra em questão, dentre os quais os fatores relacionados à ergonomia. Nesta primeira inserção dos fatores influenciadores qualitativos e quantitativos foi possível verificar quais das variáveis coletadas realmente influenciaram os indicadores de produtividade e ergonomia.

Sendo assim, nesta etapa alguns fatores influenciadores (**condições climáticas, condições do posto de trabalho e quantidade de trabalhadores**) foram descartados uma vez que foi constatado que estes não estavam corroborando para os resultados obtidos de modo significativo. Esse fato é justificado uma vez que na análise estatística adotada para analisar a confiabilidade e o grau de explicação dos dados com base nos parâmetros envolvidos foi caracterizado o valor do coeficiente alfa de Cronbach (1951), que foi percebido que a inserção de tais fatores numa primeira análise resultou no valor de 0,38 (ou 38%), que denota uma baixa explicação para os dados relacionados. Deste modo, foram realizadas diversas análises de cruzamento dos dados, análise de associação e correlação, modelos de regressão, identificando que os fatores condições climáticas, condições do posto de trabalho, quantidade de trabalhadores deveriam ser retirados. Após a exclusão desses fatores, foi obtido um valor de 0,88 ou 88%, que representa uma ótima relação de explicação para os parâmetros deixados na abordagem final.

Para esta análise, cabe destacar que todas as obras tinham características semelhantes, mesmo sistema construtivo (concreto armado, edificações térreas ou sobrados), sendo estas com canteiro a céu aberto. Segundo o que foi observado, o posto de trabalho atendia parcialmente as condições da NR-18 referentes ao serviço de armação, todos os trabalhadores utilizavam de EPI, as obras, em sua maioria, receberam

aço pré-cortado e pré-dobrado e apenas duas receberam aço em barras para a montagem das armaduras de vigas e de pilares.

Assim em função dos fatores influenciadores, fez-se uma análise descritiva conforme se observa na Tabela 5 no sentido de se identificar quais fatores se mostraram influenciadores da produtividade da mão de obra. Observa-se ainda na tabela que o Desvio Padrão (Modelo Padrão) para cada uma das variáveis inseridas descreve o grau de dispersão ou variação, ou seja, descreve a verdadeira representatividade da média a contar de cada uma das observações que compõem a variável. Adicionalmente, percebe-se que quanto maior for o desvio padrão mais heterogêneo é o conjunto de observações da referida variável, ou ainda, mais dispersos ou mais afastados estarão os valores da mesma.

A tratativa estatística se deu através do SPSS 21.0 conforme já citado anteriormente no capítulo 3. Foram definidas as variáveis com intuito da verificação da relação entre as condições ergonômicas e a produtividade da mão de obra.

Na Tabela 5 é apresentada a análise descritiva das variáveis considerando os fatores influenciadores da produtividade da mão de obra.

TABELA 5 – Análise Descritiva das Variáveis – Fatores Influenciadores da Produtividade da mão de obra

Análise descritiva		RUP Cumulativa	MET	RUP Potencial	ΔRUP Cum-Pot	Quantidade de Aço	Comprimento das peças	EWA - Levantamento de Carga	EWA - Postura e Movimentos	OCRA - Membro Superior Direito	OCRA - Membro Superior Esquerdo
N	Válido	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Média		,292162	266,549730	,253784	,038378	827,3292	5,2559	3,30	3,32	35,1327	7,0857
Erro de média padrão		,0279348	8,4495811	,0268884	,0030205	107,84149	,40651	,076	,078	2,21374	,41692
Mediana		,250000	271,990000	,220000	,035000	544,2500	5,0000	3,00	3,00	35,5000	6,9800
Modelo padrão		,1699205	51,3967951	,1635560	,0183732	655,97415	2,47269	,463	,475	13,46567	2,53601
Variância		,029	2641,631	,027	,000	430302,086	6,114	,215	,225	181,324	6,431
Amplitude		,6600	244,2300	,6300	,0750	2446,91	14,20	1	1	51,19	10,43
Mínimo		,0500	124,5400	,0300	,0100	343,81	2,80	3	3	14,04	2,98
Máximo		,7100	368,7700	,6600	,0850	2790,72	17,00	4	4	65,23	13,41

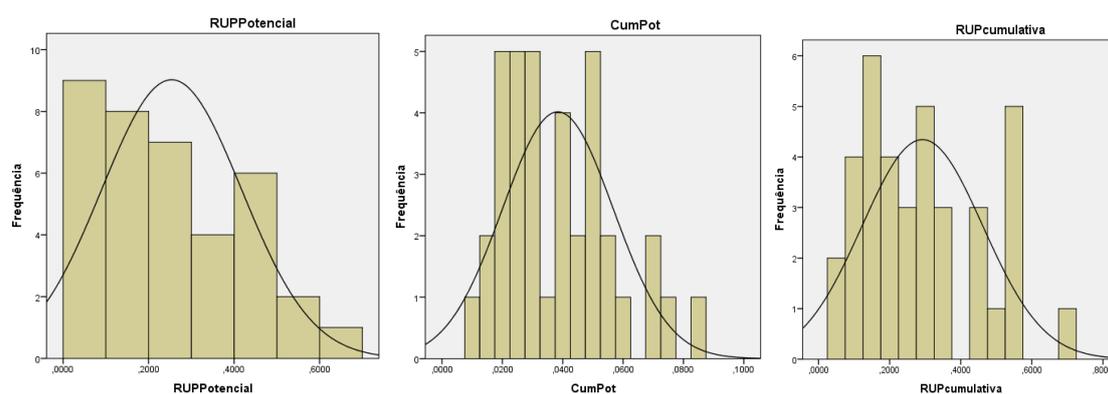
Fonte: Autora

Observa-se nesta tabela que as variáveis mais heterogêneas são **MET**, **OCRA**, **Quantidade de Aço** e **Comprimento das Peças**, ou seja, apresentam maior desvio padrão (modelo padrão) (Número em negrito na Tabela 5) e, com isto, maior variabilidade. Tal fato se justifica, pois MET e OCRA são condições ergonômicas a que estão expostos os trabalhadores, variando em função do tipo de peça (armadura) produzida; já as variáveis que envolvem a armadura apresentam maior heterogeneidade, uma vez que dependem do tipo de peça e projeto estrutural da edificação.

É importante mencionar que o OCRA analisa atividades repetitivas, neste caso o amarre de barras e estribos. Pode-se observar que os armadores estão propensos a doenças ocupacionais e a afastamentos, devido ao esforço repetitivo, porém quanto mais repetitiva for a tarefa, mais domínio se tem e com isso há uma melhora na produtividade inicial; porém, a longo prazo, a mesma é prejudicada devido à fadiga dos membros superiores.

É possível observar na Figura 33, referente a RUP Potencial, Δ RUP e RUP Cumulativa respectivamente, a caracterização inicial da variabilidade de cada uma delas, bem como o seu grau de assimetria e achatamento, que são relevantes para a descrição da distribuição de valores de cada uma delas. Desta forma, observa-se que a RUP potencial e a RUP cumulativa apresentaram um pouco de assimetria à direita, ou seja, apresentam um deslocamento para os maiores valores.

FIGURA 33 – Histograma RUP Potencial, Δ RUP e RUP Cumulativa

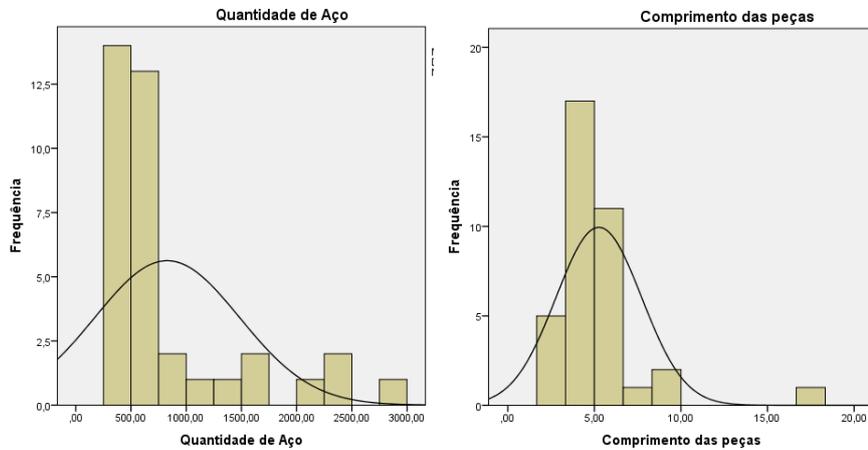


Fonte: Autora

É possível observar na Figura 34, referente a quantidade de aço e comprimento das barras, que essas apresentaram variabilidade significativa conforme modelo padrão encontrado na Tabela 5, quando comparada as demais variáveis. Pode-se justificar esse

fato em função da grande heterogeneidade das peças produzidas em cada obra, ou seja, apresentam um deslocamento para os maiores valores.

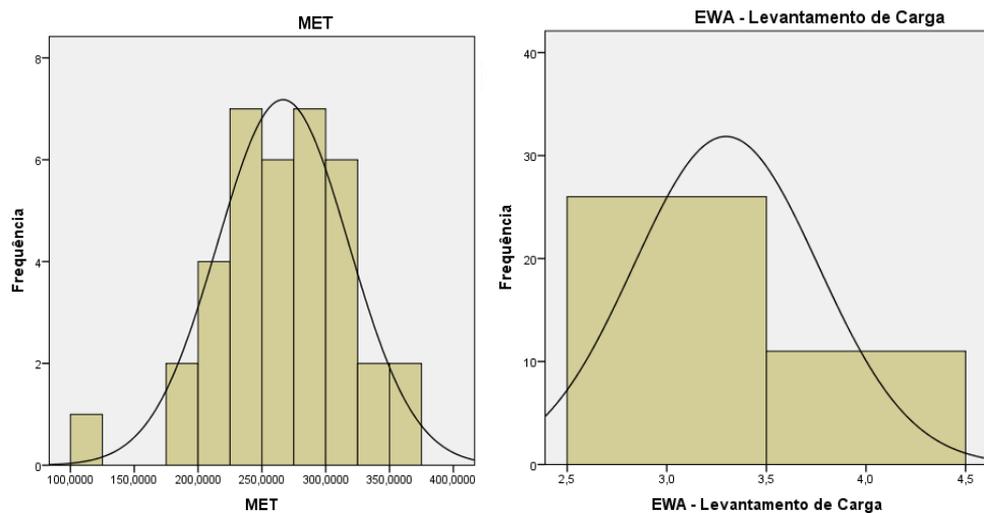
FIGURA 34 – Histograma Quantidade de Aço

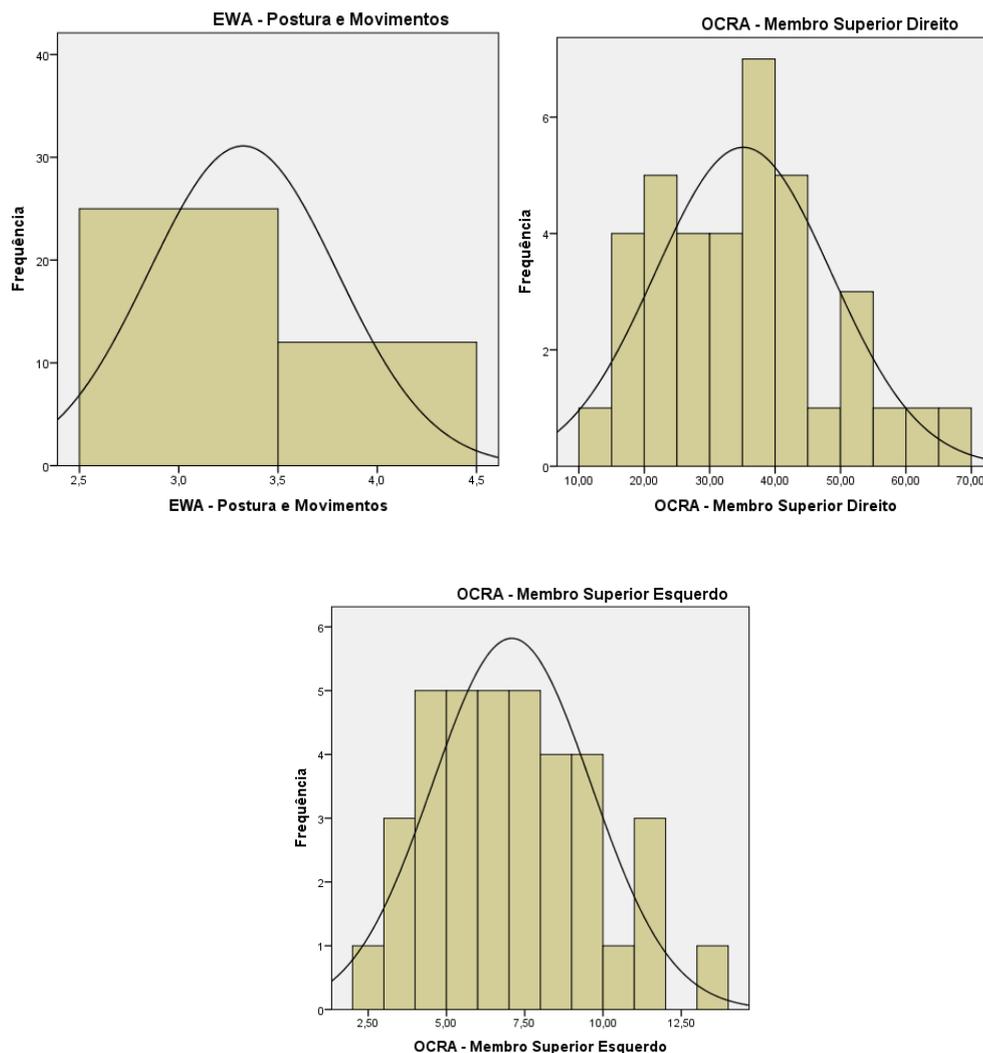


Fonte: Autora

É possível observar na Figura 35, referente as condições ergonômicas MET e OCRA, que há uma grande variabilidade conforme modelo padrão encontrado na Tabela 5, quando comparadas as demais variáveis. Pode-se justificar esse fato por se tratar da análise de um conjunto de armadores, em que cada um executa sua tarefa de um modo operatório diferente, com movimentos e posturas inadequadas ao trabalho.

FIGURA 35 – Histograma MET, EWA e OCRA





Fonte: Autora

4.7.3 FATORES INFLUENCIADORES DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA: ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS POR AGRUPAMENTO

4.7.3.1 FORMA DE PAGAMENTO

Na Tabela 6, a seguir, apresenta-se a análise descritiva das variáveis de acordo com o agrupamento realizado (**Forma de Pagamento: por produção e mensal**), para entender como este fator pode influenciar na produtividade da mão de obra e nas variáveis envolvidas, ou seja, foram realizadas análises descritivas e inferenciais das principais variáveis quantitativas segmentadas pelo grupos das variáveis qualitativas. Para este agrupamento e para os demais apresentados na sequência vale o mesmo raciocínio apresentado no item anterior, ou seja, quanto maior for o desvio padrão mais heterogêneo é o conjunto de observações da referida variável, ou ainda, mais dispersos ou mais afastados estarão os valores da mesma.

TABELA 6 – Análise Descritiva – Agrupamento Forma de pagamento: por produção e mensal

Forma de pagamento		RUP Cumulativa	MET	RUP Potencial	Cum-Pot	Quantidade de Aço	Comprimento das peças	EWA - Levantamento de Carga	EWA - Postura e Movimentos	OCRA - Membro Superior Direito	OCRA - Membro Superior Esquerdo
Produção	N	Válido	7	7	7	7	7	7	7	7	7
		Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	,342857	260,372857	,299286	,043571	468,8343	3,9571	3,29	3,43	29,7743	5,9343
	Erro de média padrão	,0703635	11,8267149	,0690534	,0057440	35,01886	,30617	,184	,202	4,01689	,73312
	Mediana	,350000	251,360000	,305000	,050000	489,2500	4,0000	3,00	3,00	27,1100	5,3800
	Modelo padrão	,1861643	31,2905463	,1826980	,0151971	92,65118	,81006	,488	,535	10,62770	1,93965
	Variância	,035	979,098	,033	,000	8584,241	,656	,238	,286	112,948	3,762
	Amplitude	,4700	91,8000	,4550	,0400	248,00	2,20	1	1	26,10	5,54
	Mínimo	,0700	223,3200	,0500	,0200	343,81	2,80	3	3	17,98	3,81
	Máximo	,5400	315,1200	,5050	,0600	591,81	5,00	4	4	44,08	9,35
Mensal	N	Válido	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	,280333	267,991000	,243167	,037167	910,9780	5,5590	3,30	3,30	36,3830	7,3543
	Erro de média padrão	,0304996	10,1083052	,0292605	,0034797	128,33964	,48139	,085	,085	2,53756	,47647
	Mediana	,235000	273,940000	,195000	,030000	555,8350	5,0150	3,00	3,00	35,9900	7,2900
	Modelo padrão	,1670532	55,3654678	,1602664	,0190590	702,94518	2,63668	,466	,466	13,89877	2,60972
	Variância	,028	3065,335	,026	,000	494131,924	6,952	,217	,217	193,176	6,811
	Amplitude	,6600	244,2300	,6300	,0750	2416,51	14,00	1	1	51,19	10,43
	Mínimo	,0500	124,5400	,0300	,0100	374,21	3,00	3	3	14,04	2,98
	Máximo	,7100	368,7700	,6600	,0850	2790,72	17,00	4	4	65,23	13,41

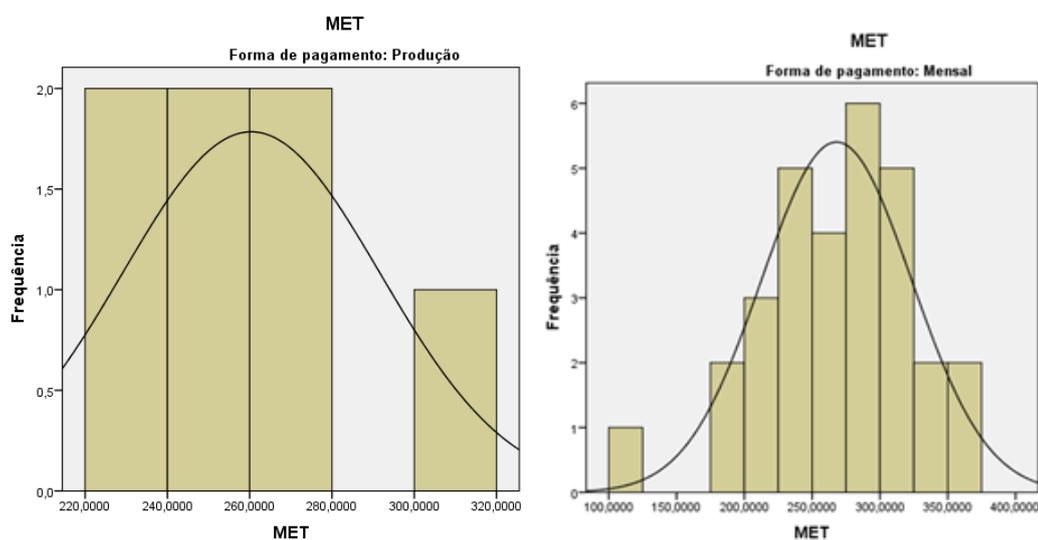
Fonte: Autora

Observa-se na Tabela 6 que, quando se agrupam as obras em Formas de Pagamento, há uma maior heterogeneidade nas variáveis **MET**, **Quantidade de Aço** e **OCRA** (Número em negrito na Tabela 6), ou seja, a forma de pagamento (mensal ou produção) influencia o trabalho do armador. Cabe destacar que, quando os trabalhadores recebem mensalmente, estes trabalham sem muitas cobranças por elevados índices de produtividade. Com isto, mantém uma produtividade média, podendo esta sofrer maiores variações quando há necessidade da obra em finalizar ou acelerar determinada etapa. Por este motivo verifica-se maior alteração na forma de pagamento mensal, uma vez que o pagamento por produção demanda melhor produtividade (menor valor de RUP) e os trabalhadores buscam um ritmo de produção maior e contínuo.

Pode-se notar que o MET é um fator que sofre bastante influência das formas de pagamento, conforme Figura 36. Isto ocorre devido ao trabalhador precisar produzir mais e de modo mais rápido quando está recebendo por produção.

Os estudos de Mossa *et al.* (2016) e Damaj *et al.* (2016) mostram que a produtividade do trabalho é influenciada pelo desgaste físico do trabalhador, fato este que corrobora com os resultados encontrados nesta tese.

FIGURA 36 – Histograma MET – Pagamento por Produção e Mensal

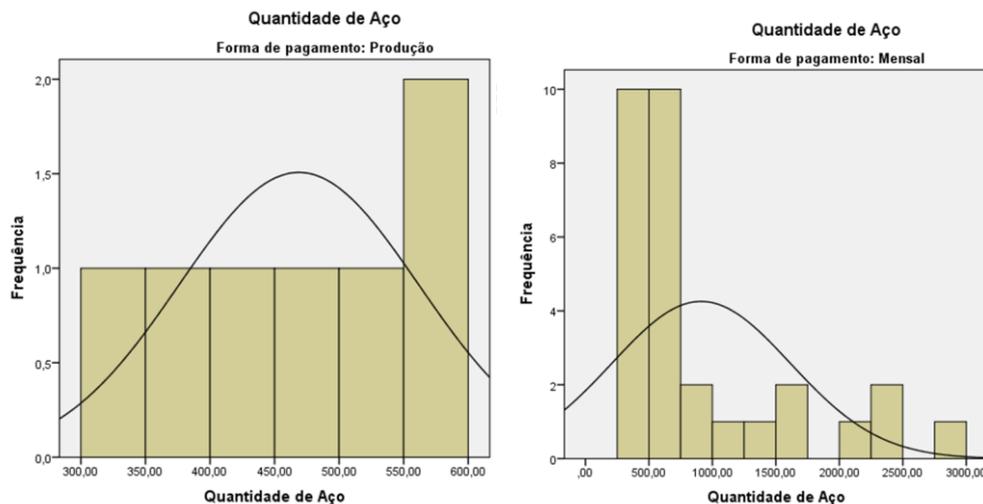


Fonte: Autora

Pode-se notar que a quantidade de aço também é um fator que sofre bastante influência das formas de pagamento, conforme Figura 37. Isto ocorre devido ao

trabalhador precisar produzir mais peças ao longo do dia, assim a quantidade de aço quando o trabalhador recebe por produção é bem maior.

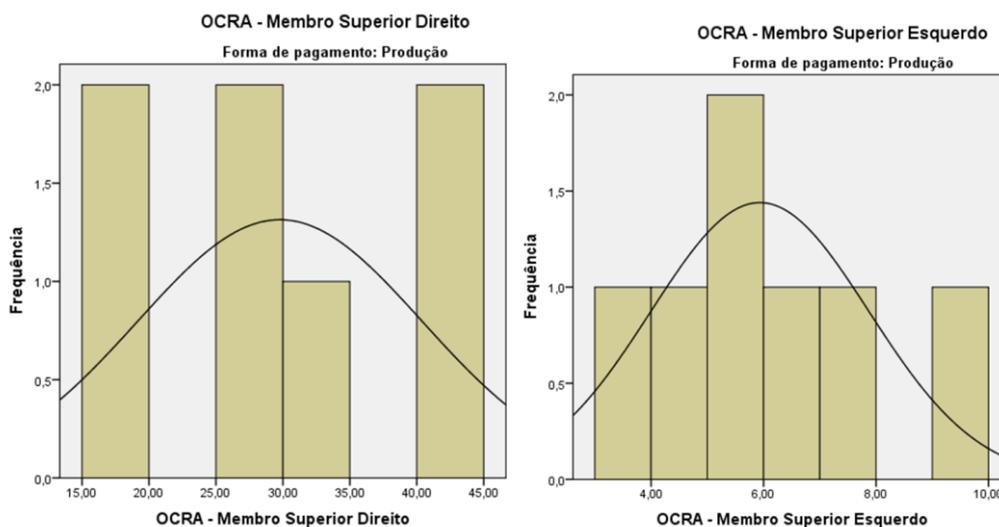
FIGURA 37 – Histograma Quantidade de Aço – Pagamento por Produção e Mensal



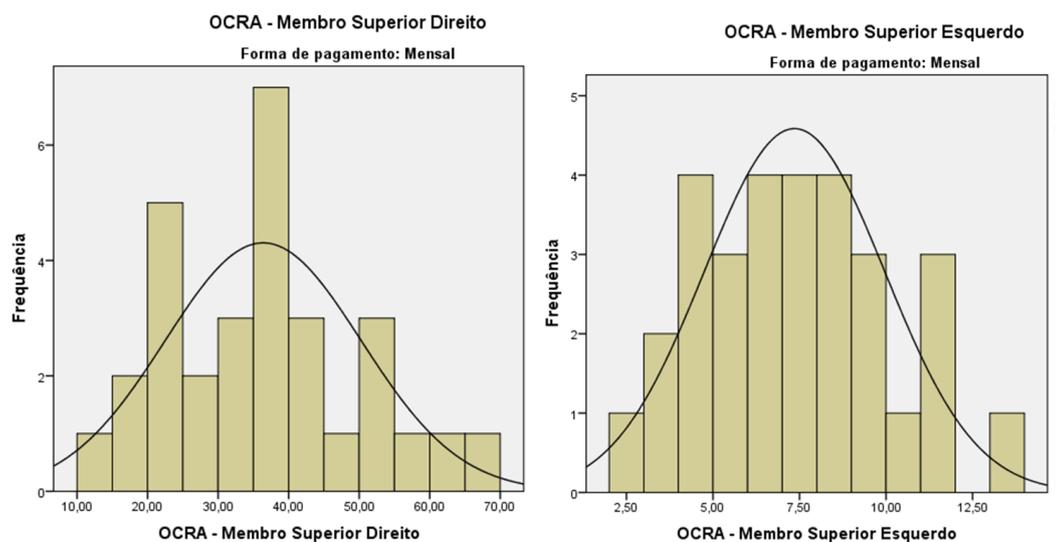
Fonte: Autora

Pode-se observar que o OCRA é um fator que sofre bastante influência das formas de pagamento, conforme Figuras 38 e 39. Esta influência ocorre tanto no membro superior direito (mais afetado) quanto no membro superior esquerdo. Isto ocorre devido ao trabalhador precisar apresentar uma produção elevada, ou seja, um maior número de peças quando recebe por produção e, conseqüentemente, há um aumento no número de repetições nas tarefas, o que prejudica a saúde do trabalhador.

FIGURA 38 – Histograma OCRA – Pagamento por Produção



Fonte: Autora

FIGURA 39 – Histograma OCRA – Pagamento Mensal

Fonte: Autora

4.7.3.2 TIPO DE EDIFICAÇÃO

Na Tabela 7, a seguir, apresenta-se a análise descritiva das variáveis de acordo com o agrupamento realizado (Tipo de edificação: térrea e sobrado), para entender como este fator pode influenciar na produtividade da mão de obra e nas variáveis envolvidas, assim foram realizadas análises descritivas e inferenciais das principais variáveis quantitativas segmentadas pelo grupos das variáveis qualitativas.

TABELA 7 – Análise Descritiva – Agrupamento Tipo de Edificação: térreo e sobrado

Tipo de Edificação		RUP Cumulativa	MET	RUP Potencial	CumPot	Quantidade de Aço	Comprimento das peças	EWA - Levantamento de Carga	EWA - Postura e Movimentos	OCRA - Membro Superior Direito	OCRA - Membro Superior Esquerdo	
Térrea	N	Válido	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
		Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Média	,297500	277,378750	,257813	,039688	838,6106	5,6463	3,31	3,38	38,2519	7,5006
		Erro de média padrão	,0425196	14,8854929	,0403577	,0038043	163,89952	,85609	,120	,125	3,67237	,65039
		Mediana	,315000	281,010000	,250000	,037500	558,1400	5,0000	3,00	3,00	36,0900	7,3150
		Modelo padrão	,1700784	59,5419714	,1614308	,0152172	655,59809	3,42438	,479	,500	14,68946	2,60154
		Variância	,029	3545,246	,026	,000	429808,857	11,726	,229	,250	215,780	6,768
		Amplitude	,6600	238,7800	,6300	,0550	2017,91	14,00	1	1	48,96	9,96
		Mínimo	,0500	124,5400	,0300	,0200	374,21	3,00	3	3	16,27	3,45
		Máximo	,7100	363,3200	,6600	,0750	2392,12	17,00	4	4	65,23	13,41
Sobrado	N	Válido	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
		Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Média	,288095	258,299048	,250714	,037381	818,7338	4,9586	3,29	3,29	32,7562	6,7695
		Erro de média padrão	,0379449	9,5884569	,0368932	,0045332	146,71120	,30830	,101	,101	2,68004	,54588
		Mediana	,230000	250,200000	,175000	,030000	512,6700	4,8000	3,00	3,00	31,1800	6,5000
		Modelo padrão	,1738856	43,9398295	,1690657	,0207737	672,31520	1,41283	,463	,463	12,28148	2,50153
		Variância	,030	1930,709	,029	,000	452007,722	1,996	,214	,214	150,835	6,258
		Amplitude	,4800	191,5100	,4800	,0750	2446,91	6,25	1	1	40,20	8,17
		Mínimo	,0700	177,2600	,0500	,0100	343,81	2,80	3	3	14,04	2,98
		Máximo	,5500	368,7700	,5300	,0850	2790,72	9,05	4	4	54,24	11,15

Fonte: Autora

Pode ser observado na Tabela 7 que as edificações térreas sofrem maior variância, assim apresenta dados bem mais heterogêneos. Pode-se dizer que a produtividade da mão de obra, tanto em edificações térreas quanto em sobrados, apresenta bons índices, com RUP's menores, diferindo apenas nas demais variáveis. Cabe destacar que, edificações térreas apresentam em seu projeto estrutural peças (armaduras) com diferentes quantidades de barras, comprimento e características, enquanto as edificações classificadas como sobrado (dois pavimentos) apresentam peças iguais.

4.7.3.3 TIPO DE FORNECIMENTO DE AÇO

Na Tabela 8 apresenta-se o comportamento das variáveis, quando faz se o agrupamento pelo tipo de fornecimento de aço (aço em barras e aço pré-cortado e pré-dobrado). Assim, pode-se verificar o comportamento das demais variáveis em que foram realizadas análises descritivas e inferenciais das principais variáveis quantitativas segmentadas pelos grupos das variáveis qualitativas.

TABELA 8 – Análise Descritiva – Agrupamento Tipo de fornecimento de aço: em barras e pré-cortado/pré-dobrado

Fornecimento		RUPCumulativa	MET	RUP Potencial	CumPot	Quantidade de Aço	Comprimento das peças	EWA - Levantamento de Carga	EWA - Postura e Movimentos	OCRA - Membro Superior Direito	OCRA - Membro Superior Esquerdo
Pré cortado / Dobrado	N	Válido	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	N	Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	,296000	271,248857	,257000	,039000	846,9560	5,2706	3,31	3,34	35,1737	7,0734
	Erro de média padrão	,0294007	7,8673153	,0283334	,0031609	113,15607	,42986	,080	,081	2,22063	,41179
	Mediana	,310000	274,800000	,235000	,040000	553,2200	5,0000	3,00	3,00	35,5000	6,9800
	Modelo padrão	,1739371	46,5436651	,1676227	,0187004	669,44031	2,54312	,471	,482	13,13739	2,43616
	Variância	,030	2166,313	,028	,000	448150,328	6,467	,222	,232	172,591	5,935
	Amplitude	,6600	191,5100	,6300	,0750	2446,91	14,20	1	1	51,19	10,43
	Mínimo	,0500	177,2600	,0300	,0100	343,81	2,80	3	3	14,04	2,98
	Máximo	,7100	368,7700	,6600	,0850	2790,72	17,00	4	4	65,23	13,41
Em barras	N	Válido	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	N	Ausente	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	,225000	184,315000	,197500	,027500	483,8600	5,0000	3,00	3,00	34,4150	7,3000
	Erro de média padrão	,0250000	59,7750000	,0225000	,0025000	46,58000	,20000	0,000	0,000	18,14500	3,85000
	Mediana	,225000	184,315000	,197500	,027500	483,8600	5,0000	3,00	3,00	34,4150	7,3000
	Modelo padrão	,0353553	84,5346157	,0318198	,0035355	65,87407	,28284	0,000	0,000	25,66091	5,44472
	Variância	,001	7146,101	,001	,000	4339,393	,080	0,000	0,000	658,482	29,645
	Amplitude	,0500	119,5500	,0450	,0050	93,16	,40	0	0	36,29	7,70
	Mínimo	,2000	124,5400	,1750	,0250	437,28	4,80	3	3	16,27	3,45
Máximo	,2500	244,0900	,2200	,0300	530,44	5,20	3	3	52,56	11,15	

Fonte: Autora

Os dados da Tabela 8 revelam que armaduras produzidas com aço em barras apresentam piores condições ergonômicas e maior heterogeneidade na amostra. Assim fica evidenciado que o fornecimento do aço em barras tem piores condições ergonômicas e produtividade. Isso se deve pelas atividades de corte e dobra, pois nos canteiros de obras, os equipamentos são pouco tecnológicos, deixando o trabalho mais artesanal e conseqüentemente o trabalhador cria situações para executar a armação. Por exemplo, como não existe equipamento de dobra no canteiro, os armadores criam uma bancada de dobra com pregos para executar a atividade e o corte, na maioria das vezes, é feito com ferramenta de corte manual sem o uso de policorte.

Quando a obra recebe o aço pré-cortado e pré-dobrado, os armadores eliminam a etapa de corte e dobra, o que melhora suas condições de trabalho, fazendo assim que apresentem um melhor rendimento.

4.7.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES PARA A RELAÇÃO ENTRE A CONDIÇÕES ERGONOMICAS E A PRODUTIVIDADE

Para análise da relação entre as condições ergonômicas e a produtividade da mão de obra foi realizado um teste auxiliar, conhecido como Teste de Levene, em que se adota a seguinte situação:

H0: variâncias iguais são assumidas

H1: variâncias iguais não são assumidas

p-valor $\geq \alpha = 10\%$, aceita-se H0

p-valor $\leq \alpha = 10\%$, aceita-se H1

Sendo assim, tem-se que de acordo com o nível de significância = 10%, a seguinte situação em função do Teste T:

H0: Não existe diferença significativa entre as variáveis

H1: Existe diferença significativa entre as variáveis

p-valor $\geq \alpha = 10\%$, aceita-se H0

p-valor $\leq \alpha = 10\%$, aceita-se H1

Através dos testes aplicados foram encontrados e compreendidos os fatores influenciadores que apresentaram variações e diferenças relevantes a esse estudo, ou seja, se verificou que a produtividade é influenciada de forma significativa, conforme observado na Tabela 9.

Nesta tabela tem-se, então, a análise das correlações dos fatores influenciadores, em que foi avaliado quais fatores apresentaram $p\text{-valor} \leq \alpha = 10\%$, demonstrando o impacto de cada fator sobre a produtividade da mão de obra. Assim, para análise dos dados deve-se observar quais valores “Sig. (2 extremidades)” foram menores que $p\text{-valor}$.

TABELA 9 – Análise de relações dos fatores influenciadores e a produtividade

Correlações		RUP Cumulativa	MET	RUP Potencial	Δ RUP (Cum – Pot)	Quantidade de Aço	Comprimento das peças	EWA - Levantamento de Carga	EWA - Postura e Movimentos	OCRA - Membro Superior Direito	OCRA - Membro Superior Esquerdo
RUP Cumulativa	Correlação de Pearson	1	,294	,995	,394	-,569	-,200	-,128	-,067	-,347	-,390
	Sig. (2 extremidades)		,077	,000	,016	,000	,236	,449	,691	,035	,017
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
MET	Correlação de Pearson	,294	1	,301	,040	,088	-,106	,513	,483	,027	,064
	Sig. (2 extremidades)	,077		,070	,815	,606	,531	,001	,002	,873	,705
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
RUP Potencial	Correlação de Pearson	,995	,301	1	,297	-,566	-,180	-,118	-,063	-,354	-,395
	Sig. (2 extremidades)	,000	,070		,074	,000	,287	,487	,712	,032	,015
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
CumPot	Correlação de Pearson	,394	,040	,297	1	-,219	-,246	-,138	-,065	-,058	-,089
	Sig. (2 extremidades)	,016	,815	,074		,192	,143	,417	,700	,735	,602
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Quantidade de Aço	Correlação de Pearson	-,569	,088	-,566	-,219	1	,381	,546	,494	,363	,425
	Sig. (2 extremidades)	,000	,606	,000	,192		,020	,000	,002	,027	,009
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37

Fonte: Autora

TABELA 9 – Análise de relações dos fatores influenciadores e a produtividade

Correlações		RUP Cumulativa	MET	RUP Potencial	Δ RUP (Cum – Pot)	Quantidade de Aço	Comprimento das peças	EWA - Levantamento de Carga	EWA - Postura e Movimentos	OCRA - Membro Superior Direito	OCRA - Membro Superior Esquerdo
Comprimento das peças	Correlação de Pearson	-,200	-,106	-,180	-,246	,381	1	,115	,059	,166	,188
	Sig. (2 extremidades)	,236	,531	,287	,143	,020	,497	,728	,325	,265	
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	
EWA - Levantamento de Carga	Correlação de Pearson	-,128	,513	-,118	-,138	,546	,115	1	,939	-,108	-,062
	Sig. (2 extremidades)	,449	,001	,487	,417	,000	,497	,000	,523	,718	
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	
EWA - Postura e Movimentos	Correlação de Pearson	-,067	,483	-,063	-,065	,494	,059	,939	1	-,067	-,008
	Sig. (2 extremidades)	,691	,002	,712	,700	,002	,728	,000	,694	,963	
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	
OCRA - Membro Superior Direito	Correlação de Pearson	-,347	,027	-,354	-,058	,363	,166	-,108	-,067	1	,962
	Sig. (2 extremidades)	,035	,873	,032	,735	,027	,325	,523	,694	,000	
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	
OCRA - Membro Superior Esquerdo	Correlação de Pearson	-,390	,064	-,395	-,089	,425	,188	-,062	-,008	,962	1
	Sig. (2 extremidades)	,017	,705	,015	,602	,009	,265	,718	,963	,000	
	N	37	37	37	37	37	37	37	37	37	

Fonte: Autora

A Tabela 9 apresenta todas as relações em que fica evidenciado os fatores que influenciam diretamente a RUP Cumulativa e RUP Potencial, sendo estes: **MET, Quantidade de Aço e OCRA**, sendo que o primeiro e terceiro, refletem as condições ergonômicas identificadas nas obras. É importante ressaltar que as condições ergonômicas apresentadas pelo EWA têm influência nas demais variáveis ergonômicas MET e OCRA, assim pode-se concluir que para o conjunto de obras analisadas nessa pesquisa, o **EWA não influencia na produtividade diretamente** e sim contribui com os demais fatores ergonômicos avaliados.

4.7.4.1 INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA - MET

Pode-se dizer que o MET influencia a produtividade de modo indireto, pois o gasto calórico envolvido pode ser observado de duas formas:

- a) Quanto maior o consumo energético do trabalho maior a produção do operário e, conseqüentemente, melhor a produtividade (menor valor de RUP);
- b) Por outro lado, quanto maior o gasto energético, maior é o esforço físico que o trabalhador está sujeito e, com isso, menor sua produtividade (maior valor de RUP).

Assim o MET deve ser sempre analisado junto a RUP, pois em função dos valores e condições encontradas é que se pode inferir como o MET a está influenciando.

O estudo de Sumarningsih, Wibowo e Wardani (2016) aponta que a fadiga física é um dos principais fatores que podem afetar a produtividade do trabalhador da construção civil, apoiando deste modo os resultados encontrados nessa pesquisa.

Observa se ainda que o MET tem relação com os fatores encontrados no EWA. Isto ocorre, pois piores situações de levantamento de carga impactam no esforço físico do trabalhador e, com isto, demanda de um consumo calórico maior, do mesmo modo como nos movimentos e posturas de trabalho.

4.7.4.2 INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA - OCRA

Quando se analisa a influência dos resultados obtidos pelo instrumento OCRA na produtividade da mão de obra observa-se que existe a relação e que tais condições influenciam diretamente o índice de produtividade da mão de obra, pois se alterar o OCRA para melhores ou piores condições pode-se afetar a produtividade negativamente ou positivamente, respectivamente.

Marques *et al.* (2010) demonstram, em seu estudo, que tais problemas associados às condições ergonômicas geram distúrbios psicológicos, fisiológicos e provocam sérios danos à saúde como a LER (Lesões por Esforços Repetitivos) e a DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho), o que comprometem a produtividade, saúde e segurança.

Conforme Carvalho (2016), o amarre de barras e estribos gera um número elevado de movimentos repetitivos ao longo da jornada de trabalho, o que faz com que essa atividade apresente sérios riscos à saúde do armador, além da possibilidade da diminuição da produtividade.

Observa-se, ainda, que as condições ergonômicas apresentadas pelo instrumento OCRA mostram que o armador está sujeito a lesões e doenças (risco presente), porém se mostra mais “produtivo”, pois o processo repetitivo traz a padronização, e consequentemente, o aperfeiçoamento.

Porém, dentro das prescrições que a legislação traz, o ideal seria reduzir o número de repetições, usando máquinas ou equipamentos para o amarre das barras com intuito de se elevar a produtividade sem prejudicar o trabalhador.

Quando os resultados obtidos pelo instrumento OCRA são analisados em relação as demais condições ergonômicas obtidas pelos instrumentos MET e EWA, não se encontra uma relação direta. Isto é justificado pelo fato de o trabalhador executar esses movimentos repetitivos de modo natural e simples, estando o corpo adaptado ao trabalho.

4.7.4.3 INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS NA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA - EWA

Observa-se também que os resultados obtidos pela aplicação do instrumento EWA, tanto no levantamento de cargas, quanto nas posturas e movimentos de trabalho, podem influenciar a produtividade, de tal forma em que com melhores condições no posto de trabalho a produtividade pode ser melhorada sem causar danos ao armador, principalmente com relação a coluna e membros superiores.

O estudo de Brezzoli (2019) demonstra que as posturas e movimentos de trabalho inadequados no serviço de armação levam o trabalhador a reduzir sua produtividade (maior valor de RUP) além de propiciar o surgimento de doenças ocupacionais, corroborando para os resultados encontrados nas obras estudadas nesta tese.

Vale ressaltar que, quando se utiliza de barras pré-cortadas e pré-dobradas, além de melhores índices de produtividade (menor valor de RUP), tem-se a eliminação de atividades o que para a análise EWA é benéfico, visto que elimina posturas como o agachamento (corte) e também o de torção de tronco (dobra).

Nas demais atividades que envolvem a montagem de armaduras, a colocação das barras na bancada, a marcação das barras e o amarre, se planejados e adaptados ao armador pode gerar melhores índices de produtividade, como por exemplo, a adaptação da altura da bancada de montagem.

Neste estudo foi verificado que o EWA tem maior influência no consumo energético (MET), em função do levantamento de carga, posturas e movimentos, que de acordo com a quantidade de aço podem apresentar situações ergonômicas piores.

No entanto, estatisticamente, as condições ergonômicas obtidas com a aplicação deste instrumento não foram significativamente influenciadoras da produtividade da mão de obra.

4.7.5 EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA DE FATORES DE ERGONOMIA

Utilizando-se a Regressão Multilinear foi possível determinar a equação de produtividade para a amostra estudada, levando-se em consideração os fatores influenciadores, dentre eles os relacionados à ergonomia. Na Figura 40 apresentam-se

os coeficientes de correlação dos fatores considerados estatisticamente influenciadores. Para tanto, esta análise foi realizada para a RUP Potencial, por se tratar do indicador mais elementar dentro das categorias de RUP apresentados na literatura.

FIGURA 40 – Coeficientes de correlação dos fatores influenciadores da produtividade da mão de obra

Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Sig.
	B	Modelo padrão	Beta		
1 (Constante)	,103	,133		,773	,445
MET	,001	,000	,381	2,908	,007
Quantidade de Aço	,000	,000	-,542	-3,527	,001
Comprimento das peças	,007	,009	,110	,782	,440
OCRA - Membro Superior Direito	,003	,006	,220	,456	,651
OCRA - Membro Superior Esquerdo	-,027	,032	-,422	-,850	,402

a. Variável dependente: RUPPotencial

Fonte: Autora

Utilizando os coeficientes apresentados na Figura 40 chega-se a seguinte equação que expressa a RUP Potencial em função dos fatores influenciadores, dentre os quais os relacionados à ergonomia (Eq. 5):

$$\text{RUP Pot} = 0,103 + 0,001.MET + 0,009.Compr.peças + 0,003.OCRA(direito) - 0,027.OCRA(esquerdo) \quad (\text{Eq. 5})$$

Para equação encontrada através do modelo multilinear, pode-se dizer que este é o modelo mais próximo da realidade (ideal) considerando os fatores que se mostraram relevantes estatisticamente, incluindo as condições ergonômicas detectadas pela aplicação dos instrumentos de avaliação ergonômica utilizados neste trabalho.

Os fatores considerados nesta equação de predição da produtividade da mão de obra foram o comprimento das peças e os fatores ergonômicos relacionados aos instrumentos MET e OCRA, sendo este último considerando os resultados para os dois membros superiores (direito e esquerdo).

Analisando a equação, observa-se que os fatores relacionados contradizem a expectativa da produtividade da mão de obra, conforme já explanado no item 4.7.1 desta tese.

A expectativa consistiu:

- Quanto maior o valor obtido pelo instrumento MET, melhor seria a produtividade, ou seja, melhor seria o valor da RUP Potencial (menor valor);
- Quanto maior o comprimento das peças, melhor seria o valor da RUP Potencial (menor valor);
- quanto menor for os índices de repetitividade para os membros superiores esquerdo e direito (OCRA), menor será o risco de desenvolvimento de doenças ocupacionais, porém quanto mais repetitiva a atividade melhor será a RUP Potencial (menor valor).

Observa-se que estas expectativas (hipóteses) não se concretizaram na equação de predição, de tal forma que os entendimentos da influência destes fatores precisam ser melhor explorados em termos de aumento da amostra de obras estudadas, assim como em termos de aumento do número e dias de coleta no sentido de se ter uma situação mais ampla em termos de abrangência dos valores de produtividade da mão de obra.

4.7.6 VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE EM FUNÇÃO DA INFLUÊNCIA DE FATORES DE ERGONOMIA

Com o intuito de se validar a equação que relaciona a produtividade da mão de obra com as condições ergonômicas, na Tabela 10, a seguir, são apresentados os valores de RUP Potencial aplicando-se as condições ergonômicas encontradas em cada obra, assim como a RUP Potencial obtida em cada uma por meio do levantamento de campo realizado.

TABELA 10 – Valores de RUP Potencial: comparação entre valores obtidos nos canteiros de obras e os obtidos pela equação de predição

OBRA	MET kcal/h	COMP. PEÇAS (m)	SUP DIR OCRA	SUP ESQ OCRA	RUP Pot Equação (Hh/Kg)	RUP Pot Obra (Hh/kg)	RUP Pot Equação – RUP Pot Obra
A	251,36	3,00	44,08	9,35	0,261	0,400	-53,2%
B	223,32	3,90	30,6	6,49	0,278	0,050	82,0%
C	249,14	2,80	27,11	5,38	0,313	0,080	74,5%
D	277,00	4,50	25,04	5,04	0,360	0,305	15,2%
E	274,80	4,00	43,96	7,30	0,349	0,265	24,0%
F	277,96	5,90	35,50	7,25	0,345	0,085	75,3%
G	295,77	9,43	65,23	13,41	0,317	0,030	90,5%
H	275,89	9,05	53,32	11,14	0,320	0,070	78,1%
I	271,99	6,00	31,69	6,50	0,349	0,070	79,9%
J	303,05	5,17	43,58	9,25	0,334	0,120	64,0%
K	336,88	6,32	32,55	6,90	0,408	0,105	74,3%
L	314,11	5,00	54,24	10,55	0,340	0,460	-35,3%
M	209,96	5,00	41,72	8,48	0,254	0,180	29,2%
N	237,83	4,00	47,86	9,65	0,260	0,090	65,4%
O	177,26	6,70	36,15	6,98	0,261	0,175	32,8%
P	251,17	6,48	35,93	7,34	0,322	0,175	45,7%
Q	309,50	5,25	44,00	8,95	0,350	0,210	40,0%
R	250,20	3,00	39,65	8,32	0,275	0,145	47,2%
S	284,06	5,74	29,41	5,91	0,367	0,235	36,0%
T	236,66	17,00	36,05	7,33	0,403	0,320	20,6%
U	314,48	3,50	36,13	7,66	0,351	0,095	72,9%
V	345,45	3,00	55,97	11,03	0,346	0,290	16,1%
W	283,68	5,03	31,18	6,61	0,347	0,455	-31,1%
X	210,94	6,20	23,47	4,78	0,311	0,080	74,3%
Y	250,51	3,95	25,42	5,39	0,320	0,385	-20,4%
Z	241,24	3,80	20,86	4,42	0,322	0,240	25,4%
AA	124,54	5,20	16,27	3,45	0,230	0,175	23,9%
AB	192,39	4,60	38,29	8,12	0,232	0,175	24,7%
AC	244,09	4,80	52,56	11,15	0,247	0,220	10,9%
AD	221,2	5,00	64,31	9,09	0,317	0,280	11,6%
AE	315,12	4,50	17,98	3,81	0,410	0,490	-19,6%
AF	363,32	3,00	23,83	5,05	0,428	0,660	-54,0%
AG	285,3	3,75	21,67	4,32	0,370	0,530	-43,1%
AH	231,87	5,00	19,65	4,17	0,326	0,505	-54,8%
AI	368,77	5,60	14,04	2,98	0,484	0,340	29,7%
AJ	313,66	4,80	17,28	3,67	0,413	0,420	-1,8%
AK	247,87	4,50	23,33	4,95	0,328	0,480	-46,5%

Fonte: Autora

De acordo com os valores apresentados na Tabela 10, a diferença percentual entre os valores de RUP Potencial obtidos nas obras e os valores obtidos com aplicação da Equação 5 variou entre -54,8% e 90,5%. Considerando a diferença das médias dos valores de RUP Potencial obtidos pela Equação 5 e obtidos nas obras (RUP Potencial Obra) chega-se ao erro de 23,3%, incorrendo que a equação de predição da RUP Potencial está gerando maior percentual de valores acima da RUP Potencial obtido nas obras analisadas (27 valores *versus* 10 valores). Ressalta-se que o erro percentual é acentuado em função dos valores absolutos considerados serem da ordem decimal em que qualquer diferença incorre em uma variação percentual significativa.

4.8 Considerações finais

Os resultados alcançados neste trabalho, ainda que representem as situações vivenciadas nos canteiros de obras estudados, podem ser diferentes das encontradas em outros canteiros de obras, porém retratam uma situação crítica quanto às condições ergonômicas e produtividade relacionadas a exposição dos trabalhadores que atuam no serviço de armação.

Por meio da aplicação dos instrumentos de análise ergonômica foi possível identificar os processos mais críticos e, intrinsicamente a atividade, também foi identificado os fatores já conhecidos que influenciam a produtividade.

Ao se analisar a montagem de pilares e vigas, ao nível das atividades, foi constatada que a atividade com maior nível de criticidade em termos de ergonomia, ou seja, a que demandou maior gasto calórico por parte do trabalhador, foi a de **“Amarre das barras e estribos”** em todas as obras. Tal constatação foi possível com a aplicação do instrumento MET conforme evidenciado no item 4.5.2.

Se não bastasse o fato de a atividade de **“Amarre das barras”** apresentar maior gasto calórico em relação às demais, visto o número de repetições no ciclo e ao longo da jornada de trabalho, essa também se apresenta crítica sob o ponto de vista do instrumento de avaliação OCRA de acordo com o apresentado no item 4.5.3.

Por meio da aplicação do EWA, as **“Posturas de trabalho”** e **“Movimentos e levantamento de carga”** na execução das tarefas foram as que se apresentaram com maior nível de criticidade; isso deve se a quantidade de aço manuseada ao longo do dia e, também, ao comprimento e peso das peças.

Com relação à produtividade foi observado em todas as obras que os armadores não tinham preocupação iminente com índices de produtividade. Porém, das 37 obras analisadas conforme RUP apresentada pelo SINAPI (2017), se encontrou que 5,41% das obras tiveram RUPs Cumulativas situada na faixa entre mínima e mediana, 45,95% das obras com valores entre mediana e máximo e 48,65% das obras com valores acima da máxima.

Pode ser notado que os índices de produtividade nas obras estudadas variam suas faixas de RUP entre Mediana e Máxima e acima da Máxima, sendo possível afirmar que as obras que tiveram melhores índices possuem condições ergonômicas satisfatórias com relação ao posto de trabalho conforme observado no instrumento de análise ergonômica EWA.

Finalmente, conclui-se que, levando-se em consideração a totalidade de fatores analisados, tarefa de montagem de armadura de pilares e vigas tem sua produtividade influenciada pelas condições ergonômicas, de acordo com o que foi obtido nos resultados e evidenciado no item 4.7.6.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais acerca do trabalho realizado, com abordagem relacionada ao cumprimento dos objetivos propostos, aos instrumentos de análise de ergonomia e produtividade empregados, principais conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

5.1 Sobre a produtividade da mão de obra

Os resultados de produtividade da mão de obra (RUP Cumulativa) foram piores em comparação aos resultados apresentados na faixa de valores da Tabela SINAPI (2017), sendo a maioria dos resultados situada entre a mediana e o valor máximo desta faixa (45,95%) e acima do valor máximo da faixa (48,65%) (Tabela 3). Importante ressaltar que nenhum resultado situou abaixo do valor mínimo da respectiva faixa (Tabelas 3 e 4). A possível explicação para esta situação pode residir no fato de se estar analisando produção de armaduras de obras unifamiliares, sem a ocorrência de repetições de produção de armaduras assim como acontece em edifícios de múltiplos pavimentos. Neste caso, o efeito aprendizagem não foi verificado nas obras analisadas.

5.2 Sobre as condições ergonômicas detectadas com a aplicação dos instrumentos de avaliação ergonômica

Em relação à aplicação do instrumento EWA conclui-se que, dentre os fatores analisados, os que se apresentaram mais críticos foram os relacionados ao fator Levantamento de Carga e Postura de Trabalho e Movimento, recebendo para ambos majoritariamente a classificação 3, com a presença de várias obras com classificação 4. O fator Risco de Acidente foi o que apresentou melhor classificação entre os fatores analisados enquanto que o fator Nível de Atenção recebeu classificação 3 em todas as obras analisadas (Quadro 22).

Em relação à aplicação do instrumento MET conclui-se que as obras analisadas apresentaram majoritariamente a classificação Trabalho Moderado, sendo que apenas uma obra apresentou a classificação Trabalho Leve e dez obras receberam a classificação Trabalho Pesado (Quadro 23).

Houve uma correspondência de situações críticas considerando os resultados obtidos pela aplicação dos dois instrumentos de avaliação ergonômica em seis obras analisadas, conforme apresentado no Quadro 24 deste trabalho.

Em relação às atividades inerentes à produção das armaduras, a relacionada ao amarre das barras foi a que apresentou maior gasto calórico, contribuindo consideravelmente para a classificação da produção de armaduras como Trabalho Moderado ou Pesado, sendo que, majoritariamente, esta representatividade superou o percentual de 75% do gasto calórico total relativo à produção das armaduras (Tabela 1).

Em relação à aplicação do instrumento OCRA conclui-se que os resultados obtidos corroboram com o maior risco ergonômico na atividade de amarre das barras, demonstrando que o risco nesta atividade é elevado (Quadro 25). Os valores obtidos para o membro superior direito foram os mais nocivos aos trabalhadores, pois a maioria destes é destro.

5.3 Sobre os fatores influenciadores na produtividade da mão de obra no serviço de armação (produção de armaduras para vigas e pilares)

Este trabalho teve como foco principal relacionar a produtividade da mão de obra com as condições ergonômicas do posto de trabalho na execução do serviço de armação com a aplicação de três instrumentos de análise ergonômica (EWA, MET e OCRA), estabelecendo uma relação de causa-efeito.

Este objetivo está alicerçado na seguinte hipótese de pesquisa: *As condições ergonômicas do trabalho afetam os indicadores de produtividade da mão de obra na execução do serviço de armação, conforme os índices ergonômicos encontrados através dos instrumentos de análise.*

É reconhecido que a produtividade da mão de obra sofre a influência de vários fatores ao nível de contexto e de conteúdo do trabalho, conforme preconizado originalmente pelo trabalho de Thomas e Yakoumis (1987) com a apresentação do Modelo dos Fatores sendo este amplamente reproduzido em estudos sobre a produtividade da mão de obra no Brasil. No entanto, nos estudos analisados não se observou a menção ou não trouxeram a questão das condições ergonômicas como fatores influenciadores da produtividade da mão de obra.

Assim, a originalidade desta tese consiste no estabelecimento de causa-efeito das condições ergonômicas sobre a produtividade da mão de obra, embora a equação de predição que relaciona estes valores refute as hipóteses da variação da produtividade em relação a presença e intensidade destes fatores, conforme apresentado no item 4.7.5.

5.3 Sugestões para trabalhos futuros

O estudo da produtividade da mão de obra é desafiador uma vez que envolve seres humanos com distintas necessidades e características e, por outro lado, envolve a execução de serviços em que estão atuando vários fatores de ordem de contexto (condições climáticas, condições de segurança, etc.) de ordem de conteúdo (tipo de fornecimento do aço no canteiro de obras, tamanho das armaduras, entre outros fatores relacionados ao produto a ser elaborado).

Este estudo procurou inserir no rol de fatores aqueles relacionados às condições ergonômicas. No entanto, diante dos resultados obtidos, este assunto merece ser aprofundado em termos de:

- Aumento do número de amostras, considerando a estratificação de obras em função dos fatores potencialmente influenciadores;
- Consideração de outros instrumentos de avaliação ergonômica além dos utilizados nesta tese;
- Aumento de o período de coleta de dados sobre produtividade da mão de obra de forma aos resultados representarem uma situação de longo prazo e não apenas uma semana;
- Foco em estudos em obras de caráter repetitivo, como os edifícios de múltiplos pavimentos;
- Estender o estudo para outros serviços de construção civil.

REFERÊNCIAS

- ABERNETHY, B.; KIPPERS, V.; MACKINNON, L. T.; NEAL, R. J.; HANRAHAN, S. *The Biophysical Foundations of Human Movement*. Human Kinetics Publishers, Australia. 425p. 1997.
- ANTONIO, R. L. **Estudo Ergonômico dos Riscos de LER/DORT em Linha de Montagem: Aplicando o Método Occupational Repetitive Actions (OCRA) na Análise Ergonômica do Trabalho (AET)**. 2003. 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2003.
- ARAÚJO, L. O. C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. São Paulo, 2000. 385p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ARAÚJO, L. O. C. **Método para a proposição de diretrizes para melhoria da mão-de-obra na produção de armaduras**. 2005. 503p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. *Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores* (2001).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimentos. Rio de Janeiro 2004. 53p.
- _____. **NBR 7480**: Aço destinados a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro, 2007. 13p.
- ALVES, A. F. **Guia de Métodos Quantitativos Aplicados a Negócios**. Centro Universitário do Sul de Minas Gerais: UNIS-MG. Varginha, 2020.
- AZADEH, A, ZARRIN, M. *An intelligent framework for productivity assessment and analysis of human resource from resilience engineering, motivational factors, HSE and ergonomics perspectives*. Safety Science, Volume 89, p. 55-71, 2016.
- Biolchini, J.C.A., *et al.* *Scientific research ontology to support systematic review in software engineering*. Advanced Engineering Informatics, v.21, n.2, p.133-151, 2007.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Classificação Brasileira de Ocupações – CBO**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2002.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Anuário estatístico de Acidentes do Trabalho**. MTE, 2014.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15: Atividades E Operações Insalubres**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Anuário estatístico de Acidentes do Trabalho**. MTE, 2017.
- BINS Ely, V. H.; TURKIENICZ, B. **Método da grade de atributos: avaliando a relação entre usuário e ambiente**. Ambiente Construído, v. 5, n. 2, p. 77-88, 2005.
- BREZZOLI, G. Riscos ergonômicos na construção civil um estudo de caso. Lajeado. 2019.
- Carvalho, L. C. **Análise ergonômica do trabalho na execução de armaduras**. Dissertação de Mestrado. UFSCar, 2016. 202 p.
- CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **A produtividade da Construção Civil brasileira**. Brasília: CBIC, 2017.
- CRONBACH, L. J. **Coefficient alpha and the internal structure of test**. Psychometrika. 1951

COLOMBINI *et al.* **La lavalutazione e la gestione del rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori – Analisi organizzative, índice de esposizione OCRA, schemi di intervento, principi de riprogettazione.** Milão: Franco Angeli, 2000.

COLOMBINI, D. *et al.* **Il método ocra per l'analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti.** Milão: Franco Angeli, 2005.

Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, L. (2011). **Roteiro para revisao bibliografica sistematica: Aplicacao no desenvolvimento de productos e gerenciamento de projetos.** In Instituto de Gestao de Desenvolvimento do Produto, Congresso Brasileiro de Gestao de Desenvolvimento de Produto—CBGDP (12 p.). Porto Alegre: IBGDP.

CORRÊA, Vanderlei Moraes. **Ergonomia: fundamentos e aplicações.** Porto Alegre: Bookman, 2015.

COSTA, D. *et al.* **Caderno de Resultados Sistema de Indicadores de Produtividade e Perdas.** Comunidade da Construção, Salvador, 2013.

COSTA, S. E. A. **Análise Ergonômica do Trabalho de colheita de citros: comparativo dos métodos de colheita manual e semimecanizada.** 2013. 152f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

DAMAJ, O. *et al.* **Implementing Ergonomics in Construction to Improve Work Performance.** In 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, MA, USA, sect.11 pp. 53-62, Boston, 2016.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática.** São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

ETTINGER, K. Direção e Produtividade. Direção, Organização e Administração de Empresas. *Manual de Ensino* 1. 1. ed. São Paulo: IBRASA, 1964.

FALZON, P. (Ed.). **Ergonomia.** São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

FARINATTI, P. T. V. **Apresentação de uma versão em português do compêndio de atividades físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em fisiologia do exercício.** Rev. Bras. Fisiol. Exerc 2003; 2:177-208.

FIELD, Andy. **Descobrendo a estatística usando o SPSS** [recurso eletrônico]. Tradução Lorí Viali. – 2. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Artmed, 2009.

FORDE, M.S.; BUCHHOLZ, B. “*Task content and physical ergonomic risk factors in construction ironwork.*” International Journal of Industrial Ergonomics, 34. 2004. 319–333.

FREIRE, T. M. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações:** caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo. 2001. 325p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

GHATE, P. R., MINDE, P. R.. **Importance of measurement of labour productivity in construction.** International Journal of Research in Engineering and Technology, 5(07), 413-417, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOODRUM, P. M.; DONG ZHAI; YASIN, M. F. **Relationship between Changes in Material Technology and Construction Productivity.** Journal of Construction Engineering and Management, Volume 135 Issue 4, 2009.

GRANDJEAN, E.; KROEMER, K. H. E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem.** Ed. 5. 327p. São Paulo: Editora Bookman, 2001.

GUÉRIN, F. *et al.* **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia.** São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

- GUIMARÃES, C. D. **Análise de Indicadores de Produtividade e Perdas na Fase de Estrutura de Obras de Edificações**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2012. 130p.
- HAIR JR, J. F. *et al.* **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HAMZA et al. *Construction labour productivity: review of factors identified*. International Journal of Construction Management. 2019.
- HANNA, A. S. et al. *Impact of Extended Overtime on Construction Labor Productivity*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 131 Issue 6, 2005.
- HANNA, A. S. *et al.* *Impact of Shift Work on Labor Productivity for Labor Intensive Contractor*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 134 Issue 3, 2008.
- HASLAM, R.A. *et al.* *Contributing factors in construction accidents*. Applied Ergonomics. Volume 36, Issue 4, Pages 401-415, 2005.
- IIDA, I. **Ergonomia, projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- INYANG, N.; HAN, S.; AL-HUSSEIN, M.; RICH, M. "A VR Model of Ergonomics and Productivity Assessment in Panelized Construction Production Line." Construction Research Congress. ASCE. 2012. 1084-1093.
- KUSHWAHA, D. K. KANE, P. V. *Ergonomic assessment and workstation design of shipping crane cabin in steel industry*. International Journal of Industrial Ergonomics. Volume 52, Pages 29-39, 2016.
- LARSON, R. FARBER, B. **Estatística Aplicada**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- LEVY, Y.; ELLIS, T. J. *A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research*. Informing Science: International Journal of an Emerging Transdiscipline, v. 9, n. 1, p. 181-212, 2006.
- MAEDA, F. M. **Produtividade da mão-de-obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso**. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.
- MARQUES, A. et al. **Ergonomia como um Fator Determinante no Bom Andamento da Produção: um Estudo de Caso**. Revista Anagrama: Revista Científica Interdisciplinar da Graduação. Ano 4 - Edição 1, 2010.
- MÁSCULO, Francisco Soares; VIDAL, Mario Cesar (org.). **Ergonomia: Trabalho Ergonomia: Trabalho Adequado e Eficiente**. 1º edição. Rio de Janeiro: Elsevier/ABEPRO, 2011. 648 p.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução, análise**. São Paulo: Atlas, 1993.
- MELO, R.; TORRES, T.; COSTA, D.; FERNANDES, L. **Produtividade da mão de obra na execução de paredes de concreto**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 2014. Maceió-Al.
- MOJAHED. S. and AGHAZADEH F. (2007), "*Major factors influencing productivity of water and wastewater treatment plant construction: Evidence from the deep south USA*" International Journal of Project Management 2007.
- MOSSA et al. *Productivity and ergonomic risk in human based production systems: A job-rotation scheduling model*. International Journal of Production Economics. Volume 171, Part 4, Pages 471-477, 2016.

NASIRZADEH, F.; NOJEDEHI, P. *Dynamic modeling of labor productivity in construction projects*. *International Journal of Project Management*, v.31, 6, p.903-911, 2013.

OLIVEIRA, J.; FONTES, A. **Aplicação da Análise Ergonômica do Trabalho no Posto de Embalamento em uma Microempresa do Setor de Brinquedos**. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011, Belo Horizonte, MG. Anais do XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2011.

OCCHIPINTI, E.; D. COLOMBINI. *Ocra method: a new procedure for analysing multiple repetitive tasks*. Conference Proceedings XIVV Congreso Nacional de Salud en el Trabajo, XI Congreso Latinoamericano de Salud Laboral, Leon Mexico, 10-12 Septiembre, 2009.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. **Método Simplificado para Prognóstico do Consumo Unitário de Materiais e da Produtividade da Mão-de-obra: Sistemas Prediais Hidráulicos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. BT/PCC, v. 1, p. 1-29, 2008.

PAVANI, R.A. **Estudo ergonômico aplicando o método Occupational Repetitive Actions (OCRA): uma contribuição para gestão da saúde do trabalho**. 2007. 133f. Dissertação (Mestrado em Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente). SENAC, São Paulo, 2007.

PEINADO, Hugo Sefrian. **Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil**. São Carlos: Scienza, 2019.

QUIESI, N. S. **Organização do canteiro de obras: estudo de caso na construção de uma unidade automobilística em Araquari - SC**. 2014. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

RAY, S.; TEIZER, J. *Real Time Posture Analysis of Construction Workers for Ergonomics Training*. Construction Research Congress. ASCE. 2012. 1001-1010.

SACOMANO *et al.* **Administração de Produção na Construção Civil: o gerenciamento de obras baseado em critérios competitivos**. São Paulo: Arte & Ciência, 2004. 204p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. ATLAS, 2ª ed. São Paulo, 2002.

SALIM NETO, J. J. **Diretrizes de projeto para melhorar a produtividade na montagem de componentes pré-cortados e pré-dobrados de aço para estruturas de concreto armado de edifícios**. 2009. 242p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Campus São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

SANTOS, N. dos, *et al.* **Antropotecnologia: A Ergonomia dos Sistemas de Produção**. Curitiba: Genesis, 1997.

SERRANHEIRA, F.; SOUZA-UVA, A. **LER/DORT: que métodos de avaliação do risco?** *Rev. Bras. Saúde Ocup.*, São Paulo 35: 122 (2010). 314-326.

SHIDA, G. J.; BENTO, P. E. G. **Método e Ferramentas Ergonômicas que Auxiliam na Análise de Situação de Trabalho**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, n. 8, 2012, Rio de Janeiro, Niterói. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg8/anais/T12_0496_3097.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

SMITH. L. K. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. Editora manole. Ed 5. São Paulo. 1997.

SINDUSCON-MG, Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2020.

SILVA, *et al.* **A interface usuário - ambiente escolar: o emprego da metodologia EWA em estudo desenvolvidos no Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial - FAAC/UNESP**. Arcos Design (Online), Rio de Janeiro/RJ - BRASIL, p. 33 - 42, 01 jan. 2009.

- SILVA, A.A., **Segurança no Trabalho na Construção Civil: Uma revisão bibliográfica**. Artigo (Curso de Engenharia Civil), Faculdade Kennedy, Belo Horizonte, 2012.
- SINAPI. **Cadernos técnicos de composições para armação de estruturas de concreto armado**. 2017.
- SOUZA, D. E. L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de formas para estrutura de concreto armado**. São Paulo, 1996. 280p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SOUZA, U. E. L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de formas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos**. São Paulo, 2001. 280p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SOUZA, U.E.L. **Como Aumentar a Eficiência da mão de obra - Manual de Gestão da Produtividade na Construção Civil**. São Paulo; Editora Pini; 2006. 100p.
- SOUZA, V. C. 2012. **Uso de instrumentos de avaliação de riscos ergonômicos: teoria e prática**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2012.
- SUMARNINGSIH, T., WIBOWO, M. A., WARDANI, S. P. R. **Ergonomics in Work Method to Improve Construction Labor Productivity**. International Journal of Science and Engineering (IJSE). Vol. 10, 30-34, 2016.
- THOMAS, H.R., YAKOUMIS, I. **Factor model of construction productivity**. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol.113, No.4. pp.623-39. 1987.
- TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 7a ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- VIVAN, A. L. **Linha de montagem para a produção de habitações em light steel frame: projeto e otimização**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.
- WATKINS, M. *et al.* **Using Agent-Based Modeling to Study Construction Labor Productivity as an Emergent Property of Individual and Crew Interactions**. Journal of Construction Engineering and Management. Volume 135 Issue 7. 2009.
- Westover, J.H., Westover, A.R. Westover, L.A., "Enhancing long-term worker productivity and performance: The connection of key work domains to job satisfaction and organizational commitment". International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 59 No. 4, pp. 372-387, 2010.
- WISNER, A. **A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia**. Roberto Leal Ferreira (Trad.). São Paulo: FUNDACENTRO, 2003. 190 p.
- YANTAO YU et al. **Joint-Level Vision-Based Ergonomic Assessment Tool for Construction Workers**. Journal of Construction Engineering and Management. Volume 145 Issue 5. 2019.

APÊNDICE A – Questionários semiestruturados**Questionário para caracterização da empresa e funcionário (engenheiro responsável)**

1. Há quantos anos a empresa está no mercado?
2. Quais os principais tipos de obra da empresa?
3. Como é a hierarquia da empresa? (Funcionamento e rotina de trabalho)
4. Os projetos são terceirizados?
5. Existe programas de gestão da qualidade ou outros programas de certificação? Quais?
6. Jornada de trabalho da empresa e funcionários da obra?
7. Como os funcionários são pagos? (Registro em carteira)
8. A empresa tem um índice de afastamentos e faltas por doenças de trabalho?
9. O serviço de armação é terceirizado?
10. Existe procedimento de execução de serviço?
11. Como a atividade é repassada ao armador? (Verbalmente, escrita)
12. Como é verificado se o serviço está correto?

Questionário para o funcionário (conhecimento da execução da tarefa)

1. Nome
2. Idade
3. Escolaridade
4. Tempo de experiência
5. Equipamentos e ferramentas necessários para atividade
6. Como a atividade é passada para você? (Como seu supervisor lhe passa o serviço)
7. Como você executa a atividade
8. Pausas (almoço, café, descanso) e Rotina de trabalho

APÊNDICE B – Sequência de operações da tarefa realizada pelos armadores em cada obra

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra A	Colocação das barras na bancada	65s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 90 cm, contribui para algumas posturas inadequadas.	Existe uma central de corte dentro da fábrica onde as barras são cortadas e armazenadas. Assim, os trabalhadores não se deslocam por grandes distâncias.
	Marcação das barras	420s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e auxílio de trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, que demanda atenção e marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	620s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	1050s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da viga.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixa de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	55s	As vigas são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso da viga.	Os armadores organizam as vigas no estoque e logo depois iniciam a outra.
Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra B	Colocação das barras na bancada	48s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 100 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação, assim os trabalhadores não se deslocam por grandes distâncias.
	Marcação das barras	470s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz conforme régua de medida padrão.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	300s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	2388s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, nessa obra 240 vezes em média para cada peça, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	140s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra ^C	Colocação das barras na bancada	72s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 100 cm, contribuindo para algumas posturas inadequadas.	As barras já são fornecidas cortadas e dobradas, são estocadas próximas a central de armação.
	Marcação das barras	560s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e auxílio de tábua (gabarito de distância dos estribos).	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, que demanda atenção e marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	412s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	O armador fica inclinado e com vários estribos no braço esquerdo fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	3188s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da viga/pilar.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	O armador realiza essa atividade repetidas vezes, e se queixa de dores na mão ao longo do dia devido aos movimentos.
	Transporte Estoque	150s	Pilares e vigas são transportados para o estoque.	O transporte demanda grande esforço do armador, em função do peso das peças.	O armador organiza as peças no estoque e logo depois inicia a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra ^D	Colocação das barras na bancada	51s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm, contribuindo para melhores posturas.	Existe uma central de corte e dobra onde as barras são armazenadas. Não há grandes deslocamentos.
	Marcação das barras	420s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e auxílio de trena e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, que demanda atenção e marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	470s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	1740s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço, porém a altura da bancada facilita o trabalho.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixa de dores nos dedos ao final do dia.
	Transporte Estoque	360s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso5.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo depois iniciam a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra E	Colocação das barras na bancada	44s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm, contribui para boas posturas.	Existe uma central de corte e dobra onde as barras são armazenadas. Não há grandes deslocamentos.
	Marcação das barras	52s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e auxílio de régua.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, que demanda atenção e marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	155s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	1900s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixam de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	43s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo depois iniciam a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra F	Colocação das barras na bancada	68s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm, contribui para boas posturas.	Não há grandes deslocamentos. Foram usadas barras de 10, 16, 20 e 25mm.
	Marcação das barras	175s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, que demanda atenção e marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	349s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio, o diâmetro dos estribos foi de 5 e 6,3mm com espaçamento médio de 12cm..
	Amarre barras/estribos	3893s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixam de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	214s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo depois iniciam a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra G	Colocação das barras na bancada	96s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm, contribuindo para boas posturas.	Não há grandes deslocamentos entre onde as barras estão e a bancada de montagem. Foram usadas barras de 10, 12.5, 16 e 20mm.
	Marcação das barras	169s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo e demanda atenção.	É uma atividade de fácil execução, com grande movimentação dos punhos.
	Posicionamento dos estribos	497s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio, o diâmetro dos estribos foi de 5 e 6,3mm com espaçamento médio de 12cm.
	Amarre barras/estribos	5793s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixam de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	198s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo depois iniciam a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra H	Colocação das barras na bancada	203s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm, contribuindo para boas posturas.	Não há grandes deslocamentos entre onde as barras estão e a bancada de montagem. Foram usadas barras de 10, 12.5, 16 e 25mm.
	Marcação das barras	373s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo e demanda atenção.	É uma atividade de fácil execução, com grande movimentação dos punhos.
	Posicionamento dos estribos	543s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio, o diâmetro dos estribos foi de 5 e 6,3mm com espaçamento médio de 12cm.
	Amarre barras/estribos	5877s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixam de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	189s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo depois iniciam a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra I	Colocação das barras na bancada	197s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm, contribuindo para boas posturas.	Não há grandes deslocamentos entre onde as barras estão e a bancada de montagem. Foram usadas barras de 12,5, 16 e 25mm.
	Marcação das barras	359s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo e demanda atenção.	É uma atividade de fácil execução, com grande movimentação dos punhos.
	Posicionamento dos estribos	528s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio, o diâmetro dos estribos foi de 5 e 6,3mm com espaçamento médio de 13cm.
	Amarre barras/estribos	5789s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixam de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	196s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo depois iniciam a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra J	Colocação das barras na bancada	173s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 115 cm, contribuindo para boas posturas.	Não há grandes deslocamentos entre onde as barras estão e a bancada de montagem. Foram usadas barras de 10 e 12,5mm.
	Marcação das barras	297s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo e demanda atenção.	É uma atividade de fácil execução, com grande movimentação dos punhos.
	Posicionamento dos estribos	489s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio, o diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 14cm.
	Amarre barras/estribos	5137s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixam de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	189s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo depois iniciam a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra K	Colocação das barras na bancada	193s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm, contribuindo para boas posturas.	Não há grandes deslocamentos entre onde as barras estão e a bancada de montagem. Foram usadas barras de 10 e 12.5mm.
	Marcação das barras	329s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo e demanda atenção.	É uma atividade de fácil execução, com grande movimentação dos punhos.
	Posicionamento dos estribos	498s	Os estribos são posicionados na marcação das barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio, o diâmetro dos estribos foi de 5 e 6,3mm com espaçamento médio de 20cm.
	Amarre barras/estribos	4608s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, e se queixam de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	201s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte demanda grande esforço dos armadores, em função do peso.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo depois iniciam a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra L	Colocação das barras na bancada	64s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10mm.
	Marcação das barras	423s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	351s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 20cm
	Amarre barras/estribos	3597s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	195s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra M	Colocação das barras na bancada	129s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10 e 12,5mm.
	Marcação das barras	418s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	352s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 12cm
	Amarre barras/estribos	2019s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	213s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra N	Colocação das barras na bancada	144s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 12,5 e 16mm.
	Marcação das barras	437s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	289s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 15cm
	Amarre barras/estribos	3752s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	244s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra O	Colocação das barras na bancada	168s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10mm.
	Marcação das barras	512s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	310s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 20cm
	Amarre barras/estribos	1440s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	232s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra P	Colocação das barras na bancada	98s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10, 12.5 e 16mm.
	Marcação das barras	314s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	397s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5 e 6,3mm com espaçamento médio de 12cm
	Amarre barras/estribos	5430s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	211s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra Q	Colocação das barras na bancada	87s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10mm.
	Marcação das barras	215s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	419s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 6,3mm com espaçamento médio de 15cm
	Amarre barras/estribos	4389s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	188s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra R	Colocação das barras na bancada	110s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 100 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 12,5mm.
	Marcação das barras	397s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	381s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 6,3mm com espaçamento médio de 17cm
	Amarre barras/estribos	4125s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	178	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra S	Colocação das barras na bancada	198s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10 e 12,5mm.
	Marcação das barras	417s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	462s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 6,3mm com espaçamento médio de 20cm
	Amarre barras/estribos	5219s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	233s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra T	Colocação das barras na bancada	112s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 100 cm, contribui para melhores posturas.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10 e 12,5mm.
	Marcação das barras	234s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e gabarito.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	398s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 18cm
	Amarre barras/estribos	7360s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	98s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra U	Colocação das barras na bancada	89s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 100 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 8 e 10mm.
	Marcação das barras	198s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	297s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 20cm
	Amarre barras/estribos	3989s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	97s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra V	Colocação das barras na bancada	77s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 8 e 10mm.
	Marcação das barras	189s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	228s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 6,3mm com espaçamento médio de 20cm
	Amarre barras/estribos	3897s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	87s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra W	Colocação das barras na bancada	89s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10mm.
	Marcação das barras	370s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	300s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 6,3mm com espaçamento médio de 15cm
	Amarre barras/estribos	2784s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	147s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra X	Colocação das barras na bancada	84s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 8, 10 e 12,5mm.
	Marcação das barras	398s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	299s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 6,3mm com espaçamento médio de 20cm
	Amarre barras/estribos	3437s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	159s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra Y	Colocação das barras na bancada	98s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 8 e 10mm.
	Marcação das barras	392s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	328s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 15cm
	Amarre barras/estribos	3345s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	168s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra Z	Colocação das barras na bancada	102s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 120 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação. Foram usadas barras de 10mm.
	Marcação das barras	240s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	415s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 12cm
	Amarre barras/estribos	3987s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	204s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O que?)	Atividade (Como) Sequência de Operações	Tempo total de ciclo	Motivo (Porque)	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AA	Transporte das barras (estoque para bancada)	27 s	O transporte das barras é realizado pelos 2 armadores para bancada para o corte.	Evitar que os ajudantes transportem uma carga (peso) superior ao suportado por eles, e para facilitar o serviço.	Os trabalhadores transportam entre 2 e 3 barras para cada armação, dividindo o peso entre eles. Este ciclo se repete uma vez para cada armação.
	Corte das barras	50 s	As barras são organizadas na bancada e cortadas ao mesmo tempo, as medidas estão em forma de gabaritos na bancada.	Garantir que esta operação tenha um tempo de ciclo menor e que o trabalhador fique exposto ao ruído por um pequeno período.	Os trabalhadores ao realizarem o corte das barras utilizam os EPI's adequados. As barras são cortadas simultaneamente para agilizar o serviço.
	Dobra dos "S" (espaçadores)	576 s	Os "S" são dobrados e fixados no pilar para garantir o espaçamento entre as barras.	A dobra dos "S" causa movimentos de flexão nos punhos, o que causa dores no punho e mãos do trabalhador.	Os trabalhadores dobram os "S" para cada armadura de pilar confeccionada, utilizando barras de 6,3mm.
	Posicionamento das barras	44 s	As barras são posicionadas sobre a bancada para dar início a montagem.	O posicionamento das barras facilita as demais operações.	Após cortadas as barras, estas são colocadas na bancada para montagem. As barras são transportadas da bancada de corte para bancada de montagem pelos dois armadores para dividir o peso entre eles.
	Marcação das barras	57s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	133s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio. O diâmetro dos estribos foi de 5mm com espaçamento médio de 12cm
	Amarre barras/estribos	1264s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	86s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O que?)	Atividade (Como) Sequência de Operações	Tempo total de ciclo	Motivo (Porque)	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AB	Transporte das barras e estribos	127,8 s	O transporte das barras é realizado pelos 2 armadores do estoque intermediário para o local de montagem.	Evitar que os ajudantes transportem uma carga (peso) superior ao suportado por eles, para facilitar o serviço, as barras são suspensas com auxílio de uma corda.	Os trabalhadores transportam as barras e estribos no ombro, o peso estimado para as barras transportadas é de 35 kg em média por trabalhador.
	Posicionamento das barras	810 s	As barras são organizadas na forma conforme projeto.	A organização das barras diretamente nas formas resulta em posturas de trabalho inadequadas, mas evita o transporte das vigas, é necessário apenas o posicionamento na fôrma.	Os trabalhadores têm experiência para executar esse tipo de tarefa e tem modo operatório peculiar uma vez que realizam várias adaptações para realizar o serviço.
	Posicionamento dos estribos	1105 s	Os estribos são posicionados ao longo da viga, conforme marcação das barras.	A marcação na barra facilita o serviço e evita que os trabalhadores precisem ficar muito tempo agachados ou “curvados”.	Os trabalhadores executam essa sub tarefa de forma fácil e rápida. Não apresentam nenhum tipo de dificuldade.
	Amarre (barras e estribos)	2975 s	O amarre acontece em quatro pontos.	O amarre das barras e estribos ocasionam posturas inadequadas de trabalho uma vez que para o amarre superior os trabalhadores precisam ficar com o tronco curvado e nos pontos inferiores precisam estar agachados ou ajoelhados.	Os trabalhadores alegam que esta sub tarefa é a mais cansativa e que exige maior esforço, uma vez que são em média 350 amarres por viga e são produzidas aproximadamente quatro vigas por dia.
	Posicionamento da viga na fôrma	220 s	A viga é posicionada na forma, e no arranque do pilar.	Esse posicionamento pode causar dores lombares devido ao peso da viga pronta.	Os trabalhadores dizem que não têm dificuldades para realizar a sub tarefa.

Tarefa (O que?)	Atividade (Como) Sequência de Operações	Tempo total de ciclo	Motivo (Porque)	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AC	Posicionamento das barras	23 s	As barras são posicionadas na bancada, para posterior marcação.	As barras já cortadas facilitam o manuseio, tem peso menor. Os trabalhadores têm mais facilidade para carregar as barras.	Os trabalhadores posicionam as barras na bancada para posterior marcação. A bancada de montagem é colocada ao lado das barras estocadas para facilitar o serviço.
	Marcação das barras	56 s	Os espaçamentos dos estribos são marcados nas barras, a medida é marcada com trena.	A marcação nas barras evita que a cada estribo seja realizada nova medida e/ou marcação.	As barras são marcadas com giz, o espaçamento é medido com trena. Os trabalhadores acham mais fácil medir com trena do que ter um gabarito com a medida.
	Posicionamento dos estribos	142,2 s	Os estribos são posicionados nas marcações.	O posicionamento é mais rápido e fácil.	Os trabalhadores posicionam os estribos rapidamente, os estribos chegam à obra devidamente etiquetados, assim como as barras. O que segundo os trabalhadores torna o serviço mais rápido.
	Amarre barras/estribos	516 s	Com as barras e estribos posicionados é feito o amarre. O amarre é feito com arame nº18 e torques.	O amarre causa dores nas mãos e pulsos, devido ao movimento realizado.	O amarre é a operação mais crítica segundo os armadores, é a que mais se repete no ciclo.
	Amarre dos ganchos	574 s	Os ganchos são amarrados as barras e estribos, de modo que a armadura fique bem firme.	O amarre causa dores nas mãos e pulsos, devido ao movimento realizado.	O amarre é a operação mais crítica segundo os armadores, é a que mais se repete no ciclo.
	Transporte	70 s	A armadura é transportada para um estoque.	A armadura é transportada pelos armadores, dividindo assim o peso entre eles.	Após a armadura pronta, são colocados espaçadores plásticos para garantir o cobrimento do concreto, evitando assim que a fôrma se feche. Assim a armadura é transportada para o estoque até ser transferida para o local final.

Tarefa (O que?)	Atividade (Como) Sequência de Operações	Tempo total de ciclo	Motivo (Porque)	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AD	Colocação das barras na bancada	32 s	As barras são posicionadas na bancada de montagem conforme o projeto.	A altura da bancada evita que os trabalhadores fiquem em posições inadequadas para essa atividade, porém para o amarre da parte inferior as posturas são prejudiciais.	Existem quatro cavaletes fabricados com compensado resinado e pontaletes para que a bancada seja montada, o suporte para as peças a serem montadas são de barras de aço com comprimento igual à largura do cavalete.
	Marcação das barras	100 s	As barras são marcadas conforme o espaçamento dos estribos.	Para marcação das barras o trabalhador precisa ficar com o pescoço inclinado durante toda a atividade.	A marcação ocorre para posicionar os estribos de modo mais fácil e rápido, para não precisar usar a trena para determinar o espaçamento a cada estribo colocado.
	Posicionamento dos estribos	180 s	Os estribos são posicionados ao longo da viga, conforme marcação das barras.	O posicionamento dos estribos exige uma pequena inclinação do tronco e pescoço.	Os estribos são encaixados ao longo da viga, para esse posicionamento é preciso abrir um pouco dos estribos para que as barras fiquem na parte interna dos estribos.
	Amarre barras/estribos	960 s	O amarre acontece nos quatro pontos dos estribos.	O amarre das barras e estribos ocasionam posturas inadequadas de trabalho uma vez tanto o amarre superior quanto o inferior, exigem que os armadores fiquem com o tronco curvado.	Segundo os trabalhadores essa é a atividade que demanda mais tempo e que causa mais dores nas mãos e nos punhos. Para cada viga em média são realizados 140 amarres, ao longo da jornada de trabalho são montadas 18 vigas.
	Transporte Estoque	35 s	As vigas são transportadas para um estoque intermediário.	Esse transporte demanda grande esforço físico devido ao peso de algumas vigas.	As vigas são armazenadas em um estoque intermediário, para posterior transporte para as formas, esse transporte acontece com grua. As vigas são transportadas da bancada de montagem para com local de armazenamento pelos três armadores de forma que o peso de cada viga fique dividido entre eles. O peso dividido entre eles varia entre 30-60kg.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AE	Colocação das barras na bancada	325s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 90 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação.
	Marcação das barras	369s	Após posicionamento as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	3514s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	4185s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	381s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AF	Colocação das barras na bancada	312s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 90 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação.
	Marcação das barras	374s	Após posicionamento as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	3214s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	3825	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	362s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AG	Colocação das barras na bancada	309s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação.
	Marcação das barras	342s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	2845s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	2523s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	362s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AH	Colocação das barras na bancada	200s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 110 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação.
	Marcação das barras	100s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	1528s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio.
	Amarre barras/estribos	1432s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	302s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AI	Colocação das barras na bancada	365s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 90 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação.
	Marcação das barras	352s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	3124s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio
	Amarre barras/estribos	2863s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	289s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AJ	Colocação das barras na bancada	355s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 90 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação.
	Marcação das barras	342s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	3245s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio
	Amarre barras/estribos	2912s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	292s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

Tarefa (O quê?)	Atividade (Como)	Tempo de Ciclo	Motivo	Efeito	Observações
Montagem de Vigas e Pilares – Obra AK	Colocação das barras na bancada	325s	As barras são posicionadas na bancada conforme orientação do projeto para início da montagem.	A altura da bancada de aproximadamente 100 cm.	As barras são compradas cortadas e dobradas. O local de estocagem é ao lado da central de armação.
	Marcação das barras	368s	Após posicionamento, as barras são marcadas com giz e trena.	Essa atividade exige que os armadores fiquem com o pescoço inclinado para baixo todo o tempo.	É uma atividade de fácil execução, porém demanda atenção para marcação correta.
	Posicionamento dos estribos	2868s	Os estribos são posicionados na marcação feita nas barras.	Os armadores ficam inclinados e com vários estribos no braço fazendo o posicionamento.	Os estribos são armazenados próximo a bancada de montagem para facilitar o manuseio
	Amarre barras/estribos	3125s	O amarre acontece nos quatro pontos do estribo. Parte inferior e superior da peça.	O amarre barra/estribos é uma atividade que requer posturas inclinadas do tronco, pescoço.	Os armadores realizam essa atividade repetidas vezes, há queixas de dores na mão ao longo do dia.
	Transporte Estoque	289s	As peças são transportadas para o estoque.	O transporte das peças demanda grande esforço dos armadores, em função do peso de cada uma.	Os armadores organizam as peças no estoque e logo dão início a outra.

APÊNDICE C – MET Obras

Gasto Energético - MET									
Obras	Etapas	Duração média do Ciclo (segundos)	Nº de Ciclos	Tempo Gasto Diário (horas)	Código MET	Valor Código MET	Peso Médio Armador (kg)	Calorias Gastas na Atividade	kcal/h
A	1	65	13	0,23	11610	3	70	49,29	251,36
	2	420	13	1,52	11610	3	70	318,50	
	3	620	13	2,24	11610	3	70	470,17	
	4	1050	13	3,79	11630	4	70	1061,67	
	5	55	13	0,20	11050	8	70	111,22	
B	1	48	7	0,09	11610	3	70	19,60	223,32
	2	470	7	0,91	11610	3	70	191,92	
	3	300	7	0,58	11610	3	70	122,50	
	4	2388	7	4,64	11630	4	70	1300,13	
	5	140	7	0,27	11050	8	70	152,44	
C	1	72	6	0,12	11610	3	70	25,20	249,14
	2	560	6	0,93	11610	3	70	196,00	
	3	412	6	0,69	11610	3	70	144,20	
	4	3188	6	5,31	11630	4	70	1487,73	
	5	150	6	0,25	11050	8	70	140,00	
D	1	51	9	0,13	11610	3	70	26,78	277,00
	2	420	9	1,05	11610	3	70	220,50	
	3	470	9	1,18	11610	3	70	246,75	
	4	1740	9	4,35	11630	4	70	1218,00	
	5	360	9	0,90	11050	8	70	504,00	
E	1	44	13	0,16	11610	3	70	33,37	274,80
	2	52	13	0,19	11610	3	70	39,43	
	3	155	13	0,56	11610	3	70	117,54	
	4	1900	13	6,86	11630	4	70	1921,11	
	5	43	13	0,16	11050	8	70	86,96	
F	1	68	6	0,11	11610	3	70	23,80	277,96
	2	175	6	0,29	11610	3	70	61,25	
	3	349	6	0,58	11610	3	70	122,15	
	4	3893	6	6,49	11630	4	70	1816,73	
	5	214	6	0,36	11050	8	70	199,73	

G	1	96	4,5	0,12	11610	3	70	25,20	295,77
	2	169	4,5	0,21	11610	3	70	44,36	
	3	497	4,5	0,62	11610	3	70	130,46	
	4	5793	4,5	7,24	11630	4	70	2027,55	
	5	198	4,5	0,25	11050	8	70	138,60	
H	1	203	4	0,23	11610	3	70	47,37	275,89
	2	373	4	0,41	11610	3	70	87,03	
	3	543	4	0,60	11610	3	70	126,70	
	4	5877	4	6,53	11630	4	70	1828,40	
	5	189	4	0,21	11050	8	70	117,60	
I	1	197	4	0,22	11610	3	70	45,97	271,99
	2	359	4	0,40	11610	3	70	83,77	
	3	528	4	0,59	11610	3	70	123,20	
	4	5789	4	6,43	11630	4	70	1801,02	
	5	196	4	0,22	11050	8	70	121,96	
J	1	173	5	0,24	11610	3	70	50,46	303,05
	2	297	5	0,41	11610	3	70	86,63	
	3	489	5	0,68	11610	3	70	142,63	
	4	5137	5	7,13	11630	4	70	1997,72	
	5	189	5	0,26	11050	8	70	147,00	
K	1	193	6	0,32	11610	3	70	67,55	336,88
	2	329	6	0,55	11610	3	70	115,15	
	3	498	6	0,83	11610	3	70	174,30	
	4	4608	6	7,68	11630	4	70	2150,40	
	5	201	6	0,34	11050	8	70	187,60	
L	1	64	7	0,12	11610	3	70	26,13	314,11
	2	423	7	0,82	11610	3	70	172,73	
	3	351	7	0,68	11610	3	70	143,33	
	4	3597	7	6,99	11630	4	70	1958,37	
	5	195	7	0,38	11050	8	70	212,33	
M	1	129	5	0,18	11610	3	70	37,63	209,96
	2	418	5	0,58	11610	3	70	121,92	
	3	352	5	0,49	11610	3	70	102,67	
	4	3219	5	4,47	11630	4	70	1251,83	
	5	213	5	0,30	11050	8	70	165,67	

N	1	144	5	0,20	11610	3	70	42,00	237,83
	2	437	5	0,61	11610	3	70	127,46	
	3	289	5	0,40	11610	3	70	84,29	
	4	3752	5	5,21	11630	4	70	1459,11	
	5	244	5	0,34	11050	8	70	189,78	
O	1	168	5	0,23	11610	3	70	49,00	177,26
	2	512	5	0,71	11610	3	70	149,33	
	3	310	5	0,43	11610	3	70	90,42	
	4	2440	5	3,39	11630	4	70	948,89	
	5	232	5	0,32	11050	8	70	180,44	
P	1	98	4	0,11	11610	3	70	22,87	251,17
	2	314	4	0,35	11610	3	70	73,27	
	3	397	4	0,44	11610	3	70	92,63	
	4	5430	4	6,03	11630	4	70	1689,33	
	5	211	4	0,23	11050	8	70	131,29	
Q	1	87	6	0,15	11610	3	70	30,45	309,50
	2	215	6	0,36	11610	3	70	75,25	
	3	419	6	0,70	11610	3	70	146,65	
	4	4389	6	7,32	11630	4	70	2048,20	
	5	188	6	0,31	11050	8	70	175,47	
R	1	110	5	0,15	11610	3	70	32,08	250,20
	2	397	5	0,55	11610	3	70	115,79	
	3	381	5	0,53	11610	3	70	111,13	
	4	4125	5	5,73	11630	4	70	1604,17	
	5	178	5	0,25	11050	8	70	138,44	
S	1	198	4,5	0,25	11610	3	70	51,98	284,06
	2	417	4,5	0,52	11610	3	70	109,46	
	3	462	4,5	0,58	11610	3	70	121,28	
	4	5219	4,5	6,52	11630	4	70	1826,65	
	5	233	4,5	0,29	11050	8	70	163,10	
T	1	112	3	0,09	11610	3	70	19,60	236,66
	2	234	3	0,20	11610	3	70	40,95	
	3	398	3	0,33	11610	3	70	69,65	
	4	7360	3	6,13	11630	4	70	1717,33	
	5	98	3	0,08	11050	8	70	45,73	

U	1	89	7	0,17	11610	3	70	36,34	314,48
	2	198	7	0,39	11610	3	70	80,85	
	3	297	7	0,58	11610	3	70	121,28	
	4	3989	7	7,76	11630	4	70	2171,79	
	5	97	7	0,19	11050	8	70	105,62	
V	1	77	8	0,17	11610	3	70	35,93	345,45
	2	189	8	0,42	11610	3	70	88,20	
	3	228	8	0,51	11610	3	70	106,40	
	4	3897	8	8,66	11630	4	70	2424,80	
	5	87	8	0,19	11050	8	70	108,27	
w	1	89	8	0,20	11610	3	70	41,53	283,68
	2	370	8	0,82	11610	3	70	172,67	
	3	300	8	0,67	11610	3	70	140,00	
	4	2784	8	6,19	11630	4	70	1732,27	
	5	147	8	0,33	11050	8	70	182,93	
X	1	84	5	0,12	11610	3	70	24,50	210,94
	2	398	5	0,55	11610	3	70	116,08	
	3	297	5	0,41	11610	3	70	86,63	
	4	3437	5	4,77	11630	4	70	1336,61	
	5	159	5	0,22	11050	8	70	123,67	
Y	1	98	6	0,16	11610	3	70	34,30	250,51
	2	392	6	0,65	11610	3	70	137,20	
	3	328	6	0,55	11610	3	70	114,80	
	4	3345	6	5,58	11630	4	70	1561,00	
	5	168	6	0,28	11050	8	70	156,80	
Z	1	102	5	0,14	11610	3	70	29,75	241,24
	2	240	5	0,33	11610	3	70	70,00	
	3	415	5	0,58	11610	3	70	121,04	
	4	3987	5	5,54	11630	4	70	1550,50	
	5	204	5	0,28	11050	8	70	158,67	

AA	1	27	6	0,05	11050	8	70	25,20	124,54
	2	50	6	0,08	11610	3	70	17,50	
	3	576	6	0,96	11610	3	70	201,60	
	4	44	6	0,07	11610	3	70	15,40	
	5	57	6	0,10	11610	3	70	19,95	
	6	133	6	0,22	11610	3	70	46,55	
	7	1264	6	2,11	11630	4	70	589,87	

	8	86	6	0,14	11050	8	70	80,27	
--	---	----	---	------	-------	---	----	-------	--

AB	1	127,8	4	0,14	11610	3	70	29,82	192,39
	2	810	4	0,90	11610	3	70	189,00	
	3	1105	4	1,23	11610	3	70	257,83	
	4	2975	4	3,31	11630	4	70	925,56	
	5	220	4	0,24	11050	8	70	136,89	

AC	1	23	16	0,10	11610	3	70	21,47	244,09
	2	56	16	0,25	11610	3	70	52,27	
	3	142,2	16	0,63	11610	3	70	132,72	
	4	516	16	2,29	11630	4	70	642,13	
	5	231	16	1,03	11610	3	70	215,60	
	6	574	16	2,55	11630	4	70	714,31	
	7	70	16	0,31	11050	8	70	174,22	

AD	1	32	18	0,16	11610	3	70	33,60	221,20
	2	100	18	0,50	11610	3	70	105,00	
	3	180	18	0,90	11610	3	70	189,00	
	4	960	18	4,80	11630	4	70	1344,00	
	5	35	18	0,18	11050	8	70	98,00	

AE	1	325	4	0,36	11610	3	70	75,83	315,12
	2	369	4	0,41	11610	3	70	86,10	
	3	3514	4	3,90	11610	3	70	819,93	
	4	4185	4	4,65	11630	4	70	1302,00	
	5	381	4	0,42	11050	8	70	237,07	

AF	1	312	5	0,43	11610	3	70	91,00	363,32
	2	374	5	0,52	11610	3	70	109,08	
	3	3214	5	4,46	11610	3	70	937,42	
	4	3825	5	5,31	11630	4	70	1487,50	
	5	362	5	0,50	11050	8	70	281,56	

AG	1	309	5	0,43	11610	3	70	90,13	285,30
	2	342	5	0,48	11610	3	70	99,75	
	3	2845	5	3,95	11610	3	70	829,79	
	4	2523	5	3,50	11630	4	70	981,17	
	5	362	5	0,50	11050	8	70	281,56	

AH	1	200	7	0,39	11610	3	70	81,67	231,87
	2	100	7	0,19	11610	3	70	40,83	

	3	1528	7	2,97	11610	3	70	623,93	
	4	1432	7	2,78	11630	4	70	779,64	
	5	302	7	0,59	11050	8	70	328,84	

AI	1	365	6	0,61	11610	3	70	127,75	368,77
	2	352	6	0,59	11610	3	70	123,20	
	3	3124	6	5,21	11610	3	70	1093,40	
	4	2863	6	4,77	11630	4	70	1336,07	
	5	289	6	0,48	11050	8	70	269,73	

AJ	1	355	5	0,49	11610	3	70	103,54	313,66
	2	342	5	0,48	11610	3	70	99,75	
	3	3245	5	4,51	11610	3	70	946,46	
	4	2912	5	4,04	11630	4	70	1132,44	
	5	292	5	0,41	11050	8	70	227,11	

AK	1	325	4	0,36	11610	3	70	75,83	247,87
	2	368	4	0,41	11610	3	70	85,87	
	3	2868	4	3,19	11610	3	70	669,20	
	4	3125	4	3,47	11630	4	70	972,22	
	5	289	4	0,32	11050	8	70	179,82	

APÊNDICE D – OCRA Obras

Obra A

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			711	17,5	40,62857143	227,5	9243	
		Braço esquerdo			711	17,5	40,62857143	227,5	9243	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,5	227,5	210	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,5	227,5	989	
I.E. = ATO/ATR							ATO	9243	44,08	D
							ATR	210		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		9243	9,35	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		989			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra B

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			973	39,8	24,44723618	278,6	6811	
		Braço esquerdo			973	39,8	24,44723618	278,6	6811	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	278,6	223	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	278,6	1049	
I.E. = ATO/ATR							ATO	6811	30,60	D
							ATR	223		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		6811	6,49	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		1049			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra C

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1062	53,13333333	19,98745295	318,8	6372	
		Braço esquerdo			993	53,13333333	18,68883312	318,8	5958	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,2	318,8	235	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,2	318,8	1108	
I.E. = ATO/ATR							ATO	6372	27,11	D
							ATR	235		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		5958	5,38	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		1108			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra D

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			580	29	20	261	5220	
		Braço esquerdo			550	29	18,96551724	261	4950	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	261,0	208	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	261,0	983	
I.E. = ATO/ATR							ATO	5220	25,04	D
							ATR	208		
Valores OCRA							ATO	4950	5,04	E
Nível de risco							ATR	983		
até 2,2		Aceitável								
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra E

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1283	31,66666667	40,51578947	190	7698	
		Braço esquerdo			1005	31,66666667	31,73684211	190	6030	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,5	190,0	175	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,5	190,0	826	
I.E. = ATO/ATR							ATO	7698	43,96	D
							ATR	175		
Valores OCRA							ATO	6030	7,30	E
Nível de risco							ATR	826		
até 2,2		Aceitável								
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								

Obra F

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1557	64,88333333	23,99691754	389,3	9342	
		Braço esquerdo			1498	64,88333333	23,08759312	389,3	8988	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,1	389,3	263	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,1	389,3	1241	
I.E. = ATO/ATR							ATO	9342	35,50	D
							ATR	263		
Valores OCRA							ATO	8988	7,25	E
Nível de risco							ATR	1241		
até 2,2		Aceitável								
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra G

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			3870	96,55	40,08285862	434,475	17415	
		Braço esquerdo			3750	96,55	38,83997929	434,475	16875	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1	434,5	267	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1	434,5	1259	
I.E. = ATO/ATR							ATO	17415	65,23	D
							ATR	267		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		16875	13,41	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		1259			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra H

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			3530	97,95	36,0387953	391,8	14120	
		Braço esquerdo			3478	97,95	35,5079122	391,8	13912	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,1	391,8	265	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,1	391,8	1248	
I.E. = ATO/ATR							ATO	14120	53,32	D
							ATR	265		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		13912	11,14	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		1248			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra I

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			2067	96,48333333	21,42338919	385,9333333	8268	
		Braço esquerdo			1998	96,48333333	20,70823977	385,9333333	7992	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,1	385,9	261	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,1	385,9	1230	
I.E. = ATO/ATR							ATO	8268	31,69	D
							ATR	261		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		7992	6,50	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		1230			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra J

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			2293	85,61666667	26,78216858	428,08333333	11465
		Braço esquerdo			2293	85,61666667	26,78216858	428,08333333	11465
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1	428,1	263
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1	428,1	1240
I.E. = ATO/ATR					ATO		11465	43,58	D
					ATR		263		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		11465	9,25	E
até 2,2		Aceitável			ATR		1240		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra K

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			1536	76,8	20	460,8	9216
		Braço esquerdo			1536	76,8	20	460,8	9216
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1	460,8	283
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1	460,8	1335
I.E. = ATO/ATR					ATO		9216	32,55	D
					ATR		283		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		9216	6,90	E
até 2,2		Aceitável			ATR		1335		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra L

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			1998	59,95	33,32777314	419,65	13986
		Braço esquerdo			1833	59,95	30,57547957	419,65	12831
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1	419,7	258
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1	419,7	1216
I.E. = ATO/ATR					ATO		13986	54,24	D
					ATR		258		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		12831	10,55	E
até 2,2		Aceitável			ATR		1216		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra M

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			1788	53,65	33,32712022	268,25	8940
		Braço esquerdo			1713	53,65	31,92917055	268,25	8565
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	268,3	214
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	268,3	1010
I.E. = ATO/ATR					ATO		8940	41,72	D
					ATR		214		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		8565	8,48	E
até 2,2		Aceitável			ATR		1010		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra N

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			2207	62,53333333	35,29317697	312,6666667	11035
		Braço esquerdo			2098	62,53333333	33,55010661	312,6666667	10490
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,2	312,7	231
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,2	312,7	1087
I.E. = ATO/ATR					ATO		11035	47,86	D
					ATR		231		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		10490	9,65	E
até 2,2		Aceitável			ATR		1087		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra O

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			1355	40,66666667	33,31967213	203,3333333	6775
		Braço esquerdo			1233	40,66666667	30,31967213	203,3333333	6165
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,5	203,3	187
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,5	203,3	884
I.E. = ATO/ATR					ATO		6775	36,15	D
					ATR		187		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		6165	6,98	E
até 2,2		Aceitável			ATR		884		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra P

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			2198	90,5	24,28729282	362	8792
		Braço esquerdo			2117	90,5	23,39226519	362	8468
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,1	362,0	245
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,1	362,0	1154
I.E. = ATO/ATR						ATO	8792	35,93	D
						ATR	245		
Valores OCRA						Nível de risco			
até 2,2						Aceitável			
Entre 2,3 e 3,5						Risco muito baixo			
Maior que 3,5						Risco presente			
						ATO	8468	7,34	E
						ATR	1154		

Obra Q

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			1978	73,15	27,04032809	438,9	11868
		Braço esquerdo			1897	73,15	25,93301435	438,9	11382
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1	438,9	270
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1	438,9	1271
I.E. = ATO/ATR						ATO	11868	44,00	D
						ATR	270		
Valores OCRA						Nível de risco			
até 2,2						Aceitável			
Entre 2,3 e 3,5						Risco muito baixo			
Maior que 3,5						Risco presente			
						ATO	11382	8,95	E
						ATR	1271		

Obra R

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			2010	68,75	29,23636364	343,75	10050
		Braço esquerdo			1989	68,75	28,93090909	343,75	9945
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,2	343,8	253
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,2	343,8	1195
I.E. = ATO/ATR						ATO	10050	39,65	D
						ATR	253		
Valores OCRA						Nível de risco			
até 2,2						Aceitável			
Entre 2,3 e 3,5						Risco muito baixo			
Maior que 3,5						Risco presente			
						ATO	9945	8,32	E
						ATR	1195		

Obra S

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1729	86,98333333	19,87737114	391,425	7781	
		Braço esquerdo			1637	86,98333333	18,81969726	391,425	7367	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,1	391,4	265	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,1	391,4	1247	
I.E. = ATO/ATR							ATO	7781	29,41	D
							ATR	265		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		7367	5,91	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		1247			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra T

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			2989	122,6666667	24,36684783	368	8967	
		Braço esquerdo			2867	122,6666667	23,37228261	368	8601	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,1	368,0	249	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,1	368,0	1173	
I.E. = ATO/ATR							ATO	8967	36,05	D
							ATR	249		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		8601	7,33	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		1173			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra U

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1476	66,48333333	22,2010529	465,3833333	10332	
		Braço esquerdo			1476	66,48333333	22,2010529	465,3833333	10332	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1	465,4	286	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1	465,4	1348	
I.E. = ATO/ATR							ATO	10332	36,13	D
							ATR	286		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		10332	7,66	E	
até 2,2		Aceitável			ATR		1348			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra V

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1117	64,95	17,1978445	519,6	8936	
		Braço esquerdo			1038	64,95	15,98152425	519,6	8304	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	0,5	519,6	160	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	0,5	519,6	753	
I.E. = ATO/ATR							ATO	8936	55,97	D
							ATR	160		
Valores OCRA							ATO	8304	11,03	E
até 2,2							ATR	753		
Entre 2,3 e 3,5							Risco muito baixo			
Maior que 3,5							Risco presente			

Obra W

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			978	46,4	21,07758621	371,2	7824	
		Braço esquerdo			978	46,4	21,07758621	371,2	7824	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,1	371,2	251	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,1	371,2	1183	
I.E. = ATO/ATR							ATO	7824	31,18	D
							ATR	251		
Valores OCRA							ATO	7824	6,61	E
até 2,2							ATR	1183		
Entre 2,3 e 3,5							Risco muito baixo			
Maior que 3,5							Risco presente			

Obra X

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1074	57,28333333	18,74890893	286,4166667	5370	
		Braço esquerdo			1031	57,28333333	17,99825429	286,4166667	5155	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	286,4	229	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	286,4	1079	
I.E. = ATO/ATR							ATO	5370	23,47	D
							ATR	229		
Valores OCRA							ATO	5155	4,78	E
até 2,2							ATR	1079		
Entre 2,3 e 3,5							Risco muito baixo			
Maior que 3,5							Risco presente			

Obra Y

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			1045	55,75	18,74439462	334,5	6270
		Braço esquerdo			1045	55,75	18,74439462	334,5	6270
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,2	334,5	247
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,2	334,5	1163
I.E. = ATO/ATR					ATO		6270	25,42	D
					ATR		247		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		6270	5,39	E
até 2,2		Aceitável			ATR		1163		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra Z

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			1022	66,45	15,37998495	332,25	5110
		Braço esquerdo			1022	66,45	15,37998495	332,25	5110
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,2	332,3	245
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,2	332,3	1155
I.E. = ATO/ATR					ATO		5110	20,86	D
					ATR		245		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		5110	4,42	E
até 2,2		Aceitável			ATR		1155		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra AA

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			384	19,2	20	115,2	2304
		Braço esquerdo			384	19,2	20	115,2	2304
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	2	115,2	142
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	2	115,2	667
I.E. = ATO/ATR					ATO		2304	16,27	D
					ATR		142		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		2304	3,45	E
até 2,2		Aceitável			ATR		667		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra AB

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1750	49,58	35,29649052	198,3	6999	
		Braço esquerdo			1750	49,58	35,29649052	198,3	6999	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,5	198,3	183	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,5	198,3	862	
I.E. = ATO/ATR										
							ATO	6999	38,29	D
							ATR	183		
Valores OCRA		Nível de risco					ATO	6999	8,12	E
até 2,2		Aceitável					ATR	862		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra AC

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			760	18,1	41,98895028	290,6	12202	
		Braço esquerdo			760	18,1	41,98895028	290,6	12202	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	290,6	232	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	290,6	1094	
I.E. = ATO/ATR										
							ATO	12202	52,56	D
							ATR	232		
Valores OCRA		Nível de risco					ATO	12202	11,15	E
até 2,2		Aceitável					ATR	1094		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra AD

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			822	16	51,375	288	14796	
		Braço esquerdo			548	16	34,25	288	9864	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	288,0	230	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	288,0	1085	
I.E. = ATO/ATR										
							ATO	14796	64,31	D
							ATR	230		
Valores OCRA		Nível de risco					ATO	9864	9,09	E
até 2,2		Aceitável					ATR	1085		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra AE

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1002	69,75	14,3655914	279	4008	
		Braço esquerdo			1002	69,75	14,3655914	279	4008	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	279,0	223	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	279,0	1051	
I.E. = ATO/ATR										
							ATO	4008	17,98	D
							ATR	223		
Valores OCRA		Nível de risco					ATO	4008	3,81	E
até 2,2		Aceitável					ATR	1051		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra AF

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			1120	63,75	17,56862745	318,75	5600	
		Braço esquerdo			1120	63,75	17,56862745	318,75	5600	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,2	318,8	235	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,2	318,8	1108	
I.E. = ATO/ATR										
							ATO	5600	23,83	D
							ATR	235		
Valores OCRA		Nível de risco					ATO	5600	5,05	E
até 2,2		Aceitável					ATR	1108		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra AG

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO	
		Braço direito			840	42,05	19,97621879	210,25	4200	
		Braço esquerdo			790	42,05	18,78715815	210,25	3950	
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,5	210,3	194	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,5	210,3	914	
I.E. = ATO/ATR										
							ATO	4200	21,67	D
							ATR	194		
Valores OCRA		Nível de risco					ATO	3950	4,32	E
até 2,2		Aceitável					ATR	914		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

Obra AH

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			490	23,86666667	20,53072626	167,0666667	3430
		Braço esquerdo			490	23,86666667	20,53072626	167,0666667	3430
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,7	167,1	175
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,7	167,1	823
I.E. = ATO/ATR						ATO	3430	19,65	D
						ATR	175		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		3430	4,17	E
até 2,2		Aceitável			ATR		823		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra AI

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			535	47,71666667	11,21201537	286,3	3210
		Braço esquerdo			535	47,71666667	11,21201537	286,3	3210
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	286,3	229
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	286,3	1078
I.E. = ATO/ATR						ATO	3210	14,04	D
						ATR	229		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		3210	2,98	E
até 2,2		Aceitável			ATR		1078		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra AJ

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo			Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito			670	48,53333333	13,80494505	242,6666667	3350
		Braço esquerdo			670	48,53333333	13,80494505	242,6666667	3350
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,3	242,7	194
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,3	242,7	914
I.E. = ATO/ATR						ATO	3350	17,28	D
						ATR	194		
Valores OCRA		Nível de risco			ATO		3350	3,67	E
até 2,2		Aceitável			ATR		914		
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo							
Maior que 3,5		Risco presente							

Obra AK

Cálculo das ATOs - Atividades Técnicas Observadas

Dados do posto para cálculo das ATOs		Parte do corpo				Ações por ciclo	Duração do ciclo (min)	Frequência (ações/min)	Duração da tarefa (min)	ATO
		Braço direito				1120	52,08333333	21,504	208,3333333	4480
		Braço esquerdo				1120	52,08333333	21,504	208,3333333	4480
Membros	Frequência	Força	Postura	Estereotipia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR	
Direito	30	0,45	0,07	0,85	0,85	0,9	1,5	208,3	192	
Esquerdo	30	0,45	0,33	0,85	0,85	0,9	1,5	208,3	905	
I.E. = ATO/ATR							ATO	4480	23,33	D
							ATR	192		
Valores OCRA		Nível de risco				ATO	4480	4,95	E	
até 2,2		Aceitável				ATR	905			
Entre 2,3 e 3,5		Risco muito baixo								
Maior que 3,5		Risco presente								

APÊNDICE E – Produtividade Obras

<i>Produtividade da Mão de Obra - Serviço de Armação vigas e pilares</i>											
Obra	Data (Dias)	Oficiais (armadores)	Horas Trabalhadas	Homens Hora		Quantidade de Serviço		RUP's			Pot.
				Diária	Cum.	Diária	Cum.	Diária	Cum	RUP Dia < RUP Cum	
A	Seg	4	9	36	36	76,49	76,49	0,47	0,47		0,400
	Ter	4	9	36	72	80,05	156,54	0,45	0,46	0,45	
	Qua	4	9	36	108	69,38	225,93	0,52	0,48		
	Qui	4	9	36	144	68,19	294,12	0,53	0,49		
	Sex	4	8	32	176	91,91	386,03	0,35	0,46	0,35	
B	Seg	1	7	7	7	156,02	156,02	0,04	0,04	0,04	0,050
	Ter	1	6,5	6,5	13,5	77,67	233,69	0,08	0,06		
	Qua	1	9	9	22,5	137,32	371,01	0,07	0,06		
	Qui	1	9	9	31,5	92,61	463,62	0,10	0,07		
	Sex	1	8	8	39,5	128,19	591,81	0,06	0,07	0,06	
C	Seg	1	9	9	9	53,94	53,94	0,17	0,17		0,080
	Ter	1	9	9	18	45,39	99,33	0,20	0,18		
	Qua	1	9	9	27	25,34	124,67	0,36	0,22		
	Qui	1	9	9	36	94,76	219,43	0,09	0,16	0,09	
	Sex	1	9	9	45	124,37	343,81	0,07	0,13	0,07	
D	Seg	4	9	36	36	116,25	116,25	0,31	0,31	0,31	0,305
	Ter	4	9	36	72	78,86	195,11	0,46	0,37		
	Qua	4	9	36	108	121,66	316,77	0,30	0,34	0,3	
	Qui	4	9	36	144	98,74	415,51	0,36	0,35		
	Sex	4	8	32	176	92,31	507,82	0,35	0,35		
E	Seg	4	9	36	36	78,96	78,96	0,46	0,46		0,265
	Ter	4	9	36	72	125,97	204,93	0,29	0,35		
	Qua	4	9	36	108	95,61	300,54	0,38	0,36		
	Qui	4	9	36	144	132,64	433,18	0,27	0,33	0,27	
	Sex	4	8	32	176	124,65	557,83	0,26	0,32	0,26	
F	Seg	5	9	45	45	511,80	511,80	0,09	0,09	0,09	0,085
	Ter	5	9	45	90	111,25	623,05	0,40	0,14		
	Qua	5	9	45	135	499,20	1122,25	0,09	0,12	0,09	
	Qui	5	9	45	180	626,58	1748,82	0,07	0,10	0,07	
	Sex	5	8	40	220	475,46	2224,28	0,08	0,10	0,08	
	Sáb	5	8	40	260	167,83	2392,12	0,24	0,11		
G	Seg	2	9	18	36	664,93	664,93	0,03	0,03	0,03	0,030
	Ter	2	9	18	54	579,49	1244,42	0,03	0,04	0,03	

	Qua	2	9	18	72	294,10	1538,52	0,06	0,05		
	Qui	2	9	18	90	327,99	1866,51	0,05	0,05		
	Sex	2	8	16	106	374,39	2240,90	0,04	0,05	0,04	
H	Seg	5	9	45	45	550,84	550,84	0,08	0,08	0,08	0,070
	Ter	5	9	45	90	422,71	973,55	0,11	0,09		
	Qua	5	9	45	135	360,66	1334,22	0,12	0,10		
	Qui	5	9	45	180	188,24	1522,46	0,24	0,12		
	Sex	5	8	40	220	661,88	2184,34	0,06	0,10	0,06	
	Sáb	5	8	40	260	606,38	2790,72	0,07	0,09	0,07	
I	Seg	4	9	36	36	182,68	182,68	0,20	0,20		0,070
	Ter	4	9	36	72	290,79	473,46	0,12	0,15		
	Qua	4	9	36	108	189,87	663,33	0,19	0,16		
	Qui	4	9	36	144	328,70	992,03	0,11	0,15		
	Sex	4	8	32	176	341,86	1333,89	0,09	0,13	0,09	
	Sáb	4	9	36	212	489,13	1823,02	0,07	0,12	0,07	
	Seg	4	9	36	248	583,41	2406,42	0,06	0,10	0,06	
J	Seg	5	9	45	45	193,86	193,86	0,23	0,23		0,120
	Ter	5	9	45	90	167,24	361,09	0,27	0,25		
	Qua	5	9	45	135	250,85	611,94	0,18	0,22		
	Qui	5	9	45	180	237,13	849,07	0,19	0,21		
	Sex	5	8	40	220	329,27	1178,34	0,12	0,19	0,12	
	Sáb	5	8	40	260	347,82	1526,16	0,12	0,17	0,12	
K	Seg	5	9	45	45	447,15	447,15	0,10	0,10	0,1	0,105
	Ter	5	9	45	90	421,41	868,55	0,11	0,10	0,11	
	Qua	5	9	45	135	295,91	1164,47	0,15	0,12		
	Qui	5	9	45	180	215,77	1380,23	0,21	0,13		
	Sex	5	8	40	220	252,89	1633,12	0,16	0,13		
L	Seg	5	9	45	45	81,46	81,46	0,55	0,55		0,460
	Ter	5	9	45	90	93,10	174,56	0,48	0,52	0,48	
	Qua	5	9	45	135	104,73	279,29	0,43	0,48	0,43	
	Qui	5	9	45	180	69,82	349,11	0,64	0,52		
	Sex	5	8	40	220	87,28	436,39	0,46	0,50	0,46	
M	Seg	5	9	45	45	259,68	259,68	0,17	0,17	0,17	0,180
	Ter	5	9	45	90	214,57	474,24	0,21	0,19		
	Qua	5	9	45	135	159,48	633,72	0,28	0,21		
	Qui	5	9	45	180	240,90	874,62	0,19	0,21	0,19	
	Sex	5	8	40	220	137,36	1011,98	0,29	0,22		
N	Seg	5	9	45	45	255,19	255,19	0,18	0,18		0,090
	Ter	5	9	45	90	255,19	510,38	0,18	0,18		

	Qua	5	9	45	135	245,58	755,96	0,18	0,18		
	Qui	5	9	45	180	190,31	946,27	0,24	0,19		
	Sex	5	8	40	220	432,16	1378,43	0,09	0,16	0,09	
O	Seg	5	9	45	45	250,45	250,45	0,18	0,18	0,18	0,175
	Ter	5	9	45	90	154,62	405,07	0,29	0,22		
	Qua	5	9	45	135	262,70	667,77	0,17	0,20	0,17	
	Qui	5	9	45	180	145,72	813,49	0,31	0,22		
	Sex	5	8	40	220	130,82	944,30	0,31	0,23		
P	Seg	4	9	36	36	125,39	125,39	0,29	0,29		0,175
	Ter	4	9	36	72	153,12	278,51	0,24	0,26		
	Qua	4	9	36	108	172,98	451,49	0,21	0,24		
	Qui	4	9	36	144	139,24	590,73	0,26	0,24		
	Sex	4	8	32	140	173,18	763,91	0,18	0,18	0,18	
	Sáb	4	8	32	176	186,41	950,31	0,17	0,19	0,17	
Q	Seg	3	9	27	27	121,74	121,74	0,22	0,22	0,22	0,210
	Ter	3	9	27	54	95,02	216,76	0,28	0,25		
	Qua	3	9	27	81	102,51	319,27	0,26	0,25		
	Qui	3	9	27	108	105,54	424,81	0,26	0,25		
	Sex	3	8	24	132	95,52	520,33	0,25	0,25		
	Sáb	3	8	24	156	119,26	639,59	0,20	0,24	0,20	
R	Seg	2	9	18	18	87,08	87,08	0,21	0,21		0,145
	Ter	2	9	18	36	108,85	195,93	0,17	0,18		
	Qua	2	9	18	54	130,62	326,55	0,14	0,17	0,14	
	Qui	2	9	18	72	108,85	435,40	0,17	0,17		
	Sex	2	8	16	88	108,85	544,25	0,15	0,16	0,15	
S	Seg	4	9	36	36	107,12	107,12	0,34	0,34		0,235
	Ter	4	9	36	72	107,12	214,24	0,34	0,34		
	Qua	4	9	36	108	72,41	286,65	0,50	0,38		
	Qui	4	9	36	144	94,37	381,03	0,38	0,38		
	Sex	4	8	32	176	112,25	493,28	0,29	0,36	0,29	
	Sáb	4	8	32	208	174,48	667,76	0,18	0,31	0,18	
T	Seg	5	9	45	45	113,09	113,09	0,40	0,40		0,320
	Ter	5	9	45	90	139,59	252,68	0,32	0,36	0,32	
	Qua	5	9	45	135	135,33	388,01	0,33	0,35	0,33	
	Qui	5	9	45	180	113,09	501,10	0,40	0,36		
	Sex	5	8	40	220	135,33	636,43	0,30	0,35	0,30	

U	Seg	2	9	18	18	164,74	164,74	0,11	0,11	0,11	0,095
	Ter	2	9	18	36	211,77	376,51	0,08	0,10	0,08	
	Qua	2	9	18	54	109,83	486,34	0,16	0,11		
	Qui	2	9	18	72	66,88	553,22	0,27	0,13		
V	Seg	3	9	27	27	94,20	94,20	0,29	0,29	0,29	0,290
	Ter	3	9	27	54	85,64	179,84	0,32	0,30		
	Qua	3	9	27	81	85,64	265,48	0,32	0,31		
	Qui	3	9	27	108	67,73	333,21	0,40	0,32		
	Sex	3	8	24	132	82,52	415,74	0,29	0,32	0,29	
W	Seg	5	9	45	45	96,39	96,39	0,47	0,47	0,47	0,455
	Ter	5	9	45	90	77,45	173,85	0,58	0,52		
	Qua	5	9	45	135	101,99	275,83	0,44	0,49	0,44	
	Qui	5	9	45	180	73,71	349,54	0,61	0,51		
	Sex	5	8	40	220	61,63	411,17	0,65	0,54		
X	Seg	1	9	9	9	86,48	86,48	0,10	0,10		0,080
	Ter	1	9	9	18	91,91	178,39	0,10	0,10		
	Qua	1	9	9	27	100,12	278,51	0,09	0,10		
	Qui	1	9	9	36	103,82	382,33	0,09	0,09		
	Sex	1	8	8	44	94,95	477,28	0,08	0,09	0,08	
Y	Seg	5	9	45	45	121,74	121,74	0,37	0,37	0,37	0,385
	Ter	5	9	45	90	95,02	216,76	0,47	0,42		
	Qua	5	9	45	135	88,07	304,83	0,51	0,44		
	Qui	5	9	45	180	106,96	411,80	0,42	0,44		
	Sex	5	8	40	220	100,87	512,67	0,40	0,43	0,40	
Z	Seg	4	9	36	36	117,50	117,50	0,31	0,31		0,240
	Ter	4	9	36	72	94,15	211,65	0,38	0,34		
	Qua	4	9	36	108	96,95	308,60	0,37	0,35		
	Qui	4	9	36	144	117,69	426,29	0,31	0,34		
	Sex	4	8	32	176	134,17	560,46	0,24	0,31	0,24	
AA	Seg	2	9	18	18	76,48	76,48	0,24	0,24		0,175
	Ter	2	9	18	36	81,91	158,39	0,22	0,23		
	Qua	2	9	18	54	100,12	258,51	0,18	0,21	0,18	
	Qui	2	9	18	72	83,82	342,33	0,21	0,21		
	Sex	2	8	16	88	94,95	437,28	0,17	0,20	0,17	

AB	Seg	2	9	18	18	64,77	64,77	0,28	0,28		0,175
	Ter	2	9	18	36	91,40	156,17	0,20	0,23		
	Qua	2	9	18	54	101,80	257,97	0,18	0,21	0,18	
	Qui	2	9	18	72	82,40	340,37	0,22	0,21		
	Sex	2	8	16	88	94,56	434,93	0,17	0,20	0,17	
AC	Seg	3	9	27	27	106,98	106,98	0,25	0,25		0,220
	Ter	3	9	27	54	108,96	215,94	0,25	0,25		
	Qua	3	9	27	81	100,12	316,06	0,27	0,26		
	Qui	3	9	27	108	104,84	420,90	0,26	0,26		
	Sex	3	8	24	132	109,54	530,44	0,22	0,25	0,22	
AD	Seg	4	9	36	36	111,53	111,53	0,32	0,32		0,280
	Ter	4	9	36	72	92,93	204,46	0,39	0,35		
	Qua	4	9	36	108	113,16	317,62	0,32	0,34		
	Qui	4	9	36	144	119,43	437,05	0,30	0,33	0,30	
	Sex	4	8	32	176	121,40	558,45	0,26	0,32	0,26	
AE	Seg	5	9	45	45	82,33	82,33	0,55	0,55		0,490
	Ter	5	9	45	90	92,45	174,78	0,49	0,51	0,49	
	Qua	5	9	45	135	78,35	253,13	0,57	0,53		
	Qui	5	9	45	180	79,85	332,98	0,56	0,54		
	Sex	5	8	40	220	72,31	405,29	0,55	0,54		
AF	Seg	6	9	54	54	85,32	85,32	0,63	0,63		0,660
	Ter	6	9	54	108	82,22	167,54	0,66	0,64	0,66	
	Qua	6	9	54	162	82,33	249,87	0,66	0,65		
	Qui	6	9	54	216	75,35	325,22	0,72	0,66		
	Sex	6	8	48	264	48,99	374,21	0,98	0,71		
AG	Seg	5	9	45	45	98,33	98,33	0,46	0,46		0,530
	Ter	5	9	45	90	87,35	185,68	0,52	0,48	0,52	
	Qua	5	9	45	135	72,32	258,00	0,62	0,52		
	Qui	5	9	45	180	69,31	327,31	0,65	0,55		
	Sex	5	8	40	220	73,52	400,83	0,54	0,55	0,54	
AH	Seg	6	9	54	54	98,85	98,85	0,55	0,55		0,505
	Ter	6	8	48	102	85,30	184,15	0,56	0,55		
	Qua	6	9	54	156	103,10	287,25	0,52	0,54		
	Qui	6	9	54	210	108,32	395,57	0,50	0,53	0,50	
	Sex	6	8	48	258	93,68	489,25	0,51	0,53	0,51	

AI	Seg	4	9	36	36	104,36	104,36	0,34	0,34		0,340
	Ter	4	9	36	72	87,36	191,72	0,41	0,38		
	Qua	4	9	36	108	95,35	287,07	0,38	0,38		
	Qui	4	9	36	144	99,36	386,43	0,36	0,37	0,36	
	Sex	4	8	32	176	101,21	487,64	0,32	0,36	0,32	
AJ	Seg	5	9	45	45	90,35	90,35	0,50	0,50		0,420
	Ter	5	9	45	90	79,88	170,23	0,56	0,53		
	Qua	5	9	45	135	113,16	283,39	0,40	0,48	0,40	
	Qui	5	9	45	180	102,98	386,37	0,44	0,47	0,44	
	Sex	5	8	40	220	89,25	475,62	0,45	0,46		
AK	Seg	6	9	54	54	91,33	91,33	0,59	0,59		0,480
	Ter	6	9	54	108	97,58	188,91	0,55	0,57		
	Qua	6	9	54	162	105,24	294,15	0,51	0,55	0,51	
	Qui	6	9	54	216	98,63	392,78	0,55	0,55		
	Sex	6	8	48	264	107,74	500,52	0,45	0,53	0,45	