

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



**MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES
ERGONÔMICAS EM SERVIÇOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Andreia Sofia Moreira Martins

São Carlos
2021

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

**MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES
ERGONÔMICAS EM SERVIÇOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Andreia Sofia Moreira Martins

Tese de Doutorado 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

São Carlos
2021



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 Andreia Sofia Moreira Martins, realizada em 27/04/2021.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Jose Carlos Paliari (UFSCar)

Prof. Dr. Alberto Casado Lordsleem Junior (UPE)

Prof. Dr. Daniel Braatz Antunes de Almeida Moura (UFSCar)

Profa. Dra. Fernanda Aranha Saffaro (UEL)

Profa. Dra. Dayana Bastos Costa (UFBA)

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.

AGRADECIMENTOS

Pretendo aqui deixar o meu agradecimento a todos aqueles que me ajudaram na realização desta tese, só foi possível a sua realização devido ao apoio e colaboração de algumas pessoas.

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais, pelo ajuda e incentivo, não só durante a elaboração deste trabalho, como também durante todo o meu percurso no Brasil. Sempre me encorajaram a superar as adversidades impostas.

Ao meu namorado, Silas, pelo apoio e companheirismo; sempre me ajudou a enfrentar as minhas incertezas e me auxiliou nos momentos mais difíceis. Muito obrigada.

Agradeço ao meu Orientador, Professor Dr. José Carlos Paliari, pela oportunidade de desenvolver conhecimentos na área da ergonomia, pela orientação, partilha de informações, disponibilidade e exigência ao longo desta tese.

A Daniela Balsadi e a Roberta Bibbó de Almeida, pela amizade, conhecimento e tempo disponibilizado. Sem sua ajuda, a elaboração deste trabalho teria sido bem mais difícil. O meu muito obrigado.

Ao Professor Dr. João Camarotto, pelo ensinamento e transmissão de conhecimento sobre a ergonomia. Foram fundamentais para o meu crescimento e experiência nesta disciplina científica.

À Professora Dra. Sheyla Serra, por meio do Projeto CANTECHIS - Tecnologias para Canteiro de obras Sustentável de Habitação de Interesse Social (HIS), por dispor os equipamentos que permitiu a coleta de dados nos canteiros de obras.

Aos professores que participaram na minha banca de Exame de Qualificação, Professora Dra. Christine Werba e o Professor Dr. Daniel Braatz e aos professores que participaram na minha banca de defesa de doutorado, Professora Dra. Dayana Costa, Professora Dra. Fernanda Saffaro e o Professor Dr. Alberto Casado, que fizeram importantes ressalvas sobre o trabalho.

À CAPES por me conceber o financiamento deste doutorado, por meio de uma bolsa de estudo, que me permitiu uma dedicação integral ao desenvolvimento desta tese.

E por último às empresas construtoras e seus trabalhadores, que aceitaram participar nesta pesquisa, pela disponibilidade, troca de experiências e aprendizagem. Sem a sua cooperação não seria possível a realização deste estudo.

RESUMO

A atividade laboral no setor da construção civil está entre as mais nocivas para os trabalhadores e as atividades produzidas exigem uma elevada repetitividade de movimentos e manuseio de materiais e componentes pesados, que dificultam o uso de padrões corretos da postura e contribuem para o alto índice de lesões osteomusculares. Este estudo teve como objetivo apresentar um método de avaliação das condições de trabalho e aprimorar a análise dos riscos que o trabalhador se encontra exposto sob o ponto de vista da ergonomia. O método foi desenvolvido pela articulação de diferentes ferramentas, como a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e a aplicação de outras ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos, como o *Ergonomic Workplace Analysis (EWA)*, *Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)*, *Rapid Entire Body Assessment (REBA)* e *Metabolic Equivalent (MET)*. A pesquisa foi dividida em três fases. Na primeira fase foi realizada a revisão bibliográfica sobre ergonomia na construção civil e realização de dois Estudos de Caso exploratórios na execução do serviço de alvenaria, sendo uma de vedação e outra estrutural que incluiu: visitas aos canteiros de obras; entrevistas com os responsáveis e os trabalhadores da alvenaria; fotografias e filmagens da execução dos trabalhos; e a aplicação da AET e da ferramenta EWA. Para a segunda fase foram executados seis Estudos de Caso e realizada a aplicação da AET e das ferramentas *EWA*, *OWAS*, *REBA* e *MET*. Na terceira fase é apresentada a concepção e validação do método, desenvolvido através do diagnóstico gerado pela aplicação das ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos nos Estudos de Caso. O diagnóstico possibilitou identificar as situações mais prejudiciais praticadas durante as atividades da alvenaria e permitiu apresentar recomendações para a mitigação dos riscos nos serviços de alvenaria de vedação e estrutural. Assim sendo, este estudo demonstra que a articulação de diferentes métodos e ferramentas melhora o desenvolvimento da análise ergonômica, em particular, a identificação integrada de fatores de risco e a avaliação do risco por meio da utilização de ferramentas específicas, fundamentais para um diagnóstico em situações de trabalho na indústria da construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Civil; Análise Ergonômica; Alvenaria; *OWAS*; *REBA*; *MET*; *EWA*.

ABSTRACT

The labor activity in the civil construction sector is among the most harmful for workers and the activities produced require a high repetitiveness of movements and handling of heavy materials and components, which make it difficult to use correct standards of posture and contribute to the high rate of musculoskeletal injuries. This study aimed to present a method to assess working conditions and improve the analysis of the risks that the worker is exposed to from the ergonomics point of view. The method was developed through the articulation of different tools, such as the Ergonomic Work Analysis (AET) methodology and the application of other ergonomic risk assessment tools, such as the Ergonomic Workplace Analysis (EWA), Ovako Working Posture Analysing System (OWAS), Rapid Entire Body Assessment (REBA) and Metabolic Equivalent (MET). The research was divided into three phases. In the first phase, a bibliographic review was carried out on ergonomics in civil construction and two exploratory Case Studies were carried out in the execution of the masonry service, one for sealing and the other structural, which included: visits to construction sites; interviews with those responsible and the masonry workers; photographs and footage of the execution of the works; and the application of AET and the EWA tool. For the second phase, six Case Studies were carried out and the application of the AET and the EWA, OWAS, REBA and MET tools were carried out. The third phase presents the conception and validation of the method, developed through the diagnosis generated by the application of ergonomic risk assessment tools in the Case Studies. The diagnosis made it possible to identify the most harmful situations practiced during masonry activities and made it possible to present recommendations for the mitigation of risks in sealing and structural masonry services. Therefore, this study demonstrates that the articulation of different methods and tools improves the development of ergonomic analysis, in particular, the integrated identification of risk factors and risk assessment through the use of specific tools, essential for a diagnosis in situations in the construction industry.

KEYWORDS: Construction; Ergonomic Analysis; Masonry; *OWAS*; *REBA*; *MET*; *EWA*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráficos comparando o grau de instrução do trabalhador da construção civil em 2007 e em 2012.....	22
Figura 2 - Motivos que levaram os trabalhadores da construção civil a procurarem atendimento médico em 2016.....	26
Figura 3 - Finalidades da Ergonomia	40
Figura 4 - Diferenças ente trabalho prescrito e trabalho real	41
Figura 5 - Fluxograma da função da atividade de trabalho	42
Figura 6 - Fluxograma geral da abordagem das etapas da Análise Ergonômica do Trabalho	43
Figura 7 - Fluxograma do delineamento da pesquisa de doutorado.....	65
Figura 8 - Classificação da área de trabalho.....	84
Figura 9 - Avaliação da atividade física geral.....	85
Figura 10 - Classificação do levantamento de carga normal e com agachamento	86
Figura 11 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (pescoço-ombro).....	86
Figura 12 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (cotovelo-punho)	87
Figura 13 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (tronco)	87
Figura 14 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (quadril-pernas)	88
Figura 15 - Classificação quanto ao risco de acidente	89
Figura 16 - Classificação de conteúdo de trabalho.....	89
Figura 17 - Classificação das restrições no trabalho	90
Figura 18 - Classificação da comunicação entre trabalhadores e contatos pessoais	90
Figura 19 - Classificação da tomada de decisões	91
Figura 20 - Classificação da repetitividade do trabalho	91
Figura 21 – (a) Classificação da atenção no trabalho por período de observação e (b) classificação da demanda de atenção no trabalho	92
Figura 22 - Codificação das posturas para a ferramenta OWAS.....	93
Figura 23 - Sistema OWAS para registro de postura	94
Figura 24 - Matriz de classificação das posturas pela combinação das variáveis	95
Figura 25 - Etapas para aplicação da ferramenta REBA.....	98
Figura 26 - Aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética	108
Figura 27 - Distribuição dos materiais no posto de trabalho do AV01	113
Figura 28 - Utilização da argamasseira para produção da argamassa próxima da execução da alvenaria e transporte da argamassa.....	118

Figura 29 - Distribuição dos materiais no posto de trabalho do AE04	118
Figura 30 - Utilização do carrinho de mão para transporte e transporte manual de blocos cerâmicos	123
Figura 31 - Organização do posto de trabalho dos pedreiros do AV02	124
Figura 32 - Estocagem de blocos cerâmicos no pavimento do AV03.....	125
Figura 33 – (a) Transporte dos blocos da estocagem para o pavimento e (b) Transporte dos blocos no pavimento e o guincho	126
Figura 34 - Transporte de blocos de concreto no pavimento	127
Figura 35 - Organização do posto de trabalho dos pedreiros do AE06.....	127
Figura 36 - Máquina de corte do bloco de concreto.....	128
Figura 37 - Posto de trabalho dos pedreiros do AE07.....	128
Figura 38 - Utilização do caminhão guindaste para transporte dos paletes de blocos de concreto.....	130
Figura 39 - Utilização dos silos no canteiro de obras para armazenamento da argamassa e do graute	130
Figura 40 - Transporte de blocos de concreto e de argamassa e graute no local de estocagem.....	131
Figura 41 - Organização do posto de trabalho dos pedreiros do AE08.....	131
Figura 42 – Corte do bloco de concreto com máquina de corte.....	132
Figura 43 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta <i>OWAS</i> para a Atividade 1 - Marcação da Alvenaria.....	147
Figura 44 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta <i>OWAS</i> para a Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria.....	152
Figura 45 - Execução da elevação da parte inferior da alvenaria com dois tipos de blocos cerâmicos no AV02.....	155
Figura 46 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta <i>OWAS</i> para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria.....	156
Figura 47 - Síntese dos resultados da ferramenta <i>REBA</i> para a atividade de Marcação da Alvenaria	182
Figura 48 - Síntese dos resultados da ferramenta <i>REBA</i> para a Elevação da alvenaria: Parte Inferior	185
Figura 49 - Síntese dos resultados da ferramenta <i>REBA</i> para a Elevação da alvenaria: Parte Superior	188
Figura 50 - Trabalhador do AE06 a pegar o bloco de concreto (pega em pinça dos blocos de concreto)	191
Figura 51 - Imagem de um carrinho porta argamassa regulável	206
Figura 52 - Fluxograma do Método de Avaliação do Risco Ergonômico na Construção Civil.....	210
Figura 53 – Divisão do serviço nas suas respectivas atividades e as atividades em suas respectivas ações	213
Figura 54 - Fluxograma para aplicação da ferramenta <i>MET</i> em associação à aplicação da ferramenta <i>EWA</i> : Item 2 – Atividade Física Geral	215

Figura 55 - Fluxograma para aplicação da ferramenta Eq. De Niosh em associação à aplicação da ferramenta EWA: Item 3 – Levantamento de Cargas	218
Figura 56 - Fluxograma para aplicação da ferramenta REBA e OWAS em associação à aplicação da ferramenta EWA: Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos	220
Figura 57 - Fluxograma para aplicação da ferramenta OCRA em associação à aplicação da ferramenta EWA: Item 10 – Repetitividade do Trabalho.....	223
Figura 58 – Cenários para verificação e validação do Método – Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos.....	227
Figura 59 - Planilha de preenchimento da ferramenta REBA	282
Figura 60 - Tabelas das atividades ocupacionais do Apêndice 4	283

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de ferramentas de avaliação de risco físico	51
Quadro 2 - Estudos publicados em periódicos científicos relacionados ao setor da construção civil que aplicaram a ferramenta OWAS	56
Quadro 3 - Lista das <i>strings</i> de busca utilizadas na RBS	69
Quadro 4 - Bases de dados consultadas e os principais periódicos	70
Quadro 5 - Resumo da quantidade de artigos encontrados e selecionados	71
Quadro 6 - Periódicos dos artigos selecionados e o número de artigos publicados	72
Quadro 7 - Resumo dos artigos científicos pesquisados pela RBS	73
Quadro 8 - Itens de análise dos fatores de risco das condições de trabalho pela ferramenta EWA aplicados nos Estudos de Caso Exploratórios e Estudos de Caso.....	83
Quadro 9 - Classificação das posturas segundo a ferramenta OWAS.....	95
Quadro 10 - Classificação dos níveis de ação segundo a ferramenta REBA	99
Quadro 11 - Taxas de metabolismo por tipo de atividade	101
Quadro 12 - Quadro resumo dos Estudos de Caso exploratórios realizados -Fase 1B	105
Quadro 13 - Quadro resumo dos Estudos de Caso realizados – Fase 2.....	106
Quadro 14 - Quadro resumo da quantidade de dias de coleta em canteiro de obras e quantidade de horas gravadas dos Estudos de Caso Exploratórios – Fase 1B	109
Quadro 15 - Quadro resumo da quantidade de dias de coleta em canteiro de obras e quantidade de horas de gravação dos Estudos de Caso – Fase 2.....	109
Quadro 16 - Características dos trabalhadores do AV01 (ajudante e pedreiros).....	112
Quadro 17 - Características dos trabalhadores (pedreiros oficiais) do AE04.....	116
Quadro 18 - Características dos trabalhadores (ajudantes) do AE04	117
Quadro 19 – Caracterização das empresas construtoras.....	119
Quadro 20 – Caracterização das obras objetos de estudo.....	120
Quadro 21 – Caracterização da tarefa – fontes de evidência.....	120
Quadro 22 - Quadro síntese da aplicação da ferramenta EWA para os Estudos Exploratórios AV01 e AE04.....	134
Quadro 23 - Quadro síntese da aplicação da ferramenta EWA para todos os Estudos de Caso – Avaliação da Pesquisadora e Avaliação Geral do Trabalhador.....	136
Quadro 24 - Análise pela Aplicação da ferramenta REBA da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AV02.....	163

Quadro 25 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AV02.....	164
Quadro 26 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AV02	165
Quadro 27 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AV03.....	166
Quadro 28 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AV03.....	167
Quadro 29 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AV03	168
Quadro 30 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AE05	169
Quadro 31 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AE05	170
Quadro 32 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AE05	171
Quadro 33 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AE06	172
Quadro 34 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AE06	173
Quadro 35 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AE06	174
Quadro 36 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Etapa 4: Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AE07.....	175
Quadro 37 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AE07	176
Quadro 38 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AE07	177
Quadro 39 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AE08	178
Quadro 40 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AE08	179
Quadro 41 - Análise pela Aplicação da ferramenta <i>REBA</i> da Etapa 4: Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AE08	180
Quadro 42 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria de Vedação do AV02	193

Quadro 43 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria de Vedação do AV02	193
Quadro 44 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria de Vedação do AV02	193
Quadro 45 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria de Vedação do AV03	194
Quadro 46 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria de Vedação do AV03	194
Quadro 47 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria de Vedação do AV03	195
Quadro 48 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria Estrutural do AE05	195
Quadro 49 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria Estrutural do AE05	196
Quadro 50 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria Estrutural do AE05	196
Quadro 51 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria Estrutural do AE06	197
Quadro 52 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria Estrutural do AE06	197
Quadro 53 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria Estrutural do AE06	197
Quadro 54 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria Estrutural do AE07	198
Quadro 55 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria Estrutural do AE07	198
Quadro 56 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria Estrutural do AE07	199
Quadro 57 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria Estrutural do AE08	199
Quadro 58 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria Estrutural do AE08	200
Quadro 59 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria Estrutural do AE08	200
Quadro 60 - Síntese dos resultados da ferramenta <i>MET</i> – Valores do dispêndio de energia e classificação de todos os estudos de caso	201

Quadro 61 - Síntese das possíveis recomendações a serem adotadas para alvenaria de vedação e alvenaria estrutural.....	207
Quadro 62 -Classificação do Índice de levantamento de acordo com a Ferramenta Eq. de Niosh.....	217
Quadro 63 - Classificação dos resultados do índice OCRA	224
Quadro 64 – Classificação do risco ergonômico – Item 2 – Atividade Física Geral: ferramentas EWA e MET	226
Quadro 65 – Correspondência entre classificações do risco ergonômico Cenário 1: Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos	228
Quadro 66 – Correspondência entre classificações do risco ergonômico Cenário 2: Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos	228
Quadro 67 – Ações dos trabalhadores consideradas mais críticas na execução da alvenaria de vedação e estrutural considerando a aplicação de forma progressiva e articulada das ferramentas EWA, REBA e OWAS.....	229
Quadro 68 – Identificação da atividade que apresentou maior incidência de ações do trabalhador com classificação de risco que indicam a necessidade de implementação de medidas mitigatórias	230
Quadro 69 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos da alvenaria de vedação do AV01	253
Quadro 70 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE04.....	256
Quadro 71 - Características dos trabalhadores (pedreiros e ajudante) do AV02.....	259
Quadro 72 - Características dos trabalhadores (pedreiros e ajudante) do AV03.....	259
Quadro 73 - Características dos pedreiros do AE05.....	260
Quadro 74 - Características dos ajudantes do AE05	260
Quadro 75 - Características dos trabalhadores (pedreiros e ajudantes de pedreiro) do AE06.....	261
Quadro 76 - Características dos trabalhadores (pedreiros) do AE07	261
Quadro 77 - Características dos trabalhadores (ajudante de pedreiro) do AE07.....	262
Quadro 78 - Características dos trabalhadores (pedreiros oficiais) do AE08.....	262
Quadro 79 - Características dos trabalhadores (ajudantes de pedreiro) do AE08	263
Quadro 80 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AV02	264
Quadro 81 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AV03	267

Quadro 82 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE05.....	270
Quadro 83 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE06.....	273
Quadro 84 - Ciclo das ações realizadas pelos pedreiros para as atividades de Marcação e Elevação da alvenaria estrutural do AE07.....	276
Quadro 85 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE08.....	279

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentagens total por tipologia de alvenaria de acordo com a classificação dos trabalhadores pela ferramenta EWA.....	144
Tabela 2 - Percentagens por tipologia de alvenaria de acordo com a classificação OWAS	160
Tabela 3 - Percentagens por tipologia de alvenaria de acordo com a classificação REBA.....	190

LISTA DE SIGLAS

ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia)
ACC (Bloco de Concreto Celular Autoclavado)
AET (Análise Ergonômica do Trabalho)
CAF (Compêndio de Atividades Físicas)
CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção)
CQP (Controle de Qualidade e Produção)
CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas)
DORT (Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho)
EPI (Equipamentos de Proteção Individual)
EUA (Estados Unidos da América)
EWA (*Ergonomic Workplace Analysis*)
FVS (Ficha de Verificação de Serviço)
IEA (*International Ergonomics Association*)
IMU (Unidades de Medição Inercial)
INSS (Instituto Nacional do Seguro Social)
IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada)
JCR (*Journal Citation Reports*)
LER (Lesões por Esforço Repetitivo)
LPR (limite de peso recomendado)
MET (*Metabolic Equivalent*)
NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*)
NR 4 (Norma Regulamentadora 4)
NR 17 (Norma Regulamentadora 17)
NR 18 (Norma Regulamentadora 18)
OWAS (*Ovako Working Posture Analysing System*)
PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade para o Habitat).
PEO (Processo de Execução de Obras)
PES (Procedimento de Execução de Serviço)
PIB (Produto Interno Bruto)
PQS (Plano de Qualidade de Serviço)
RAS (Relatório de Avaliação de Serviços)
REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)
RBS (Revisão Bibliográfica Sistemática)
Seconci-SP (Serviço Social de Construção – São Paulo)
SESMT (Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho)
TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido)
TDA (Avaliação da Demanda da Tarefa)
UFSCar (Universidade Federal de São Carlos)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	21
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	21
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	27
1.3 OBJETIVOS	29
1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	30
1.5 ESTRUTURA DA TESE.....	31
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	33
2.1 CONCEITOS DA ERGONOMIA	33
2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO	39
2.3 ERGONOMIA NO BRASIL E LEGISLAÇÃO.....	45
2.4 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS	47
2.4.1 <i>Ergonomic Workplace Analysis (EWA)</i>	53
2.4.2 <i>Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)</i>	54
2.4.3 <i>Rapid Entire Body Assessment (REBA)</i>	57
2.4.4 <i>Metabolic Equivalent (MET)</i>	58
2.5 ERGONOMIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	59
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	65
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	65
3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	68
3.3 SELEÇÃO DAS FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS	76
3.3.1 <i>EWA</i>	76
3.3.2 <i>OWAS</i>	77
3.3.3 <i>REBA</i>	78
3.3.4 <i>MET</i>	79
3.4 PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS SELECIONADAS	81
3.4.1 <i>EWA</i>	81
3.4.2 <i>OWAS</i>	92
3.4.3 <i>REBA</i>	96
3.4.4 <i>MET</i>	99
3.5 ABORDAGEM DA METODOLOGIA AET.....	102
3.5.1 Análise da demanda.....	102
3.5.2 Análise da tarefa	102
3.5.3 Análise da atividade	103
3.5.4 Diagnóstico e recomendações	104
3.6 PESQUISA DE CAMPO.....	104

3.6.1	Coleta de dados.....	106
3.6.1.1	Etapas	106
3.6.1.2	Detalhamento das etapas	108
3.6.2	Caracterização dos Estudos de Caso Exploratórios.....	111
3.6.2.1	AV01 – Alvenaria de Vedação.....	111
3.6.2.2	AE04 – Alvenaria Estrutural	114
3.6.3	Caracterização dos Estudos De Caso.....	119
3.6.3.1	Caracterização das empresas	119
3.6.3.2	Caracterização das obras	119
3.6.3.3	Caracterização da tarefa	120
3.6.3.4	Caracterização dos trabalhadores	121
3.6.3.5	Caracterização da atividade.....	122
4.	APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE ERGONÔMICA.....	133
4.1	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA <i>EWA</i>	133
4.1.1	Diagnóstico: Estudos Exploratórios	133
4.1.2	Diagnóstico: Estudos de Caso	135
4.1.3	Análise das condições ergonômicas de acordo com cada item de avaliação.....	136
4.1.3.1	Área de trabalho	136
4.1.3.2	Atividade física geral.....	137
4.1.3.3	Levantamento de Cargas	138
4.1.3.4	Posturas de Trabalho e Movimentos	139
4.1.3.5	Risco de acidente.....	140
4.1.3.6	Conteúdo do trabalho	140
4.1.3.7	Restrições no trabalho	140
4.1.3.8	Comunicação entre trabalhadores e contatos pessoais	141
4.1.3.9	Tomada de decisão	141
4.1.3.10	Repetitividade do trabalho.....	142
4.1.3.11	Atenção.....	142
4.1.3.12	Iluminação/Ambiente Térmico/Ruído.....	142
4.1.4	Síntese da ferramenta <i>EWA</i>	143
4.2	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA <i>OWAS</i>	144
4.2.1	Diagnóstico: Estudos de Caso	145
4.2.1.1	Atividade de Marcação da Alvenaria	146
4.2.1.2	Atividade de Elevação da Parte Inferior da Alvenaria	151
4.2.1.3	Atividade de Elevação da Parte Superior da Alvenaria.....	155
4.2.2	Síntese da ferramenta <i>OWAS</i>	159
4.3	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA <i>REBA</i>	161

4.3.1	Diagnóstico.....	162
4.3.1.1	AV02 – Alvenaria de Vedação.....	162
4.3.1.2	AV03 – Alvenaria de Vedação.....	165
4.3.1.3	AE05 – Alvenaria Estrutural	168
4.3.1.4	AE06 – Alvenaria Estrutural	171
4.3.1.5	AE07 – Alvenaria Estrutural	174
4.3.1.6	AE08 – Alvenaria Estrutural	177
4.3.2	Discussão dos Resultados da Ferramenta <i>REBA</i>	180
4.3.2.1	Atividade de Marcação da Alvenaria	181
4.3.2.2	Atividade de Elevação da Parte Inferior da Alvenaria	184
4.3.2.3	Atividade de Elevação da Parte Superior da Alvenaria.....	187
4.3.3	Síntese da Ferramenta <i>REBA</i>	190
4.4	APLICAÇÃO DA FERRAMENTA <i>MET</i>	192
4.4.1	Diagnóstico	192
4.4.1.1	AV02 – Alvenaria de Vedação.....	192
4.4.1.2	AV03 – Alvenaria de Vedação.....	194
4.4.1.3	AE05 – Alvenaria Estrutural	195
4.4.1.4	AE06 – Alvenaria Estrutural	196
4.4.1.5	AE07 – Alvenaria Estrutural	198
4.4.1.6	AE08 – Alvenaria Estrutural	199
4.4.2	Discussão dos Resultados da Ferramenta <i>MET</i>	200
4.5	DIAGNÓSTICO DO RISCO ERGONÔMICO CONSIDERANDO A APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS	202
4.5.1	Considerações sobre a aplicação das ferramentas	202
4.5.2	Considerações sobre o diagnóstico das condições ergonômicas detectadas	203
4.6	RECOMENDAÇÕES VISANDO A MITIGAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS DETECTADOS	205
5.	PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS	208
5.1	CONCEPÇÃO GERAL DO MÉTODO	209
5.1.1	ETAPA 1 - Análise da demanda e caracterização da tarefa e da atividade.....	211
5.1.2	ETAPA 2 - Primeira abordagem: Identificação dos fatores de risco utilizando a ferramenta <i>EWA</i> – Dimensão física.....	214
5.1.3	ETAPA 3 - Seleção e aplicação de ferramentas específicas de avaliação de fator de risco físico identificado	214
5.1.3.1	Ferramenta específica associada ao Item 2 – Atividade Física Geral.....	215
5.1.3.2	Ferramenta específica associada ao Item 3 – Levantamento de Cargas	216
5.1.3.3	Ferramentas específicas associadas ao Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos	218
5.1.3.4	Ferramenta específica associada ao Item 10 – Repetitividade do Trabalho.....	222

5.2 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MÉTODO.....	225
5.2.1 Item 2 – Atividade Física Geral	225
5.2.2 Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos.....	226
6. CONCLUSÕES.....	231
6.1 A RELEVÂNCIA DA PESQUISA	231
6.2 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES	232
6.2.1 Análise Ergonômica do Trabalho focada em Estudos de Caso e aplicação de diferentes ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos (<i>EWA</i> , <i>OWAS</i> , <i>REBA</i> e <i>MET</i>) para o entendimento dos riscos ergonômicos.....	233
6.2.1.1 Aplicação da ferramenta <i>EWA</i>	233
6.2.1.2 Aplicação da ferramenta <i>REBA</i>	233
6.2.1.3 Aplicação da ferramenta <i>OWAS</i>	234
6.2.1.4 Aplicação da ferramenta <i>MET</i>	235
6.2.1.5 Considerando as quatro ferramentas.....	235
6.2.2 Proposta de método baseado na articulação de métodos, técnicas e ferramentas de análise ergonômica em função das experiências e resultados obtidos nos estudos de caso realizados ..	236
6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	237
REFERÊNCIAS	239
APÊNDICE A - Questionários.....	249
APÊNDICE B – TCLE	252
APÊNDICE C – ESTUDOS EXPLORATÓRIOS	253
APÊNDICE D – CARACTERIZAÇÃO DOS TRABALHADORES – ESTUDOS DE CASO..	259
APÊNDICE E – ESTUDOS DE CASO	264
ANEXO	282
A - Planilha de preenchimento da ferramenta <i>REBA</i>	282
B – Compêndio de Atividades Físicas da ferramenta <i>MET</i>	283

1. INTRODUÇÃO

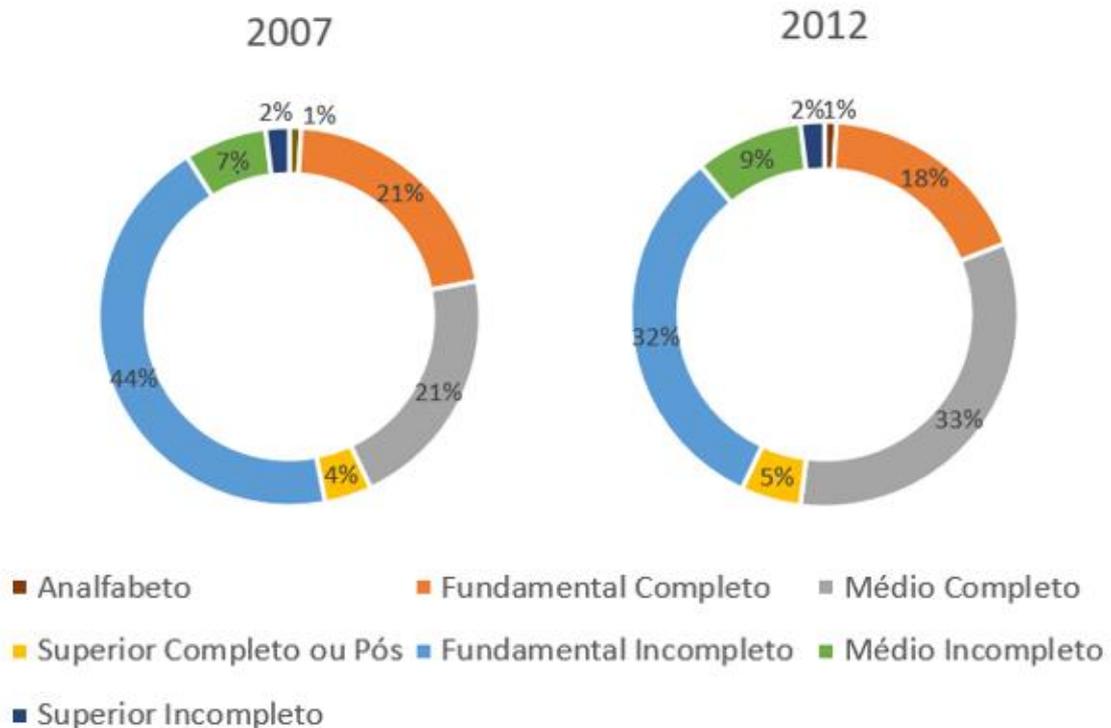
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

A construção civil é um segmento importante da economia brasileira e em 2017 contribuiu com 7,8% para o Produto Interno Bruto (PIB) (ABRAMAT; FGV, 2019), gerando empregos em diversos setores da sociedade, especialmente para a classe socioeconômica mais baixa. Uma pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) com empresas de diversos setores apontou a baixa qualificação da mão de obra como o principal fator prejudicial para a produtividade em empresas nos últimos cinco anos (OLIVEIRA; NEGRI, 2014). Um estudo divulgado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) mostrou que 55% das empresas de construção civil indicaram a necessidade de treinamento de mão de obra como investimento prioritário para melhorar a produtividade (CBIC, 2011).

De acordo com os seguintes gráficos (Figura 1), em 2007, 44% dos postos de trabalho da construção civil, com registro em carteira eram ocupados por profissionais que possuíam pelo menos o ensino fundamental incompleto e 21% dos trabalhadores tinham o ensino fundamental completo (FGV, 2014). Em 2012, a participação desse conjunto de trabalhadores com o ensino médio completo aumentou de 21% para 33%, sendo esta a categoria de trabalhadores que mais elevou a sua participação na construção civil, diminuindo as percentagens de trabalhadores com o ensino fundamental incompleto para 32% e com o ensino fundamental completo para 18% (FGV, 2014), demonstrando que em cinco anos houve uma evolução no grau de instrução, apresentando maior qualificação dos trabalhadores da construção civil.

O estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas concluiu que o trabalhador da construção civil, com maior grau de instrução formal, está mais preparado para desempenhar as suas funções dentro do canteiro de obras, observar as normas técnicas do setor, participar em programas de treinamento e se adequar às novas tecnologias e processos construtivos (FGV, 2014).

Figura 1 - Gráficos comparando o grau de instrução do trabalhador da construção civil em 2007 e em 2012



Fonte: Adaptado de FGV (2014).

No entanto, o trabalho na construção civil é mais intensivo para a mão de obra devido à execução predominantemente manual em várias atividades; como tal, os trabalhadores são frequentemente obrigados a exceder sua capacidade física natural para lidar com a complexidade crescente e os desafios deste setor (NATH; AKHAVIAN; BEHZADAN, 2017).

Com o passar do tempo, tal demanda física deixa os trabalhadores expostos a riscos ergonômicos e distúrbios osteomusculares; portanto, é necessário alcançar a sua segurança em diferentes condições nos canteiros de obras (KULKARNI; DEVALKAR, 2019). Li *et al.* (2018) afirmam que os esses riscos surgem devido aos trabalhadores deste setor estarem envolvidos em várias atividades na construção, como limpeza, montagem, preparação do canteiro de obras, transporte manual de materiais, entre outros.

Os distúrbios osteomusculares são lesões ou dor que afetam os músculos, as articulações e os tendões, que resultam de posturas e movimentos incômodos praticados diariamente durante as atividades manuais (VALERO *et al.*, 2016). Quando essas atividades estão associadas ao

trabalho, as lesões resultantes são referidas como Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT).

Outra condição são as atividades que desenvolvem movimentos repetitivos, exigindo força e um ritmo de trabalho acelerado, que somadas ao estresse provocado pela produtividade imposta, promovem o desenvolvimento de problemas de saúde denominados por Lesões por Esforço Repetitivo (LER). Os sintomas de DORT e LER incluem dor, desconforto, dormência, formigamento e inchaço que normalmente ocorrem no tronco, ombros, pescoço, pernas, pulsos, dedos, cotovelos e braços (WANG; DAI; NING, 2015).

As principais posturas prejudiciais para o desenvolvimento de lesões osteomusculares (SESI-SP, 2016a) são:

- **Braço elevado a 90°:** Redução da circulação sanguínea no braço, dores e problemas nos tendões dos músculos ao redor do ombro;
- **Ombro elevado:** Compressão dos nervos que vão para o braço, dores, formigamento, maior risco de lesões nervosas no punho;
- **Punho desalinhado:** Redução da circulação sanguínea na mão, dores e problemas nos tendões dos músculos do punho e dedos, lesões nervosas ao redor do ombro;
- **Pescoço (Cabeça Inclinada):** Sobrecarga muscular estática dos músculos de pescoço, cabeça e ombros. Sobrecarga dos discos intervertebrais dessa região da coluna;
- **Coluna Lombar (tronco inclinado ou flexão lateral):** Sobrecarga muscular estática dos músculos da parte inferior do tronco. Sobrecarga dos discos intervertebrais dessa região da coluna.

A realidade dos fatores de risco presentes nos canteiros de obras é extremamente complexa e varia de acordo com a situação, em que as condições do local de trabalho e a forma como a atividade é realizada podem ser consideradas como elementos fundamentais no desenvolvimento de elevadas prevalências de lesões osteomusculares (SERRANHEIRA, 2007). A execução dessas atividades normalmente requer movimentos físicos intensos, exposição à vibração e movimentos repetitivos, sendo tão exigentes os requisitos de trabalho que acabam por provocar possíveis lesões instantâneas e a longo prazo (CHEN; QIU; AHN, 2017).

Por sua vez, estas atividades somam-se a fatores como o baixo índice de escolaridade, o pequeno índice de treinamento oferecido aos colaboradores, a baixa remuneração e as ferramentas corretas indisponíveis (SILVA *et al.*, 2014). Isto implica na geração de riscos que podem causar fadiga (CHENG *et al.*, 2013), perda de produtividade, incidência de erros na execução do trabalho, absenteísmo, doenças ocupacionais e dores físicas, e com a sua continuidade, o trabalhador poderá interromper as suas atividades periodicamente ou definitivamente (MESQUITA; CARTAXO; NÓBREGA, 1997). Segundo Aryal, Ghahramani e Becerik-Gerber (2017) a fadiga é um dos fatores que leva à redução da produtividade, má qualidade do trabalho, tomada de decisões prejudiciais e aumento do risco de acidentes na construção.

Os problemas de saúde ocupacional resultantes da inadequação das condições de trabalho impactam o bem-estar da população trabalhadora, como também a economia dos países (VALERO *et al.*, 2017). Estes distúrbios osteomusculares afetam pelo menos 100 milhões de pessoas na Europa; em alguns países da União Europeia, estes distúrbios representam 40% dos custos da remuneração dos trabalhadores, levando a uma redução de 1 a 2% no PIB de cada estado membro (BEVAN, 2015).

O Departamento de Trabalho dos Estados Unidos da América (EUA), em 2018 constatou que a construção civil foi o sexto setor com maior número de casos de lesões e doenças profissionais não fatais no setor privado, sendo o esforço excessivo o principal motivo da incidência dessas lesões, provocando majoritariamente entorses e distensões (BLS, 2019). O tronco continua a ser a parte do corpo mais afetada pelos DORT neste setor nos EUA, embora sua proporção de casos de DORT tenha diminuído modestamente de 48% em 2011 para 43% em 2015, as lesões no ombro aumentaram de 12% a 16% no mesmo período (CPWR, 2018). Quando o desenvolvimento de lesões se localiza na região lombar e no pescoço são geralmente devido a três categorias: exposição física (biomecânica) como fator primário, estressores psicossociais, e fatores individuais entre diferentes atividades (idade, gênero e hábitos operacionais) (YAN *et al.*, 2017).

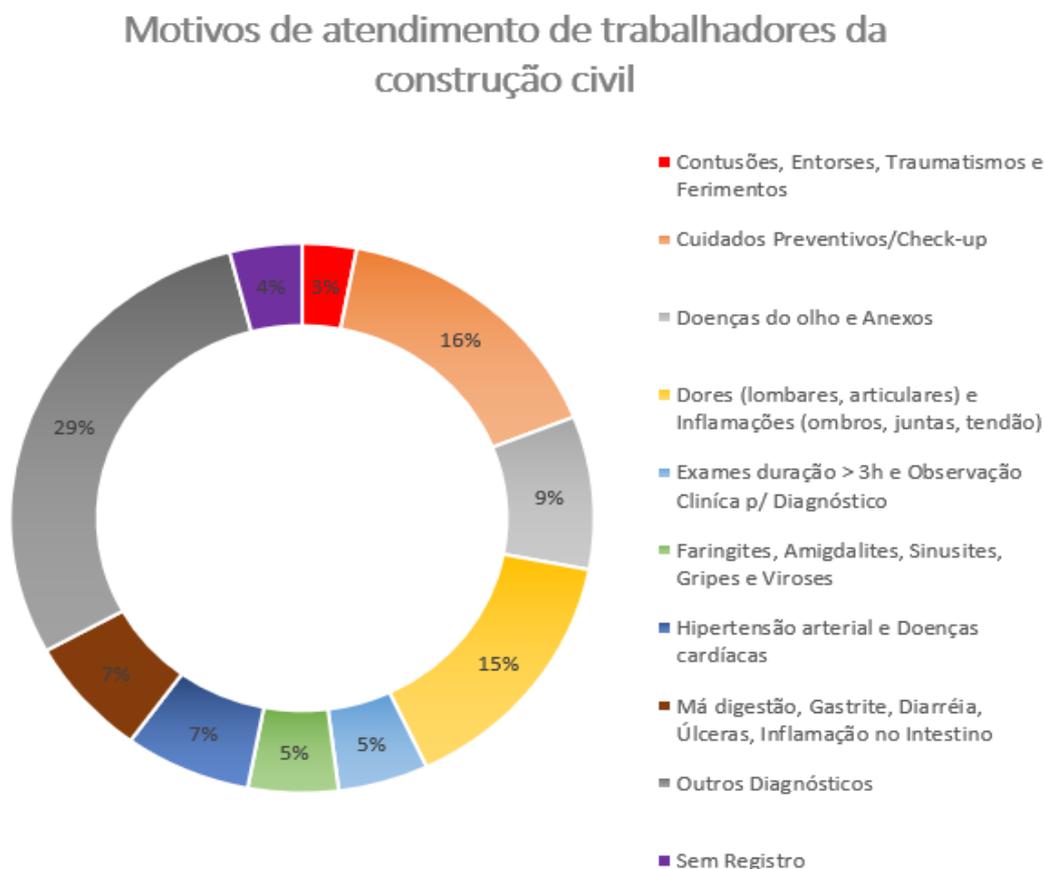
No Brasil, de acordo com o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), em 2017 foram concedidos 39.425 benefícios auxílios-doença acidentários a trabalhadores que precisavam ficar mais de 15 dias afastados do trabalho por causa de algum tipo de doença do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo (BRASIL, 2018a). Este valor representou 20,63% de

todos os benefícios concedidos pelo Ministério da Fazenda (BRASIL, 2018a). Sendo a dorsalgia (desconforto físico que ocorre em qualquer ponto da coluna ou das costas) com 30,10% e as lesões do ombro com 27,01%, as doenças mais encontradas na população brasileira, dentro dos DORT (BRASIL, 2018a).

A construção civil é uma das indústrias com maior desenvolvimento de risco de DORT e LER no Brasil. Segundo os dados fornecidos pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) para a atividade da construção de edifícios foram atribuídos 4.551 benefícios auxílios-doença acidentários em 2017 (BRASIL, 2018b).

Em 2016 foi elaborada uma pesquisa na capital paulista pelo Serviço Social de Construção (Seconci-SP) sobre quais os motivos que levaram os trabalhadores da construção civil a procurarem atendimento médico, considerando 51.244 consultas (SECONCI-SP; SINDUSCON-SP, 2017). De acordo com o gráfico da Figura 2, revelou-se uma grande prevalência de atendimentos relacionados à prevenção (*check-ups*), com uma percentagem de 16% das consultas. O segundo motivo com mais demanda refere-se a doenças do sistema osteomuscular e tecido conjuntivo, com 15% (SECONCI-SP; SINDUSCON-SP, 2017). Entre os cargos dos profissionais que mais demandaram exames preventivos estão o servente de obra (12,1%) e o pedreiro (9,4%) (SECONCI-SP; SINDUSCON-SP, 2017).

Figura 2 - Motivos que levaram os trabalhadores da construção civil a procurarem atendimento médico em 2016



Fonte: Adaptado de Seconci-SP; Sinduscon-SP (2017).

Outro fator é o trabalho por produção, colocando sobre o trabalhador toda a responsabilidade da sua produção e remuneração; desse modo, quanto mais produz, mais dinheiro ganha, impondo um ritmo acelerado, ultrapassando os próprios limites (BARROS; MENDES, 2003). O trabalho por produção é uma forma de incentivar o trabalhador a aumentar a sua produtividade e com isso agilizar o cumprimento dos prazos imposto pela organização, impondo ao trabalhador muitas vezes a realização de horas extras ou até trabalhar ao fim de semana.

Os autores Inyang *et al.* (2012) criticam o setor pela falta de implementação de estruturas ou políticas, para avaliar atividades de forma contínua, com o intuito de determinar o efeito instantâneo ou cumulativo da exposição aos riscos, focando majoritariamente a segurança voltada para acidentes de trabalho, como quedas e cortes. Os estudos existentes, que fornecem uma avaliação detalhada de risco e desenvolvimento de intervenções ergonômicas

em vários ambientes de trabalho na construção ainda são escassos (SPIELHOLZ; DAVIS; GRIFFITH, 2006).

De acordo com Li *et al.* (2018) a análise ergonômica previne lesões e mantém ou aumenta a produtividade, devido à identificação dos riscos ergonômicos de forma proativa, reduzindo os movimentos ineficientes e improdutivos. A melhoria depende da conscientização do trabalhador e da visão do empregador, em que a tendência é que se concentre cada vez mais atenção para com a saúde e bem-estar de seus colaboradores. Entre os trabalhadores da construção civil, os pedreiros têm taxas particularmente elevadas de lesões, sendo que a principal a lesão no tronco, que provoca o afastamento do pedreiro por esforço excessivo (CPWR, 2013).

Esta pesquisa evidência a importância da segurança e saúde na construção, procurando avançar em termos de redução de riscos ergonômicos e progressão nas condições de trabalho, do meio ambiente e da qualidade de vida dos trabalhadores, destacando a importância da análise ergonômica da atividade que possibilita a identificação de fatores de risco dentro do canteiro de obras, durante a execução das atividades e as limitações do posto de trabalho. É fundamental avaliar e diagnosticar os potenciais riscos presentes na atividade laboral de modo a prevenir lesões osteomusculares e não apenas focar na saúde após o seu surgimento e, para isto, um método que associe de forma articulada as diversas ferramentas de análise ergonômica torna-se essencial.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A elaboração da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) apresentada no segundo capítulo possibilitou um estudo intensivo das pesquisas internacionais desenvolvidas sobre a ergonomia no setor da construção civil. A RBS mostrou que os países que mais pesquisam sobre este assunto são os EUA e o Canadá. Porém, as pesquisas encontradas focam pouco o estudo do posto de trabalho e do ambiente de trabalho do canteiro de obras, destacando as pesquisas experimentais.

A melhoria contínua da segurança e saúde do trabalhador na construção civil depende da identificação precoce dos fatores de risco e da mitigação oportuna de tais condições de risco. A avaliação confiável do risco ergonômico é essencial na prevenção de DORT, uma vez que as lesões osteomusculares se desenvolvem gradualmente com o tempo (GOLABCHI; HAN;

FAYEK, 2016). Nesse sentido, os métodos e ferramentas de avaliação ergonômica ajudam a identificar e mensurar esses riscos associados à execução da atividade de trabalho e ao ambiente laboral.

Para Li *et al.* (2018) a análise parcial de risco ergonômico das atividades no canteiro de obras é implementada usando ferramentas de avaliação do risco ergonômico existentes, como as descritas no segundo capítulo. As metodologias baseadas em observação fornecem uma estrutura quantitativa para a análise do risco ergonômico da tarefa possibilitando a classificação do risco (LI *et al.*, 2018). Segundo Inyang *et al.* (2012) as principais deficiências dessas ferramentas são as suas análises de risco limitadas ou parciais, sendo que a maioria analisa as posturas de trabalho e, em menor grau, a taxa de trabalho (repetição).

Os métodos de avaliação existentes para avaliar o risco ergonômico podem fornecer estimativas de risco que *a priori* podem medir a frequência de comportamentos ou condições inseguras, mas não fornecem uma maneira de avaliar o potencial de acidentes com base na execução real da atividade (MEMARIAN; MITROPOULOS, 2012).

Para Abrahão *et al.* (2009) a metodologia da Análise Ergonômica de Trabalho (AET) é estruturada em várias etapas que se encadeiam com o objetivo de compreender e modificar a atividade de trabalho, permitindo uma melhoria no conteúdo das tarefas e na organização do trabalho.

Apesar da existência de diferentes métodos e ferramentas, os estudos analisados identificaram uma ausência de critérios de avaliação dos fatores de riscos ergonômicos relacionados com a atividade de trabalho desenvolvidos nos canteiros de obras. Também não se observou a aplicação conjunta de diferentes ferramentas de análise ergonômica, de forma articulada, de forma a se diagnosticar com maior propriedade estes riscos e apontar caminhos para mitigá-los.

Uma ferramenta amplamente utilizada e de um espectro mais abrangente em termos de itens de avaliação é o *Ergonomic Workplace Analysis (EWA)*. Esta ferramenta aborda itens que envolvem aspectos organizacionais, de comunicação entre os agentes envolvidos no processo, análise do conteúdo e restrições no trabalho, entre outros. Também tem como particularidade na sua aplicação a possibilidade de percepção do avaliador (pesquisador) e da própria mão de obra envolvida no processo.

Alguns trabalhos que utilizaram esta ferramenta na construção podem ser citados Bianchini (2015), Carvalho (2016) e Almeida (2019), todos desenvolvidos no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSCar. Nestes trabalhos, além do uso desta ferramenta, também foram aplicadas outras, porém não de forma articulada no sentido de se estabelecer um método ou procedimentos que conduza ao avaliador/pesquisador aprofundar a análise das condições ergonômicas de forma estruturada.

Neste trabalho foram realizados dois Estudos Exploratórios, com aplicação da ferramenta *EWA*, tendo as alvenarias de vedação e estrutural como objeto de análise. A experiência obtida reafirmou a necessidade de se estabelecer um método que preveja as ações a serem tomadas em termos de diagnóstico mais aprofundado, assim como os procedimentos e condutas adequadas na investigação do risco ergonômico na execução de serviços de construção civil.

Assim, neste contexto, apresenta-se a seguinte questão de pesquisa:

Considerando a variedade de métodos, técnicas e ferramentas existentes para análise dos fatores de risco ergonômicos e as especificidades do trabalho na construção civil, como diferentes abordagens podem contribuir para o diagnóstico e melhoria das condições de trabalho?

1.3 OBJETIVOS

Em função do contexto apresentado e da questão de pesquisa formulada define-se como objetivo geral desta tese:

Desenvolver uma proposta de articulação de métodos, técnicas e ferramentas de análise ergonômica no contexto da construção civil, associando os conceitos metodológicos da AET e as ferramentas de avaliação de riscos ergonômicos.

Mediante o objetivo geral descrito anteriormente, procurou-se delimitar a pesquisa em função de objetivos mais específicos, a fim de melhor direcionar o desenvolvimento da metodologia do trabalho proposto. Desta forma, os objetivos específicos englobam:

- Desenvolvimento de Análise Ergonômica do Trabalho focados em Estudos de Caso, considerando a Análise da demanda; Análise da tarefa; Análise da atividade e

Diagnóstico das condições ergonômicas e recomendações para mitigação dos riscos ergonômicos visando subsidiar a proposta do método;

- Aplicação de diferentes ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos (*EWA*, *OWAS*, *REBA* e *MET*) para o entendimento dos riscos ergonômicos detectados, tendo como objeto a realização de vários Estudos de Caso, visando subsidiar a proposição de procedimentos de aplicação progressiva e articulada destas ferramentas na proposta do método;
- Descrição da proposta de método baseado na articulação de métodos, técnicas e ferramentas de análise ergonômica em função das experiências e resultados obtidos nos estudos de caso realizados.

1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta pesquisa foi limitada à avaliação ergonômica de dimensão física na construção civil, que enfatiza fatores relacionados às características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em relação à atividade de trabalho, focado no estudo das posturas e movimentos, repetitividade, levantamento de cargas e intensidade da atividade física no trabalho. Para tanto, esta pesquisa foi conduzida considerando a aplicação da metodologia da AET restrita à execução do serviço de alvenaria de vedação e estrutural, sendo que o método proposto poderá ser aplicado a todos os serviços de construção civil, evidentemente, considerando as suas especificidades.

1.5 ESTRUTURA DA TESE

O presente trabalho inicia-se pelo capítulo introdutório que apresenta o tema que será abordado e a sua justificativa, a questão de pesquisa, os objetivos propostos e a aprovação desta pesquisa pelo comitê de ética.

O Capítulo 2 deste trabalho consiste na revisão da literatura sobre os conceitos da ergonomia, abordando a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho e outras ferramentas de avaliação do risco ergonômico e os estudos da ergonomia na construção civil.

O Capítulo 3 aborda a metodologia do trabalho, descrevendo como se iniciou e realizou a pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo e quais os procedimentos para a coleta e tratamento de dados.

O Capítulo 4 é dedicado aos resultados obtidos pela aplicação das ferramentas de avaliação do risco ergonômico, *EWA*, *OWAS*, *REBA* e *MET*, a discussão e análise desses resultados, assim como o relato da experiência da aplicação destas ferramentas de forma a subsidiar o método proposto nesta tese.

No Capítulo 5 é apresentado o método proposto de avaliação das condições ergonômicas na execução dos serviços de construção civil envolvendo a aplicação de forma articulada das ferramentas avaliadas no capítulo 4.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões, as limitações das ferramentas de avaliação do risco ergonômico, as contribuições deste trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

Além destes capítulos, esta tese é composta também por cinco Apêndices e um Anexo:

- **Apêndice A** – Questionários: A - Questionário para levantamento de dados do Estudo Ergonômico referente ao trabalhador; B - Questionário para caracterização da empresa referente ao Responsável;
- **Apêndice B** – TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
- **Apêndice C** – Estudos Exploratórios: Descrição do Ciclo de Trabalho das Atividades da Elevação da Alvenaria;
- **Apêndice D** – Caracterização dos trabalhadores dos Estudos de Caso;
- **Apêndice E** – Estudos de Caso: Descrição do Ciclo de Trabalho das Atividades da Elevação da Alvenaria;

- **Anexo** - A - Planilha de preenchimento da ferramenta *REBA*; B – Compêndio de Atividades Físicas da ferramenta *MET*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é dedicado à descrição sobre os princípios e conceitos da ergonomia em termos de sua abrangência de atuação. Aborda também aspectos da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), bem como uma breve descrição das ferramentas de avaliação das condições ergonômicas utilizadas neste trabalho. Traz também um histórico da ergonomia e legislação no Brasil e a apresentação de pesquisas sobre as condições ergonômicas na execução do serviço de alvenaria, serviço este escolhido para aplicação das ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos como forma de subsidiar o método proposto nesta tese. Ressalta-se que os procedimentos de aplicação das ferramentas de avaliação das condições ergonômicas selecionadas neste trabalho serão apresentados no capítulo 3 desta tese.

2.1 CONCEITOS DA ERGONOMIA

Desde a sua origem, a ergonomia tem como objetivo a adaptação do trabalho, dos ambientes e do posto de trabalho ao homem, com o propósito de modificar o seu processo, de modo a adequar a atividade às características, habilidades e limitações dos trabalhadores pretendendo o seu desempenho eficiente, confortável e seguro (VIDAL, 2011).

No início da década de 1950 a primeira associação científica de ergonomia foi a *Ergonomics Research Society*, fundada em Inglaterra e em 1957, nos EUA, foi criada a *Human Factors Society* (IIDA, 2005). Em 2000, a *International Ergonomics Association* (IEA) definiu que a ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica que visa compreender as interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e é a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, para projetar com a finalidade de aperfeiçoar o bem-estar das pessoas e o desempenho global do sistema (IEA, 2017). Wisner (2004a) afirmou que a ergonomia é uma disciplina autônoma, mas não consegue viver sem o conhecimento produzido pelas várias disciplinas, aquisições dinâmicas e assimiladas em um espírito interdisciplinar.

O propósito da ergonomia deve ser o desenvolvimento dos indivíduos, por meio da implementação de situações de ação, que favoreçam o sucesso e a aquisição ou a construção do saber-fazer, de conhecimentos e competências (FALZON, 2016). A ergonomia deve também focar no desenvolvimento das organizações, por meio da integração nas próprias organizações de processos reflexivos, abertos às capacidades de inovação dos próprios trabalhadores (FALZON, 2016).

Desta forma o estudo da ergonomia divide-se entre dois objetivos: um centrado na organização que pode ser compreendido sob as dimensões de eficiência, produtividade, confiabilidade e qualidade e o outro é voltado para as pessoas, focando a segurança, a saúde, o conforto e a satisfação (FALZON, 2007).

Segundo Dejours (1986) existem dois aspectos que podem prejudicar a saúde dos trabalhadores, o primeiro são as condições de trabalho, que estão ligadas às características do ambiente físico (como a iluminação, o ruído, as partículas e as substâncias químicas e biológicas) e o posto de trabalho (através das dimensões dos móveis e ferramentas, o seu estado e as condições de manutenção). O outro aspecto é a organização do trabalho, ou seja, divisão de tarefas e a prescrição do trabalho.

A prevenção de DORT envolve a análise da atividade de trabalho, de modo a determinar os fatores de risco e aplicar uma série de medidas preventivas. Neste sentido, os fatores que aumentam o risco de DORT podem ser agrupados em dois tipos, ou seja, aqueles baseados em aspectos físicos do trabalho (força, posturas inadequadas, movimentos repetitivos, esforço físico, pressão mecânica nos tecidos corporais, temperatura, condições de trabalho, vibrações corporais) (GÓMEZ-GALÁN *et al.*, 2017) e os fatores baseadas no ambiente de trabalho e na organização do trabalho (ritmo de trabalho, repetição de tarefas, horário de trabalho, sistemas de remuneração, monotonia do trabalho, fadiga, percepção do trabalhador sobre o trabalho, organização e fatores psicossociais) (GÓMEZ-GALÁN *et al.*, 2017).

As atividades da construção civil podem ter consequências negativas sobre a saúde e o conforto dos seus trabalhadores, a prevenção dos fatores de risco desenvolvidos pela atividade de trabalho é um dos propósitos da ergonomia. Os principais fatores de risco físico encontrados nos serviços da construção civil são (SESI-SP, 2016b):

- **Força (levantamento e manipulação de carga):** a força aplicada para a execução de uma atividade exerce uma carga mecânica no sistema osteomuscular, nomeadamente a sua intensidade, a duração, a distribuição (picos, médias, pausas, particularmente em ações de trabalho predominantemente estático) e o nível de repetitividade. O peso máximo recomendado para um levantamento desde que a localização-padrão e em condições ótimas, ou seja, sem torções do dorso nem posturas assimétricas, durante um levantamento com uma boa pega da carga e

levantando a carga a menos de 25 cm, foi fixado em 23kg (NIOSH, 1981) (BRASIL, 2002);

- **Repetitividade:** característica da atividade em que o trabalhador repete continuamente o mesmo ciclo de trabalho, ações e movimentos repetitivos. A repetitividade por si só não é prejudicial, mas em alguns casos pode ultrapassar a capacidade fisiológica do trabalhador. De acordo com Silverstein, Fine e Armstrong (1986) a repetitividade é considerada elevada se o tempo do ciclo de trabalho for menor que 30 segundos ou a repetição dos mesmos gestos durante pelo menos 50% do tempo do ciclo de trabalho;
- **Postura:** as posturas estáticas são definidas pela sustentação ativa de uma postura contra a gravidade ou contra uma força de deslocamento provocada pela ação de trabalho. A sustentação ativa depende da contração muscular contínua por mais de 4 segundos seguidos. As posturas prejudiciais são definidas por amplitudes de movimento extremas e desfavoráveis das diferentes articulações e segmentos do corpo;
- **Esforço Físico (Força excessiva):** é definido pela realização de esforço acima da capacidade de recuperação do trabalhador dentro dos ciclos de trabalho ou da jornada diária. Que resulta em fadiga muscular, perda de destreza e de força, o que pode aumentar o risco de acidentes;
- **Vibrações:** algumas atividades na construção civil expõem os trabalhadores a vibrações localizadas ou no corpo inteiro, provocando efeitos circulatórios e nervosos que afetam o controle motor e efeitos difusos sobre vários sistemas do corpo humano.
- **Temperatura:** as atividades na construção civil deixam os seus trabalhadores expostos as intempéries, principalmente ao sol, vento e chuva. O frio é um fator físico que provoca a diminuição da força originando um aumento da atividade muscular para proteger o corpo, podendo conduzir o sistema osteomuscular a um excesso de esforço. O calor em excesso pode aumentar a fadiga, provocada principalmente pelos mecanismos de termoregulação como o aumento do ritmo cardíaco, etc.

Outros fatores físicos na construção civil encontram-se presentes na iluminação inadequada que pode estar na origem de acidentes e nos níveis de ruído elevados que dificultam a concentração, causando tensão física.

Para a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, é preciso considerar diferentes aspectos da situação do trabalho, como a natureza da atividade, a organização do trabalho, o ambiente laboral, as ferramentas, os equipamentos e os materiais, e é também necessário que as características do trabalhador, as suas capacidades e o potencial físico e mental sejam atendidos pelo projeto do trabalho (SESI-SP, 2016b).

Vários aspectos são estudados pela ergonomia: a postura e os movimentos corporais (sentados, em pé, empurrando, puxando e levantando cargas), fatores ambientais (ruídos, vibrações, iluminação, clima, agentes químicos), informação, (informações captadas pela visão, audição, e outros sentidos), reações entre equipamentos de trabalho, bem como cargos e tarefas (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

É necessário considerar toda a dificuldade da situação do trabalho, admitindo que o trabalho não decorre jamais da “execução”, mas que todo o trabalho implica uma parte do gerenciamento da distância entre a organização e o trabalho real (DEJOURS, 2002). Esta disciplina deve priorizar o estudo de diversos fatores que influenciam o desempenho de um sistema produtivo, procurando minimizar as suas consequências nocivas que o posto de trabalho provoca às pessoas, reduzindo a fadiga, o estresse, os erros e os acidentes, proporcionando em primeiro lugar saúde, segurança e satisfação, e a eficiência virá como consequência (IIDA, 2005).

Esta disciplina especializa-se em três domínios sendo estes a ergonomia física, cognitiva e organizacional, representando as competências mais profundas nos atributos humanos específicos ou características da interação humana (IEA, 2017):

- A **ergonomia física** relaciona-se com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em relação à atividade física, focado no estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, projeto do posto de trabalho, segurança e saúde, entre outros;

- A **ergonomia cognitiva** refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, tais como estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem-máquina, confiabilidade humana, estresse e treinamento;
- E a **ergonomia organizacional** concerne à otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo as suas estruturas organizacionais, políticas e de processos, como o gerenciamento de recursos, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, trabalho cooperativo, teletrabalho e gestão da qualidade, etc.

Este trabalho insere-se na Dimensão Física da ergonomia. A análise da dimensão de trabalho físico (Dimensão Física) para a ergonomia tem como finalidade especificar os aspectos físicos da atividade de trabalho. De acordo com Vidal (2011) os processos a analisar em um sistema de trabalho físico são:

- O **esforço exigido em atividades adversas**, procurando determinar o envolvimento do sistema muscular e o osteo-articular (sistemas dos ossos e articulações) no trabalho;
- O **dispêndio energético**, o custo humano da produção desses esforços em termos metabólicos e com orientação nutricionais;
- A **organização postural de um indivíduo em atividade**, identificando os fatores que contribuem para a adoção de atitudes físicas corretas (a manter) ou inadequadas (que se deve procurar mudar);
- As **pausas**, o repouso durante as atividades bem como entre elas e o período de lazer e sono entre as duas jornadas;
- A **homeostase**, equilíbrio entre o indivíduo e seu meio ambiente imediato, constituída pelos processos de interação com o ambiente térmico, acústico, lumínico e a qualidade do ar.

A ergonomia desenvolveu-se empregando como referência a noção de variabilidade, a distinção entre tarefa e atividade e a regulação das ações associadas ao reconhecimento da competência dos trabalhadores, procurando projetar e adaptar situações de trabalho compatíveis com as capacidades e respeitando os limites do trabalhador (ABRAHÃO *et al.*, 2009). É

importante conhecer as representações que o trabalhador utiliza para compreender a situação de trabalho, as estratégias que usa para um determinado contexto e a cada momento que vai armazenando informações, vai construindo as suas representações e criando as suas competências (WISNER, 2004b).

A ação ergonômica permite entender o que realmente aconteceu, encontrando um lugar essencial para analisar todos esses aspectos e sobretudo as estratégias operatórias. Além disso, pôr em evidência as dificuldades eventuais que os trabalhadores enfrentam, e progredir desse modo a análise do encadeamento dos eventos que levaram ao problema (DOPPLER, 2007).

A ação ergonômica não consiste unicamente em aplicar métodos, em realizar medidas, em fazer observações, em conduzir entrevistas com os trabalhadores, é necessário ajustar os seus métodos e as condições de sua aplicação ao contexto, às questões e ao que foi identificado no ambiente de trabalho (GUÉRIN *et al.*, 2001).

É exigido ao ergonomista o estudo de um trabalho concreto, a observação da realização da tarefa no local de trabalho. A sua função é identificar e caracterizar, partindo da análise da atividade de trabalho atual, ou realizando simulações das atividades futuras, o conjunto de seus prováveis determinantes, e diferenciar as incoerências e os riscos reais e potenciais que possam agravar a saúde dos trabalhadores (GUÉRIN *et al.*, 2001). Como também o desenvolvimento de programas de prevenção e redução do risco, que são desenvolvidos por meio da identificação e medição da exposição do trabalhador a fatores de risco ergonômicos.

Outra área complementar à ergonomia é a segurança do trabalho, que se estabelece como uma associação entre uma disciplina científica, a ergonomia, e uma disciplina tecnológica, a segurança do trabalho. A primeira tem como propósito a modelagem da atividade realizada pelo trabalhador e a incorporação de conhecimentos acerca das suas limitações e dos fatores que influenciam o seu desempenho; a segunda estabelece uma sistemática para que a consecução das atividades possa acontecer sem agravamento em termos de acidentes, doenças e desgastes (VIDAL; SETTI, 2001).

O propósito dos estudos realizados pela abordagem da análise ergonômica é que sejam capazes de revelar a complexidade do trabalho. Para tanto, é fundamental entender a diferença entre o trabalho prescrito (tarefa) e o trabalho real (atividade), já que essas dimensões são

intrinsecamente relacionadas e a sua análise permite entender uma parte significativa do trabalho humano.

2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

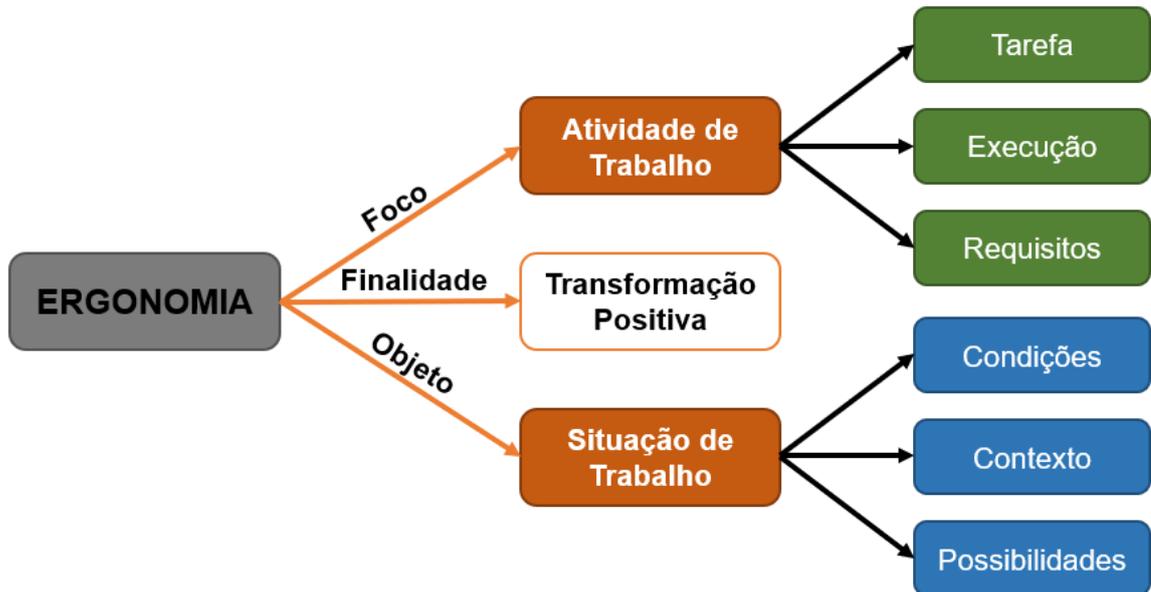
A ergonomia envolve o estudo de uma atividade de trabalho, a observação da realização da atividade *in loco*, com os equipamentos e equipes envolvidos e a coleta de todos os dados, qualitativos e quantitativos, necessários para formar um diagnóstico (SANTOS; FIALHO, 1997). A análise ergonômica do trabalho foi desenvolvida pela ergonomia francófona, com o objetivo de aplicar os conhecimentos da ergonomia para analisar, diagnosticar e orientar modificações com o intuito de melhorar as condições de trabalho.

Considerada como uma metodologia que compreende e analisa como as pessoas desenvolvem os problemas durante o trabalho. Segundo Salerno (2000) a AET foca os seus objetivos, métodos e desenvolvimentos teóricos sobre a atividade de trabalho efetivamente desenvolvida pelos trabalhadores, as suas dificuldades físicas e cognitivas, e sobre as condições impostas pelas empresas, apontando as condições de trabalho e os seus efeitos sobre a saúde dos trabalhadores.

Direcionada para uma análise empírica de situações reais de trabalho, a AET orienta cada vez mais a produção de conhecimentos e métodos imediatamente aplicáveis aos problemas detetados, distinguindo-se das ciências sociais, que abrangem um caráter mais teórico (LIMA, 2001). Esta abordagem é mais do que uma aplicação de conhecimentos sobre a relação homem-trabalho, sobretudo porque reconhece que a atividade de trabalho em situação real é um objeto com uma realidade própria (LIMA, 2001).

O seu foco é a atividade de trabalho das pessoas e como finalidade a transformação para melhoria desse sistema (Figura 3). O conceito de atividade de trabalho inclui a expectativa do que deve ser realizado (tarefa) associando-a com as noções complementares de execução (como é realizada a tarefa) e dos requisitos para a sua boa execução. Já a situação do trabalho é definida, pelo contexto em que a atividade de trabalho se insere, e as condições nas quais ela é executada (VIDAL, 2011).

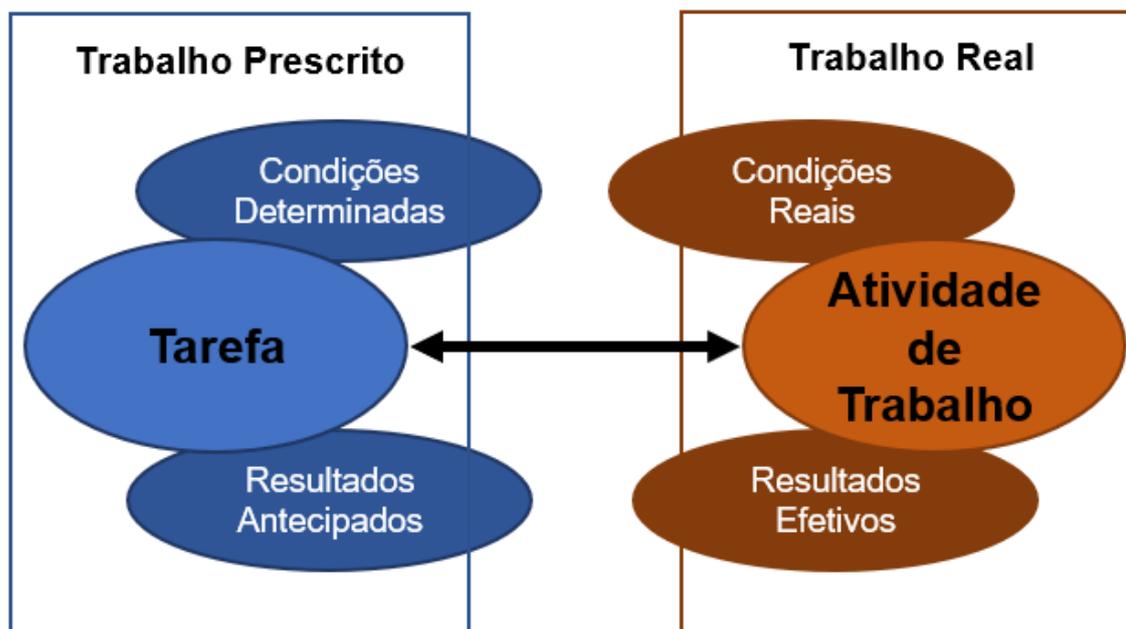
Figura 3 - Finalidades da Ergonomia



Fonte: Adaptado de (VIDAL, 2011).

O estudo do trabalho é designado pelas suas condições, o seu resultado ou a própria atividade de trabalho, como pode ser observado na Figura 4. O trabalho que é prescrito e imposto pela organização chama-se de tarefa, sendo esta o resultado antecipado fixado dentro de condições determinadas. A tarefa corresponde a um conjunto de objetivos dado aos trabalhadores e a um conjunto de prescrições definidas externamente para atingir essas finalidades particulares (GUÉRIN *et al.*, 2001). A definição de tarefa está ligada à necessidade de estabelecer métodos de gestão que permitam definir e medir a produtividade decorrente da relação entre as ações dos trabalhadores, e as ferramentas e materiais de produção.

Figura 4 - Diferenças ente trabalho prescrito e trabalho real



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

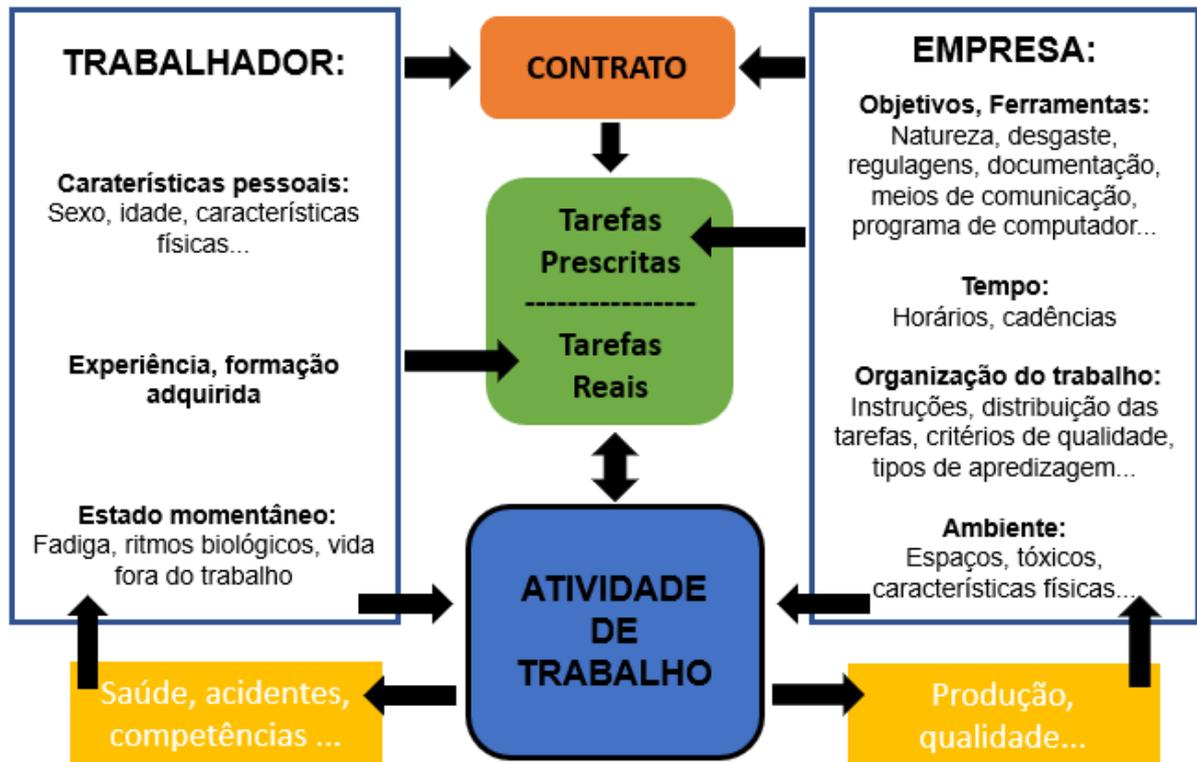
A atividade de trabalho está no centro da definição da situação do trabalho, designando o que efetivamente é elaborado pelo trabalhador, a forma como ele consegue realizar e superar os constrangimentos impostos pelas suas tarefas e que resulta dos objetivos e metas declarados pela empresa, das suas características pessoais, experiência e treinamento profissional (GUÉRIN *et al.*, 2001).

Como pode ser observado na Figura 5, a seguir, do lado esquerdo, encontra-se o trabalhador que é definido pelas suas características pessoais, experiência e formação adquirida, condicionamento físico e vida pessoal. Do lado direito da Figura 5 a empresa (organização) é determinada pelas suas diretrizes e o ambiente de trabalho. No centro estão os fatores determinantes para a organização do trabalho, o contrato (o instrumento regulador da relação entre o trabalhador e a empresa), as tarefas prescritas e as tarefas reais.

Considerando essa combinação de fatores surge a atividade de trabalho, pode ser uma ação coletiva ou individual, em que resultam a qualidade e a quantidade dos produtos e os impactos sobre a saúde dos trabalhadores, a melhoria de competências, ou mesmo acidentes resultantes da interação dos elementos menos presentes na situação de trabalho (GUÉRIN *et al.*, 2001). A análise da atividade é essencial na compreensão das diferentes dimensões envolvidas na relação homem-trabalho, pois trata-se de um estudo minucioso dos

comportamentos, posturas, ações, comunicações, movimentos, raciocínios, estratégias e constrangimentos do trabalhador para atingir os objetivos do trabalho.

Figura 5 - Fluxograma da função da atividade de trabalho



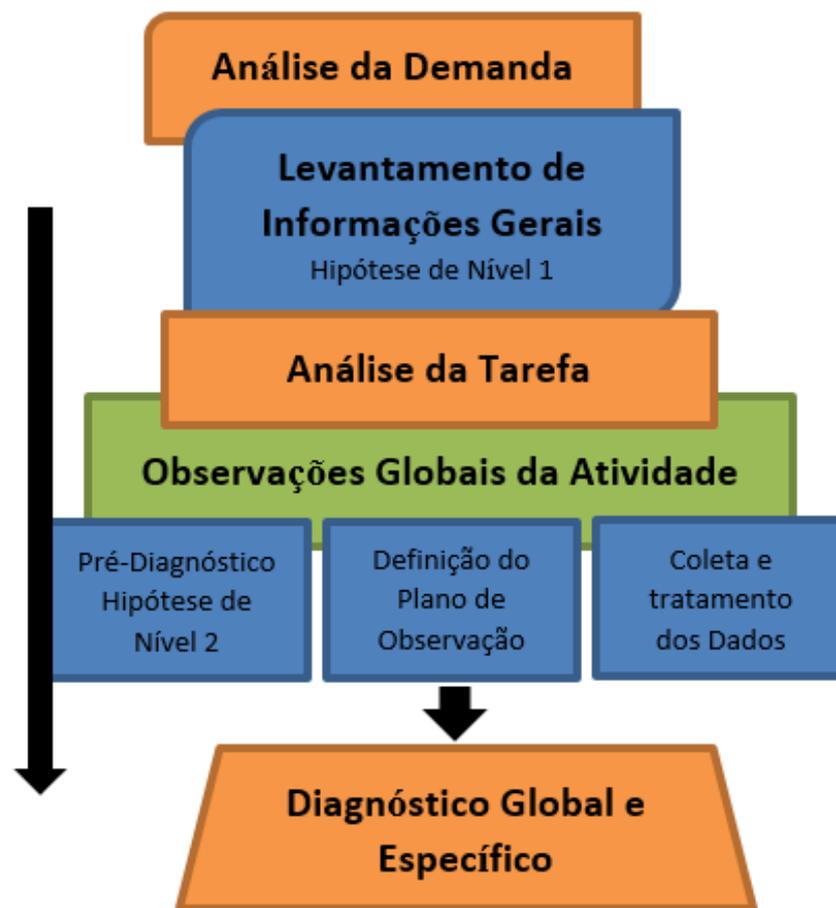
Fonte: Adaptado de Guérin *et al.* (2001).

Pizo e Menegon (2010) afirmam que os conhecimentos alcançados a partir da análise ergonômica do trabalho decorrem da ação ergonômica, por esse motivo os requisitos para a sua validação se aprofundam mais que os requisitos para a validação dos conhecimentos, que são o foco de uma busca científica. Em que, o modelo desenvolvido pelo ergonomista, produzido sobre dada situação de trabalho, representa o interesse de agir para transformar as condições de trabalho (PIZO; MENEGON, 2010).

A abordagem da análise ergonômica do trabalho é representada pelas diferentes etapas da Figura 6, que são consideradas fundamentais para compreender a atividade de trabalho. As etapas são desenvolvidas com uma perspectiva de progressividade e de seletividade, nas quais se enquadram as análises do porque da demanda de uma AET numa empresa, pontuadas por etapas de esclarecimento do problema, e de seleção de situações, de pré-diagnóstico, de diagnóstico, de restituição e de validação (VIDAL, 2011).

A ação ergonômica é uma proposta de ação desenvolvida por meio da formulação de várias hipóteses, definindo os resultados que podem ser esperados, os meios necessários e os prazos. E em geral resulta de uma demanda, assim sendo, considera-se a análise da demanda a descrição de um problema ou uma situação complexa, que justifique a necessidade de uma ação ergonômica. A demanda pode ser originada da direção da empresa, de uma organização sindical ou até de um grupo de trabalhadores. Seguindo o fluxograma da Figura 6 que esquematiza a abordagem da AET é possível observar a sequência das principais etapas: Análise da demanda; Análise da tarefa; Análise da atividade; e Diagnóstico.

Figura 6 - Fluxograma geral da abordagem das etapas da Análise Ergonômica do Trabalho



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

Antes de analisar o processo técnico da empresa é importante compreender como esta funciona, coletando informações gerais para poder formular hipóteses que irão permitir a escolha das situações de trabalho a serem analisadas (Hipótese de nível 1). A análise da tarefa estuda os objetivos impostos ao trabalhador e o planejamento do trabalho. De acordo com Wisner (2004b) é por meio da análise da atividade que podemos evidenciar e valorizar a

variabilidade das situações de trabalho e a variabilidade biológica dos trabalhadores. Ou seja, analisar a atividade significa reconstruir a lógica dos trabalhadores em seu próprio curso de ações a partir de observações diretas, que possibilitem entender e esclarecer as razões de um determinado comportamento (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

A partir da coleta de dados durante a análise da atividade é possível a formulação de hipóteses (hipótese de nível 2) que ajudam a esclarecer os problemas encontrados na análise da demanda. O diagnóstico tem como finalidade desvendar as causas que provocam o problema descrito na demanda e indicar providências a serem aplicadas para solucionar o problema; essas recomendações devem ser especificadas, descrevendo-se todas as etapas necessárias para resolver o problema (IIDA, 2005).

O conjunto de etapas que representam a análise ergonômica do trabalho mantém uma certa coerência, principalmente quando existe a possibilidade de questionar os resultados obtidos durante a coleta de dados. E assim ao longo do processo os resultados são validados, de modo a aproximarem-se mais da realidade pesquisada, auxiliando na compreensão das estratégias utilizadas pelos trabalhadores no confronto com o trabalho, de modo a minimizar ou limitar as suas condições insalubres (ABRAHÃO *et al.*, 2009). Isso deve-se ao fato desta metodologia não se fundamentar somente na observação de comportamentos e movimentos, mas no conhecimento comum e compartilhado, no significado das ações, por meio de diferentes técnicas de auto-confrontação e de validação (SZNELWAR, 2006).

Consoante Barros e Mendes (2003) gradativamente as empresas procuram um trabalhador qualificado, polivalente e criativo, que devido às suas exigências, o trabalhador é estimulado a desenvolver estratégias de mediação a fim de atender às demandas da empresa e manter a sua empregabilidade e integridade, física e psíquica. Contudo, falta promover um suporte organizacional que incentive a saúde no trabalho, o que destaca ainda mais a distância entre o que a organização espera e prescreve e o que o trabalhador realiza (BARROS; MENDES, 2003).

O ergonomista atua como um especialista no fator humano, com base em conhecimentos gerais sobre o ser humano e como consultor junto àqueles que decidem (gerentes de projeto, projetistas, gestores) (FALZON, 2016). Assim, o ergonomista acrescenta aos seus conhecimentos gerais o saber que advém da análise da atividade e torna-se o representante dos

trabalhadores, obtendo um resultado satisfatório, ou seja, a produção de uma situação que garante a continuidade do desenvolvimento da atividade de trabalho (FALZON, 2016).

2.3 ERGONOMIA NO BRASIL E LEGISLAÇÃO

A ergonomia brasileira surgiu a partir da difusão da ergonomia em nível internacional. As primeiras vertentes de implantação da ergonomia no Brasil surgiram vinculadas às áreas de engenharia de produção e desenho industrial, sem aplicação experimental; apenas eram propostas modificações baseadas na literatura estrangeira (MORAES; SOARES, 1989). A área de atuação da ergonomia no Brasil foi focada na aplicação dos conhecimentos produzidos sobre as medidas humanas (antropometria) e a produção de normas e padrões para a população brasileira (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

No Brasil a associação responsável por estudar as questões relacionadas com a insalubridade no trabalho denomina-se ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia). Fundada em 1983, é uma associação sem fins lucrativos cujo o objetivo é o estudo, a prática e a divulgação das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente de trabalho, considerando as suas necessidades, habilidades e limitações (ABERGO, 2017). A ABERGO é responsável pelo desenvolvimento de cursos e eventos, como seminários e congressos, com grande número de trabalhos, sendo um dos mais importantes difusores de produção técnica e científica e uma das maiores fontes de informações existentes na área da ergonomia no Brasil (FERREIRA; DONATELLI, 2001).

Na década de 1990, a ergonomia começou a ser mais divulgada no Brasil, proporcionando o desenvolvimento de vários cursos, congressos e seminários, e até consultorias oferecendo seus serviços ao mercado. A importância da ergonomia no desenvolvimento social do trabalho foi reconhecida por meio de sua inclusão na lista das normas regulamentadoras no Ministério do Trabalho. A Portaria nº 3.751, de 23 de novembro de 1990, determinou a redação da Norma Regulamentadora 17 (NR 17) – Ergonomia.

Entre as normas regulamentadoras brasileiras, a NR 17 é especificamente aplicada à ergonomia, resultando da junção entre os sindicatos e ergonomistas e elaborada pelo Ministério do Trabalho e Emprego. O desenvolvimento desta norma, após o adoecimento de muitos trabalhadores, retrata o quanto a produtividade é destacada nas relações de produção, sendo a saúde uma preocupação secundária (ABRAHÃO *et al.*, 2009). A NR 17 pretende definir

medidas que proponham a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores (BRASIL, 2018c). A empresa precisa elaborar uma análise ergonômica do trabalho, que inclua as condições de trabalho, de acordo com a norma (BRASIL, 2018c), auxiliando no desenvolvimento de ações efetivas de melhoria das condições do trabalho, em função da saúde dos trabalhadores e da produtividade das empresas.

A inserção da organização do trabalho dentro do que se entende por condições de trabalho, estando sujeita a modificações, é o avanço mais relevante da redação da NR 17 (MTE, 2002). Até ao momento, a organização do trabalho era considerada intacta e passível de ser modificada apenas por iniciativa das empresas, ainda que os estudos comprovassem o papel decisivo que ela desempenhava, no desenvolvimento de implicações à saúde do trabalhador que não se delimitam aos distúrbios osteomusculares (MTE, 2002).

Para auxiliar na ampla interpretação e implementação da NR 17, foi desenvolvido o Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº 17 em 2002. O manual descreve todos os itens da NR 17, com o propósito de explicar o significado dos conceitos apresentados pela norma, descrevendo o que se espera em cada enunciado e definindo as principais características a serem consideradas na realização de uma Análise Ergonômica do Trabalho (MTE, 2002). E evidenciando que a elaboração da AET foca a modificação das situações de trabalho. Este manual descreve a legislação em vigor e a Ergonomia como uma importante ferramenta para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores (MTE, 2002).

Foi também elaborada a Norma Regulamentadora 4 (NR 4) referente aos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT). O SESMT tem o propósito de prevenir o trabalhador tanto de acidentes, como de doenças ocupacionais, promovendo a saúde e segurança, e preservando a integridade do trabalhador no local de trabalho (BRASIL, 2016). Cabe aos seus profissionais apresentar conhecimentos de engenharia de segurança e de medicina do trabalho para minimizar ou eliminar os riscos para a saúde dos trabalhadores. O SESMT deve também orientar os trabalhadores quanto ao uso dos equipamentos de proteção individual, conscientizá-los da importância de prevenir os acidentes e das formas de proteger a saúde no trabalho (BRASIL, 2016).

Para o setor da construção civil, foi desenvolvida a Norma Regulamentadora 18 (NR 18) referente às condições e meio ambiente de trabalho na construção civil, definindo diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, com o intuito de implementar

medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições de trabalho e no meio ambiente laboral (BRASIL, 2020).

Em 2013 foi desenvolvida uma norma técnica brasileira ABNT NBR ISO 11226, intitulada Ergonomia – Avaliação de posturas estáticas de trabalho, com a função de definir recomendações ergonômicas para diferentes atividades ocupacionais. Esta norma faculta informações para os profissionais envolvidos no projeto do posto de trabalho, atividades e design de produtos, que têm conhecimento dos conceitos básicos de ergonomia e de posturas de trabalho. A norma técnica menciona os limites recomendados para posturas estáticas durante a atividade de trabalho, sem qualquer ou somente um mínimo de esforço físico, considerando aspectos como ângulos posturais e tempo (ABNT, 2013).

Foi publicada também a norma técnica brasileira, a ABNT NBR 11228 sobre movimentação manual de cargas, empurrar e puxar. Esta norma fornece uma abordagem para avaliar os riscos para a saúde do trabalhador associados ao levantamento e transporte manual de cargas e os limites propostos, identificando também sugestões ergonômicas para a organização da movimentação manual (ABNT, 2017). A norma apresenta recomendações para diferentes tarefas de movimentação e carga manual e define os limites recomendados para o levantamento e transporte de cargas, avaliando intensidade, frequência e duração da atividade de trabalho (ABNT, 2017). Esta norma aplica-se tanto a atividades laborais, quanto a atividades não ocupacionais, fornecendo informações para projetistas, empregadores, funcionários e outros envolvidos na organização do trabalho.

2.4 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS

Apesar da ergonomia, como disciplina científica, ser objeto de estudo desde o início do século XX, só nos últimos 40 anos é que se verificou um interesse substancial na área normativa, particularmente no âmbito de identificação e prevenção das doenças ocupacionais, originando conseqüentemente a produção de diversos trabalhos científicos. O desenvolvimento de regulamentos, normas, leis, diretrizes, como *checklist*, métodos ou ferramentas de avaliação de risco ergonômico, nesta área tem-se tornado parte fundamental e indispensável para a redução da carga de trabalho e de prevenção e controle de doenças como DORT.

A análise ergonômica do trabalho inclui a identificação e a avaliação dos fatores de risco de lesões osteomusculares, através da descrição, detalhamento e análise dos fatores de risco

presentes no local de trabalho, utilizando algumas ferramentas que foram criadas com o objectivo de avaliar a probabilidade de ocorrência destes distúrbios (SERRANHEIRA, 2007). A natureza multifatorial das lesões ostemusculares depende da exposição a fatores de risco relacionados com a atividade de trabalho, de natureza individual do trabalhador e organizacionais (SERRANHEIRA, 2007).

A melhoria contínua da segurança e da saúde depende da identificação precoce do risco potencial e da mitigação oportuna de tais condições de risco (GOLABCHI *et al.*, 2017). Nath, Akhavian e Behzadan (2017) afirmam que na maioria das vezes, as posturas inadequadas podem ser evitadas por reorganização do local de trabalho ou seleção das ferramentas adequadas para os trabalhadores, mas a diversidade entre os trabalhos associa diferentes riscos, tornando-se um desafio identificar os riscos ergonômicos corretos associados com um trabalho específico. Uma boa intervenção para reduzir os efeitos negativos é a aplicação da análise ergonômica de posturas de trabalho e consecutivamente o desenvolvimento e implementação das medidas corretivas correspondentes (BRANDL; MERTENS; SCHLICK, 2017).

A postura de trabalho é definida como o posicionamento do corpo, cabeça, tronco, braços e pernas de acordo com trabalho executado e suas características (HASLEGRAVE, 1994). Para Westgaard e Aaras (1984) as posturas inadequadas são definidas como o desvio de um ou mais membros da postura corporal estacionária.

Desenvolver soluções técnicas pode ser o menor dos problemas enfrentados pelos ergonomistas comparado com as situações de prevenção de lesões osteomusculares, que devido à indisponibilidade de uma ferramenta adequada, à necessidade de aplicação das soluções propostas, e a falta de acesso aos resultados de investigação relevantes, dificultam as conclusões pretendidas (ROTHMORE *et al.*, 2017). Li *et al.* (2017) sugerem que a realização de um estudo prospectivo de ergonomia sobre a interação do corpo humano com os elementos da estação de trabalho pode reduzir futuros incidentes, como ferimentos ou lesões.

A avaliação ergonômica apropriada e eficiente é fundamental para diminuir os riscos ergonômicos envolvidos nos movimentos dos trabalhadores e, assim reduzir a taxa de DORT. Nesse sentido, as ferramentas de avaliação ergonômica ajudam a identificar e mensurar esses riscos associados às posturas no local de trabalho (GOLABCHI; HAN; FAYEK, 2016). Consequentemente, a identificação dos riscos possibilita a implementação de princípios ergonômicos com o objetivo de contribuir para o sucesso de um projeto de construção,

fornecendo ambientes de trabalho confortáveis nos quais os procedimentos de trabalho e as ferramentas sejam projetados para uso seguro e produtivo (GOLABCHI *et al.*, 2018).

Para uma melhor identificação do risco ergonômico, diversas ferramentas foram desenvolvidas para descobrir os fatores de risco de DORT em estudos ergonômicos e epidêmicos, entre eles, as ferramentas observacionais são utilizadas para detectar facilmente fatores de risco identificáveis, como repetição e posturas incômodas (WANG; DAI; NING, 2015).

Algumas ferramentas destacam de forma qualitativa a presença de características ocupacionais que podem conduzir o ergonomista em direção à possível presença de um risco, sendo algumas mais simples, com base em *checklists*, permitem uma rápida identificação do problema, possibilitando a sua aplicação em campo durante o acompanhamento da atividade de trabalho (COLOMBINI *et al.*, 2001). Outras ferramentas, mais complexas, permitem caracterizar a multifatorialidade da exposição, por meio de matrizes, planilhas ou *softwares*, impondo uma coleta de dados com o auxílio de câmera fotográfica ou gravação de vídeo, para possibilitar a sua análise posteriormente (COLOMBINI *et al.*, 2001).

A análise de risco com a aplicação de ferramentas que se baseiam na observação de registros de vídeo permite melhores resultados e apresenta maior produtividade entre observações, devido à possibilidade da repetição sistemática das imagens filmadas, sendo, no entanto, mais morosa e também mais onerosa (SERRANHEIRA, 2007). David (2005) forneceu uma visão geral das vantagens e desvantagens das ferramentas observacionais, descritivas e com medição direta, concluindo que as avaliações baseadas na observação parecem corresponder melhor às necessidades da segurança no trabalho e dos profissionais de saúde com tempo e recursos limitados.

A aplicação das ferramentas pode ser realizada diretamente durante a execução da atividade ou através da análise de registros de vídeo. Em que as aplicações directas só devem ser efectuadas por peritos com experiência na utilização destes, quer se tratem de ferramentas, *checklists* ou meios de registro detalhado de informação da situação de trabalho e das atividades observadas, como posturas e movimentos (SPIELHOLZ *et al.*, 2001).

Iida (2005) afirma que uma das maiores dificuldades em analisar e corrigir as posturas incômodas durante o trabalho, está na identificação e registro das mesmas, concluindo ainda

que, a sua descrição verbal não é prática, porque se torna muito difusa, dificultando a análise da atividade. Atualmente, existe uma grande variedade de soluções ergonômicas para uma série de ocupações, que podem reduzir o tempo gasto pelos trabalhadores em atividades adversas e melhorar as posturas de trabalho, potencialmente reduzindo o risco de DORT (BOSCHMAN; FRINGS-DRESEN; VAN DER MOLEN, 2015).

No Quadro 1 são apresentadas algumas das ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos mais aplicadas, descrevendo quem foram os responsáveis pelo seu desenvolvimento, qual o ano de publicação, quais as principais características destas ferramentas, o campo de aplicação e o seu domínio na ergonomia (ergonomia física, ergonomia cognitiva e ergonomia organizacional).

As ferramentas foram escolhidas pelo seu campo de aplicação e por se encontrarem dentro da categoria de domínio físico da ergonomia, ou seja, são ferramentas que estudam aspectos relacionados com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em relação à atividade física. É possível destacar ainda um maior desenvolvimento de ferramentas voltadas para o estudo da postura no trabalho, manuseio e transporte de materiais e movimentos repetitivos.

Quadro 1 - Exemplos de ferramentas de avaliação de risco físico

Método	Principais características	Categorias de análise	Domínio
OWAS (KARHU; KANSI; KUORINKA, 1977)	Análise de risco postural de segmentos diferentes do corpo, manuseio de carga, uso de força e frequência de atividades. O resultado é uma classificação da exposição ao risco ergonômico	Avaliação das posturas incômodas referentes ao Tronco, Membros Superiores, Membros Inferiores e Carga.	Ergonomia Física
Equação de NIOSH (NIOSH, 1981)	Equação que avalia a manipulação de carga, calcula a carga física e recomenda um limite de peso adequado para cada tarefa.	Manuseio de Carga.	Ergonomia Física
EWA (AHONEM <i>et al.</i> , 1989)	Análise do local de trabalho, por meio de aspectos de fisiologia e biomecânica, aspectos psicológicos, de higiene ocupacional, em um modelo participativo com os trabalhadores e organização do trabalho. Realizado através de um questionário.	Espaço de trabalho, Postura, Manuseio de carga, Risco de acidente, iluminação /Temperatura /Ruído, Atenção, Comunicações e contatos pessoais, Tomada de decisões e Atenção.	Ergonomia Física, Cognitiva e Organizacional
Snook e Ciriello (SNOOK; CIRIELLO, 1991)	Avalia e desenvolve tarefas de movimentação de carga manual (elevar, baixar, empurrar, puxar e carregar). Determina o peso ou a força máxima aceitável baseada em tabelas.	Avaliação das posturas incômodas referentes aos Membros Superiores e Manuseio de Carga.	Ergonomia Física
SUE RODGERS (RODGERS, 1992)	Avaliar esforço muscular considerando o nível, a duração e a frequência do esforço, podendo ser extremamente alto, alto ou moderado.	Avaliação das posturas incômodas referentes ao Pescoço/ Ombro, Tronco, Membros Superiores, Extremidades Membros Superiores, Membros Inferiores e Extremidades Inferiores.	Ergonomia Física
RULA (MCATAMNEY; NIGEL CORLETT, 1993)	Análise rápida do risco postural, dinâmico e estático, incluindo a força e a repetitividade. O resultado é uma classificação da exposição ao risco ergonômico.	Avaliação das posturas incômodas referentes aos Membros Superiores e Movimentos Repetitivos.	Ergonomia Física
MET (AINSWORTH <i>et al.</i> , 1993)	Calcular o equivalente metabólico da atividade. Calcula o valor do gasto calórico do trabalhador durante uma atividade, que pode ser classificado com leve, moderado ou pesado.	Cálculo do gasto calórico.	Ergonomia Física

Fonte: Autora

Quadro 1 - Exemplos de ferramentas de avaliação de risco físico (Continuação)

Método	Principais características	Categorias de análise	Dimensões
Método Kilbom , (KILBOM, 1994)	Recomendações para a avaliação do risco de DORT considerando as diferentes áreas corporais, o tipo de trabalho e a frequência.	Avaliação das posturas incômodas referentes aos Membros Superiores.	Física
SI - Strain Index (MOORE; GARG, 1995)	Medição detalhada da atividade que considera seis fatores de risco: intensidade do esforço, duração do esforço por ciclo de trabalho, número de esforços por minuto, postura da mão/pulso, velocidade de execução e duração da tarefa por dia.	Avaliação das posturas incômodas referentes às Extremidades dos Membros Superiores e Movimentos Repetitivos.	Física
PLIBEL (KEMMLERT, 1995)	Checklist com perguntas relacionadas às dimensões física e organizacional. Avalia a posturas inadequadas e os movimentos de trabalho, o projeto de ferramentas ou o posto de trabalho, e as condições organizacionais e ambientais.	Avaliação das posturas incômodas referentes aos Membros Superiores, Tronco e Movimentos Repetitivos.	Física e Organizacional
HAL (LATKO <i>et al.</i> , 1997)	Índice de avaliação da frequência do movimento, da aplicação de força, da velocidade do movimento e do tempo de recuperação a nível do Punho/Mão.	Avaliação das posturas incômodas referentes aos Membros Superiores	Física
OCRA (OCCHIPINTI, 1998)	Avaliação de risco detalhada que considera as posturas inadequadas, a repetitividade, a frequência das ações, a força, a duração do trabalho, as pausas e outros fatores complementares.	Avaliação das posturas incômodas referentes aos Membros Superiores e Movimentos Repetitivos.	Física
REBA (HIGNETT; MCATAMNEY, 2000)	Análise do risco postural de diferentes segmentos do corpo, posturas dinâmicas e estáticas, que inclui a estimativa de força, movimentação manual de carga e tipo de pega.	Avaliação das posturas incômodas referentes ao Tronco, Pescoço, Membros Inferiores, Braços, Antebraços, Punhos e tipo de pega.	Física
LUBA (KEE; KARWOWSKI, 2001)	Análise do carregamento postural na avaliação da parte superior do corpo. Avaliação de risco face ao tempo de manutenção de posturas estáticas e à percepção de desconforto ou incômodo.	Avaliação das posturas incômodas referentes ao Tronco, Pescoço, Mão e Braços.	Física

Fonte: Autora

Alguns dos principais fatores de risco ergonômico encontram-se na postura e na fadiga. Lamarão *et al.* (2014) afirmam que para compreender a influência dos fatores de risco no surgimento das lesões osteomusculares é necessário avaliar as situações laborais, utilizando abordagens ergonômicas adequadas, como as ferramentas observacionais. Porque essas ferramentas avaliam os riscos biomecânicos presentes nas situações de trabalho e monitoram os efeitos das melhorias ergonômicas sem interferir no ambiente de trabalho (TAKALA *et al.*, 2010).

Assim para complementar a metodologia da AET durante a etapa de análise da atividade de trabalho foram escolhidas quatro ferramentas para auxiliar na identificação e análise dos fatores de risco ergonômicos, de modo a avaliar as posturas incômodas, medição de esforço e gasto calórico, com também compreender a percepção do trabalhador sobre a sua atividade e o posto de trabalho.

As ferramentas selecionadas para este estudo foram: *Ergonomic Workplace Analysis (EWA)*, *Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)*, *Rapid Entire Body Assessment (REBA)* e *Metabolic Equivalent (MET)*. Em seguida é apresentado um contexto histórico, as características sobre cada uma das ferramentas e a sistemática da sua aplicação.

2.4.1 Ergonomic Workplace Analysis (EWA)

A ferramenta *EWA (Ergonomic Workplace Analysis)* foi desenvolvida pelo *Finnish Institute of Occupational Health* na Finlândia em 1989. É uma ferramenta que permite a identificação de riscos ergonômicos no posto de trabalho, no ambiente que o trabalhador se encontra inserido e na tarefa imposta pela organização. A base teórica que possibilitou o seu desenvolvimento corresponde à fisiologia do trabalho, biomecânica ocupacional, aspectos psicológicos, higiene ocupacional e em um modelo participativo da organização do trabalho (AHONEM *et al.*, 1989).

Esta ferramenta foi desenvolvida por meio da aplicação de um protocolo que avalia o local e a atividade de trabalho, por meio de uma abordagem ampla, que possibilita diferentes perspectivas. Seja de forma geral, em todo o ambiente de trabalho, ou de forma específica, como avaliar o mobiliário, de maneira a não somente caracterizar fisicamente o local de trabalho, mas também a percepção do usuário e do avaliador sobre o processo de trabalho (BORMIO *et al.*, 2011).

A ferramenta foi inserida no Brasil por meio de tradução do manual pelo Prof. Dr. João Camarotto e sua equipe do Departamento da Engenharia de Produção da UFSCar em 2001. A análise ergonômica é fundamentada pela descrição sistemática e cuidadosa das atividades ou do posto de trabalho, e a coletas de dados é realizada por observações diretas e entrevistas aos trabalhadores, em alguns casos podem ser necessários aparelhos simples de medição de ruído, luminosidade e temperatura.

2.4.2 *Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)*

A ferramenta de avaliação ergonômica *OWAS* foi desenvolvida na Finlândia para analisar as posturas de trabalho na indústria siderúrgica, coletando as posturas de trabalho típicas desta indústria pesada, a partir de material fotográfico (KARHU; KANSI; KUORINKA, 1977). Esta ferramenta definiu os movimentos corporais em quatro grandes tipologias, com base na coluna dorso-lombar, na articulação do ombro e nos membros inferiores, utilizando as definições de localização, inclinação, rotação e elevação.

O *OWAS* é uma ferramenta observacional que ajuda a determinar a carga no sistema osteomuscular dos trabalhadores, o que as posturas incômodas e as suas repetições causam ao sistema, e métodos de trabalho ideais. Além disso, garante a avaliação do local de trabalho em termos de produtividade, conforto e saúde ocupacional e investiga sistematicamente a interseção da máquina humana (FILLALI *et al.*, 2015).

A ferramenta foi desenvolvida segundo a premissa básica de ser simples, porém fidedigna, possibilitando facilidade no seu uso e no seu aprendizado, apresentando os resultados das percentagens de tempo que o trabalhador permanece em uma postura “boa” e “má”, e ainda propicia o direcionamento para a melhoria do posto de trabalho (JUNIOR, 2006). A sua aplicação é prática e frequentemente selecionada para análise ergonômica e avaliação direta de posturas e movimentos corporais no local de trabalho ou em laboratório. Embora tenha sido desenvolvida na década de 1970 e publicada em 1977, raramente foram documentadas pesquisas utilizando-a até 1990. entretanto, desde a década de 90, o *OWAS* foi registrado continuamente até os dias atuais (BRANDL; MERTENS; SCHLICK, 2017).

Mediante a avaliação fotográfica, os pesquisadores definiram setenta e duas posturas típicas, que resultaram de diferentes combinações das posições do dorso, braços e pernas e efetuaram mais de trinta e seis mil observações em cinquenta e duas atividades, para a testar (PAVANI; QUELHAS, 2006). O objetivo da ferramenta *OWAS* é melhorar a análise da postura

de trabalho, identificando os riscos e criando registros, que levam em consideração a postura do dorso, braços, pernas e a carga manipulada pelo trabalhador, em cada fase do trabalho (IIDA, 2005).

As ferramentas de avaliação ergonômica observacional baseada na amostragem de posturas típicas de trabalho classificam diferentes articulações do corpo a partir de categorias de postura predefinidas durante as atividades do posto observado. O uso da gravação de vídeo das atividades no local permite que as posturas problemáticas sejam relacionadas a subtarefas de trabalho especificadas. A postura é uma entrada essencial para essas ferramentas de análise, nos quais o analista classifica uma posição do segmento do corpo que é particionada em categorias de postura; cada categoria representa uma certa porção da amplitude de movimento, correspondendo a postura observada às imagens de referência, em vez de estimar diretamente um ângulo entre os segmentos dos membros na tarefa mais desafiadora (NIOSH, 2014).

Esta ferramenta adota uma abordagem de identificação de risco por meio de um método baseado em observação, no qual o analista observa o trabalho em tempo real e a partir da gravação de vídeos e por meio de uma abordagem sistemática classifica os fatores de risco. Segundo Mattila, Karwowski e Vilkki (1993) a gravação em vídeo para a análise *OWAS* oferece uma base confiável para melhorar o ambiente de trabalho.

De acordo com Mattila, Karwowski e Vilkki (1993) a ferramenta *OWAS* pode ser usada para as seguintes finalidades:

- Avaliação ergonômica padronizada do sistema postura e carga;
- Melhorias e planejamento do posto de trabalho, dos métodos, das ferramentas e das máquinas;
- Utilização pelos serviços de saúde ocupacional no planejamento de trabalho, para pessoas com deficiência;
- Pesquisa científica, para ser usada em outras áreas e com outros métodos.

Outros estudos foram realizados na indústria da construção civil com aplicação desta ferramenta para avaliação dos riscos ergonômicos, o Quadro 2 descreve os estudos publicados em periódicos científicos relacionados ao setor da construção civil que aplicaram a ferramenta *OWAS*. O *OWAS* é bastante aplicado na construção civil; no entanto, para as outras ferramentas, não foram encontrados estudos aplicados ao setor da construção civil.

Quadro 2 - Estudos publicados em periódicos científicos relacionados ao setor da construção civil que aplicaram a ferramenta *OWAS*

Citação do artigo	País que desenvolveu a pesquisa	Autores	Objetivo do artigo	Ano da Publicação
(KIVI; MATTILA, 1991)	Finlândia	Kivi, P. Mattila, M.	Aplicação do <i>OWAS</i> na construção de edifícios, com o desenvolvimento de uma aplicação informática para o <i>OWAS</i> .	1991
(BURDORF; GOVAERT; ELDERS, 1991)	Holanda	Burdorf, Alex Govaert, Guido Elders, Leo	Aplicação da ferramenta <i>OWAS</i> aos trabalhadores de uma fábrica de concreto.	1991
(MATTILA; KARWOWSKI; VILKKI, 1993)	Finlândia	Mattila, Markku Karwowski, Waldemar Vilkkii, Mika	Aplicação do <i>OWAS</i> por computador em trabalhadores que realizam tarefas de martelagem.	1993
(LOUHEVAARA, 1999)	Finlândia	Louhevaara, Veikko	Comparação da carga física causada em trabalhadores jovens e em idade avançada, aplicação do <i>OWAS</i> e outras técnicas.	1999
(LI; LEE, 1999)	Tailândia	Kai Way Li, Cheng - Lung Lee	Aplicação do <i>OWAS</i> em trabalhadores da construção em diferentes tarefas; desenho do programa <i>CCOWAS</i> .	1999
(VAN DER BEEK <i>et al.</i> , 2005)	Holanda	Allard J. van der Beek, Svend Erik Mathiassen, Judith Windhorst, Alex Burdorf	Aplicação do <i>OWAS</i> e outras ferramentas para avaliar as demandas físicas de levantamento manual dos trabalhos em andaimes.	2005
(SAURIN; DE MACEDO GUIMARÃES, 2006)	Brasil	Tarcisio Abreu Saurin, Lia Buarque de Macedo Guimarães	Aplicação do <i>OWAS</i> e outras ferramentas de avaliação em andaimes suspensos, leves e pesados.	2006
(ROJA <i>et al.</i> , 2006)	Letônia e Estônia	Zenija Roja, Valdis Kalkis, Arved Vain, Henrijs Kalkis, Maija Eglite	Aplicação do <i>OWAS</i> e outras ferramentas para estimar a fadiga muscular de trabalhadores da construção e manutenção de estradas.	2006
(YU <i>et al.</i> , 2009)	China	Ming Yu Linyan Sun, Jianhua Du, Fengge Wu	Aplicação de ferramentas, incluindo o <i>OWAS</i> , em trabalhadores que instalam linhas elétricas.	2009
(LEE; HAN, 2013)	Tailândia	Tzu-Hsien Lee, Chia-Shan Han	Aplicação da ferramenta <i>OWAS</i> em trabalhadores da construção de fundações de uma cabana de madeira.	2013

Fonte: Autora

2.4.3 *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

A ferramenta *REBA* foi desenvolvida por Hignett e McAtamney em 2000 com o propósito de estimar o risco de desordens corporais a que os trabalhadores estão expostos. Foi desenvolvido especificamente para avaliar posturas de trabalho imprevisíveis encontradas na assistência médica e em outras indústrias de serviços (HIGNETT; MCATAMNEY, 2000). O *REBA* foi inicialmente projetado para ser uma ferramenta de análise postural de tarefas, de caneta e papel que poderia ser usada em campo, por observação direta ou por observação em laboratório, por meio de fotografia ou vídeo (HIGNETT; MCATAMNEY, 2006). Existem atualmente programas computacionais simples disponíveis que suportam a codificação e análise desta ferramenta (JANIK; MUNZBERGEN; SCHULTZ, 2002).

O *REBA* consiste em uma ferramenta destinada à avaliação do ambiente de trabalho em busca de fatores de riscos biomecânicos, aos quais os trabalhadores podem estar expostos (HIGNETT; MCATAMNEY, 2000) (LAMARÃO *et al.*, 2014). O desenvolvimento inicial baseou-se em conceitos utilizados pelas ferramentas RULA (MCATAMNEY; NIGEL CORLETT, 1993), *OWAS* (KARHU; KANSI; KUORINKA, 1977) e Equação de NIOSH (WATERS *et al.*, 1994), (MCATAMNEY; HIGNETT, 2004). Foi projetado para ter uma aplicação mais ampla do que ferramentas de análise postural mais complexas, como a Equação de NIOSH, e para ter mais sensibilidade e detalhes do que outras ferramentas de análise postural, como o *OWAS* (HIGNETT; MCATAMNEY, 2006).

De acordo com Hignett e Mcatamney (2000) esta ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de elaborar um sistema de análise postural sensível às alterações dos riscos osteomusculares em uma variedade de atividades, dividindo o corpo em segmentos a serem codificados individualmente, com referência a planos de movimento, e fornece um sistema de pontuação para a atividade muscular causada por posturas estáticas, dinâmicas, de mudança rápida ou instáveis. Usa diagramas de partes do corpo para auxiliar na codificação de ângulos das posturas corporais, com codificação adicional para carga/força, tipo de pega e atividade muscular.

A ferramenta inclui fatores de carga postural dinâmicos e estáticos na interação pessoa-carga e um conceito denominado de “gravidade assistida” para a manutenção da postura dos membros superiores, isso quer dizer que é considerado o auxílio da gravidade para manter a postura do braço elevada, onde é mais custoso manter o braço levantado do que tê-lo suspenso

para baixo (PAVANI; QUELHAS, 2006). É necessário verificar se a situação acentua ou atenua o risco associado à postura.

Sierra, Santos e Nickel (2017) afirmam que o uso de fotos pode não ser o mais adequado para análise ergonômica e talvez esses resultados indiquem que a ferramenta *REBA* funciona melhor para análise no local de trabalho ou no formato de vídeo. Os autores também comentaram que esta ferramenta não serve para análise de partes do corpo e sim para gerar uma nota geral do estado da postura do corpo inteiro a ser avaliado (SIERRA; SANTOS; NICKEL, 2017).

2.4.4 *Metabolic Equivalent (MET)*

A fisiologia do trabalho é outro princípio da ergonomia que avalia as exigências físicas do trabalho a partir de dados relativos à condição do organismo humano e de suas modificações, esta avaliação é feita por medidas baseadas em reações metabólicas ou funcionais (gasto energético) (SANTOS; FIALHO, 1997).

O metabolismo estuda os aspectos energéticos do organismo humano, a medição do consumo de oxigênio mostra que o homem produz em repouso determinada transformação de energia, que depende do peso corporal, tamanho do corpo e sexo (IIDA, 2005). O metabolismo medido com a pessoa em repouso, sem sobrecarga é designado de metabolismo basal, representado pela energia química dos alimentos que é transformada em energia térmica.

A maioria da população pode executar tarefas usuais por um longo período de tempo, sem sentir fadiga pelo esgotamento energético. Dul e Weerdmeester (2004) afirmam que a energia consumida quando o corpo se encontra em repouso (metabolismo basal) corresponde a 80 Watts, energia necessária para o corpo manter as suas funções vitais, sem realizar trabalho e a energia adicionada a esse valor é aplicada no trabalho, porém, o gasto energético não deve exceder 250 Watts (214,5 kcal/h).

De acordo com Grandjean (1998), durante o trabalho físico, o aumento de energia é expresso em Joules-trabalho, este valor é obtido quando uma pessoa mede primeiro o metabolismo basal e depois mede o metabolismo durante a atividade profissional, com a subtração desses dois valores obtém-se a medida pura, ou seja, Kcal-trabalho. Estes valores determinam o grau de exigência física do trabalho pesado e foram utilizados como base na valorização do trabalho, para cálculo das folgas extras e na avaliação das condições de trabalho.

2.5 ERGONOMIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Este item foi desenvolvido segundo pesquisas em artigos e livros nacionais e internacionais, relacionados com os riscos ergonômicos no trabalho da construção civil, enfatizando as atividades dos profissionais envolvidos diretamente com a execução da alvenaria. Parte destes artigos foram destacados pela RBS, que possibilitaram uma revisão intensiva sobre o estudo da ergonomia na construção civil, encontrando várias pesquisas sobre as atividades de alvenaria, em que foi possível compreender quais os problemas encontrados na elevação da alvenaria, quais as principais lesões osteomusculares apresentadas pelos trabalhadores e soluções técnicas já estudadas.

O setor da construção civil absorve um elevado contingente de mão de obra, geralmente de baixa qualificação e remuneração, envolvendo tarefas árduas e perigosas, em que as grandes empresas têm uma organização eficiente com tarefas estruturadas e gestão de saúde e segurança, ao contrário da maioria das pequenas empresas (IIDA, 2005). Além disso, o ambiente de trabalho está em constante mudança, os prazos são rígidos e empregam trabalhadores pouco qualificados, expondo-os a perigos imprevistos e desconhecidos no canteiro de obras, tais como exposição inaceitáveis a níveis de poeira, sujeira, ruído e produtos tóxicos (CHAKRABORTY *et al.*, 2018). Desse modo, os trabalhadores enfrentam vários riscos de segurança no trabalho, perigos ergonômicos (como o levantamento de cargas pesadas e posturas incômodas) e estresse relacionado à instabilidade de emprego, colocando a saúde física e mental em risco (CHAKRABORTY *et al.*, 2018).

A coesão de equipes facilita a realização do trabalho e a proteção individual contra os riscos, inclusive aqueles associados ao esforço físico intenso; no entanto, algumas funções como as de pedreiro e ajudantes são marcadas por grande rotatividade (SESI-SP, 2016b). Para agravar a situação existem as exigências crescentes de redução de prazos de entrega e de maior produtividade por trabalhador, a adoção de contratos por produtividade individual e o oferecimento de prêmios, quando as metas são atingidas; estes são os fatores que fragilizam a coesão da equipe (SESI-SP, 2016b).

Neste setor, muitas vezes para se reduzir custos são cortados gastos que seriam utilizados para a manutenção da saúde do trabalhador e para as boas condições do canteiro de obras, deixando-se de lado acomodações como refeitório, lugar apropriado para descanso, banheiros com condições mínimas de higiene. Por sua vez, os trabalhadores sempre conheceram

e aceitaram esta única realidade de trabalho, não tendo parâmetros comparativos necessários para julgarem se estas condições são corretas ou não, para um ambiente laboral (SAAD; XAVIER; MICHALOSKI, 2006).

As tarefas realizadas no canteiro de obras são caracterizadas como trabalhos ao ar livre, expondo os trabalhadores às intempéries, como sol, chuva e vento, submetendo-os regularmente a um estresse térmico, o controle desse estresse térmico é, portanto, mais eficaz quando é realizado com intervalos para pausa pré-definidos (ROWLINSON; JIA, 2014). Outro problema que ocorre entre os trabalhadores da construção civil é o fato dos mesmos subestimarem os riscos existentes no ambiente de trabalho, o que ocasiona uma necessidade de treinamento e conscientização quanto aos riscos efetivos em cada situação de trabalho, bem como a forma correta de prevenção de acidentes de trabalho e a utilização contínua dos equipamentos de proteção (RIBEIRO; SOUTO; JÚNIOR, 2004).

O trabalhador da construção civil executa tarefas que envolvem movimentos corporais distintos para diferentes fases do ciclo de trabalho, como andar, ajoelhar, pegar, levantar, colocar, alinhar, segurar e empurrar são movimentos comuns e muitas vezes movimentos repetitivos, mas cada tipo de tarefa tem uma combinação diferente desses movimentos (JOSHUA; VARGHESE, 2011). As entorses e distensões são lesões nas articulações ou rupturas musculares causadas por elevados níveis de esforço que ocorrem durante um único evento de levantar, abaixar, empurrar, puxar ou transportar. Nesses casos, as forças físicas exercidas estão além da capacidade fisiológica de uma pessoa. O outro tipo de DORT são distúrbios cumulativos de traumas que resultam da realização de uma tarefa repetidamente, mesmo se a carga for relativamente leve, por exemplo, movimentos repetitivos, como assentamento de blocos, ou do trabalhador estar em uma posição desconfortável (WANG; DAI; NING, 2015).

Um grande problema com acidentes de construção não é apenas o resultado de uma ação do lado do trabalhador ou do empregador. Estas lesões podem acontecer devido à carga cumulativa, particularmente, em alvenaria, em que os pedreiros são expostos a longas horas de trabalho com esforço físico intensivo, o que aumenta o risco de lesões e nas atividades de alvenaria afetam significativamente a produtividade dos trabalhadores (ALWASEL *et al.*, 2017a).

Os autores Seo, Lee e Seo (2016) explicam que, para realizar uma tarefa física, por exemplo, levantar objetos pesados, é necessário exercer forças nos músculos. Essas forças requeridas devem ser inferiores à capacidade física do trabalhador, ou seja, a força muscular. No entanto, como o trabalhador realiza a tarefa repetidamente ao longo do tempo, os músculos ficam fatigados, resultando em uma redução da força muscular devido à acumulação de substâncias de fadiga nas fibras musculares, e se o tempo de recuperação adequado não for fornecido, as forças necessárias para executar a tarefa tornam-se maiores que a força muscular em algum momento, isso é chamado de falha por fadiga (SEO; LEE; SEO, 2016).

Para Armstrong *et al.* (1986), a origem das diversas lesões osteomusculares provocadas pelos trabalhos da construção civil, podem estar:

- Na repetitividade de movimentos;
- Na manutenção de posturas fora dos ângulos intersegmentares de conforto, por tempo prolongado;
- No esforço físico despendido;
- No levantamento de cargas pesadas;
- Na invariabilidade de tarefas;
- Na pressão mecânica sobre determinados segmentos corporais, em particular dos membros superiores;
- No trabalho muscular estático;
- Nas “percussões” ou impactos com as mãos;
- Nas vibrações;
- Na exposição às intempéries, principalmente as altas temperaturas;
- Nos vários fatores organizacionais; e
- Nos diversos aspectos de natureza psicossocial.

Foram desenvolvidas pesquisas dedicadas a investigar o impacto que as atividades de alvenaria causam ao corpo humano, sendo os pedreiros e os seus ajudantes frequentemente submetidos a cargas, na lombar e nos ombros, acima dos limites de saúde. Memarian e Mitropoulos (2012) realizaram um estudo em uma empresa construtora e concluíram que as atividades que resultam na maioria dos incidentes, e conseqüentemente um número de dias longe do trabalho e dias com atividades modificadas, foram: elevação da alvenaria (19%), montagem de andaimes (18%) e manuseio de materiais (14%).

Foi também realizado um estudo das condições de trabalho devido a uma maior prevalência de distúrbios osteomusculares entre 33 pedreiros. Por meio da aplicação de questionários padronizados foi possível confirmar uma alta predominância de distúrbios osteomusculares: os trabalhadores declararam sofrer de lesões osteomusculares, em que 73% era referente à região lombar e cerca de 20% referente aos membros superiores (MALCHAIRE; REZK-KALLAH, 1991). Conforme Entzel, Albers e Welch (2007) alguns dos fatores de risco que provocam as lesões no tronco dos pedreiros são o peso e a frequência de levantamento dos blocos, a altura a partir da qual o bloco e a argamassa são levantados e depois colocados, e a distância do posto de trabalho ao trabalhador, além de que se espera que o trabalhador tenha elevadas taxas de produção.

Faber *et al.* (2009) estudaram a variação de altura, massa dos blocos e utilização de uma ou duas mãos no assentamento de blocos, de modo a medir o impacto que causam nos ombros, demonstrando que os pedreiros estão constantemente sujeitos a compressão na lombar, por forças além do limite NIOSH de 3,4 kN. Além disso, foi verificado que trabalhar em alturas abaixo do nível do quadril aumenta significativamente a carga na articulação do ombro. Também foi observado que, o levantamento de blocos com uma só mão próxima do nível do solo, resultou em cargas no ombro relativamente altas e, portanto, deve ser evitado nestas condições (FABER *et al.*, 2009).

Um estudo realizado por Vink *et al.* (2002) concluiu que geralmente os pedreiros colocam 200 blocos de concreto ou 600 tijolos por dia. Se um pedreiro levantar 200 blocos de concreto pesando 17,2 kg cada, ele levanta mais de 3440 kg em oito horas por dia, enquanto aqueles que colocam 600 tijolos por dia pesando 2,27 kg, manuseiam até 1362 kg (VINK *et al.*, 2002). Li e Lee (1999) estudaram várias atividades no canteiro de obras e concluíram que a atividade mais árdua observada para trabalhadores foi o assentamento dos tijolos, demonstrando que esta atividade causa fadiga muscular severa. O estudo mostrou também que a carga na coluna lombar foi elevada, especialmente quando as mãos estão trabalhando perto do nível do pavimento (LI; LEE, 1999). Portanto, não é surpreendente uma elevada prevalência de problemas lombares entre os trabalhadores que atuam na execução das alvenarias.

Os autores Seo, Lee e Seo (2016) realizaram um estudo de caso em alvenaria para demonstrar a utilidade de uma estrutura proposta baseada em simulação, descrevendo a necessidade de se levar em consideração a fadiga muscular no planejamento operacional devido a possíveis demandas físicas excessivas. Os resultados do estudo de caso indicam que as

demandas físicas excessivas além das capacidades dos trabalhadores resultam em redução de tempo e desempenho de custo (SEO; LEE; SEO, 2016).

Outro estudo elaborado para examinar o impacto da carga nas principais articulações do corpo durante o assentamento do tijolo compara os efeitos combinados do nível de experiência na segurança, produtividade e no equilíbrio entre eles, com pedreiros em diferentes níveis de experiência (ALWASEL *et al.*, 2017b). Procurando responder se o nível de experiência do pedreiro influencia a forma como ele realiza o seu trabalho, a nível de segurança e produtividade. Os resultados indicaram que os pedreiros com mais de 5 anos de experiência, em relação aos pedreiros novatos, trabalham de forma mais segura e com uma postura mais correta do que aprendizes com 1 e 3 anos de experiência, e constatou-se que os aprendizes ganham proficiência e aumentam a produtividade ao custo de maior risco de DORT (ALWASEL *et al.*, 2017b). Também foi feito um estudo que classificou as posturas, demonstrando que pedreiros mais experientes praticam menos movimentos (menor dispêndio de energia) e são mais produtivos que os pedreiros menos experientes (ALWASEL *et al.*, 2017a).

Diferentes tecnologias foram estudadas para substituir o tradicional bloco de concreto devido às elevadas taxas de lesões na região lombar e nos ombros. Os autores Hess *et al.* (2010) desenvolveram uma pesquisa sobre a atividade de assentamento de blocos comparando dois tipos de blocos, bloco de concreto comum e concreto celular autoclavado (AAC), um bloco mais leve que o bloco de concreto. Esta pesquisa procurou responder se o uso do bloco concreto celular autoclavado pode reduzir o risco cumulativo de lesões nas extremidades superiores (ombros) e na lombar dos pedreiros. Os resultados indicam que para o braço esquerdo os pedreiros que usaram o bloco AAC gastaram significativamente mais tempo do que os pedreiros que usaram o bloco de concreto com movimento estático e os pedreiros que usaram o bloco de concreto tiveram dor no ombro e na lombar significativamente maior. O estudo concluiu que os pedreiros que manuseiam o bloco AAC demonstraram menos estresse na extremidade superior esquerda, mas ambos os materiais foram considerados perigosos para a região lombar (HESS *et al.*, 2010).

Hess *et al.* (2012) realizaram um estudo experimental sobre o uso e as dificuldades do bloco de concreto H (não tem fechamento lateral na sua menor face) em alternativa ao bloco de concreto tradicional. Durante a elevação de blocos em barras de aço verticais, o pico de flexão e os movimentos cumulativos do ombro foram avaliados e os resultados indicaram que o uso

do bloco H diminuiu significativamente o pico de flexão do ombro; no entanto o custo da construção foi maior com o bloco H, porém foi inferior a 2% do custo total.

Silva *et al.* (2014) concluíram que a atividade do pedreiro na elevação de alvenaria demonstrou ser nociva para a saúde, quando não planejada e adaptada ao trabalhador. As correções dos postos de trabalho e ambiente laboral podem e devem ser realizadas para a manutenção da capacidade laborativa e qualidade de vida do pedreiro e do seu ajudante, com medidas simples de prevenção e instrução dos riscos ergonômicos que podem ser evitados com eficiência e praticidade (SILVA *et al.*, 2014).

O canteiro mostra-se um grande desafio por estar em constante modificação, o que torna necessária a implementação prática de medidas ergonômicas que passam pela postura do trabalhador, pelas ferramentas utilizadas, e pelo posto de trabalho, associados aos direcionamentos organizacionais (PEREIRA; JUNIOR; LONGEN, 2016).

A análise ergonômica tem como objetivo conhecer os riscos para o trabalhador no ambiente de trabalho e por meio de conhecimento das origens, causas e efeitos, permitir desenvolver soluções capazes de eliminar, controlar ou diminuir esses riscos. A avaliação ergonômica apropriada e eficiente é fundamental para mitigar os riscos ergonômicos envolvidos nos movimentos dos trabalhadores e, assim, reduzir a taxa de lesões (GOLABCHI; HAN; FAYEK, 2016). Assim esta pesquisa pretende articular os conceitos da análise da atividade de trabalho fundamentados pela abordagem da AET e vincular as ferramentas de avaliação de riscos, de modo a contribuir de forma teórica e prática para a identificação e avaliação das condições ergonômicas nos serviços da construção civil. No próximo capítulo é apresentada a metodologia de pesquisa adotada.

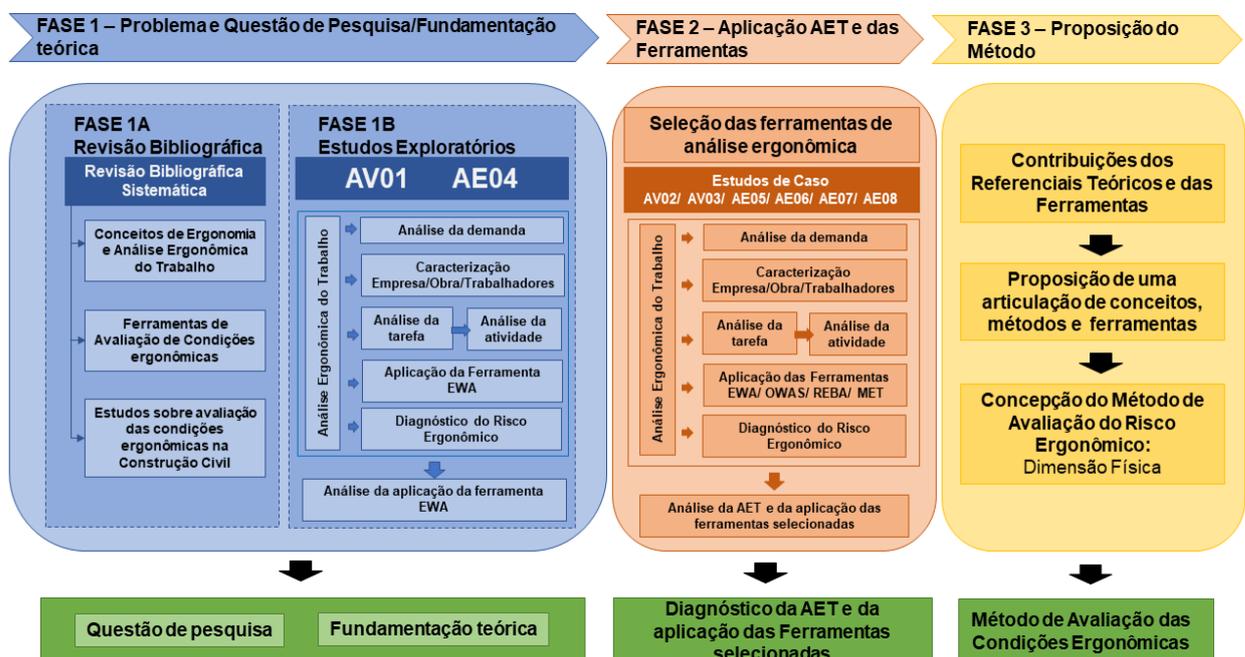
3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para subsidiar a proposição de um método que avalie os riscos ergonômicos que o trabalhador na execução de serviços de construção civil estão sujeitos, com base nas principais ferramentas de análise da ergonomia, serão consideradas as experiências advindas da aplicação da AET e de ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos, de forma evolutiva, tendo como objeto os trabalhadores diretamente relacionados à execução das alvenarias de vedação e estrutural.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Adotou-se o Estudo de Caso como estratégia de pesquisa e o delineamento da pesquisa é apresentada na Figura 7, a seguir, em que se observa o desenvolvimento da atividades em 3 fases.

Figura 7 - Fluxograma do delineamento da pesquisa de doutorado



Fonte: Autora

A **primeira fase** (Problema e Questão de pesquisa/Fundamentação Teórica) consistiu na investigação e identificação da lacuna do conhecimento resultando na **questão de pesquisa** e objetivos apresentados no capítulo 1, bem como para subsidiar a **fundamentação teórica** essencial a esta tese sendo, na sua maioria, apresentada no capítulo 2.

A formulação da questão de pesquisa teve como base o resultado da RBS realizada (**Fase 1A**), na qual não se identificou pesquisas que abordassem de forma articulada a aplicação das ferramentas de análise da ergonomia, principalmente em se tratando do ambiente da construção civil, e a experiência obtida por meio da realização de dois Estudos de Caso Exploratórios (**Fase 1B**).

A RBS permitiu referenciar os principais conceitos da ergonomia, a metodologia da AET e estudo de diferentes ferramentas de avaliação do risco ergonômico, tendo este conjunto de informações, conforme já ressaltado, gerado a questão de pesquisa que fomentou a realização deste trabalho. Ressalta-se que, além da RBS, a **Fase 1A** contemplou também pesquisa bibliográfica em outras bases de dados e que a RBS teve papel fundamental para o direcionamento no entendimento da lacuna do conhecimento contemplada nesta tese.

Como estratégia de pesquisa inicial optou-se pela realização de dois Estudos de Caso Exploratórios (Fase 1B), uma vez que o o âmbito da investigação empírica é conhecer a realidade da execução dos trabalhos no canteiro de obras, por visitas ao local da obra e acompanhamento dos trabalhos, para entender o seu funcionamento.

Gil (2002) explica que estas pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com intuito de torná-lo mais explícito ou constituir hipóteses; o objetivo principal destas pesquisas são o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. O seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo a possibilitar a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Para a **Fase 1B** foram realizados os primeiros estudos de casos, considerados exploratórios, sendo um em alvenaria de vedação (AV01) e outro em alvenaria estrutural (AE04), em que foram observadas as primeiras dificuldades de coleta de dados nos canteiros de obras e assim como detalhado o modo operatório das atividades dos serviços de alvenaria em questão. Nestes estudos exploratórios se realizou a análise das atividades por meio da aplicação da ferramenta *EWA*, sob o ponto de vista desta pesquisadora, resultando no **Diagnóstico dos Riscos Ergonômicos** identificados.

Este diagnóstico permitiu concluir a necessidade de se aprofundar a análise dos riscos ergonômicos com a aplicação de outras ferramentas específicas, além da aplicação da ferramenta *EWA*, culminando com a realização da **Fase 2**.

Já a experiência adquirida pela pesquisadora por meio a realização dos Estudos Exploratórios reforçou mais ainda a necessidade de se propor um método que preconize, de forma articulada e integrada, o uso das ferramentas de análise das condições ergonômicas na execução dos serviços de construção civil.

A **segunda fase** (Aplicação da AET e das Ferramentas de análise ergonômica) foi dedicada a realização dos estudos de campo, com aplicação de forma das ferramentas de avaliação das condições ergonômicas nos canteiros de obras, por meio de Estudos de Caso, em particular nas atividades relacionadas à execução das alvenarias de vedação e estrutural.

De acordo com Yin (2001) os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como“ e “por quê”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. O estudo de caso conta com muitas técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas das pessoas nelas envolvidas (YIN, 2001).

Nesta fase foram realizados seis estudos de caso (AV02, AV03, AE05, AE06, AE07 e AE08) utilizando a metodologia AET como abordagem de investigação.

Nestes estudos de caso, conforme já ressaltado, foi aplicada a ferramenta *EWA*, porém adicionalmente se colheu também a percepção dos trabalhadores envolvidos sobras condições ergonômicas, além da percepção desta pesquisadora. Em complemento e, de forma evolutiva, foram aplicadas as ferramentas *OWAS* e *REBA* para avaliação postural e a ferramenta *MET* para o cálculo do gasto energético, resultando no diagnóstico mais detalhado das atividades quanto aos riscos ergonômicos identificados na execução dos serviços da alvenaria, tanto estrutural quanto de vedação. Portanto, como produtos foram obtidos o **Diagnóstico dos Riscos Ergonômicos** e o **Diagnóstico da aplicação das ferramentas de AET selecionadas**.

Na **terceira fase** e última fase, denominada **Proposição do Método** foram apresentadas as contribuições teóricas e práticas das ferramentas aplicadas e a concepção do método articulado para a avaliação dos riscos ergonômicos na construção civil, o principal objetivo desta tese, tendo-se como produto o **Método de Avaliação das Condições Ergonômicas** na execução dos serviços de construção civil.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta pesquisa foi iniciada por uma revisão bibliográfica e documental exaustiva sobre os conceitos da ergonomia, os riscos ergonômicos presentes na construção civil, a metodologia AET e as ferramentas de avaliação do risco ergonômico. Neste sentido foram consultados vários livros, dissertações, monografias, teses, periódicos, anais de congresso, como também normas, manuais e sites organizacionais, permitindo assim abranger uma gama mais ampla de informação. Deste modo gerou-se um maior conhecimento teórico sobre este tema, pelo estudo de pesquisas desenvolvidas internacionalmente sobre o âmbito da ergonomia na construção civil e relativamente aos estudos ergonômicos realizados nos serviços de alvenaria de vedação e estrutural.

A revisão bibliográfica foi conduzida também utilizando o modelo de Revisão bibliográfica sistemática, em que se aplicou o modelo RBS *Roadmap*, desenvolvido por Conforto, Amaral e Silva (2011). O roteiro é composto por três fases, Entrada, Processamento e Saída. Na primeira fase, a entrada, foram definidos os objetivos, sendo estes: pesquisar as publicações que abordam lesões osteomusculares desenvolvidas nos serviços da construção civil, estudar os métodos de avaliação dos riscos ergonômicos mais utilizados para análise do posto de trabalho vinculados ao serviço de alvenaria e conhecer o estado de arte sobre o tema em estudo.

A RBS tem como vantagem padronizar a metodologia de investigação, em que qualquer pesquisador que utilize a mesma base de dados e procure as mesmas expressões obterá os mesmos resultados, encontrando os mesmos artigos. Sendo particularmente útil para identificar as lacunas da área científica sobre um determinado tema, apontando a sua relevância internacional.

Em seguida foram definidas as fontes primárias que são formadas por artigos, periódicos ou base de dados, que após definidas as palavras-chave é possível identificar os principais autores e artigos relevantes sobre este tema. Foram escolhidas como base de dados *Scopus*®, *SciELO*® e *Web of Science*®, dando destaque a periódicos relevantes em base de dados internacionais.

Após a seleção das bases de dados foram definidas as *strings* de busca, que são compostas pelas palavras-chave e termos referentes à pesquisa. As *strings* de busca são criadas

a partir de palavras e termos referentes ao tema de pesquisa, são um conjunto de expressões que permitem identificar o assunto, conectadas pelas palavras “OR”, “AND” e “NOT”. As *strings* de busca escolhidas e aplicadas nas bases de dados foram baseadas em duas opções A e B, variando as palavras selecionadas, como podem ser consultadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Lista das *strings* de busca utilizadas na RBS

<i>Opção A – Ergonomic AND Work AND Analysis</i>
<i>1. Ergonomic AND Work AND Analysis</i>
<i>2. Ergonomic AND Work AND Analysis AND Construction</i>
<i>3. Ergonomic AND Work AND Analysis AND Construction AND Workers</i>
<i>4. Ergonomic AND Work AND Analysis AND Construction AND Workers AND Injuries</i>
<i>5. Ergonomic AND Work AND Analysis AND Construction AND Masonry</i>
<i>6. Ergonomic AND Work AND Analysis AND Construction AND Masonry AND Injuries</i>
<i>7. Ergonomic AND Work AND Analysis AND Construction AND Workers AND Masonry</i>
<i>8. Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND workers AND injuries AND masonry</i>
<i>Opção B – Ergonomic AND posture AND Analysis</i>
<i>1. Ergonomic AND posture AND analysis</i>
<i>2. Ergonomic AND posture AND analysis AND construction</i>
<i>3. Ergonomic AND posture AND analysis AND construction AND workers</i>
<i>4. Ergonomic AND posture AND analysis AND construction AND workers AND injuries</i>
<i>5. Ergonomic AND posture AND analysis AND construction AND masonry</i>
<i>Opção C – Análise AND Ergonômica AND do AND Trabalho</i>
<i>1. Análise AND Ergonômica AND do AND trabalho</i>
<i>2. Análise AND Ergonômica AND do AND trabalho AND construção</i>

Fonte: Autora

Em seguida foram definidos os critérios de inclusão e depois os critérios de qualificação das publicações, levando-se em consideração os objetivos desta pesquisa: Publicações sobre distúrbios ostomusculares ou outros problemas de saúde ocupacional relacionados ao trabalho na construção civil; que contenham o critério anterior e a aplicação de métodos de avaliação dos riscos ergonômicos e; que contenham o 1º critério e a realização de pesquisas nas atividades de alvenaria.

Para melhorar a escolha dos artigos utilizados no referencial teórico foram desenvolvidos filtros de leitura. Para os artigos que não apresentaram pelo menos um dos critérios escolhidos, foram excluídos em função da sequência dos seguintes filtros: Leitura do título, resumo e palavras-chave; Leitura da introdução e considerações finais e; Leitura completa do artigo.

Foram então selecionados como critérios de qualificação dos artigos a classificação do periódico e o fator de impacto tendo como base a Plataforma Sucupira, através do link: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>>, na opção QUALIS - CAPES, escolhendo a opção de

classificação de periódicos quadriênios entre 2013-2016, para área de Engenharias I. O outro critério selecionado foi o fator de impacto dos periódicos ou *Journal Citation Reports* (JCR) que pode ser consultado no portal *Web of Science*, através do link: <<https://apps.webofknowledge.com>>, na opção *Journal Citation Reports*, para o ano 2016. Ao acessar as bases de dados, restringiu-se os mecanismos de busca para artigos publicados num período de 17 anos mais o primeiro trimestre de 2018 (2000-2018), com filtro dos resultados de acordo com os três critérios descritos.

O processamento dividiu-se em três etapas: a condução das buscas; a análise dos resultados e a documentação. Após acessar as bases de dados e aplicar as *strings* de busca definida no Quadro 3, os resultados obtidos foram registrados e a ferramenta escolhida para armazenar os resultados foi o Excel®. As planilhas de Excel foram estruturadas da seguinte forma: a identificação do artigo, o nome do periódico, o JCR do periódico relativo ao ano 2016, a avaliação do periódico CAPES-QUALIS para a área de engenharias I, o ano de publicação do artigo, o nome do artigo, os autores e a avaliação dos critérios de inclusão.

Após a seleção dos artigos foi utilizada a ferramenta Mendeley® para gestão das referências. Para a terceira e última fase designada de saída foram inseridos nas bases de dados e nos periódicos, alertas de modo a receber notificações que possibilitem o rastreamento de novos artigos, com as palavras-chaves referentes ao tema. Os artigos que passaram apenas pelo filtro 1, leitura do título, resumo e palavras-chave, foram os que não se enquadraram nos critérios de inclusão, ou não se encontravam disponíveis nas bases de dados. O Quadro 4 apresenta os periódicos mais encontrados pela RBS em cada base de dados.

Quadro 4 - Bases de dados consultadas e os principais periódicos

Bases de Dados	Principais Periódicos
Scopus	Journal of Construction Engineering and Management; Applied Ergonomics; International Journal of Industrial Ergonomics; Ergonomics.
Web of Science	Advanced Engineering Informatics; Automation in Construction; International Journal of Industrial Ergonomics; Journal of Civil Engineering and Management; Journal of Construction Engineering and Management;
Scielo	Revista Brasileira de Saúde Ocupacional

Fonte: Autora

No Quadro 5 apresenta-se o número de artigos encontrados pela RBS e a quantidade de artigos selecionados para esta pesquisa.

Quadro 5 - Resumo da quantidade de artigos encontrados e selecionados

Base de Dados	Strings	Total de artigos encontrados	Total de artigos que passaram nos filtros	Total de artigos originais (excluir os que se repetem)
Scopus	“Ergonomics AND work AND analysis AND construction AND workers AND injuries”	55	8	8
	“Ergonomics AND work AND analysis AND construction AND masonry”	7	5	3
	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND masonry AND injuries”	4	4	0
	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND workers AND masonry”	3	3	0
	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND workers AND injuries AND masonry”	2	2	0
	“Ergonomic AND posture AND analysis AND construction AND workers AND injuries”	28	5	0
	“Ergonomic AND posture AND analysis AND construction AND masonry”	1	1	0
Web of Science	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND workers AND injuries”	25	8	2
	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND masonry”	3	2	0
	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND masonry AND injuries”	2	2	0
	ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND workers AND masonry”	2	2	0
	“Ergonomic AND posture AND analysis AND construction AND workers AND injuries”	17	8	0
Scielo	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction”	6	0	0
	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND workers”	3	0	0
	“Ergonomic AND Work AND analysis AND construction AND workers AND injuries”	3	0	0
	“Ergonomic AND posture AND analysis AND construction”	2	0	0
	“Ergonomic AND posture AND analysis AND construction AND worker”	1	0	0
	“Ergonomic AND posture AND analysis AND construction AND workers AND injuries”	1	0	0
	“análise AND ergonômica AND do AND trabalho AND construção”	4	0	0
Total de artigos		169	50	13

Fonte: Autora

Dos 169 artigos encontrados pela RBS, apenas 13 foram relevantes para esta pesquisa. Os artigos selecionados foram publicados em diferentes periódicos sendo o *Journal of Construction Engineering and Management* o mais escolhido para publicações dos temas em estudo, no seguinte quadro (Quadro 6) encontram-se os periódicos e a quantidade de artigos

publicados por periódico dos artigos selecionados.

Quadro 6 - Periódicos dos artigos selecionados e o número de artigos publicados

Periódicos Científicos	Quantidade de artigos publicados
Journal of Construction Engineering and Management	5
Applied Ergonomics	2
Journal of Computing in Civil Engineering	1
Occupational and Environmental Medicine	1
Canadian Journal of Civil Engineering	1
Ergonomics	1
Automation in Construction	1
Journal of Civil Engineering and Management	1
Total	13

Fonte: Autora

Para os 13 artigos selecionados na RBS foi realizada a leitura completa do texto. O Quadro 7 apresenta os artigos pelo título, periódico onde foi publicado, ano de publicação, os autores, país onde a pesquisa foi realizada e um breve resumo sobre o conteúdo do artigo. As pesquisas realizadas nos artigos selecionados pela RBS encontram-se localizadas na América do Norte, nos EUA e no Canadá. E os autores que mais produzem pesquisas relacionadas com o tema de DORT na construção civil são: Alireza Golabchi; Sanguk Han; Aminah Robinson Fayek e Abdullatif Alwasel no Canadá e Jennifer A. Hess e Laurel Kincl nos EUA.

Os artigos mais relevantes encontrados pela RBS foram descritos no item 2.5 e possibilitaram uma revisão intensiva sobre o estudo da ergonomia na construção civil internacionalmente, encontrando diferentes pesquisas sobre a atividade de trabalho dos pedreiros e dos ajudantes. Assim sendo, estas pesquisas permitiram identificar quais os principais problemas ergonômicos que o posto de alvenaria apresenta, por ser este o serviço selecionado para avaliação da aplicação das ferramentas, quais as principais lesões osteomusculares que os pedreiros e os ajudantes estão expostos e as soluções técnicas que já foram estudadas.

Quadro 7 - Resumo dos artigos científicos pesquisados pela RBS

Nome do Periódico	Ano	Nome do Artigo	Descrição	Autores	País
Journal of Construction Engineering and Management	2018	3D Visualization Based Ergonomic Risk Assessment and Work Modification Framework and Its Validation for a Lifting Task	Este artigo propõe uma metodologia para usar modelagem esquelética tridimensional para imitar o movimento do corpo humano em uma fábrica de construção real de modo a avaliar o risco ergonômico de uma estação de trabalho, detetando posturas corporais incômodas e avaliando a força / carga e a frequência que causam riscos ergonômicos durante as operações de fabricação.	Xinming Li, SangHyeok Han, Mustafa Gül, Mohamed Al-Hussein e Marwan El-Rich.	Canadá
Applied Ergonomics	2017	Ergonomic analysis of construction worker's body postures using wearable mobile sensors	Neste artigo é apresentada uma abordagem de baixo custo e validade, que implanta sensores de <i>smartphone</i> integrados para monitorar discretamente as posturas corporais dos trabalhadores e identificar de forma autônoma os potenciais riscos ergonômicos.	Nipun D. Nath, Reza Akhavian e Amir H. Behzadan.	EUA
Journal of Computing in Civil Engineering	2017	Stochastic Modeling for Assessment of Human Perception and Motion Sensing Errors in Ergonomic Analysis	Este estudo examina a imprecisão associada à aquisição dos insumos necessários para a avaliação ergonômica e investiga o seu impacto sobre o resultado final da análise. Dois métodos de obtenção de dados de ferramentas de avaliação baseadas na postura, foram examinados, e uma abordagem estocástica foi proposta para avaliar o impacto dos erros de entrada no resultado final da avaliação ergonômica.	Alireza Golabchi, SangUk Han, Aminah Robinson Fayek e Simaan AbouRizk	Canadá
Journal of Construction Engineering and Management	2017	Experience, Productivity, and Musculoskeletal Injury among Masonry Workers	O objetivo deste estudo é examinar os efeitos combinados do nível de experiência dos pedreiros em função da segurança, produtividade e o equilíbrio entre eles, construindo uma parede de alvenaria com bloco de concreto.	Abdullatif Alwaseel, Eihab M. Abdel-Rahman, Carl T. Haas, e SangHyun Lee.	Canadá
Occupational and Environmental Medicine	2018	Work-related musculoskeletal disorders among construction workers in the United States from 1992 to 2014	Este estudo descobriu que o número de DORT entre a indústria de construção dos EUA caiu 66% de 1992 a 2014, enquanto a proporção de DORT entre trabalhadores mais velhos aumentou durante este período. A proporção crescente de DORT entre trabalhadores mais velhos reflete o envelhecimento da força de trabalho na indústria da construção.	Xuanwen Wang, Xiuwen Sue Dong, Sang D. Choi e John Dement	USA

Fonte: Autora

Quadro 7 - Resumo dos artigos científicos pesquisados pela RBS (Continuação)

Nome do Periódico	Ano	Nome do Artigo	Descrição	Autores	País
Canadian Journal of Civil Engineering	2016	A fuzzy logic approach to posture-based ergonomic analysis for field observation and assessment of construction manual operations	Este estudo, propõe uma abordagem de lógica difusa para ferramentas de avaliação ergonômica baseadas na postura. O estudo descreve a modelagem lógica difusa de sistemas de pontuação RULA e discute a aplicação em oficinas de construção modular. O que revela que o sistema proposto produz resultados mais precisos do que os métodos tradicionais e, portanto, ajuda a minimizar erros humanos na observação para uma avaliação ergonômica confiável no local.	Alireza Golabchi, SangUk Han e Aminah Robinson Fayek	Canadá
Journal of Construction Engineering and Management	2012	Ergonomic Analysis and the Need for Its Integration for Planning and Assessing Construction Tasks	Este estudo apresenta técnicas ergonômicas de última geração, legislação ergonômica canadense e estatísticas de sinistros DORT com afastamento para mostrar as perdas econômicas (dinheiro e produtividade) resultantes e sociais adversas (saúde e segurança ocupacional) impacto de DORT resultante da prática e legislação atuais. E apresenta o potencial de curto e longo prazo da produtividade e méritos de custo de incorporação de avaliações ergonômicas para tarefas da construção.	Ndukeabasi Inyang, Mohamed Al Hussein, Marwan El-Rich e Saad Al-Jibouri.	Canadá
Applied Ergonomics	2010	Ergonomic evaluation of masons laying concrete masonry units and autoclaved aerated concrete	Este estudo avaliou parâmetros de exposição do ombro, baixa tensão no troco e percepções dos trabalhadores em dois grupos de pedreiros, um grupo usando bloco de concreto e outro usando bloco de concreto celular autoclavado.	Jennifer A. Hess, Laurel Kincl, Tal Amasay e Peter Wolfe.	USA
Journal of Construction Engineering and Management	2016	Simulation-Based Assessment of Workers Muscle Fatigue and Impact on Construction Operation	O objetivo deste estudo é estimar as demandas físicas e correspondentes à fadiga muscular, avaliando quantitativamente o impacto da fadiga muscular durante as operações de construção, por meio de um estudo de caso sobre o trabalho de alvenaria.	JoonOh Seo, SangHyun Lee, e Jongwon Seo.	USA
Ergonomics	2012	Alternatives to lifting concrete masonry blocks onto rebar: biomechanical and perceptual evaluations	Este estudo examinou a utilização e as dificuldades para o bloco-H e o <i>grauteamento</i> de elevação, duas alternativas para o levantamento de blocos de concreto estrutural. Os movimentos máximos e cumulativos do ombro foram avaliados.	J.A. Hess, R.L. Mizner, L. Kincl e D. Anton.	USA

Fonte: Autora

Quadro 7 - Resumo dos artigos científicos pesquisados pela RBS (Continuação)

Nome do Periódico	Ano	Nome do Artigo	Descrição	Autores	País
Journal of Construction Engineering and Management	2006	Physical Risk Factors and Controls for Musculoskeletal Disorders in Construction Trades	Este artigo fornece resultados identificando fatores de risco e as soluções viáveis para mitigar esses fatores. Os fatores de risco das lesões identificados e as intervenções tecnicamente viáveis são apresentados para execução de telhados, enquadramento residencial, instalação de pisos, reforço de concreto, acabamento de concreto, drywall e alvenaria.	Peregrin Spielholz, Gary Davis e Jason Griffith.	USA
Automation in Construction	2017	Identifying poses of safe and productive masons using machine learning	Este artigo apresenta uma estrutura para classificar as posturas de trabalho e a produtividade entre os grupos de pedreiros durante a construção de uma parede com blocos de concreto.	Abdullatif Alwaseel, Ali Sabetb, Mohammad Nahangib, Carl T. Haasb e Eihab Abdel-Rahman.	Canadá
Journal of Construction Engineering and Management	2011	New Method for Measuring the Safety Risk of Construction Activities: Task Demand Assessment	O artigo apresenta os resultados da implementação inicial da Avaliação da Demanda da Tarefa (TDA) e demonstra sua viabilidade e aplicabilidade em duas operações diferentes: uma atividade de cobertura e uma operação de pavimentação de concreto. Além disso, o caso de pavimentação ilustra como o método TDA pode comparar diferentes cenários de produção e medir o efeito das variáveis de produção sobre o potencial de acidentes.	Panagiotis Mitropoulos e Manoj Namboodiri.	USA

Fonte: Autora

3.3 SELEÇÃO DAS FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS

Por meio da pesquisa bibliográfica foi possível obter conhecimento das ferramentas mais aplicadas para avaliação dos riscos físicos e informações sobre a sua abrangência e aplicação. Estas ferramentas encontram-se resumidas no Quadro 1 do segundo capítulo.

As ferramentas selecionadas para avaliar o risco ergonômico tiveram em consideração o nível de exposição do trabalhador à atividade que pode ser avaliado consoante a intensidade do esforço físico, a repetitividade e a duração. Outro fator importante é a alta prevalência de lesões osteomusculares relacionadas ao trabalho, como a dorsalgia e as lesões do ombros, que foram as mais encontradas na população brasileira (BRASIL, 2018a), evidenciando a necessidade de uma avaliação ergonômica postural detalhada.

Para Al Madani e Dababneh (2016) a carga física de trabalho é geralmente avaliada pela análise da postura corporal, dos movimentos, do esforço físico despendido nas atividades recorrentes e da força máxima, ou aumento da carga muscular ao longo do tempo. Assim, ferramentas observacionais baseadas em técnicas são propostas em pesquisas para fornecer uma medida quantitativa para o grau de desconforto e tensão postural causados por diferentes posições corporais e movimentos (AL MADANI; DABABNEH, 2016).

Consoante Chiasson *et al.* (2012) aplicar mais de uma ferramenta pode não só ajudar a priorizar as intervenções, como também garantir que os fatores de risco não considerados por qualquer uma das ferramentas sejam avaliadas por outras. Assim sendo, foram escolhidas quatro ferramentas de avaliação ao risco físico, cuja apresentação das mesmas se deu no capítulo 2 desta tese, mais especificamente no item 2.4.

Na sequência são apresentadas as justificativas para aplicação das ferramentas selecionadas.

3.3.1 EWA

O manual *EWA* foi uma das ferramentas escolhidas para avaliar a situação de trabalho fornecendo um diagnóstico global sobre a atividade e o posto de trabalho em análise e assim identificar superficialmente as condições laborais que representam os problemas ergonômicos. A ferramenta divide-se em quatorze itens objetivos, que avaliam de forma qualitativa e

quantitativa com a finalidade de elaborar um perfil da atividade. O manual pode ser facilmente aplicado no local de trabalho pela observação *in situ*, com papel e caneta. Cada item desta ferramenta é avaliado segundo dois critérios, a classificação da pesquisadora que geralmente varia entre 0 (sem risco) a 5 (risco máximo) e a classificação subjectiva do trabalhador como “bom”, “regular”, “ruim” e “muito ruim”.

Aborda 11 fatores de risco: (1) Área de Trabalho; (2) Atividade Física Geral; (3) Levantamento de Cargas; (4) Postura de Trabalho e Movimentos; (5) Risco de Acidente; (6) Conteúdo de Trabalho; (7) Restrições do Trabalho; (8) Comunicação entre Trabalhadores e Contatos Pessoais; (9) Tomada de Decisão; (10) Repetitividade do Trabalho; (11) Atenção. Cada fator de risco foi avaliado de acordo com critérios do manual *EWA* apresentados no capítulo anterior, para as classificações de risco que apresentaram valores maior ou igual a 4, é fundamental realizar uma análise mais aprofundada ao respectivo fator de risco, visto que esta ferramenta foi utilizada apenas para apresentar uma classificação geral da atividade de trabalho.

A ferramenta *EWA* foi escolhida por ser mais abrangente e avaliar todas as dimensões estudadas pela ergonomia, relativamente ao trabalhador, à atividade e ao posto de trabalho, permitindo analisar vários fatores a que os trabalhadores se encontram expostos e que influenciam o ambiente de trabalho.

3.3.2 *OWAS*

Conjuntamente, algumas das ferramentas foram escolhidas pela frequência com que aparecem aplicadas na construção civil e citadas na bibliografia internacional. Uma das mais aplicadas usadas na construção civil para a análise observacional da postura corporal é a ferramenta *OWAS*. Kivi e Mattila (1991) consideram esta ferramenta bem adequada, confiável e prática para analisar posturas de trabalho na indústria da construção civil, permitindo classificar claramente as atividades, de acordo com a severidade e generalidade das posturas arriscadas, mesmo em situações de trabalhos fisicamente pesados, envolvendo muitas posturas inadequadas e não planejadas.

Li e Lee (1999) também concordam que a ferramenta *OWAS* é fácil de usar, pode ser aplicada a uma ampla gama de posturas diferentes e adequada na análise de trabalhos da construção. Takala *et al.* (2010) avaliaram os critérios científicos de confiabilidade e validade

da ferramenta *OWAS* analisando vários estudos publicados, considerando a confiabilidade ‘Intra observador’ e ‘Inter observador’ como consistentemente bom.

Segundo os autores Gómez-Galán *et al.* (2017) o *OWAS* é uma ferramenta simples e útil, pode ser usada por pessoas de diferentes áreas, como saúde, engenharia, indústria, entre outras, sem treinamento especializado e está bem documentada. No entanto, não diferencia a lateralidade nos membros superiores, nem avalia as partes do corpo como o pescoço, cotovelos e pulsos, nem codificação de postura para ombros, possui tempo excessivo para sua aplicação, e não leva em consideração a repetição ou duração das posturas sequenciais (GÓMEZ-GALÁN *et al.*, 2017), (TAKALA *et al.*, 2010). Porém, muitos autores usam o *OWAS* junto com outras ferramentas semi-diretas (por exemplo, RULA e *REBA*) e indiretas (questionários) (GÓMEZ-GALÁN *et al.*, 2017) para sustentar os critérios em falta ou pouco aprofundados.

3.3.3 *REBA*

Consequentemente, pelos motivos expostos no item anterior em relação à abrangência de escopo da ferramenta *OWAS*, foi selecionada a ferramenta *REBA* como complementação da análise do risco ergonômico e classificação da exposição ao risco das posturas de trabalho e movimentos durante a execução dos serviços de alvenaria.

Chen, Qiu e Ahn (2017) afirmam que esta abordagem de análise fornece uma avaliação rápida, sistemática e quantitativa dos riscos posturais do trabalhador em relação às principais articulações do corpo e ângulos entre as articulações. As ferramentas de observação de postura, como o *OWAS* e *REBA*, são mais utilizadas pelos profissionais, por terem como vantagem a fácil aplicação, menor custo e mais flexibilidade quando se trata de coletar dados em campo (CHIASSON *et al.*, 2012) (TAKALA *et al.*, 2010).

A confiabilidade da ferramenta *REBA* foi estabelecida em duas etapas, a primeira envolveu três ergonômicos/fisioterapeutas codificando independentemente 144 combinações de postura. Eles discutiram e resolveram quaisquer conflitos entre as pontuações e, em seguida, incorporaram as pontuações de risco adicionais para carga, tipo de pega e atividade, para gerar a pontuação final (MCATAMNEY; HIGNETT, 2004). A segunda etapa envolveu duas oficinas com 14 profissionais para codificar mais de 600 exemplos de posturas de trabalho dos setores de saúde, manufatura, e indústrias de eletricidade, isso estabeleceu uma boa confiabilidade, e a

ferramenta continua a ser amplamente utilizada, particularmente na indústria de cuidados de saúde (MCATAMNEY; HIGNETT, 2004).

Outro motivo para aplicação desta ferramenta foi devido a um estudo realizado na Coreia comparando diferentes ferramentas de avaliação de risco ergonômico, para trabalho agrícola. Neste estudo Kong *et al.* (2018) demonstraram que a ferramenta *REBA* foi a mais adequada para avaliar posturas de trabalho no corpo inteiro comparado com outras ferramentas de avaliação, como o *OWAS* e o *RULA*. Joshi e Deshpande (2019) afirmam que o *OWAS* é mais focado nos membros inferiores (possui mais categorias para membros inferiores) e tende por isso, a subestimar os riscos ergonômicos, se uma atividade envolver mais o uso dos membros superiores; por outro lado, se a atividade envolver o uso dos membros superiores e inferiores, o *REBA* será mais adequada do que o *RULA* e o *OWAS*.

Dado que no Brasil os principais distúrbios osteomusculares situam-se no tronco (Dorsalgia) e ombros, considerou-se relevante realizar uma avaliação ergonômica postural mais detalhada para os membros superiores, adicionando a ferramenta *REBA* e estabelecendo uma comparação entre as duas ferramentas observacionais. Como vantagem a ferramenta *REBA* é mais adequada às necessidades dos profissionais de saúde e segurança ocupacional e profissões relacionadas, que têm tempo e recursos limitados (DAVID, 2005).

De acordo com Al Madani e Dababneh (2016) esta ferramenta é usada atualmente, com rápida aplicação, e com lista de verificação computadorizada e tabelas disponíveis em domínio público. Assim sendo, foram selecionadas duas posturas diferentes para cada ação do ciclo de trabalho da elevação da alvenaria, escolhendo as posturas realizadas com mais frequência ou mantidas por mais tempo e as mais instáveis, para serem pontuadas e classificadas de acordo com o seu nível de risco. Com base nestes critérios, para cada ação foram escolhidas duas posturas mais representativas, totalizando 12 posturas por cada atividade.

3.3.4 MET

Outro princípio importante que se encontra na base da ergonomia é a fisiologia, o seu conhecimento é fundamental para formular recomendações sobre postura e movimentos. A fisiologia estima a demanda energética do coração e pulmões, exigida para um esforço muscular, e o esforço muscular contínuo e localizado pode gerar a fadiga, que também pode ocorrer com o esforço físico realizado por longos períodos, assim, a energia fornecida aos músculos para manter

uma postura e realizar movimentos contínuos pode ser um fator limitante (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

A atividade energética do trabalhador geralmente é medida pelo número de quilocalorias na unidade de tempo (kcal/h). A tolerância do indivíduo a uma maior ou menor carga de trabalho físico é uma interação entre o dispêndio energético da tarefa e a capacidade aeróbica do trabalhador, assim a classificação da carga de trabalho físico pode ser expressa como leve, moderado ou pesado (COUTO, 1995). O trabalhador é capaz de desenvolver altos níveis de dispêndio energético no trabalho, inclusive acima da sua capacidade máxima desde de que seja por pouco tempo, transformando o seu trabalho em uma atividade física pesada (COUTO, 1995).

Os benefícios para a saúde de várias combinações de atividades com intensidade moderada e pesada foram suficientemente investigados e examinados em estudos observacionais e usando ensaios clínicos randomizados (MENDES *et al.*, 2018). Baseado em resultados de dados de saúde em estudos observacionais e num extenso banco de dados sobre os gastos de energia de várias atividades, a abordagem *MET* é recomendada para calcular as atividades de intensidade leve, moderada e pesada (HASKELL *et al.*, 2007). A ferramenta *MET* estima o gasto de energia durante a atividade física, um *MET* representa o gasto de energia de um indivíduo enquanto está em repouso.

Os autores Haskell *et al.* (2007) também afirmam que é reconhecido que os valores reais de *MET* podem variar de pessoa para pessoa, dependendo de uma variedade de fatores (por exemplo, como o indivíduo realiza a atividade, nível de habilidade, composição corporal), mas os valores de intensidade *METs* fornecidos no compêndio (AINSWORTH *et al.*, 2000) são suficientemente precisos para adultos geralmente saudáveis de 18 a 65 anos, para a finalidade desta ferramenta.

A ferramenta *MET* foi selecionada pelo fato de ser uma ferramenta recomendada para calcular a intensidade de uma atividade ocupacional e auxiliar na compreensão e cálculo do ciclo de trabalho.

3.4 PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS SELECIONADAS

Para as ferramentas *OWAS*, *REBA* e *MET*, a execução da elevação da alvenaria, foi dividida em três atividades:

- **1 – Marcação da alvenaria** (foram analisadas as posturas praticadas durante o assentamento da 1º fiada de blocos);
- **2 – Elevação da parte inferior da alvenaria** (foram analisadas as posturas praticadas durante o assentamento da 2º fiada à 5º fiada de blocos);
- **3 – Elevação da parte superior da alvenaria** (foram analisadas as posturas praticadas durante o assentamento da 6º fiada à 9º fiada de blocos).

A atividade referente à elevação da alvenaria foi dividida em duas análises para cada estudo de caso, devido às diferenças entre as posturas praticadas, que são influenciadas pela altura a que o posto de trabalho se encontra relativamente ao trabalhador. Na parte inferior da elevação da alvenaria, o posto de trabalho encontra-se predominantemente abaixo da cintura do trabalhador, ao contrário da parte superior, que se encontra majoritariamente acima da cintura do trabalhador. As demais fiadas são executadas com o auxílio de andaimes repetindo as mesmas posturas.

3.4.1 EWA

Segundo os autores Ahonen *et al.* (1989), esta ferramenta deve ser aplicada de acordo com as seguintes etapas:

- O avaliador define e delimita a tarefa a ser analisada, a análise deve ser a respeito da tarefa ou do local do trabalho. Geralmente a tarefa é dividida e analisada separadamente;
- A tarefa é descrita, sendo necessário o avaliador fazer uma lista de atividades e desenhar um esboço do posto de trabalho;
- O avaliador apresenta ao trabalhador a descrição das tarefas e, em conjunto, redefinem a lista de tarefas, aproximando-a do trabalho real;
- Com um desenho das tarefas e das atividades do trabalhador, o avaliador pode prosseguir com a análise ergonômica, item por item, usando o manual como guia.

Em relação às formas de avaliação, esta ferramenta atua sob dois enfoques: a perspectiva do avaliador e a perspectiva do trabalhador. Essa medida permite ao avaliador contrapor os seus resultados em relação à opinião do trabalhador, que deve ser destacado devido à sua experiência prática de uso de seu posto e da atividade de trabalho e a sua perspectiva do ambiente de trabalho (BORMIO; PACCOLA; SILVA, 2008):

- **Avaliação Objetiva (Avaliador):** Esta avaliação obedece a uma escala que varia de 1 a 5 (para alguns itens varia de 1 a 4), na qual as condições de trabalho, a organização do posto de trabalho, e o ambiente são comparados com as recomendações da literatura, o que possibilita determinar o desvio entre o ocorrido e o recomendável. Assim, uma classificação máxima (4 ou 5) aponta para condições de trabalho ou ambientais, inadequadas ou perigosas, para a saúde do trabalhador. Respectivamente, condições adequadas serão classificadas em 1 ou 2;
- **Avaliação Subjetiva (Trabalhador):** A avaliação do trabalhador atua como um fator comparativo e complementar, que contribui para os resultados da análise, considerando o fato de que a visão do trabalhador, referente ao seu posto de trabalho e à execução da atividade, tem um significado prático e real. Esta avaliação obedece a uma escala com a seguinte variação: “Bom” (++) , “Regular” (+), “Ruim” (-), “Muito Ruim” (—). Realizado por meio de entrevista, conduzida pelo avaliador ao trabalhador.

A ferramenta avalia os fatores de risco no local de trabalho de acordo com os itens, apresentados no Quadro 8, escolhidos por dois critérios. No primeiro critério, cada item deve representar fatores de risco nos quais a saúde, a segurança e a produtividade do posto de trabalho possam ser projetadas e realizadas, e no segundo, os itens devem ser quantificáveis.

Neste Quadro encontram-se os onze itens avaliados, tanto nos Estudos de Caso Exploratórios quanto nos Estudos de Caso. Os itens 12, 13 e 14 relativos à iluminação, temperatura e ruído no local de trabalho não foram quantificados, pois era necessário equipamento específico para realizar as medições.

Quadro 8 - Itens de análise dos fatores de risco das condições de trabalho pela ferramenta *EWA* aplicados nos Estudos de Caso Exploratórios e Estudos de Caso

Itens de Análise do <i>EWA</i>		Itens Aplicados: Estudos Exploratórios e Estudos de Caso
1	Área de Trabalho	Aplicado
2	Atividade Física Geral	Aplicado
3	Levantamento de Cargas	Aplicado
4	Posturas de Trabalho e Movimentos	Aplicado
5	Risco de Acidente	Aplicado
6	Conteúdo do Trabalho	Aplicado
7	Restrições no trabalho	Aplicado
8	Comunicação entre Trabalhadores e Contatos Pessoais	Aplicado
9	Tomada de decisões	Aplicado
10	Repetitividade do Trabalho	Aplicado
11	Atenção	Aplicado
12	Iluminação	Não aplicado
13	Ambiente Térmico	Não aplicado
14	Ruído	Não aplicado

Fonte: Autora

Segundo os autores, as atividades que requerem habilidades manuais e movimentação manual de materiais e componentes têm sido o alvo principal da análise; mas a análise também pode ser usada em outros tipos de atividades e em alguns casos um determinado item pode ser irrelevante para uma dada atividade (AHONEM *et al.*, 1989).

A tarefa pode ser diversificada e o conteúdo do trabalho abrangente, de forma que o uso da escala pode não ter sentido. Assim, a descrição verbal pode ser mais adequada; se o avaliador decide que a maioria dos itens não é relevante para a análise, ele pode preferir usar análises mais específicas (AHONEM *et al.*, 1989).

Na sequência são apresentados os procedimentos para avaliação das condições ergonômicas para cada item presente no Quadro 8 aplicado nesta tese, seja nos Estudos de Caso Exploratórios ou nos Estudos de Caso.

Item 1 – Área de Trabalho

Este item caracteriza o plano horizontal de trabalho, que descreve como os materiais, ferramentas e equipamentos devem estar situados na área de trabalho, as alturas de trabalho, a distância visual e o ângulo de visão, o espaço para as pernas, o assento, as ferramentas manuais e outros equipamentos. A classificação da área de trabalho deve ser feita de acordo com a Figura 8.

Figura 8 - Classificação da área de trabalho

1	O espaço de trabalho segue as recomendações ou é inteiramente ajustável pelo trabalhador.
2	Existem limitações em atender às recomendações; entretanto, as posturas e movimentos de trabalho estão adequadas às necessidades da tarefa.
3	Nem todas as recomendações são seguidas: as posturas e movimentos de trabalho são, portanto, inadequadas.
4	Há grandes desvios em relação aos padrões recomendados. A organização do espaço de trabalho força o trabalhador a usar posturas de trabalho ruins e tensas, bem como movimentos inadequados.

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 2 – Atividade Física Geral

O Manual descreve que a atividade física geral é determinada pela duração do trabalho, pelos métodos e equipamentos que requerem esforço físico. Esses parâmetros podem estar num patamar ideal, acima ou abaixo desta referência. Este item foi avaliado, por meio da observação direta: foi visualizada a regulação da carga física. A classificação da avaliação da atividade física deve ser feita de acordo com a Figura 9.

Figura 9 - Avaliação da atividade física geral

4	A atividade depende inteiramente dos métodos de produção ou da organização do trabalho. O trabalho é razoavelmente pesado ou pesado, as pausas durante o trabalho não têm sido levadas em consideração. Ocorrem altos picos de carga de trabalho.	 GRANDE
3	A atividade depende dos métodos de produção ou da organização do trabalho. O risco de um esforço excessivo devido a picos de carga de trabalho é relativamente freqüente.	
2	A atividade depende, em parte, dos métodos de produção ou da organização do trabalho. Os picos de carga de trabalho ocorrem com alguma freqüência, mas eles não produzem um risco de esforço excessivo.	
1	A atividade física é inteiramente determinada pelo trabalhador; os fatores causadores dos picos de carga de trabalho não acontecem.	
		APROPRIADO
1	A atividade física é inteiramente regulada pelo trabalhador. Os espaços de trabalho, equipamentos e métodos não geram restrições de movimentos.	 LEVE
2	Os espaços de trabalho, equipamentos e métodos permitem a realização de movimentos adequados.	
3	Os espaços de trabalho, equipamentos e métodos limitam os movimentos de trabalho. As possibilidades de movimentos ocorrem durante as pausas de trabalho.	
4	Os espaços de trabalho, equipamentos e métodos restringem os movimentos de trabalho ao mínimo. As atividades durante as pausas de trabalho nem sempre são possíveis.	

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 3 – Levantamento de Cargas

O instituto NIOSH definiu que para o levantamento de cargas, um indivíduo de 70 kg deve levantar com segurança apenas uma carga de 23 kg (1/3 do seu próprio peso) (NIOSH, 1981). De acordo com o manual o esforço requerido pelo levantamento é dado pelo peso da carga, a distância horizontal entre a carga e o corpo, e a altura da elevação. Este item foi avaliado por observação direta a distância horizontal e a altura de elevação, e foi identificado o peso da carga elevada. A carga elevada é referente ao peso dos blocos de alvenaria transportados. A classificação da avaliação da atividade física deve ser feita de acordo com a Figura 10.

Figura 10 - Classificação do levantamento de carga normal e com agachamento

1 A carga pode ser facilmente elevada									
	Altura de elevação normal					Elevação com agachamento			
	Distância das mãos em relação ao corpo, cm					Distância das mãos em relação ao corpo, cm			
	<30	30-50	50-70	>70		<30	30-50	50-70	>70
	carga, Kg					carga, Kg			
2	Abaixo de 18	Abaixo de 10	Abaixo de 8	Abaixo de 6	2	Abaixo de 13	Abaixo de 8	Abaixo de 5	Abaixo de 4
3	18-34	10-19	8-13	6-11	3	13-23	8-13	5-9	4-7
4	35-55	20-30	14-21	12-18	4	24-35	14-21	10-15	8-13
5	Acima de 55	Acima de 30	Acima de 21	Acima de 18	5	Acima de 35	Acima de 21	Acima de 15	Acima de 13

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos

As posturas de trabalho referem-se às posições do pescoço, braços, costas, quadris e pernas durante o trabalho. Os movimentos de trabalho são os movimentos ações do corpo exigidos pela atividade de trabalho. A classificação das posturas de trabalho e movimentos deve ser feita de acordo com as Figuras 11, 12, 13 e 14.

Figura 11 - 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.	

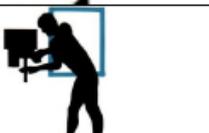
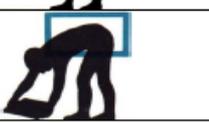
Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Figura 12 - 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.	

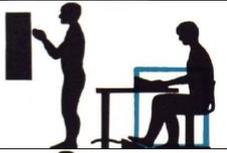
Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Figura 13 - Classificação das posturas de trabalho e movimentos (tronco)

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: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Figura 14 - 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.	

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 5 – Risco de Acidente

De acordo com o manual, o risco de acidente refere-se a qualquer possibilidade de lesão aguda ou intoxicação causada pela exposição do trabalhador durante uma jornada de trabalho. Esse risco é determinado por meio da possibilidade do acidente ocorrer e sua severidade. Deve ser abordado com o engenheiro ou técnico responsável pela segurança no trabalho, para avaliar se a severidade é leve (se causa não mais do que um dia de afastamento), se é pequena (se causa menos de uma semana de afastamento), se é grave (se causa um mês de afastamento) e se é gravíssima (se causa pelo menos seis meses de afastamento ou incapacidade permanente).

O risco de acidente é pequeno (se o trabalhador evita o acidente empregando procedimentos normais de segurança, ocorre não mais de um acidente a cada cinco anos), é médio (se o trabalhador evita o acidente seguindo instruções especiais e sendo mais cuidadoso e vigilante que o usual, pode ocorrer um acidente por ano), é grande (se o trabalhador evita o acidente sendo extremamente cuidadoso e seguindo exatamente os regulamentos de segurança, o risco é aparente, e um acidente pode ocorrer a cada três meses) e é muito grande (se o trabalhador somente pode evitar o acidente seguindo estritamente e precisamente os regulamentos de segurança, pode ocorrer um acidente por mês). A classificação do risco de acidente deve ser feita de acordo com a Figura 15.

Figura 15 - Classificação quanto ao 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

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 6 – Conteúdo do Trabalho

Este item define que o conteúdo do trabalho é determinado pelo número e qualidade das tarefas individuais inclusas nas atividades de trabalho. Deve ser avaliado se o trabalho inclui planejamento e preparação, inspeção e correção, manutenção e gerenciamento de materiais, além da tarefa original. A classificação do conteúdo de trabalho deve ser feita de acordo com a Figura 16, não existe classificação de valor 2 e 4.

Figura 16 - Classificação de conteúdo de trabalho

1	O trabalhador planeja e executa todo o trabalho, inspeciona e corrige o produto ou resultado e também executa tarefas que envolvem reparo e gerenciamento de materiais.
2	
3	O trabalhador executa apenas uma parte do trabalho.
4	
5	O trabalhador é responsável por uma tarefa simples ou apenas uma operação.

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 7 – Restrições no Trabalho

O item 7 estabelece o trabalho restrito, avaliando se as condições de execução limitam os movimentos do trabalhador e a liberdade de escolher quando e como fazer o trabalho. É importante avaliar a limitação da tarefa, se a organização impõe as suas condições e limita a tarefa ou se o trabalhador tem liberdade para escolher o tempo de executar a tarefa. A classificação das restrições no trabalho deve ser feita de acordo com a Figura 17, não existe classificação de valor 2 e 4.

Figura 17 - Classificação das restrições no trabalho

1	As exigências das máquinas, processos, métodos de produção não limitam o trabalho.
2	
3	Há ocasionalmente certas limitações no trabalho e exige um certo tempo de concentração.
4	
5	O trabalho é completamente limitado por máquinas, processos ou trabalho em grupo.

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 8 - Comunicação entre Trabalhadores e Contatos Pessoais

Este item refere-se às oportunidades que os trabalhadores têm de comunicação sobre o trabalho com seus superiores ou colegas. Deve ser avaliado o grau de isolamento do trabalhador e as oportunidades de comunicação. A classificação da comunicação entre trabalhadores e contatos pessoais deve ser feita de acordo com a Figura 18, não existe classificação de valor 2 e 4.

Figura 18 - Classificação da comunicação entre trabalhadores e contatos pessoais

1	Existe uma preocupação em fazer com que a comunicação e os contatos entre os trabalhadores sejam possíveis.
2	
3	A comunicação é possível durante o dia de trabalho, mas ela é claramente limitada pela localização do posto, presença de ruído ou necessidade de concentração.
4	
5	A comunicação e o contato são completamente limitados durante o turno de trabalho. Por exemplo, o trabalhador trabalha sozinho, à distância ou está isolado.

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 9 – Tomada de Decisão

A dificuldade de tomada de decisões é influenciada pelo grau de disponibilidade de informação e do risco envolvido na decisão. Para este item é preciso avaliar a complexidade de conexão entre a disponibilidade de informação e a ação do trabalhador. As tarefas podem ser simples e claras ou complexas e serem necessárias várias informações. A classificação da tomada de decisões deve ser feita de acordo com a Figura 19.

Figura 19 - Classificação da tomada de decisões

1	O trabalho é composto por tarefas que tem informações claras e não ambíguas.
2	O trabalho é composto por tarefas que incluem informações, de forma que a comparação entre possíveis alternativas seja feita e a escolha dos modelos de atividade seja fácil.
3	O trabalho é composto por tarefas complicadas com várias alternativas de solução, sem possibilidade de comparação. É necessário que o trabalhador monitore seus próprios resultados.
4	O trabalhador tem que fazer muitas escolhas sem informações suficientemente claras, para basear sua escolha. Uma decisão errada cria a necessidade de correção da atividade e do produto, ou cria sérios riscos pessoais.
5	O trabalho envolve vários conjuntos de instruções, visores ou máquinas, e as informações podem conter erros. Uma decisão errada pode ocasionar risco de acidente, parada na produção ou perda de material

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 10 – Repetitividade do Trabalho

A repetitividade do trabalho é determinada pela duração média de um ciclo repetitivo de trabalho, sendo medida do começo ao fim deste ciclo. A duração média do ciclo de trabalho foi calculada pela ferramenta *MET*. A classificação da repetitividade do trabalho deve ser feita de acordo com a Figura 20.

Figura 20 - Classificação da repetitividade do trabalho

DURAÇÃO DE UM CICLO	
1	acima de 30 minutos
2	de 10 a 30 minutos
3	de 5 a 10 minutos
4	de 30 segundos a 5 minutos
5	abaixo de 30 segundos

Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

Item 11 – Atenção

A atenção é uma característica cognitiva que compreende todo o cuidado e observação que um trabalhador deve dar para seu trabalho, instrumentos, máquinas, visores, processos, etc. A demanda de atenção é avaliada pela relação entre a duração da observação e o grau de atenção necessário. É importante avaliar a atenção demandada pelo trabalho, a partir do tempo que o

trabalhador leva para realizar a observação e o grau de atenção requerido. A classificação da atenção no trabalho deve ser realizada de acordo com a Figuras 21(a) e (b).

Figura 21 – (a) Classificação da atenção no trabalho por período de observação e (b) classificação da demanda de atenção no trabalho

a)		b)		
	% da duração do ciclo	Atenção demandada	Exemplos: Indústria Metal	trabalho de escritório
1	menor que 30%	1 Superficial	manuseio de materiais	carimbar papéis
2	de 30 a 60%	2 Médio	posicionar um elemento com um padrão	datilografar
3	de 60 a 80%	3 Grande	trabalho de montagem	revisão de provas
4	maior que 80%	4 Muito grande	usar instrumentos de ajuste e mensuração	desenhar mapas

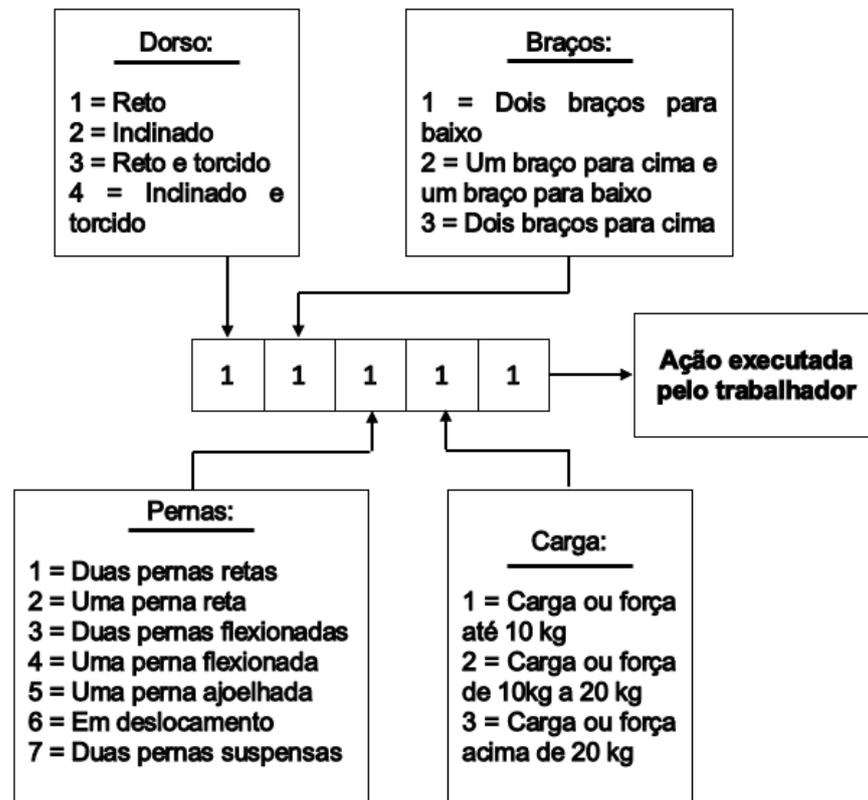
Fonte: (AHONEM; MARTTI; KUORINKA, 2001).

3.4.2 OWAS

A avaliação *OWAS* é baseada na amostragem de posturas típicas de partes do corpo durante o trabalho. Com intervalo de tempo definido, as imagens são extraídas da gravação de vídeo e são codificadas manualmente, sendo que a classificação da postura é identificada por um sistema de codificação composto por cinco dígitos. A identificação de cada dígito encontra-se exposta na Figura 22.

O primeiro dígito do código indica a posição do dorso (quatro posturas), o segundo, a posição dos membros superiores (três posturas), o terceiro, dos membros inferiores (sete posturas), o quarto indica o levantamento de carga ou uso de força (três categorias) e o último identifica a ação executada pelo trabalhador (as ações são numeradas em função do ciclo de trabalho). A classificação das posturas necessita apenas de alguns minutos de observação e pode ser constituída por vários registros, cujo objetivo passa pela descrição detalhada e efetiva das posturas naquele local de trabalho.

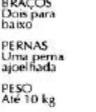
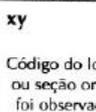
Figura 22 - Codificação das posturas para a ferramenta OWAS



Fonte: Adaptado de (HOY *et al.*, 2005).

A classificação das posturas segue o registro das figuras do sistema OWAS apresentado na Figura 23.

Figura 23 - Sistema OWAS para registro de postura

DORSO				
	1 Reto	2 Inclinado	3 Reto e torcido	4 Inclinado e torcido
	ex: 2151 RF			
	DORSO inclinado 2			
BRAÇOS				
	1 Dois braços para baixo	2 Um braço para cima	3 Dois braços para cima	DORSO inclinado 2
	BRAÇOS Dois para baixo 1			
	PERNAS Uma perna ajoelhada 5			
PERNAS				
	1 Duas pernas retas	2 Uma perna reta	3 Duas pernas flexionadas	PERNAS Uma perna ajoelhada 5
	PESO Até 10 kg 1			
	LOCAL Remoção de refugos RF			
CARGA				
	4 Uma perna flexionada	5 Uma perna ajoelhada	6 Deslocamento com pernas	7 Duas pernas suspensas
	CARGA Carga ou força até 10 kg 1			
	CARGA Carga ou força entre 10 kg e 20 kg 2			
CARGA				
	1 Carga ou força até 10 kg	2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	3 Carga ou força acima de 20 kg	xy
	Código do local ou seção onde foi observado			
	CARGA Carga ou força acima de 20 kg 3			

Fonte: Iida (2005).

Após a identificação da postura utilizando os grupos de segmentos corpóreos e a carga de trabalho, encontra-se na matriz a classificação da postura pela combinação das variáveis (Figura 24), que foram classificadas em quatro categorias de ação indicando uma necessidade de mudança ergonômica.

Figura 24 - Matriz de classificação das posturas pela combinação das variáveis

Dorso	Braços	1			2			3			4			5			6			7			Pernas Cargas
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	Classificação da Postura
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	

Fonte: Iida (2005).

A avaliação de cada postura do ponto de vista do desconforto causado e do efeito sobre a saúde foi realizada a partir de classificações de trabalhadores e de sua ponderação por especialistas (KARHU; KANSI; KUORINKA, 1977). Essa avaliação resulta em quatro categorias, que indicam o grau de criticidade da postura e ação a ser tomada (Quadro 9). A primeira contém as posturas normais, a quarta inclui aquelas classificadas como as mais desconfortáveis e as outras duas são constituídas pelas posturas com classificações intermediárias (KARHU; KANSI; KUORINKA, 1977). Cada uma das categorias se enquadra em uma classe que indica a necessidade de ação ergonômica: classe (1) que dispensa cuidado, classe (2) que requer atenção no futuro próximo, classe (3) que requer atenção em curto prazo e classe (4) que requer atenção imediata.

Quadro 9 - Classificação das posturas segundo a ferramenta OWAS

Classe 1	Postura normal, sem efeito prejudicial particular para o sistema osteomuscular, não é necessária nenhuma ação.
Classe 2	A postura tem algum efeito nocivo para o sistema osteomuscular, ações corretivas são necessárias em um futuro próximo.
Classe 3	A postura tem um efeito claramente prejudicial para o sistema osteomuscular, ações corretivas devem ser tomadas o mais rápido possível.
Classe 4	A postura tem um efeito extremamente prejudicial para o sistema osteomuscular, são necessárias ações corretivas imediatas.

Fonte: Lee e Han (2013).

As informações fornecidas por esse método desempenham um papel importante na avaliação de posturas, bem como na redução de distúrbios osteomusculares relacionados ao

trabalho. As observações podem ser feitas como “instantâneas” ou por gravações, e a amostragem geralmente é realizada usando intervalos de tempo fixos.

De acordo com Kivi e Mattila (1991) o registro pode ser realizado por meio de gravação de vídeo acompanhado de observações diretas, nas atividades cíclicas deve ser observado todo o ciclo e nas atividades não cíclicas um período de no mínimo 30 segundos por atividade. Brandl *et al.* (2017) investigaram o efeito do intervalo da amostragem utilizado nas observações, ou seja, o intervalo entre a classificação das posturas de trabalho.

Os autores afirmaram que intervalos de amostragem superiores a 30 segundos apresentam um erro real maior do que o erro teórico e que pequenos intervalos levam a uma melhor confiabilidade da amostragem. Para observações diretas, os autores recomendam o uso de um intervalo de amostragem de 20 segundos e intervalos de amostragem de observação em vídeo de 10 segundos ou menos (BRANDL; MERTENS; SCHLICK, 2017).

As análises realizadas com esta ferramenta tiveram o auxílio de gravação de vídeos, porque as filmagens possibilitaram uma nova observação das posturas e movimentos sempre que necessário e sem precisar retornar ao local, permitindo parar o vídeo de modo a facilitar a codificação das posturas, de acordo com as Figuras 22 e 23 e posteriormente a sua classificação de risco consoante a matriz da Figura 24.

A ferramenta foi aplicada por meio de uma planilha de *Excel*, que auxiliou na classificação das atividades e na apresentação dos resultados das análises de cada estudo de caso. Para análise das posturas, o recurso de gravação de vídeo permitiu adotar 10 segundos como intervalo de amostragem. Devido à característica repetitiva das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, o tempo de observação teve duração de uma hora por atividade, totalizando 361 postura observadas por análise.

3.4.3 REBA

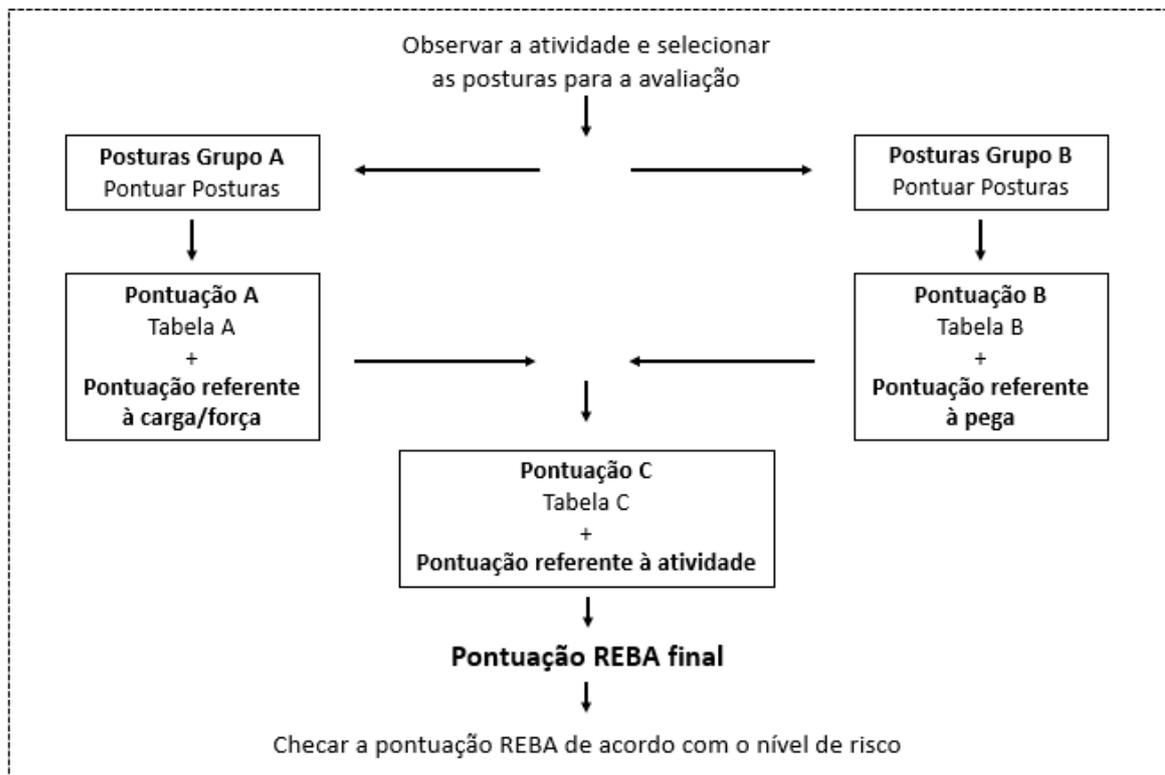
A primeira etapa de avaliação da ferramenta consiste em observar a atividade do trabalhador para formular uma avaliação ergonômica geral do local do trabalho, o *layout*, o ambiente, os equipamentos utilizados e o comportamento do trabalhador. Consoante Mcatamney e Hignett (2004) um ou mais critérios podem ser adotados para essa seleção; a partir dessas observações é realizada a seleção das posturas a serem analisadas, os critérios de seleção são:

- Postura repetida com mais frequência ou mantida por mais tempo;
- Postura que exige maior esforço muscular ou maior força;
- Postura conhecida por causar desconforto;
- Postura extrema, instável ou desajeitada, especialmente quando é exigido aplicação de força;
- Postura mais provável de ser melhorada por intervenções, medidas de controle ou outras mudanças.

Os critérios para a escolha das posturas nesta pesquisa foram: posturas com mais frequência ou mantidas por mais tempo e aquelas posturas extremas, instáveis ou incômodas. Após a seleção das posturas, a segunda etapa consistiu em pontuar cada parte do corpo separadamente, utilizando as pontuações para o Grupo A (Pescoço, Tronco e Pernas), tendo 60 combinações posturais, e as pontuações para o Grupo B (Braços, Antebraço e Pulsos). O ideal é que as posturas do Grupo B, tendo 36 combinações posturais, sejam pontuadas separadamente para os dois lados; como a ferramenta *REBA* estabelece uma distinção de lado esquerdo e direito, foi realizada uma análise referente à lateralidade, avaliando separadamente o braço esquerdo e o direito (HIGNETT; MCATAMNEY, 2006). Cada intervalo entre posições, corresponde a áreas anatômicas avaliadas, que estão relacionadas a uma pontuação correspondente a cada valor, que vão aumentando à medida que a distância do segmento da posição neutra aumenta.

A terceira etapa é o processamento das pontuações por meio de uma matriz. A partir das pontuações de tronco, pescoço e pernas é gerado uma única pontuação e é adicionada a pontuação referente à variável carga/força, sendo o resultado dessa operação a Pontuação A final. Da mesma forma, as pontuações do braço, antebraço e punho são utilizadas para gerar uma pontuação única, que é adicionada a pontuação referente à variável pega, sendo o resultado dessa operação a Pontuação B final.

As pontuações finais dos grupos A e B têm como objetivo encontrar a Pontuação C, por meio de uma matriz. O tipo de atividade muscular que o trabalhador está a executar, como estático, dinâmico ou sujeito a mudanças bruscas, é então representado por uma pontuação, que é adicionada a pontuação C para fornecer a Pontuação *REBA* final. A aplicação da ferramenta pode ser dividida em diversas etapas de avaliação, as quais estão esquematizadas na Figura 25 a seguir.

Figura 25 - Etapas para aplicação da ferramenta *REBA*

Fonte: Autora

Em seguida às pontuações, as planilhas são utilizadas para compilar as variáveis do fator de risco, gerando uma pontuação única que representa o nível de risco de distúrbios osteomusculares. A pontuação *REBA* final é então interpretada em relação ao nível de risco sofrido pela postura avaliada, dividido em cinco níveis, como demonstrado a seguir. A sua pontuação pode variar de 1 a 15, sendo o valor 1 vinculado a nenhuma ação necessária e os valores entre 11 e 15 vinculados a uma ação imediatamente necessária. A pontuação gerada é chamada de “níveis de ação” divididos em cinco níveis, como demonstrado no Quadro 10, a seguir. Essa pontuação final é interpretada de acordo com o nível de ação necessário, que indicam a urgência em evitar ou reduzir o risco da postura avaliada (MCATAMNEY; HIGNETT, 2004).

Quadro 10 - Classificação dos níveis de ação segundo a ferramenta *REBA*

Níveis de Ação	Pontuação <i>REBA</i>	Nível de risco	Ação
1	1	Risco Insignificante	Não é necessária nenhuma ação.
2	2 - 3	Risco Baixo	A postura é aceitável se não for mantida ou repetida por longos períodos.
3	4 - 7	Risco Médio	São necessárias investigações posteriores; algumas intervenções podem se tornar necessárias.
4	8 - 10	Risco Elevado	É necessário investigar e mudar em breve.
5	11 - 15	Risco Muito Elevado	É necessário investigar e mudar imediatamente.

Fonte: Adaptado de Hignett e Mcatamney (2000).

Para esta pesquisa foi utilizada a versão da ferramenta *REBA* em planilha de *Excel* que é uma adaptação feita pelo Dr. Alan Hedge, baseada na ferramenta original e disponibilizada gratuitamente no endereço: < <https://ergo-plus.com/> >. Essa planilha foi desenvolvida de forma a conter todas as informações necessárias para a aplicação da ferramenta em uma única folha, fornecendo um passo a passo da aplicação.

Essa versão está escrita em inglês, utiliza códigos de cores para facilitar o entendimento dos valores a serem atribuídos e pode ser observada no Anexo desta tese. Os resultados foram apresentados em quadros, que descrevem o ciclo de trabalho, a duração média de cada ação e do ciclo de trabalho, as posturas selecionadas e a sua respectiva pontuação e classificação pela ferramenta *REBA*, identificadas pela cor correspondente à pontuação.

3.4.4 *MET*

O Equivalente Metabólico (*MET*) é um parâmetro utilizado em fisiologia para se estimar a taxa metabólica. O *MET*, múltiplo da taxa metabólica basal, equivale à energia suficiente para uma pessoa se manter em repouso, representado na literatura pelo consumo de oxigênio. Quando se exprime o gasto de energia em *METs* (múltiplos de equivalentes metabólicos), representa-se o número de vezes pelo qual o metabolismo de repouso foi multiplicado durante uma atividade (por exemplo, pedalar a quatro *METs* implica em gasto calórico quatro vezes maior que o que vigora em repouso) (COELHO-RAVAGNANI *et al.*, 2013).

O CAF (Compêndio de Atividades Físicas) foi desenvolvido para normalizar as intensidades em *METs* de várias atividades físicas e para uso em estudos epidemiológicos (AINSWORTH *et al.*, 2000). A 1.^a versão surgiu em 1993 (AINSWORTH *et al.*, 1993) e a primeira revisão ocorreu em 2000 (AINSWORTH *et al.*, 2000). Neste compêndio encontram-se descritos os valores dos *METs* de 605 atividades físicas (códigos). As atividades físicas são

classificadas por cinco dígitos: os primeiros dois definem a categoria e os três últimos descrevem o tipo.

O CAF tem como objetivo fornecer um padrão diversificado para classificar as atividades listadas segundo seu objetivo e dispêndio energético. O gasto energético de uma atividade é expresso em $\text{kcal} \times \text{kg}^{-1} \times \text{h}^{-1}$. O gasto calórico (Kcal) de uma atividade é possível ser estimado pela multiplicação do peso corporal pelo valor do *MET* e considerando a duração da atividade (FARINATTI, 2003). O autor Smith (1997) afirma que o equivalente metabólico é um dos principais instrumentos empregados para descrever as necessidades energéticas de um indivíduo, requeridas em várias atividades, apresentando o seu gasto energético em forma de tabelas.

Para o cálculo do Equivalente Metabólico é necessário o código da atividade e intensidade em *METs*, o peso de um homem adulto médio e a duração da atividade. O código da atividade e a intensidade em *METs* é apresentado pelo Apêndice 4 das tabelas da CAF, que se encontram disponíveis no artigo “Apresentação de uma Versão em Português do Compêndio de Atividades Físicas (CAF): uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em Fisiologia do Exercício” (FARINATTI, 2003).

Outro fator importante é o peso médio de um homem adulto. O autor afirma que a utilização de um *MET* é uma das abordagens mais frequentemente utilizadas para exprimir o gasto energético relativo, ou seja, dividido pelo peso corporal, quando se exprime o gasto de energia em *METs*, representa-se o número de vezes pelo qual o metabolismo de repouso foi multiplicado durante uma atividade. Assim, para um indivíduo de referência, adota-se o valor de 70 kg (definido como o peso de um indivíduo de referência), 1 *MET* corresponde a um volume de oxigênio de $3,5 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, ou o equivalente a 1 Kcal/min (FARINATTI, 2003).

Considerou-se o tempo de duração da análise da atividade como sendo uma hora, apresentando os resultados obtidos em kcal/h. Assim, calcula-se a duração média de cada ação e, posteriormente, calcula-se a duração média do ciclo de trabalho. O dispêndio de energia de cada ação do ciclo de trabalho em (Kcal/h) é dado pela fórmula (1) e o dispêndio de energia da atividade em (Kcal/h) é dado pela fórmula (2), assim é obtida a taxa de metabolismo da atividade de trabalho:

$$\text{Dispêndio de Energia (Kcal/h)} = \text{METs} \times \text{Duração média da ação (h)} \times 70 \text{ kg} \quad (1)$$

$$\text{Dispêndio de Energia da Atividade de Trabalho (Kcal/h)} = \sum \text{Dispêndio de Energia das ações} \quad (2)$$

Tal como para a ferramenta *OWAS* foi definida a duração da análise das atividades de alvenaria como sendo uma hora, de tal forma que os resultados serão obtidos em kcal/h. Durante o tempo de análise foram observados os ciclos de trabalho e calculado a duração média do ciclo, considerando que o tempo de análise da atividade adotado é de uma hora, é possível definir o número de ciclos de trabalho que acontece nesse período e posteriormente a duração total de cada ação. As filmagens possibilitaram a compreensão e descrição da sequência de ações das atividades, e desse modo, calcular o tempo médio de ciclo realizado.

A Norma Regulamentadora brasileira NR 15 descreve que são consideradas como atividades e operações insalubres, quando a atividade de trabalho se desenvolve acima dos limites de tolerância previstos no Anexo III (da referida norma). Neste anexo são apresentados os limites de tolerância para exposição ao calor, que pode ser consultado no Quadro nº 3 da respectiva norma.

No Quadro 11, a seguir, são demonstrados os valores das taxas de metabolismo por tipo de atividade no Brasil. A classificação das atividades em função do seu gasto calórico, sendo valores entre 125 a 165 kcal/h considerado **trabalho leve**, 166 a 370 kcal/h considerado **trabalho moderado** e superior a esse valor é considerado **trabalho pesado** (BRASIL, 2017).

Quadro 11 - Taxas de metabolismo por tipo de atividade

Tipo de Atividade	Kcal/h
Sentado em repouso	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia).	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir).	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

Fonte: Brasil (2017).

3.5 ABORDAGEM DA METODOLOGIA AET

Devido às características específicas de cada ambiente laboral e às atividades exercidas na construção civil, as condições de trabalho variam de acordo com situação imposta, apresentando diferentes fatores de risco ao trabalhador. Por esse motivo destaca-se a importância da realização de uma análise da atividade de trabalho, de modo a avaliar as condições laborais, identificar os riscos ergonômicos presentes, propor medidas para mitigar esses riscos e assim evitar as doenças ocupacionais.

O presente trabalho tem como objetivo a proposição de um método que conduza a aplicação articulada das ferramentas de avaliação das condições ergonômicas na execução dos serviços de construção, tendo-se como objeto de estudo a execução das alvenarias de vedação e estrutural. Assim, o foco para obtenção desta experiência balizadora do método proposto reside no posto de trabalho do pedreiro sob o enfoque da análise ergonômica.

Neste sentido, ou seja, com a atividade de trabalho dos serviços de alvenaria no centro da investigação, a partir da sua compreensão, se procura formular respostas às demandas que surgem do trabalho na construção civil por meio da abordagem da metodologia da AET, cuja aplicação é dividida em quatro etapas: a) análise da demanda, b) análise da tarefa, c) análise da atividade e d) diagnóstico e recomendações.

3.5.1 Análise da demanda

A primeira etapa da abordagem da AET, a **análise da demanda**, foi iniciada com a procura por referenciais teóricos, os quais deram suporte de linguagem técnica da ergonomia, como também a pesquisa por trabalhos científicos na área de DORT e risco ergonômicos na indústria da construção civil. Desta forma concluiu-se que a instrução da demanda não se configurou por algum problema das empresas construtoras, mas pela insurgência da pesquisadora, em conformidade com os estudos encontrados na literatura. Por esse motivo denominou-se de **demanda provocada**.

3.5.2 Análise da tarefa

As pesquisas publicadas relativas aos riscos ergonômicos e prevalência de DORT na construção civil direcionaram para o encaminhamento da próxima etapa, focando os principais problemas encontrados nas empresas construtoras. Para a **análise da tarefa**, o trabalho prescrito

foi obtido mediante o Procedimento da Execução do Serviço (PES), documento que contém os equipamentos utilizados e método de execução de um serviço da construção civil, e por meio da entrevista com o Engenheiro e o Mestre de Obras responsável pelo canteiro de obras.

3.5.3 Análise da atividade

Para a terceira etapa, a **análise da atividade**, foram realizadas visitas aos canteiros de obras com o intuito de identificar e caracterizar o local de trabalho e, por meio de entrevistas com os trabalhadores responsáveis pelas etapas da execução da alvenaria, compreender o funcionamento da sua atividade de trabalho. Em seguida, com o acompanhamento dos serviços de alvenaria, por observações diretas, anotações e filmagens da execução das atividades, identificou-se o trabalho real dos pedreiros.

A análise ergonômica tem como resultado compreender a realidade do trabalho de modo a poder transformá-lo, confrontando uma dupla perspectiva, a do “QUÊ” e a do “COMO”, para depois explicar o “PORQUE”. O “QUÊ” representa o que o trabalhador deve fazer no seu posto de trabalho, representando pelas instruções técnicas (por exemplo um roteiro, diretrizes) ou verbais (muitas vezes a situação da construção civil), e organizacionais (como por exemplo ritmo, sequências, qualidade, repartição de tarefas) (GUÉRIN *et al.*, 2001). O “COMO” é referente ao modo como o trabalhador realiza as suas atividades, a gestão do corpo (como as posturas, os movimentos, os esforços e os espaços), o uso de ferramentas, cooperação entre colegas, técnicas de trabalho, postergação, antecipação, etc. O “PORQUE” resume-se a explicar o motivo do trabalhador realizar as suas atividades de forma peculiar (GUÉRIN *et al.*, 2001).

A Análise Ergonômica utiliza alguns instrumentos essenciais designadamente, a observação direta, que permite descrever a atividade ou os comportamentos do trabalhador, bem como as condições de trabalho direta ou indiretamente relacionadas com essa atividade, utilizando também para coleta de dados questionários aplicados por meio de entrevistas, para obter uma descrição pelos próprios trabalhadores da sua atividade, como alguns aspectos ligados à sua formação e à empresa.

As metodologias de análise do trabalho recorrem com frequência a técnicas que decompõem a atividade de trabalho em acontecimentos distintos e sucessivos, permitindo a observação de detalhes, como por exemplo a frequência dos gestos, a postura adotada e a avaliação dos ângulos intersegmentares assumidos ao longo do desempenho. Para auxiliar a

análise dos resultados foram aplicadas ferramentas de avaliação de risco ergonômico, que permitiram analisar o posto de trabalho, as posturas adotadas e o esforço físico realizado.

Ressalta-se que a análise das atividades seguiu uma programação distinta em termos de profundidade e abrangência da AET, com aplicação gradativas ferramentas de avaliação do risco ergonômico, partindo-se do uso de uma ferramenta mais abrangente (*EWA*) nos Estudos de Caso Exploratórios e a aplicação desta e de outras ferramentas para os demais Estudos de Caso realizados.

3.5.4 Diagnóstico e recomendações

Com a aplicação das ferramentas de avaliação de risco foi possível identificar e avaliar os fatores que provocam riscos ergonômicos aos trabalhadores. Inicialmente é desenvolvido um **pré-diagnóstico**, a primeira síntese importante da análise ergonômica e deve servir o balanço da intervenção ou do estudo até esse ponto (VIDAL, 2011). E assim, posteriormente, gerar um **diagnóstico** da situação problemática vivenciada nos canteiros de obras, e com essa informação desenvolver recomendações de melhoria. O diagnóstico representa a recomposição das análises parciais realizadas. Os dados levantados nas análises serviram nesta fase como argumentos a serem confrontados e integrados numa síntese que reflita os aspectos determinantes da situação de trabalho (GUÉRIN *et al.*, 2001). A formulação de **recomendações** possibilita a elaboração das mudanças necessárias para a otimização ergonômica da atividade de trabalho.

Por último, a pesquisa procurou transmitir a partir das experiências vivenciadas nos canteiros de obras, a utilização das informações coletadas ao longo dos estudos de caso e do diagnóstico gerado pela análise ergonômica do trabalho permitiram desenvolver uma proposta de articulação de métodos, técnicas e ferramentas de análise ergonômica, que contribuiu para a identificação e avaliação dos riscos ergonômicos físicos na construção civil.

3.6 PESQUISA DE CAMPO

Lida (2005) descreve que para a coleta de dados da análise ergonômica, as fontes de evidência podem ser coletadas por observações diretas, observações formais e informais, as observações diretas são uma técnica de observação do comportamento, que envolve olhar o que as pessoas fazem e registrá-lo de alguma forma; depois disso é descrito, analisado e interpretado, sendo este o tipo de observações a serem realizadas durante esta pesquisa. As observações

informais são menos estruturadas, o observador tem uma grande liberdade para escolher as informações a serem obtidas e sobre a forma de registrá-las; pode-se simplesmente fazer anotações sobre o que acontece. Já as observações formais envolvem um trabalho prévio de seleção, classificação e descrição dos eventos a serem observados (IIDA, 2005).

A coleta de dados foi iniciada pela pesquisa de empresas construtoras que se encaixaram no tema em estudo, ou seja, construtoras de edifícios verticalizados cujas obras se encontrassem no estágio da alvenaria de vedação ou alvenaria estrutural.

Foram contatadas algumas empresas que tiveram interesse em participar da pesquisa e possibilitaram a realização dos dois primeiros estudos de caso exploratórios: um estudo exploratório em um edifício com alvenaria de vedação (AV01) e outro estudo exploratório em um edifício com alvenaria estrutural (AE04).

Após a realização dos dois estudos de caso exploratórios e com a necessidade de se aprofundar na aplicação das ferramentas de avaliação das condições ergonômicas na execução das alvenarias de vedação e estrutural foram realizados mais seis estudos de caso.

Destaca-se o desafio de encontrar empresas interessadas em participar desta pesquisa; algumas empresas recusaram colaborar, dificultando a procura por empresas construtoras, o que levou a pesquisa a ser realizada em outras cidades e estados do Brasil. Um outro imprevisto foi o vírus Sars-Cov2 em 2020, que também impossibilitou a realização de alguns estudos de caso.

No Quadro 12 apresenta-se o resumo dos estudos de caso exploratórios realizados enquanto que no Quadro 13 apresenta-se o resumo dos estudos de caso realizados.

Quadro 12 - Quadro resumo dos Estudos de Caso exploratórios realizados -Fase 1B

Classificação do Estudo de Caso	Numeração do Estudo de Caso	Identificação da Empresa Construtora	Período de Realização	Cidade	Tipo de Blocos	Elevação da Alvenaria
Alvenaria de Vedação	AV01	Construtora A	22/05/2018 a 30/05/2018	Maringá - PR	Bloco Cerâmico	Paredes Externas e Internas
Alvenaria Estrutural	AE04	Construtora D	10/08/2018 a 20/08/2018	São Carlos - SP	Bloco de Concreto	Paredes Externas e Internas

Fonte: Autora

Quadro 13 - Quadro resumo dos Estudos de Caso realizados – Fase 2

Classificação do Estudo de Caso	Numeração do Estudo de Caso	Identificação da Empresa Construtora	Período de Realização	Local do Estudo de Caso	Tipo de Blocos	Elevação da Alvenaria
Alvenaria de vedação	AV02	Construtora B	14/09/2018 a 20/09/2018	São Carlos - SP	Bloco Cerâmico	Paredes Internas
	AV03	Construtora C	06/05/2019 a 15/05/2019	São Carlos - SP	Bloco Cerâmico	Paredes Internas
Alvenaria Estrutural	AE05	Construtora E	24/08/2018 a 31/08/2018	Ribeirão Preto - SP	Bloco Cerâmico	Paredes Externas e Internas
	AE06	Construtora B	10/09/2018 a 17/09/2018	São Carlos - SP	Bloco de Concreto	Paredes Externas
	AE07	Construtora C	29/04/2019 a 09/05/2019	São Carlos - SP	Bloco de Concreto	Paredes Externas
	AE08	Construtora F	12/11/2019 a 25/11/2019	São Carlos - SP	Bloco de Concreto	Paredes Externas e Internas

Fonte: Autora

O estudo de campo desenvolveu-se com a coleta e análise de múltiplas fontes de evidência, que constitui, portanto, o principal recurso do estudo de caso para atribuir relevância aos seus resultados, originando a elaboração de um diagnóstico, por meio de fontes de observação direta, que retratam a realidade do local de trabalho e entrevistas (YIN, 2001). As entrevistas são fontes essenciais de levantamento de dados, podendo assumir formas diversas, sendo comum que as entrevistas para o estudo de caso, sejam conduzidas de forma espontânea; essa natureza das entrevistas permite indagar o entrevistado sobre os fatos de uma maneira, quando peça a opinião deles sobre determinados eventos (YIN, 2001).

3.6.1 Coleta de dados

3.6.1.1 Etapas

Resumidamente, foram seguidos os seguintes passos para a coleta de dados e processamento das informações obtidas:

- Contato com o responsável da empresa construtora, para solicitar a autorização da coleta de dados em um de seus canteiros de obras;

- Contato com os trabalhadores responsáveis pela execução da alvenaria, com a finalidade de convidá-los a participar na pesquisa. Apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- Entrevista com o responsável da obra, com o auxílio de um questionário semiestruturado, para familiarização e caracterização da empresa, e da obra em questão. Foram analisados os aspectos: funcionamento da empresa; sua organização; e regime de trabalho;
- Entrevistas com os trabalhadores envolvidos na execução da alvenaria, com o auxílio de um questionário semiestruturado, objetivando compreender as situações de trabalho e caracterizar o trabalhador (idade, tempo de serviço, nível de escolaridade e outras);
- Análise das tarefas (trabalho prescrito) delegadas aos trabalhadores. Neste ponto foi analisado como a tarefa é passada para o trabalhador, se há um procedimento de execução do serviço, treinamento prévio e verificação da produção e qualidade do serviço;
- Análise das atividades por meio de observações simples e direta dos trabalhadores (trabalho executado). Com o auxílio de filmagens, fotos e anotações foram coletados dados referentes às posturas e movimentos adotados, assim como, características da rotina de trabalho dos pedreiros e dos ajudantes, que possibilitou a compreensão da sequência das atividades. Aplicação da ferramenta *EWA*;
- Processamento dos dados coletados durante a pesquisa de campo, a análise da atividade foi realizada de forma qualitativa e quantitativa em laboratório, por meio da aplicação das ferramentas de avaliação de risco ergonômico para análise das atividades da alvenaria (*OWAS*, *REBA* e *MET*);
- Apresentação dos resultados obtidos nas etapas anteriores de forma sintetizada, assim como a comparação quantitativa e qualitativa dos resultados entre os estudos de caso realizados. A sintetização dos resultados obtidos pelas ferramentas, gerou um diagnóstico, que identificou quais os pontos mais críticos evidenciados na análise;
- Discussão dos resultados e identificação das barreiras do posto de trabalho, caracterização das posturas e movimentos mais prejudiciais para a saúde dos trabalhadores e cálculo do esforço físico.

3.6.1.2 Detalhamento das etapas

A descrição dos aspectos relacionados com os procedimentos metodológicos da AET abordados anteriormente encontram-se descritos pela caracterização da empresa e dos trabalhadores, por meio das entrevistas realizadas ao responsável pelo canteiro de obras e aos trabalhadores. E pela caracterização do canteiro de obras e da atividade, postos de trabalho em análise e limitações do estudo.

Os recursos utilizados para coleta de dados foram: um questionário para os trabalhadores de modo a compreender as situações de trabalho e caracterizar o trabalhador (idade, tempo de serviço, nível de escolaridade, sintomas de dor e outras questões da sua rotina diária); e um questionário para o responsável pelo o canteiro de obras, usualmente o mestre de obras, para familiarização e caracterização do funcionamento da empresa, e da obra em questão, sua organização, acidentes de trabalho e o regime de trabalho. Ambos os questionários encontram-se no Apêndice A e foram submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Carlos no dia 19/07/2018, por meio da Plataforma Brasil, pelo link: <<http://plataformabrasil.saude.gov.br/>>, tendo a situação do parecer como aprovada, no dia 07/08/2018 registrado sob o número do parecer 2.804.967, código CAAE 88924418.0.0000.5504, como se pode observar na Figura 26.

Figura 26 - Aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética

Título da Pesquisa: Análise Ergonômica do Trabalho na execução de sistemas de alvenaria: comparação entre o sistema de alvenaria de vedação com o sistema de alvenaria estrutural
 Pesquisador Responsável: Andreia Sofia Moreira Martins
 Área Temática:
 Versão: 3
 CAAE: 88924418.0.0000.5504
 Submetido em: 19/07/2018
 Instituição Proponente: Universidade Federal de São Carlos/UFSCar
 Situação da Versão do Projeto: Aprovado
 Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
 Patrocinador Principal: Capes Coordenação Aperf Pessoal Nível Superior



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1107874

Fonte: Plataforma Brasil (2018)

Conjuntamente foi desenvolvido um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os trabalhadores participarem voluntariamente, compreendendo melhor o objetivo desta pesquisa. Este termo também foi aprovado pelo Comitê de Ética e encontra-se disponível no Apêndice B.

Posteriormente à realização das entrevistas aos trabalhadores e aos responsáveis, Engenheiro ou Mestre de Obras, foi realizada uma visita ao local de trabalho para conhecer o

canteiro de obras. Após a realização das entrevistas deu-se início ao acompanhamento da rotina dos trabalhadores e observação das suas atividades. A coleta de dados no canteiro de obras foi realizada por observações diretas, anotações e gravações de vídeos, feitas com um celular e uma câmera de vídeo com tripé.

Nos Quadros 14 e 15 são apresentadas a quantidade de dias de observação *in loco* nos canteiros de obras, bem como a quantidade de horas de filmagem da rotina dos trabalhadores para os Estudos de Caso Exploratórios e Estudos de Caso, respectivamente.

Quadro 14 - Quadro resumo da quantidade de dias de coleta em canteiro de obras e quantidade de horas gravadas dos Estudos de Caso Exploratórios – Fase 1B

Estudo de Caso	Dias de filmagem	Horas gravadas
AV01	7	34
AE04	6	21

Fonte: Autora

Quadro 15 - Quadro resumo da quantidade de dias de coleta em canteiro de obras e quantidade de horas de gravação dos Estudos de Caso – Fase 2

Estudo de Caso	Dias de filmagem	Horas de gravação
AV02	4	15
AV03	5	8
AE05	5	19
AE06	7	22
AE07	7	17
AE08	8	18

Fonte: Autora

O objetivo da análise ergonômica do trabalho é identificar os fatores associados ao aumento de riscos relacionados à atividade de trabalho. Em geral, três abordagens são usadas para identificar esses fatores:

1. autoavaliação, em que o trabalhador estima os níveis de risco associados ao seu trabalho, por meio de entrevistas e questionários;
2. observação, em que o pesquisador observa o trabalho em tempo real ou a partir de vídeos gravados, com uma abordagem sistemática para classificar os fatores de risco; e

3. medição direta, em que são utilizados métodos para medir as posturas diretamente (NIOSH, 2014).

Neste trabalho foi utilizada a primeira e a segunda abordagem (**autoavaliação**) por meio de entrevistas ao responsável pela obra e aos trabalhadores, e aplicando um questionário aos trabalhadores sobre o seu posto e atividade de trabalho e (**observação**) em que o conjunto de entradas observadas estimou o nível de riscos ergonômicos associados à atividade.

De acordo com os autores, a aplicação das ferramentas observacionais é feita de duas maneiras: por meio de observação *in loco* ou filmagens. A observação *in loco* depende da experiência do observador, sendo indicada para avaliação de posturas estáticas ou repetitivas; por outro lado, a análise por meio de filmagem se apresenta mais reprodutível e detalhada devido à possibilidade de analisar os dados do vídeo repetidas vezes (TAKALA *et al.*, 2010) (LI; BUCKLE, 1999). Outra vantagem da filmagem é a visualização dos tempos dos movimentos, obtendo um controle da duração das ações e das posturas da atividade de trabalho, que foi necessário para a ferramenta *MET* e *OWAS*.

A gravação de vídeo é frequentemente usada em análises ergonômicas para capturar posturas e movimentos que podem ser difíceis de registrar com observação direta. As desvantagens incluem a potencial interrupção do trabalho, a natureza incômoda da instalação de câmeras em espaços de trabalho e a dificuldade de seguir os trabalhadores que realizam tarefas não estacionárias (JANOWITZ *et al.*, 2006), como se verifica nos serviços da construção civil. A pesquisadora também passou por algumas adversidades encontradas no canteiro de obras, como a organização dos materiais e do layout, e inacessibilidade das áreas de trabalho durante a coleta de dados, dificultou em parte a realização das filmagens e o acompanhamento das atividades.

As informações foram coletadas por meio de fotografias e filmagens do canteiro e das atividades dos trabalhadores, realizando o acompanhamento da rotina do trabalhador no decorrer da execução da alvenaria. Em seguida à coleta de dados e o acompanhamento das atividades, foram classificados os riscos posturais e esforço físico, sendo depois analisados e comparados os estudos de caso, descartando ou não a ligação destes motivos com as patologias encontradas.

3.6.2 Caracterização dos Estudos de Caso Exploratórios

3.6.2.1 AV01 – Alvenaria de Vedação

- **Empresa**

A empresa construtora A sediada na cidade de Maringá-PR executa obras residenciais há mais de trinta anos. Possui Certificado de Qualidade ISO 9001 e o Certificado de Qualidade da Construção Civil, o PBQP-H nível B (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade para o Habitat).

- **Obra**

Trata-se empreendimento residencial de 11 pavimentos com 4 apartamentos de 120 m² por pavimento, em alvenaria de vedação de blocos cerâmicos.

A empresa construtora possuía procedimento de execução de serviço, e segundo o engenheiro responsável pela obra, os trabalhadores recebiam treinamento para a execução da tarefa antes do início da execução das atividades. A fiscalização e controle de qualidade eram realizadas pelo contramestre ou o mestre de obras; o técnico de segurança também estava sempre presente. Esta empresa também oferecia ginástica laboral aos trabalhadores, todas as terças e quintas, antes de iniciar os trabalhos era realizado a ginástica laboral por um profissional de educação física, com duração de 20 minutos e todos os trabalhadores participavam.

As tarefas acompanhavam as diretrizes de um documento utilizado pela construtora com o nome de Processo de Execução de Obras (PEO), mas esse documento não era repassado ao trabalhador. Não eram aplicadas fichas para verificação do serviço (FVS), mas a produção do trabalho realizado, era controlada pelo estagiário em engenharia civil e ficava registrada no diário de obra. De acordo com o engenheiro, os funcionários eram devidamente treinados e adaptados às políticas da empresa, não sendo necessário passar uma descrição das tarefas a serem executadas.

- **Trabalhadores**

Os trabalhadores responsáveis pela execução do serviço de alvenaria eram contratados pela própria construtora, com jornada integral. Todos os funcionários encontravam-se devidamente registrados e recebiam um salário mensal fixo, sendo que as tarefas eram distribuídas verbalmente pelo mestre de obras ou contramestre. A equipe permanente em obra era composta por quatro pedreiros, e um ajudante, foi realizado o acompanhamento das atividades dos cinco trabalhadores. As características dos participantes foram apresentadas no Quadro 16.

Quadro 16 - Características dos trabalhadores do AV01 (ajudante e pedreiros)

Função do Trabalhador	Trabalhador A (Ajudante)	Trabalhador B (Pedreiro)	Trabalhador C (Pedreiro)	Trabalhador D (Pedreiro)	Trabalhador E (Pedreiro)
Idade	33 anos	43 anos	41 anos	33 anos	43 anos
Escolaridade	Médio Incompleto	Médio Incompleto	Médio Completo	Fundamental Completo	Fundamental completo
Curso Profissional	Três cursos	Nenhum curso	Dois cursos	Nenhum Curso	Um curso
Experiência profissional	1 ano e 4 meses na Construção	15 anos na construção civil	12 anos na construção civil	14 anos na construção civil	10 anos na construção
Tempo de serviço de alvenaria	1 ano e 4 meses	7 anos	6 anos	8 anos	10 anos
Tempo na empresa	1 ano e 4 meses	7 anos	12 anos	1 mês	3 anos
Lateralidade	Destro	Destro	Destro	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade	Nenhuma dificuldade	Nenhuma dificuldade	Nenhuma dificuldade	Nenhuma dificuldade

Fonte: Autora

O conhecimento da técnica e a formação dos trabalhadores eram repassados pelos pedreiros oficiais mais experientes para os ajudantes de pedreiro. Apenas o pedreiro responsável pela atividade de marcação da alvenaria possuía um ajudante, que auxiliava no transporte de materiais e nas medições. Os trabalhadores alegaram não terem dificuldades para executar as atividades e não sentiam desconforto durante a execução. Também não apresentaram uma demanda significativa de afastamento e/ou absenteísmo, e todos possuíam um rendimento satisfatório de acordo com o mestre de obras. Segundo os próprios pedreiros, não sentiam dor durante a sua execução, apenas alguma fadiga no fim do dia de trabalho.

Verificou-se a existência de uma boa integração entre os trabalhadores, visivelmente entrosados e conhecidos. O regime de trabalho era de 44 horas semanais e não realizavam horas extras, nem no fim de semana. A empresa disponibilizava equipamentos de proteção individuais e coletivos, existindo um responsável no canteiro de obras pela sua implementação e verificação.

- **Caracterização da Tarefa**

O documento utilizado pela construtora para procedimento de execução do serviço (tarefa prescrita pela empresa) referente à tarefa de execução de alvenaria de vedação chama-se PEO – Processo de Execução de Obras: 08 Execução de Alvenaria Não Estrutural e foi disponibilizado para consulta.

- **Caracterização da Atividade**

O canteiro de obras possuía grua e elevador de obras; desse modo o transporte de materiais era quase sempre realizado com o auxílio da grua, em paletes de madeira. Portanto, o recebimento até à estocagem dos blocos no canteiro era sempre realizada pela grua, assim como o transporte de materiais, algumas vezes também transportados pelo elevador de obras com o auxílio da paleteira, evitando o transporte manual.

Os materiais e ferramentas utilizados na execução das atividades estavam organizados no pavimento de trabalho, evitando gastos energéticos e de tempo desnecessários para o transporte até o local de utilização (Figura 27).

Figura 27 - Distribuição dos materiais no posto de trabalho do AV01



Fonte: Autora

Durante as atividades os trabalhadores utilizavam uniforme, botas de couro, capacete, luvas, óculos e cinto de segurança como EPI's. Segundo os pedreiros, todas as ferramentas necessárias para a execução das atividades foram disponibilizadas. As ferramentas utilizadas foram: carrinho de mão para transporte e armazenamento da argamassa, andaimes, colher de pedreiro, linha de *nylon*, nível de bolha, prumo, trena metálica, martelo de borracha, broxa e balde para transportar água.

Os pedreiros trabalhavam de segunda à quinta das 7 às 17 horas, e sexta até às 16 horas, com um intervalo de almoço que durava cerca de 60 minutos e uma pausa para lanche de 15 minutos. As pausas eram realizadas no decorrer do horário de almoço das 11h30 ao 12h30 e também para o lanche às 15 horas; tanto o almoço como o lanche eram oferecidos pela empresa. Além destas pausas programadas, os trabalhadores costumavam realizar alguns minutos de pausa quando terminavam cada uma das atividades da alvenaria ou faltava argamassa. Durante a atividade de marcação também eram realizadas pausas para leitura do projeto. Os trabalhadores monitorizam as próprias pausas para descanso, não existindo um controle por parte da organização, mas raramente deixavam o posto de trabalho (as pausas eram efetuadas no próprio local de trabalho).

Apenas um pedreiro e o seu ajudante eram responsáveis pela atividade de marcação da alvenaria. Os outros três realizavam as atividades referentes à elevação de alvenaria. Os blocos ficavam distribuídos pelo pavimento, próximo das áreas de trabalho e o carrinho de mão com a argamassa também era transportado pelo elevador de obras, sendo este transporte não executado pela equipe de alvenaria. Foram utilizados dois tamanhos de blocos: de nove furos para alvenaria externa com medidas 14/19/29 cm e peso de 4,87 kg e de oito furos para a interna com medidas 9/19/29 cm e peso de 3,88 kg; também estava disponível o meio bloco dos dois, para fazer as extremidades. As impressões gerais, após os sete dias de observações, foram que os trabalhadores possuem habilidades para execução das atividades e que eles próprios inspecionam a qualidade do serviço. Com o auxílio das filmagens foi possível compreender e descrever o ciclo de trabalho das atividades da elevação da alvenaria, que se encontra descrito e esquematizado no Apêndice C.

3.6.2.2 AE04 – Alvenaria Estrutural

- **Empresa**

A empresa construtora D sediada na cidade de São Carlos – SP atua na construção de obras residenciais há mais de trinta e cinco anos. Possui Certificado de Qualidade ISO 9001 e o Certificado de Qualidade da Construção Civil, o PBQP-H nível A, tendo como política construir com qualidade, prazos e custos planejados, por meio da melhoria contínua dos processos e do atendimento aos requisitos aplicáveis do Sistema de Gestão da Qualidade - versão 2. Em 2015, a empresa recebeu o prêmio “*Great Place to Work*”, que classifica as

melhores empresas para se trabalhar no Centro-Oeste do país e em 2016, a empresa foi classificada no ranking ITC das 100 maiores construtoras do país.

- **Obra**

Trata-se de um empreendimento residencial de 21 pavimentos com 4 apartamentos de 35 m² e 4 apartamentos de 60 m² por andar, em alvenaria estrutural de blocos de concreto.

A verificação da produção e qualidade dos serviços, na empresa construtora era chamada de CQP (Controle de Qualidade e Produção) que era da responsabilidade da estagiária de engenharia civil. De acordo com a engenheira, os funcionários eram devidamente treinados e adaptados às políticas da empresa, não sendo necessário passar uma descrição das tarefas a serem executadas. O mestre de obras e a técnica de segurança também estavam sempre presentes na obra para fiscalizar os trabalhos.

- **Caracterização dos Trabalhadores e do posto de trabalho**

Os trabalhadores responsáveis pela execução do serviço de alvenaria pertenciam à empresa construtora e trabalhavam em regime integral. Todos os funcionários encontravam-se devidamente registrados e recebiam um salário mensal fixo. Os pedreiros também recebiam prêmio por produção, o que os incentivava a realizar horas extras e trabalhar aos sábados. O conhecimento da técnica e a formação dos trabalhadores eram repassados pelos pedreiros oficiais mais experientes para os ajudantes e verificou-se uma boa integração entre os trabalhadores.

A empresa disponibilizava equipamentos de proteção individuais e coletivos, existindo um responsável pela sua implementação e verificação. A Técnica de Segurança estava constantemente presente no local de trabalho para monitorar o uso correto dos equipamentos de segurança. Os materiais e componentes utilizados na execução das atividades estavam organizados no pavimento de trabalho, evitando gastos energéticos e de tempo desnecessários para o transporte.

Durante a visita foram entrevistados 4 pedreiros e 5 ajudantes, sendo todos responsáveis pelas diferentes atividades da elevação da alvenaria. Os dados coletados encontram-se apresentados nos Quadros 17 e 18. Foi realizado o acompanhamento das atividades dos quatro pedreiros e seus ajudantes. Cada pedreiro tinha o seu próprio ajudante que realizava as

atividades de transporte de materiais, montagem de andaimes e limpeza da área de trabalho, e havia ainda outro ajudante responsável pela produção de argamassa e responsável pelo corte do bloco de concreto. Eram realizados cortes nos blocos de concreto em todos os estudos de caso, para a fixação da tubulação, caixas de instalação hidráulica e elétrica, e inspeção do graute.

Os pedreiros tinham a sua área de trabalho definida; cada um assentava os blocos correspondentes a um apartamento por semana e executavam desde a marcação até à elevação da alvenaria, sendo necessário todos os pedreiros terem formação em leitura de projeto. Os funcionários não apresentaram uma demanda de afastamento ou absenteísmo e todos possuíam um rendimento bastante satisfatório, não tendo dificuldades em executar as atividades. Segundo os próprios pedreiros, sentiam fadiga ao final do dia de trabalho e queixavam-se de dores nos braços e na lombar devido ao peso do bloco de concreto, mas com o descanso durante a noite, a dor desaparecia no dia seguinte.

Quadro 17 - Características dos trabalhadores (pedreiros oficiais) do AE04

Função do Trabalhador	Trabalhador A (Pedreiro)	Trabalhador B (Pedreiro)	Trabalhador C (Pedreiro)	Trabalhador D (Pedreiro)
Idade	30 anos	45 anos	37 anos	27 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Completo	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso
Experiência profissional	9 anos na Construção Civil	24 anos na construção civil	9 anos na construção civil	9 anos na construção civil
Tempo de serviço de alvenaria	8 anos	15 anos	8 anos	7 anos
Tempo na empresa	1 mês	3 meses	3 meses	3 meses
Lateralidade	Destro	Destro	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade, o bloco é um pouco pesado, mas estão acostumados.	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade. A aplicação do bloco exige mais esforço físico, o bloco é pesado.

Fonte: Autora

Quadro 18 - Características dos trabalhadores (ajudantes) do AE04

Função do Trabalhador	Trabalhador E (Ajudante)	Trabalhador F (Ajudante)	Trabalhador G (Ajudante)	Trabalhador H (Ajudante)	Trabalhador J (Ajudante)
Idade	18 anos	42 anos	22 anos	19 anos	50 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Completo	Médio Completo	Médio Completo	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Dois cursos	Nenhum curso	Dois cursos	Nenhum Curso	Fazendo
Experiência profissional	3 meses na Construção Civil	3 meses na Construção Civil	4 anos na construção civil	20 dias na construção civil	30 anos na construção civil
Tempo de serviço de alvenaria	3 meses	3 meses	20 dias	20 dias	2 anos
Tempo na empresa	3 meses	3 meses	20 dias	20 dias	3 meses
Lateralidade	Destro	Canhoto	Destro	Canhoto	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade.

Fonte: Autora

- **Caracterização da Tarefa**

Havia um documento que descreve as diretrizes da execução da alvenaria estrutural ao qual chamava de norma, mas a empresa não quis fornecer o documento, impossibilitando a análise da tarefa prescrita.

- **Caracterização da Atividade**

O canteiro de obras possuía grua e elevador de obras, porém o transporte de materiais para a execução da alvenaria era sempre realizado pela grua. Os blocos eram transportados em paletes de madeira, a argamassa era produzida numa argamasseira (se encontrava no mesmo pavimento em que era feita a elevação da alvenaria) e transportada dentro de um carrinho porta argamassa (Figura 28), e o graute era produzido em usina. Os materiais e ferramentas utilizados estavam organizados no pavimento de trabalho, evitando gastos energéticos e de tempo desnecessários para o transporte até o local de utilização (Figura 29). Durante as atividades os trabalhadores utilizavam uniforme, botas de couro, capacete, luvas, óculos, cinto de segurança, e máscara contra poeiras como EPI's. Segundo os pedreiros, todas as ferramentas necessárias para a execução das atividades foram disponibilizadas: carrinho porta argamassa, andaimes metálicos, colher de pedreiro, colher palheta, bisnaga, linha de *nylon*, nível de bolha, prumo, trena metálica, régua de pedreiro de alumínio, esquadro metálico, broxa e balde.

Figura 28 - Utilização da argamaseira para produção da argamassa próxima da execução da alvenaria e transporte da argamassa



Fonte: Autora

Figura 29 - Distribuição dos materiais no posto de trabalho do AE04



Fonte: Autora

O regime de trabalho era de 44 horas semanais e para concluir as etapas dentro do prazo, por vezes trabalhavam uma hora extra durante a semana e aos sábados também até às 16 horas, caso fosse necessário. Essa decisão era tomada pelos pedreiros e não era imposto pela organização (apenas era imposto a produção de 390 m² por semana, ou seja, meia laje).

As pausas eram realizadas no decorrer do horário de almoço e existia também pausa para o lanche, mas raramente os pedreiros pausavam. Apenas os ajudantes realizavam essa pausa durante 15 minutos, sendo essa decisão também tomada pelos próprios trabalhadores.

Ao longo do trabalho, os trabalhadores monitorizavam as próprias pausas para descanso, não existindo um controle por parte da organização, mas raramente deixavam o posto de trabalho. As pausas eram realizadas no próprio local de trabalho, em pé, durante alguns segundos, por vezes minutos e os pedreiros eram os que menos descansavam.

O peso do bloco de concreto estrutural varia de acordo com o tamanho e classe de resistência (em média podia pesar entre 10 kg a 18 kg). Os trabalhadores possuíam habilidades para execução das atividades e eles próprios inspecionavam a qualidade do serviço. A sequência do ciclo de trabalho encontra-se descrita e esquematizada no Apêndice C.

3.6.3 Caracterização dos Estudos De Caso

3.6.3.1 Caracterização das empresas

Todas as empresas participantes da pesquisa possuem Certificação de Qualidade, em níveis distintos, conforme se verifica no Quadro 19.

Quadro 19 – Caracterização das empresas construtoras

Empresa Construtora	Estudo de Caso	Atuação	Certificação de Qualidade
B	AV02, AE06	Atua na construção de obras residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos desde 1985	Certificado de Qualidade ISO 9001 e o Certificado de Qualidade da Construção Civil, o PBQP-H, Nível B
C	AV03, AE07	Realiza obras residenciais multifamiliares há mais de 40 anos	Certificado de Qualidade ISO 9001 e o Certificado de Qualidade da Construção Civil, o PBQP-H, Nível A
E	AE05	Atua na construção de obras residenciais há dois anos	Certificado de Qualidade ISO 9001 e o Certificado de Qualidade da Construção Civil, o PBQP-H, Nível B
F	AE08	Realiza obras residenciais multifamiliares há mais de 40 anos	Certificado de Qualidade ISO 9001 e o Certificado de Qualidade da Construção Civil, o PBQP-H, Nível B

Fonte: Autora

Deste Quadro se verifica também que a maioria atua no setor de construção residencial há muito tempo, com exceção da Empresa E, relativa ao Estudo de Caso AE05.

3.6.3.2 Caracterização das obras

Todas as obras analisadas são edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, com estrutura reticulada de concreto armado nas que foram analisadas as condições ergonômicas na execução da alvenaria de vedação (AV02, AV03). As obras em alvenaria estrutural utilizaram blocos distintos em termos de materiais do componente bloco: cerâmico (AE05) e de concreto (AE06, AE07 E AE08). As características gerais das obras analisadas estão apresentadas no Quadro 20.

Quadro 20 – Caracterização das obras objetos de estudo

Estudo de Caso	Local do empreendimento	Descrição sucinta da obra
AV02	São Carlos	Empreendimento residencial de 19 pavimentos e 2 subsolos, cada pavimento com 4 apartamentos, 2 de 72 m ² e 2 de 74 m ²
AV03	São Carlos	Empreendimento residencial do Programa “Minha Casa Minha Vida”, de 9 pavimentos com 108 apartamentos, 12 apartamentos por pavimento, 8 de 47 m ² e 4 de 70 m ²
AE05	Ribeirão Preto	Empreendimento residencial de 4 pavimentos com 8 apartamentos de 40 m ² por pavimento
AE06	São Carlos	Empreendimento residencial de 19 pavimentos e 2 subsolos, cada pavimento com 4 apartamentos, 2 de 72 m ² e 2 de 74 m ²
AE07	São Carlos	Empreendimento residencial do Programa “Minha Casa Minha Vida”, de 9 pavimentos com 108 apartamentos, 12 apartamentos por pavimento, 8 de 47 m ² e 4 de 70 m ²
AE08	São Carlos	Empreendimento residencial de 16 pavimentos com 8 apartamentos de 50 m ² por andar

Fonte: Autora

3.6.3.3 Caracterização da tarefa

No Quadro 21 apresenta-se as fontes de evidência para a caracterização da tarefa para cada Estudo de Caso avaliado. Observa-se que em todas as obras havia procedimentos de execução e controle documentados.

Quadro 21 – Caracterização da tarefa – fontes de evidência

Estudo de Caso	Fontes de evidência
AV02	A empresa possui o documento, mas não o forneceu, impossibilitando a análise do trabalho prescrito
AV03	PES – Execução de Alvenaria não Estrutural e de Divisória Leve, referente à tarefa de elevação de alvenaria de vedação, e foi disponibilizado para consulta
AE05	O documento utilizado pela construtora tem o nome de PES – Processo de Execução de Serviço: 03 Alvenaria Estrutural - e foi disponibilizado para consulta
AE06	A empresa possui o documento, mas não o forneceu, impossibilitando a análise do trabalho prescrito
AE07	PES: Execução de Alvenaria Estrutural e foi disponibilizado para consulta
AE08	Plano de Qualidade de Serviço (PQS) e foi disponibilizado para consulta

Segundo os entrevistados, os trabalhadores envolvidos com a execução da alvenaria dos Estudos de Caso eram devidamente treinados e estavam adaptados às políticas da respectiva empresa. A fiscalização da execução dos serviços em termos de qualidade e produção era realizada pelos empreiteiros (AE05, AE06), mestre de obras (AV02) e engenheiro (AV03, AE07). Um técnico de segurança visitava a obra uma vez por semana (AV03, AE07).

3.6.3.4 Caracterização dos trabalhadores

Apenas no Estudo de Caso AV02 os trabalhadores pertenciam à empresa construtora, com remuneração fixa mensal sobre a qual se somava eventuais pagamentos por horas extras trabalhadas. Nos demais Estudos de Caso os trabalhadores eram terceirizados e recebiam por produção. O regime de trabalho em todas as obras era de 44 horas semanais.

A idade média dos trabalhadores envolvidos na execução do serviço de alvenaria nos Estudos de Caso em questão foi de 33 anos e 5 meses, a média de idade dos pedreiros (35 anos e 3 meses) maior do que as dos ajudantes (30 anos e 10 meses). O pedreiro mais idoso tinha 62 anos, enquanto que o mais jovem tinha 19. O ajudante mais idoso tinha 53 anos, enquanto que o mais jovem tinha 18 anos.

Em termos de experiência profissional, a média apresentada considerando tanto os pedreiros quanto os ajudantes foi de 8 anos e 11 meses. Já a média dos pedreiros foi de 12 anos e 5 meses enquanto a dos ajudantes foi de 4 anos e 1 mês. Percebe-se assim, maior experiência profissional dos pedreiros em relação aos ajudantes.

Sob o ponto de vista da experiência destes profissionais na execução do serviço de alvenaria, a média dos pedreiros foi de 8 anos e 11 meses enquanto que a média dos ajudantes foi de 2 anos e 5 meses, bem inferior à experiência média dos pedreiros neste serviço. A média geral, considerando todos os profissionais foi de 6 anos e 2 meses.

No que diz respeito à escolaridade, 73,3% dos trabalhadores possuíam Ensino Fundamental Incompleto, 11,1% possuíam Ensino Fundamental Completo, 6,7% possuíam Ensino Médio Completo, 4,4% possuíam Ensino Médio Incompleto e 4,4% não frequentaram escola. Comparando-se a escolaridade entre os pedreiros e ajudantes, observa-se um percentual maior de ajudantes com nível de Ensino Fundamental Incompleto e nível de Ensino Médio Completo (84,2% versus 65,4% e 10,5% versus 3,8%, respectivamente).

Em relação à lateralidade 91% dos trabalhadores envolvidos nestes estudos de caso são destros, enquanto que 7,7% são canhotos.

Sobre a dificuldade em executar os serviços, todos alegaram não possuir, porém alguns retrataram maior dificuldade na realização de algumas atividades, tais como a marcação da alvenaria estrutural e transporte dos blocos. Houve relatos também da elevada temperatura

ambiente e trabalho sob o sol intenso como fatores dificultadores da execução do serviço. Vários profissionais relacionados aos Estudos de Caso em alvenaria estrutural reclamaram do peso dos blocos, relatando a dificuldade no seu manuseio para o transporte e execução da alvenaria, tendo como consequência maior cansaço físico ao final do dia.

Dos trabalhadores entrevistados, 77,8% alegaram cansaço ao final do dia de trabalho. E relação à ocorrência de dores, um pedreiro alegou dores no braço ao final do dia de trabalho, enquanto outro pedreiro relatou dores no cotovelo. Apenas um ajudante relatou dores no braço. Apesar dos relatos de cansaço ao final do dia e de alguns reclamarem de dores em partes do corpo, foi relatada a baixa ocorrência de afastamento e/ou absenteísmo.

O detalhamento das caracterização dos trabalhadores envolvidos pode ser visualizado no Apêndice D.

3.6.3.5 Caracterização da atividade

Apresenta-se, na sequência, uma descrição resumida das atividades da alvenaria das atividades desenvolvidas pelos e acompanhadas por meio de filmagem dos Estudos de Caso realizados. A sequência do ciclo de trabalho de cada Estudo de Caso encontra-se esquematizada, descrita e ilustrada no Apêndice E.

- **AV02 – Alvenaria de Vedação**

A empresa disponibilizava equipamentos de proteção individuais e coletivos. Os materiais e componentes utilizados na execução das atividades encontravam-se organizados no pavimento de trabalho, evitando gastos energéticos e de tempo desnecessários para o transporte até o local de utilização e eram transportados pelos pedreiros.

Os pedreiros não possuíam ajudantes, para auxiliar nas atividades de transporte de materiais e equipamentos, nem a montagem de andaimes; apenas a limpeza da área de trabalho era realizada pelo ajudante. Os pedreiros tinham a sua área de trabalho definida, sendo que cada um assentava os blocos das paredes divisórias correspondentes a um apartamento por semana, desde a marcação até à elevação da alvenaria.

O canteiro possuía apenas um elevador de obras, sendo o transporte vertical de materiais realizado por este. O transporte dos blocos era realizado manualmente desde o caminhão até à

estocagem dos blocos. O local de estocagem dos blocos localizava-se próximo ao elevador de obras, facilitando o seu transporte realizado por dois ajudantes que se encontravam sempre presentes na estocagem.

O transporte foi realizado utilizando carros porta blocos (local de estocagem para dentro do elevador de obras) e carrinho de mão para o transporte de argamassa. Portanto, o percurso de transporte dos blocos era bastante curto, pois os blocos encontravam-se estocados perto do elevador de obras.

Do elevador de obras até o respectivo pavimento havia um trabalhador responsável pelo seu transporte, retirando os blocos e a argamassa para o pavimento de execução da alvenaria de vedação. O transporte de blocos e da argamassa, no próprio pavimento, entre o elevador de obras e o local de trabalho, era realizado pelos pedreiros.

No pavimento de execução da alvenaria de vedação, os blocos eram transportados num carrinho de mão ou manualmente (Figura 30).

Figura 30 - Utilização do carrinho de mão para transporte e transporte manual de blocos cerâmicos



Fonte: Autora

Durante as atividades os trabalhadores utilizavam uniforme, botas de couro, capacete, luvas, cinto de segurança, e máscara contra poeiras como EPI's. Segundo os pedreiros e ajudante, todas as ferramentas necessárias para a execução das atividades foram disponibilizadas: carrinho de mão, andaimes de madeira, colher de pedreiro, linha de *nylon*, nível de bolha, prumo, trena metálica, régua de pedreiro de alumínio, balde e máquina de corte de blocos portátil, balde, padiola, betoneira (Figura 31).

Figura 31 - Organização do posto de trabalho dos pedreiros do AV02



Fonte: Autora

O peso do bloco cerâmico era inferior a 5 kg. Os trabalhadores possuíam habilidades para execução das atividades e eles próprios inspecionavam a qualidade do serviço.

- **AV03 – Alvenaria de Vedação**

O transporte de materiais era sempre realizado com o auxílio da grua. Os blocos cerâmicos eram transportados em paletes de madeira e a argamassa em uma caixa metálica. O ajudante de pedreiro era responsável por transportar os blocos e a argamassa desde o ponto de recebimento da grua até ao local de trabalho dos pedreiros usando o carrinho de mão.

Os pedreiros tinham a sua área de trabalho definida sendo que cada um assentava os blocos das paredes divisórias correspondentes a três apartamentos por semana, desde a marcação até à elevação da alvenaria.

Na Figura 32 é mostrado o armazenamento dos blocos cerâmicos no pavimento. Durante as atividades os trabalhadores utilizavam uniforme, botas de couro, capacete, e luvas como EPI's fornecidos pela empresa terceirizada. As ferramentas e equipamentos utilizados foram: carrinho de mão para transporte e armazenamento da argamassa, andaimes, colher de pedreiro, linha de *nylon*, nível de bolha, prumo, trena metálica, broxa e balde para transporte de água.

Figura 32 - Estocagem de blocos cerâmicos no pavimento do AV03



Fonte: Autora

Os blocos transportados ficavam distribuídos pelo pavimento, próximo das áreas de trabalho e a argamassa ficava em um meio tonel. Foi utilizado o bloco cerâmico para alvenaria interna com as medidas 9/19/39 cm e peso de 5,2 Kg. Não existia meio bloco e o bloco inteiro era quebrado ao meio quando necessário. As impressões gerais, após os cinco dias de observações, foram que os trabalhadores possuíam habilidades para execução das atividades e que eles próprios inspecionavam a qualidade do serviço.

- **AE05 – Alvenaria Estrutural**

Apenas três ajudantes ficavam no pavimento a auxiliar os pedreiros, esses ajudantes realizavam as atividades de transporte de materiais, montagem de andaimes, limpeza da área de trabalho e colocação de graute. Os outros dois ajudantes ficavam junto ao local de estocagem de materiais e realizavam o transporte de blocos, argamassa e graute até ao guincho. Os pedreiros não tinham uma área de trabalho definida e executavam desde a marcação até à elevação da alvenaria, sendo necessário todos os pedreiros terem formação em leitura de projeto.

A empresa terceirizada disponibilizava equipamentos de proteção individuais. Os materiais e ferramentas utilizados na execução das atividades estavam organizados no pavimento de trabalho.

As ferramentas utilizadas foram: meio tonel para armazenamento da argamassa, andaimes metálicos, colher de pedreiro, colher palheta, linha de *nylon*, nível de mangueira, prumo, trena metálica, régua de pedreiro de alumínio, esquadro metálico, broxa e balde.

Os blocos eram transportados em paletes de madeira com o auxílio de um carrinho porta paletes, desde o caminhão até à estocagem, este serviço era realizado pela empresa transportadora dos blocos cerâmicos. Depois eram transportados pelos ajudantes, com um carrinho porta blocos, até ao guincho (Figura 33a). A argamassa era transportada num carrinho de mão e depois colocada em baldes para facilitar o transporte pelo guincho até ao local de trabalho do pedreiro.

Os blocos cerâmicos e a argamassa eram transportados por um guincho, até ao pavimento de elevação da alvenaria, depois manualmente pelos ajudantes, por vezes com o auxílio de um carrinho (Figura 33b).

O peso do bloco cerâmico estrutural varia de acordo com o tamanho, em média pode pesar entre 4 kg a 7,5 kg. Os trabalhadores possuíam habilidades para execução das atividades e o empreiteiro era responsável por inspecionar a qualidade do serviço, da elevação da alvenaria, transporte de materiais e produção de argamassa e *graute*, não era documentado.

Figura 33 – (a) Transporte dos blocos da estocagem para o pavimento e (b) Transporte dos blocos no pavimento e o guincho



Fonte: Autora

- **AE06 – Alvenaria Estrutural**

O canteiro de obras possuía apenas um elevador de obras, por onde era realizado o transporte de materiais. Este estava situado perto do local de estocagem que guardava os blocos facilitando o seu transporte pelos dois ajudantes. Utilizavam carros porta blocos e carrinho de mão para transporte de argamassa e *graute*. Do elevador de obras até o pavimento referente, havia um trabalhador responsável pelo seu transporte, que retirava os blocos e a argamassa para o pavimento de execução alvenaria estrutural. O transporte de blocos de concreto e da

argamassa no pavimento era realizado pelos ajudantes de pedreiro (Figura 34), os blocos eram transportados num carro porta blocos ou manualmente.

Figura 34 - Transporte de blocos de concreto no pavimento



Fonte: Autora

Durante as atividades os trabalhadores utilizavam uniforme, botas de couro, capacete e luvas como EPI's. Os pedreiros não tinham a área de trabalho definida e executavam desde a marcação até à elevação da alvenaria. Segundo os pedreiros e os ajudantes, todas as ferramentas necessárias para a execução das atividades foram disponibilizadas. As ferramentas utilizadas foram: carrinho de mão, carro porta blocos, andaimes, colher de pedreiro, linha de *nylon*, nível de bolha, prumo, trena metálica, meio tonel, régua de pedreiro de alumínio e balde (Figura 35). O bloco era cortado antecipadamente, numa sala específica só com uma máquina de corte, existia um trabalhador treinado para essa função (Figura 36).

Figura 35 - Organização do posto de trabalho dos pedreiros do AE06



Fonte: Autora

Figura 36 - Máquina de corte do bloco de concreto



Fonte: Autora

O peso do bloco de concreto variava entre 10 kg e 18 kg. Os trabalhadores possuíam habilidades para execução das atividades e eles próprios inspecionavam a qualidade do serviço.

- **AE07 – Alvenaria Estrutural**

O transporte de materiais era sempre realizado com o auxílio da grua. Os blocos de concreto eram transportados em paletes de madeira e a argamassa em uma caixa metálica. No pavimento, os paletes de blocos eram colocados próximos da área de trabalho dos pedreiros, por vezes era necessários o ajudante buscar os blocos mais distantes; esse transporte era feito manualmente (Figura 37).

Figura 37 - Posto de trabalho dos pedreiros do AE07



Fonte: Autora

Os pedreiros são responsáveis pelas diferentes atividades da elevação dos blocos, e os ajudantes pelo transporte de blocos, do palete até ao local de trabalho do pedreiro, e da argamassa, enchendo o meio tonel dos pedreiros com argamassa que se encontrava numa caixa

metálica ao meio da laje. Também montavam e desmontavam os andaimes, cortavam os blocos de concreto e limpavam a área de trabalho dos pedreiros.

Os pedreiros tinham a sua área de trabalho definida, em que cada um assentava os blocos correspondentes a um apartamento por semana (executavam desde a marcação até à elevação da alvenaria). Todos possuíam um rendimento bastante satisfatório, não tendo dificuldades em executar as atividades.

Durante as atividades, os trabalhadores utilizavam uniforme, botas de couro, capacete, e luvas como EPI's. Segundo os pedreiros, a empresa tercerizada ao qual pertenciam, fornecia apenas os uniformes e os EPI's, as ferramentas manuais de trabalho eram da responsabilidade dos pedreiros. As ferramentas utilizadas foram: carrinho de mão para transporte e armazenamento da argamassa, andaimes, colher de pedreiro, linha de *nylon*, nível de bolha, prumo, trena metálica, broxa, balde para transporte de água, meio tonel para colocar a argamassa.

O peso dos blocos de concreto variava de acordo com o tamanho e resistência. As impressões gerais, após os sete dias de observações, foram que os trabalhadores possuíam habilidades para execução das atividades e que eles próprios inspecionavam a qualidade do serviço.

- **AE08 – Alvenaria Estrutural**

O recebimento e estocagem de blocos era realizado por um caminhão com guindaste, como demonstrado na Figura 38, os blocos eram transportados em paletes de madeira e eram estocados diretamente do caminhão para o local de estocagem.

A produção de argamassa e do graute não era feita na obra e sim, em uma usina. No canteiro de obras a argamassa e o graute ficavam armazenados em silos, como observado na Figura 39.

Figura 38 - Utilização do caminhão guindaste para transporte dos paletes de blocos de concreto



Fonte: Autora

Figura 39 - Utilização dos silos no canteiro de obras para armazenamento da argamassa e do graute



Fonte: Autora

O transporte dos blocos de concreto, da argamassa e do graute era sempre realizado pelo elevador de obras. Dois ajudantes eram responsáveis por retirar os blocos de concreto dos paletes e empilhar num carrinho, como também transportar as giricas com argamassa e graute até ao elevador de obras (Figura 40).

O percurso era bastante curto porque os paletes com os blocos encontravam-se armazenados perto do elevador de obras, facilitando o seu transporte. Do elevador de obras até ao pavimento referente, havia um trabalhador responsável pelo transporte dos materiais, retirando os blocos e a argamassa para o pavimento em execução da alvenaria estrutural. O transporte de blocos de concreto e da argamassa, no próprio pavimento era realizado pelos ajudantes de pedreiro.

Figura 40 - Transporte de blocos de concreto e de argamassa e graute no local de estocagem



Fonte: Autora

Durante as atividades os trabalhadores utilizavam uniforme, botas de couro, capacete, luvas e óculos como EPI's. Segundo os pedreiros e os ajudantes, todas as ferramentas necessárias para a execução das atividades foram disponibilizadas: girica, carro porta blocos, andaimes metálicos, colher de pedreiro, linha de *nylon*, nível de bolha, prumo, trena metálica, régua de pedreiro de alumínio, balde e tonel (Figura 41). O bloco era cortado no pavimento (cortes somente para efeito de instalação de caixinhas de eletricidade e janelas de inspeção do graute; raramente se cortava o bloco para efeito de modulação) onde se realizava a elevação da alvenaria, os ajudantes de pedreiro tinham formação para cortar o bloco, não existia mesa de corte, os trabalhadores diziam que era mais fácil cortar o bloco se este estiver apoiado no pavimento (Figura 42).

Figura 41 - Organização do posto de trabalho dos pedreiros do AE08



Fonte: Autora

Figura 42 – Corte do bloco de concreto com máquina de corte



Fonte: Autora

Os pedreiros realizavam todas as atividades da alvenaria, desde a marcação até à elevação da alvenaria. Os blocos ficavam distribuídos pelo pavimento, próximo das áreas de trabalho e a argamassa ficava em um tonel. O peso do bloco de concreto variava entre 10 kg e 18 kg. Os trabalhadores possuíam habilidades para execução das atividades e eles próprios inspecionam a qualidade do serviço. Também havia uma Engenheira responsável por inspecionar a qualidade do serviço, que visitava o canteiro de obras uma vez por semana.

4. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE ERGONÔMICA

Este capítulo apresenta experiência na aplicação das ferramentas de análise ergonômica nos Estudos de Caso com ênfase nos resultados e respectivas análises, bem como na dificuldade da sua aplicação visando subsidiar o método proposto nesta tese.

A aplicação de cada uma das ferramentas selecionadas permitiu identificar e classificar os riscos ergonômicos dos diferentes estudos de caso, por meio da análise da atividade de trabalho e do ambiente ocupacional. Possibilitou também a comparação e demonstração de quais estudos e atividades apresentam maiores riscos para a saúde dos trabalhadores e, dessa forma, compreender melhor a atividade de trabalho e propor soluções a implementar no canteiro de obras para melhorar as suas condições.

4.1 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA *EWA*

A aplicação da ferramenta *EWA* permitiu avaliar o local de trabalho, caracterizando o seu ambiente, área de trabalho, materiais e equipamentos usados, como também a percepção dos trabalhadores em relação ao processo laboral.

4.1.1 Diagnóstico: Estudos Exploratórios

A primeira fase de aplicação da ferramenta *EWA* avaliou o local de trabalho, a atividade e o ambiente laboral de acordo com os itens apresentados no Quadro 22, dos Estudos exploratórios AV01 (alvenaria de vedação) e AE04 (alvenaria estrutural).

Para esta avaliação foi considerada exclusivamente a classificação da pesquisadora, o que possibilitou identificar e compreender quais os principais riscos ergonômicos encontrados no serviço de alvenaria. Os resultados são apresentados no Quadro 22, a seguir.

Quadro 22 - Quadro síntese da aplicação da ferramenta *EWA* para os Estudos Exploratórios AV01 e AE04

Número do item	Avaliação geral da Pesquisadora	
	Estudo Exploratório AV01	Estudo Exploratório AE04
Item 1 – Área de Trabalho	Valor 3	Valor 3
Item 2 – Atividade Física	Valor 3	Valor 4
Item 3 – Levantamento de Carga	Valor 1	Valor 2 e 3
Item 4 – Posturas de Trabalho	Valor 5	Valor 5
Item 5 – Risco de Acidentes	Valor 1	Valor 1
Item 6 – Conteúdo do Trabalho	Valor 1	Valor 1
Item 7 – Restrições do Trabalho	Valor 1	Valor 1
Item 8 – Comunicação e Contatos Pessoais	Valor 1	Valor 1
Item 9 – Tomada de Decisão	Valor 1	Valor 1
Item 10 – Repetitividade	Não foi calculado	Não foi calculado
Item 11 - Atenção	Valor 1	Valor 1

Fonte: Autora

Os resultados expostos pela ferramenta *EWA* para os dois Estudos Exploratórios tiveram como destaques os seguintes itens: **Atividade Física** classificado com **valor 3** para o AV01 e **valor 4** para o AE04 e **Posturas e Movimentos de trabalho**, sendo atribuída a classificação máxima, ou seja, **valor 5** para ambos os Estudos.

O item **Atividade Física** é determinado pela duração da atividade de trabalho, pelo método de produção e os equipamentos utilizados que requerem esforço físico. Este item teve em consideração a análise do ciclo de trabalho exposto no Quadro 69 para o AV01 e o no Quadro 70 para o estudo AE04, no Apêndice C.

O valor atribuído em cada estudo teve como foco o esforço físico do trabalhador avaliado pelo manuseio do bloco na elevação da alvenaria, influenciado pelo tipo de material. No Estudo Exploratório AV01 foi utilizado bloco cerâmico, sendo um componente leve e fácil de manusear quando comparado aos componentes de alvenaria estrutural, motivo pelo qual se atribuiu o **valor 3**. Para o Estudo Exploratório AE04 foi utilizado o bloco estrutural de concreto, cuja massa variava entre 10 e 18 kg, justificando o **valor 4** atribuído.

Outro aspecto considerado na avaliação por meio da aplicação da ferramenta *EWA* foi o processo de produção da alvenaria. No Estudo Exploratório AV01 o próprio trabalhador definia a sua produção e as suas pausas, não necessitando trabalhar horas extras. Já para o Estudo Exploratório AE04 os pedreiros trabalhavam por produção, em que era imposta uma meta de produção semanal pela organização. Caso não conseguissem atingir a produção imposta era necessário trabalhar horas extras e também aos sábados.

O item **Posturas e Movimentos de trabalho** foi classificado pela observação das posturas mais praticadas durante a execução da alvenaria e foi atribuído o **valor 5** para ambos os Estudos Exploratórios. Nestes dois Estudos Exploratórios as posturas praticadas eram bastante similares e foram selecionadas as mais incômodas. Dentre os itens avaliados pela aplicação do instrumento *EWA*, este foi o que apresentou a pior classificação.

Para a classificação das **posturas de trabalho e movimentos do pescoço-ombro** foi adotado o **valor 4** (“*Rotação ou inclinação de cabeça e/ou elevação dos braços acima do nível dos ombros*”). As **posturas de trabalho e movimentos do cotovelo-punho** foram classificadas com **valor 4** (“*Braços mantidos em contração estática e/ou repetição do mesmo movimento continuamente*”). As **posturas de trabalho e movimentos do tronco** foram classificadas com o valor máximo, ou seja, **valor 5** (“*Uma postura prejudicial durante o trabalho pesado*”). As **posturas de trabalho e movimentos do quadril-pernas** foram classificadas com o **valor 4** (“*em pé, em um dos pés ou de joelhos, ou numa posição estática*”).

O segmento corporal que avaliou o tronco obteve essa classificação devido às posturas praticadas durante a marcação da alvenaria; porém, é importante realizar um estudo mais aprofundado das posturas praticadas e a sua frequência durante todo o ciclo de trabalho para confirmar a criticidade deste fator.

O item **Repetitividade** do trabalho deve ser determinado pela duração média do ciclo repetitivo da atividade, com a medição da duração das ações que são inteiramente ou quase inteiramente iguais, do começo de um ciclo até ao final. Para avaliar este item é necessário utilizar uma ferramenta para cálculo dos tempo de cada ação do ciclo de trabalho, não sendo possível apenas pela observação das atividades em obra. Desta forma também é preciso realizar uma análise mais aprofundada deste item.

Após realizada a análise dos estudos exploratórios estes não se mostraram muito conclusivos em relação aos fatores de risco identificados e ao seu nível de criticidade, para isso, foram realizados seis novos Estudos de Caso (AV02, AV03, AE05, AE06, AE07 e AE08) e aplicado não só a ferramenta *EWA*, como também outras ferramentas de carácter específico.

4.1.2 Diagnóstico: Estudos de Caso

A aplicação da ferramenta *EWA* nos Estudos de Caso foi mais aprofundada uma vez que os trabalhadores também foram questionados sobre os fatores de risco de avaliação desta

ferramenta e puderam emitir a sua opinião sobre o ambiente de trabalho e a execução das suas atividades.

No Quadro 23, a seguir, apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos sob o ponto de vista da pesquisadora e dos trabalhadores, em que se evidencia as semelhanças e diferenças de percepção dos riscos ergonômicos.

Quadro 23 - Quadro síntese da aplicação da ferramenta *EWA* para todos os Estudos de Caso – Avaliação da Pesquisadora e Avaliação Geral do Trabalhador

Avaliação Ferramenta <i>EWA</i>							
Número do item	Avaliação geral da Pesquisadora	Avaliação geral do Trabalhador					
		AV02	AV03	AE05	AE06	AE07	AE08
Item 1 – Área de Trabalho	Valor 3	Regular	Bom	Regular	Ruim	Regular	Bom
Item 2 – Atividade Física	Valor 3 para o AV02 Valor 4 para (AV03/AE05/AE06/AE07/AE08)	Regular	Regular	Regular	Ruim	Ruim	Regular
Item 3 – Levantamento de Carga	Valor 1 para (AV02/AV03/AE05) Valor 2 e 3 para (AE06/AE07/AE08)	Bom	Bom	Regular	Bom	Ruim	Bom
Item 4 – Posturas de Trabalho	Valor 5	Bom	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Item 5 – Risco de Acidentes	Valor 1	Bom	Bom	Regular	Regular	Regular	Bom
Item 6 – Conteúdo do Trabalho	Valor 1	Bom	Bom	Regular	Regular	Regular	Bom
Item 7 – Restrições do Trabalho	Valor 1	Bom	Bom	Regular	Bom	Bom	Bom
Item 8 – Comunicação e Contatos Pessoais	Valor 1	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Item 9 – Tomada de Decisão	Valor 1	Bom	Bom	Bom	Regular	Bom	Bom
Item 10 – Repetitividade do trabalho	Valor 4	Bom	Bom	Regular	Bom	Regular	Bom
Item 11 - Atenção	Valor 1	Bom	Bom	Bom	Bom	Regular	Bom

Fonte: Autora

Na sequência apresenta-se uma análise considerando os itens avaliados nos Estudos de Caso realizados.

4.1.3 Análise das condições ergonômicas de acordo com cada item de avaliação

4.1.3.1 Área de trabalho

Neste item foram avaliados o plano horizontal, assim como os materiais, as ferramentas e equipamentos utilizados e as distâncias percorridas pelos pesquisadores. Como já foi descrito no capítulo 3, no procedimento das ações do ciclo de trabalho, a área de trabalho dos pedreiros não é um espaço fixo, ou seja, vai evoluindo à medida que vão sendo executadas as fiadas de

alvenaria, impedindo que o espaço de trabalho seja adaptado ao pedreiro. No entanto, permite que o trabalhador se movimente de acordo com a atividade a ser realizada.

Os equipamentos utilizados como meio tonel para depósito de argamassa dificultam a execução da alvenaria, obrigando o pedreiro a agachar ou inclinar o tronco para pegar a argamassa. Além disso dificultam o seu transporte, ao contrário do carrinho de mão ou do carrinho porta argamassa utilizado no Estudo Exploratório AE04, que possui rodas e facilitam o transporte de argamassa. O carrinho porta argamassa é mais elevado do que o carrinho de mão, permitindo que o pedreiro realize os movimentos para retirar a argamassa sem inclinar o tronco.

A forma de uso da máquina de corte de blocos também precisa ser modificada. A ausência de um local específico e organizado com uma mesa de apoio e uma pessoa responsável por cortar os blocos antecipadamente, incentivam os pedreiros e os seus ajudantes a optarem por quebrar o bloco ou apoiar o bloco na laje para seu corte com a máquina. O Estudo de Caso AE06 é o exemplo de uma boa organização do trabalho em que se utilizou uma máquina de corte com mesa ajustável e com jato de água para não gerar poeira, tendo um trabalhador responsável por fazer todos os cortes nos blocos de concreto antes destes serem transportados para o pavimento.

A área de trabalho foi classificada pela ferramenta *EWA*, de acordo com a Figura 8, como **valor 3** (“*Nem todas as recomendações são seguidas: as posturas e movimentos de trabalho são, portanto, inadequadas*”). Quando à classificação dos trabalhadores, de acordo com o Quadro 23, estes tiveram uma percepção favorável aceitando o que lhes é imposto com a justificativa de que “*já estão acostumados ao serviço e às suas condições de trabalho, que é tranquilo*”. A avaliação de parte dos trabalhadores do Estudo de Caso AE06 corrobora com a classificação atribuída por esta pesquisadora em sua avaliação.

4.1.3.2 Atividade física geral

O item 2 referente à atividade física geral é determinado pela duração do trabalho, pelos métodos, ferramentas e materiais que necessitam de esforço físico. Pela ferramenta *EWA*, de acordo com a Figura 9, para os Estudos de Caso AV03, AE05, AE06, AE07 e AE08 se considerou “*uma grande quantidade de atividade física necessária para realizar o trabalho*” e, dentro desse patamar, este item recebeu **valor 4** (“*a atividade depende inteiramente dos métodos de produção ou da organização do trabalho. O trabalho é razoavelmente pesado, as*

pausas durante o trabalho não têm sido levadas em consideração. Ocorrem altos picos de carga de trabalho”).

Para o Estudo de Caso AV02 foi considerado **valor 3** (“*Os espaços de trabalho, equipamentos e métodos limitam os movimentos de trabalho. As possibilidades de movimentos ocorrem durante as pausas de trabalho*”).

Os métodos de produção variam, tal como foram descritos no capítulo 3. Para alguns pedreiros não é imposta uma meta de produção, como o que foi observado no Estudo de Caso AV02, o que justifica a avaliação “**regular**” para este estudo. Neste estudos a organização não impõe a produção e é o trabalhador quem decide a sua produção, não trabalhando horas extras e nem aos sábados. Já para os pedreiros dos Estudos de Caso AV03, AE05, AE06, AE07 e AE08, a organização impõe o ritmo de trabalho (a produção da alvenaria de meia laje por semana). Mesmo sendo o trabalhador quem decide o seu ritmo e as suas pausas, acabam por trabalhar horas extras e sábados se necessário para atingir a produção semanal. Alguns pedreiros nem pausam para lanchar; apenas pausam quando os blocos ou argamassa está em falta.

De acordo com o Quadro 23, o julgamento dos trabalhadores foi majoritariamente “**regular**”, não existindo reclamação quanto à intensidade do trabalho. Conforme a entrevista, os pedreiros sentem-se cansados ao final do dia de trabalho, mas após o descanso, no dia seguinte estão aptos para o trabalho. Afirmaram que estão acostumados à intensidade do trabalho. No entanto, nos Estudos de Caso AE06 e AE07, os pedreiros afirmaram que se trata de um “trabalho pesado”, mas que já estão adaptados aos métodos de trabalho. A avaliação da maioria dos trabalhadores entrevistados (Estudos de Caso AV02, AV03, AE05 e AE08) corrobora com a classificação atribuída por esta pesquisadora em sua avaliação.

4.1.3.3 Levantamento de Cargas

Neste item é calculado o esforço requerido pelo levantamento dos blocos, que é dado pelo peso da carga, a distância horizontal entre a carga e o corpo e a altura da elevação. Quanto aos materiais utilizados, o seu peso é um fator relevante, demonstrando que o bloco de concreto pode ser prejudicial para o trabalhador. Por esse motivo, o uso do bloco cerâmico torna-se favorável em relação ao bloco de concreto.

O peso do bloco cerâmico utilizado nos Estudos de Caso AV02, AV03 e AE05 variou entre 4 e 7,5 kg e, de acordo com a Figura 10, foi atribuído o **valor 1** para este item (“*a carga*

pode ser facilmente elevada, tanto para altura de elevação normal, quanto para elevação com agachamento). O peso do bloco de concreto usado nos Estudos de Caso AE06, AE07 e AE08, variou entre 10 e 18 kg, obtendo uma classificação de **valor 2** (*“para altura de elevação normal”*) e **valor 3** (*“para elevação com agachamento”*).

De acordo com o Quadro 23, para os Estudos de Caso em que foram utilizados blocos cerâmicos (AV02, AV03 e AE05), os pedreiros classificaram como **“bom”** e **“regular”**, já para o Estudos de Caso em que foi utilizados bloco de concreto, os pedreiros do Estudo de Caso AE07 consideraram **“ruim”**, pois reconhecem que o bloco é pesado e o seu transporte leva o trabalhador a realizar um esforço excessivo, sentindo cansaço no final da jornada de trabalho. Já os pedreiros dos Estudos de Caso AE06 e AE08 consideraram **“bom”**, justificando que já estão habituados com a situação. O sentimento da maioria dos trabalhadores entrevistados corrobora com a avaliação realizada por esta pesquisadora em relação a este item.

4.1.3.4 Posturas de Trabalho e Movimentos

Este item avalia as posturas de trabalho e os movimentos separadamente, classificando pescoço-ombro (Figura 11), cotovelo-punho (Figura 12), tronco (Figura 13) e quadril-pernas (Figura 14). De acordo com o manual a análise é feita a partir das posturas e dos movimentos de maior dificuldade e o resultado final consiste no pior valor desses quatro resultados parciais. Neste item foi selecionada a pontuação para as posturas mais prejudiciais executada durante a elevação da alvenaria, de cada parâmetro avaliado.

Para a avaliação do pescoço-ombros, de acordo com a Figura 11, atribuiu-se o **valor 4** (*“rotação ou inclinação de cabeça e/ou elevação dos braços acima do nível dos ombros”*). Para a avaliação do cotovelo-punho, de acordo com a Figura 12, atribuiu-se **valor 4** (*“Braços mantidos em contração estática e/ou repetição do mesmo movimento continuamente”*). Para a avaliação do tronco (Figura 13), atribuiu-se o **valor 5** em função da *“postura prejudicial durante o trabalho pesado”*, como a atividade de marcação da alvenaria. Finalmente, para avaliação quadril-pernas (Figura 14), atribuiu-se o **valor 4** (*“em pé, em um dos pés ou de joelhos, ou numa posição estática”*). A **classificação final resultante para este item foi 5**, sendo esta a que mais causa prejuízo ao trabalhador.

De acordo com o Quadro 23 os pedreiros consideraram as posturas de trabalho e movimentos como sendo **“regular”**. Esta avaliação dá-se pela aceitação do trabalhador quanto às condições do seu posto de trabalho, não compreendendo os riscos de lesões que as posturas

exercidas podem resultar, o que ocasionou numa certa discrepância entre a percepção desta pesquisadora e a avaliação dos trabalhadores quanto a este item.

4.1.3.5 Risco de acidente

Este item reflete a probabilidade do risco de acidentes no canteiro de obras, considerando que o risco de acidente se refere a qualquer possibilidade de lesão aguda ou intoxicação causada pela exposição ao trabalho durante uma jornada. Todos responderam negativamente quanto a esta ocorrência. Assim, de acordo com a Figura 15, a classificação foi **valor 1** (“*grau de severidade leve e risco pequeno*”). Tal resultado se coaduna com as condições de segurança verificadas em todos os canteiros de obras estudados.

De acordo com o Quadro 23, a classificação atribuída pelos trabalhadores foi “**bom**” e “**regular**”, sendo que não existia histórico de acidentes na execução da alvenaria nos canteiros de obras estudados, corroborando com a avaliação desta pesquisadora quanto a este item.

4.1.3.6 Conteúdo do trabalho

De acordo com o manual, o conteúdo do trabalho é determinado pelo número e qualidade das tarefas individuais inclusas nas atividades do trabalho. De acordo com a Figura 16, a classificação considerada foi **valor 1** (“*o trabalhador planeja e executa todo o seu trabalho, inspeciona e corrige o produto ou resultado e também executa tarefas que envolvem reparo e gerenciamento de materiais*”).

De acordo o Quadro 23, os pedreiros classificaram o gerenciamento do trabalho como “**bom**” e “**regular**”, pois se sentem confiantes na execução das suas atividades e capacitados para planejar e inspecionar o próprio trabalho, corroborando com a classificação atribuída por esta pesquisadora.

4.1.3.7 Restrições no trabalho

O item 7 da ferramenta *EWA* avalia a limitação da tarefa, ou seja, se a organização impõe as suas condições e limita a tarefa ou se o trabalhador tem liberdade para escolher o tempo para executar a tarefa. Como foi explicado no item 4.1.3.2, para alguns estudos a organização impõe a produção semanal da equipe de alvenaria, mas não determina a forma de trabalho nem o tempo para executar o ciclo de trabalho, permitindo aos trabalhadores escolherem as suas técnicas e

forma de trabalho. De acordo com a Figura 17, este item foi classificado com **valor 1** (“*As exigências das máquinas, processos, métodos de produção não limitam o trabalho*”).

Conforme o Quadro 23, os pedreiros classificaram este item majoritariamente como “**bom**”, não existindo restrições da tarefa por parte da organização e permitindo ao pedreiro gerenciar o seu trabalho, corroborando com a avaliação desta pesquisadora quanto a este item.

4.1.3.8 Comunicação entre trabalhadores e contatos pessoais

O manual aborda a importância da comunicação entre trabalhadores, de acordo com a Figura 18. Este item foi classificado com **valor 1** (“*Existe uma preocupação em fazer com que a comunicação e os contatos entre os trabalhadores sejam possíveis*”). Por vezes a distância entre postos de trabalhos dificulta a comunicação, outras vezes possibilita, como por exemplo, quando os trabalhadores trabalhavam lado a lado era possível conversarem entre eles, pois o posto de trabalho do pedreiro não é um espaço fixo. Outro fator que por vezes dificulta a comunicação é o ruído de equipamentos, como máquina de corte de blocos que pode prejudicar a comunicação.

Conforme o Quadro 23, todos os trabalhadores consideraram como “**bom**”, pois podem deixar o seu posto de trabalho para conversar com os seus colegas ou pedir materiais e equipamentos. A avaliação dos trabalhadores consolidou com a avaliação desta pesquisadora quanto a este item.

4.1.3.9 Tomada de decisão

A dificuldade de tomada de decisões é influenciada pelo grau de disponibilidade de informação e do risco envolvido na decisão. Para este item é preciso avaliar a complexidade de conexão entre a disponibilidade de informação e a ação do trabalhador. As tarefas podem ser simples e claras ou complexas e ser necessárias várias informações. Para este item, de acordo com a Figura 19, foi atribuído **valor 1** (“*o trabalho é composto por tarefas que têm informações claras e não ambíguas*”).

De acordo com o Quadro 23, os pedreiros classificaram este item majoritariamente como “**bom**”, devido ao trabalho ser constituído por tarefas simples, por não sentirem dificuldades para executá-las, corroborando com a avaliação desta pesquisadora quanto a este item.

4.1.3.10 Repetitividade do trabalho

A repetitividade do trabalho é determinada pela duração média de um ciclo de trabalho repetitivo, sendo medida do começo ao fim deste ciclo. Esta classificação foi atribuída após a aplicação da ferramenta *MET* em que a média da duração do ciclo de trabalho das atividades da elevação da alvenaria variou entre 33 a 63 segundos. Segundo a Figura 20, a classificação atribuída para este item foi **valor 4** (“*a duração dos ciclos variou entre 30 segundos e 5 minutos*”), sendo considerado um trabalho repetitivo.

De acordo com o Quadro 23, os pedreiros classificaram o ciclo de trabalho como “**boa**” e “**regular**”, pois reconhecem que o trabalho é repetitivo, porém já estão acostumados. Não existe controle da produção por parte da organização e os pedreiros definem o tempo do seu ciclo de trabalho.

4.1.3.11 Atenção

Este item foca todo o cuidado e observação que um trabalhador deve dar para seu trabalho, ferramentas, materiais, processos, etc. Este item deve ser avaliado pela demanda de atenção pela relação entre a duração da observação e o grau de atenção necessário. De acordo com a Figura 21, considerou-se o **valor 1** (“*a atenção demandada é superficial*”). O trabalho do pedreiro é bastante repetitivo.

Conforme o Quadro 23, os pedreiros classificaram a demanda de observação como **boa**, pois se trata de um trabalho muito repetitivo e que exige atenção no que diz respeito à qualidade da execução do serviço, em concordância com a avaliação desta pesquisadora quanto a este item.

4.1.3.12 Iluminação/Ambiente Térmico/Ruído

Estes itens não foram avaliados de acordo com os parâmetros do manual, pois não se dispunha dos equipamentos necessários. Seria fundamental para estes parâmetros medir o ofuscamento, a temperatura e o nível de ruído no local de trabalho. No entanto, foi observado como estes itens influenciam o ambiente de trabalho no canteiro de obras considerando a execução dos dois tipos de alvenaria: de vedação e estrutural.

A execução do serviço de alvenaria de vedação, tal como a grande maioria dos serviços no canteiro de obras, encontra-se sujeito às intempéries, mesmo o pedreiro estando trabalhando

sob a proteção de uma cobertura (laje de piso do pavimento seguinte). Já na execução da alvenaria estrutural, o trabalhador está completamente exposto ao sol, chuva, vento e ao frio e encontra-se, principalmente, exposto aos raios solares (calor). Além deste aspecto, o fato do trabalho se desenvolver ao ar livre, a excessiva iluminação se constitui um problema, pois ofusca a visão do trabalhador obrigando-o a usar óculos de sol como forma de mitigar este incômodo.

Em relação ao ruído, este fator é bastante prejudicial para os trabalhadores, principalmente na presença de máquina de corte do bloco próximo ao posto de trabalho. O trabalhador classifica esta situação como sendo “*regular*”, apesar de saber que é prejudicial para a sua saúde. Preferiria que o corte dos blocos fosse realizado em outro local.

Um outro fator que não foi avaliado por este manual é a geração poeira. A poeira causa muito incômodo para o trabalhador, principalmente para a visibilidade e para a respiração, sobretudo durante o corte de blocos estruturais. Mesmo com utilização de máscara adequada, os trabalhadores relatam que nem sempre é eficiente. Seria interessante que a organização promovesse um espaço para corte de blocos com uma máquina com jato de água, como a utilizada no Estudo de Caso AE06.

4.1.4 Síntese da ferramenta EWA

A análise da ferramenta *EWA* apresentou os itens: **Posturas de Trabalho e Movimentos** com **valor 5**; **Atividade Física Geral** com **valor 4**; e **Repetitividade do Trabalho** com o **valor 4**, como os mais prejudiciais e enfatiza a necessidade de realizar uma análise mais aprofundada para cada item, de modo a detalhar melhor a criticidade de cada fator. Tal como já foi descrito anteriormente para a análise das posturas e movimentos foi aplicada as ferramentas *OWAS* e *REBA*, e quanto à atividade física, o cálculo do gasto calórico durante as atividades de trabalho foi concedido pela ferramenta *MET*, que permitiu também determinar a repetitividade do ciclo de trabalho.

O item referente às atividades repetitivas não foi avaliado com uso de ferramentas de análise ergonômica específicas, apesar de ter sido atribuído o **valor 4**. A repetitividade é considerada elevada se o tempo do ciclo de trabalho for inferior a 30 segundos ou a repetição dos mesmos gestos durante pelo menos 50% do tempo do ciclo de trabalho, ou seja, ciclos com poucas ações e ações muito repetitivas (SILVERSTEIN; FINE; ARMSTRONG, 1986). Para as atividades de elevação de alvenaria analisadas, o tempo do ciclo de trabalho variou entre 33 a

63 segundos e os gestos praticados pelos trabalhadores variavam de acordo com as ações do ciclo de trabalho.

Ao se realizar uma classificação dos riscos atribuídas pelos trabalhadores da alvenaria de vedação e estrutural, observa-se uma maior prevalência de classificação “**bom**” com 82% na alvenaria de vedação e na alvenaria estrutural a prevalência da classificação “**regular**” com 47%. Estes valores demonstram que os trabalhadores da alvenaria de vedação também consideram que o seu posto de trabalho e as suas atividades são mais atenuantes. Na Tabela 1 são apresentados estes percentuais.

Tabela 1 - Percentagens total por tipologia de alvenaria de acordo com a classificação dos trabalhadores pela ferramenta *EWA*

Classificação dos Trabalhadores								
Itens	Alvenaria de Vedação				Alvenaria Estrutural			
	Bom	Regular	Ruim	Muito Ruim	Bom	Regular	Ruim	Muito Ruim
Total	18	6	0	0	14	16	4	0
Total (%)	82%	18%	0%	0%	41%	47%	12%	0%

Fonte: Autora

Apenas os Estudos de Caso em alvenaria estrutural receberam classificação “**ruim**” (12%), indicando que as atividades da alvenaria estrutural e os seus postos de trabalho são mais prejudiciais de acordo com a opinião dos trabalhadores, o que confirma as classificações da pesquisadora.

4.2 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA *OWAS*

Por meio da aplicação da ferramenta *OWAS* foram analisadas as posturas e movimentos do trabalhador durante as atividades da elevação da alvenaria, dividindo esta etapa em três atividades:

- 1 – Marcação da alvenaria;
- 2 – Elevação da parte inferior da alvenaria;
- 3 – Elevação da parte superior da alvenaria.

Foram realizadas análises sequenciais das posturas praticadas pelo trabalhador a cada 10 segundos durante uma hora da atividade de trabalho, obtendo como resultados não só a classificação do risco ergonômico das posturas, mas também a frequência das ações do ciclo de trabalho e o percentual dos segmentos corporais afetados pelas posturas praticadas.

4.2.1 Diagnóstico: Estudos de Caso

Para cada atividade foi obtido o diagnóstico com a percentagem total por cada classe de risco ergonômico (Classe 1, 2, 3 e 4, segundo o Quadro 9) da ferramenta *OWAS*, conforme segue:

- Atividade 1, cujos resultados estão apresentados na Figura 43: Gráficos B1, E1, H1, K1, N1 e Q1;
- Atividade 2, cujos resultados estão apresentados na Figura 44: Gráficos B2, E2, H2, K2, N2 e Q2;
- Atividade 3, cujos resultados estão apresentados na Figura 46: Gráficos B3, E3, H3, K3, N3 e Q3.

Também foi gerado um diagnóstico do percentual por ação realizada do ciclo de trabalho, juntamente com as suas classificações de risco, para cada ação, conforme segue:

- Atividade 1, cujos resultados estão apresentados na Figura 43: Gráficos A1, D1, G1, J1, M1 e P1;
- Atividade 2, cujos resultados estão apresentados na na Figura 44: Gráficos A2, D2, G2, J2, M2 e P2;
- Atividade 3, cujos resultados estão apresentados na Figura 46: Gráficos A3, D3, G3, J3, M3 e P3.

Finalmente, se apresentou também o percentual de cada posição corporal avaliada pela ferramenta *OWAS*, conforme segue:

- Atividade 1, cujos resultados estão apresentados na Figura 43: Gráficos C1, F1, I1, L1, O1 e R1;
- Atividade 2, cujos resultados estão apresentados na Figura 44: Gráficos C2, F2, I2, L2, O2 e R2;
- Atividade 3, cujos resultados estão apresentados na Figura 46: Gráficos C3, F3, I3, L3, O3 e R3.

Finalmente, as classificações foram atribuídas pelas cores (Quadro 9 do capítulo 3):

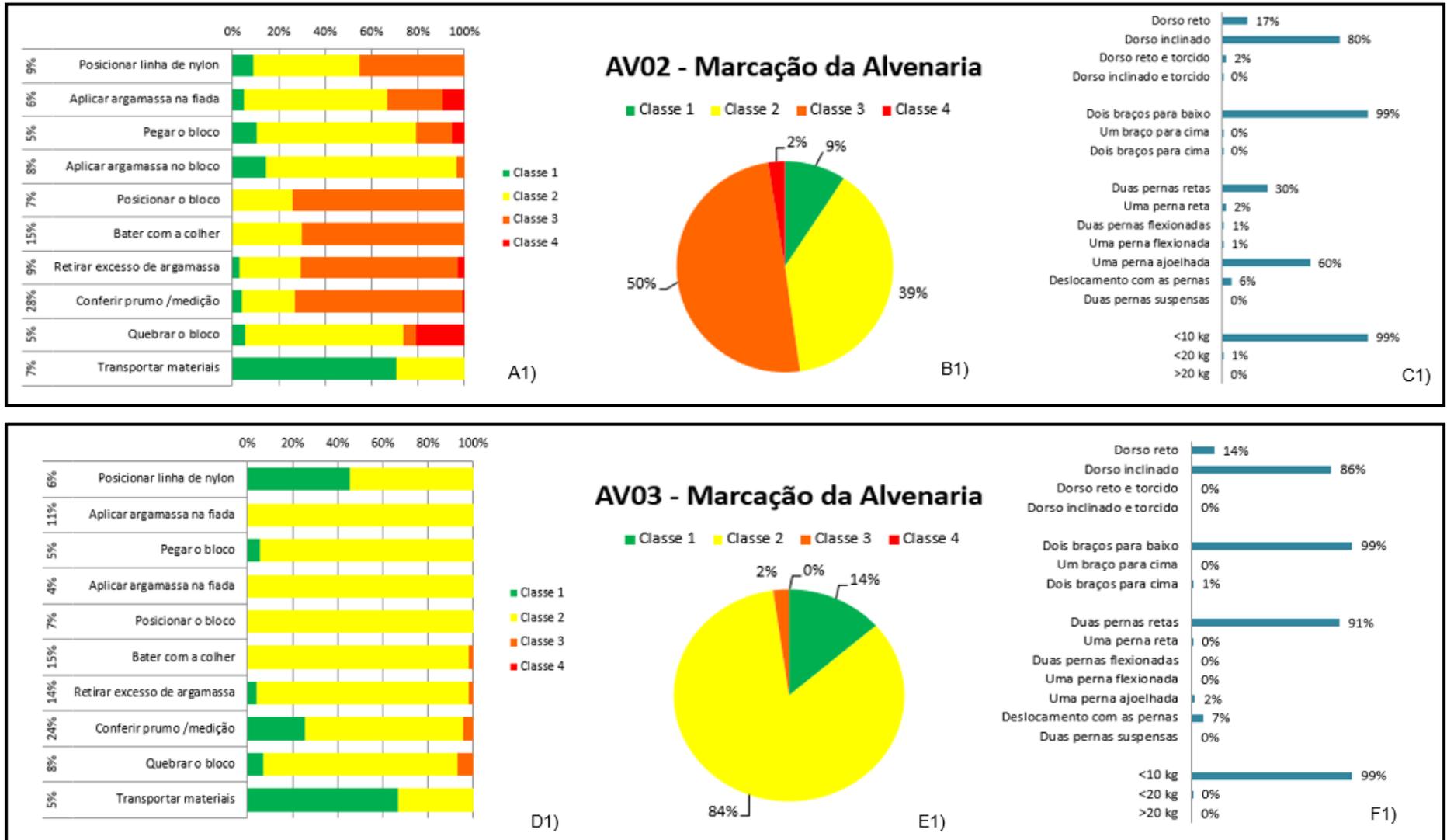
- **Verde** “*Classe 1 - Postura normal, sem efeito prejudicial particular para o sistema osteomuscular, não é necessária nenhuma ação*”;

- **Amarela** “Classe 2 - A postura tem algum efeito nocivo para o sistema osteomuscular, ações corretivas são necessárias em um futuro próximo”;
- **Laranja** “Classe 3 - A postura tem um efeito claramente prejudicial para o sistema osteomuscular, ações corretivas devem ser tomadas o mais rápido possível”;
- **Vermelha** “Classe 4 - A postura tem um efeito extremamente prejudicial para o sistema osteomuscular, são necessárias ações corretivas imediatas”.

4.2.1.1 Atividade de Marcação da Alvenaria

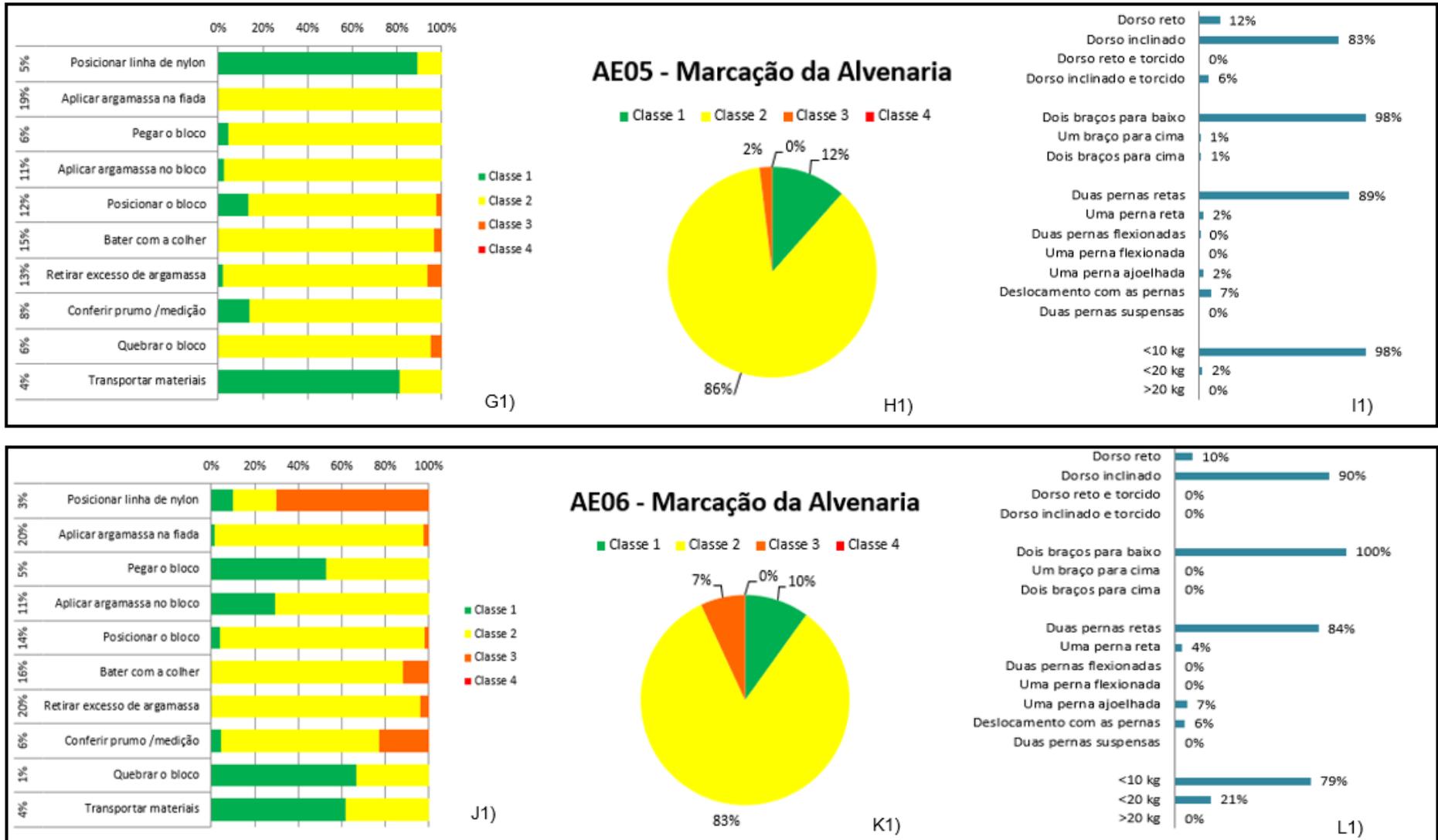
Na Figura 43 apresenta-se a síntese dos resultados da ferramenta *OWAS* para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria.

Figura 43 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 1 - Marcação da Alvenaria



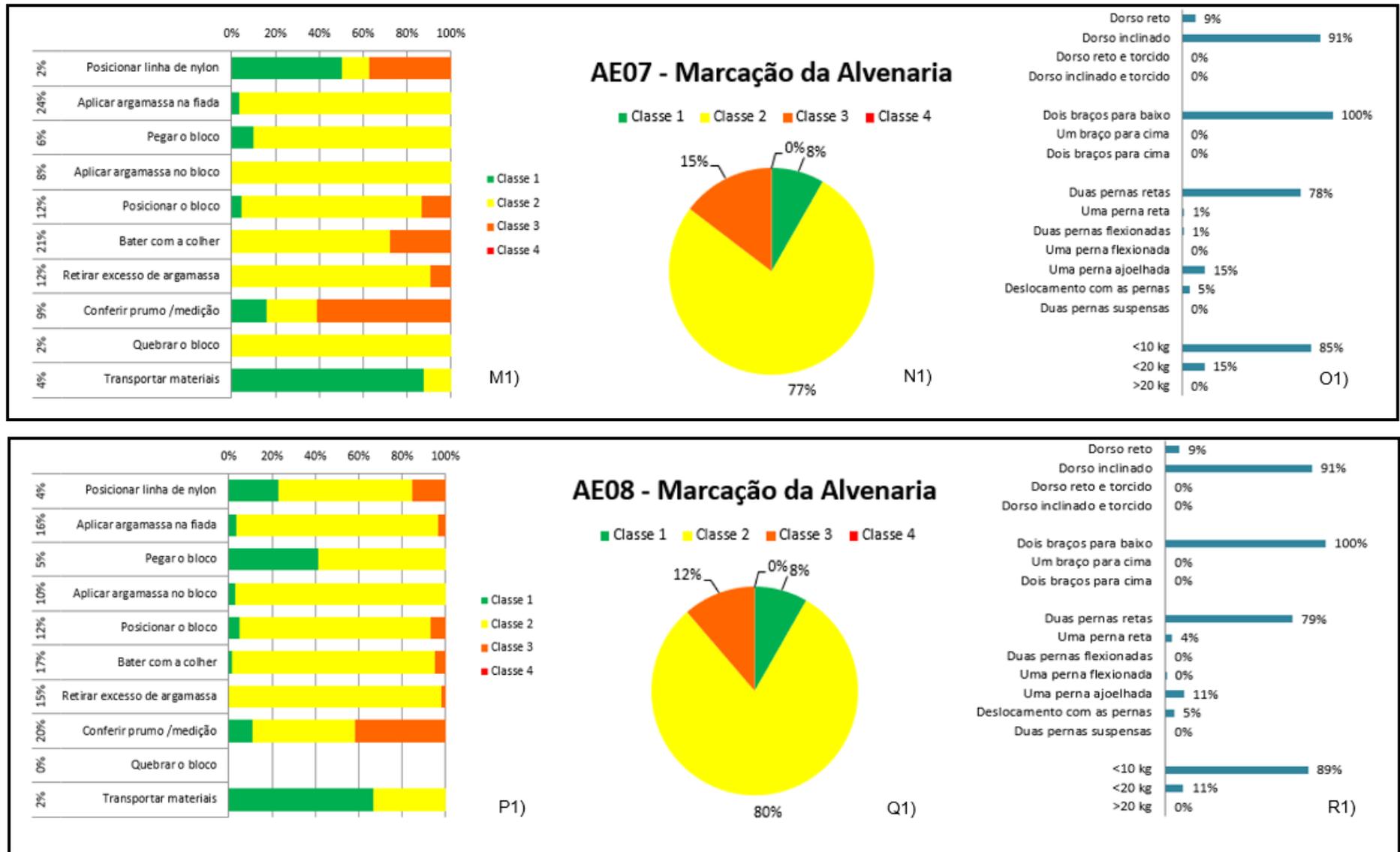
Fonte: Autora

Figura 43 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 1 - Marcação da Alvenaria - continuação



Fonte: Autora

Figura 43 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 1 - Marcação da Alvenaria - continuação



Fonte: Autora

No gráfico B1 da Figura 43, correspondentes à atividade de Marcação da Alvenaria, foi possível observar que a alvenaria de vedação, do Estudo de Caso **AV02**, foi a que apresentou os resultados mais críticos, atingindo classificações do nível 3 e 4, com uma percentagem de 50% para a classe 3 e 2% para classe 4. As classificações do nível 3 foram identificadas em quase todas as ações neste Estudo de Caso. Isto deve-se ao fato de não existir um projeto de padronização da alvenaria de vedação, o que leva o pedreiro a adaptar o assentamento de blocos às distâncias pretendidas, tornando esta atividade mais demorada, permanecendo este mais tempo com as pernas flexionadas a mais de 60° ou ajoelhadas e o tronco inclinado. Como se pode observar no Gráfico C1 da Figura 43, para o Estudo de Caso AV02 obteve-se 60% das posturas observadas com uma perna ajoelhada e 80% com o dorso inclinado.

Para o estudo de alvenaria de vedação, **AV03**, os blocos já eram colocados provisoriamente no alinhamento da fiada, antes da marcação ser iniciada, facilitando na organização do trabalho e minimizando o transporte de blocos durante a execução da atividade, o que tornava o trabalho do pedreiro mais produtivo. Na Figura 43 (Gráfico F1), 86% das posturas observadas foram com o dorso inclinado, mas em 91% das posturas observadas o trabalhador estava com as duas pernas retas, melhorando significativamente a sua classificação. Quanto à classificação geral, se obteve apenas 2% de classificação do nível 3, de acordo com o Gráfico E1 da Figura 43.

Os Estudos de Caso referentes à alvenaria estrutural seguem um projeto de paginação, que tem a função de indicar a posição de todos os blocos, identificando com cores diferentes os blocos especiais e compensadores e da mesma forma são representadas com cores as tubulações hidráulicas e elétricas, com os seus elementos embutidos, como também as vergas, vãos das portas e janelas. Assim os pedreiros praticavam majoritariamente posturas com as pernas retas; apenas flexionavam o tronco, agilizando a execução do assentamento de blocos da primeira fiada.

A grande diferença de classificação entre os Estudos de Caso **AE06**, **AE07** e **AE8** em relação ao AE05 deve-se ao peso dos blocos: o peso dos blocos de concreto era superior a 10 kg, tornando-se mais nocivo para os trabalhadores. Como no **AE05** foram utilizados blocos cerâmicos estruturais e o seu peso máximo era de 7,5 kg, de acordo com os Gráficos L1, O1 e R1 da Figura 43, as percentagens das posturas observadas com um peso superior a 10 kg ficaram entre 11 a 21%. Para Estudo de Caso **AE05**, apenas em 2% das posturas observadas (gráfico I1) se obteve um peso superior a 10kg e uma classificação geral de 2% de nível 3, segundo o gráfico H1. Os estudos AE06, AE07 e AE08 tiveram percentagens entre 7 a 15%, de

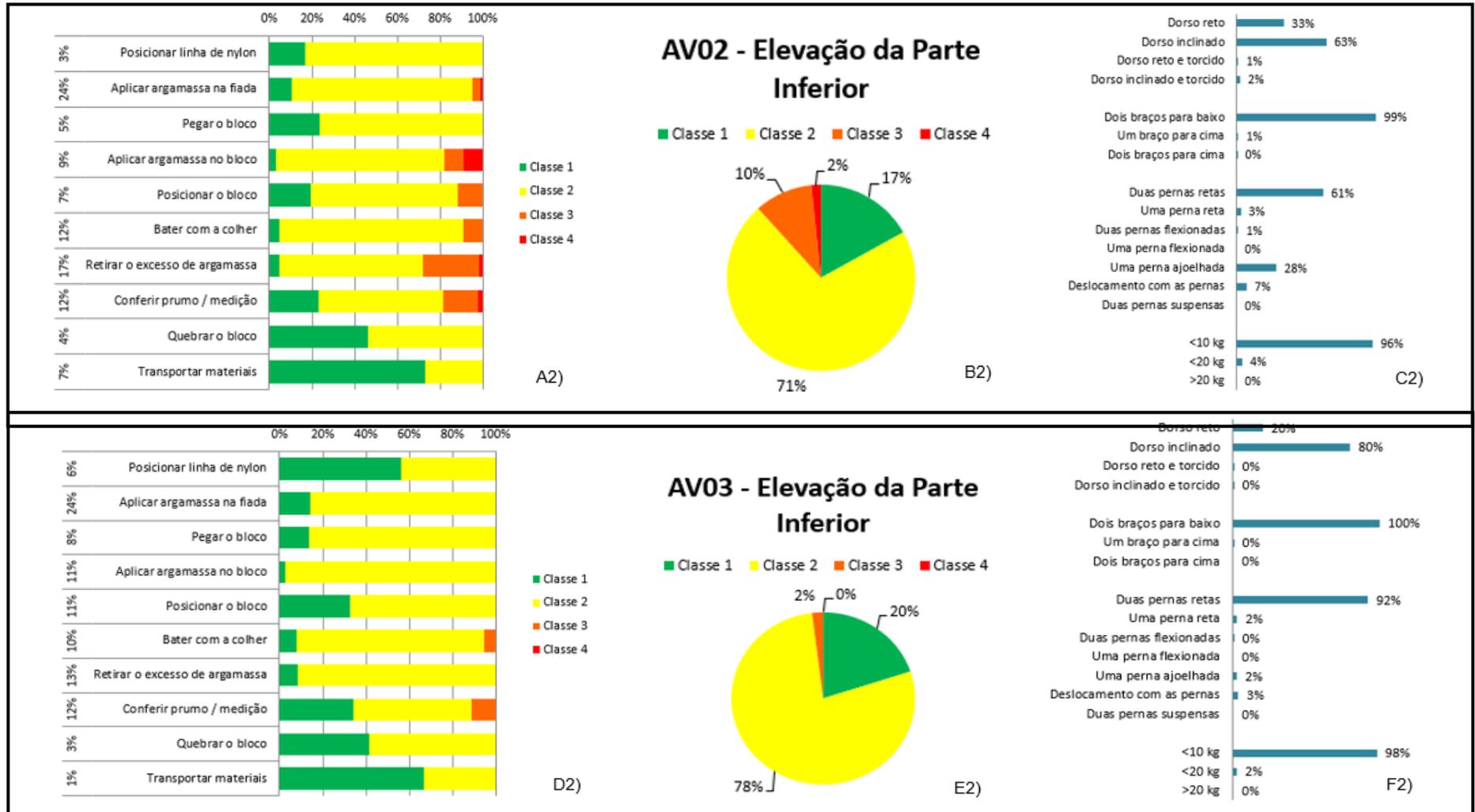
classificação geral nível 3, segundo os Gráficos K1, N1 e Q1, respectivamente) e não apresentaram classificações do nível 4. Por esse motivo, o AE05 foi o estudo com resultados mais favoráveis na atividade de marcação da alvenaria estrutural.

Uma das ações que mais se destacou pela sua classificação de nível 3, em quase todos os Estudos de Caso, foi “**conferir prumo e medição**”. Isto se deve ao fato de esta atividade ser mais morosa em função da necessidade de medição das distâncias entre blocos e do nível da régua.

4.2.1.2 Atividade de Elevação da Parte Inferior da Alvenaria

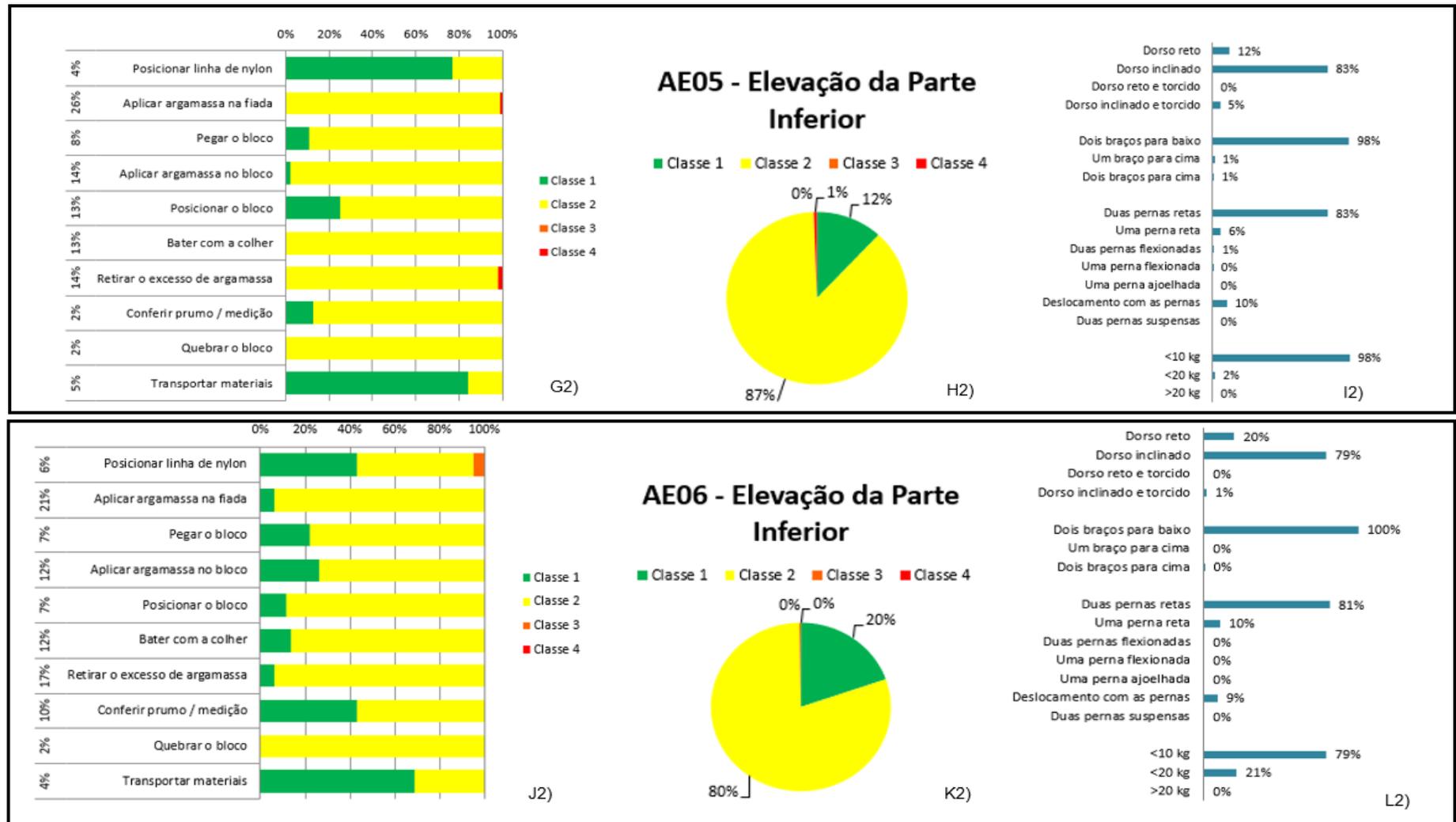
Na Figura 44 apresenta-se a síntese dos resultados da ferramenta *OWAS* para a Atividade 2 – Elevação da alvenaria (Parte inferior).

Figura 44 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria



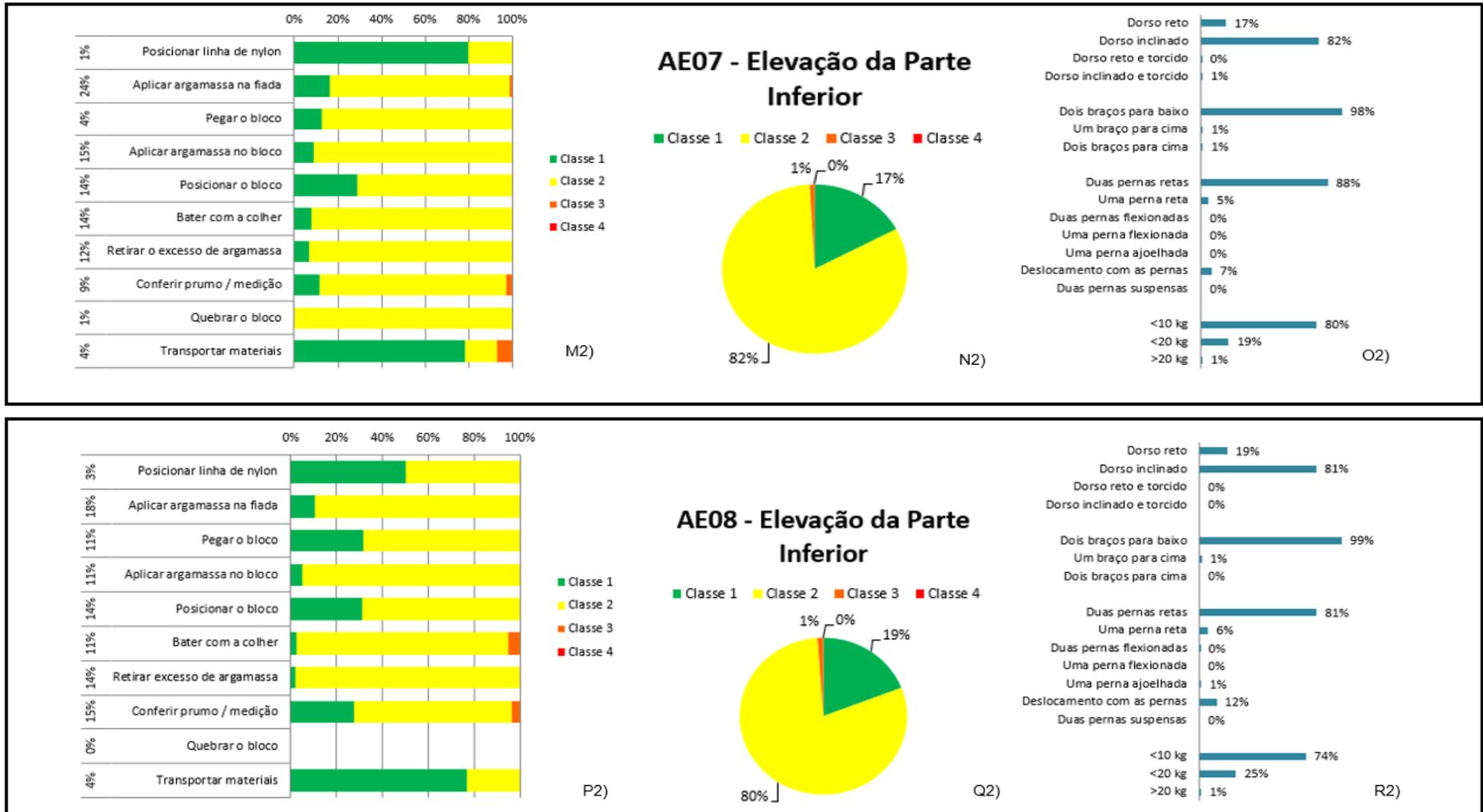
Fonte: Autora

Figura 44 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria - continuação



Fonte: Autora

Figura 44 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria - continuação



Em relação aos resultados obtidos para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria, a os obtidos para a da Atividade 2 se apresentaram melhores. Observou-se classificações bastante similares entre todos os Estudos de Caso, sendo o estudo **AV02** o que mais se destacou, obtendo uma percentagem relevante de **classe 3** (10%) e **classe 4** (2%), de acordo com o Figura 44 (Gráfico da classificação geral B2).

Para os outros Estudos de Caso, a percentagem das posturas observadas de classificação geral de nível 3 variou entre 0 e 2%. As posturas predominantes que causaram essa classificação no Estudo de Caso **AV02** foram o dorso inclinado (em 63% das posturas observadas) e uma perna ajoelhada (em 28% das posturas), de acordo com o Gráfico C2 da Figura 44.

O Estudo de Caso **AV02** foi o que apresentou posturas mais prejudiciais em relação aos demais Estudos de Caso realizados. Esta situação se deve ao fato de uma parte desta análise ter sido realizada durante a execução da parede do banheiro. A parede do banheiro deste Estudo de Caso foi executada com dois tipos de blocos cerâmicos (blocos vazados e tijolos maciço), como demonstrado na Figura 45. A utilização do tijolo maciço em conjunto com o bloco cerâmico vazado prolongava o ciclo de trabalho e, devido à falta de uma alvenaria racionalizada, tornava a atividade mais demorada e imprecisa, submetendo o trabalhador a posturas inadequadas: *mantendo o tronco inclinado e as pernas ajoelhadas durante a execução das primeiras fiadas.*

Figura 45 - Execução da elevação da parte inferior da alvenaria com dois tipos de blocos cerâmicos no AV02

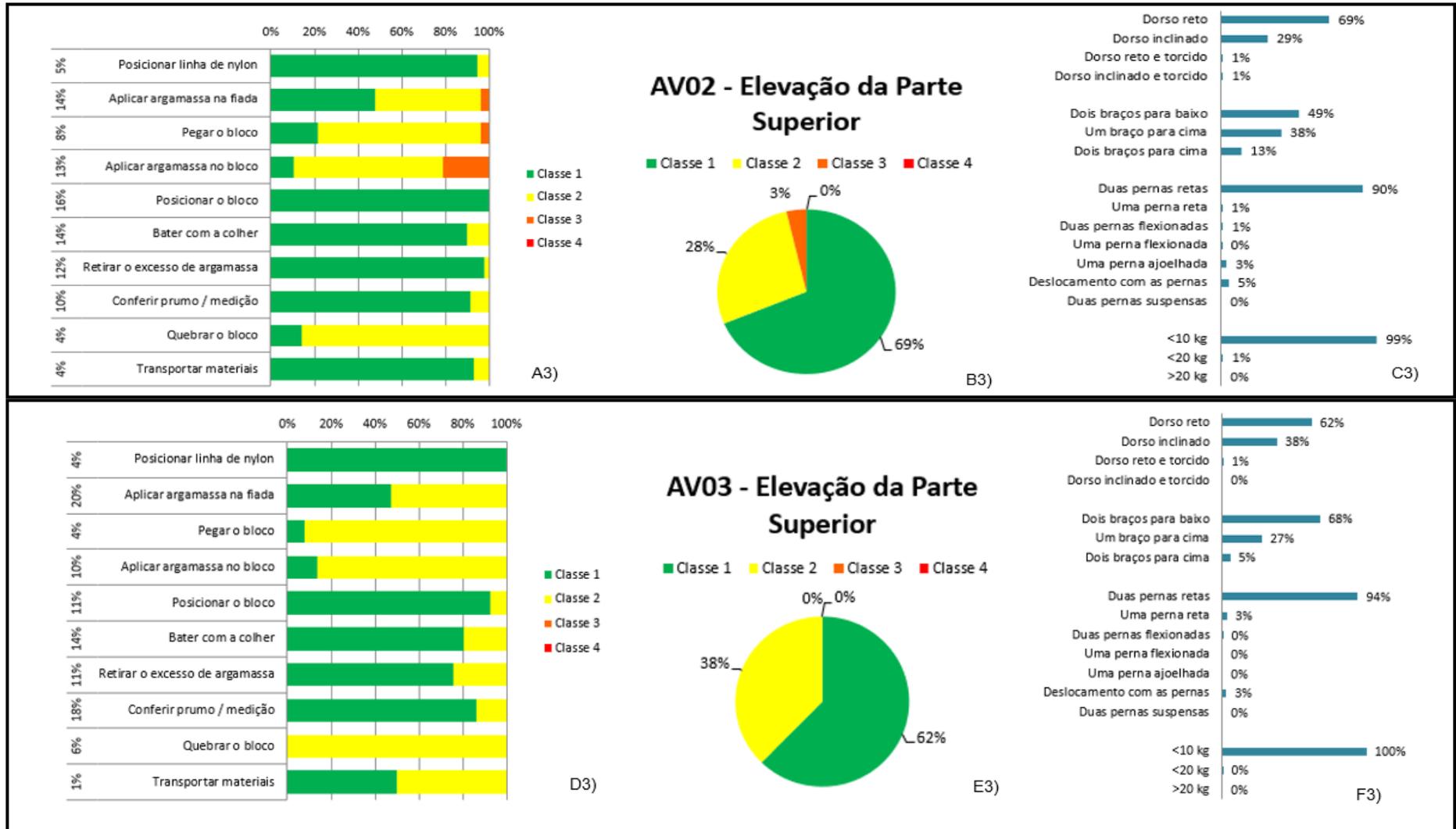


Fonte: Autora

4.2.1.3 Atividade de Elevação da Parte Superior da Alvenaria

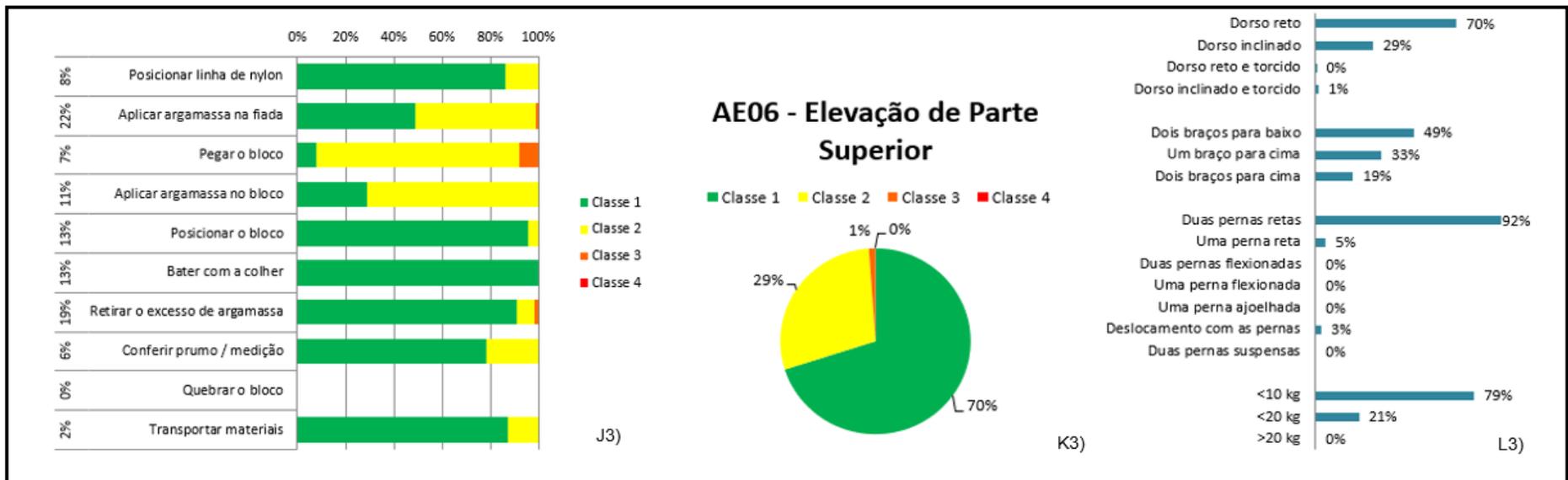
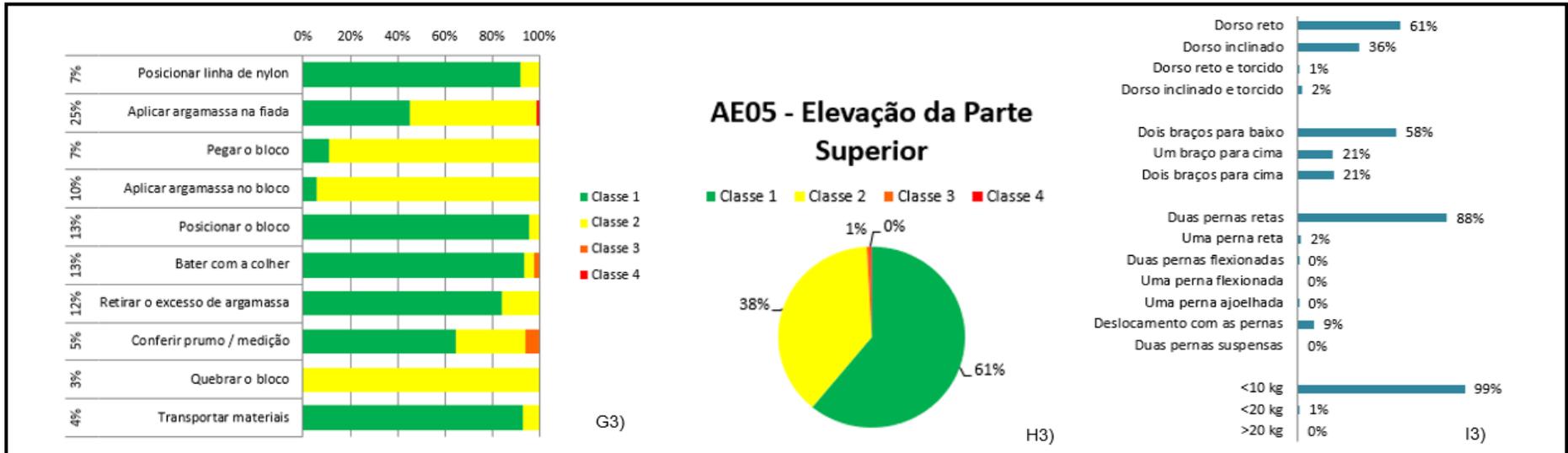
Na Figura 46 apresenta-se a síntese dos resultados da ferramenta *OWAS* para a Atividade 3 – Elevação da alvenaria (Parte superior).

Figura 46 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria



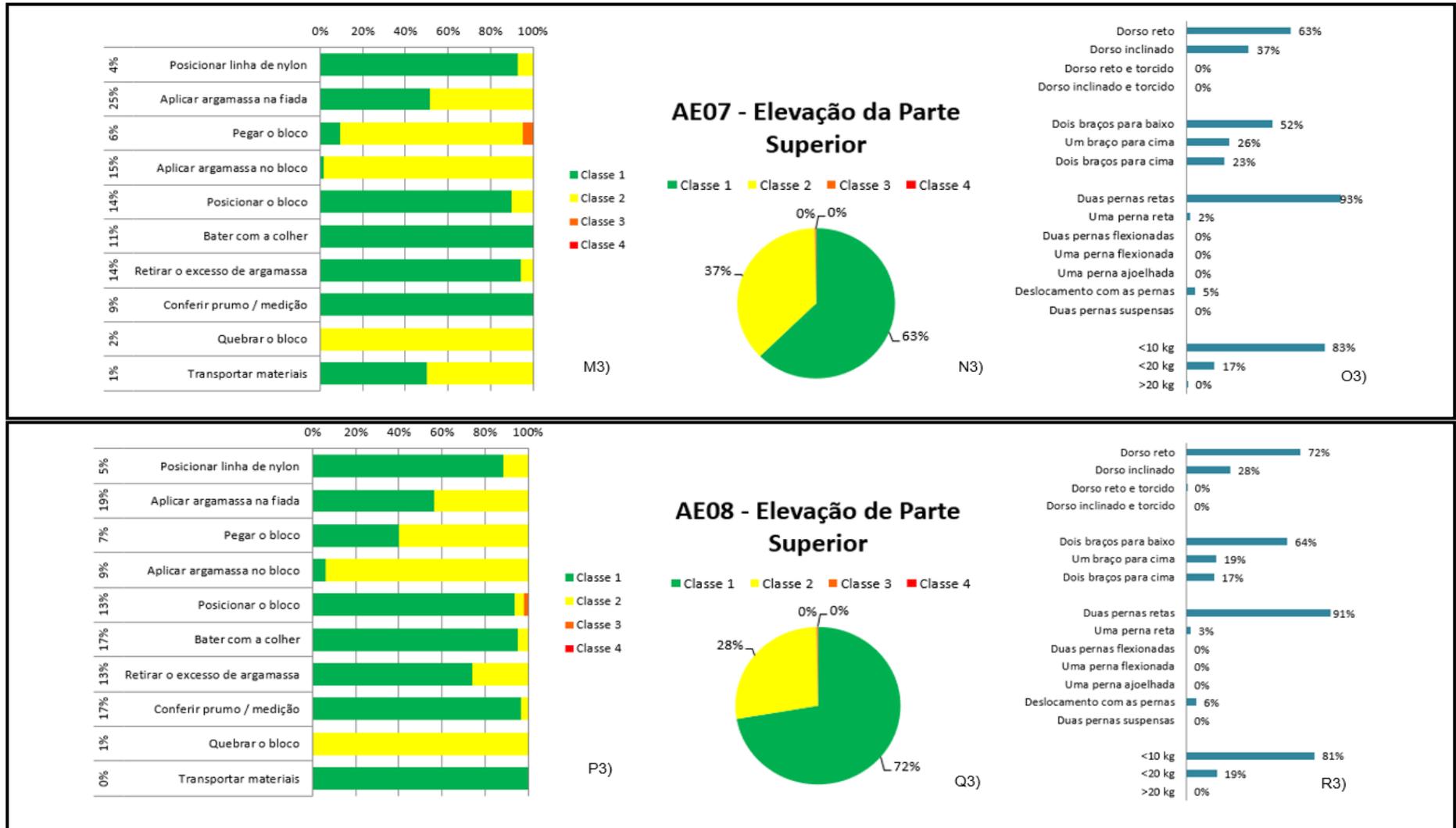
Fonte: Autora

Figura 46 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria - Continuação



Fonte: Autora

Figura 46 - Gráficos da classificação de risco ergonômico da ferramenta OWAS para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria - Continuação



A Elevação da Parte Superior da Alvenaria foi a atividade que apresentou os melhores resultados em todos os Estudos de Caso. Esta atividade foi realizada majoritariamente com as pernas e o dorso reto; por vezes era necessário elevar os membros superiores nas últimas fiadas (8º e 9º fiada). Como é possível observar nos gráficos da Figura 46, a percentagem de posturas observadas com dorso reto é superior à percentagem de posturas observadas com o dorso inclinado. As posturas observadas com as pernas retas também se destacaram, sendo que as percentagens ficaram entre 88% e 94%.

No entanto, os membros superiores são os mais afetados durante esta atividade em função da elevação de um ou os dois braços, resultando nas classificações nível 2 e 3. É importante evidenciar as ações de “**pegar o bloco**”, “**aplicar argamassa no bloco**” e “**quebrar o bloco**” durante a atividade 3. Pelo fato destas ações serem executadas agachadas ou com o tronco inclinado, somado ao fato de que nos Estudos de Caso AE06, AE07 e AE08 o bloco de concreto utilizado tinha um peso superior a 10 kg, os resultados foram agravados.

Outros fatores que também já foram evidenciados pela ferramenta *EWA* dizem respeito à necessidade de mudança dos equipamentos de apoio e transporte de materiais e componentes, assim como o fato de o corte dos blocos cerâmicos não serem efetuados em uma mesa de apoio, mais sim apoiados na laje do pavimento em execução. O meio tonel para transporte e depósito de argamassa durante a elevação da alvenaria sempre se encontrava muito abaixo do nível do quadril do pedreiro. Assim, tanto para a realização do corte, como para pegar a argamassa do meio tonel, o pedreiro precisava inclinar o tronco, prejudicando a sua postura.

4.2.2 Síntese da ferramenta OWAS

Ao se realizar uma avaliação dos riscos ergonômicos posturais nestes Estudos de Caso por meio da aplicação da ferramenta *OWAS* observa-se a prevalência de melhores médias para as Classes 1 e 2 para as obras de alvenaria de vedação, 31,8% e 56,3% nessa ordem, e para as obras de alvenaria estrutural, 31,0% e 65,6% respectivamente, além da prevalência de menor média para a Classe 3 (3,4%) para obras em alvenaria estrutural em relação as obras de alvenaria de vedação (11,2%). Este fato indica que a elevação da alvenaria estrutural apresenta menor risco ergonômico em relação à elevação da alvenaria de vedação. Na Tabela 2 são apresentados estes percentuais.

Tabela 2 - Percentagens por tipologia de alvenaria de acordo com a classificação OWAS

Classificação		Classificação OWAS							
		Alvenaria de vedação				Alvenaria Estrutural			
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Média entre obras (%)	Atividade 1	11,5	61,5	26,0	1,0	9,5	81,5	9,0	0,0
	Atividade 2	18,5	74,5	6,0	1,0	17,0	82,3	0,8	0,0
	Atividade 3	65,5	33,0	1,5	0,0	66,5	33,0	0,5	0,0
Média Geral (%)		31,8	56,3	11,2	0,7	31,0	65,6	3,4	0,0

Fonte: Autora

De acordo com a ferramenta OWAS, a **Atividade 1** para Estudo de Caso **AV02** (alvenaria de vedação) foi a considerada mais nociva para os trabalhadores. Teve uma elevada percentagem de classe 3, significando que a postura tem um efeito claramente prejudicial para o sistema osteomuscular. O estudo AV02 apresentou também um classificação máxima de 4 valores para esta atividade (2%).

Quanto ao estudo **AV03**, os pedreiros já deixavam os blocos a serem utilizados organizados de acordo com o seu posicionamento e tamanho na alvenaria, no alinhamento da fiada, antes da marcação, simplificando e agilizando a atividade de marcação da alvenaria. Pela falta de um projeto de padronização da alvenaria, a sua marcação era uma atividade demorada, pois a posição e alinhamento do bloco cerâmico precisava ser retificado para obter as distâncias corretas, obrigando o trabalhador a ficar com o tronco inclinado por muito tempo e agachado ou com a perna ajoelhada.

Para as **Atividades 2 e 3** as classificações são muito similares entre os Estudos de Caso. Porém, o peso do bloco de concreto influenciou bastante a classificação dos riscos ergonômicos. Outro fator que também interferiu nas posturas adotadas foi a falta de um carrinho porta argamassa com altura regulável. Nos estudos acompanhados, a argamassa estava disposta em um recipiente de altura inferior ao quadril dos trabalhadores, como o carrinho de mão e o meio tonel.

Duas das ações que obtiveram a pior classificação foram: “**quebrar o bloco**” e “**conferir o prumo e medição**”. O movimento de quebrar o bloco durante as análises foi realizado manualmente pelo pedreiro, o que não era muito comum realizar esta ação na alvenaria estrutural. No entanto, durante esta ação (**Quebrar o bloco**) o bloco era apoiado na laje do pavimento, obrigando o trabalhador a ficar agachado e com o tronco inclinado. Na alvenaria de vedação, apesar de existir uma máquina de corte, esta ferramenta raramente era

utilizada. No Estudo de Caso **AV02** somente um dos pedreiros utilizava a máquina de corte e no Estudo de Caso **AV03** os pedreiros não usavam máquina de corte.

Na alvenaria estrutural a máquina de corte estava sempre próxima à área de trabalho e os ajudantes eram encarregados de cortar os blocos. Para o Estudo de Caso **AE06** os blocos eram cortados antecipadamente e estocados. Era usada uma máquina de corte com apoio para o bloco, que permitia que o trabalhador mantivesse o tronco e pernas retas. Para os Estudos de Caso **AE06**, **AE07** e **AE08** foram usados blocos de concreto e o corte era realizado com a máquina de corte. A ação de “**quebrar o bloco**” foi pouco praticada, obtendo percentagens entre 0 a 2%. No Estudo de Caso **AE05** foi utilizado o bloco cerâmico estrutural, o que facilitava a quebra manual do bloco. Assim os pedreiros optavam por quebrar o bloco, afirmando que era mais prático e mais rápido, tornando o seu serviço mais eficiente.

Quanto à ação “**conferir o prumo e a medição**”, esta foi uma das ações mais demoradas pela necessidade de confirmação do nivelamento da fiada e a leitura da medição. A verificação do prumo da parede também era morosa, o que obrigava os trabalhadores a manterem a postura incômoda por mais tempo.

No que concerne a ação de “**transporte de materiais**”, os resultados apresentados foram bastante positivos, majoritariamente classe 1 e classe 2, em todos os Estudos de Caso, que se deveu ao fato de não ser uma ação muito praticada pelos pedreiros (geralmente o transporte é uma das funções dos ajudantes, principalmente na alvenaria estrutural). Em alguns Estudos de Caso, como o **AV03** e **AE07**, existiam uma grua no canteiro de obras, o que também favoreceu o transporte de materiais, evitando o transporte manual dos blocos, distribuindo os paletes de blocos pela área de trabalho dos pedreiros.

4.3 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA *REBA*

A ferramenta *REBA* seleciona as posturas a serem avaliadas em função de critérios de seleção. Para esta pesquisa os critérios para a escolha das posturas avaliadas foram: **posturas com mais frequência e as posturas extremas, instáveis ou incômodas**. Para tal, foi feito o acompanhamento de um ciclo de trabalho menor do que para a ferramenta *OWAS*. Para este ciclo foram observadas e avaliadas as ações mais praticadas pelos pedreiros, e desse modo, calculado o tempo médio de ciclo realizado em cada atividade, por meio da ferramenta *MET*. Assim foi elaborado um quadro resumo com os resultados de cada atividade, que contém as posturas selecionadas, as ações avaliadas com uma breve descrição do movimento e tempo

médio da execução de cada ação e do ciclo de trabalho e, finalmente, a respectiva pontuação e classificação da ferramenta *REBA* para cada postura.

As classificações da ferramenta *REBA* foram identificadas pela cor e pontuação obtida. A sua pontuação pode variar de 1 a 15 e é dividida em cinco níveis, de acordo com o Quadro 5. O nível 1, com pontuação 1, é representado pela cor **verde escuro** e corresponde a um *nível de risco insignificante*. O nível 2, com pontuação entre 2 e 3, é representado pela cor **verde claro** e corresponde a um *nível de risco baixo*. O nível 3, com pontuação entre 4 e 7, é representado pela cor **amarela** e corresponde a um *nível de risco médio*. O nível 4, com pontuação entre 8 e 10, é representado pela cor **laranja** e corresponde a um *nível de risco elevado*. Por último, o nível 5, com pontuação entre 11 e 15, é representado pela cor **vermelha** e corresponde a um *nível de risco muito elevado*.

4.3.1 Diagnóstico

4.3.1.1 AV02 – Alvenaria de Vedação

Para o estudo AV02, os resultados da análise das atividades da elevação da alvenaria de vedação foram apresentados nos seguintes quadros:

- Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 24;
- Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 25;
- Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 26.

O tempo médio do ciclo da Atividade 1 foi de 48 segundos. Para a Atividade 2 o tempo médio do ciclo foi de 44 segundos. Finalmente, para a Atividade 3 o tempo médio do ciclo foi de 48 segundos.

Quadro 24 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AV02

Posturas adotadas durante a Marcação da Alvenaria da AV02											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação REBA						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho de mão e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon.	Pedreiros A, B C e D	12	1	7	6					
				2	9	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A, B C e D	5	3	8	10					
				4	8	10					
Aplicar argamassa no bloco	Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C e D	7	5	-	11					
				6	-	10					
Posicionar o bloco	Segurar o bloco com a mão esquerda, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado à linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.	Pedreiros A, B C e D	6	7	8	10					
				8	8	10					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C e D	6	9	10	11					
				10	8	10					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa na fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C e D	6	11	10	9					
				12	11	9					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			48								

Fonte: Autora

Quadro 25 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AV02

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Inferior da Alvenaria do AV02											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho de mão e assentá-la na primeira fiada onde foi posicionada a linha de nylon. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B C e D	10	1	6	-					
				2	6	5					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão, passando o bloco para a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A, B C e D	5	3	7	10					
				4	10	7					
Aplicar argamassa no bloco	Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C e D	7	5	10	-					
				6	6	5					
Posicionar o bloco	Segurar o bloco com a mão esquerda, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado à linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.	Pedreiros A, B C e D	5	7	-	9					
				8	-	9					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C e D	3	9	9	8					
				10	-	5					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa na fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C e D	6	11	7	8					
				12	11	11					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			44								

Fonte: Autora

Quadro 26 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AV02

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Superior da Alvenaria do AV02											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho de mão e assentá-la na quinta fiada onde foi posicionada a linha de nylon. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B C e D	11	1	3	-					
				2	4	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A, B C e D	5	3	-	6					
				4	5	9					
Aplicar argamassa no bloco	Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C e D	7	5	-	9					
				6	8	10					
Posicionar o bloco	Segurar o bloco com a mão esquerda, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado à linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.	Pedreiros A, B C e D	8	7	3	7					
				8	3	5					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C e D	3	9	5	7					
				10	6	4					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa na fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C e D	4	11	4	8					
				12	3	4					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			48								

Fonte: Autora

4.3.1.2 AV03 – Alvenaria de Vedação

Para o estudo AV03, os resultados da análise das atividades da elevação da alvenaria de vedação foram apresentados nos seguintes quadros:

- Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 27;
- Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 28;
- Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 29.

O tempo médio do ciclo da Atividade 1 foi de 36 segundos. Para a Atividade 2 o tempo médio do ciclo foi de 36 segundos. Finalmente, para a Atividade 3 o tempo médio do ciclo foi de 53 segundos.

Quadro 27 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AV03

Posturas adotadas durante a Marcação da Alvenaria do AV03											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do meio tonel e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon.	Pedreiros A e B	9	1	4	3					
				2	5	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A e B	4	3	5	9					
				4	6	8					
Aplicar argamassa no bloco	Segurar no bloco com a mão esquerda colocando o bloco na vertical e apoiado no pavimento para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A e B	4	5	4	6					
				6	4	6					
Posicionar o bloco	Segurar o bloco com as duas mãos, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado à linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.	Pedreiros A e B	3	7	7	7					
				8	-	10					
Bater com a colher	Com a mão esquerda segurar o bloco e com a mão direita bater com a colher de pedreiro, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A e B	3	9	5	-					
				10	5	7					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa na fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A e B	6	11	10	10					
				12	9	-					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			36								

Fonte: Autora

Quadro 28 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AV03

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Inferior da Alvenaria do AV03											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do tonel e assentá-la no mesmo alinhamento da fiada de blocos anterior. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A e B	8	1	3	5					
				2	6	5					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A e B	2	3	-	9					
				4	5	9					
Aplicar argamassa no bloco	Segurar no bloco com a mão esquerda colocando o bloco na vertical e apoiado no pavimento para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A e B	3	5	4	-					
				6	-	5					
Posicionar o bloco	Segurar o bloco com a mão esquerda, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado à linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.	Pedreiros A e B	5	7	7	10					
				8	4	9					
Bater com a colher	Com a mão esquerda segurar o bloco e com a mão direita bater com a colher de pedreiro, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A e B	3	9	5	4					
				10	8	8					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa na fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A e B	6	11	6	-					
				12	4	-					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			36								

Fonte: Autora

Quadro 29 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AV03

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Superior da Alvenaria do AV03											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do tonel e assentá-la na fiada onde foi posicionada a linha de nylon. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A e B	10	1	7	2					
				2	6	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A e B	3	3	10	-					
				4	7	-					
Aplicar argamassa no bloco	Segurar no bloco com a mão esquerda colocando o bloco na vertical e apoiado no pavimento para a colocação da argamassa, ou suspenso. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A e B	5	5	4	-					
				6	3	-					
Posicionar o bloco	Segurar o bloco com as duas mãos, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado à linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.	Pedreiros A e B	8	7	-	4					
				8	5	-					
Bater com a colher	Com a mão esquerda segurar o bloco e com a mão direita bater com a colher de pedreiro, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A e B	7	9	-	3					
				10	-	8					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa na fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A e B	7	11	-	8					
				12	6	-					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			53								

Fonte: Autora

4.3.1.3 AE05 – Alvenaria Estrutural

Para o estudo AE05, os resultados da análise das atividades da elevação da alvenaria estrutural foram apresentados nos seguintes quadros:

- Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 30;
- Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 31;
- Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 32.

O tempo médio do ciclo da Atividade 1 foi de 43 segundos. Para a Atividade 2 o tempo médio do ciclo foi de 33 segundos. Finalmente, para a Atividade 3 o tempo médio do ciclo foi de 39 segundos.

Quadro 30 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AE05

Posturas adotadas durante a Marcação da Alvenaria do AE05											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon.	Pedreiros A, B C, D e E	11	1	5	5					
				2	-	7					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda e agarrar a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega.	Pedreiros A, B C, D e E	4	3	5	6					
				4	8	9					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical apoiado no carrinho. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C, D e E	5	5	9	-					
				6	10	8					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco só com uma mão, deixando o bloco na posição horizontal, encaixando lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B C, D e E	5	7	-	5					
				8	9	10					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C, D e E	5	9	8	9					
				10	9	7					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C, D e E	6	11	5	-					
				12	10	9					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			43								

Fonte: Autora

Quadro 31 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AE05

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Inferior da Alvenaria do AE05											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la em dois alinhamentos na primeira fiada. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B C, D e E	10	1	8	-					
				2	8	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega.	Pedreiros A, B C, D e E	3	3	8	-					
				4	5	-					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical, apoiado no pavimento ou apoiado no carrinho. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C, D e E	5	5	9	10					
				6	7	-					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com a mão esquerda deixando o bloco na posição horizontal, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B C, D e E	3	7	4	9					
				8	5	7					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C, D e E	3	9	7	9					
				10	4	-					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C, D e E	5	11	5	-					
				12	4	-					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			33								

Fonte: Autora

Quadro 32 - Análise pela Aplicação da ferramenta REBA da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AE05

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Superior da Alvenaria do AE05											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação REBA						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la em dois alinhamentos na fiada anterior. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B C, D e E	9	1	-	3					
				2	5	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega.	Pedreiros A, B C, D e E	4	3	7	5					
				4	6	5					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical apoiado no pavimento ou no carrinho. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C, D e E	4	5	7	5					
				6	5	-					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B C, D e E	5	7	8	7					
				8	8	8					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C, D e E	4	9	-	5					
				10	7	-					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C, D e E	5	11	6	1					
				12	-	6					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			39								

Fonte: Autora

4.3.1.4 AE06 – Alvenaria Estrutural

Para o estudo AE06, os resultados da análise das atividades da elevação da alvenaria estrutural foram apresentados nos seguintes quadros:

Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 33;

Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 34;

Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 35.

O tempo médio do ciclo da Atividade 1 foi de 44 segundos. Para a Atividade 2 o tempo médio do ciclo foi de 49 segundos. Finalmente, para a Atividade 3 o tempo médio do ciclo foi de 44 segundos.

Quadro 33 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AE06

Posturas adotadas durante a Marcação da Alvenaria do AE06						
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>	
					Dir.	Esq.
Aplicar argamassa na fiada	Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon.	Pedreiros A, B e C	10	1	5	-
				2	6	5
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda e agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A, B e C	4	3	7	10
				4	-	10
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical apoiado no carrinho ou no pavimento. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B e C	5	5	5	4
				6	7	9
Posicionar o bloco	Segurar no bloco só com uma mão, deixando o bloco na posição horizontal, encaixando lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B e C	4	7	-	9
				8	5	9
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B e C	4	9	10	11
				10	9	10
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B e C	8	11	7	-
				12	7	9
Duração média do ciclo de trabalho (s)			44			

Fonte: Autora

Quadro 34 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AE06

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Inferior da Alvenaria do AE06											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la em dois alinhamentos na primeira fiada. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B e C	11	1	8	-					
				2	8	5					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A, B e C	4	3	8	10					
				4	8	10					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical, apoiado no pavimento ou apoiado no carrinho. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B e C	6	5	6	-					
				6	8	-					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com as duas mãos equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, deixando o bloco na posição horizontal, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B e C	5	7	10	-					
				8	-	9					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B e C	5	9	5	-					
				10	7	5					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B e C	6	11	7	-					
				12	-	9					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			49								

Fonte: Autora

Quadro 35 - Análise pela Aplicação da ferramenta REBA da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AE06

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Superior da Alvenaria do AE06											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação REBA						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la em dois alinhamentos na fiada anterior. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B e C	12	1	6	6					
				2	-	6					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.	Pedreiros A, B e C	3	3	8	10					
				4	-	11					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical apoiado no pavimento ou no carrinho. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B e C	4	5	9	-					
				6	8	10					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B e C	5	7	9	9					
				8	9	9					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B e C	5	9	6	7					
				10	7	-					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B e C	6	11	-	8					
				12	5	-					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			44								

Fonte: Autora

4.3.1.5 AE07 – Alvenaria Estrutural

Para o estudo AE07, os resultados da análise das atividades da elevação da alvenaria estrutural foram apresentados nos seguintes quadros:

Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 36;

Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 37;

Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 38.

O tempo médio do ciclo da Atividade 1 foi de 54 segundos. Para a Atividade 2 o tempo médio do ciclo foi de 33 segundos. E para a Atividade 3 o tempo médio do ciclo foi de 46 segundos.

Quadro 36 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Etapa 4: Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AE07

Posturas adotadas durante a Marcação da Alvenaria do AE07											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	12	1	10	-					
				2	9	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda e agarrar o bloco na posição vertical, para facilitar o transporte.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	5	3	9	5					
				4	8	-					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical apoiado no pavimento. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	5	5	7	9					
				6	9	-					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco só com uma mão, deixando o bloco na posição horizontal, encaixando lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	6	7	9	11					
				8	-	11					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	8	9	10	-					
				10	9	-					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	9	11	10	11					
				12	9	-					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			54								

Fonte: Autora

Quadro 37 - Análise pela Aplicação da ferramenta REBA da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AE07

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Inferior da Alvenaria do AE07											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação REBA						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do recipiente e assentá-la em dois alinhamentos na primeira fiada. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	8	1	8	-					
				2	3	6					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda e agarrar o bloco na posição vertical, para facilitar o transporte.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	4	3	-	9					
				4	-	10					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical, apoiado no pavimento. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	3	5	9	7					
				6	4	6					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com as duas mãos equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, deixando o bloco na posição horizontal, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	5	7	-	11					
				8	-	11					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	5	9	-	4					
				10	5	-					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	6	11	4	-					
				12	9	-					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			33								

Fonte: Autora

Quadro 38 - Análise pela Aplicação da ferramenta REBA da Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AE07

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Superior da Alvenaria do AE07											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação REBA						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la em dois alinhamentos na fiada anterior. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	11	1	1	6					
				2	6	1					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda e agarrar o bloco na posição vertical, para facilitar o transporte.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	6	3	9	9					
				4	-	9					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical apoiado no pavimento. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	4	5	5	-					
				6	3	5					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	7	7	9	-					
				8	9	9					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	5	9	5	-					
				10	6	6					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B, C, D, E e F	7	11	4	-					
				12	8	-					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			46								

Fonte: Autora

4.3.1.6 AE08 – Alvenaria Estrutural

Por último, o Estudo de Caso AE08, os resultados da análise das atividades da elevação da alvenaria estrutural foram apresentados nos seguintes quadros:

- Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 39;
- Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 40;
- Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 41.

O tempo médio do ciclo da Atividade 1 foi de 53 segundos. Para a Atividade 2 o tempo médio do ciclo foi de 44 segundos. E para a Atividade 3 o tempo médio do ciclo foi de 63 segundos.

Quadro 39 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 1 – Marcação da Alvenaria do AE08

Posturas adotadas durante a Marcação da Alvenaria do AE08						
						
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>	
					Dir.	Esq.
Aplicar argamassa na fiada	Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do meio tonel e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon.	Pedreiros A, B C, D, E e F	11	1	7	8
				2	7	-
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega. Por vezes usa-se as duas mãos para pegar no bloco.	Pedreiros A, B C, D, E e F	3	3	-	9
				4	8	11
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical apoiado no pavimento. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C, D, E e F	5	5	5	5
				6	8	8
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B C, D, E e F	7	7	-	11
				8	-	12
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C, D, E e F	6	9	10	11
				10	4	7
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C, D, E e F	8	11	7	5
				12	5	-
Duração média do ciclo de trabalho (s)			53			

Fonte: Autora

Quadro 40 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Atividade 2 – Elevação da Alvenaria (Parte Inferior) do AE08

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Inferior da Alvenaria do AE08											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la em dois alinhamentos na primeira fiada. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B C, D, E e F	9	1	9	7					
				2	9	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega. Por vezes usa-se as duas mãos para pegar no bloco.	Pedreiros A, B C, D, E e F	5	3	9	11					
				4	-	11					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical, apoiado no pavimento ou apoiado no carrinho. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C, D, E e F	4	5	10	10					
				6	9	9					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B C, D, E e F	5	7	9	9					
				8	5	10					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C, D, E e F	5	9	7	9					
				10	6	-					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C, D, E e F	5	11	9	10					
				12	8	9					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			44								

Fonte: Autora

Quadro 41 - Análise pela Aplicação da ferramenta *REBA* da Etapa 4: Atividade 3 – Elevação da Alvenaria (Parte Superior) do AE08

Posturas adotadas durante a Elevação da Parte Superior da Alvenaria do AE08											
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
Sequência de Ações	Descrição das Ações	Operador	Duração média das ações (s)	Foto	Pontuação <i>REBA</i>						
					Dir.	Esq.					
Aplicar argamassa na fiada	Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la em dois alinhamentos na fiada anterior. Repetir para as outras fiadas.	Pedreiros A, B C, D, E e F	12	1	7	3					
				2	7	-					
Pegar o bloco	Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega. Por vezes usa-se as duas mãos para pegar no bloco.	Pedreiros A, B C, D, E e F	4	3	7	10					
				4	9	11					
Aplicar argamassa no bloco	Colocar o bloco na vertical apoiado no pavimento ou no carrinho. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.	Pedreiros A, B C, D, E e F	4	5	6	8					
				6	4	6					
Posicionar o bloco	Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.	Pedreiros A, B C, D, E e F	7	7	3	-					
				8	9	9					
Bater com a colher	Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.	Pedreiros A, B C, D, E e F	6	9	3	-					
				10	7	4					
Retirar o excesso de argamassa	Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.	Pedreiros A, B C, D, E e F	8	11	5	-					
				12	8	4					
Duração média do ciclo de trabalho (s)			63								

Fonte: Autora

4.3.2 Discussão dos Resultados da Ferramenta *REBA*

Para sintetizar a análise dos resultados da ferramenta *REBA* entre os seis estudos de caso, os respectivos diagnósticos foram agrupados por atividade e os resultados são apresentadas nos gráficos a seguir. Para a elevação da alvenaria, foram realizadas as análises das três atividades:

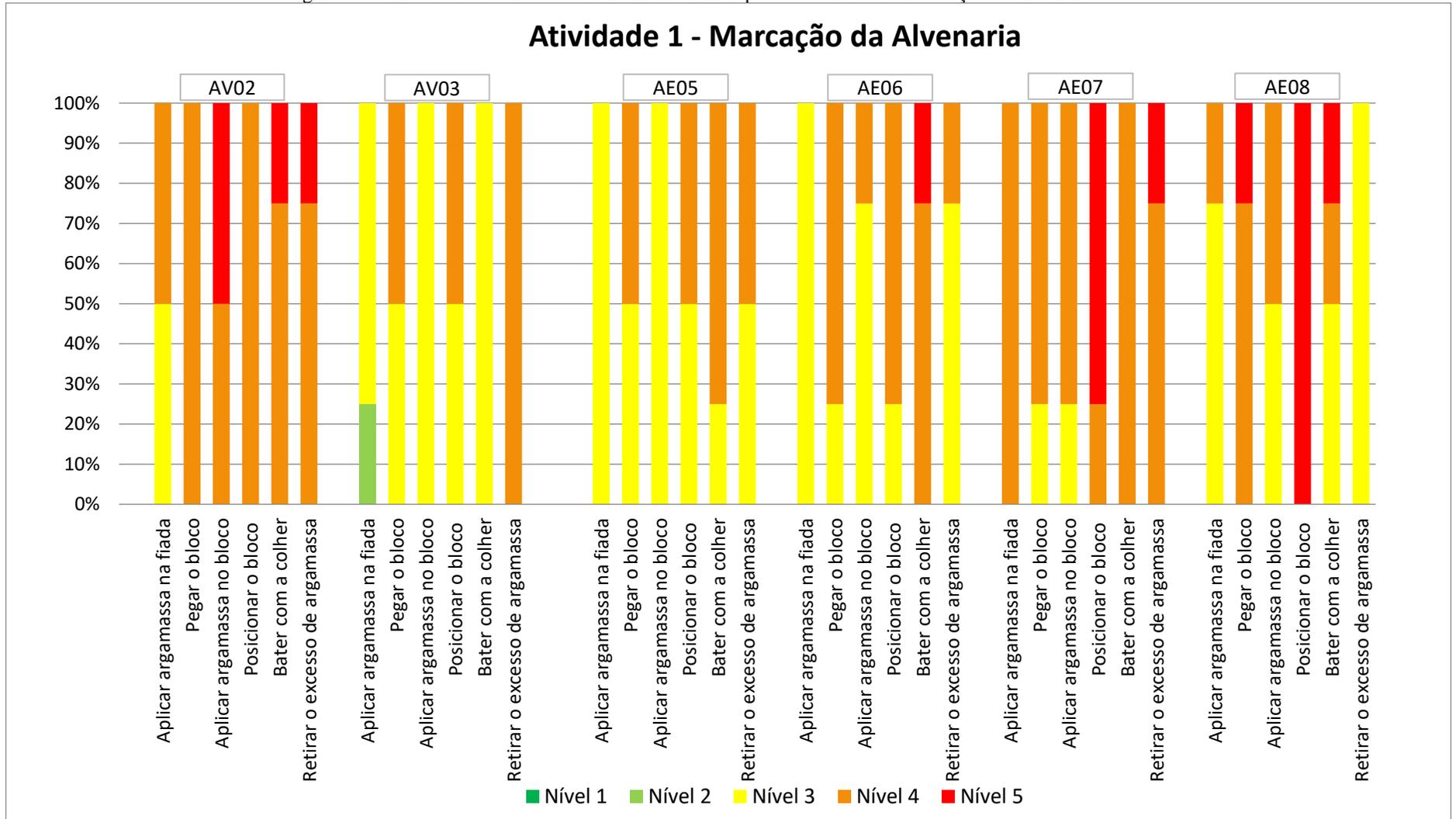
- Atividade 1 – Marcação da Alvenaria (Figura 47);
- Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria (Figura 48);
- Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria (Figura 49).

Nas situações em que não havia pontuação de um dos membros superiores, foi considerada a mesma pontuação do outro membro para a elaboração dos gráficos.

4.3.2.1 Atividade de Marcação da Alvenaria

Na Figura 47 apresenta-se a síntese dos resultados da ferramenta *REBA* para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria.

Figura 47 - Síntese dos resultados da ferramenta REBA para a atividade de Marcação da Alvenaria



Fonte: Autora

Para o **AV02** a maioria das posturas adotadas durante a marcação da alvenaria de vedação apresentou nível de risco elevado (75%) e risco muito elevado (16,7%). A ação “**aplicar argamassa no bloco**” foi a que mais se destacou, obtendo uma percentagem de 50% nível de risco elevado e 50% risco muito elevado. No entanto, as ações “**bater com a colher**” e “**retirar o excesso de argamassa**”, também obtiveram 25% de percentagem de nível de risco muito elevado.

Em relação ao **AV03** a maioria das posturas adotadas durante a marcação da alvenaria apresentou nível de risco médio (62,5%) e risco elevado (33,3%). A ação “**retirar o excesso de argamassa**” foi a mais grave, obtendo uma percentagem de 100% nível de risco elevado. Dos dois Estudos de Caso realizados para a alvenaria de vedação, o Estudo de Caso **AV02** foi o que apresentou os resultados mais nefastos nas posturas dos pedreiros.

De acordo com a Figura 47, para o Estudo de Caso **AE05**, a maioria das posturas adotadas durante a marcação da alvenaria estrutural apresentou nível de risco médio (62,5%) e nível de risco elevado (37,5%). A ação mais grave foi “**bater com a colher**” com 75% de nível de risco elevado e 25% de nível de risco médio.

No que concerne ao Estudo de Caso **AE06**, a maioria das posturas adotadas durante a marcação da alvenaria estrutural apresentou nível de risco médio (50%) e risco elevado (45,8%) e apresentou ainda uma pequena percentagem de risco muito elevado (4,2%). A ação mais grave também foi “**bater com a colher**”, com 25% de percentagem de nível de risco muito elevado e 75% de nível de risco elevado.

Quanto ao Estudo de Caso **AE07**, a maioria das posturas adotadas durante a marcação da alvenaria estrutural apresentou nível de risco elevado (75%) e nível de risco muito elevado (16,7%). As ações mais graves foram “**posicionar o bloco**” com 75% de percentagem de nível de risco muito elevado e 25% de nível de risco elevado, e “**retirar o excesso de argamassa**” com 25% de percentagem de nível de risco muito elevado e 75% de nível de risco elevado.

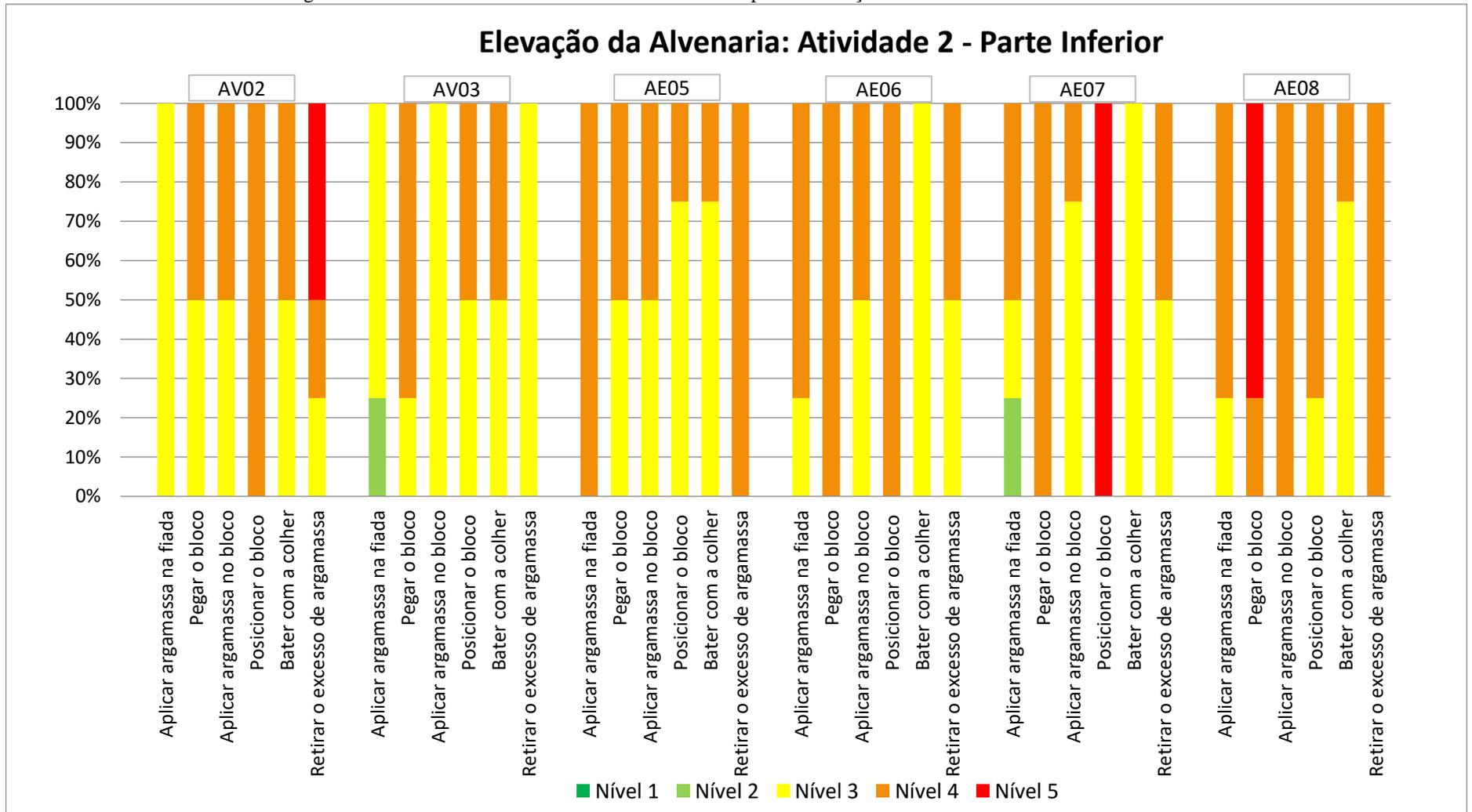
Sobre o Estudo de Caso **AE08**, a maioria das posturas adotadas durante a marcação da alvenaria apresentou nível de risco médio (45,8%), risco elevado (29,2%) e risco muito elevado (25%). As ações mais graves foram “**posicionar o bloco**” com 100% de percentagem de nível de risco muito elevado e “**pegar o bloco**” com 75% de nível de risco elevado e 25% de nível de risco muito elevado, sendo o peso do bloco um dos fatores mais prejudiciais para estas ações.

Os resultados apresentados nos quatro estudos de alvenaria estrutural apresentaram resultados semelhantes. No entanto, os Estudos de Caso **AE07** e **AE08** obtiveram uma percentagem superior de nível de risco muito elevado e a ação “**posicionar o bloco**” mostrou-se a mais prejudicial, demonstrando que o peso do bloco de concreto tem um impacto negativo no trabalho realizado.

4.3.2.2 Atividade de Elevação da Parte Inferior da Alvenaria

Na Figura 48 apresenta-se a síntese dos resultados da ferramenta *REBA* para a Atividade 2 – Elevação da alvenaria (Parte inferior).

Figura 48 - Síntese dos resultados da ferramenta REBA para a Elevação da alvenaria: Parte Inferior



Fonte: Autora

De acordo com a Figura 48, a maioria das posturas adotadas no Estudo de Caso **AV02** apresentou nível de risco médio (45,8%), risco elevado (45,8%) e risco muito elevado (8,4%). A ação “**retirar o excesso de argamassa**” foi a que mais se destacou; obteve uma percentagem de 50% nível de risco muito elevado e 25% risco elevado.

Em relação ao Estudo de Caso **AV03**, a maioria das posturas adotadas apresentou nível de risco médio (66,7%) e risco elevado (29,2%). A ação “**pegar o bloco**” foi a mais grave, com uma percentagem de 75% nível de risco elevado e 25% nível de risco médio. Dos dois Estudos de Caso de alvenaria de vedação, o AV02 foi o que apresentou os resultados mais críticos com classificações de nível de risco muito elevado superior ao AV03.

No que concerne ao Estudo de Caso **AE05**, a maioria das posturas adotadas durante a elevação da alvenaria estrutural apresentou nível de risco elevado (58,3%) e nível de risco médio (41,7%). As ações mais graves foram “**aplicar argamassa na fiada**” e “**retirar o excesso de argamassa**”, ambas com 100% de nível de risco elevado.

Quanto ao Estudo de Caso **AE06**, a maioria das posturas adotadas apresentou nível de risco elevado (62,5%) e risco médio (37,5%). As ações mais graves foram “**pegar o bloco**” e “**posicionar o bloco**”, ambas com 100% de percentagem de nível de risco elevado.

Sobre o Estudo de Caso **AE07**, a maioria das posturas adotadas durante a elevação da alvenaria estrutural apresentou nível de risco médio (41,7%), risco elevado (37,5%) e nível de risco muito elevado (16,7%). A ação mais crítica para o trabalhador foi “**posicionar o bloco**” com 100% de percentagem de nível de risco muito elevado.

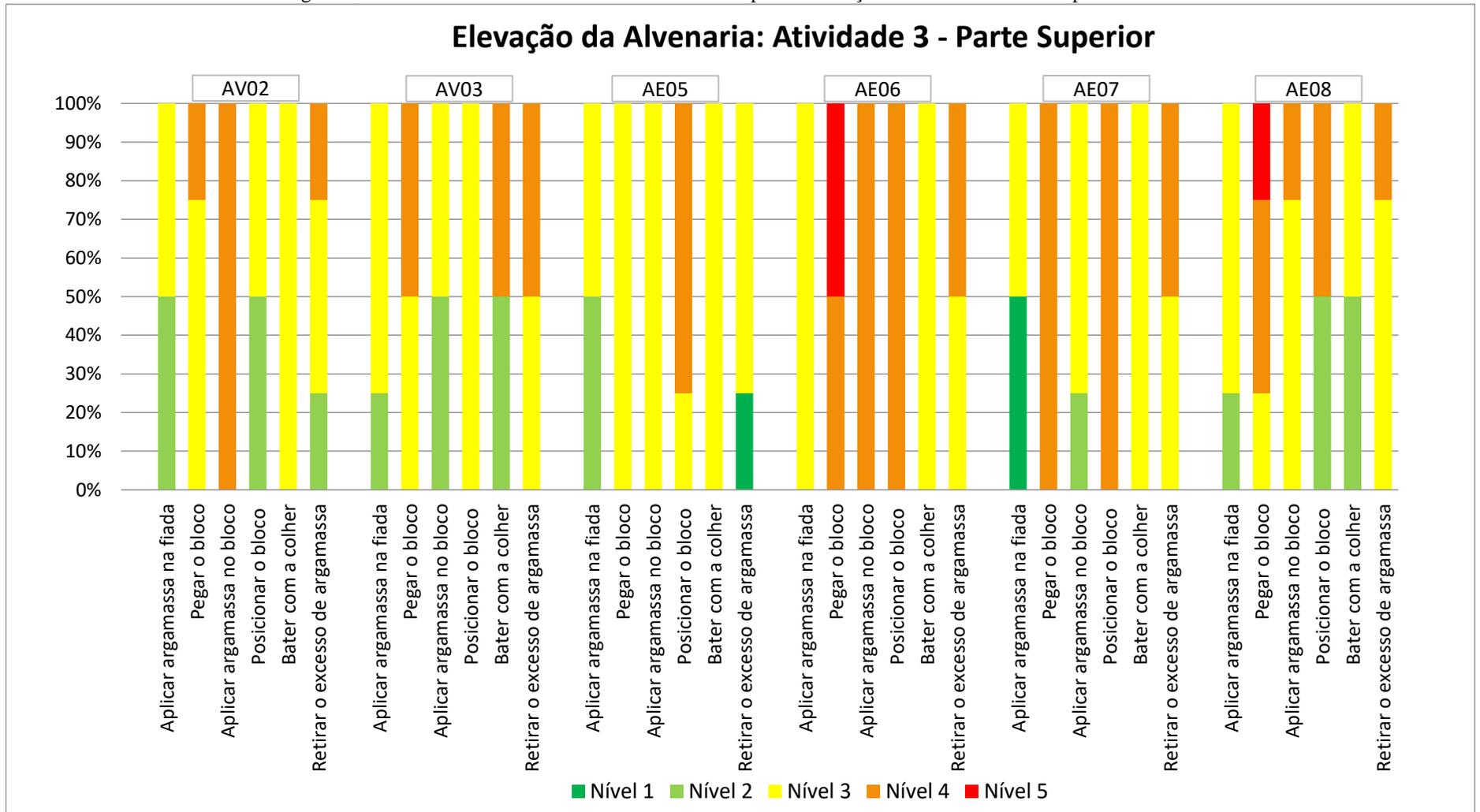
Por último, o Estudo de Caso **AE08**, a maioria das posturas adotadas apresentou nível de risco médio (20,8%), risco elevado (66,7%) e nível de risco muito elevado (12,5%). A ação mais grave identificada foi “**pegar o bloco**” com 75% de percentagem de nível de risco muito elevado e 25% de nível de risco elevado.

Para a atividade de elevação da parte inferior da alvenaria estrutural, os Estudos de Caso AE07 e o AE08 foram os que apresentaram os resultados mais impactantes, obtendo uma pequena percentagem de nível de risco muito elevado em relação aos outros Estudos de Caso. As ações “**pegar o bloco e posicionar o bloco**” mostraram-se as mais prejudiciais.

4.3.2.3 Atividade de Elevação da Parte Superior da Alvenaria

Na Figura 49 apresenta-se a síntese dos resultados da ferramenta *REBA* para a Atividade 3 – Elevação da alvenaria (Parte superior).

Figura 49 - Síntese dos resultados da ferramenta REBA para a Elevação da alvenaria: Parte Superior



Fonte: Autora

Os resultados para a atividade de elevação da parte superior da alvenaria apresentaram melhores classificações em relação às atividades de marcação da alvenaria e elevação da parte inferior, tanto para a alvenaria de vedação como para alvenaria estrutural.

Para o **AV02** as posturas praticadas apresentaram um nível de risco médio (54,2%) e risco elevado (25%). A ação aplicar **argamassa no bloco** foi a que mais se destacou, com uma percentagem de 100% nível de risco elevado.

Em relação ao **AV03** a maioria das posturas adotadas apresentou nível de risco médio (54,2%) e risco elevado (25%). As ações **pegar o bloco** e **retirar o excesso de argamassa** foram as mais prejudiciais para o trabalhador, obtiveram uma percentagem de 50% nível de risco elevado e 50% nível de risco médio.

No que concerne ao **AE05** a maioria das posturas adotadas durante a elevação da alvenaria estrutural apresentou nível de risco médio (75%) e nível de risco elevado (12,5%). Para este estudo a ação mais grave foi **posicionar o bloco** com 75% de nível de risco elevado e 25% de nível de risco médio.

Quanto ao **AE06** a maioria das posturas adotadas apresentou nível de risco elevado (50%), risco médio (41,7%) e risco muito elevado (8,3%). Para este estudo a ação mais grave foi **pegar o bloco** com 50% de percentagem de nível de risco muito elevado e 50% de nível de risco elevado.

Sobre o **AE07** a maioria das posturas adotadas durante a elevação da parte superior da alvenaria estrutural apresentou nível de risco médio (45,8%) e nível de risco elevado (41,7%). Para este estudo as ações mais críticas para o trabalhador foram **pegar o bloco** e **posicionar o bloco**, ambas com 100% de percentagem de nível de risco elevado.

E relativamente ao **AE08**, a maioria das posturas adotadas apresentou nível de risco médio (50%), risco elevado (25%) e nível de risco muito elevado (4,2%). Para este estudo a ação mais grave foi **pegar o bloco** com 50% de percentagem de nível de risco elevado e 25% de nível de risco muito elevado e 25% de nível de risco médio.

Para a atividade de elevação da parte superior da alvenaria o estudo de caso **AE06** foi o que apresentou os resultados mais críticos, obtendo uma percentagem superior de nível de risco muito elevado e risco elevado, comparado com os outros estudos de alvenaria estrutural. As ações **pegar o bloco** e **posicionar o bloco** mostraram-se as mais prejudiciais.

4.3.3 Síntese da Ferramenta *REBA*

A ferramenta *REBA* possibilitou a análise da elevação da alvenaria por meio da seleção das posturas realizadas com mais frequência e as posturas mais incômodas para os trabalhadores. As classificações apresentaram valores de nível de **risco elevado** e até **risco muito elevado**, sendo estas classificações de risco que incentivam a investigação e intervenção na postura dos trabalhadores.

Comparando as classificações dos riscos ergonômicos entre a alvenaria de vedação e estrutural, pela aplicação da ferramenta *REBA*, observa-se a prevalência de melhores médias para as obras de alvenaria de vedação. Tanto a alvenaria de vedação com a estrutural obtiveram resultados impactantes, como elevada percentagem de **nível de risco 4**, com 38,9% (alvenaria de vedação) e 45,8% e **nível de risco 5**, com 4,2% (alvenaria de vedação) e 7,3% (alvenaria estrutural). Na Tabela 3 são apresentados os percentuais da classificação da ferramenta *REBA*.

Tabela 3 - Percentagens por tipologia de alvenaria de acordo com a classificação *REBA*

Classificação		Classificação <i>REBA</i>									
		Alvenaria de Vedação					Alvenaria Estrutural				
		Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Média entre obras (%)	Atividade 1	0,0	2,1	35,4	54,2	8,3	0,0	0,0	41,7	46,9	11,5
	Atividade 2	0,0	2,1	56,3	37,5	4,2	0,0	1,0	35,4	56,3	7,3
	Atividade 3	0,0	20,8	54,2	25,0	0,0	0,0	11,5	51,0	34,4	3,1
Média Geral (%)		0,0	8,3	48,6	38,9	4,2	0,0	4,2	42,7	45,8	7,3

Fonte: Autora

O **peso do bloco de concreto** e o **tipo de pega** são dois fatores relevantes identificados com a aplicação desta ferramenta que agravaram os resultados, ao contrário da ferramenta *OWAS*, que apenas destaca o peso do material como fator mais relevante. O movimento e a forma de como o bloco é agarrado (tipo de pega) interferem na classificação do risco ergonômico. A **pega em pinça** é considerada inaceitável (Pontuação 3). Este movimento majoritariamente é realizado só com uma mão, como pode ser observado na Figura 50, a seguir. Adicionado ao fator “peso do bloco de concreto”, que varia de 10 a 18 kg, a ferramenta *REBA* atribuiu pontuação 2, para valores superiores a 10kg. Outro fator agravante diz respeito às posturas praticadas que envolvem agachar ou inclinar o tronco em mais de 60° para pegar ou empilhar os blocos.

Figura 50 - Trabalhador do AE06 a pegar o bloco de concreto (pega em pinça dos blocos de concreto)



Fonte: Autora

Aplicação da ferramenta *REBA* na execução da alvenaria teve um caráter complementar à ferramenta *OWAS*, permitindo ampliar a análise dos riscos ergonômicos. Para a atividade 1 (Marcação da Alvenaria), o Estudo de Caso **AV02** apresentou resultados com nível de risco elevado e muito elevado, tal como demonstrado pela ferramenta *OWAS*. No entanto, os Estudos de Caso AE07 e AE08 relacionados à alvenaria estrutural também apresentaram classificações de risco de nível elevado e muito elevado, com destaque para ação “**posicionar o bloco**”, sendo esta a mais nefasta, agravada pela característica tipo de pega e do peso do bloco de concreto.

A atividade 2 (Elevação da Parte Inferior da Alvenaria) teve como destaques os Estudos de Caso AE07 e AE08 como os que apresentaram maior risco ergonômico detectado, com evidência mais uma vez, das ações “**pegar o bloco**” e “**posicionar o bloco**” em quase todos os estudos realizados.

Para a terceira atividade, os resultados são mais favoráveis conforme detectado pela aplicação da ferramenta *OWAS*. A prática de posturas com o tronco e pernas retas favorece a classificação das posturas. O Estudo de Caso AE06 foi o que obteve classificações de risco mais prejudiciais, com nível de risco ergonômico muito elevado. As ações mais penosas para esta atividade também foram “**pegar o bloco**” e “**posicionar o bloco**”. Apesar da área de trabalho situar-se acima da cintura do trabalhador (da 6ª à 9ª fiada), os blocos ainda se encontravam no pavimento (nível da laje), obrigando o trabalhador a inclinar o tronco, executando as mesmas posturas das atividades 1 e 2 para a ação “**pegar o bloco**”.

4.4 APLICAÇÃO DA FERRAMENTA *MET*

A ferramenta *MET* foi aplicada para calcular a intensidade física das atividades da elevação da alvenaria. As atividades foram classificadas segundo o anexo III da NR15. Os valores das taxas de metabolismo por tipo de atividade foram apresentados no Quadro 11 do capítulo 3. A classificação das atividades foi realizada em função do seu gasto calórico, sendo valores entre **125 e 165 kcal/h** considerado **trabalho leve** (representado pela cor verde), entre **166 e 370 kcal/h** considerado **trabalho moderado** (representado pela cor amarela) e **superior a 370 kcal/h** é considerado **trabalho pesado** (representado pela cor vermelha).

4.4.1 Diagnóstico

Foram elaborados quadros para cada Estudo de Caso para auxiliar o procedimento do cálculo do dispêndio de energia (Kcal/hora). Para cada quadro foram definidos as atividades ocupacionais selecionadas e o seu respectivo código e a sua intensidade *MET*. Estes dados foram obtidos do apêndice 4 – Compêndio de Atividades Físicas: códigos, atividades e intensidades em *MET'S*, do artigo “Apresentação de uma Versão em Português do Compêndio de Atividades Físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em Fisiologia do Exercício” (Anexo). Também foram calculadas as durações médias das ações e ciclos de trabalho, que auxiliaram no cálculo do dispêndio de energia de cada atividade.

4.4.1.1 AV02 – Alvenaria de Vedação

Para o estudo de Caso AV02, os resultados do dispêndio de energia das atividades da elevação da alvenaria de vedação foram apresentados nos seguintes quadros: para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 42; Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 43; e para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 44.

Quadro 42 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria de Vedação do AV02

Atividade 1: Marcação da Alvenaria de vedação						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			48		75,00	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	12,00	5,00	7,00	6,00	6,00	6,00
Tempo total da ação (h)	0,25	0,10	0,15	0,13	0,13	0,13
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	122,50	29,17	71,46	35,00	35,00	52,50
ΣDispêndio de energia (Kcal/h)	345,63					

Fonte: Autora

Quadro 43 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria de Vedação do AV02

Atividade 2: Elevação da Alvenaria de Vedação – Parte Inferior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			44		81,82	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	10,00	5,00	7,00	5,00	3,00	6,00
Tempo total da ação (h)	0,23	0,11	0,16	0,11	0,07	0,14
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	111,36	31,82	77,65	31,82	19,09	57,27
ΣDispêndio de energia (Kcal/h)	329,32					

Fonte: Autora

Quadro 44 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria de Vedação do AV02

Atividade 3: Elevação da Alvenaria de Vedação – Parte Superior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			48		75,00	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	11,00	5,00	7,00	8,00	3,00	4,00
Tempo total da ação (h)	0,23	0,10	0,15	0,17	0,06	0,08
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	112,29	29,17	71,46	46,67	17,50	35,00
ΣDispêndio de energia (Kcal/h)	341,06					

Fonte: Autora

4.4.1.2 AV03 – Alvenaria de Vedação

Para o estudo de Caso AV03, os resultados do dispêndio de energia das atividades da elevação da alvenaria de vedação foram apresentados nos seguintes quadros: para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 45; Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 46; e para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 47.

Quadro 45 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria de Vedação do AV03

Atividade 1: Marcação da Alvenaria de vedação						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			36		100,00	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	9,00	4,00	4,00	3,00	3,00	6,00
Tempo total da ação (h)	0,25	0,11	0,11	0,08	0,08	0,17
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	122,50	31,11	54,44	23,33	23,33	70,00
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	324,72					

Fonte: Autora

Quadro 46 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria de Vedação do AV03

Atividade 2: Elevação da Alvenaria de Vedação – Parte Inferior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			36		100,00	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	8,00	2,00	3,00	5,00	3,00	6,00
Tempo total da ação (h)	0,23	0,06	0,08	0,14	0,08	0,17
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	108,89	15,56	40,83	38,89	23,33	70,00
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	297,50					

Fonte: Autora

Quadro 47 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria de Vedação do AV03

Etapa 4 – Atividade 3: Elevação da Alvenaria de Vedação – Parte Superior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			53		67,92	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	10,00	3,00	5,00	8,00	7,00	7,00
Tempo total da ação (h)	0,19	0,06	0,09	0,15	0,13	0,13
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	92,45	15,85	46,23	42,26	36,98	55,47
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	341,06					

Fonte: Autora

4.4.1.3 AE05 – Alvenaria Estrutural

Para o Estudo de Caso AE05, os resultados do dispêndio de energia das atividades da elevação da alvenaria estrutural foram apresentados nos seguintes quadros: para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 48; Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 49; e para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 50.

Quadro 48 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria Estrutural do AE05

Atividade 1: Marcação da Alvenaria Estrutural						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			43		83,72	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	11,00	4,00	5,00	5,00	5,00	6,00
Tempo total da ação (h)	0,26	0,09	0,12	0,12	0,12	0,14
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	125,35	26,05	56,98	32,56	32,56	58,60
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	332,09					

Fonte: Autora

Quadro 49 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria Estrutural do AE05

Atividade 2: Elevação da Alvenaria Estrutural – Parte Inferior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			33		109,09	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	10,00	3,00	5,00	3,00	3,00	5,00
Tempo total da ação (h)	0,30	0,09	0,15	0,09	0,09	0,15
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	148,48	25,45	74,24	25,45	25,45	63,64
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	362,73					

Fonte: Autora

Quadro 50 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria Estrutural do AE05

Atividade 3: Elevação da Alvenaria Estrutural – Parte Superior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			39		92,31	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	9,00	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00
Tempo total da ação (h)	0,23	0,10	0,10	0,13	0,10	0,13
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11480	Cód. 11615	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	113,08	28,72	50,26	35,90	28,72	53,85
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	310,51					

Fonte: Autora

4.4.1.4 AE06 – Alvenaria Estrutural

Para o Estudo de Caso AE06, os resultados do dispêndio de energia das atividades da elevação da alvenaria estrutural foram apresentados nos seguintes quadros: para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 51; Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 52; e para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 53.

Quadro 51 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria Estrutural do AE06

Atividade 1: Marcação da Alvenaria Estrutural						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			44		81,82	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	10,00	4,00	5,00	4,00	4,00	8,00
Tempo total da ação (h)	0,23	0,09	0,11	0,09	0,09	0,18
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	111,36	25,45	55,68	25,45	25,45	76,36
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	319,77					

Fonte: Autora

Quadro 52 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria Estrutural do AE06

Atividade 2: Elevação da Alvenaria Estrutural – Parte Inferior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			49		73,47	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	11,00	4,00	6,00	5,00	5,00	6,00
Tempo total da ação (h)	0,22	0,08	0,12	0,10	0,10	0,12
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	110,00	22,86	60,00	28,57	28,57	51,43
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	301,43					

Fonte: Autora

Quadro 53 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria Estrutural do AE06

Atividade 3: Elevação da Alvenaria Estrutural – Parte Superior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			44		81,82	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	12,00	3,00	4,00	5,00	5,00	6,00
Tempo total da ação (h)	0,27	0,07	0,09	0,11	0,11	0,14
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	133,64	19,09	44,55	31,82	31,82	57,27
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	318,18					

Fonte: Autora

4.4.1.5 AE07 – Alvenaria Estrutural

Para o Estudo de Caso AE07, os resultados do dispêndio de energia das atividades da elevação da alvenaria estrutural foram apresentados nos seguintes quadros: para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 54; Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 55; e para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 56.

Quadro 54 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria Estrutural do AE07

Atividade 1: Marcação da Alvenaria Estrutural						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			54		66,67	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	12,00	5,00	5,00	6,00	8,00	9,00
Tempo total da ação (h)	0,22	0,09	0,09	0,11	0,15	0,17
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	108,89	25,93	45,37	31,11	41,48	70,00
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	322,78					

Fonte: Autora

Quadro 55 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria Estrutural do AE07

Atividade 2: Elevação da Alvenaria Estrutural – Parte Inferior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			33		109,09	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	8,00	4,00	3,00	5,00	5,00	6,00
Tempo total da ação (h)	0,24	0,12	0,09	0,15	0,15	0,18
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	118,79	33,94	44,55	42,42	42,42	76,36
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	358,48					

Fonte: Autora

Quadro 56 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria Estrutural do AE07

Atividade 3: Elevação da Alvenaria Estrutural – Parte Superior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			46		78,26	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	11,00	6,00	4,00	7,00	5,00	7,00
Tempo total da ação (h)	0,24	0,13	0,09	0,15	0,11	0,15
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	117,17	36,52	42,61	42,61	42,61	63,91
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	333,26					

Fonte: Autora

4.4.1.6 AE08 – Alvenaria Estrutural

Para o Estudo de Caso AE08, os resultados do dispêndio de energia das atividades da elevação da alvenaria estrutural foram apresentados nos seguintes quadros: para a Atividade 1 – Marcação da Alvenaria no Quadro 57; Atividade 2 – Elevação da Parte Inferior da Alvenaria no Quadro 58; e para a Atividade 3 – Elevação da Parte Superior da Alvenaria no Quadro 59.

Quadro 57 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Marcação da Alvenaria Estrutural do AE08

Atividade 1: Marcação da Alvenaria Estrutural						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			53		67,92	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	11,00	3,00	5,00	7,00	6,00	8,00
Tempo total da ação (h)	0,21	0,06	0,09	0,13	0,11	0,15
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	101,70	15,85	46,23	36,98	31,70	63,40
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	295,85					

Fonte: Autora

Quadro 58 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Inferior da Alvenaria Estrutural do AE08

Atividade 2: Elevação da Alvenaria Estrutural – Parte Inferior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			44		81,82	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	9,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00
Tempo total da ação (h)	0,20	0,11	0,09	0,11	0,11	0,11
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	100,23	31,82	44,55	31,82	31,82	47,73
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	287,95					

Fonte: Autora

Quadro 59 - Cálculo do gasto calórico e classificação da Elevação da Parte Superior da Alvenaria Estrutural do AE08

Atividade 3: Elevação da Alvenaria Estrutural – Parte Superior						
Tempo de realização da atividade: 1 hora	Peso de um homem adulto médio: 70 Kg		Duração média do ciclo (s):		Quantidade de ciclos em 1 hora:	
			63		57,14	
Ações	Aplicar argamassa na fiada	Pegar o bloco	Aplicar argamassa no bloco	Posicionar o bloco	Retirar o excesso	Bater com a colher
Duração média da ação (s)	12,00	4,00	4,00	7,00	6,00	8,00
Tempo total da ação (h)	0,19	0,06	0,06	0,11	0,10	0,13
Código MET	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11480	Cód. 11630	Cód. 11460	Cód. 11560
	7,0	4,0	7,0	4,0	4,0	6,0
Dispêndio de energia (Kcal/h)	93,33	17,78	31,11	31,11	26,67	53,33
∑Dispêndio de energia (Kcal/h)	253,33					

Fonte: Autora

4.4.2 Discussão dos Resultados da Ferramenta MET

O Quadro 60 apresenta uma síntese dos valores do dispêndio de energia obtidos e a sua classificação de acordo com a NR15 para a ferramenta MET, como também a duração média do ciclo de trabalho de cada atividade.

Quadro 60 - Síntese dos resultados da ferramenta *MET* – Valores do dispêndio de energia e classificação de todos os estudos de caso

Estudos de Caso	Atividades	Ciclo de Trabalho (s)	Valor (Kcal/h)	Classificação <i>MET</i>
AV02	Atividade 1	48	345,63	Trabalho Moderado
	Atividade 2	44	329,32	Trabalho Moderado
	Atividade 3	48	312,08	Trabalho Moderado
AV03	Atividade 1	36	324,72	Trabalho Moderado
	Atividade 2	36	297,50	Trabalho Moderado
	Atividade 3	53	289,25	Trabalho Moderado
AE05	Atividade 1	43	332,09	Trabalho Moderado
	Atividade 2	33	362,73	Trabalho Moderado
	Atividade 3	39	310,51	Trabalho Moderado
AE06	Atividade 1	44	319,77	Trabalho Moderado
	Atividade 2	49	301,43	Trabalho Moderado
	Atividade 3	44	318,18	Trabalho Moderado
AE07	Atividade 1	54	322,78	Trabalho Moderado
	Atividade 2	33	358,48	Trabalho Moderado
	Atividade 3	43	333,26	Trabalho Moderado
AE08	Atividade 1	53	295,85	Trabalho Moderado
	Atividade 2	44	287,95	Trabalho Moderado
	Atividade 3	63	253,33	Trabalho Moderado

Fonte: Autora

Durante a elevação da alvenaria foram analisadas três atividades: Marcação da Alvenaria; Elevação da Parte Inferior da Alvenaria; e Elevação da Parte Superior da Alvenaria. Em todos os Estudos de Caso, tanto para a alvenaria de vedação como para alvenaria estrutural, a classificação do dispêndio de energia durante o trabalho foi considerada **moderada**, atingindo valores médios de gasto calórico entre 253 a 358 kcal/h para as três atividades, devido à execução destas atividades ser realizada pelas mesmas ações e movimentos durante a jornada de trabalho, e a constante repetição do ciclo de trabalho.

Esta ferramenta também não apresentou uma distinção nos valores de intensidade *METs* considerando a utilização dos blocos de concreto e blocos cerâmicos, que têm pesos significativamente diferentes. Os códigos das atividades ocupacionais selecionados, apesar de serem diferentes para blocos de concreto (cód.11630 - De pé, moderado/pesado, levantar pesos > 22kg, alvenaria – 4,0 *METs*) e para blocos cerâmicos (Cód. 11615 - Erguendo pesos continuamente (4-9 kg) em períodos curtos de caminhada ou repouso – 4,0 *METs*), o seu valor de intensidade *MET* é igual (4,0 *METs*), sendo o bloco de concreto mais pesado que o bloco cerâmico.

Nenhuma das atividades foi destacada para a avaliação da intensidade física, todas foram classificadas como **trabalho moderado**, de acordo com os resultados prescritos na “NR-15 - Atividades e Operações Insalubres”, demonstrando que a execução do trabalho é realizada

ao mesmo ritmo para todas as atividades, e que tanto a alvenaria de vedação como a estrutural, exigem um grande esforço físico para o trabalhador. Este valor deve-se à duração do ciclo de trabalho, sendo que a média obtida dos ciclos de trabalho, entre todos os estudos, foi muito similar, variando entre 33 e 63 segundos (Quadro 60), considerados como ciclos repetitivos.

4.5 DIAGNÓSTICO DO RISCO ERGONÔMICO CONSIDERANDO A APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ERGONÔMICAS

4.5.1 Considerações sobre a aplicação das ferramentas

Existem várias ferramentas que podem auxiliar na análise da atividade de trabalho. Nesta pesquisa foram aplicadas quatro ferramentas. O seu modo de aplicação apresentou algumas diferenças; algumas foram aplicadas diretamente, como o *REBA* e o *EWA*. Estas são ferramentas que podem ser aplicadas no local de coleta de dados, o canteiro de obras durante a realização da atividade, trazendo como vantagem a simples aplicação e rápida obtenção dos resultados de classificação de risco.

A ferramenta *EWA* avaliou vários itens sobre o espaço laboral, materiais, equipamentos, tomada de decisões, condições climáticas e o ruído dos equipamentos quanto ao risco ergonômico, priorizando a opinião do trabalhador. Esta ferramenta *EWA* é a mais acessível para ser empregada; apenas necessita do manual *EWA* impresso e pode ser preenchido no decorrer da observação das atividades *in loco*. Já a ferramenta *REBA* requer a tabela de classificações dos níveis de ação presente, o que torna a sua classificação mais morosa, pois há a necessidade de se avaliar o corpo inteiro. Por vezes é necessário medir o ângulo entre os segmentos corporais, tornando-se mais fácil realizar esta análise em laboratório, com o auxílio das imagens coletadas por fotos ou por vídeo gravado.

Outras ferramentas necessitam de uma amostragem, de pelo menos uma hora de duração da atividade de trabalho, como é o caso do *OWAS* e o *MET*, em que a sua aplicação demanda que a análise seja em laboratório e com uma extensa coleta de dados. São ferramentas que a utilização da gravação de vídeo é fundamental para rever as imagens constantemente, facilitando a leitura das posturas de trabalho, sequência e duração dos movimentos e do ciclo de trabalho.

A ferramenta *OWAS* e *REBA* têm o mesmo propósito, ou seja, realizar uma análise postural, avaliando os movimentos e as posturas mais prejudiciais para os trabalhadores. A

ferramenta *OWAS* foi escolhida para analisar a atividade de trabalho em sequência, durante uma hora, demonstrando quais as posturas e os movimentos mais praticados pelos trabalhadores e o quanto dessas posturas e movimentos são nocivos para o trabalhador. Já a ferramenta *REBA* foi escolhida como complemento à ferramenta *OWAS*, por ser mais específica na sua análise e classificar separadamente o membro superior direito e esquerdo, como também o pescoço, o braço, o antebraço e o punho. No entanto, a ferramenta *REBA* foi utilizada para as piores situações e as posturas mais praticadas. A implementação das duas ferramentas possibilitou a elaboração de uma análise mais detalhada das situações vivenciadas.

Finalmente, por meio da ferramenta *MET* foram calculados os tempos médios das ações e do ciclo de trabalho de cada atividade resultando na determinação do gasto calórico (kcal/h), ou seja, a quantidade de energia gasta por hora, para executar uma atividade.

4.5.2 Considerações sobre o diagnóstico das condições ergonômicas detectadas

Os resultados da ferramenta *EWA* destacaram a posição dos materiais e equipamentos/ferramentas dispostos diretamente sobre a laje do pavimento como fator negativo quanto às posturas adotadas. A falta de equipamentos de apoio para cortar o bloco e transportar a argamassa dificultam a realização dos movimentos e de boas posturas.

Os resultados do diagnóstico encontram-se de acordo com a pesquisa realizada pelo SESI-SP (2016a), evidenciando como principal fator prejudicial para o desenvolvimento de distúrbios osteomusculares na construção civil a **sobrecarga muscular na coluna lombar**, principalmente durante a marcação da alvenaria e a elevação de braços e ombros durante o levantamento do bloco.

A ferramenta *EWA* realizou uma análise qualitativa das duas alvenarias, apontando a **alvenaria estrutural como a mais prejudicial** para os trabalhadores, devido não só à utilização do bloco de concreto estrutural, como também as situações de exposição dos trabalhadores às intempéries, ofuscamento pelo sol, ruído e poeira gerados pelo corte do bloco. No entanto, a opinião global dos trabalhadores foi positiva, demonstrando a aceitação dos trabalhadores quanto às condições impostas pelo seu posto de trabalho, não compreendendo os riscos ergonômicos implícitos neste serviço o que, por vezes, resultou numa certa discrepância entre a percepção desta pesquisadora e a avaliação dos trabalhadores. Esta ferramenta salientou a importância de conscientizar e treinar os trabalhadores, sobre as posturas e movimentos inadequados que provocam riscos de lesões osteomusculares.

A ferramenta *OWAS* identificou a *alvenaria de vedação como a mais nociva* para os pedreiros, essencialmente durante a *atividade de marcação da alvenaria e elevação da parte inferior da alvenaria*, com destaque para o Estudo de Caso AV02. O principal fator determinante para esta conclusão consistiu na *falta de um projeto de padronização* da alvenaria de vedação, levando o pedreiro a adaptar o assentamento de blocos às distâncias pretendidas, o que torna esta atividade mais demorada, permanecendo mais tempo com as pernas agachadas ou ajoelhadas e o tronco fletido. Estes movimentos obrigam o trabalhador a realizar posturas inadequadas como agachar e inclinar o tronco constantemente. De acordo com a ABNT NBR 11228 os níveis de tensão sobre o tronco aumentam substancialmente na medida em que a distância entre o objeto e o corpo aumenta. Assim, é importante evitar a torção, a inclinação, a flexão e movimentos ou posturas inadequadas (ABNT, 2017). É importante ressaltar também o peso dos blocos de concreto, que pode variar entre 10 e 18 kg, agravando a situação.

Contudo, os resultados obtidos com a aplicação das *ferramentas REBA e o MET indicaram tanto a alvenaria de vedação quanto a estrutural* como nefastas à saúde dos trabalhadores, sendo os resultados similares para as duas ferramentas adotadas. De acordo com os resultados obtidos pela aplicação da ferramenta *MET todas as atividades relacionadas à alvenaria de vedação e estrutural* foram classificadas como *trabalho moderado*, que segundo Seo, Lee e Seo (2016), os pedreiros estão expostos a demandas físicas excessivas que levam à fadiga muscular.

De acordo com os resultados obtidos pela aplicação da ferramenta *REBA*, a *atividade de marcação da alvenaria* atingiu *classificações de nível muito elevado* para os Estudos de Caso AV02, AE06, AE07 e AE08, ou seja, com a *predominância das obras em alvenaria estrutural*. Para atividade de *elevação da parte inferior da alvenaria*, os resultados obtidos indicaram uma percentagem substancial de nível de *risco elevado* nos Estudos de Caso AV02, AE07 e AE08. Este nível indica que é necessário investigar e mudar imediatamente a adoção destas posturas de trabalho. Assim sendo, foram *obtidas classificações críticas para ambas as alvenarias*.

A *atividade de elevação da parte superior da alvenaria*, de acordo com a aplicação da ferramenta *REBA*, também obteve classificação de *nível de risco muito elevado*, devido à ferramenta considerar pontuação máxima para os braços e antebraços elevados a mais de 90°. De acordo com Niosh (2014), o aumento da elevação do braço aumenta o risco de lesões no

ombro relacionadas ao impacto e ao manguito rotador. Assim, deve ser evitada a elevação dos membros superiores optando pela colocação dos andaimes a partir da 8ª fiada.

Também se concluiu que a *utilização do bloco do concreto estrutural tem um impacto negativo para a saúde do trabalhador devido a seu peso*, de acordo com a ferramenta REBA. Todos os movimentos realizados segurando o bloco desfavoreceu ainda mais a classificação, não só *pela pontuação do peso do bloco de concreto*, mas também pelo tipo de pega ser danoso para o trabalhador. Alguns pedreiros da alvenaria estrutural argumentaram que ao final do dia de trabalho sentiam dores nos braços e antebraços.

Assim, sob este enfoque, o *bloco cerâmico consiste numa opção mais benéfica para os trabalhadores*. Hess *et al.* (2010) já tinham comprovado durante uma pesquisa sobre a atividade de assentamento de blocos comparando dois tipos de blocos, que avaliou os parâmetros de exposição do ombro, em que foi comprovado que o bloco de concreto comum provoca maior estresse no braço esquerdo dos pedreiros e uma força de compressão excessiva na lombar.

É importante evidenciar as ações de *pegar o bloco, aplicar argamassa no bloco e quebrar o bloco* durante todas as atividades, devido a estas serem executadas agachadas ou com o tronco inclinado. Os resultados desta pesquisa corroboram com os obtidos por Entzel, Albers e Welch (2007). Estes autores afirmaram que os fatores de risco que provocam as lesões no tronco entre os pedreiros são: o peso do bloco; a frequência de levantamento dos blocos; a altura a partir da qual o bloco e a argamassa são levantados e depois colocados; e a distância do posto de trabalho ao trabalhador.

Um outra ação que precisa ser imediatamente modificada é o *corte do bloco*. Os resultados provenientes da aplicação das ferramentas OWAS e EWA destacaram não só a má postura praticada (quando o bloco é apoiado diretamente sobre a laje do pavimento para seu corte), como também o desconforto dos trabalhadores devido ao ruído e à poeira liberada durante a utilização da máquina de corte.

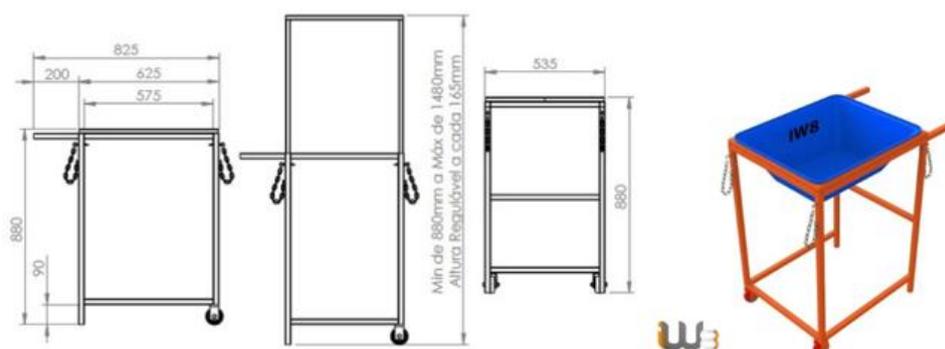
4.6 RECOMENDAÇÕES VISANDO A MITIGAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS DETECTADOS

Apesar de as atividades de alvenaria estrutural serem mais intensivas devido aos trabalhadores estarem mais expostos ao calor, chuva e vento do que os trabalhadores da alvenaria de vedação, nos estudos realizados os pedreiros de alvenaria de vedação (AV02 e

AV03) não tinham ajudantes e realizavam todas as atividades sozinhos (executavam o transporte de blocos e montagem e desmontagem de andaimes), o que tornou o trabalho mais intensivo.

Já na alvenaria estrutural os pedreiros sempre contavam com ajudantes para realizar o transporte de materiais, corte dos blocos, montagem e desmontagem de andaimes e limpeza do local de trabalho, agilizando o serviço dos pedreiros. Portanto, a questão organizacional do posto de trabalho com a divisão correta das funções de cada profissional atuante no serviço favorece as questões relacionadas ao risco ergonômico. No entanto, a falta de uma mesa de apoio para cortar o bloco e a falta de um porta argamassa regulável e móvel (exemplificado na Figura 51) dificultam a prática de boas posturas, promovendo o aumento de lesões osteomusculares.

Figura 51 - Imagem de um carrinho porta argamassa regulável



Fonte: <https://www.iw8.com.br/produto/carrinho-porta-masseira-50-litros.html>

Assim como Silva *et al.* (2014), foi possível concluir que as atividades do pedreiro na marcação e elevação da alvenaria demonstraram-se nocivas para a saúde, quando não planejada e adaptada ao trabalhador. No seguinte quadro (Quadro 61) são descritas algumas recomendações com o propósito de melhorar a atividade de trabalho, para alvenaria de vedação e alvenaria estrutural, evitando o desenvolvimento de riscos ergonômicos. Cada recomendação proposta foi estruturada de acordo com uma dimensão: **organizacional, tecnológica ou legislativa**.

Quadro 61 - Síntese das possíveis recomendações a serem adotadas para alvenaria de vedação e alvenaria estrutural

Recomendações – Alvenaria de Vedação	Dimensão
Conscientização e treinamento dos trabalhadores sobre riscos ergonômicos e desenvolvimento de DORT	Organizacional
Utilização de um carro porta argamassa com altura regulável, <i>evitando a inclinação do tronco para pegar argamassa</i>	Tecnológica
Utilização de um carro porta argamassa com mesa de apoio para o bloco durante aplicação da argamassa <i>evitando o apoio do bloco na laje do pavimento</i> , também pode ser utilizado para <i>cortar</i> o bloco	Tecnológica
Utilização de máquina de corte de bloco com bancada móvel e jato de água	Tecnológica
Utilização de um carrinho de mão ou porta palete, para transporte dos blocos, evitar transporte manual	Tecnológica
Desenvolvimento de um projeto de paginação de alvenaria de vedação	Organizacional
Recomendações – Alvenaria Estrutural	Dimensão
Conscientização e treinamento dos trabalhadores sobre riscos ergonômicos e desenvolvimento de DORT	Organizacional
Substituição o bloco de concreto pelo bloco estrutural cerâmico	Tecnológica
Utilização de um carro porta argamassa com mesa de apoio para o bloco durante aplicação da argamassa <i>evitando o apoio do bloco na laje do pavimento</i> , também pode ser utilizado para <i>cortar</i> o bloco	Tecnológica
Utilização de máquina de corte de bloco com bancada móvel e jato de água	Tecnológica
Utilização de um carro porta argamassa com altura regulável, <i>evitando a inclinação do tronco para pegar argamassa</i>	Tecnológica
Utilização de um carrinho de mão ou porta palete, para transporte dos blocos, evitar transporte manual	Tecnológica

Fonte:Autora

5. PROPOSTA DE MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DOS RISCOS ERGONÔMICOS

Este capítulo é dedicado à apresentação do método de avaliação do risco ergonômico considerando a metodologia de AET e a aplicação, de forma articulada e progressiva, das ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos, de forma a se ter um diagnóstico mais detalhado visando a melhoria das condições de trabalho na execução dos serviços de construção civil.

Este método é fruto da experiência adquirida ao longo da realização de oito Estudos de Caso, sendo dois exploratórios, tendo como objeto os serviços de alvenaria (vedação e estrutural), que possibilitou o conhecimento das diferenças e semelhanças entre as estratégias e a forma como os pedreiros executam o seu trabalho, conforme apresentado no capítulo 4. Por meio da observação direta, do questionamento aos trabalhadores e responsáveis pela execução dos serviços e realização de filmagens da execução dos serviços para posterior análise em laboratório foi possível compreender as dificuldades inerentes à coleta de dados. Salienta-se que, embora o método tenha como base a experiência nestes serviços, o mesmo poderá ser generalizado para aplicação na avaliação dos riscos ergonômicos em outros serviços de construção civil, salvaguardando-se as suas especificidades.

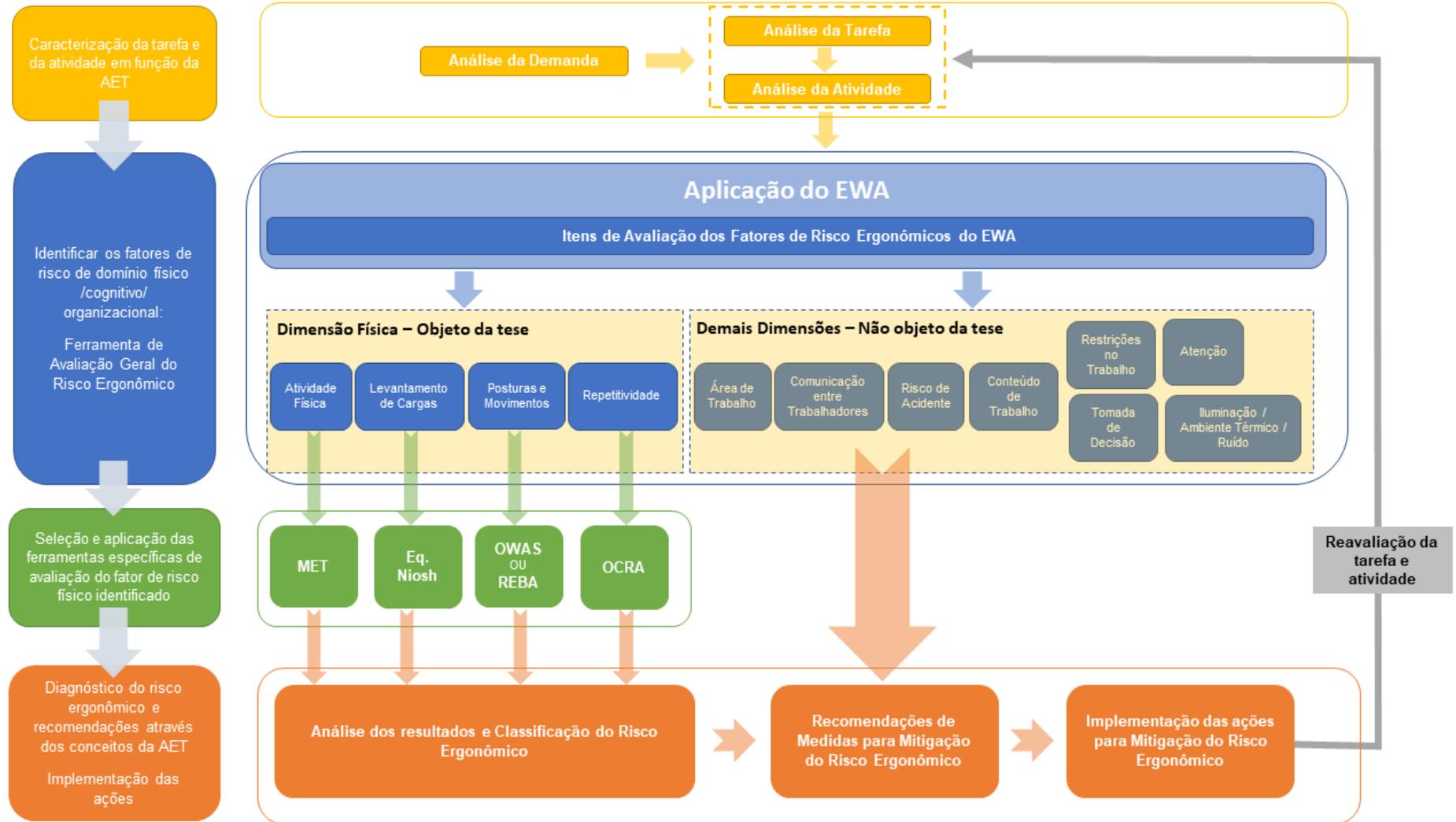
Tal como já foi abordado anteriormente, este estudo está limitado à **avaliação dos riscos ergonômicos físicos** presentes na atividade de trabalho, como as posturas e movimentos de trabalho, a repetitividade, o dispêndio energético e o levantamento e manuseio de cargas. Este método busca não só gerar conhecimento para descrever as situações de trabalho no canteiro de obras, como também identificar os riscos e estimar a sua criticidade, fornecendo um diagnóstico da atividade de trabalho de forma mais detalhada, contrariamente aos métodos e ferramentas que usualmente são aplicados de forma isolada e só avaliam um aspecto em particular.

Apesar desta pesquisa estar centrada na ergonomia física, a AET abrange as três dimensões da ergonomia de modo a responder a variabilidade da demanda, contemplado as questões cognitivas, como o estudo da carga de trabalho, tomada de decisão, entre outros. E questões organizacionais, como o gerenciamento de recursos de trabalho, trabalho em grupo, organização do trabalho, etc.

5.1 CONCEPÇÃO GERAL DO MÉTODO

Na Figura 52 apresenta-se a concepção geral do método, em que se observa a sua delimitação para avaliação dos riscos ergonômicos considerando a dimensão física, assim como as ferramentas complementares indicadas para o diagnóstico mais assertivo destes riscos, conforme o propósito desta tese.

Figura 52 - Fluxograma do Método de Avaliação do Risco Ergonômico na Construção Civil



Fonte: Autora

O método proposto é dividido em quatro etapas (Figura 52):

- Etapa 1 - Análise da demanda e caracterização da tarefa e da atividade;
- Etapa 2 - Primeira abordagem: Identificação dos fatores de risco utilizando a ferramenta *EWA* – Dimensão física;
- Etapa 3 - Segunda abordagem: Seleção e aplicação de ferramentas específicas de avaliação de fator de risco físico identificado;
- Etapa 4 - Diagnóstico do risco ergonômico e recomendações através dos conceitos da AET e implementações das medidas mitigatórias dos riscos ergonômicos.

Importante realçar o caráter contínuo da avaliação dos riscos ergonômicos (**Reavaliação da tarefa e atividade**), de forma periódica, conforme a indicação na Figura 52. Na sequência é feito o detalhamento de cada uma destas etapas.

5.1.1 ETAPA 1 - Análise da demanda e caracterização da tarefa e da atividade

A análise ergonômica do trabalho é caracterizada por um conjunto estruturado de análises complementares dos elementos determinantes da atividade de trabalho, em que é feito inicialmente a **análise da demanda**, que justifique a aplicação de uma ação ergonômica para definir a natureza do problema (quais são os problemas a serem estudados).

Após o esclarecimento inicial da demanda, é realizada a **análise da tarefa** que consiste em examinar o trabalho prescrito, o que o trabalhador deve fazer no seu posto de trabalho, representado pelas instruções técnicas organizacionais, ou seja, a descrição da forma como os serviços devem ser executados. As diretrizes do procedimento de um serviço na construção civil é usualmente chamado de Procedimento de Execução de Serviços e normalmente esse documento não é repassado para o trabalhador, sendo a tarefa transmitida verbalmente pelo Engenheiro ou Mestre de obras.

A análise da tarefa é feita por meio de entrevistas por parte do(a) pesquisador(a) aos responsáveis pela execução do serviço e aos superiores responsáveis pela orientação de como as atividades devem ser executadas (mestres de obras, engenheiros ou arquitetos, por exemplo). Nesta entrevista deve-se responder ao questionário apresentado no Apêndice A desta tese.

Em seguida é realizada a **análise da atividade** que resulta do estudo das estratégias usadas pelo trabalhador, avaliação de como o trabalhador realiza as suas atividades, os

movimentos e as posturas de trabalho, e a definição do ciclo de trabalho, a relação do trabalhador com o seu posto de trabalho e controle do tempo, de forma a compreender o motivo pelo qual o trabalhador executa as suas atividades de forma peculiar.

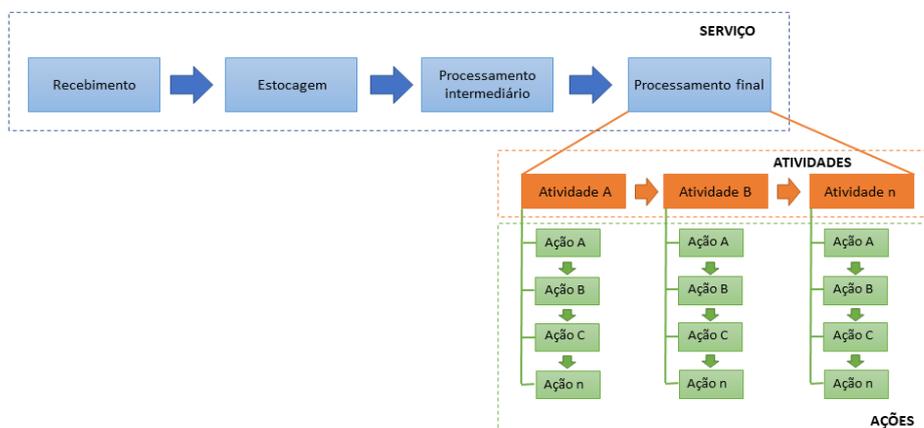
É importante conhecer e caracterizar os trabalhadores, conhecendo as suas características pessoais e a opinião sobre o seu serviço. Isto é realizado também por meio de entrevistas e aplicação de um questionário (Apêndice A desta tese). Um exemplo de diagnóstico das características dos trabalhadores é apresentado no Apêndice D.

Para a aplicação das ferramentas de avaliação do risco ergonômico nos serviços de construção civil, o(a) pesquisador(a) necessitará detalhar este serviço a partir de um fluxograma dos processos genérico, conforme apresentado na Figura 53, em que se observa as respectivas etapas (recebimento, estocagem, processamento intermediário, processamento final e transporte). Salienta-se que este fluxograma de processos poderá ter etapas suprimidas em função da organização da produção ou do tipo de material envolvido, ou ainda, do interesse de avaliação em função da análise de demanda. Por exemplo, para o caso do serviço de concretagem utilizando concreto fornecido por centrais externas ao canteiro de obras, as etapas de estocagem e de processamento intermediário não fazem parte deste fluxograma dos processos.

Cada etapa poderá ainda ser subdividida nas suas respectivas atividades, conforme ilustrado nesta figura. Esta subdivisão compete ao(a) pesquisador(a) em função da identificação da necessidade de diferenciar as atividades inerentes a cada etapa, objetivando um melhor detalhamento na análise do risco ergonômico.

Para cada etapa de interesse do fluxograma dos processos (ou para cada atividade) deve-se realizar nova subdivisão considerando as ações desenvolvidas pelos trabalhadores, sendo este o último nível de detalhamento **obrigatório** para a aplicação das ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos *MET*, *REBA* e *OWAS*.

Figura 53 – Divisão do serviço nas suas respectivas atividades e as atividades em suas respectivas ações



Fonte: Autora

Para exemplificar esta dinâmica de aprofundamento da avaliação dos riscos ergonômicos, se indica aqui o procedimento realizado para o serviço de alvenaria de vedação do Estudo de Caso AV02:

- **Figuras 43, 44 e 46** do capítulo 4 para a aplicação da ferramenta *OWAS* nas atividades de Marcação da alvenaria, Elevação da alvenaria – Parte inferior e Elevação da alvenaria – Parte superior, respectivamente;
- **Quadros 24, 25 e 26** do capítulo 4 para a aplicação da ferramenta *REBA* nas atividades de Marcação da alvenaria, Elevação da alvenaria – Parte inferior e Elevação da alvenaria – Parte superior, respectivamente;
- **Quadros 42, 43 e 44** do capítulo 4 para a aplicação da ferramenta *MET* nas atividades de Marcação da alvenaria, Elevação da alvenaria – Parte inferior e Elevação da alvenaria – Parte superior, respectivamente;

Relativamente ao procedimento de filmagens é importante escolher um local de trabalho amplo, permitindo assim obter um ângulo de filmagem que possibilite a captação do corpo inteiro do trabalhador e da sua área de trabalho, ao contrário de espaços pequenos que dificultam a captação dos movimentos e posturas do trabalhador. Deve também ser escolhido um local sem materiais e equipamentos, limpo e organizado para facilitar a circulação do(a) pesquisador(a) durante a filmagem. A utilização de uma câmera com tripé em conjunto pode ajudar na estabilidade da imagem durante da filmagem.

5.1.2 ETAPA 2 - Primeira abordagem: Identificação dos fatores de risco utilizando a ferramenta *EWA* – Dimensão física

A ferramenta *EWA* cumpre muito bem o papel para se realizar uma avaliação preliminar do risco em função da sua rápida aplicação e resultados confiáveis. Porém, aplicada isoladamente não oferece detalhamento necessário dos riscos ergonômicos; mas, em conjunto com outras ferramentas, permite não só identificar os riscos no ambiente de trabalho.

Conforme já destacado no capítulo 3, a ferramenta *EWA* avalia 14 itens e fornece um diagnóstico da situação de trabalho com identificação da presença ou ausência dos fatores de risco considerando as três dimensões da ergonomia (Física, Cognitiva e Organizacional). O método proposto nesta tese se aplica unicamente à dimensão física da ergonomia (condições físicas da atividade), porém no fluxograma do método (Figura 52) são apresentados todos os itens abordados pela ferramenta.

Assim, a proposta do método em questão está direcionada aos seguintes itens da ferramenta *EWA*:

- Item 2 – Atividade Física Geral;
- Item 3 – Levantamento de Cargas;
- Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos;
- Item 10 – Repetitividade do Trabalho.

Para cada item da ferramenta *EWA* elencado é associada uma ou mais ferramentas de tal forma que, de forma articulada, se obtenha maior assertividade na avaliação dos riscos ergonômicos na execução dos serviços de construção civil.

5.1.3 ETAPA 3 - Seleção e aplicação de ferramentas específicas de avaliação de fator de risco físico identificado

Propõe-se a associação das seguintes ferramentas a cada item de avaliação apresentado no subitem anterior:

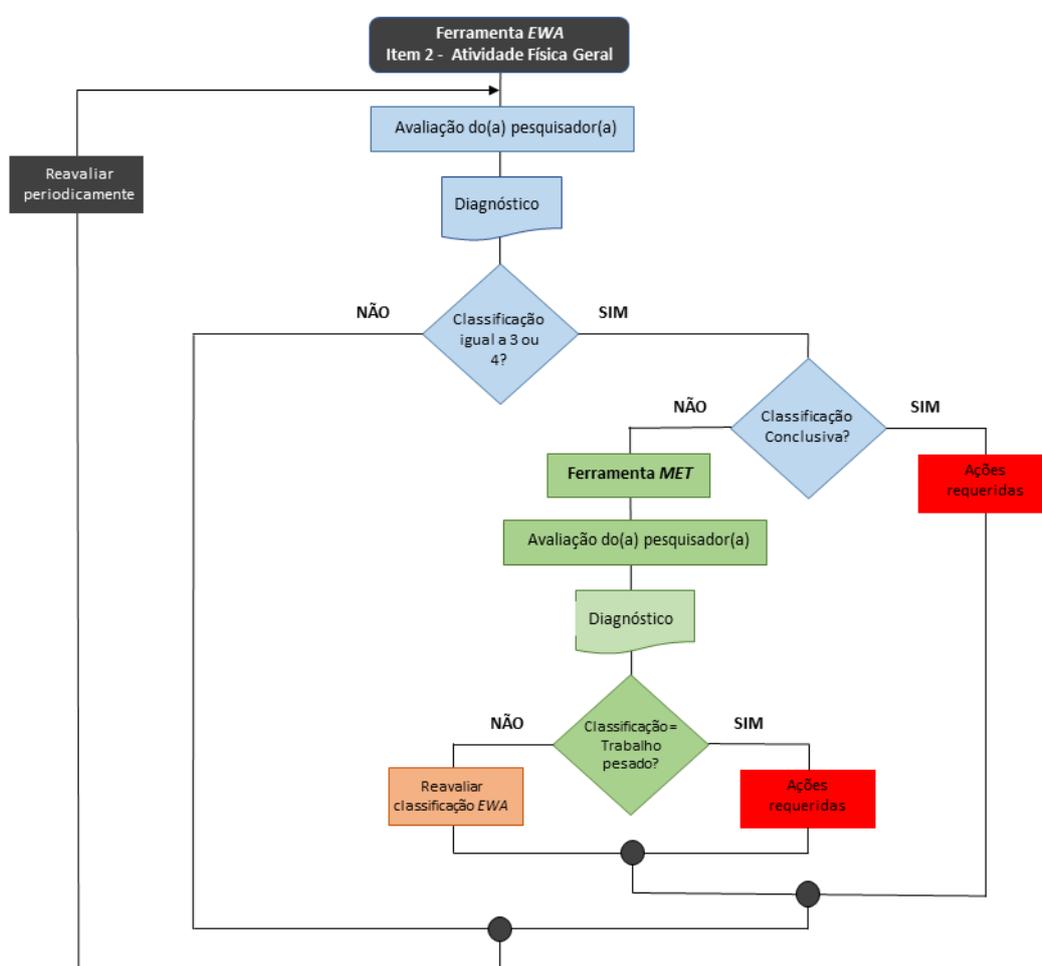
- Item 2 – Atividade Física Geral: *MET*, com o objetivo de se calcular o gasto calórico durante a atividade de trabalho;
- Item 3 – Levantamento de Cargas: Equação de Niosh, com o objetivo de calcular o índice do levantamento de carga;

- Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos: *REBA* e *OWAS*, com o objetivo de analisar posturas e movimentos;
- Item 10 – Repetitividade do Trabalho: *OCRA*, com o objetivo de avaliar a repetitividade da atividade/ação.

5.1.3.1 Ferramenta específica associada ao Item 2 – Atividade Física Geral

O fluxograma para aplicação da ferramenta *MET* associada à aplicação da ferramenta *EWA* (Item 2 - Atividade Física Geral) é apresentado na Figura 54.

Figura 54 - Fluxograma para aplicação da ferramenta *MET* em associação à aplicação da ferramenta *EWA*: Item 2 – Atividade Física Geral



Fonte: Autora

De acordo com este fluxograma, o(a) pesquisador(a) realiza a primeira avaliação do risco ergonômico em relação a este item para a etapa de interesse do fluxograma dos processos (Figura 53) e, eventualmente, a cada atividade associada à esta etapa. O diagnóstico elaborado

deverá conter a classificação do risco ergonômico, considerando a escala de classes de riscos indicada na **Figura 9** do capítulo 3 desta tese.

Em função da classificação atribuída pelo(a) pesquisador(a), de acordo com este fluxograma, parte-se para uma segunda abordagem com a aplicação da ferramenta *MET*. Caso a classificação atribuída por meio da ferramenta *EWA* seja o **valor 3 ou 4**, o(a) pesquisador(a) deverá decidir se esta avaliação, sob seu ponto de vista, é conclusiva ou necessita de um maior detalhamento ou subsídios para a tomada de decisão sobre as ações a serem implementadas no sentido de mitigar o risco ergonômico detectado.

Em sendo a classificação da primeira abordagem considerada conclusiva, parte-se para a seleção e implementação das ações. Do contrário, realiza-se outro diagnóstico considerando a ferramenta *MET*. Caso a classificação do risco ergonômico detectado com a aplicação desta ferramenta seja “**Trabalho pesado**”, conforme escala de classificação apresentada no **Quadro 11** do capítulo 3, reforça-se a necessidade de seleção e implementação de ações visando mitigar o risco ergonômico detectado.

Caso contrário, ou seja, a classificação por meio desta ferramenta seja “**Trabalho leve**” ou “**Trabalho moderado**”, o(a) pesquisador(a) deverá rever a classificação atribuída por meio da ferramenta *EWA* na primeira abordagem. Nesta nova avaliação, uma vez mantida a classificação original, deve-se considerá-la como conclusiva pelo(a) pesquisador(a) e, conseqüentemente, deve-se selecionar e implementar ações no sentido de mitigar o risco ergonômico detectado de acordo com esta primeira abordagem.

Importante destacar a necessidade de avaliação periódica do risco ergonômico, fechando o ciclo do fluxograma apresentado na Figura 54, no sentido de avaliar o resultado da implementação da ação mitigatória do risco detectado, ou na detecção de mudança na organização do trabalho ou modo operatório dos trabalhadores (mudança de ferramentas, material, etc.).

5.1.3.2 Ferramenta específica associada ao Item 3 – Levantamento de Cargas

O *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* desenvolveu em 1981 (NIOSH, 1981) uma equação para avaliar a manipulação de cargas no trabalho. A sua intenção foi desenvolver uma ferramenta para identificar os riscos de lombalgia associados à carga física a que estava sujeito o trabalhador e recomendar um limite de peso adequado para cada tarefa

em análise (BRASIL, 2002). A equação de Niosh revisada em 1994 (WATERS et al., 1994) é dada pela fórmula (3). O levantamento de cargas determina o limite de peso recomendado (LPR), a partir do quociente destes sete fatores, sendo o índice de risco associado ao levantamento, o quociente entre o peso da carga levantada e o limite de peso recomendado para essas condições concretas de levantamento:

$$\text{LPR} = \text{LC} \times \text{HM} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{AM} \times \text{FM} \times \text{CM} \quad (3)$$

LC: constante de carga

HM: fator de distância horizontal

VM: fator de altura

DM: fator de deslocamento vertical

AM: fator de assimetria

FM: fator de frequência

CM: fator de pega

Esta ferramenta não foi objeto de detalhamento no capítulo 3 desta tese, a equação deve ser calculada de acordo com o manual de aplicação da NR 17 (BRASIL, 2002).

Quadro 62 -Classificação do Índice de levantamento de acordo com a Ferramenta Eq. de Niosh

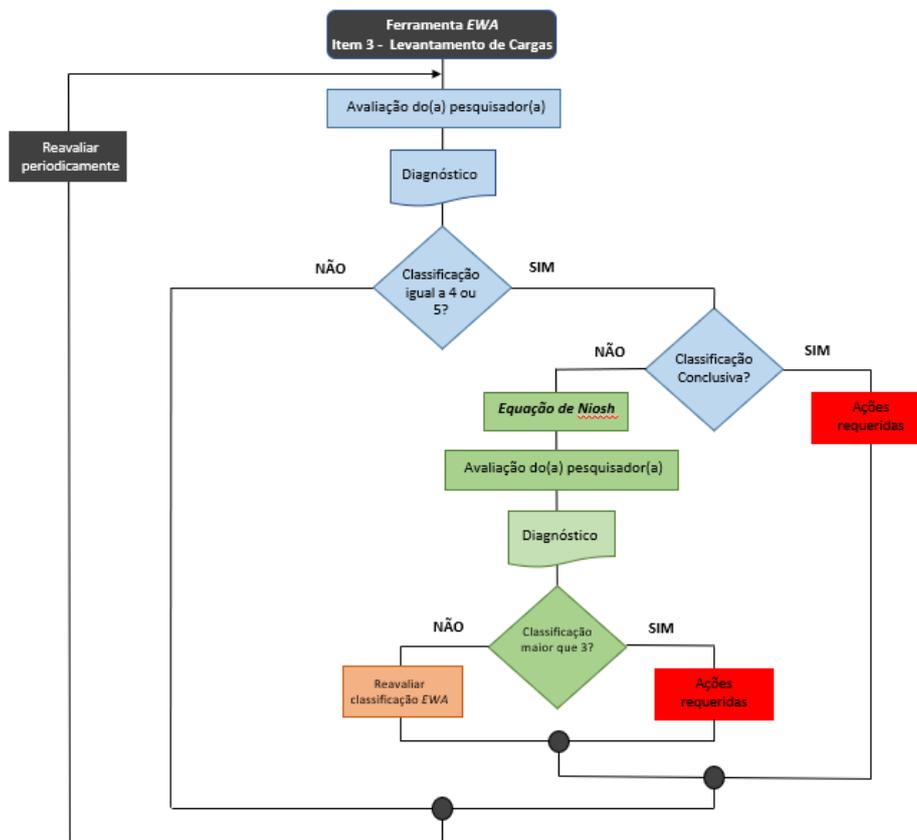
Área	Índice de levantamento	Nível de Risco	Descrição
Verde	Até 1	Risco limitado	A maioria dos trabalhadores que realizam este tipo de tarefa não deveria ter problemas.
Amarela	Entre 1 e 3	Aumento moderado do risco	Alguns trabalhadores podem adoecer ou sofrer lesões se realizam essas tarefas. As tarefas desse tipo devem ser redesenhadas ou atribuídas apenas a trabalhadores selecionados que serão submetidos a controle.
Vermelha	Maior que 3	Aumento elevado de risco	Este tipo de tarefa é inaceitável do ponto de vista ergonômico e deve ser modificada

Fonte : (BRASIL, 2002)

Neste contexto, na Figura 55 apresenta-se o fluxograma para aplicação da ferramenta Equação de Niosh associada à aplicação preliminar da ferramenta EWA (Item 3 – Levantamento de Cargas). O diagnóstico elaborado deverá conter a classificação do risco ergonômico, considerando a escala de classes de riscos indicada na **Figura 10** do capítulo 3 desta tese.

Caso a classificação atribuída por meio da ferramenta EWA seja o **valor 4 ou 5**, o(a) pesquisador(a) deverá decidir se esta avaliação, sob seu ponto de vista, é conclusiva ou necessita de um maior detalhamento ou subsídios para a tomada de decisão sobre as ações a serem implementadas. Caso contrário, realiza-se outro diagnóstico considerando a ferramenta *Equação de Niosh*. Caso o índice de levantamento seja “**Maior que 3**”, reforça-se a necessidade de seleção e implementação de ações visando mitigar o risco ergonômico detectado.

Figura 55 - Fluxograma para aplicação da ferramenta *Eq. De Niosh* em associação à aplicação da ferramenta *EWA*: Item 3 – Levantamento de Cargas



Fonte: Autora

5.1.3.3 Ferramentas específicas associadas ao Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos

O uso das ferramentas *REBA* e *OWAS* nos estudos de caso permitiu entender que não é necessário a aplicação simultânea das duas ferramentas, devido aos resultados apresentados serem bastante similares. No entanto, é importante selecionar a ferramenta que mais se adequa às necessidades do(a) pesquisador(a) e ao tempo disponível para aplicação.

Assim sendo, deve-se optar por usar a ferramenta *OWAS* quando se dispõe de mais tempo para realizar a análise das posturas de trabalho (devido ser uma avaliação mais longa em relação ao uso da ferramenta *REBA*), ou quando se quer obter a frequência dos movimentos (ações do ciclo de trabalho) do trabalhador num determinado intervalo de tempo e classificar a sua criticidade individualmente.

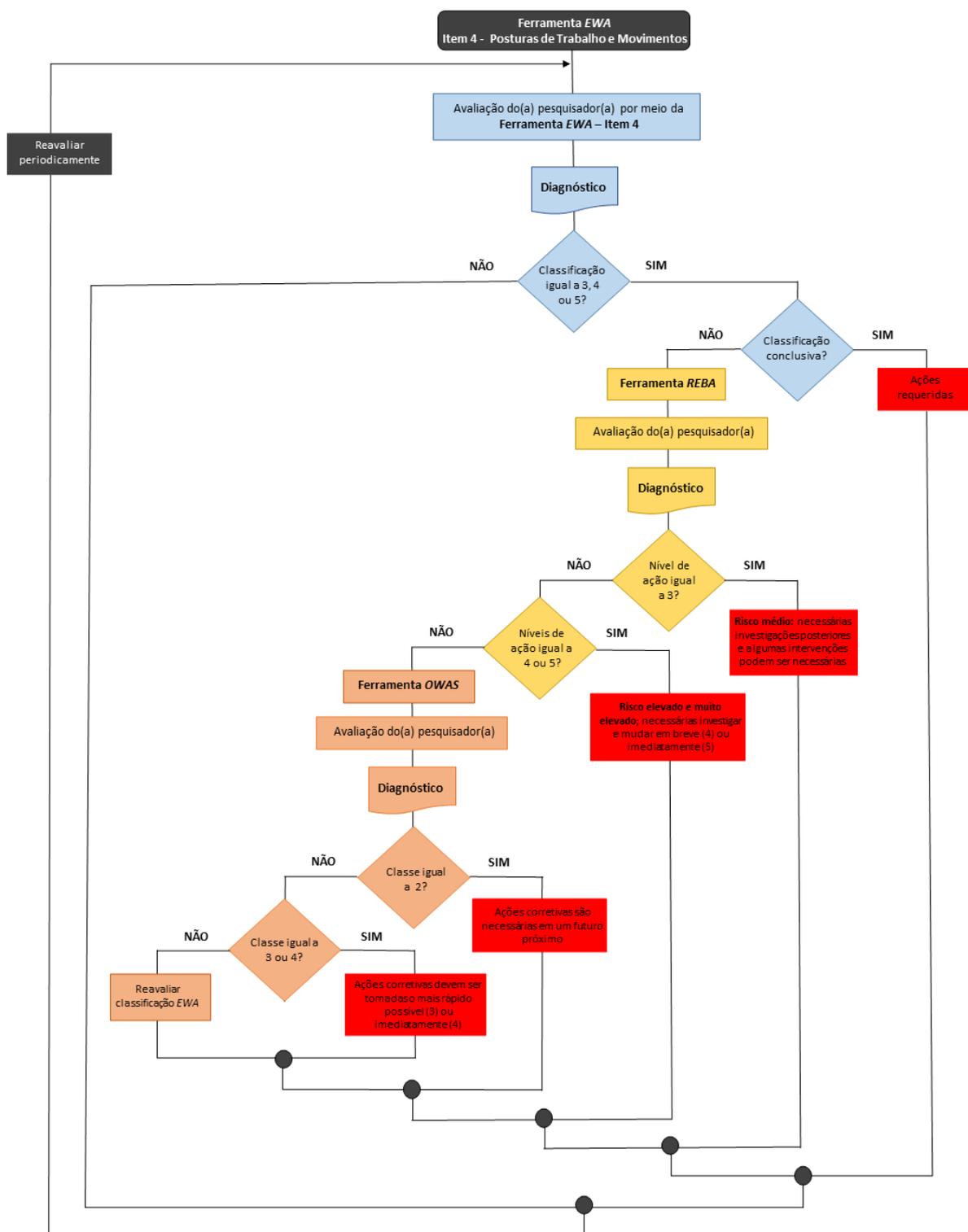
Como foi explicado no terceiro capítulo, a ferramenta *OWAS* avalia todas as posturas através de uma sequência de pausas definidas pelo(a) pesquisador(a). Nesta tese foram

definidas pausas a cada 10 segundos e avaliadas as posturas do trabalhador durante uma hora. As posturas analisadas em sequência têm a vantagem de identificar a frequência dos segmentos corporais e dos movimentos mais praticados pelos trabalhadores e ainda avaliar a sua criticidade.

A ferramenta *REBA* apresenta uma maior praticidade por poder ser aplicada somente *in loco*, ou seja, com observações diretas durante a execução dos serviços, ou análise de filmagens em laboratório (a ferramenta *OWAS* somente permite a avaliação do risco ergonômico por meio da análise da filmagem realizada). Devem ser escolhidas as posturas mais frequentes e mais incômodas, incorrendo numa rápida aplicação desta ferramenta e obtenção dos resultados dos segmentos corporais mais detalhados. Esta ferramenta é mais vantajosa em situações em que se dispõe de curto tempo para realização da avaliação.

Neste contexto, na Figura 56 apresenta-se o fluxograma para aplicação das ferramentas *REBA* ou *OWAS* associadas à aplicação preliminar da ferramenta *EWA* (Item 4 - Posturas de Trabalho e Movimentos). Diante do rápido resultado oferecido pela ferramenta *REBA*, associada à sua simplicidade de aplicação, esta foi escolhida para a segunda abordagem da avaliação do risco ergonômico. Assim, a ferramenta *OWAS* figura como a segunda ferramenta complementar à aplicação da ferramenta *EWA*.

Figura 56 - Fluxograma para aplicação da ferramenta *REBA* e *OWAS* em associação à aplicação da ferramenta *EWA*: Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos



Fonte: Autora

A ferramenta *EWA*, para este item, aborda quatro partes do corpo do trabalhador, conforme segue:

- **pescoço-ombro**, cuja classificação do risco ergonômico se dá pela Figura 11 do capítulo 3;
- **cotovelo-punho**, cuja classificação do risco ergonômico se dá pela Figura 12 do capítulo 3;
- **tronco**, cuja classificação do risco ergonômico se dá pela Figura 13 do capítulo 3;
- **quadril-pernas**, cuja classificação do risco ergonômico se dá pela Figura 14 do capítulo 3.

Neste contexto, o(a) pesquisador(a), como primeira abordagem indicada no fluxograma da Figura 56, deverá realizar a avaliação das condições ergonômicas em relação a este item utilizando a ferramenta *EWA*, **considerando as posturas e movimentos de cada parte do corpo** listada anteriormente e elaborar um diagnóstico com a devida classificação do risco ergonômico de acordo com a escala de valores presentes nas respectivas figuras associadas a cada parte do corpo (Figuras 11, 12, 13 e 14). Deve-se considerar a pior classificação obtida para cada parte do corpo como resultado final da aplicação desta ferramenta.

Caso a classificação final atribuída por meio da ferramenta *EWA* seja o **valor 3, 4 ou 5**, o(a) pesquisador(a) deverá decidir se esta avaliação, sob seu ponto de vista, é conclusiva ou necessita de um maior detalhamento ou subsídios para a tomada de decisão sobre as ações a serem implementadas no sentido de mitigar o risco ergonômico detectado.

Em sendo a classificação da primeira abordagem considerada conclusiva, parte-se para a seleção e implementação das ações. Do contrário, realiza-se outro diagnóstico considerando a ferramenta *REBA*.

Neste caso (avaliação não conclusiva ou necessidade de melhor detalhamento), deve-se considerar que o foco da ferramenta *REBA* está centrado nas **ações realizadas pelos trabalhadores** na execução das atividades/serviços (terceiro nível de detalhamento da Figura 53). Portanto, o(a) pesquisador(a) deverá aplicar o fluxograma para cada ação considerada, obtendo a classificação do risco ergonômico inerente a cada uma. Importante destacar que se deve considerar a **pior pontuação** para a classificação do risco associado à cada ação do trabalhador, de acordo com a escala de valores apresentada no **Quadro 10** do capítulo 3.

Caso a classificação do risco ergonômico detectado com a aplicação desta ferramenta seja “**Nível de ações igual a 3**”, caracterizando um risco médio, recomenda-se investigações

posteriores e algumas intervenções podem ser necessárias. Para classificação “**Nível de ações igual a 4 ou 5**”, caracterizando um risco elevado e muito elevado, respectivamente, reforça-se a necessidade de seleção e implementação de ações mitigadoras do risco ergonômico imediatamente. Caso contrário, parte-se para a aplicação da ferramenta *OWAS*, também com foco nas ações dos trabalhadores (terceiro nível de detalhamento da Figura 53) e considerando também cada parte do corpo avaliada.

Esta ferramenta classifica o risco ergonômico em 4 classes, sendo que as **Classes 3 e 4** são as mais críticas ao sistema osteomuscular e indicam ações corretivas o mais breve possível e ações corretivas imediatas, respectivamente. Para a **Classe 2**, a ferramenta *OWAS* indica que a postura tem algum efeito nocivo para o sistema osteomuscular, necessitando a implementação de ações corretivas em futuro próximo.

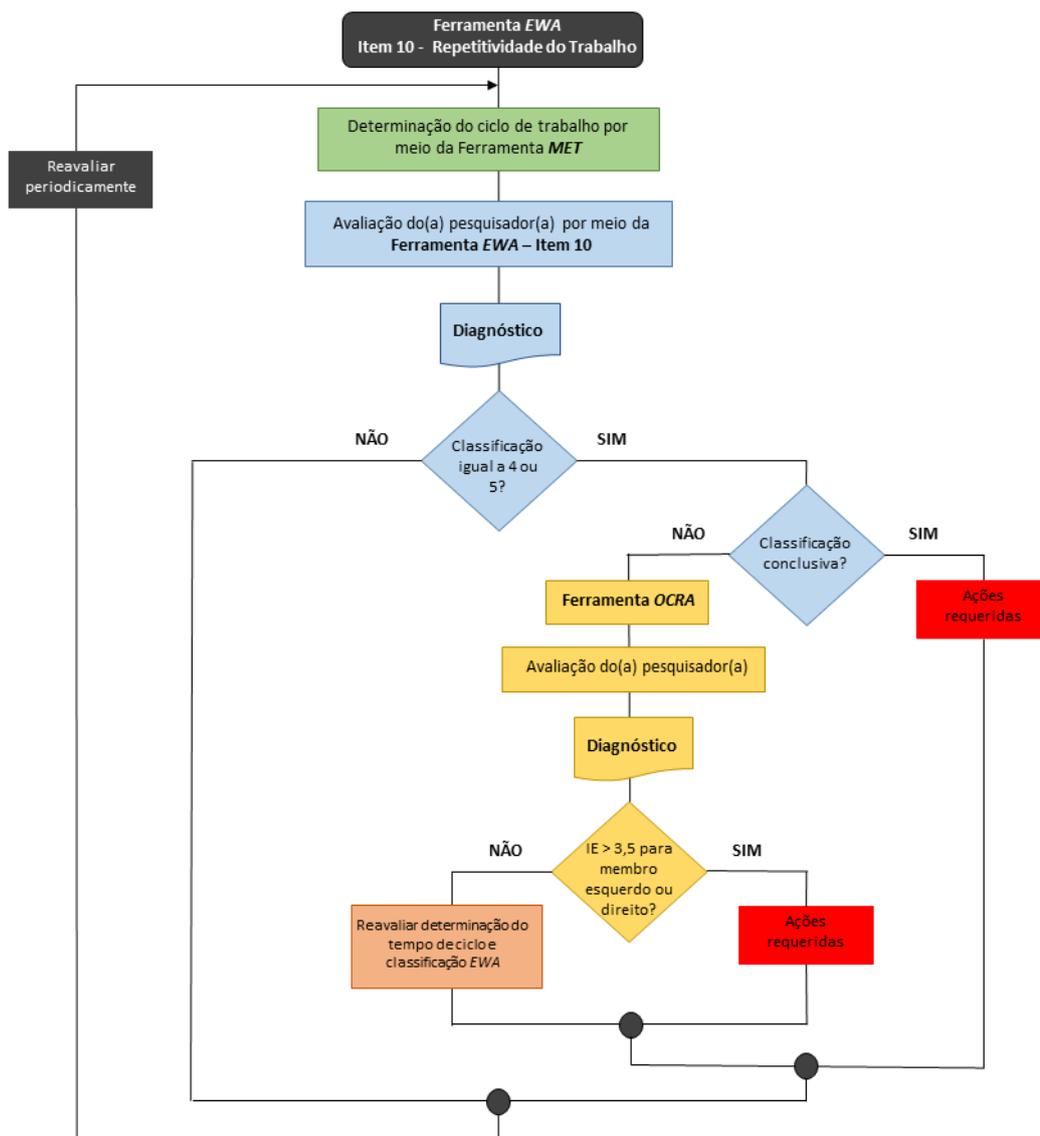
Neste sentido, para as ações dos trabalhadores avaliadas nas Classes 2, 3 e 4 indica-se a implementação das ações mitigadoras conforme colocado anteriormente. Do contrário, o(a) pesquisador(a) deverá rever a classificação atribuída por meio da ferramenta *EWA* na primeira abordagem. Nesta nova avaliação, uma vez mantida a classificação original, deve-se considerá-la como conclusiva pelo(a) pesquisador(a) e, conseqüentemente, deve-se selecionar e implementar ações no sentido de mitigar o risco ergonômico detectado de acordo com esta primeira abordagem.

Importante destacar a necessidade de avaliação periódica do risco ergonômico, fechando o ciclo do fluxograma apresentado na Figura 56, no sentido de avaliar o resultado da implementação da ação mitigatória do risco detectado, ou na detecção de mudança na organização do trabalho ou modo operatório dos trabalhadores (mudança de ferramentas, material, etc.).

5.1.3.4 Ferramenta específica associada ao Item 10 – Repetitividade do Trabalho

O fluxograma para aplicação da ferramenta *OCRA* associada à aplicação da ferramenta *EWA* (Item 10 - Repetitividade do Trabalho) é apresentado na Figura 57.

Figura 57 - Fluxograma para aplicação da ferramenta OCRA em associação à aplicação da ferramenta EWA: Item 10 – Repetitividade do Trabalho



Fonte: Autora

De acordo com este fluxograma, o(a) pesquisador(a) realiza a primeira avaliação do risco ergonômico em relação a este item e emite um diagnóstico, no qual classifica o risco ergonômico de acordo com a escala de valores da **Figura 20** do capítulo 3 desta tese. No entanto, para o(a) pesquisador(a) classificar o risco ergonômico é necessário determinar o tempo de ciclo de trabalho, que pode ser adotado o calculado por meio da aplicação da ferramenta MET (caso esta tenha sido aplicada) ou calculada in loco por meio de cronometragem. Um exemplo de tempo de ciclo de trabalho é apresentado no Quadro 60 do capítulo 4.

Caso a classificação atribuída seja o **valor 4 ou 5**, o(a) pesquisador(a) deverá decidir se esta avaliação, sob seu ponto de vista, é conclusiva ou precisa de um maior detalhamento ou subsídios para a tomada de decisão sobre as ações a serem implementadas no sentido de mitigar o risco ergonômico detectado.

Em sendo a classificação da primeira abordagem considerada conclusiva, parte-se para a seleção e implementação das ações. Do contrário, realiza-se outro diagnóstico considerando a ferramenta *OCRA*.

Esta ferramenta também não foi objeto de detalhamento no capítulo 3 desta tese, e deve ser aplicado de acordo com a ABNT NBR ISO 11228-3. O índice OCRA é a proporção entre o número real de ações técnicas (ATA) realizadas durante a execução do trabalho e o número de ações técnicas de referencia (RTA), para cada membro superior, apresentado na Equação 4 (ABNT, 2017).

$$\text{Índice OCRA} = \text{ATO} / \text{ATR} \quad (4)$$

$$\text{ATR} = 30 \times \text{MF} \times \text{MP} \times \text{ME} \times \text{MC} \times \text{MR} \times \text{MJ} \quad (5)$$

$$\text{ATO} = \text{frequência} \times \text{duração da tarefa} \quad (6)$$

MF – Fator força

MP – Fator Postura no Trabalho

ME – Fator estereotipia/repetitividade

MC – Fatores de risco complementares

MR – Fator de períodos de recuperação

MJ - Fator para a duração total do trabalho repetitivo no turno

No Quadro 63 é apresentada a classificação do risco ergonômico em função do Índice de Exposição OCRA calculado.

Quadro 63 - 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; OCCHIPINTI; FANTI, 2005)

Caso a classificação do risco ergonômico detectado com a aplicação desta ferramenta (Valor IE -OCRA) **seja maior do que 3,5** (Quadro 63), reforça-se a necessidade de seleção e implementação de medidas mitigadoras do risco ergonômico detectado. Caso contrário, ou seja, a classificação por meio desta ferramenta (Valor IE - OCRA) seja **menor ou igual a 3,5** (Quadro 63), que caracteriza um nível de risco aceitável ou muito baixo, o(a) pesquisador(a) deverá rever a classificação atribuída por meio da ferramenta *EWA*. Nesta nova avaliação, se mantida a classificação de valor 4 ou 5, deve-se considerá-la como conclusiva e, conseqüentemente, deve-se selecionar e implementar ações no sentido de mitigar o risco ergonômico originalmente detectado na primeira abordagem.

Importante destacar a necessidade de avaliação periódica do risco ergonômico, fechando o ciclo do fluxograma apresentado na Figura 57, no sentido de avaliar o resultado da implementação da ação mitigatória do risco detectado, ou na detecção de mudança na organização do trabalho ou modo operatório dos trabalhadores (mudança de ferramentas, material, etc.).

5.2 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MÉTODO

Para a verificação e validação do método proposto, este foi aplicado ao conjunto de resultados obtidos nos Estudos de Caso apresentados no capítulo 4. Para tanto, ressalta-se que esta verificação foi realizada para os dois itens da ferramenta *EWA* em que as respectivas ferramentas complementares de análise do risco ergonômico foram objetos desta tese: Item 2 – Atividade Física Geral (*EWA*) associado à ferramenta *MET* e Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos associado às ferramentas *REBA* e *OWAS*.

5.2.1 Item 2 – Atividade Física Geral

No Quadro 64, a seguir, apresenta-se o resumo da avaliação dos riscos ergonômicos por meio da aplicação das ferramentas *EWA* e *MET*. Em se tratando da ferramenta *EWA*, somente para o Estudo de Caso AV02 foi atribuído valor 3, enquanto que para os demais Estudos de Caso foi atribuído o valor 4, indicando para ambas situações uma avaliação de risco ergonômico preocupante e com orientação de implementação de ações visando a mitigação do risco detectado. No entanto, esta avaliação não foi corroborada por meio da aplicação da ferramenta *MET*, que apresentou como resultado “Trabalho moderado” para todos os casos.

Quadro 64 – Classificação do risco ergonômico – Item 2 – Atividade Física Geral: ferramentas *EWA* e *MET*

Estudos de Caso	Atividade	Classificação <i>EWA</i>	Classificação <i>MET</i>
AV02	Marcação da Alvenaria	3	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Inferior	3	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Superior	3	Moderado
AV03	Marcação da Alvenaria	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Inferior	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Superior	4	Moderado
AE05	Marcação da Alvenaria	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Inferior	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Superior	4	Moderado
AE06	Marcação da Alvenaria	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Inferior	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Superior	4	Moderado
AE07	Marcação da Alvenaria	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Inferior	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Superior	4	Moderado
AE08	Marcação da Alvenaria	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Inferior	4	Moderado
	Elevação da Alvenaria - Parte Superior	4	Moderado

Fonte: Autora

Aplicando o fluxograma inerente a este item de avaliação, o(a) pesquisador(a) teria duas opções: se considerar conclusiva a avaliação realizada por meio da aplicação da ferramenta *EWA* deve-se indicar as ações necessárias. Ao optar pela aplicação da ferramenta complementar *MET* e diante dos resultados, caberá ao(a) pesquisador(a) reavaliar seu julgamento original ou mantê-lo.

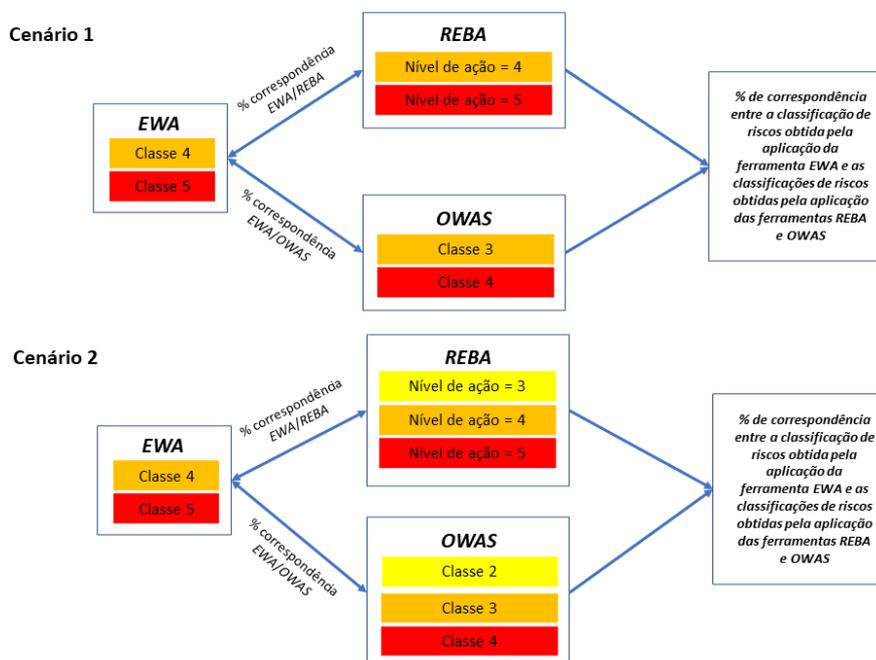
Portanto, para este item de avaliação e para os Estudos de Caso realizados não houve correspondência entre a classificação emitida com aplicação da ferramenta *EWA* e a classificação obtida por meio da ferramenta *MET*. Mesmo não havendo esta correspondência, destaca-se a importância da aplicação articulada destas ferramentas, no sentido de se reafirmar o diagnóstico original, ou revê-lo, com base em novas evidências que poderão ser obtidas diretamente com os trabalhadores, uma vez que a ferramenta *EWA* apresenta esta possibilidade.

5.2.2 Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos

A verificação e validação do método proposto considerando este item envolve a simulação utilizando o fluxograma pertinente de forma a encontrar o percentual de correspondência/concordância entre a classificação de risco adotada por meio da aplicação da ferramenta *EWA* e as classificações adotadas por meio da aplicação das ferramentas *REBA* (segunda abordagem do fluxograma) e *OWAS* (terceira abordagem do fluxograma).

Para tanto, serão considerados dois cenários, conforme a Figura 58, a seguir.

Figura 58 – Cenários para verificação e validação do Método – Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos



Fonte: Autora

No primeiro cenário (Cenário 1), mais restrito, a comparação foi realizada considerando as classificações **mais críticas** das ferramentas *REBA* e *OWAS*, ou seja, as classificações **4 e 5** (*REBA*) e **3 e 4** (*OWAS*). No Cenário 2, a comparação considerou a inclusão das classificações 3 (*REBA*) e 2 (*OWAS*). Embora tais classificações não sejam de alta criticidade, ambas indicam a necessidade de envidar ações para a mitigação do risco ergonômico a curto prazo. A classificação “Nível de Ação igual a 3” da ferramenta *REBA* indica “*São necessárias investigações posteriores; algumas intervenções podem se tornar necessárias*”, enquanto a Classe 2 da ferramenta *OWAS* indica “*A postura tem algum efeito nocivo para o sistema osteomuscular, ações corretivas são necessárias em um futuro próximo*”.

Para avaliação da correspondência entre as classificações atribuídas entre as ferramentas *EWA* e *OWAS*, se considerou para a ferramenta *OWAS* a presença do risco ergonômico ao nível das ações dos trabalhadores (terceiro nível de avaliação, de acordo com a Figura 53), independentemente da porcentagem detectada nas categorias consideradas (3 e 4 para o Cenário 1) e (2, 3 e 4 para o Cenário 2).

No Quadro 65 apresenta-se o resultado da simulação do Cenário 1, enquanto que no Quadro 66 apresenta-se o resultado da simulação do Cenário 2.

Quadro 65 – Correspondência entre classificações do risco ergonômico Cenário 1: Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos

Correspondência entre as classificações de risco ergonômico: <i>EWA versus REBA</i>		
Correspondência?	Número de ações avaliadas	%
Sim	77	71%
Não	31	29%
Total	108	100%
Correspondência entre as classificações de risco ergonômico: <i>EWA versus OWAS</i>		
Correspondência?	Número de ações avaliadas	%
Sim	42	39%
Não	66	61%
Total	108	100%
Correspondência entre as classificações de risco ergonômico considerando as três ferramentas		
Correspondência?	Número de ações avaliadas	%
Sim	34	31%
Não	74	69%
Total	108	100%

Fonte: Autora

Quadro 66 – Correspondência entre classificações do risco ergonômico Cenário 2: Item 4 – Posturas de Trabalho e Movimentos

Correspondência entre as classificações de risco ergonômico: <i>EWA versus REBA</i>		
Correspondência?	Número de ações avaliadas	%
Sim	108	100%
Não	0	0%
Total	108	100%
Correspondência entre as classificações de risco ergonômico: <i>EWA versus OWAS</i>		
Correspondência?	Número de ações avaliadas	%
Sim	105	97%
Não	3	3%
Total	108	100%
Correspondência entre as classificações de risco ergonômico considerando as três ferramentas		
Correspondência?	Número de ações avaliadas	%
Sim	105	97%
Não	3	3%
Total	108	100%

Fonte: Autora

Destes quadros, observa-se que para o cenário 1 o grau de correspondência entre as 3 ferramentas foi de 31%. A ferramenta complementar menos aderente aos resultados *EWA* foi a ferramenta *OWAS* (39%), enquanto a aderência da ferramenta *REBA* aos resultados *EWA* foi de 71%. Já o cenário 2 apresentou um grau de correspondência maior, de 97%, sendo também a ferramenta *OWAS* a menos aderente aos resultados *EWA* (97%) em relação a ferramenta *REBA* (100%).

Ao se realizar uma análise do grau de correspondência entre as avaliações dos riscos ergonômicos utilizando as três ferramentas, considerando as ações classificadas na categoria “Risco muito elevado - Nível de Ação igual a 5” por meio da aplicação da ferramenta *REBA* (já que todas as atividades analisadas dos Estudos de Caso receberam classificação 5 pela

ferramenta *EWA*), pode-se identificar quais ações dos trabalhadores (terceiro nível de detalhamento de acordo com a Figura 53) são mais críticas (Quadro 67) em função dos cenários propostos.

Quadro 67 – Ações dos trabalhadores consideradas mais críticas na execução da alvenaria de vedação e estrutural considerando a aplicação de forma progressiva e articulada das ferramentas *EWA*, *REBA* e *OWAS*

Ação	Cenário 1		Cenário 2	
	Número de ocorrências	%	Número de ocorrências	%
Aplicar argamassa no Bloco	1	10%	1	7%
Bater com a colher	3	30%	3	21%
Retirar o excesso de argamassa	3	30%	3	21%
Pegar o bloco	1	10%	4	29%
Posicionar o bloco	2	20%	3	21%
Total	10	100%	14	100%

Fonte: Autora

Observa-se que as ações mais críticas no Cenário 1 são “Bater com a colher” e “Retirar o excesso de argamassa”, ambas com 30%, seguidas pela ação “Posicionar o bloco” com 20%. Já para o Cenário 2, a ação mais crítica foi a de “Pegar o bloco” (29%), sendo esta a não considerada mais crítica de acordo com Cenário 1. Em segundo lugar aparecem as ações “Bater com a colher”, “Retirar o excesso de argamassa” e “Posicionar o bloco”, todas com 21%.

A divergência verificada entre os dois cenários no que diz respeito à avaliação da ação do trabalhador “Pegar o bloco” reforça mais ainda a necessidade de se aplicar as ferramentas complementares de forma articulada e progressiva, pois cada uma tem um foco específico na avaliação dos riscos ergonômicos sob o ponto de vista da dimensão física da ergonomia.

Em termos de atuação na implementação de ações mitigatórias do risco ergonômico, o método proposto nesta tese, exemplificado neste subitem, permite identificar as ações mais críticas na execução dos serviços, indicando um horizonte mais assertivo neste sentido. Evidentemente, para análise e diagnóstico final deve-se levar em consideração o contexto geral em que as avaliações foram realizadas, com a explanação de fatores qualitativos e não só quantitativos como os que foram apresentados aqui no sentido de se validar o método proposto.

Finalmente, o método proposto também permite, de forma quantitativa, identificar qual a atividade mais crítica (segundo nível de detalhamento da Figura 53), de acordo com o apresentado no Quadro 68.

Quadro 68 – Identificação da atividade que apresentou maior incidência de ações do trabalhador com classificação de risco que indicam a necessidade de implementação de medidas mitigatórias

Ação	Cenário 1		Cenário 2	
	Número de ocorrências	%	Número de ocorrências	%
Atividade 1 - Marcação	8	80%	9	64%
Atividade 2 - Elevação - Parte inferior	1	10%	3	21%
Atividade3 - Elevação - Parte Superior	1	10%	2	14%
Total	10	100%	14	100%

Fonte: Autora

Assim, a atividade mais crítica detectada para a execução do serviço de alvenaria de vedação e estrutural, objetos de análise nesta tese, foi a atividade de Marcação, corroborando com as análises realizadas no capítulo 4.

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo é apresentado um resumo das principais conclusões e contribuições resultantes do presente trabalho. Antes, porém, é feita uma apresentação de como foi norteado o desenvolvimento desta tese. Ao final, são apresentadas sugestões para o desenvolvimento de pesquisas futuras sobre ergonomia na construção civil.

6.1 A RELEVÂNCIA DA PESQUISA

O problema de pesquisa apresentado nesta tese abordou a necessidade de se analisar os riscos ergonômicos na execução dos serviços de construção de forma mais consistente, detalhada e assertiva, de modo a realizar um diagnóstico que reflita as reais condições ergonômicas nos postos de trabalho e os riscos ergonômicos que os trabalhadores de construção civil estão sujeitos ao longo da sua jornada de trabalho.

Para tanto, destacou-se como questão de pesquisa entender *como as diferentes abordagens, sob o ponto de vista da ergonomia, podem contribuir para o diagnóstico e melhoria das condições de trabalho, considerando a variedade de métodos, técnicas e ferramentas existentes para análise dos fatores de risco ergonômicos e as especificidades do trabalho na construção civil.*

Com base na identificação do problema e da questão de pesquisa, o objetivo principal deste trabalho consistiu no *desenvolvimento de uma proposta de articulação de métodos, técnicas e ferramentas de análise ergonômica no contexto da construção civil, associando os conceitos metodológicos da AET e as ferramentas de avaliação de riscos ergonômicos.*

A partir de uma ampla revisão bibliográfica, inclusive com o desenvolvimento de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), e do entendimento das abordagens de distintas ferramentas de análise das condições ergonômicas, com destaque para o *EWA (Ergonomic Workplace Analysis)*, *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*, *Ovako Working Posture Analysing System (OWAS)* e *Metabolic Equivalent (MET)*, foram realizados oito Estudos de Caso, sendo dois de caráter exploratório, visando colher experiências sobre a aplicação destas ferramentas de forma a subsidiar o método proposto nesta tese.

O método de pesquisa foi organizado em 3 etapas principais: a) Fase 1 – Problema e questão de pesquisa/Fundamentação teórica; b) Fase 2 - Aplicação da AET e das Ferramentas

de análise ergonômica e Fase 3 - Proposição do Método, sendo que o método proposto foi construído ao longo destas três etapas, suportado tanto pela fundamentação teórica quanto pela exaustiva aplicação das ferramentas nestes Estudos de Caso, envolvendo coleta de dados em campo e análise dos resultados em laboratório.

6.2 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES

A principal contribuição deste trabalho consistiu na articulação no uso destas ferramentas a partir de uma abordagem inicial mais ampla, com a aplicação da ferramenta *EWA* e outras, mais específicas, associadas aos itens de avaliação ergonômica desta ferramenta considerando a dimensão física da ergonomia, conforme apresentado no capítulo 5 desta tese.

Além de indicar a AET como metodologia geral para abordagem desta questão, foram elaborados fluxogramas decisórios em que o(a) pesquisador(a) tem uma visão geral sobre a aplicação das ferramentas considerando as classificações de riscos detectadas de forma evolutiva e articulada, permitindo um diagnóstico mais detalhado sobre a situação vivenciada na execução dos serviços de construção civil.

Apesar de se ter como objeto de aplicação das ferramentas a execução dos serviços de alvenaria de vedação e estrutural, comuns a maioria das obras de construção civil nacional, que embasaram a proposição do método proposto, este pode ser aplicado a qualquer serviço de construção, evidentemente, respeitando-se as suas particularidades.

Assim, o método proposto vem contribuir também, com sua aplicação sistêmica nos vários serviços de construção civil, para o diagnóstico dos riscos ergonômicos mais comuns na Indústria da Construção Civil, principalmente nas atividades desenvolvidas no âmbito dos canteiros de obras. Esta ação permitirá o desenvolvimento de conhecimentos que poderão subsidiar ações e políticas, principalmente de cunho institucional ou governamental, visando a melhoria das condições ergonômicas nos postos de trabalho. Estas ações ou políticas a médio e longo prazo terão reflexo nos índices de absenteísmo e de afastamentos do trabalho neste setor, caracterizando um ganho para todos os agentes envolvidos, ou seja, trabalhador, empresário e governo.

Neste contexto, são apresentadas as principais conclusões divididas de acordo com os objetivos específicos propostos nesta tese, alinhados ao objetivo geral.

6.2.1 Análise Ergonômica do Trabalho focada em Estudos de Caso e aplicação de diferentes ferramentas de avaliação dos riscos ergonômicos (*EWA*, *OWAS*, *REBA* e *MET*) para o entendimento dos riscos ergonômicos

Se observou uma diversidade de riscos ergonômicos em função da ferramenta de avaliação adotada, assim como de fatores inerentes ao contexto do trabalho e conteúdo relacionados à execução tanto da alvenaria de vedação quanto da alvenaria estrutural para os estudos de caso realizados.

Assim, algumas conclusões importantes podem ser resumidas, na sequência, em função aplicação das ferramentas de forma isolada e não articulada.

6.2.1.1 Aplicação da ferramenta *EWA*

Dentre os itens analisados, o item “Posturas de Trabalho e Movimento” foi o que recebeu a pior classificação (**valor 5**), seguido do item “**Área de Trabalho**” e “**Repetitividade do Trabalho**”, que recebeu **valor 4**, na percepção desta pesquisadora. As posturas escolhidas para análise foram as piores situações praticadas durante a atividade. A item da **área de trabalho** aborda o posto de trabalho, que tanto pode ser realizado ao nível do pavimento com a uma altura superior à do trabalhador, dificultando as mudanças no posto e trabalho. O ciclo de trabalho dos estudos variou entre 33 e 64 segundos, considerado um ciclo bastante repetitivo.

Sob o ponto de vista da percepção dos trabalhadores dos Estudos de Caso de alvenaria de vedação, **79%** destes classificaram os itens abordados pela ferramenta *EWA* como “**Bom**”, **18%** como “**Regular**” e **3%** como “**Ruim**”. Já para os Estudos de Caso em alvenaria estrutural, os trabalhadores entrevistados classificaram estes itens como sendo “**Bom**” (**44%**), “**Regular**” (**45%**) e “**Ruim**” (**11%**). Nenhum dos itens abordados pela ferramenta recebeu a classificação “**Muito Ruim**” de acordo com a percepção dos trabalhadores.

De acordo com estes percentuais, indica-se uma avaliação de **menor risco ergonômico** para os estudos de caso em **alvenaria de vedação** em detrimento aos Estudos de Caso em alvenaria estrutural.

6.2.1.2 Aplicação da ferramenta *REBA*

Para a atividade de marcação, os resultados também indicam a predominância de ações com classificações de “**Risco médio**” e “**Risco elevado**” para todos os Estudos de Caso

analisados, tanto para alvenaria de vedação quanto para alvenaria estrutural. No entanto, os Estudos de Caso AV02 e AE08 apresentaram maior número de ações com classificação de “**Risco muito elevado**”, com destaque para a ação “**Posicionar os blocos**”. A única ação que não recebeu esta classificação foi a de “**Aplicar argamassa na fiada**”.

O uso do bloco de concreto, em função do seu peso, foi considerado como sendo o mais prejudicial para o trabalhador. O Estudo de Caso AV02 também apresentou resultados críticos devido à falta de um projeto de padronização que evite constantes retificações das distâncias e tamanho entre os blocos cerâmicos.

Assim como na atividade anterior, para a Atividade 2 – Elevação da alvenaria (Parte inferior), houve a predominância de classificações de “**Risco médio**” e “**Risco Elevado**” para as ações consideradas. Também tiveram ações com Risco muito elevado tanto para os estudos de caso em alvenaria de vedação (AV01, AV02) e para estudos de caso em alvenaria estrutural (AE04, AE07 e E08). Destaca-se a ação “**Posicionar o bloco**” que recebeu 100% de avaliação para a categoria “**Risco muito elevado**” nos Estudos de Caso AV01, AE04 e AE07.

Finalmente, para a Atividade 3 – Elevação da alvenaria (Parte superior), houve a predominância de classificação de “**Risco médio**” e “**Risco Elevado**” para as ações consideradas. Porém, ao contrário das outras atividades relacionadas à esta etapa (Marcação e elevação da alvenaria – parte inferior), também foram obtidas classificações de risco nas categorias “**Risco insignificante**” e “**Risco médio**”, tanto para os Estudos de Caso em alvenaria de vedação e em alvenaria estrutural. A ação com maior predominância de “**Risco elevado**” foi “**pegar o bloco**” (estudos de caso AV01, AE04, AE06 e AE08). A ação com maior predominância de “**Risco baixo**” foi “**aplicar argamassa na fiada**” (Estudos de Caso AV01, AV02, AV03, AE04, AE05, AE07 e AE08), sendo que no Estudo de Caso AV01 se observou também para esta ação classificação de “**Risco insignificante**”.

6.2.1.3 Aplicação da ferramenta *OWAS*

Em relação às atividades relacionadas à execução da alvenaria (marcação, elevação parte inferior e superior), a que obteve maior risco ergonômico foi a **Atividade 1** relacionada à **Marcação da alvenaria**, com média percentual entre todas as obras igual a 17,3% (Classe 3) e 0,5% (Classe 4), em comparação as médias obtidas para a Atividade 2 (Elevação da alvenaria – Parte inferior) e (Elevação da alvenaria – Parte Superior). Estas duas atividades apresentaram médias superiores para a Classe 1 ou 2, quando comparadas com a Atividade 1. No geral, a

classificação do risco ergonômico entre estas atividades teve prevalência da Classe 2 (53,9%) e Classe 1 (34,4%).

6.2.1.4 Aplicação da ferramenta *MET*

Todas as atividades relacionadas à Etapa de Elevação da alvenaria, tanto para as obras de alvenaria de vedação quanto as obras de alvenaria estrutural receberam classificação “**Trabalho Moderado**”.

6.2.1.5 Considerando as quatro ferramentas

De acordo com os resultados advindos do uso da ferramenta *OWAS*, concluiu-se com a análise do posto de trabalho do pedreiro, que a **alvenaria de vedação, durante as atividades de marcação e elevação da parte inferior da alvenaria, é a que gera maior impacto devido às posturas escolhidas**, que obrigam o tronco dos trabalhadores a ficar inclinado a mais de 60° e as pernas flexionadas ou ajoelhadas a mais de 60°.

A postura do tronco dos trabalhadores observada é responsável por aplicar forças e momentos biomecânicos sobre a coluna lombar e a ativação do tecido muscular necessário para apoiar e estabilizar a coluna em resposta a essas cargas externas, que podem provocar no futuro dor ou inflamação, como a lombalgia. Aumentar a exposição à flexão, flexão lateral e rotação axial da coluna aumenta o risco de lesão no tronco.

Ao contrário da alvenaria estrutural, nos estudos de caso realizados sobre alvenaria da vedação não se observou um projeto de padronização do processo de execução da alvenaria, assim como não se observou a existência de um projeto de vedação (Projeto). Apenas no estudo AV03 os blocos a serem utilizados eram organizados de acordo com o seu uso e tamanho, no alinhamento da fiada, antes da marcação, simplificando e agilizando o trabalho do pedreiro durante a atividade de marcação da alvenaria, sendo esta considerada uma boa prática a se adotar na execução da alvenaria de vedação, além de se investir num projeto de vedação.

O uso da ferramenta *REBA* evidenciou o uso do bloco de concreto estrutural como nefasto para o trabalhador, em relação ao uso do bloco estrutural cerâmico no AE05.

Assim, não foi possível identificar qual das alvenarias é a mais nociva em termos de riscos ergonômicos para o trabalhador, pois ambas apresentaram resultados bastante prejudiciais aos trabalhadores. Foram identificadas as atividades de marcação e elevação da

parte inferior como as mais críticas para o risco de desenvolvimento de DORT. De acordo com Kroemer e Grandjean (2005) o trabalho estático é caracterizado pela manutenção de uma postura por um longo período de tempo e é conhecido por ser mais fatigante do que o trabalho dinâmico.

Apesar dos resultados da ferramenta *OWAS* apresentarem a execução da alvenaria de vedação como a mais nefasta para a saúde dos trabalhadores, os pedreiros e ajudantes responsáveis pela execução da alvenaria estrutural declararam que se encontram adaptados às suas atividades e aceitam as suas condições de trabalho. Também reconhecem que o serviço de alvenaria de vedação é mais moderado devido ao bloco cerâmico ser mais leve.

Ao contrário da alvenaria estrutural, cuja execução acontece a céu aberto, expondo o trabalhador ao calor, insolação, vento e chuva, os pedreiros da alvenaria de vedação estão mais protegidos das intempéries. A ferramenta *EWA* destacou também a importância de conscientizar e treinar os trabalhadores, sobre as posturas e movimentos inadequados que provocam riscos de lesões osteomusculares.

Neste contexto, observa-se grande variação de classificações de risco ergonômico em função da ferramenta de avaliação adotada e em face às condições do posto de trabalho em termos de organização, posicionamento dos materiais ao alcance dos trabalhadores e peso do material. Além destes fatores, destaca-se também o benefício que um projeto de vedação vertical traz para a melhoria das condições ergonômicas no posto de trabalho.

Finalmente, há que se destacar que os resultados obtidos não podem ser generalizados em função do contexto no qual foram obtidos.

6.2.2 Proposta de método baseado na articulação de métodos, técnicas e ferramentas de análise ergonômica em função das experiências e resultados obtidos nos estudos de caso realizados

O principal objetivo deste trabalho foi cumprido com a apresentação do método indicando a aplicação das ferramentas ergonômicas de forma articulada e progressiva, a partir da decisão do(a) pesquisador(a) ao longo dos fluxogramas apresentados para cada item de avaliação sob o ponto de vista da ergonomia física abordado nesta tese.

Embora não se tenha aplicado o método *in loco*, a sua simulação utilizando os resultados obtidos nos Estudos de Caso em que se realizou a aplicação não articulada das ferramentas de análise ergonômica, resultou num diagnóstico semelhante, com considerável correspondência entre as ferramentas específicas para o item 4 da ferramenta *EWA* (Posturas do Trabalho e Movimentos), quando se considera como critério decisório os três níveis de classificação para as ferramentas *REBA* e *OWAS* que indicam a implementação de ações mitigatórias do risco ergonômico.

Especificamente para o item Item 2 da ferramenta *EWA* (Atividade Física Geral), não houve correspondência entre os riscos ergonômicos atribuídos por esta e a ferramenta específica associada (*MET*). Assim, conclui-se que, caso o fluxograma fosse aplicado *in loco* na avaliação dos riscos ergonômicos nos Estudos de Caso realizados, o(a) pesquisador(a) teria que tomar a decisão sobre manter ou não a avaliação originalmente atribuída ao risco ergonômico do item em questão.

Neste contexto, a conclusão principal em relação a este objetivo é que a aplicação do método proposto por parte de pesquisadores(as) ou avaliadores(as) voltados à investigação dos riscos ergonômicos na execução dos serviços de construção civil resulta na maior reflexão sobre as origens e ocorrência destes riscos em face do maior detalhamento obtido.

6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A Indústria da Construção Civil é carente de informações sobre os riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores estão sujeitos. Embora haja um maior incremento de adoção de sistemas construtivos inovadores, com prevalência de atividades de montagem ou até mesmo com a transferência de muitas atividades hoje desenvolvidas nos canteiros de obras para o ambiente fabril, a construção civil nacional é caracterizada majoritariamente pelo uso de sistemas construtivos tradicionais em que há a predominância de atividades manuais e que exigem grande esforço físico.

Neste sentido, estudos desta natureza, como o realizado nesta tese, são bem-vindos para a melhoria do setor na medida que fornecem subsídios para adoção de políticas institucionais visando a melhoria das condições de trabalho neste setor sob o ponto de vista da ergonomia em todas as suas dimensões.

Assim, são apresentadas sugestões de futuras pesquisas:

- Aplicação e melhoria do método proposto considerando a avaliação das condições ergonômicas em outros serviços de construção civil, envolvendo as outras etapas do fluxograma dos processos (recebimento, estocagem, processamento intermediário e transporte dos materiais);
- Proposição de método, nos moldes apresentados nesta tese, para avaliação das condições ergonômicas considerando as outras dimensões da ergonomia e, conseqüentemente, os outros itens de avaliação da ferramenta *EWA*;
- Realizar estudos com foco nos itens 11 – Iluminação, item 12 - Ambiente Térmico e o item 13 – Ruído da ferramenta *EWA*, uma vez que não foram objetos de investigação nesta tese;
- Aplicar o método para avaliação dos riscos ergonômicos considerando o Item 3 – Levantamento de Cargas em associação a Equação de Niosh e Item 10 – Repetitividade do Trabalho em associação com a ferramenta OCRA, uma vez que tais ferramentas complementares não foram abordadas nesta tese;
- Abordar questões da ergonomia cognitiva na construção civil ligadas aos processos mentais do trabalhador, destacando a aplicação de outras ferramentas de avaliação ergonômica;
- Implementar métodos e ferramentas no que concerne à otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo as suas estruturas organizacionais, regras e processos, aplicando à indústria da construção civil no processo de análise das condições de trabalho;
- E desenvolver uma articulação de métodos, técnicas e ferramentas para fomentar participação dos trabalhadores no processo de análise e melhoria das condições do seu posto de trabalho.

Além destas sugestões, entende-se que seja pertinente pesquisas com enfoque na intervenção visando a mitigação dos riscos ergonômicos, dentro de um processo de conscientização por parte de todos os envolvidos (entidades, construtoras, trabalhadores). Sob este foco, a pesquisa consistiria na realização do diagnóstico, implementação das ações e posterior medição para avaliar os benefícios advindos das ações implementadas.

REFERÊNCIAS

- ABERGO. **ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia**. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/index.php>>. Acesso em: 12 ago. 2017.
- ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à Ergonomia: da prática à teoria**. 1º Edição ed. São Paulo, Brasil: Editora Edegard Blucher Ltda, 2009.
- ABRAMAT; FGV. **Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais e Equipamentos**. Disponível em: <<http://www.abramat.org.br/lista-interna&codigo=9http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/indicadores-para-divulgacao.pdf>>. Acesso em: 1 out. 2020.
- AHONEM, M. et al. **ERGONOMIC WORKPLACE ANALYSIS**. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 1989.
- AHONEM, M.; MARTTI, L.; KUORINKA, T. **ANÁLISE ERGONÔMICA DO POSTO DE TRABALHO (Ergonomic Workplace Analysis)**. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health, 2001.
- AINSWORTH, B. E. et al. Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 25, n. 1, p. 71–80, 1993.
- AINSWORTH, B. E. et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. Supplement, p. S498–S516, 2000.
- AL MADANI, D.; DABABNEH, A. Rapid entire body assessment: A literature review. **American Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 9, n. 1, p. 107–118, 2016.
- ALMEIDA, R. B. DE. **Análise ergonômica da atividade na execução do serviço de revestimento de gesso**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2019.
- ALWASEL, A. et al. Identifying poses of safe and productive masons using machine learning. **Automation in Construction**, v. 84, n. October, p. 345–355, 2017a.
- ALWASEL, A. et al. Experience, Productivity, and Musculoskeletal Injury among Masonry Workers. **Journal of Construction Engineering & Management**, v. 143, n. 6, p. 1–13, 2017b.
- ARMSTRONG, T. J. et al. Repetitive trauma disorders: job evaluation and design. **Human Factors**, v. 28, n. 3, p. 325–336, 1986.
- ARYAL, A.; GHAHRAMANI, A.; BECERIK-GERBER, B. Monitoring fatigue in construction workers using physiological measurements. **Automation in Construction**, v. 82, p. 154–165, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 11226: Ergonomia - Avaliação de posturas estáticas de trabalho**Rio de Janeiro, Brasil, 2013. Disponível em: <www.abnt.org.br>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 11228: Ergonomia - Movimentação Manual**Rio de Janeiro, Brasil, 2017. Disponível em: <www.abnt.org.br>

BARROS, P. C. R.; MENDES, A. M. B. Sofrimento psíquico no trabalho e estratégias defensivas dos operários terceirizados da construção civil. **Psico-USF (Impresso)**, v. 8, n. 1, p. 63–70, 2003.

BEVAN, S. Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. **Best Practice and Research: Clinical Rheumatology**, v. 29, n. 3, p. 356–373, 2015.

BIANCHINI, G. **Análise ergonômica do trabalho na execução de estruturas e vedações em obras de Light Steel Frame**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2015.

BORMIO, M. F. et al. Consultório Odontológico: uma AET utilizando-se da EWA. **Revista Científica de Design I**, v. 2, n. 1, p. 53–68, 2011.

BORMIO, M. F.; PACCOLA, S. A. DE O.; SILVA, J. C. P. DA. A Eficiência do Método EWA na Avaliação do Risco de Acidentes em Mobiliário Escolar: Um estudo de caso. **IV EMEPRO - Encontro Mineiro de Engenharia de Produção**, n. January, p. 9, maio 2008.

BOSCHMAN, J. S.; FRINGS-DRESEN, M. H. W.; VAN DER MOLEN, H. F. Use of Ergonomic Measures Related to Musculoskeletal Complaints among Construction Workers: A 2-year Follow-up Study. **Safety and Health at Work**, v. 6, n. 2, p. 90–96, 2015.

BRANDL, C.; MERTENS, A.; SCHLICK, C. M. Effect of sampling interval on the reliability of ergonomic analysis using the Ovako working posture analysing system (OWAS). **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 57, p. 68–73, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. 2ª Edição ed. Brasília/DF, Brasil: MTE, 2002.

BRASIL. **NR 4 - Norma Regulamentadora 4 - Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho**.

BRASIL. **NR 15 - Norma Regulamentadora 15: Atividades e Operações Insalubres**.

BRASIL. Acompanhamento Mensal dos Benefícios Auxílios-Doença Previdenciários Concedidos segundo os Códigos da CID-10 - Janeiro a Dezembro de 2017. **Anuário Estatístico Da Previdência Social**, p. 98, 2018a.

BRASIL. Acompanhamento Mensal dos Benefícios Auxílios-Doença Acidentários Concedidos segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). **Anuário Estatístico Da Previdência Social**, p. 6, 2018b.

BRASIL. **NR 17 - Norma Regulamentadora 17 - Ergonomia**. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-17-ergonomia>>. Acesso em: 6 out. 2020c.

BRASIL. **NR 18 - Norma Regulamentadora 18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr18.htm>>. Acesso em: 19 maio. 2020.

BURDORF, A.; GOVAERT, G.; ELDERS, L. Postural loads and back pain of workers in the manufacturing of prefabricated concrete elements. **Ergonomics**, v. 34, n. 7, p. 909–918, 1991.

BUREAU OF LABOR STATISTICS. **2018 SURVEY OF OCCUPATIONAL INJURIES & ILLNESSES**. 1º ed. Washington, DC, U.S.A.: Bureau of Labor Statistics, 2019.

CARVALHO, L. C. **Análise ergonômica do trabalho na execução de armaduras**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2016.

CBIC. **A produtividade da Construção Civil brasileira**. 1º ed. Brasília/DF, Brasil: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2011.

CHAKRABORTY, T. et al. Occupational stress, musculoskeletal disorders and other factors affecting the quality of life in Indian construction workers. **International Journal of Construction Management**, v. 18, n. 2, p. 144–150, 2018.

CHEN, J.; QIU, J.; AHN, C. Construction worker's awkward posture recognition through supervised motion tensor decomposition. **Automation in Construction**, v. 77, p. 67–81, 2017.

CHENG, T. et al. Data fusion of real-time location sensing and physiological status monitoring for ergonomics analysis of construction workers. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 27, n. 3, p. 320–335, 2013.

CHIASSON, M. ÈVE et al. Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 42, n. 5, p. 478–488, 2012.

COELHO-RAVAGNANI, C. DE F. et al. Estimativa do equivalente metabólico (MET) de um protocolo de exercícios físicos baseada na calorimetria indireta. **Rev. bras. med. esporte**, v. 19, n. 2, p. 134–138, 2013.

COLOMBINI, D. et al. Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a consensus document developed by the Technical Committee on Musculoskeletal Disorders of International Ergonomics Association (IEA) endorsed by International Commission on Occupational Health (ICOH). **Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia**, v. 23, n. 2, p. 129–142, 2001.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; FANTI, M. **Il método ocrá per l'analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti**. Milão: 2005.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CBGDP 2011**, p. 1–12, 2011.

COUTO, H. DE A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho: O Manual Técnico da Máquina Humana**. 1º Edição ed. Belo Horizonte - MG: ERGO Editora, 1995.

CPWR - THE CENTER FOR CONSTRUCTION RESEARCH AND TRAINING. **The Construction Chart Book - The U.S. Construction Industry and its Workers**. 5º ed. Georgia - EUA: CPWR – The Center for Construction Research and Training, 2013.

CPWR - THE CENTER FOR CONSTRUCTION RESEARCH AND TRAINING. **THE CONSTRUCTION CHART BOOK: THE U.S. CONSTRUCTION INDUSTRY AND ITS WORKERS**. 6. ed. Georgia - EUA: CPWR – The Center for Construction Research and Training, 2018.

DAVID, G. C. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. **Occupational Medicine**, v. 55, n. 3, p. 190–199, 2005.

DE ALMEIDA MENDES, M. et al. Metabolic equivalent of task (METs) thresholds as an indicator of physical activity intensity. **PLoS ONE**, v. 13, n. 7, p. 1–10, 2018.

DEJOURS, C. Por um novo conceito de saúde. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 14, p. 7–11, 1986.

DEJOURS, C. **O Fator Humano**. 3ª Edição ed. Rio de Janeiro, Brasil: Fundação Gertulio Vargas, 2002.

DOPPLER, F. Trabalho e Saúde. In: **Ergonomia**. São Paulo, Brasil: Editora Blucher, 2007. p. 47–58.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2ª Edição ed. São Paulo, Brasil: Editora Edgard Blucher Ltda., 2004.

ENTZEL, P.; ALBERS, J.; WELCH, L. Best practices for preventing musculoskeletal disorders in masonry: Stakeholder perspectives. **Applied Ergonomics**, v. 38, n. 5, p. 557–566, 2007.

FABER, G. S. et al. Working height, block mass and one- vs. two-handed block handling: The contribution to low back and shoulder loading during masonry work. **Ergonomics**, v. 52, n. 9, p. 1104–1118, 2009.

FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

FALZON, P. Por uma ergonomia construtiva. In: SZNELWAR, L. I.; SZNELWAR, M. W. R. (Eds.). **Ergonomia Construtiva**. 1ª Edição ed. São Paulo, Brasil: Editora Edgard Blucher Ltda., 2016. p. 344.

FARINATTI, P. D. 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 Fis Exerc**, v. 2, p. 177–208, 2003.

FERREIRA, L. L.; DONATELLI, S. Ergonomia: o que há para se ler em português. **Revista Ação Ergonômica**, v. 1, n. 2, p. 25–34, 2001.

FGV. **Evolução da produtividade, da eficiência técnica e do tecnológico na construção civil**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/home/>>. Acesso em: 18 maio. 2018.

FILLALI, N. et al. Image processing-aided working posture analysis: I-OWAS. **Computers and Industrial Engineering**, v. 85, p. 384–394, 2015.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª Edição ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

GOLABCHI, A. et al. Stochastic Modeling for Assessment of Human Perception and Motion Sensing Errors in Ergonomic Analysis. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 31, n. 4, p. 1–11, 2017.

GOLABCHI, A. et al. An integrated ergonomics framework for evaluation and design of construction operations. **Automation in Construction**, v. 95, p. 72–85, 2018.

GOLABCHI, A.; HAN, S.; FAYEK, A. R. A fuzzy logic approach to posture-based ergonomic analysis for field observation and assessment of construction manual operations. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 43, n. 4, p. 294–303, 2016.

GÓMEZ-GALÁN, M. et al. Musculoskeletal disorders: OWAS review. **Industrial Health**, v. 55, n. 4, p. 314–337, 2017.

GUÉRIN, F. et al. **Comprender o Trabalho para Transforma-lo - A prática da ergonomia**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2001.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1423–1434, 2007.

HASLEGRAVE, C. M. What do we mean by a working posture? **Ergonomics**, v. 37, n. 4, p. 781–799, 1994.

HEDGE, A. **REBA Employee Assessment Worksheet**. Disponível em: <<https://ergo-plus.com/>>. Acesso em: 11 set. 2018.

HESS, J. A. et al. Ergonomic evaluation of masons laying concrete masonry units and autoclaved aerated concrete. **Applied Ergonomics**, v. 41, n. 3, p. 477–483, 2010.

HESS, J. A. et al. Alternatives to lifting concrete masonry blocks onto rebar: Biomechanical and perceptual evaluations. **Ergonomics**, v. 55, n. 10, p. 1229–1242, 2012.

HIGNETT, S.; MCATAMNEY, L. Rapid Entire Body Assessment (REBA). **Applied Ergonomics**, v. 31, n. 2, p. 201–205, 2000.

HIGNETT, S.; MCATAMNEY, L. REBA and RULA: Whole Body and Upper Limb Rapid Assessment Tools. In: MARRAS, W. S.; KARWOWSKI, W. (Eds.). . **FUNDAMENTALS AND ASSESSMENT TOOLS FOR OCCUPATIONAL ERGONOMICS**. 2^o ed. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2006. p. 1024.

HOY, J. et al. Whole body vibration and posture as risk factors for low back pain among forklift truck drivers. **Journal of Sound and Vibration**, v. 284, n. 3–5, p. 933–946, 2005.

IEA. **IEA - International Ergonomics Association**. Disponível em: <<http://www.iea.cc/whats/index.html>>. Acesso em: 17 set. 2017.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2^o Edição ed. São Paulo: Blucher, Editora Edgard, 2005.

INYANG, N. et al. Ergonomic Analysis and the Need for Its Integration for Planning and Assessing Construction Tasks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.

138, n. 12, p. 1370–1376, 2012.

JANIK, H.; MUNZBERGEN, E.; SCHULTZ, K. REBA-verfahren (Rapid Entire Body Assessment) auf einem Pocket Computer. **Proceedings of 42. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V. (DGAUM)**, abr. 2002.

JANOWITZ, I. L. et al. Measuring the physical demands of work in hospital settings : Design and implementation of an ergonomics assessment. **Applied Ergonomics**, v. 37, p. 641–658, 2006.

JOSHI, M.; DESHPANDE, V. A systematic review of comparative studies on ergonomic assessment techniques. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 74, p. 1–14, 2019.

JOSHUA, L.; VARGHESE, K. Accelerometer-Based Activity Recognition in Construction. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 25, n. 5, p. 370–379, 2011.

JUNIOR, M. M. C. Avaliação Ergonômica: Revisão dos Métodos para Avaliação Postural. **Revista Produção**, v. 6, n. 3, p. 133–154, 2006.

KARHU, O.; KANSI, P.; KUORINKA, I. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. **Applied Ergonomics**, v. 8, n. 4, p. 199–201, 1977.

KIVI, P.; MATTILA, M. Analysis and improvement of work postures in the building industry: application of the computerised OWAS method. **Applied Ergonomics**, v. 22, n. 1, p. 43–48, 1991.

KONG, Y. K. et al. Comparisons of ergonomic evaluation tools (ALLA, RULA, REBA and OWAS) for farm work. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 24, n. 2, p. 218–223, 2018.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5^o ed. Porto Alegre, Brasil: Bookman, 2005.

KULKARNI, V. S.; DEVALKAR, R. V. Postural analysis of building construction workers using ergonomics. **International Journal of Construction Management**, v. 19, n. 6, p. 464–471, 2019.

LAMARÃO, A. M. et al. Tradução, adaptação transcultural para o português-brasileiro e análise da confiabilidade do instrumento Rapid Entire Body Assessment-REBA. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 3, p. 211–217, 2014.

LATKO, W. A. et al. Development and evaluation of an observational method for assessing repetition in hand tasks. **American Industrial Hygiene Association Journal**, v. 58, n. 4, p. 278–285, 1997.

LEE, T. H.; HAN, C. S. Analysis of working postures at a construction site using the OWAS method. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 19, n. 2, p. 245–250, 2013.

LI, G.; BUCKLE, P. Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. **Ergonomics**, v. 42, n. 5, p. 674–695, 1999.

LI, K. W.; LEE, C. - L. Postural Analysis of Four Jobs on Two Building Construction Sites: an Experience of Using the OWAS Method in Taiwan. **Journal of Occupational Health**, n. 41, p. 183–190, 1999.

LI, X. et al. A framework for evaluating muscle activity during repetitive manual material handling in construction manufacturing. **Automation in Construction**, v. 79, p. 39–48, 2017.

LI, X. et al. 3D Visualization-Based Ergonomic Risk Assessment and Work Modification Framework and Its Validation for a Lifting Task. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 1, p. 04017093, 2018.

LIMA, F. DE P. A. Ergonomia, ciência do trabalho, ponto de vista do trabalho: a ciência do trabalho numa perspectiva histórica.(*). **Ação Ergonômica**, v. 1, n. 2, p. 35–44, 2001.

LOUHEVAARA, V. Is the physical work load equal for ageing and young blue-collar workers? **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 24, n. 5, p. 559–564, 1999.

MALCHAIRE, J. B.; REZK-KALLAH, B. Evaluation of the physical work load of bricklayers in the steel industry. **Scandinavian Journal of Work, Environment and Health**, v. 17, n. 2, p. 110–116, 1991.

MATTILA, M.; KARWOWSKI, W.; VILKKI, M. Analysis of working postures in hammering tasks on building construction sites using the computerized OWAS method. **Applied Ergonomics**, v. 24, n. 6, p. 405–412, 1993.

MCATAMNEY, L.; HIGNETT, S. Rapid Entire Body Assessment. In: STANTON, N. et al. (Eds.). . **Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods**. 1. ed. London, UK: CRC Press, 2004. p. 8-1-8–11.

MCATAMNEY, L.; NIGEL CORLETT, E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, v. 24, n. 2, p. 91–99, 1993.

MEMARIAN, B.; MITROPOULOS, P. Safety Incidents and High-Risk Activities of Masonry Construction. **Construction Research Congress 2012 - ASCE 2012**, p. 2510–2519, 2012.

MESQUITA, L. S. DE; CARTAXO, C.; NÓBREGA, C. A. L. **Ergonomia E Construção : Uma Revisão Dos Riscos Presentes na Etapa de Estrutura das Edificações**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Gramado: ABEPRO, 1997

MORAES, A.; SOARES, M. M. **Ergonomia no Brasil e no mundo: um quadro, uma fotografia**. Rio de Janeiro: Editora Universta, 1989.

NATH, N. D.; AKHAVIAN, R.; BEHZADAN, A. H. Ergonomic analysis of construction worker's body postures using wearable mobile sensors. **Applied Ergonomics**, v. 62, p. 107–117, 2017.

NIOSH - NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **Work Practices Guide for Manual Lifting**. 1º ed. Cincinnati, OH: U.S.: U. S. Departement of Health and Human Services, 1981.

NIOSH - NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **Observation-Based Posture Assessment: Review of Current Practice and**

Recommendations for Improvement. Cincinnati, OH: U.S.: By Lowe BD, Weir PL, Andrews DM. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2014-131, 2014.

OCCHIPINTI, E. OCRA: A concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. **Ergonomics**, v. 41, n. 9, p. 1290–1311, 1998.

OLIVEIRA, J. M. DE; NEGRI, F. DE. O DESAFIO DA PRODUTIVIDADE NA VISÃO DAS EMPRESAS. **RADAR**, v. 31, n. 5, p. 49–57, 2014.

PAVANI, R.; QUELHAS, O. A avaliação dos riscos ergonômicos como ferramenta gerencial em saúde ocupacional. **XIII Simpósio de Engenharia de Produção**, p. 9, nov. 2006.

PEREIRA, D. D. M.; JUNIOR, N. D. M.; LONGEN, W. C. A DIMENSÃO HUMANA DO SERVIÇO DE AMARRAÇÃO DA ARMADURA DE LAJE DE CONCRETO ARMADO : CONTRIBUIÇÕES DA ERGONOMIA The Human Dimension of the Mooring Service of Armor Reinforced Concrete Slab : Contributions of Ergonomics. **REEC - Revista Eletronica da Engenharia Cvil**, v. 12, n. 1, p. 54–60, 2016.

PIZO, C. A.; MENEGON, N. L. Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado. **Production**, v. 20, n. 4, p. 657–668, 2010.

RIBEIRO, S. B.; SOUTO, M. DO S. M. L.; JÚNIOR, I. C. A. Análise dos riscos ergonômicos da atividade do gesseiro em um canteiro de obras através do software WinOWAS. **ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção de Produção**, p. 2631–2638, 2004.

ROJA, Z. et al. Assessment of skeletal muscle fatigue of road maintenance workers based on heart rate monitoring and myotonometry. **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**, v. 1, n. 1, p. 1–9, 2006.

ROTHMORE, P. et al. The stage of change approach for implementing ergonomics advice – Translating research into practice. **Applied Ergonomics**, v. 59, p. 225–233, mar. 2017.

ROWLINSON, S.; JIA, Y. A. Application of the predicted heat strain model in development of localized, threshold-based heat stress management guidelines for the construction industry. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 58, n. 3, p. 326–339, 2014.

SAAD, V. L.; XAVIER, A. A. DE P.; MICHALOSKI, A. O. **Avaliação do risco ergonômico do trabalhador da construção civil durante a tarefa do levantamento de paredes.** XIII SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção. **Anais...Bauru - SP: 2006**

SALERNO, M. S. Análise Ergonômica do Trabalho e Projeto Organizacional: uma discussão comparada. **Produção**, v. 9, n. Especial, p. 45–60, 2000.

SANTOS, N. DOS; FIALHO, F. **Manual da Análise Ergonômica no Trabalho.** 2º Edição ed. Curitiba: GENESIS Editora, 1997.

SAURIN, T. A.; DE MACEDO GUIMARÃES, L. B. Ergonomic assessment of suspended scaffolds. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 36, n. 3, p. 229–237, 2006.

SECONCI-SP; SINDUSCON-SP. **Motivos que levaram os trabalhadores da construção**

civil a procurarem atendimento médico. Disponível em: <<https://www.sindusconsp.com.br/pesquisa-expoe-os-motivos-que-levaram-os-trabalhadores-da-construcao-civil-a-procurarem-atendimento-medico/>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

SEO, J.; LEE, S. H.; SEO, J. Simulation-Based Assessment of Workers' Muscle Fatigue and Its Impact on Construction Operations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 142, n. 11, p. 04016063, 2016.

SERRANHEIRA, F. M. DOS S. **Lesões Músculo-Esqueléticas Ligadas ao Trabalho: que métodos de avaliação do risco?** [s.l.] Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2007.

SESI-SP. **Ergonomia Básica: 20 horas.** São Paulo, Brasil: SESI-SP Editora, 2016a.

SESI-SP. **ERGONOMIA NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - EDIFICAÇÕES.** São Paulo, Brasil: SESI-SP Editora, 2016b.

SIERRA, I. DE S.; SANTOS, F. A. V. DOS; NICKEL, E. M. COMPARATIVO DE USABILIDADE DA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA REBA (RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT) NAS VERSÕES EM PAPEL E APLICATIVO PARA CELULAR. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 12, n. 2, p. 9–20, 2017.

SILVA, E. F. DA et al. Avaliação de Risco Ergonômico: Pedreiro na Construção Civil. **INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation**, v. 2, n. 3, p. 77–94, 2014.

SILVERSTEIN, B. A.; FINE, L. J.; ARMSTRONG, T. J. Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. **British Journal of Industrial Medicine**, v. 43, p. 779–784, 1986.

SMITH, L. K. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom.** 5ª Edição ed. São Paulo: Editora Manole, 1997.

SPIELHOLZ, P. et al. Comparison of self-report, video observation and direct measurement methods for upper extremity musculoskeletal disorder physical risk factors. **Ergonomics**, v. 44, n. 6, p. 588–613, 1 maio 2001.

SPIELHOLZ, P.; DAVIS, G.; GRIFFITH, J. Physical Risk Factors and Controls for Musculoskeletal Disorders in Construction Trades. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 132, n. 10, p. 1059–1068, 2006.

SZNELWAR, L. I. Alain Wisner : o desenvolvimento da ergonomia e do pensamento sobre o « trabalhar ». **Travailler**, v. 15, n. 1, p. 57–77, 2006.

TAKALA, E. P. et al. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. **Scandinavian Journal of Work, Environment and Health**, v. 36, n. 1, p. 3–24, 2010.

VALERO, E. et al. Musculoskeletal disorders in construction: A review and a novel system for activity tracking with body area network. **Applied Ergonomics**, v. 54, p. 120–130, 2016.

VALERO, E. et al. Analysis of construction trade worker body motions using a wearable and wireless motion sensor network. **Automation in Construction**, v. 83, p. 48–55, 2017.

VAN DER BEEK, A. J. et al. An evaluation of methods assessing the physical demands of

manual lifting in scaffolding. **Applied Ergonomics**, v. 36, n. 2, p. 213–222, 2005.

VIDAL, M. C. **GUIA PARA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO NA EMPRESA: UMA METODOLOGIA REALISTA, ORDENADA E SISTEMÁTICA**. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2011.

VIDAL, M. C. R.; SETTI, M. E. C. Ergonomia e segurança no trabalho: uma radiografia da pesquisa no Brasil. **Ação Ergonômica**, v. 1, n. 2, p. 13–24, 2001.

VINK, P. et al. Physical effects of new devices for bricklayers. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 8, n. 1, p. 71–82, 2002.

WANG, D.; DAI, F.; NING, X. Risk Assessment of Work-Related Musculoskeletal Disorders in Construction: State-of-the-Art Review. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 6, p. 1–15, 2015.

WATERS, T. R. et al. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. **Ergonomics**, v. 36, n. 7, p. 749–776, 1994.

WESTGAARD, R. H.; AARÅS, A. Postural muscle strain as a causal factor in the development of musculo-skeletal illnesses. **Applied Ergonomics**, v. 15, n. 3, p. 162–174, 1984.

WISNER, A. **Antropotecnologia**. Rio de Janeiro, Brasil: Virtual Científica, 2004a.

WISNER, A. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In: DANIELLOU, F. (Ed.). **A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Edgar Blucher, 2004b. p. 29–55.

YAN, X. et al. Wearable IMU-based real-time motion warning system for construction workers' musculoskeletal disorders prevention. **Automation in Construction**, v. 74, p. 2–11, 2017.

YIN, R. K. **Estudo de Caso - Planejamento e Métodos**. 2º Edição ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YU, M. et al. Ergonomics hazards analysis of linemen's power line fixing work in China. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 15, n. 3, p. 309–317, 2009.

APÊNDICE A - Questionários

A - Questionário para levantamento de dados do Estudo Ergonômico referente ao trabalhador:

1. Dados Pessoais: Características do Trabalhador

- Nome: _____
- Função: Pedreiro oficial () Ajudante ()
- Idade: ___ anos
- Escolaridade: _____
- Curso profissionalizante: _____
- Experiencia profissional: ____ anos na Construção Civil
- Tempo de serviço nesta função (alvenaria): ____ anos
- Tempo na empresa: ___ anos
- Lateralidade: Destro () Canhoto ()

2. Descrição da atividade:

- Horas de trabalho por dia na empresa: ____ horas, sábados _____
- Tempo para pausas: ____ manhã, ____ almoço, ____ tarde
- Existe algum equipamento, máquina ou ferramenta que ainda não se encontra disponível em obra, mas que poderia ajudar no trabalho? Qual?
 1. _____
- Quem lhe passa a tarefa? (Mestre de obras, colega mais antigo)
 2. _____
- Como lhe passam a tarefa? (Verbalmente, escrita)
 3. _____
 4. _____
- Existem dificuldades para executar as tarefas propostas? Quais?
 5. _____
- Quais as atividades que exigem mais esforço? Por quê?

- No trabalho já precisou faltar alguma vez? Sim() Nunca() muitas()
- Pessoais () Saúde () Quais os motivos?

- No final da jornada de trabalho sente se cansado e com dores no corpo? Sempre () Às vezes () Nunca ()
- Em parte do corpo a dor aparece com mais frequência?

- Há quanto tempo?
- 6. () Até 1 mês () De 1 a 3 meses () De 3 a 6 meses () Acima de 6 meses
- O que você sente, você classifica como:
- 7. () Muito forte/ forte () Moderado () Leve/muito leve
- O que você sente, aumenta com o trabalho? _____
- Os sintomas melhoram com o repouso? _____
- Você se preocupa em manter uma postura (física) adequada para realizar o seu trabalho?

B - Questionário para caracterização da empresa referente ao Responsável:

1. Há quantos anos a empresa está no mercado?
2. Quais os principais tipos de obra da empresa?
3. Existe programas de gestão da qualidade ou outros programas de certificação? Quais?
4. Como os funcionários são pagos? (Registro em carteira)
5. O serviço de alvenaria é terceirizado?
6. Os trabalhadores receberam treinamento para execução da tarefa?
7. Como ocorre a forma de cobrança dos prazos estimados de serviço?
8. Apresentam um rendimento satisfatório? Se não, por quê?
9. A empresa tem um índice de afastamentos e faltas por doenças de trabalho? E no serviço de alvenaria?
10. Existe algum procedimento de execução do serviço de alvenaria / procedimento de execução de obras (PES/PEO)?
11. Como a atividade é repassada ao pedreiro? (Verbalmente, escrita)
12. Como é verificado se o serviço está correto (Ficha de verificação de serviço)? Quem é responsável pela verificação?
13. Já aconteceram acidentes de trabalho durante a execução de alvenaria?

APÊNDICE B – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa **Análise Ergonômica do Trabalho na execução de sistemas de alvenaria: comparação entre o sistema de alvenaria de vedação com o sistema de alvenaria estrutural** que faz parte do curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, da acadêmica **Andreia Sofia Moreira Martins**, orientada pelo **Prof. Dr. José Carlos Paliari** da Universidade Federal de São Carlos.

O objetivo desta pesquisa é avaliar a sua postura durante a realização do trabalho e identificar quais as posturas que podem gerar riscos para a sua saúde. Para isto a sua participação é muito importante, e se daria da seguinte forma: respondendo ao questionário sobre a descrição do seu serviço e a realização de gravações em vídeo e fotográfica da execução do seu trabalho. Da nossa parte, nos comprometemos a manter a sua identidade e respostas em total sigilo e não tomar muito do seu tempo. Portanto, enfatizamos que não haverá exposição de sua pessoa e nem das informações fornecidas o nosso interesse está em avaliar a sua postura durante a realização do trabalho, sem expor a sua identidade. As gravações realizadas não serão publicadas, servem apenas de apoio ao pesquisador durante a análise das posturas.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins acadêmicos e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Os benefícios esperados são indiretos e diz respeito aos objetivos da pesquisa. Existe uma possibilidade mínima de risco em sentir de alguma forma constrangimento durante a entrevista ou a gravação da atividade. Você terá direito a indenização por qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa.

Os resultados da pesquisa poderão ser acessados quando publicados para os fins acadêmicos. A pesquisa não possui vínculo com a prefeitura do município e nem com a empresa construtora, apenas com a instituição de pesquisa a UFSCar.

Caso você tenha mais dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, pode nos contatar no endereço, telefone ou e-mail abaixo. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor e rubricadas por você e pelo pesquisador, sendo uma delas entregue a você.

Muito obrigada pela sua colaboração!

Eu,..... (nome do operário, participante da pesquisa) declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar **VOLUNTARIAMENTE** da pesquisa coordenada pela doutoranda **ANDREIA SOFIA MOREIRA MARTINS** (pesquisadora responsável).

_____ Data:.....

Assinatura do participante

Eu, Andreia Sofia Moreira Martins (doutoranda da Universidade Federal de São Carlos) declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supra-nominado.

_____ Data:.....

Assinatura do pesquisador

APÊNDICE C – ESTUDOS EXPLORATÓRIOS

DESCRIÇÃO DO CICLO DE TRABALHO DAS ATIVIDADES DA ELEVAÇÃO DA ALVENARIA

Quadro 69 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos da alvenaria de vedação do AV01

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
1– Posicionar linha de nylon 	<p>A linha de Nylon encontra-se amarrada nas duas pontas a uma peça retangular de madeira, que possibilita o seu encaixe no bloco. É encaixada a uma peça de madeira no primeiro e último bloco de cada fiada, de modo a deixar o fio bem esticado.</p>	<p>O trabalhador precisa ficar agachado, durante a marcação e próximo do bloco, para facilitar o encaixe do fio de Nylon, mantendo o fio reto e bem esticado.</p>	<p>As pernas agachadas ou ajoelhadas facilitam o encaixe do fio de nylon no bloco, permitindo manter o fio reto e nivelado.</p>
2 – Aplicar argamassa na fiada 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho de mão e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon. Repetir para as outras fiadas.</p>	<p>A altura da fiada influencia a postura do trabalhador, quando este realiza as primeiras fiadas necessita ficar com o tronco fletido e as pernas agachadas, quando realiza as últimas fiadas necessita elevar os braços, mas consegue manter uma postura reta e as pernas esticadas.</p>	<p>Realiza a operação de forma mais rápida.</p> <p>A inclinação do tronco permite uma melhor visualização do alinhamento da fiada.</p>
3 – Pegar o bloco 	<p>Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita. Por vezes o trabalhador já pega o bloco com a mão esquerda.</p>	<p>O trabalhador segura o bloco com a mão esquerda, sendo esta, a mão que carrega o peso do bloco enquanto ele coloca a argamassa no bloco. Ação exige pouco esforço devido ao peso do bloco.</p>	<p>Como os blocos normalmente se encontram ao nível do pavimento sempre é necessário o trabalhador inclinar o tronco para pegar o bloco.</p>
4 – Aplicar argamassa no bloco 	<p>Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.</p>	<p>É exigido algum esforço para segurar no bloco e incliná-lo em função da aplicação da argamassa. Quando precisa agachar para pegar argamassa é exigido maior esforço e desconforto.</p>	<p>O balanço da perna esquerda é usado para evitar inclinar muito o tronco, para chegar até à argamassa. Quando o trabalhador se encontra numa plataforma mais elevada que o carrinho, ele precisa se agachar para alcançar a argamassa.</p>

Quadro 69 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos da alvenaria de vedação do AV01 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>5 – Posicionar o bloco</p> 	<p>Segurar o bloco com a mão esquerda, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.</p>	<p>Quando se executa as primeiras fiadas, a perna ajoelhada permite que o trabalhador fique próximo do alinhamento de blocos, facilitando o seu nivelamento. Quando se realizam as últimas fiadas é necessário elevar os braços, facilitando o movimento.</p>	<p>Realizar a operação com mais facilidade para deixar o bloco nivelado.</p>
<p>6 – Bater com a colher</p> 	<p>Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou com um martelo de borracha, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.</p>	<p>Quando a área de trabalho se encontra no pavimento, a perna ajoelhada ou flexionada auxilia na aproximação da distância entre o bloco e o trabalhador. Quando se encontra nas últimas fiadas o trabalhador consegue manter uma postura reta.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade e rapidez. Certificar que o assentamento dos blocos está nivelado.</p>
<p>7 – Retirar excesso de argamassa</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.</p>	<p>O tronco fica inclinado para ficar próximo do bloco de modo a não deixar cair a argamassa no pavimento. Aplicando a argamassa reaproveitada no próximo bloco.</p>	<p>A inclinação de tronco permite uma maior visibilidade e facilidade de movimento para retirar o excesso da argamassa da outra face do bloco.</p>
<p>8 – Conferir nível/medição</p> 	<p>É utilizada a régua de nível de bolha e o martelo de borracha para nivelar o bloco ou o cabo da colher de pedreiro e o fio de prumo. A régua de nível é colocada em cima do bloco e batendo o martelo levemente é nivelado o bloco, sempre confirmando com a régua se o bloco se encontra nivelado. A medição é realizada com o auxílio de uma trena metálica.</p>	<p>Para leitura da trena e da régua de nível o trabalhador precisa estar próximo da área de trabalho, sendo necessário permanecer ajoelhado e com o tronco inclinado. Durante a marcação são necessárias duas pessoas para confirmar as distâncias entre os blocos. A 1ª fiada é sempre a mais demorada.</p>	<p>Permite uma maior facilidade e rapidez para leitura da trena e confirmação do nível.</p>

Quadro 69 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos da alvenaria de vedação do AV01 - *continuação*

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>9 – Quebrar o bloco</p> 	<p>O bloco é colocado sobre o pavimento ou segurado com a mão esquerda, a mão direita segura a colher de pedreiro pela lateral, batendo com a colher até quebrar o bloco para que fique com o formato desejado.</p>	<p>O trabalhador precisa de estar agachado ou com o joelho fletido para posicionar o tijolo, visto não existir uma mesa de corte na área de trabalho. Apesar de existir uma mesa de corte e uma máquina de corte portátil para bloco no pavimento seguinte, o trabalhador prefere usar a colher. Esta é uma das atividades mais desconfortáveis devido ao esforço exercido e a poeira libertada pelo bloco.</p>	<p>Para agilizar o trabalho é preferível quebrar o bloco com a colher, apesar de realizar mais esforço e desconforto no braço e na mão direita é um processo mais rápido. Outra possibilidade seria usar a máquina de corte, mas demoraria mais tempo pois se encontra distante da área de trabalho.</p>
<p>10 – Transportar materiais</p> 	<p>O transporte de materiais é executado quando terminado uma fiada e iniciada outra. É realizado caminhando e agarrando os objetos de trabalho.</p> <p>Necessita de transportar os materiais, por vezes vários blocos de uma só vez. Esta ação é realizada normalmente pelo ajudante no assentamento da primeira fiada.</p>	<p>Permite ao trabalhador movimentar-se durante o seu trabalho, visto que a maior parte do seu tempo é realizado numa pequena área com movimento de pernas reduzido. Como o peso do material vai influenciar no esforço desta ação, o trabalhador repete-a mais do que uma vez para reduzir o peso durante o transporte de blocos.</p>	<p>Favorece na posição das pernas devido ao trabalhador estar em movimento.</p> <p>Por vezes o trabalhador prefere realizar mais uma vez esta ação, de modo a não transportar muito peso. Diminuindo a quantidade de blocos transportados.</p>

Fonte: Autora

Quadro 70 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE04

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
1- Posicionar linha de nylon 	<p>A linha de Nylon encontra-se amarrada nas duas pontas a uma peça retangular de madeira que possibilita o seu encaixe no bloco. A peça de madeira é encaixada no primeiro e último bloco de cada fiada, de modo a deixar o fio de bem esticado.</p>	<p>O trabalhador precisa inclinar o tronco, para estar próximo do bloco quando se encontra nas primeiras fiadas, para facilitar o encaixe do fio de Nylon e manter o fio reto e bem esticado. Nas últimas fiadas é necessário elevar os braços e os ombros.</p>	<p>O tronco inclinado a 90° facilita o encaixe do fio de nylon no bloco, permitindo manter o fio reto e nivelado, evitando o agachamento.</p> <p>Para as fiadas acima da cintura, os braços esticados auxiliam o encaixe do fio.</p>
2 – Aplicar argamassa na fiada 	<p>Com o auxílio da palheta retirar argamassa da masseira e assentá-la no mesmo alinhamento inicial onde foi colocada a água. Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la no mesmo alinhamento da fiada de blocos anterior. Repetir para as outras fiadas.</p>	<p>O trabalhador inclina mais o tronco nesta atividade ficando fletido a 90°, mantendo uma perna fletida ou as duas retas, mas a atividade é executada com pouco esforço. Ele tem que manter o tronco reto mesmo sendo necessário agachar ou ficar com uma perna ajoelhada. A altura da fiada influencia a postura do trabalhador, quando este realiza as primeiras fiadas necessita ficar com o tronco fletido, quando realiza as últimas fiadas necessita elevar os braços, mas consegue manter o tronco e as pernas retas.</p>	<p>Realiza a operação de forma mais rápida.</p> <p>A inclinação do tronco permite uma melhor visualização do alinhamento da fiada.</p>
3 – Pegar o bloco 	<p>Pegar no bloco com a mão esquerda, para manter a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega. Por vezes usa-se as duas mãos para pegar no bloco.</p>	<p>O trabalhador segura o bloco com a mão esquerda, sendo este o lado que carrega o peso do bloco enquanto ele coloca a argamassa no bloco.</p> <p>É a operação que exige mais esforço e esse esforço varia de acordo com o peso do bloco. Dependendo do peso do bloco pode ser necessário usar as duas mãos para segurá-lo.</p>	<p>Agiliza o transporte do bloco utilizando primeiro a mão direita passando para a esquerda. Como os blocos normalmente se encontram ao nível do pavimento sempre é necessário o trabalhador agachar para pegar no bloco. Ação que exige maior esforço devido ao peso do bloco que pode ir até aos 18 kg.</p>
4 – Rejuntar o bloco 	<p>Para a marcação a argamassa é aplicada de forma tradicional. Para a elevação da alvenaria é usada a bisnaga. De modo a pegar na bisnaga e enchê-la com argamassa estrutural, segurar na bisnaga com as duas mãos ou a mão direita, aplicando a argamassa em linhas verticais entre os blocos. É realizada ao longo da elevação das fiadas por fases, de modo a facilitar.</p>	<p>É exigido algum esforço para segurar na bisnaga com argamassa, sendo a parte exterior das fiadas da parede externa a mais difícil de aplicar.</p>	<p>O esforço varia de acordo com o local aplicar o preenchimento entre os blocos, sendo a parte externa das paredes exteriores a mais difícil de aplicar devido ao trabalhador ter que fletir bastante o tronco e esticar o braço direito para alcançar as fiadas mais baixas. Com o uso da bisnaga não é necessário segurar o bloco para colocar argamassa. Além de ser mais rápido.</p>

Quadro 70- Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE04 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
5 – Posicionar o bloco 	<p>Segurar o bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando-o lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha. O espaçamento entre eles é de 1 cm.</p>	<p>As duas pernas retas permitem uma maior estabilidade no posicionamento do bloco. É necessário usar as duas mãos para dividir o peso do bloco. Ação que exige esforço para segurar no bloco e posicionar o bloco devagar.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade para deixar o bloco nivelado.</p>
6 – Bater com a colher 	<p>Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.</p>	<p>Quando a área de trabalho se encontra no pavimento, é necessário fletir bem o tronco para alcançar o bloco e evitar agachar as pernas. Quanto se encontra nas últimas fiadas o trabalhador consegue manter uma postura reta.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>
7 – Retirar excesso de argamassa 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.</p>	<p>O tronco fica inclinado para ficar próximo do bloco de modo a não deixar cair a argamassa no pavimento. Aplicando a argamassa reaproveitada no alinhamento do próximo bloco. Ou é necessário elevar os braços.</p>	<p>A inclinação de tronco permite uma maior visibilidade e facilidade de movimento para retirar o excesso da argamassa da outra face do bloco. Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>
8 – Conferir nível/medição 	<p>É utilizada a régua de nível de bolha, uma trena e a colher de pedreiro. A régua de nível é colocada em cima do bloco e batendo levemente com a colher é nivelado o bloco, sempre confirmando com a régua se o bloco se encontra nivelado. Para a elevação da alvenaria a medição é realizada com o auxílio de uma trena metálica, para confirmar se o bloco se encontrar na posição certa.</p>	<p>Para leitura da trena e da régua de nível o trabalhador precisa estar próximo da área de trabalho, sendo necessário permanecer com o tronco inclinado.</p>	<p>Permite uma maior facilidade e rapidez para leitura da trena e confirmação do nível.</p>

Quadro 70- Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE04 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>9 – Quebrar o bloco</p> 	<p>O bloco é colocado sobre o pavimento ou segurado com a mão esquerda, a mão direita segura a colher de pedreiro pela lateral ou martelo, batendo com a colher até quebrar o bloco para ficar com o formato desejado.</p> <p>É utilizada a máquina de corte e o corte é realizado por um operário especializado, dependendo do tipo de corte.</p>	<p>O trabalhador avalia o corte que é necessário fazer, e pede para cortar com a máquina ou às vezes quebrar o bloco ele mesmo.</p> <p>Quando ele quebra o bloco, precisa estar agachado ou com o tronco fletido para posicionar o bloco e não precisa da mesa de corte.</p> <p>O trabalhador prefere usar a colher. O corte realizado pela máquina de corte produz muita poeira deixando o local de trabalho desconfortável e sendo necessário usar máscaras de proteção contra poeiras.</p>	<p>Para agilizar o trabalho é preferível quebrar o bloco com a colher, apesar de realizar mais esforço e desconforto no braço e na mão direita é um processo mais rápido.</p> <p>Outra possibilidade é usar a máquina de corte, mas demora mais tempo pois se encontra distante da área de trabalho, por outro lado alguns cortes só são possíveis com a máquina, obrigando o trabalhador a parar o seu trabalho e levar o bloco até ao operário responsável pelo corte.</p>
<p>10 – Transportar materiais</p> 	<p>O transporte de materiais e equipamentos é executado pela grua ou pelos ajudantes. O palete de blocos é colocado próximo do pedreiro e o ajudante transporta o carrinho porta argamassa até à área de trabalho.</p> <p>Por vezes é necessário transportar alguns blocos manualmente.</p>	<p>O ajudante é responsável por esse serviço, agilizando o serviço do pedreiro.</p> <p>Cada pedreiro tem o seu ajudante.</p>	<p>Favorece o trabalho do pedreiro, diminuindo as suas atividades.</p> <p>O transporte de blocos é uma das atividades mais pesadas.</p>

Fonte: Autora

APÊNDICE D – CARACTERIZAÇÃO DOS TRABALHADORES – ESTUDOS DE CASO

Quadro 71 - Características dos trabalhadores (pedreiros e ajudante) do AV02

Função do Trabalhador	Trabalhador A (Pedreiro)	Trabalhador B (Pedreiro)	Trabalhador C (Pedreiro)	Trabalhador D (Pedreiro)	Trabalhador E (Ajudante)
Idade	43 anos	62 anos	47 anos	46 anos	27 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Completo	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso	Nenhum Curso
Experiência profissional	10 anos na Construção Civil	30 anos na construção civil	25 anos na construção civil	24 anos na construção civil	2 anos na Construção Civil
Tempo de serviço de alvenaria	3 anos	20 anos	5 anos	20 anos	8 meses
Tempo na empresa	4 meses	2 anos	5 anos	3 anos	2 anos
Lateralidade	Destro	Destro	Destro	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade, tem bastante experiência e está acostumado com o serviço.	Nenhuma dificuldade. Tem dores no braço quando realiza muito trabalho. Às vezes sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade, ao final do dia sente cansaço.	Nenhuma dificuldade, sente cansaço ao final do dia. É impossível manter uma postura correta, movimentação-se bastante.	Nenhuma dificuldade, sente cansaço, mas já está acostumado ao trabalho.

Fonte: Autora

Quadro 72 - Características dos trabalhadores (pedreiros e ajudante) do AV03

Função do Trabalhador	Trabalhador A (Pedreiro)	Trabalhador B (Pedreiro)	Trabalhador C (Ajudante)
Idade	34 anos	40 anos	28 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso
Experiência profissional	10 anos na construção civil	20 anos na construção civil	3 meses na construção civil
Tempo de serviço de alvenaria	4 anos	20 anos	3 meses
Tempo na empresa	3 meses	5 anos	3 meses
Lateralidade	Destro	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade. Ao fim do dia sente cansaço.	Nenhuma dificuldade, ao fim do dia sente cansaço e dor no braço direito.	Nenhuma dificuldade.

Fonte: Autora

Quadro 73 - Características dos pedreiros do AE05

Função do Trabalhador	Trabalhador A (Pedreiro)	Trabalhador B (Pedreiro)	Trabalhador C (Pedreiro)	Trabalhador D (Pedreiro)	Trabalhador E (Pedreiro)
Idade	32 anos	56 anos	33 anos	27 anos	34 anos
Escolaridade	Médio Incompleto	Fundamental Incompleto	Sem Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso	Nenhum Curso
Experiência profissional	10 anos na Construção Civil	20 anos na construção civil	10 anos na construção civil	7 anos na construção civil	10 anos na Construção Civil
Tempo de serviço de alvenaria	8 anos	20 anos	10 anos	7 anos	7 anos
Tempo na empresa	1 ano	15 meses	1 ano e 6 meses	7 meses	5 anos
Lateralidade	Destro	Destro	Destro	Destro	Canhoto
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade, o levantamento do bloco é cansativo, ao final do dia sente cansaço.	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade, a aplicação do bloco é pesada o que gera cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade, sem cansaço, já está habituado ao trabalho.

Fonte: Autora

Quadro 74 - Características dos ajudantes do AE05

Função do Trabalhador	Trabalhador F (Ajudante)	Trabalhador G (Ajudante)	Trabalhador H (Ajudante)	Trabalhador I (Ajudante)	Trabalhador J (Ajudante)
Idade	53 anos	21 anos	20 anos	18 anos	20 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Sem Escolaridade	Médio Completo
Curso Profissional	Dois cursos	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso	Nenhum Curso
Experiência profissional	10 anos na Construção Civil	7 meses na Construção Civil	1 anos na construção civil	6 meses na construção civil	1 ano e 9 meses na construção civil
Tempo de serviço de alvenaria	10 anos	7 meses	1 ano	6 meses	1 ano e 9 meses
Tempo na empresa	6 meses	7 meses	Começou agora	6 meses	1 ano e 9 meses
Lateralidade	Destro	Destro	Destro	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade, sem cansaço, já está habituado ao trabalho. Sente cansaço ao final do dia, mas durante a noite recupera.	Nenhuma dificuldade, transportar o material exige mais esforço físico, mas já está acostumado com o trabalho.	Nenhuma dificuldade, mas a atividade de transporte exige mais esforço físico, sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade, não sente cansaço. Falta o guincho para facilitar o transporte de materiais.	Nenhuma dificuldade, mas a atividade de transporte de materiais exige mais esforço físico, a falta de guincho complica o transporte. Sente cansaço ao final do dia.

Fonte: Autora

Quadro 75 - Características dos trabalhadores (pedreiros e ajudantes de pedreiro) do AE06

Função do Trabalhador	Trabalhador A (Pedreiro)	Trabalhador B (Pedreiro)	Trabalhador C (Pedreiro)	Trabalhador D (Ajudante)	Trabalhador E (Ajudante)	Trabalhador F (Ajudante)	Trabalhador G (Ajudante)
Idade	34 anos	22 anos	19 anos	43 anos	35 anos	41 anos	45 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Completo	Fundamental Incompleto	Médio Completo	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso	Nenhum Curso	Nenhum Curso	Nenhum Curso
Experiência profissional	8 anos na Construção Civil	5 anos na Construção Civil	2 anos na construção civil	3 meses na construção civil	6 anos na construção civil	5 anos na Construção Civil	4 meses na Construção Civil
Tempo de serviço de alvenaria	6 anos	3 meses	6 meses	3 meses	2 anos	5 anos	4 meses
Tempo na empresa	1 ano	8 meses	1 ano	3 meses	6 anos	5 anos	4 meses
Lateralidade	Destro	Destro	Destro	Destro	Destro	Destro	Canhoto
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade, mas pegar o bloco exige mais esforço físico, cansaço ao final do dia, por vezes provoca dores nos cotovelos.	Nenhuma dificuldade, já está acostumado com o trabalho, no final do dia sente cansaço.	Nenhuma dificuldade, todas as atividades são cansativas. Ao final do dia sente-se cansado.	Nenhuma dificuldade, mas o transporte de blocos é a mais pesada, no início sentia fadiga ao final do dia.	Nenhuma dificuldade para realizar a atividade, é simples.	Só tem dificuldade quando chega a ferragem. Tem dias que ao final da jornada de trabalho fica cansado.	Nenhuma dificuldade para realizar a atividade.

Fonte: Autora

Quadro 76 - Características dos trabalhadores (pedreiros) do AE07

Função do Trabalhador	Trabalhador A (Pedreiro)	Trabalhador B (Pedreiro)	Trabalhador C (Pedreiro)	Trabalhador D (Pedreiro)	Trabalhador E (Pedreiro)	Trabalhador F (Pedreiro)
Idade	31 anos	31 anos	29 anos	43 anos	46 anos	27 anos
Escolaridade	Médio Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Completo	Fundamental Incompleto	Fundamental Completo	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso	Nenhum Curso	Nenhum curso
Experiência profissional	10 anos na Construção Civil	10 anos na construção civil	10 anos na construção civil	15 anos na construção civil	18 anos na Construção Civil	7 anos na Construção Civil
Tempo de serviço de alvenaria	9 anos	6 anos	9 anos	14 anos	18 anos	2 anos
Tempo na empresa	4 meses	4 meses	4 meses	4 meses	5 meses	4 meses
Lateralidade	Destro	Destro	Destro	Destro	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade, levantar o bloco é o mais difícil, devido ao seu peso, sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade, levantar o bloco é o mais difícil, devido ao seu peso, sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade.	Nenhuma dificuldade, não gosta de trabalhar por cima dos andaimes, sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade, sente cansaço ao final do dia, mas já está acostumado ao trabalho. O mais difícil é a marcação.	Nenhuma dificuldade, levantar o bloco é o mais difícil, devido ao seu peso, sente cansaço ao final do dia.

Fonte: Autora

Quadro 77 - Características dos trabalhadores (ajudante de pedreiro) do AE07

Função do Trabalhador	Trabalhador G (Ajudante)	Trabalhador H (Ajudante)	Trabalhador I (Ajudante)	Trabalhador J (Ajudante)
Idade	21 anos	24 anos	37 anos	24 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso
Experiência profissional	4 meses na Construção Civil	3 anos na construção civil	5 anos na construção civil	6 anos na construção civil
Tempo de serviço de alvenaria	4 meses	3 anos	9 meses	3 anos
Tempo na empresa	4 meses	4 meses	4 meses	1 ano
Lateralidade	Destro	Canhoto	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade, o transporte do bloco é a atividade mais pesada, sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade. Transportar os blocos é a atividade mais cansativa, ao final do dia sente cansaço.	Nenhuma dificuldade, ao final do dia sente cansaço, o transporte do bloco é a atividade mais cansativa.	Nenhuma dificuldade, ao final do dia sente cansaço, o transporte do bloco é a atividade mais cansativa.

Fonte: Autora

Quadro 78 - Características dos trabalhadores (pedreiros oficiais) do AE08

Função do Trabalhador	Trabalhador A (Pedreiro)	Trabalhador B (Pedreiro)	Trabalhador C (Pedreiro)	Trabalhador D (Pedreiro)	Trabalhador E (Pedreiro)	Trabalhador F (Pedreiro)
Idade	23 anos	30 anos	26 anos	27 anos	34 anos	31 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Médio Completo	Fundamental Completo	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso	Nenhum Curso	Nenhum curso
Experiência profissional	10 anos na Construção Civil	9 anos na construção civil	7,5 anos na construção civil	9 anos na construção civil	12 anos na Construção Civil	16 anos na Construção Civil
Tempo de serviço de alvenaria	7 anos	4 anos	5 anos	5 anos	10 anos	14 anos
Tempo na empresa	2 anos	4 anos	3,5 meses	3 anos	3,5 anos	5 meses
Lateralidade	Destro	Destro	Canhoto	Destro	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade, levantar o bloco é o mais difícil, devido ao seu peso, sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade, levantar o bloco é o mais difícil, devido ao seu peso, às vezes sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade. A marcação é a atividade mais cansativa porque tem de agachar e levantar.	Nenhuma dificuldade, o sol e a temperatura alta torna o trabalho mais cansativo, sente cansaço ao final do dia.	Nenhuma dificuldade, sente cansaço ao final do dia, mas já está acostumado ao trabalho.	Nenhuma dificuldade, a marcação é a atividade mais cansativa porque tem de ficar agachado, sente cansaço ao final do dia.

Fonte: Autora

Quadro 79 - Características dos trabalhadores (ajudantes de pedreiro) do AE08

Função do Trabalhador	Trabalhador G (Ajudante)	Trabalhador H (Ajudante)	Trabalhador I (Ajudante)	Trabalhador J (Ajudante)
Idade	35 anos	41 anos	24 anos	30 anos
Escolaridade	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto	Fundamental Incompleto
Curso Profissional	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum curso	Nenhum Curso
Experiencia profissional	10 anos na Construção Civil	8 anos na construção civil	6 anos na construção civil	10 anos na construção civil
Tempo de serviço de alvenaria	5 anos	8 meses	2 anos	2 anos
Tempo na empresa	3 meses	8 meses	2 anos	2 anos
Lateralidade	Destro	Destro	Destro	Destro
Dificuldade a executar a atividade	Nenhuma dificuldade. Transporte dos blocos é atividade mais cansativa. Ao final do dia sente dores nos braços e costas.	Nenhuma dificuldade. Ao fim do dia sente cansaço.	Nenhuma dificuldade, mas ao final do dia sente cansaço, transportar o bloco e colocar o <i>graute</i> são as atividades mais cansativas.	Nenhuma dificuldade. Sente cansaço ao final do dia.

Fonte: Autora

APÊNDICE E – ESTUDOS DE CASO

DESCRIÇÃO DO CICLO DE TRABALHO DAS ATIVIDADES DA ELEVAÇÃO DA ALVENARIA

Quadro 80 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AV02

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
1- Posicionar linha de nylon 	<p>A linha de Nylon encontra-se amarrada nas duas pontas a uma peça retangular de madeira que possibilita o seu encaixe no bloco. É encaixada a uma peça de madeira no primeiro e último bloco de cada fiada, de modo a deixar o fio de nylon bem esticado.</p>	<p>O trabalhador precisa ficar agachado, durante a marcação e próximo do bloco, para facilitar o encaixe do fio de Nylon, mantendo o fio reto e bem esticado.</p>	<p>As pernas agachadas ou ajoelhadas facilitam o encaixe do fio de nylon no bloco, permitindo manter o fio reto e nivelado.</p>
2 – Aplicar argamassa na fiada 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho de mão e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon. Repetir para as outras fiadas.</p>	<p>A altura da fiada influencia a postura do trabalhador, quando este realiza as primeiras fiadas necessita ficar com o tronco fletido e as pernas agachadas, quando realiza as últimas fiadas necessita elevar os braços, mas consegue manter uma postura reta e as pernas esticadas.</p>	<p>Realiza a operação de forma mais rápida.</p> <p>A inclinação do tronco permite uma melhor visualização do alinhamento da fiada.</p>
3 – Pegar o bloco 	<p>Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.</p>	<p>O trabalhador segura o bloco com a mão esquerda, sendo esta, a mão que carrega o peso do bloco enquanto ele coloca a argamassa no bloco.</p>	<p>Agiliza o transporte do bloco utilizando a mão esquerda. Como os blocos normalmente se encontram ao nível do pavimento sempre é necessário o trabalhador inclinar o tronco para pegar o bloco.</p>

Quadro 80 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AV02 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>4 – Aplicar argamassa no bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.</p>	<p>É exigido algum esforço para segurar no bloco e incliná-lo em função da aplicação da argamassa.</p>	<p>Quando o trabalhador se encontra numa plataforma mais elevada que o carrinho com a argamassa, ele precisa se agachar para alcançar a argamassa. Exigindo maior esforço e desconforto.</p>
<p>5 – Posicionar o bloco</p> 	<p>Segurar o bloco com a mão esquerda, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.</p>	<p>Quando se executa as primeiras fiadas, a perna ajoelhada permite que o trabalhador fique próximo do alinhamento de blocos, facilitando o seu nivelamento. Quando se realiza as últimas fiadas é necessário elevar os braços, facilitando o movimento.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade para deixar o bloco nivelado.</p>
<p>6 – Bater com a colher</p> 	<p>Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.</p>	<p>Quando a área de trabalho se encontra no pavimento, a perna ajoelhada ou flexionada auxilia na aproximação da distância entre o bloco e o trabalhador. Quanto se encontra nas últimas fiadas o trabalhador consegue manter uma postura reta.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade e rapidez. Certificar que o assentamento dos blocos está nivelado.</p>
<p>7 – Retirar excesso de argamassa</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.</p>	<p>O tronco fica inclinado para ficar próximo do bloco de modo a não deixar cair a argamassa no pavimento. Aplicando a argamassa reaproveitada no próximo bloco.</p>	<p>A inclinação de tronco permite uma maior visibilidade e facilidade de movimento para retirar o excesso da argamassa da outra face do bloco.</p>

Quadro 80 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AV02 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>8 – Conferir nível/medição</p> 	<p>É utilizada a régua de alumínio para nivelar o bloco ou o cabo da colher de pedreiro. A régua é colocada em cima do bloco, ou ao lado do bloco e batendo o cabo da colher levemente é nivelado o bloco, sempre confirmando com a régua se o bloco se encontra nivelado. Ou o prumo.</p>	<p>É necessário permanecer ajoelhado e com o tronco inclinado, para ficar próximo do bloco durante a marcação. A 1ª fiada é sempre a mais demorada.</p>	<p>Permite uma maior facilidade e rapidez para confirmação do nível.</p>
<p>9 – Quebrar o bloco</p> 	<p>O bloco é colocado sobre o pavimento ou segurado com a mão esquerda, a mão direita segura a colher de pedreiro pela lateral, batendo com a colher até quebrar o bloco para que fique com o formato desejado. Também foi utilizado a máquina de corte de bloco portátil, o trabalhador ficava agachado e apoiava o bloco no pavimento ou andaime.</p>	<p>O trabalhador precisa de estar agachado ou com o joelho fletido para posicionar o tijolo, visto não existir uma mesa de corte na área de trabalho. Apesar de existir uma máquina de corte para o bloco, o trabalhador por vezes prefere usar a colher. Esta é uma das atividades mais desconfortáveis devido ao esforço exercido e a poeira libertada pelo bloco.</p>	<p>Para agilizar o trabalho é preferível quebrar o bloco com a colher, apesar de realizar mais esforço e desconforto no braço e na mão direita é um processo mais rápido. Outra possibilidade seria usar a máquina de corte, mas por vezes, demora mais tempo porque o equipamento nem sempre se encontra perto da área de trabalho.</p>
<p>10 – Transportar materiais</p> 	<p>O transporte de materiais é executado quando terminado uma fiada e iniciada outra. É realizado caminhando e agarrando os objetos de trabalho. Necessita de transportar os materiais, por vezes vários blocos de uma só vez.</p>	<p>Permite ao trabalhador movimentar-se durante o seu trabalho, visto que a maior parte do seu tempo é realizado numa pequena área com movimento de pernas reduzido. O trabalhador repete a ação mais do que uma vez para reduzir o peso durante o transporte de blocos.</p>	<p>Favorece na posição das pernas devido a não permanecer estático. Por vezes o trabalhador prefere realizar mais uma vez esta ação, de modo a não transportar muito peso. Diminuindo a quantidade de blocos transportados.</p>

Fonte: Autora

Quadro 81 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AV03

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>1 – Posicionar linha de nylon</p> 	<p>A linha de Nylon encontra-se amarrada nas duas pontas a uma peça retangular de madeira que possibilita o seu encaixe no bloco. É encaixada a uma peça de madeira no primeiro e último bloco de cada fiada, de modo a deixar o fio de nylon bem esticado.</p>	<p>O trabalhador precisa ficar agachado, durante a marcação e próximo do bloco, para facilitar o encaixe do fio de nylon, mantendo o fio reto e bem esticado.</p>	<p>As pernas agachadas ou ajoelhadas facilitam o encaixe do fio de nylon no bloco, permitindo manter o fio reto e nivelado.</p>
<p>2 – Aplicar argamassa na fiada</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do carrinho de mão e assentá-la no alinhamento inicial onde foi posicionada a linha de nylon. Repetir para as outras fiadas.</p>	<p>A altura da fiada influencia a postura do trabalhador, quando este realiza as primeiras fiadas necessita ficar com o tronco fletido e as pernas agachadas, quando realiza as últimas fiadas necessita elevar os braços, mas consegue manter uma postura reta e as pernas esticadas.</p>	<p>Realiza a operação de forma mais rápida.</p> <p>A inclinação do tronco permite uma melhor visualização do alinhamento da fiada.</p>
<p>3 – Pegar o bloco</p> 	<p>Pegar no bloco com a mão esquerda, para agarrar a colher de pedreiro com a mão direita.</p>	<p>O trabalhador sempre agarra o bloco com a mão esquerda, sendo esta, a mão que carrega o peso do bloco enquanto ele coloca a argamassa no bloco.</p>	<p>Agilizar o transporte do bloco utilizando a mão esquerda. Como os blocos normalmente se encontram ao nível do pavimento sempre é necessário o trabalhador inclinar o tronco para pegar o bloco.</p>
<p>4 – Aplicar argamassa no bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.</p>	<p>É exigido algum esforço para segurar no bloco e incliná-lo em função da aplicação da argamassa.</p>	<p>Quando o trabalhador se encontra numa plataforma mais elevada que o carrinho com a argamassa, ele precisa se agachar para alcançar a argamassa. Exigindo maior esforço e desconforto.</p>

Quadro 81 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AV03 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>5 – Posicionar o bloco</p> 	<p>Segurar o bloco com a mão esquerda, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.</p>	<p>Quando se executa as primeiras fiadas, a perna ajoelhada permite que o trabalhador fique próximo do alinhamento de blocos, facilitando o seu nivelamento. Quando se realiza as últimas fiadas é necessário elevar os braços, facilitando o movimento.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade para deixar o bloco nivelado.</p>
<p>6 – Bater com a colher</p> 	<p>Com a mão direita bater com a colher de pedreiro até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.</p>	<p>Quando a área de trabalho se encontra no pavimento, a perna ajoelhada ou flexionada auxilia na aproximação da distância entre o bloco e o trabalhador. Quanto se encontra nas últimas fiadas o trabalhador consegue manter uma postura reta.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade e rapidez. Certificar que o assentamento dos blocos está nivelado.</p>
<p>7 – Retirar excesso de argamassa</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.</p>	<p>O tronco fica inclinado para ficar próximo do bloco de modo a não deixar cair a argamassa no pavimento. Aplicando a argamassa reaproveitada no próximo bloco.</p>	<p>A inclinação de tronco permite uma maior visibilidade e facilidade de movimento para retirar o excesso da argamassa da outra face do bloco.</p>
<p>8 – Conferir nível/medição</p> 	<p>É utilizada a régua de alumínio para nivelar o bloco ou o cabo da colher de pedreiro. A régua é colocada em cima do bloco, ou ao lado do bloco e batendo o cabo da colher levemente é nivelado o bloco, sempre confirmando com a régua se o bloco se encontra nivelado. Também é utilizado o prumo.</p>	<p>É necessário permanecer ajoelhado e com o tronco inclinado, para ficar próximo do bloco durante a marcação. A 1ª fiada é sempre a mais demorada.</p>	<p>Permite uma maior facilidade e rapidez para confirmação do nível.</p>

Quadro 81 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AV03 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>9 – Quebrar o bloco</p> 	<p>O bloco é colocado sobre o pavimento ou segurado com a mão esquerda, a mão direita segura a colher de pedreiro pela lateral, batendo com a colher até quebrar o bloco para que fique com o formato desejado. O bloco é quebrado ao meio porque não existe meio bloco.</p>	<p>O trabalhador precisa de estar agachado ou com o joelho fletido para posicionar o tijolo, visto não existir uma mesa de corte na área de trabalho. Esta é uma das atividades mais desconfortáveis devido ao esforço exercido e a poeira libertada pelo bloco.</p>	<p>Para agilizar o trabalho é necessário quebrar o bloco com a colher, apesar de realizar mais esforço e desconforto no braço e na mão direita, é um processo mais rápido. Outra possibilidade seria usar a máquina de corte, mas não existe.</p>
<p>10 – Transportar materiais</p> 	<p>O transporte de materiais é executado quando terminado uma fiada e iniciada outra. É realizado caminhando e agarrando os objetos de trabalho.</p> <p>Necessita de transportar os materiais, por vezes vários blocos de uma só vez.</p>	<p>Permite ao trabalhador movimentar-se durante o seu trabalho, visto que a maior parte do seu tempo é realizado numa pequena área com movimento de pernas reduzido.</p> <p>O trabalhador repete-a mais do que uma vez para reduzir o peso durante o transporte de blocos.</p>	<p>Favorece na posição das pernas devido a não permanecer estático.</p> <p>Por vezes o trabalhador prefere realizar mais uma vez esta ação, de modo a não transportar muito peso. Diminuindo a quantidade de blocos transportados.</p>

Fonte: Autora

Quadro 82 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE05

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>1 – Posicionar linha de nylon</p> 	<p>A linha de Nylon encontra-se amarrada nas duas pontas a uma peça retangular de madeira que possibilita o seu encaixe no bloco. A peça de madeira é encaixada no primeiro e último bloco de cada fiada, de modo a deixar o fio de nylon bem esticado.</p>	<p>O trabalhador precisa inclinar o tronco, para estar próximo do bloco quando se encontra nas primeiras fiadas, para facilitar o encaixe do fio de Nylon e manter o fio reto e bem esticado. Nas últimas fiadas é necessário elevar os braços e os ombros.</p>	<p>O tronco inclinado a 90° facilita o encaixe do fio de nylon no bloco, permitindo manter o fio reto e nivelado, evitando o agachamento.</p> <p>Para as fiadas acima da cintura, os braços esticados auxiliam o encaixe do fio.</p>
<p>2 – Aplicar argamassa na fiada</p> 	<p>Para a marcação, com o auxílio da colher de pedreiro retirar argamassa do meio tonel e assentá-la no mesmo alinhamento inicial onde foi colocada a água.</p> <p>Para as outras fiadas, com a palheta retirar argamassa do carrinho de mão e assentá-la formando dois alinhamentos na fiada de blocos anterior. Repetir para as outras fiadas.</p>	<p>O trabalhador inclina mais o tronco nesta atividade ficando fletido a 90°, mantendo uma perna fletida ou as duas retas, mas a atividade é executada com pouco esforço. Ele preocupa-se em manter o tronco reto mesmo sendo necessário agachar ou ficar com uma perna ajoelhada. A altura da fiada influencia a postura do trabalhador, quando este realiza as primeiras fiadas necessita ficar com o tronco fletido, quando realiza as últimas fiadas necessita elevar os braços, mas consegue manter uma postura reta e as pernas esticadas.</p>	<p>Realiza a operação de forma mais rápida.</p> <p>A inclinação do tronco permite uma melhor visualização do alinhamento da fiada.</p>
<p>3 – Pegar o bloco</p> 	<p>Pegar no bloco com a mão esquerda, para manter a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega.</p>	<p>O trabalhador segura o bloco com a mão esquerda, sendo este o lado que carrega o peso do bloco enquanto ele coloca a argamassa no bloco.</p>	<p>Agiliza o transporte do bloco utilizando primeiro a mão direita passando para a esquerda.</p> <p>Como os blocos normalmente se encontram ao nível do pavimento sempre é necessário o trabalhador fletir o tronco para pegar no bloco.</p>
<p>4 – Aplicar Argamassa no bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Para a marcação, com a mão direita aplicar a argamassa no bloco com a colher de pedreiro, realizando dois alinhamentos verticais no bloco. E utilizando a palheta nas outras fiadas.</p>	<p>É exigido algum esforço para segurar no bloco e incliná-lo em função da aplicação da argamassa.</p>	<p>É necessário inclinar o tronco, para chegar até à argamassa devido ao meio tonel de argamassa se encontrar muito baixo.</p>

Quadro 82 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE05 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
5 – Posicionar o bloco 	<p>Segurar o bloco com a mão esquerda, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar por baixo da linha de nylon.</p>	<p>Quando se executa as primeiras fiadas, o tronco fletido permite que o trabalhador fique próximo do alinhamento de blocos, facilitando o seu nivelamento. Quando se realiza as últimas fiadas é necessário elevar os braços, facilitando o movimento.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade para deixar o bloco nivelado.</p>
6 – Bater com a colher 	<p>Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar no mesmo nível que o anterior.</p>	<p>Quando a área de trabalho se encontra no pavimento, é necessário fletir bem o tronco para alcançar o bloco e evitar agachar as pernas. Quanto se encontra nas últimas fiadas o trabalhador consegue manter uma postura reta.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>
7 – Retirar excesso de argamassa 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada de blocos. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.</p>	<p>Na marcação o tronco fica inclinado para ficar próximo do bloco de modo a não deixar cair a argamassa no pavimento. Aplicando a argamassa reaproveitada no pavimento. Para a elevação da alvenaria por vezes é necessário elevar os braços.</p>	<p>A inclinação de tronco permite uma maior visibilidade e facilidade de movimento para retirar o excesso da argamassa da outra face do bloco. Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>
8 – Conferir nível/medição 	<p>É utilizado o prumo, uma trena e a colher de pedreiro. A medição é realizada com o auxílio de uma trena metálica, para confirmar se o bloco se encontra na posição certa. O fio de prumo é colocado na vertical junto dos blocos, mantendo um dos braços elevado.</p>	<p>Para leitura da trena o trabalhador precisa estar próximo da área de trabalho, sendo necessário permanecer com o tronco inclinado.</p>	<p>Permite uma maior facilidade e rapidez para leitura da trena e confirmação do prumo.</p>

Quadro 82 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE05 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>9 – Quebrar o bloco</p> 	<p>O bloco é colocado sobre o pavimento ou segurado com a mão esquerda, a mão direita segura a colher de pedreiro pela lateral, batendo com a colher até quebrar o bloco para ficar com o formato desejado.</p>	<p>O trabalhador precisa de estar agachado ou com o joelho fletido para posicionar o tijolo, visto não existir uma mesa de corte na área de trabalho.</p>	<p>Para agilizar o trabalho é preferível quebrar o bloco com a colher, apesar de realizar mais esforço e desconforto no braço e na mão direita é um processo mais rápido.</p>
<p>10 – Transportar materiais</p> 	<p>Necessita de transportar os blocos, por vezes vários blocos de uma só vez. Ou para aproximar o carrinho com argamassa da área de trabalho.</p>	<p>O ajudante é responsável por esse serviço, agilizando o serviço do pedreiro.</p>	<p>Favorece o trabalho do pedreiro, diminuindo as suas atividades. O transporte de blocos é uma das ações mais pesadas e é realizado manualmente. Por vezes o trabalhador prefere realizar mais uma vez esta ação de modo a não transportar muito peso. Como diminuir a quantidade de blocos transportados.</p>

Fonte: Autora

Quadro 83 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE06

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>1- Posicionar linha de nylon</p> 	<p>A linha de Nylon encontra-se amarrada nas duas pontas a uma peça retangular de madeira que possibilita o seu encaixe no bloco. A peça de madeira é encaixada no primeiro e último bloco de cada fiada, de modo a deixar o fio de nylon bem esticado.</p>	<p>O trabalhador precisa inclinar o tronco, para estar próximo do bloco quando se encontra nas primeiras fiadas, para facilitar o encaixe do fio de Nylon e manter o fio reto e bem esticado.</p> <p>Nas últimas fiadas é necessário elevar os braços e os ombros.</p>	<p>O tronco inclinado a 90° facilita o encaixe do fio de nylon no bloco, permitindo manter o fio reto e nivelado, evitando o agachamento.</p> <p>Para as fiadas acima da cintura, os braços esticados auxiliam o encaixe do fio.</p>
<p>2 – Aplicar argamassa na fiada</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro ou a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la no mesmo alinhamento inicial onde foi colocada a água.</p> <p>Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la no mesmo alinhamento da fiada de blocos anterior. Repetir para as outras fiadas.</p>	<p>O trabalhador inclina mais o tronco nesta atividade ficando fletido a 90°, mantendo uma perna fletida ou as duas retas, mas a atividade é executada com pouco esforço. Ele preocupa-se em manter o tronco reto mesmo sendo necessário agachar ou ficar com uma perna ajoelhada. A altura da fiada influencia a postura do trabalhador, quando este realiza as primeiras fiadas necessita ficar com o tronco fletido, já nas últimas fiadas necessita elevar os braços, mas consegue manter uma postura reta e as pernas retas.</p>	<p>Realiza a operação de forma mais rápida.</p> <p>A inclinação do tronco permite uma melhor visualização do alinhamento da fiada.</p>
<p>3 – Pegar o bloco</p> 	<p>Pegar no bloco com a mão esquerda, para manter a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega. Por vezes usa-se as duas mãos para pegar no bloco.</p>	<p>O trabalhador segura o bloco com a mão esquerda, sendo este o lado que carrega o peso do bloco enquanto ele coloca a argamassa no bloco. É a operação que exige mais esforço e esse esforço varia de acordo com o peso do bloco. Dependendo do peso do bloco pode ser necessário usar as duas mãos para segurá-lo.</p>	<p>Agiliza o transporte do bloco utilizando primeiro a mão direita passando para a esquerda. Como os blocos normalmente se encontram ao nível do pavimento sempre é necessário o trabalhador agachar para pegar no bloco. Ação que exige maior esforço devido ao peso do bloco que pode ir até aos 18 kg.</p>

Quadro 83 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE06 – continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>4 – Aplicar argamassa no bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.</p>	<p>É exigido algum esforço para segurar no bloco e aplicar a argamassa, por vezes o pedreiro apoia o bloco no pavimento, inclinando mais o tronco.</p>	<p>O balanço da perna esquerda é usado para evitar inclinar muito o tronco, para chegar até à argamassa. Quando o trabalhador coloca o bloco apoiado no pavimento, ele precisa se agachar para alcançar a argamassa. Exigindo maior esforço e desconforto.</p>
<p>5 – Posicionar o bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.</p>	<p>As duas pernas retas permitem uma maior estabilidade no posicionamento do bloco. É necessário usar as duas mãos para dividir o peso do bloco. Ação que exige mais esforço para segurar no bloco e posicionar o bloco devagar.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade para deixar o bloco nivelado.</p>
<p>6 – Bater com a colher</p> 	<p>Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.</p>	<p>Quando a área de trabalho se encontra no pavimento, é necessário fletir bem o tronco para alcançar o bloco e evitar agachar as pernas. Quanto se encontra nas últimas fiadas o trabalhador consegue manter uma postura reta.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>
<p>7 – Retirar excesso de argamassa</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.</p>	<p>O tronco fica inclinado para ficar próximo do bloco de modo a não deixar cair a argamassa no pavimento. Aplicando a argamassa reaproveitada no alinhamento do próximo bloco. Para a elevação da alvenaria por vezes é necessário elevar os braços.</p>	<p>A inclinação de tronco permite uma maior visibilidade e facilidade de movimento para retirar o excesso da argamassa da outra face do bloco. Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>

Quadro 83 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE06 – continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p data-bbox="248 342 496 369">8 – Conferir nível/medição</p> 	<p data-bbox="528 342 794 683">É utilizada a régua de nível de bolha, uma trena e a colher de pedreiro. A régua de nível é colocada em cima do bloco e batendo levemente com a colher é nivelado o bloco, sempre confirmando com a régua se o bloco se encontra nivelado. Para a elevação da alvenaria a medição é realizada com o auxílio de uma trena metálica, para confirmar se o bloco está na posição certa.</p>	<p data-bbox="820 342 1083 510">Para leitura da trena e da régua de nível o trabalhador precisa estar próximo da área de trabalho, sendo necessário permanecer com o tronco inclinado. Durante a elevação era usado o prumo.</p>	<p data-bbox="1107 342 1370 414">Permite uma maior facilidade e rapidez para leitura da trena e confirmação do nível.</p>
<p data-bbox="280 889 464 916">9 – Quebrar o bloco</p> 	<p data-bbox="528 889 794 1057">O bloco é colocado sobre o pavimento ou segurado com a mão esquerda, a mão direita segurava a colher de pedreiro pela lateral, batendo com a colher até quebrar o bloco para ficar com o formato desejado.</p> <p data-bbox="528 1084 794 1232">Utiliza-se a máquina de corte e o corte é realizado por um operário especializado, deixando os blocos cortados antecipadamente e estocados no local de estocagem.</p>	<p data-bbox="820 889 1083 1084">O trabalhador avalia o corte que é necessário fazer e quebra o bloco com a colher de pedreiro. Quando ele quebra o bloco, precisa estar agachado ou com o tronco fletido para posicionar o bloco.</p> <p data-bbox="820 1111 1083 1305">O corte é majoritariamente realizado pela máquina em um local isolado dos trabalhadores, para não incomodar pois fazia muito ruído, mas produzia pouca poeira, porque a máquina lançava água durante o corte.</p>	<p data-bbox="1107 889 1370 1305">Para agilizar o trabalho é preferível quebrar o bloco com a colher, apesar de realizar mais esforço e desconforto no braço e na mão direita é um processo mais rápido. A máquina de corte, continha uma plataforma para apoiar o bloco, não é necessário o trabalhador ficar agachado, no entanto o trabalhador precisa de proteção auditiva devido ao ruído excessivo que a máquina produz durante o corte. Também necessita usar máscara.</p>
<p data-bbox="248 1478 496 1505">10 – Transportar materiais</p> 	<p data-bbox="528 1478 794 1626">O transporte de materiais e equipamentos é executado pelos ajudantes. O ajudante transporta o carrinho de argamassa até à área de trabalho.</p> <p data-bbox="528 1630 794 1702">Por vezes é necessário transportar alguns blocos manualmente.</p>	<p data-bbox="820 1478 1083 1550">O ajudante é responsável por esse serviço, agilizando o serviço do pedreiro.</p> <p data-bbox="820 1576 1083 1626">Cada pedreiro tem o seu ajudante.</p>	<p data-bbox="1107 1478 1370 1550">Favorece o trabalho do pedreiro, diminuindo as suas atividades.</p> <p data-bbox="1107 1576 1370 1626">O transporte de blocos é uma das atividades mais pesadas.</p>

Fonte: Autora

Quadro 84 - Ciclo das ações realizadas pelos pedreiros para as atividades de Marcação e Elevação da alvenaria estrutural do AE07

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>1 – Posicionar linha de nylon</p> 	<p>A linha de Nylon encontra-se amarrada nas duas pontas a uma peça retangular de madeira que possibilita o seu encaixe no bloco. A peça de madeira é encaixada no primeiro e último bloco de cada fiada, de modo a deixar o fio de nylon bem esticado.</p>	<p>O trabalhador precisa inclinar o tronco, para estar próximo do bloco quando se encontra nas primeiras fiadas, para facilitar o encaixe do fio de Nylon e manter o fio reto e bem esticado.</p> <p>Nas últimas fiadas é necessário elevar os braços e os ombros.</p>	<p>O tronco inclinado a 90° facilita o encaixe do fio de nylon no bloco, permitindo manter o fio reto e nivelado, evitando o agachamento.</p> <p>Para as fiadas acima da cintura, os braços esticados auxiliam o encaixe do fio.</p>
<p>2 – Aplicar argamassa na fiada</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro ou a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la no mesmo alinhamento inicial onde foi colocada a água.</p> <p>Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la no mesmo alinhamento da fiada de blocos anterior. Repetir para as outras fiadas.</p>	<p>O trabalhador inclina mais o tronco ficando fletido a 90°, mantendo uma perna fletida ou as duas retas, mas a ação é feita com pouco esforço. Ele preocupa-se em manter o tronco reto mesmo agachado ou fica com uma perna ajoelhada. A altura da fiada influencia a postura do trabalhador, quando este realiza as primeiras fiadas necessita ficar com o tronco fletido, quando realiza as últimas necessita elevar os braços, mas consegue manter uma postura e as pernas retas.</p>	<p>Realiza a operação de forma mais rápida.</p> <p>A inclinação do tronco permite uma melhor visualização do alinhamento da fiada.</p>
<p>3 – Pegar o bloco</p> 	<p>Pegar no bloco com a mão esquerda, para manter a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega. Por vezes usa-se as duas mãos para pegar no bloco.</p>	<p>O trabalhador segura o bloco com a mão esquerda, sendo este o lado que carrega o peso do bloco enquanto ele coloca a argamassa no bloco. É a operação que exige mais esforço e esse esforço varia de acordo com o peso do bloco. Dependendo do peso do bloco pode ser necessário usar as duas mãos para segurá-lo.</p>	<p>Agiliza o transporte do bloco utilizando primeiro a mão direita passando para a esquerda.</p> <p>Como os blocos normalmente se encontram ao nível do pavimento sempre é necessário o trabalhador agachar para pegar no bloco. Ação que exige maior esforço devido ao peso do bloco que pode ir até aos 18 kg.</p>

Quadro 84 - Ciclo das ações realizadas pelos pedreiros para as atividades de Marcação e Elevação da alvenaria estrutural do AE07 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>4 – Aplicar argamassa no bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.</p>	<p>É exigido algum esforço para segurar no bloco e aplicar a argamassa, por vezes o pedreiro apoia o bloco no pavimento, inclinando mais o tronco.</p>	<p>O balanço da perna esquerda é usado para evitar inclinar muito o tronco, para chegar até à argamassa. Quando o trabalhador coloca o bloco apoiado no pavimento, ele precisa se agachar para alcançar a argamassa. Exigindo maior esforço e desconforto.</p>
<p>5 – Posicionar o bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando-o lentamente junto ao anterior e encostado na linha de nylon, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.</p>	<p>As duas pernas retas permitem uma maior estabilidade no posicionamento do bloco. É necessário usar as duas mãos para dividir o peso do bloco. Ação que exige esforço para segurar no bloco e posicionar o bloco devagar.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade para deixar o bloco nivelado.</p>
<p>6 – Bater com a colher</p> 	<p>Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.</p>	<p>Quando a área de trabalho se encontra no pavimento, é necessário fletir bem o tronco para alcançar o bloco e evitar agachar as pernas. Quanto se encontra nas últimas fiadas o trabalhador consegue manter uma postura reta.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>
<p>7 – Retirar excesso de argamassa</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.</p>	<p>O tronco fica inclinado para ficar próximo do bloco de modo a não deixar cair a argamassa no pavimento. Aplicando a argamassa reaproveitada no alinhamento do próximo bloco. Para a elevação da alvenaria por vezes é necessário elevar os braços.</p>	<p>A inclinação de tronco permite uma maior visibilidade e facilidade de movimento para retirar o excesso da argamassa da outra face do bloco. Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>

Quadro 84 - Ciclo das ações realizadas pelos pedreiros para as atividades de Marcação e Elevação da alvenaria estrutural do AE07 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>8 – Conferir nível/medição</p> 	<p>É utilizada a régua metálica, uma trena e a colher de pedreiro. A régua metálica é colocada em cima do bloco e batendo levemente com a colher é nivelado o bloco, sempre confirmando se o bloco se encontra nivelado. Para a elevação da alvenaria a régua metálica é colocada lateralmente ao bloco, para confirmar se o bloco se encontra na posição certa.</p>	<p>Para leitura da trena e da régua metálica trabalhador precisa estar próximo da área de trabalho, sendo necessário permanecer com o tronco inclinado.</p>	<p>Permite uma maior facilidade e rapidez para leitura da trena e confirmação do nível.</p>
<p>9 – Quebrar o bloco</p> 	<p>O bloco é colocado sobre o pavimento ou segurado com a mão esquerda, a mão direita segura a colher de pedreiro pela lateral ou martelo, batendo com a colher até quebrar o bloco para ficar com o formato desejado. É utilizada também a máquina de corte e o corte é realizado pelos ajudantes durante a elevação da alvenaria.</p>	<p>O trabalhador avalia o corte que é necessário fazer e quebra o bloco com a colher de pedreiro. Quando ele quebra o bloco, precisa estar agachado ou com o tronco fletido para posicionar o bloco.</p> <p>O corte com máquina é realizado no pavimento para apoiar melhor o bloco.</p>	<p>Para agilizar o trabalho é preferível quebrar o bloco com a colher, apesar de realizar mais esforço e desconforto no braço e mão direita é um processo mais rápido.</p>
<p>10 – Transportar materiais</p> 	<p>O transporte de materiais e equipamentos é executado pela grua majoritariamente. Por vezes é necessário transportar alguns blocos manualmente e argamassa, esse trabalho é feito pelos ajudantes.</p>	<p>O ajudante é responsável por esse serviço, agilizando o serviço do pedreiro.</p>	<p>Favorece o trabalho do pedreiro, diminuindo as suas atividades.</p> <p>O transporte de blocos e argamassa é uma das atividades mais pesadas.</p>

Fonte: Autora

Quadro 85 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE08

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>1- Posicionar linha de nylon</p> 	<p>A linha de Nylon encontra-se amarrada nas duas pontas a uma peça retangular de madeira que possibilita o seu encaixe no bloco.</p> <p>A peça de madeira é encaixada no primeiro e último bloco de cada fiada, de modo a deixar o fio de nylon bem esticado.</p>	<p>O trabalhador precisa inclinar o tronco, para estar próximo do bloco quando se encontra nas primeiras fiadas, para facilitar o encaixe do fio de Nylon e manter o fio reto e bem esticado.</p> <p>Nas últimas fiadas é necessário elevar os braços e os ombros.</p>	<p>O tronco inclinado a 90° facilita o encaixe do fio de nylon no bloco, permitindo manter o fio reto e nivelado, evitando o agachamento.</p> <p>Para as fiadas acima da cintura, os braços esticados auxiliam o encaixe do fio.</p>
<p>2 – Aplicar argamassa na fiada</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro ou a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la no mesmo alinhamento inicial onde foi colocada a água.</p> <p>Com a palheta retirar argamassa do carrinho e assentá-la no mesmo alinhamento da fiada de blocos anterior. Repetir para as outras fiadas.</p>	<p>O trabalhador inclina mais o tronco nesta atividade ficando fletido a 90°, mantendo uma perna fletida ou as duas retas, mas a atividade é executada com pouco esforço. Ele preocupa-se em manter o tronco reto mesmo sendo necessário agachar ou ficar com uma perna ajoelhada. A altura da fiada influencia a postura do trabalhador, quando este realiza as primeiras fiadas necessita ficar com o tronco fletido, quando realiza as últimas fiadas necessita elevar os braços, mas consegue manter uma postura reta e as pernas retas.</p>	<p>Realiza a operação de forma mais rápida.</p> <p>A inclinação do tronco permite uma melhor visualização do alinhamento da fiada.</p>
<p>3 – Pegar o bloco</p> 	<p>Pegar no bloco com a mão esquerda, para manter a colher de pedreiro com a mão direita. O bloco é agarrado pela face menor, para facilitar a pega. Por vezes usa-se as duas mãos para pegar no bloco.</p>	<p>O trabalhador segura o bloco com a mão esquerda, sendo este o lado que carrega o peso do bloco enquanto ele coloca a argamassa no bloco. É a operação que exige mais esforço e esse esforço varia de acordo com o peso do bloco. Dependendo do peso do bloco pode ser necessário usar as duas mãos para segurá-lo.</p>	<p>Agiliza o transporte do bloco utilizando primeiro a mão direita passando para a esquerda.</p> <p>Como os blocos normalmente se encontram ao nível do pavimento sempre é necessário o trabalhador agachar para pegar no bloco. Ação que exige maior esforço devido ao peso do bloco que pode ir até aos 18 kg.</p>

Quadro 85 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE08 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>4 – Aplicar argamassa no bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com a mão esquerda inclinando o bloco para a colocação da argamassa. Com a mão direita aplicar a argamassa no bloco em dois alinhamentos.</p>	<p>É exigido algum esforço para segurar no bloco e aplicar a argamassa, por vezes o pedreiro apoia o bloco no pavimento, inclinando mais o tronco.</p>	<p>Quando o trabalhador coloca o bloco apoiado no pavimento, ele precisa se agachar para alcançar a argamassa. Exigindo maior esforço e desconforto.</p>
<p>5 – Posicionar o bloco</p> 	<p>Segurar no bloco com as duas mãos, equilibrando o peso do bloco pelos dois braços, encaixando o bloco lentamente junto ao anterior e encostado na linha, de modo a ficar ao mesmo nível que a linha de nylon.</p>	<p>As duas pernas retas permitem uma maior estabilidade no posicionamento do bloco. É necessário usar as duas mãos para dividir o peso do bloco. Ação que exige esforço para segurar no bloco e posicionar o bloco devagar.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade para deixar o bloco nivelado.</p>
<p>6 – Bater com a colher</p> 	<p>Com a mão direita bater com a colher de pedreiro ou o cabo da colher, até o bloco se encontrar ao mesmo nível que o anterior.</p>	<p>Quando a área de trabalho se encontra no pavimento, é necessário fletir bem o tronco para alcançar o bloco e evitar agachar as pernas. Quanto se encontra nas últimas fiadas o trabalhador consegue manter uma postura reta.</p>	<p>Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>
<p>7 – Retirar excesso de argamassa</p> 	<p>Com o auxílio da colher de pedreiro é retirado o excesso de argamassa da fiada. Passando a colher horizontalmente à posição do bloco.</p>	<p>O tronco fica inclinado para ficar próximo do bloco de modo a não deixar cair a argamassa no pavimento. Aplicando a argamassa reaproveitada no alinhamento do próximo bloco. Para a elevação da alvenaria por vezes é necessário elevar os braços.</p>	<p>A inclinação de tronco permite uma maior visibilidade e facilidade de movimento para retirar o excesso da argamassa da outra face do bloco. Realiza a operação com mais facilidade e rapidez.</p>

Quadro 85 - Ciclo das ações realizadas pelos trabalhadores para as atividades de Marcação e Elevação dos blocos do AE08 - continuação

Ciclo de trabalho	Ação (Como)	Motivo (Porque)	Efeito
<p>8 – Conferir nível/medição</p> 	<p>É utilizada a régua de nível de bolha, uma trena e a colher de pedreiro. A régua de nível é colocada em cima do bloco e batendo levemente com a colher é nivelado o bloco, sempre confirmando com a régua se o bloco se encontra nivelado. Para a elevação da alvenaria a medição é realizada com o auxílio de uma trena metálica, para confirmar se o bloco se encontra na posição certa.</p>	<p>Para leitura da trena e da régua de nível o trabalhador precisa estar próximo da área de trabalho, sendo necessário permanecer com o tronco inclinado.</p>	<p>Permite uma maior facilidade e rapidez para leitura da trena e confirmação do nível.</p>
<p>9 – Quebrar o bloco</p> 	<p>O bloco é colocado sobre o pavimento ou segurado com a mão esquerda, a mão direita segura a colher de pedreiro pela lateral, batendo com a colher até quebrar o bloco para ficar com o formato desejado. É utilizada também a máquina de corte e o corte é realizado pelos ajudantes durante a elevação da alvenaria.</p>	<p>O trabalhador avalia o corte que é necessário fazer e quebrar o bloco com a colher de pedreiro. Quando ele quebra o bloco, precisa estar agachado ou com o tronco fletido para posicionar o bloco.</p> <p>O corte com máquina é realizado no pavimento para apoiar melhor o bloco.</p>	<p>Para agilizar o trabalho é preferível quebrar o bloco com a colher, apesar de realizar mais esforço e desconforto no braço e mão direita é um processo mais rápido.</p> <p>Já com a máquina de corte, o corte era realizado por um ajudante facilitando o trabalho para o pedreiro.</p>
<p>10 – Transportar materiais</p> 	<p>O transporte de materiais e equipamentos é executado pelos ajudantes. É necessário transportar e empilhar os blocos manualmente.</p>	<p>O ajudante é responsável por esse serviço, agilizando o serviço do pedreiro.</p>	<p>Favorece o trabalho do pedreiro, diminuindo as suas atividades.</p> <p>O transporte de blocos é uma das atividades mais pesadas e cansativas.</p>

Fonte: Autora

ANEXO

A - Planilha de preenchimento da ferramenta REBA

Figura 59 - Planilha de preenchimento da ferramenta REBA



REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____
 Date: _____

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position
 +1  +2  +2 
 Neck Score:

Step 1a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position
 +1  +2  +3  +4 
 Trunk Score:

Step 2a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs
 +1  +2  Adjust: 30-60° Add +1 >60° Add +2
 Leg Score:

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A
 Posture Score A:

Step 5: Add Force/Load Score
 If load < 11 lbs.: +0
 If load 11 to 22 lbs.: +1
 If load > 22 lbs.: +2
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1 Force / Load Score
 Force / Load Score:

Step 6: Score A, Find Row in Table C
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.
 Score A:

Scoring
 1 = Negligible Risk
 2-3 = Low Risk. Change may be needed.
 4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
 8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
 11+ = Very High Risk. Implement Change

Scores

Table A		Neck												
		1				2				3				
Legs		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Trunk	Posture	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6	
Score	Score	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
		5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Table B		Lower Arm						
		1			2			
Upper Arm		Wrist	1	2	3	1	2	3
Score	Score	1	1	2	2	1	2	3
		2	1	2	3	2	3	4
		3	3	4	5	4	5	5
		4	4	5	5	5	6	7
		5	6	7	8	7	8	8
		6	7	8	8	8	9	9

Score A	Table C												
	Score B												
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Table C Score: + Activity Score: = REBA Score:

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:
 +1  +2  +2  +3  +4 
 Upper Arm Score:

Step 7a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:
 +1  +2 
 Lower Arm Score:

Step 9: Locate Wrist Position:
 +1  +2 
 Wrist Score:

Step 9a: Adjust...
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B
 Posture Score B:

Step 11: Add Coupling Score
 Well fitting Handle and mid rang power grip, **good: +0**
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, **fair: +1**
 Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**
 No handles, awkward, unsafe with any body part, **Unacceptable: +3**
 Coupling Score:

Step 12: Score B. Find Column in Table C
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.
 Score B:

Step 13: Activity Score
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Fonte: (HEDGE, 2000).

B – Compêndio de Atividades Físicas da ferramenta *MET*

Em anexo encontram-se as tabelas referentes às atividades ocupacionais do apêndice 4 – Compêndio de Atividades Físicas: códigos, atividades ocupacionais e intensidades em *MET*'S, do artigo “Apresentação de uma Versão em Português do Compêndio de Atividades Físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em Fisiologia do Exercício” (FARINATTI, 2003).

Figura 60 - Tabelas das atividades ocupacionais do Apêndice 4

09100	1,5	Miscelânea	Retiro/reunião familiar envolvendo atividades sentado, relaxando, falando e comendo
09105	2,0	Miscelânea	Fazer viagem, viajar/ férias envolvendo caminhadas e andar a cavalo
09110	2,5	Miscelânea	Acampar envolvendo atividades em pé, sentado, andando, esforço de leve a moderado
09115	1,5	Miscelânea	Sentado em evento desportivo, como espectador
10010	1,8	Tocar Música/Instrumentos	Acordeão, sanfona
10020	2,0	Tocar Música/Instrumentos	Violoncelo
10030	2,5	Tocar Música/Instrumentos	Regência
10040	4,0	Tocar Música/Instrumentos	Bateria
10050	2,0	Tocar Música/Instrumentos	Flauta (sentado)
10060	2,0	Tocar Música/Instrumentos	Corneta
10070	2,5	Tocar Música/Instrumentos	Piano ou órgão
10080	3,5	Tocar Música/Instrumentos	Trombone
10090	2,5	Tocar Música/Instrumentos	Trompete
10100	2,5	Tocar Música/Instrumentos	Violino
10110	2,0	Tocar Música/Instrumentos	Instrumentos de sopro de madeira de forma geral
10120	2,0	Tocar Música/Instrumentos	Violão/guitarra, clássico, folk (sentado)
10125	3,0	Tocar Música/Instrumentos	Guitarra, banda de rock and roll (em pé)
10130	4,0	Tocar Música/Instrumentos	Fanfarras, tocando instrumento, rodando bastão (andando)
10135	3,5	Tocar Música/Instrumentos	Fanfarras, percussão (andando)
11010	4,0	Atividades Ocupacionais	Confeitaria, geral, esforço moderado
11015	2,5	Atividades Ocupacionais	Confeitaria, esforço leve
11020	2,3	Atividades Ocupacionais	Encadernação de livros
11030	6,0	Atividades Ocupacionais	Construção de estradas (incluindo recolhimento de entulho, direção de máquinas pesadas)
11035	2,0	Atividades Ocupacionais	Construção de estradas, controlando o tráfico (em pé)
11040	3,5	Atividades Ocupacionais	Carpintaria, geral
11050	8,0	Atividades Ocupacionais	Transporte de cargas pesadas, como tijolos
11060	8,0	Atividades Ocupacionais	Transporte de cargas moderadas subindo escadas, mover caixas (7 a 18 kg)
11070	2,5	Atividades Ocupacionais	Camareira, fazendo a cama (enfermeiras inclusive)
11080	6,5	Atividades Ocupacionais	Mineração de carvão, prospectando

11090	6,5	Atividades Ocupacionais	Mineração de carvão, erigindo suportes
11100	6,0	Atividades Ocupacionais	Mineração de carvão, geral
11110	7,0	Atividades Ocupacionais	Mineração de carvão, peneirando
11120	5,5	Atividades Ocupacionais	Construção civil, a céu aberto, remodelagem
11121	3,0	Atividades Ocupacionais	Manutenção – encerando o chão com enceradeira
11122	2,5	Atividades Ocupacionais	Manutenção – limpando pia e banheiro, esforço leve
11123	2,5	Atividades Ocupacionais	Manutenção – tirando o pó, esforço leve
11124	4,0	Atividades Ocupacionais	Manutenção – cobrindo/limpando piso de ginásio (arena), esforço moderado
11125	3,5	Atividades Ocupacionais	Manutenção – limpeza geral, esforço moderado
11126	3,5	Atividades Ocupacionais	Manutenção – varrendo, esforço moderado
11127	3,0	Atividades Ocupacionais	Manutenção – levar o lixo para fora, esforço moderado
11128	2,5	Atividades Ocupacionais	Manutenção – utilizar aspirador de pó, esforço leve
11129	3,0	Atividades Ocupacionais	Manutenção – utilizar aspirador de pó, esforço moderado
11130	3,5	Atividades Ocupacionais	Eletricista, bombeiro hidráulico
11140	8,0	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, empilhando feno, varrendo cocheiras, limpando granjas, criação de aves, esforço vigoroso
11150	3,5	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, conduzindo gado, não extenuante (andando), esforço moderado
11151	4,0	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, conduzindo gado ou outro rebanho sobre cavalo, esforço moderado
11152	2,0	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, conduzindo gado ou outro rebanho, dirigindo, esforço leve
11160	2,5	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, dirigindo colheitadeira, cortando feno, trabalho de irrigação
11170	2,5	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, dirigindo trator
11180	4,0	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, alimentando pequenos animais
11190	4,5	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, alimentando gado, cavalos
11191	4,5	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, transportando água para animais, transportando água em geral
11192	6,0	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, cuidando dos animais (escovando, tosando, ajudando no parto, cuidados médicos, marcando)
11200	8,0	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, recolhendo feixes de palha/feno com ancinho/garfo, limpando currais e cocheiras, esforço vigoroso
11210	3,0	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, ordenha manual, esforço moderado
11220	1,5	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, ordenha mecânica, esforço leve

11230	5,5	Atividades Ocupacionais	Atividade na fazenda, recolhendo grãos com pá, esforço moderado
11240	12,0	Atividades Ocupacionais	Bombeiro (soldado do fogo), geral
11245	11,0	Atividades Ocupacionais	Bombeiro, subindo escadas aceleradamente
11246	8,0	Atividades Ocupacionais	Bombeiro, transportando mangueiras no chão
11250	17,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, cortando com machado, acelerado
11260	5,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, cortando com machado, lentamente
11270	7,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, raspando árvores
11280	11,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, carregando troncos
11290	8,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, derrubando árvores
11300	8,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, geral
11310	5,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, semeando
11320	6,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, plantando manualmente
11330	7,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, serrando manualmente
11340	4,5	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, serrando, motor
11350	9,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, cortando árvores em pedaços
11360	4,0	Atividades Ocupacionais	Atividade florestal, semeando
11370	4,5	Atividades Ocupacionais	Trabalho com peles de animais (peleteiro)
11380	6,0	Atividades Ocupacionais	Cuidar de cavalos
11390	8,0	Atividades Ocupacionais	Equitação, galope
11400	6,5	Atividades Ocupacionais	Equitação, trote
11410	2,6	Atividades Ocupacionais	Equitação, ao passo lento
11420	3,5	Atividades Ocupacionais	Serralheria
11430	2,5	Atividades Ocupacionais	Operando máquinas, trabalhando lâminas de metal
11440	3,0	Atividades Ocupacionais	Operando máquinas, operando grua
11450	5,0	Atividades Ocupacionais	Operando máquinas, operando perfuradora ou britadeira
11460	4,0	Atividades Ocupacionais	Operando máquinas, martelar levemente, usar furadeira
11470	3,0	Atividades Ocupacionais	Operando máquinas, soldando
11480	7,0	Atividades Ocupacionais	Maçonaria, concreto
11485	4,0	Atividades Ocupacionais	Fazer massagem, em pé

11490	7,5	Atividades Ocupacionais	Mover, empurrar objetos pesados, 34 kg ou mais (mobiliário, mudanças)
11495	12,0	Atividades Ocupacionais	Mergulho (skindiving ou Scuba diving) como homem-rã (marinha)
11500	2,5	Atividades Ocupacionais	Operar equipamento pesado/automatizado, estacionário, sem conduzi-lo/dirigi-lo
11510	4,5	Atividades Ocupacionais	Trabalho em plantação de laranjas
11520	2,3	Atividades Ocupacionais	Trabalho de impressão gráfica (em pé)
11525	2,5	Atividades Ocupacionais	Policial, controlador de tráfego (em pé)
11526	2,0	Atividades Ocupacionais	Policial, dirigindo viatura (sentado)
11527	1,3	Atividades Ocupacionais	Policial, viajando em viatura (sentado)
11528	4,0	Atividades Ocupacionais	Policial, fazendo uma prisão (em pé)
11530	2,5	Atividades Ocupacionais	Reparo de sapatos, geral
11540	8,5	Atividades Ocupacionais	Cavando com pá, cavando fossas
11550	9,0	Atividades Ocupacionais	Cavando com pá, pesado (mais de 7kg/min)
11560	6,0	Atividades Ocupacionais	Cavando com pá, leve (menos de 4,5 kg/min)
11570	7,0	Atividades Ocupacionais	Cavando com pá, moderado (4,5 a 7 kg/min)
11580	1,5	Atividades Ocupacionais	Sentado, trabalho leve de escritório, geral (laboratório, reparo de relógios ou computadores, manuseio de ferramentas leves), lendo ou dirigindo
11585	1,5	Atividades Ocupacionais	Sentado, encontros e congressos, geral, falando ou não, comendo em encontro de trabalho
11590	2,5	Atividades Ocupacionais	Sentado, moderado (acionar alavancas pesadas, manejar cortador de grama ou forçado, operar guindaste), dando aulas de alongamento ou ioga
11600	2,3	Atividades Ocupacionais	Em pé, leve (atendimento em bar, vendas, operando copiadoras, armando árvore de Natal), em pé e falando no trabalho, mudando de roupa em aulas de educação física
11610	3,0	Atividades Ocupacionais	Em pé, leve/moderado (trabalhos manuais pesados, soldagem, guardar compras na despensa, reparo de carros, empacotar caixas para mudança etc.), cuidar de pacientes (como em atividades de enfermagem)
11615	4,0	Atividades Ocupacionais	Erguendo pesos continuamente (4-9 kg), com períodos curtos de caminhada ou repouso
11620	3,5	Atividades Ocupacionais	De pé, moderado (trabalhos manuais feitos aceleradamente, levantar pesos de 22 kg, atrelar animais ou trançar cordas)
11630	4,0	Atividades Ocupacionais	De pé, moderado/ pesado (levantar pesos > 22 kg, maçonaria, pintura, colocar papel de parede)
11640	5,0	Atividades Ocupacionais	Siderurgia/Metalurgia, alisar o aço
11650	5,5	Atividades Ocupacionais	Siderurgia/Metalurgia, forjar peças

11660	8,0	Atividades Ocupacionais	Siderurgia/Metalurgia, laminação
11670	8,0	Atividades Ocupacionais	Siderurgia/Metalurgia, fresagem
11680	11,0	Atividades Ocupacionais	Siderurgia/Metalurgia, remover entulho metálico
11690	7,5	Atividades Ocupacionais	Siderurgia/Metalurgia, fornalha
11700	5,5	Atividades Ocupacionais	Siderurgia/Metalurgia, entornar aço nas formas
11710	8,0	Atividades Ocupacionais	Siderurgia/Metalurgia, trabalhos em geral
11720	2,5	Atividades Ocupacionais	Alfaiataria, corte
11730	2,5	Atividades Ocupacionais	Alfaiataria, em geral
11740	2,0	Atividades Ocupacionais	Alfaiataria, costura a mão
11750	2,5	Atividades Ocupacionais	Alfaiataria, costura a máquina
11760	4,0	Atividades Ocupacionais	Alfaiataria, passar a ferro
11765	3,5	Atividades Ocupacionais	Alfaiataria, tecelagem
11766	6,5	Atividades Ocupacionais	Dirigir caminhão, carregar e descarregar caminhão (de pé)
11770	1,5	Atividades Ocupacionais	Digitação em máquina elétrica, manual ou computador
11780	6,0	Atividades Ocupacionais	Usar ferramentas pesadas, como ferramentas pneumáticas (macaco, arado,etc)
11790	8,0	Atividades Ocupacionais	Usar ferramentas manuais e pesadas como pá de ferro, picareta, pá
11791	2,0	Atividades Ocupacionais	Caminhar no trabalho (no escritório ou área de trabalho), a menos de 3 km/h e bem devagar
11792	3,3	Atividades Ocupacionais	Caminhar no trabalho (no escritório), 5 km/h, velocidade moderada, sem carregar nada
11793	3,8	Atividades Ocupacionais	Caminhar no trabalho (no escritório), 5 a 6 km/h, velocidade rápida, sem carregar nada
11795	3,0	Atividades Ocupacionais	Caminhar, 4 km/h, lentamente, carregando objetos leves com menos de 11 kg
11796	3,0	Atividades Ocupacionais	Andando, juntando coisas no trabalho, pronto para sair
11800	4,0	Atividades Ocupacionais	Caminhar, 5 km/h, velocidade moderada, carregando objetos leves com menos de 11 kg
11805	4,0	Atividades Ocupacionais	Caminhando, empurrando uma cadeira de rodas
11810	4,5	Atividades Ocupacionais	Caminhar, 5 a 6 km/h, rapidamente, carregando objetos de menos de 11 kg
11820	5,0	Atividades Ocupacionais	Caminhar, descer rampas ou escadas, ficar de pé, carregando objetos variando de 11 a 22 kg
11830	6,5	Atividades Ocupacionais	Caminhar, descer escadas ou rampas, ficar de pé, carregando objetos variando de 22 a 34 kg
11840	7,5	Atividades Ocupacionais	Caminhar, descer escadas ou rampas, ficar de pé, carregando objetos variando de 34 a 45 kg
11850	8,5	Atividades Ocupacionais	Caminhar, descer escadas ou rampas, ficar de pé, carregando objetos de 45 kg ou mais
11870	3,0	Atividades Ocupacionais	Trabalhar em cenário de teatro, como ator ou nos bastidores

Fonte:(FARINATTI, 2003).