

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Mathias Kan Nishi

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO DE UMA OFICINA DE  
MANUTENÇÃO DE BICICLETAS**

**São Paulo**

**2022**



**MATHIAS KAN NISHI**

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO DE UMA OFICINA DE  
MANUTENÇÃO DE BICICLETAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Departamento de Engenharia de Produção da  
Escola Politécnica da USP, para obtenção do  
título de Engenheiro de Produção.

Orientadora:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Uiara Bandineli Montedo

**São Paulo**

**2022**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo-na-publicação

Nishi, Mathias Kan  
ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO DE UMA OFICINA DE  
MANUTENÇÃO DE BICICLETAS / M. K. Nishi -- São Paulo, 2022.  
107 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.ERGONOMIA NO TRABALHO I.Universidade de São Paulo. Escola  
Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.



## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente, à professora orientadora neste projeto, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Uiara Bandineli Montedo, por todo suporte, disponibilidade e abertura para reflexões a respeito do tema escolhido. Pela paciência e confiança, que me trouxeram tranquilidade para concluir o trabalho.

Aos meus pais, Lourdes e Mauro, por terem me proporcionado excelentes condições de vida e de formação, pelo imenso suporte oferecido ao longo dos meus anos de formação na Graduação e, principalmente, por todo seu amor.

À Fernanda, por me inspirar e incentivar a ser uma pessoa melhor todos os dias. Por todo amor, paciência e apoio, especialmente nos últimos meses da minha jornada na graduação.

A todos os colaboradores da Tembici, especialmente às equipes do Centro de Manutenção de São Paulo, por terem sido tão atenciosos e por oferecerem seu tempo e conhecimento, imprescindíveis para este trabalho. Agradeço imensamente ao Wanderson, André e Leandro, que mostraram grande solicitude na troca de informações desde o primeiro contato.

Por fim, a todos os meus amigos, pelas experiências marcantes compartilhadas nos inúmeros momentos bons vividos ao longo de toda graduação na Escola Politécnica, e pelo apoio mútuo, fundamental nos momentos mais difíceis.



## RESUMO

O estudo teve por objeto uma oficina mecânica de bicicletas localizada na cidade de São Paulo, em que se verificam demandas ergonômicas relacionadas principalmente ao crescimento do número de bicicletas elétricas. A oficina estudada faz parte da operação do sistema de bicicletas compartilhadas da empresa Tembici, projeto nomeado de “Bike Itaú”. Definiu-se como objetivo a aplicação da metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho com atuação focada no processo de manutenção de bicicletas. Ao longo do trabalho foram realizadas visitas à oficina para entendimento dos processos e realização de observações globais e, num segundo momento, observações sistemáticas das atividades desempenhadas, buscando compreensão de oportunidades de melhoria relativas tanto à saúde e segurança dos funcionários quanto à eficiência operacional. Como principal resultado do trabalho, é proposto um reprojeto da situação atual da oficina, levando em consideração as demandas ergonômicas mais críticas, os riscos associados e as oportunidades de ganho de produtividade percebidas pelo autor após trabalho de campo.

**Palavras-chave:** Ergonomia; Análise Ergonômica do Trabalho; Bicicleta; Bicicleta Elétrica; Oficina Mecânica de Bicicleta.





## **ABSTRACT**

The object of the study was a bicycle repair shop located in the city of São Paulo, where there are ergonomic demands related mainly to the growth in the number of electric bicycles. The studied workshop is part of the operation of the bike sharing system of the company Tembici, a project named “Bike Itaú”. The objective was to apply the Ergonomic Work Analysis methodology with a focus on the bicycle maintenance process. Throughout the work, visits were made to the workshop to understand the processes and carry out global observations and, in a second moment, systematic observations of the activities performed, seeking to understand opportunities for improvement related to both the health and safety of employees and operational efficiency. As the main result of the work, a reproject of the current situation of the workshop is proposed, taking into account the most critical ergonomic demands, the associated risks and the opportunities for productivity gain perceived by the author after fieldwork.

**Keywords:** Ergonomics; Ergonomic Work Analysis; Bicycle; Electric Bicycle; Bicycle Repair Shop.



## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> - Fluxograma da Análise Ergonômica do Trabalho .....   | 40 |
| <b>Figura 2</b> - Sistema OWAS de codificação baseado nas posturas predefinidas.....   | 42 |
| <b>Figura 3</b> - Classificação das posturas pela combinação das variáveis .....   | 43 |
| <b>Figura 4</b> - Gráfico histograma da idade da população da oficina de manutenção .....  | 49 |
| <b>Figura 5</b> - Gráfico histograma da população da oficina de manutenção segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa ..... | 50 |
| <b>Figura 6</b> - Gráfico histograma da Equipe de Mecânicos segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa.....                 | 51 |
| <b>Figura 7</b> - Gráfico histograma da Equipe de Manutenção de GPS segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa .....        | 52 |
| <b>Figura 8</b> - Gráfico histograma da Equipe de Higienização segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa.....              | 52 |
| <b>Figura 9</b> - Gráfico histograma da Equipe de Recuperação de Peças segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa .....     | 53 |
| <b>Figura 10</b> - Foto da carreta de bicicletas utilizada pela equipe de Logística .....  | 54 |
| <b>Figura 11</b> - Foto do cavalete utilizado pelos mecânicos na manutenção de bicicletas .....                                    | 55 |
| <b>Figura 12</b> - Fluxograma das atividades realizadas no centro de operação estudado .....                                       | 60 |
| <b>Figura 13</b> - Planta da situação atual da oficina de manutenção indicando as atividades realizadas no local.....              | 62 |
| <b>Figura 14</b> - Foto de um cavalete adaptado com dois alicates de pressão, fixando uma bicicleta pelo seu quadro .....          | 66 |
| <b>Figura 15</b> - Foto de uma bicicleta elétrica fixa no cavalete .....   | 67 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 16</b> - Fotos do mecânico aproximando a bicicleta inoperante ao cavalete, flexionando as pernas e a coluna para erguer a bicicleta, suportando o peso, realizando empuxo, elevando a bicicleta e ao fixá-la no cavalete, ele se coloca em frente à bicicleta para começar a manutenção ..... | 74 |
| <b>Figura 17</b> - Fotos do mecânico rotacionando a bicicleta ao redor do eixo do cavalete, para adequar a posição dela de acordo com a manutenção que será realizada, no pneu dianteiro ..   | 75 |
| <b>Figura 18</b> - Fotos do mecânico removendo a roda dianteira da bicicleta para reparo .....  | 76 |
| <b>Figura 19</b> - Fotos do mecânico levando a roda dianteira da bicicleta para a bancada de ferramentas e realizando a troca da câmara de ar furada .....  | 77 |
| <b>Figura 20</b> - Fotos do mecânico finalizando a troca da câmara de ar e colocando de volta na bicicleta a roda dianteira reparada .....  | 78 |
| <b>Figura 21</b> - Fotos do mecânico finalizando instalação da roda na bicicleta e verificando a adequação de outros componentes.....   | 79 |
| <b>Figura 22</b> - Fotos do mecânico verificando os demais componentes da bicicleta .....   | 80 |
| <b>Figura 23</b> - Fotos do mecânico suportando o peso da bicicleta em movimento de descida do cavalete .....   | 81 |
| <b>Figura 24</b> - Fotos do mecânico realizando as últimas checagens na bicicleta e a levando para o teste prático, última etapa da manutenção filmada .....  | 82 |
| <b>Figura 25</b> - Fotos do mecânico aproximando a bicicleta elétrica inoperante ao cavalete, estendendo o canote da bicicleta, flexionando as pernas e a coluna para erguer a bicicleta e se preparando para realizar o empuxo para elevar a bicicleta e fixá-la no cavalete .....                     | 84 |
| <b>Figura 26</b> - Fotos do mecânico realizando o empuxo para elevar a bicicleta e suportando seu peso com o auxílio de sua perna direita para fixá-la no cavalete.....   | 85 |
| <b>Figura 27</b> - Fotos do mecânico fixando a bicicleta elétrica pelo canote através do acionamento da alavanca de trava do cavalete, e dando início à retirada da roda dianteira furada .....   | 86 |
| <b>Figura 28</b> - Fotos do mecânico agachado, removendo a roda dianteira da bicicleta elétrica ..  | 87 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 29</b> - Fotos do mecânico levando a roda dianteira da bicicleta elétrica para a bancada de ferramentas e realizando a troca da câmara de ar furada ..... | 88  |
| <b>Figura 30</b> - Fotos do mecânico calibrando o pneu e iniciando a inserção da roda reparada na bicicleta elétrica .....  | 89  |
| <b>Figura 31</b> - Fotos do mecânico colocando de volta na bicicleta elétrica a roda dianteira reparada .....   | 90  |
| <b>Figura 32</b> - Fotos do mecânico finalizando instalação da roda na bicicleta elétrica e verificando a adequação de outros componentes .....                     | 91  |
| <b>Figura 33</b> - Fotos do mecânico verificando a adequação de outros componentes da bicicleta elétrica.....   | 92  |
| <b>Figura 34</b> - Fotos do mecânico verificando a adequação dos demais componentes da bicicleta elétrica.....  | 93  |
| <b>Figura 35</b> - Fotos do mecânico suportando o peso da bicicleta elétrica em movimento de descida do cavalete .....  | 94  |
| <b>Figura 36</b> - Fotos do mecânico realizando as últimas checagens na bicicleta elétrica .....  | 95  |
| <b>Figura 37</b> - Fotos do mecânico levando a bicicleta elétrica para o teste prático, última etapa da manutenção filmada .....                                    | 96  |
| <b>Figura 38</b> - Recorte da planta pretendida da área de trabalho dos mecânicos .....   | 99  |
| <b>Figura 39</b> - Exemplo de talha elétrica com apoio em trilho suspenso. ....   | 100 |
| <b>Figura 40</b> - Planta da situação pretendida da oficina de manutenção indicando as atividades realizadas no local.....  | 101 |
| <b>Figura 41</b> - Comparação entre as plantas da situação atual e pretendida indicando as movimentações pretendidas das áreas de cada atividade.....               | 103 |



## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1</b> - População da oficina de manutenção segmentada por sexo ..... | 49 |
|--|----|





## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>  | 20 |
| <b>PARTE 1 - REVISÃO DA LITERATURA</b>                        | 21 |
| <b>2. ERGONOMIA</b>   | 21 |
| 2.1. DEFINIÇÕES   | 24 |
| 2.2. CONHECIMENTOS DA ERGONOMIA                               | 25 |
| 2.3. OBJETIVOS DA ERGONOMIA                                   | 27 |
| 2.4. A ERGONOMIA COMO DISCIPLINA DA ENGENHARIA                | 27 |
| 2.5. METODOLOGIA DA AÇÃO ERGONÔMICA                           | 29 |
| <b>3. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)</b>                | 34 |
| 3.1. CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DA DEMANDA                        | 36 |
| 3.2. ANÁLISE DO AMBIENTE TÉCNICO, ECONÔMICO E SOCIAL          | 37 |
| 3.3. ANÁLISE DAS ATIVIDADES E DA SITUAÇÃO                     | 38 |
| 3.4. ANTROPOMETRIA E BIOMECÂNICA OCUPACIONAL                  | 40 |
| 3.4.1. SISTEMA OWAS   | 41 |
| 3.5. RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS OU REPROJETO DA SITUAÇÃO ATUAL | 43 |
| <b>PARTE 2 - ESTUDO DE CASO</b>                               | 45 |
| <b>4. A EMPRESA DE BICICLETAS COMPARTILHADAS</b>              | 45 |
| 4.1. A OFICINA DE MANUTENÇÃO                                  | 47 |
| 4.1.1. A ORGANIZAÇÃO DA OFICINA                               | 47 |
| 4.1.2. DADOS DA POPULAÇÃO                                     | 49 |
| 4.1.3. A OPERAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO                     | 53 |
| A. EQUIPE DE MECÂNICOS  | 54 |
| B. EQUIPE DE MANUTENÇÃO DE GPS                                | 56 |
| C. EQUIPE DE HIGIENIZAÇÃO                                     | 58 |
| D. EQUIPE DE RECUPERAÇÃO DE PEÇAS                             | 59 |
| 4.1.4. FLUXOGRAMA DA SITUAÇÃO ATUAL                           | 59 |
| 4.1.5. PLANTA DA SITUAÇÃO ATUAL                               | 62 |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>                             | 64 |
| 5.1. CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DA DEMANDA                        | 65 |
| 5.2. ANÁLISE DO AMBIENTE TÉCNICO, ECONÔMICO E SOCIAL          | 65 |
| 5.2.1. AMBIENTE TÉCNICO                                       | 65 |
| 5.2.2. AMBIENTE ECONÔMICO                                     | 68 |
| 5.2.3. AMBIENTE SOCIAL  | 69 |
| 5.3. ANÁLISE DAS ATIVIDADES E DA SITUAÇÃO                     | 70 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.3.1. ANÁLISE DAS ATIVIDADES  | 70  |
| 5.3.2. ANÁLISE DA SITUAÇÃO   | 71  |
| 5.4. A MANUTENÇÃO DE BICICLETAS ELÉTRICAS  | 73  |
| 5.4.1. OBSERVAÇÕES SISTEMÁTICAS DA MANUTENÇÃO DE BICICLETA MECÂNICA                    | 73  |
| 5.4.2. OBSERVAÇÕES SISTEMÁTICAS DA MANUTENÇÃO DE BICICLETA ELÉTRICA                    | 83  |
| 5.4.3. ANÁLISE POSTURAL DAS OBSERVAÇÕES DE MANUTENÇÃO DA BICICLETA ELÉTRICA E MECÂNICA | 96  |
| 5.5. REPROJETO DA SITUAÇÃO ATUAL   | 97  |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>   | 104 |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>   | 105 |



## **1. INTRODUÇÃO**

O presente trabalho tem como objetivos realizar uma breve revisão da literatura acerca da metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e, a título de estudo de caso, realizar uma intervenção ergonômica em uma oficina de manutenção de bicicletas. A oficina em questão fica localizada na cidade de São Paulo e pertence à empresa Tembici, que presta o serviço de aluguel de bicicletas compartilhadas através de estações fixas em espaços públicos de cidades.

Como principal resultado do trabalho, espera-se apresentar uma proposta de reprojeto da situação atual de trabalho na oficina que faça sentido no contexto da empresa, a partir das demandas ergonômicas, riscos e oportunidades de ganho de eficiência operacional identificadas pelo autor após trabalho de campo.

## **PARTE 1 - REVISÃO DA LITERATURA**

### **2. ERGONOMIA**

A ergonomia como disciplina teve origem em pesquisas e estudos realizados sobre a Fisiologia do Trabalho, nos quais a fadiga era um dos principais temas das análises. A tentativa de diagnosticar os agentes que levavam à fadiga dos trabalhadores era realizada na expectativa de eliminar ou pelo menos minimizar o cansaço no trabalho, melhorando a saúde dos trabalhadores e possivelmente a produtividade também.

Os riscos à saúde do homem no trabalho voltaram-se para as máquinas e para as condições de trabalho, no período da Revolução Industrial (1760 – 1840). O êxodo rural e o crescimento dos centros urbanos representaram uma mudança em todos os aspectos do estilo de vida das diversas famílias que deixaram o campo e partiram para as cidades, alterando a forma como o homem se relaciona com outros indivíduos e com o espaço e os agentes à sua volta na sociedade e no trabalho.

O mercado industrial da época tinha novas exigências e para atendê-las houve uma necessidade de organização e sistematização da produção. Uma delas foi desenvolvida por Frederick Winslow Taylor ao final do século XIX, e ficou conhecida como administração científica – Taylorismo. De acordo com Silva e Paschoarelli (2010, p. 41) os trabalhadores:

“(..) se resignavam a realizar suas atividades e não contribuíram com sugestões de melhorias no processo produtivo, ou por total desconhecimento do que poderia ser feito ou por falta de vontade de contribuir com mudanças que poderiam aumentar os lucros da empresa, mas não se converteriam em benefícios ou melhores condições de trabalho. ”

Nenhuma outra teoria organizacional teve tanta influência no século XX quanto a de Taylor, principalmente na definição de projetos de tarefas, controle do

tempo e estudos de movimento, impactando a forma como o trabalho era realizado, bem como a importância da ergonomia em escala global.

Ainda no começo do século XX, a Primeira Guerra Mundial (1914 a 1917) impactou diretamente o setor industrial, intensificando a necessidade da produção rápida, neste caso de armamentos, e para isso fisiologistas e psicólogos foram chamados para colaborar, levando à criação da Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições, em 1915.

Com o fim da guerra, esse grupo foi transformado no Instituto de Pesquisa de Fadiga Industrial, e o tema dos estudos passou a incluir a preocupação com os impactos negativos também na saúde dos trabalhadores das minas de carvão.

Em 1929 este instituto passou-se a chamar Instituto de Pesquisa sobre Saúde no Trabalho atuando em pesquisas relacionadas à postura no trabalho, carga manual, seleção, treinamento, iluminação, ventilação e outras, além de agregar novos conhecimentos de fisiologia e psicologia ao estudo do trabalho (IIDA, 2005).

Contudo, a ergonomia somente se tornou uma disciplina científica em 1940 em virtude de as pessoas não conseguirem entender e utilizar os complexos equipamentos técnicos. Acadêmicos e psicólogos militares realizaram estudos para aumentar a performance dos operadores e logo em sequência vieram pesquisas sobre a interação entre as pessoas, equipamentos e ambiente.

Em 1949, após o encontro de fisiologistas, psicólogos, engenheiros, entre outros, foi criado o *Ergonomis Research Society* se tornando a primeira sociedade mundial de ergonomia. Então a primeira sociedade mundial de ergonomia, passou a ter mais visibilidade e com a realização de encontros como simpósios, seminários e conferências, e também ações paralelas de seus membros, verificou-se grande preocupação por partes de estudiosos defensores dos direitos trabalhistas passando a ser assuntos discutido por grandes indústrias e os impactos na produção em geral tornando-se, mais tarde, em 1957, a publicação periódica *Ergonomics* por Ernest McCormick.

No Brasil, as pesquisas na área de Ergonomia são mais recentes. Segundo Silva e Paschoarelli (2010), várias publicações científicas a partir de 1957 e a criação de

novas sociedades e escolas pelo mundo ajudaram na disseminação da ergonomia. Na década de 1970, sob influência de Alan Wisner, começou as primeiras tratativas ergonômicas no Brasil. O primeiro trabalho acadêmico na área foi em 1973 de Itiro Iida e Henry A. J. Wierzbicki chamado “Ergonomia: notas de classe”.

Itiro Iida foi o grande precursor da Ergonomia no Brasil, sendo referência no meio prevencionista até hoje. Como professor, lecionou diversas disciplinas ligadas à Ergonomia e à gerência da produção em universidades como USP, Federal da Paraíba e Federal do Rio de Janeiro e também na Fundação Getúlio Vargas. Outro fator decisivo para o crescimento da ergonomia foram as ações sindicais, principalmente na década de 1970 e 1980. As condições desfavoráveis de trabalho e o crescente absenteísmo levaram a muitas transformações com a criação de leis que protegiam os trabalhadores e fiscalizações nos ambientes de trabalho.

Com a chegada da década de 1980, os ergonomistas voltaram seu olhar para análise de sistemas automáticos e informatizados. No entanto, devido a uma falha destes sistemas em não fazer a leitura de processos cognitivos envolvidos na ação. Com isto o profissional sai do posto de executor direto e passa a ser controlador do processo (FALZON, 2017).

Mesmo com toda a tecnologia implantada nos processos produtivos, ainda vemos uma repetitividade e intensidade no processo produtivo. É citado por Falzon (2017, p. 23), que “As mudanças tecnológicas também acarretaram fenômenos de intensificação do trabalho e novos meios de controle sobre os trabalhadores”.

Com isto, surge o desafio provocado pelo novo controle de processo que deverá ser enfrentado de forma a buscar solução para os problemas operacionais e de saúde que surgem neste novo conceito de trabalho.

À exceção de algumas determinações relativas à iluminação, emissão de ruídos e conforto térmico, os trabalhadores brasileiros não dispunham de qualquer regulamentação ergonômica oficial para a execução de tarefas que apresentassem risco potencial de lesões por esforço repetitivo e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT).



Com o desenvolvimento acelerado do setor de serviços, uma nova discussão começou a ser realizada. Questões tayloristas, conforme Falzon (2017), colocaram o cliente como coautor do processo. A sua presença acabou provocando nos bastidores, uma reação nas formas de trabalho e também na saúde do trabalhador. “Desafios ligados ao esforço físico excessivo, à exposição a venenos, ao uso de novas tecnologias mecanizadas, também são temas de ergonomia”. (FALZON, 2017, p. 24).

## 2.1. DEFINIÇÕES

A palavra ergonomia é derivada da união dos termos gregos “*ergon*” (trabalho) e “*nomos*” (leis e normas) e caracteriza-se como um conjunto de regras e procedimentos que conduzem em cuidados com a saúde do profissional, seja dentro ou fora do seu ambiente de trabalho (ABRAHÃO *et al*, 2009).

A definição de Ergonomia, conforme Falzon (2017), evoluiu ao longo dos anos, sendo hoje adotado o conceito da *International Ergonomics Association* (IEA):

“A Ergonomia (ou Human Factors) é a disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos e os outros componentes de um sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar das pessoas e o desempenho global dos sistemas. Os profissionais que praticam a Ergonomia – os ergonomistas – contribuem para a planificação, concepção e avaliação das tarefas, empregos, produtos, organizações, meio ambiente e sistemas, tendo em vista torná-los compatíveis com as necessidades, capacidades e limites das pessoas.”

Desta maneira, ela é a disciplina que trata do entendimento dos relacionamentos entre os seres humanos e outros integrantes de um sistema, e o ofício que utiliza dados, métodos, teorias e princípios, a projetos que se destinam em melhorar o bem-estar humano e o desempenho de todo os sistemas.

Complementando a ideia da IEA, temos as sociedades científicas *Société d'Ergonomie de Langue Française* (SELF) e da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), que conforme Abrahão *et al* (2009, p. 18) definem Ergonomia como:

“uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema.”

De acordo com Iida (2005) a *Ergonomics Research Society* em 1950 definiu ergonomia como “Estudo do relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento, ambiente e, particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia na solução dos problemas que surgem desse relacionamento.”

Portanto, trata-se de uma disciplina científica que estuda as interações que o indivíduo possui com outros elementos do sistema, em que serão adotados teorias, princípios e métodos para garantir o bem-estar do homem e o seu desempenho como um todo (DUL, 2012).

## **2.2. CONHECIMENTOS DA ERGONOMIA**

A abordagem ergonômica tem caráter amplo e global e deve atuar considerando diversos aspectos para garantir uma visão holística de tudo aquilo que envolve a tarefa humana. Falzon *et al* (2007) apresenta as áreas de especialização para os ergonomistas, que referem-se a formas de competências:

“Os ergonomistas que a praticam devem ter uma compreensão ampla do conjunto da disciplina, levando em conta os fatores físicos, cognitivos, sociais, organizacionais, ambientais e outros ainda.”

A ergonomia discute diversos tópicos que englobam desde a postura e os movimentos corporais quanto os fatores ambientais, as informações captadas pela visão ou outros sentidos, as relações entre cargas e as tarefas. Com todo este conhecimento é possível gerar conteúdo com objetivo de proporcionar um ambiente profissional e pessoal mais confortável, seguro, saudável e apropriado ao trabalhador.

Conforme Falzon (2017) há quatro categorias de tipos de conhecimento ergonômico que o ergonomista poderá evocar quando estiver fazendo a análise ergonômica: conhecimentos gerais sobre o ser humano em ação, conhecimentos metodológicos, conhecimentos específicos e conhecimentos eventuais.

Os conhecimentos gerais sobre o ser humano coletam dados principalmente de outras disciplinas, tais como fisiologia, psicologia, sociologia, entre outros, ou ainda segundo Falzon (2017) podem coletar dados dentro da própria pesquisa ergonômica realizada.

Já os conhecimentos metodológicos, refere-se aos métodos de análise, à condução de projeto, à forma de coleta e tratamento de dados, ao tipo de experimentação, às técnicas adotadas para realização de entrevistas e observações. Este conhecimento é adquirido pela formação, mas também pode ser desenvolvido pela experiência do profissional ao lidar com situações de grande complexidade.

Os conhecimentos específicos são aqueles que “permitem ao profissional praticante da ergonomia elaborar uma representação da situação que enfrenta” (FALZON, 2017). Estes conhecimentos são construídos a partir da situação estudada, e são o resultado da aplicação das metodologias conhecidas, permitindo a elaboração de uma representação, ou seja, são os conhecimentos produzidos pelo ergonomista.

E por último, os conhecimentos eventuais são as experiências de situações já encontradas pelo ergonomista, portanto representam a biblioteca mental dele que o auxilia no momento de interpretação e representação de uma situação nova. É importante destacar que ergonomistas no começo de suas trajetórias podem aumentar os seus repertórios pessoais também pela prática da literatura.

### 2.3. OBJETIVOS DA ERGONOMIA

Conforme Abrahão *et al* (2009), o principal objetivo da Ergonomia é adaptar o trabalho às particularidades e variabilidade do homem e de seu processo de trabalho, com o intuito de produzir bem-estar, segurança e produtividade e qualidade. Ela é um método que apresenta uma visão sistêmica de aspectos da atividade humana.

A ergonomia visa o conceito de estabelecer padrões de adaptação das características e limites do homem. Abrahão (2009) reflete acerca da visão reducionista em que o labor físico é o único fator a ser considerado, caracterizando a dimensão do trabalho e o mais variado fator contido nele.

Mais recentemente, Falzon (2017) também destacou outro objetivo igualmente importante da ergonomia, àquele que refere-se à organização e não apenas ao homem. O autor afirma que ergonomia é a única disciplina que explicita um objetivo duplo, e que os dois aspectos procurados nem sempre convivem em harmonia. O primeiro deles centrado nas organizações, para a melhora da eficiência, produtividade, confiabilidade, qualidade, durabilidade, etc. E o segundo centrado nas pessoas, e em sua segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação, interesse, prazer, etc.

### 2.4. A ERGONOMIA COMO DISCIPLINA DA ENGENHARIA

A ergonomia, interpretada como disciplina de engenharia, deve elaborar conhecimentos sobre metodologias de análise e deve gerar intervenção em situações de trabalho, pois o estudo metodológico abstrato não teria a mesma validade, a prática da ação é necessária, mas não é suficiente. Para construir conhecimentos da prática de ação, as metodologias de participação também são fundamentais na concepção e avaliação de dispositivos técnicos organizacionais.

Nesse contexto, Falzon *et al* (2007) lista as 3 abordagens a seguir como condições de estudo científico:

- **Estudos experimentais:** teste de metodologias usando os métodos clássicos da ciência experimental.

- **Análise do trabalho dos ergonomistas:** análise da atividade de ergonomistas por meio das ferramentas de ergonomia.
- **Auto-análise reflexiva:** condução de ações ergonômicas, reservando tempo para uma auto-análise reflexiva.

O aprimoramento dos estudos em ergonomia revelou um grande desafio para os ergonomistas de compreensão e prática de conceitos. Apesar das ações implementadas visando prevenir os trabalhadores, ainda há uma incompatibilidade com o que enfrentam no dia a dia em seus ambientes de trabalho (SZNELWAR, MONTEDO & SIGAHI, 2021).

Então, é preciso minimizar a diferença entre o que está no papel e o que acontece na realidade de trabalho. Os trabalhadores muitas vezes precisam alterar as suas formas de trabalho para darem conta das metas que lhe foram estabelecidas, fazendo com que adaptações tenham que ser realizadas, considerando por exemplo a diversidade da população de trabalhadores. Além de terem diferenças fisiológicas, os trabalhadores têm diferenças sociais, de saberes-fazer, de experiência, de conhecimento, entre outros.

Como as interações estudadas envolvem sistemas vivos (dinâmicos), podem ocorrer mudanças também nos layouts de processo, fazendo com que o ergonomista também tenha que se adaptar à nova forma de trabalho. Sznelwar, Montedo e Sigahi (2021, p. 6) reforçam que o profissional de ergonomia neste momento deve:

“Como postura profissional, é importante que o ergonomista considere que não se trata de uma mera observação de algo, de um objeto, de um ser reificado. Ao tratar do trabalho humano, é importante que esteja claro um posicionamento onde a observação seja construída com os sujeitos que trabalham, um sujeito humano – situado e datado cultural, sociológica, historicamente.”

Portanto, o profissional de ergonomia tem um importante papel na análise ergonômica do trabalho. Ele precisa ter um olhar multifacetado, principalmente quando se trata de uma proposta integrativa que possibilita correlacionar diferentes dados e conceitos.

Wisner (1995) citado por Sznelwar, Montedo e Sigahi (2021, p. 7) relata que “a ergonomia, assim como a engenharia, pode ser considerada como ‘arte’, no sentido da profissão, do ofício, ‘do *metier*’”. Dessa forma, para que o ergonomista consiga projetar o ambiente de trabalho, ele deve levar em consideração os seguintes fatores:

- **O homem:** com toda a sua diversidade tanto fisiológica, quanto experiência, cultura e objetivos;
- **A máquina:** levando em consideração o mobiliário, as ferramentas de trabalho utilizadas, os equipamentos, as instalações, entre outros;
- **O ambiente:** observa-se a vibração, luzes, temperatura, ruído, entre outros;
- **A informação:** tudo aquilo que está relacionado com a comunicação dentro do sistema;
- **A organização:** relacionado com o horário de trabalho, a distribuição das pessoas na equipe, ou seja, tudo ligado ao sistema produtivo;
- **As consequências do trabalho:** neste momento avalia-se a fadiga e estresse, bem como tudo aquilo que esteja relacionado com erros e acidente no trabalho.

## 2.5. METODOLOGIA DA AÇÃO ERGONÔMICA

Conforme Abrahão *et al* (2009), na Ergonomia, não há um método de trabalho específico que venha a abarcar todas as suas necessidades. O que se tem é uma informação simples proveniente de um princípio geral, que visa propiciar uma visão holística. Segundo Falzon (2017):

“O desenvolvimento da disciplina permitiu identificar um conjunto de conhecimentos, métodos e práticas que cada intervenor pode mobilizar em relação à especificidade de suas intervenções. (...) A ação ergonômica se baseia num conjunto de ‘fundamentos’ de denominadores comuns aos processos de ação ergonômica.”

Guizze (2011) defende que para ocorrer um estudo de ação ergonômica, é necessário a presença do consultor de ergonomia atuando durante todo o seu contrato, junto com um Comitê de Ergonomia que irá planejar e sustentar as ações ergonômica da empresa, com também a participação de um Auditor Fiscal, do Ministério Público e entidade certificadoras para que as necessidades ergonômicas sejam provocadas.

Apesar de não haver um método específico, tipicamente, são considerados parâmetros de saúde dos trabalhadores, e estes fundamentos auxiliam a ação produtiva e permitem diversas orientações teóricas a partir dos problemas conceituais existentes.

A ação do ergonomista é que determinará a construção do problema mediante os dados que foram capturados. De acordo com Guizze (2011), apesar de ter um caráter amplo e inclusivo, a atuação direta de um profissional ou equipe de especialistas em ergonomia é que fará a diferença no levantamento dos dados.

Em síntese, a ergonomia visa responder à uma demanda com o tratamento do problema encontrado. Falzon (2017), relata que tratar os primeiros problemas encontrados não resultará na eliminação total do problema ergonômico. Mas, com a constituição dos problemas e suas tratativas, é dado o primeiro passo para resolver a situação não ergonômica.

É necessário construir os problemas, visto que eles quase sempre não são constituídos pelo levantamento do ambiente e nem através do relato dos trabalhadores, segundo Falzon (2017). Compreender a estrutura interna da atividade permite compreender a natureza dos problemas tal como são praticados pelos trabalhadores, caracterizando uma abordagem intrínseca.

Segundo Falzon (2017), as dificuldades encontradas por um trabalhador não se limitam apenas ao que ele faz, mas também ao que ele gostaria de fazer e é impedido. O ergonomista deve interpretar as atividades não apenas com base no que o trabalhador executa, deve buscar compreender as motivações de cada ação numa dada situação e assim propor um modelo que esclareça melhor os seus precedentes e abra espaço para novas possibilidades de ação para um leque de atores.

Dimensões que atuam na atividade, mas que são frequentemente subestimadas são a diversidade e a variabilidade da produção e das pessoas no trabalho. Uma

característica de um indivíduo não pode ser considerada como característica coletiva por exemplo.

Conhecida a diversidade populacional, o ergonomista deve considerar também características sociais, tais como fadiga, eventos ou incidentes passíveis de ocorrer, ritmos biológicos, envelhecimento da população, entre outros. Uma análise que considere aspectos além do meio e dos trabalhadores é a melhor forma de atuação. Quando se considera membros da alta gestão, gerência e toda a hierarquia de comando, o ergonomista está atuando em toda a população da organização, não praticando assim a segregação de categoria (FALZON, 2017).

A intervenção alude diversos pontos de vista e estimula uma variedade de atores, segundo Falzon (2017). O papel do ergonomista não é ter uma hipótese simplista, mas sim ter um ponto de vista que considere as categorias sócio profissionais. Apesar de haver uma diversidade de posições dentro de uma mesma empresa, deve-se achar uma certa convergência entre os pontos da direção e dos assalariados, como por exemplo a qualidade de vida dos trabalhadores e dos clientes.

As características de intervenção, segundo Falzon (2017), dependem do que o ergonomista determina com outros atores considerando a caracterização das situações existentes para implementar processos de transformação. Muito diferente do processo de auditoria, em que é realizado um estado-objetivo para que a ação possa ser atingida. No caso do ergonomista, ele juntamente com os outros atores realiza um diagnóstico, definição do estado-objetivo e a natureza do processo de implementar intervenção ergonômica. Trabalhando individualmente ou coletivamente, ele tem possibilidade de extrair diferentes pontos de vista que até então não eram considerados dentro da organização.

Logo, o ergonomista não pode considerar os atores com os quais ele vai se relacionar como únicos na construção da intervenção. Estes podem possuir apenas uma visão da posição que ocupam ou terem apenas uma visão parcial do processo. A intervenção se constrói com as pessoas participando do processo.

Ao longo da intervenção, o ergonomista atua com uma certa distância dos atores da empresa, sendo feito de forma dinâmica. Essa ação é para que, segundo Falzon (2017) se possa estabelecer os contatos apropriadamente nos diferentes níveis,



considerando os constrangimentos que influenciam os envolvidos em relação a suas posições.

Antes da análise da atividade, o ergonomista precisa buscar um meio que possibilite a identificação da rede de exigências e desses constrangimentos inerentes à organização, para que as representações que direcionaram as deliberações das áreas estejam relacionadas ao problema a ser tratado. As análises de trabalho, logo, comportam os métodos das representações dos atores e de exploração do funcionamento da organização (FALZON, 2017).

A análise do trabalho é a maneira que o ergonomista tem para caracterizar as situações de trabalho presente. Ela se baseia na compreensão, segundo Falzon (2017), de como o trabalho se desenvolve. Ela não se limita apenas à observação da atividade, mas deve-se integrar à atividade, mesmo que esteja ligada a uma série de constrangimentos relacionados ao funcionamento da empresa como um todo.

O trabalhador inserido na atividade pode ter ou não conhecimento sobre a análise. Para se ter um conhecimento aprofundado, a observação no local pode não ser suficiente para se realizar a análise do trabalho.

Questionamento e observação estão interligados, na análise da atividade, pela frequência, e estão relacionadas às ações observadas. No decorrer do processo, o ergonomista pode, enquanto observa a atividade, direcionar e formular perguntas que estejam fora desta atividade. Estar fora deste meio, auxiliar a levantar questões, por exemplo, através do diálogo com os trabalhadores acerca de incidentes incomuns que o ergonomista não teve condição de ver. Segundo Falzon (2017), inclusive está relacionado para algumas situações de formação.

Um princípio básico da entrevista proposta acerca da atividade é a instanciamento. Ela diz respeito a linha cronológica e a exploração de uma multiplicidade de modalidades sensoriais. Ela também é relacionada na entrevista do trabalhador sobre uma situação específica, e não sobre uma classe de situações. Como exemplificado por Falzon (2017), não, “o que acontece quando há um corte de energia elétrica?”, mas, “você se lembra do último corte de energia elétrica e pode me dizer o que aconteceu?”. Desta maneira, se consegue obter um relato acompanhando uma ordem cronológica.

Durante a análise e no momento de intervenção, como colocou Falzon (2017), é importante que o ergonomista pondere a sua ação. Se ele se contentar apenas com uma ação centralizada num posto de trabalho específico, pode-se dizer que o seu trabalho foi pouco eficaz. No entanto, se ele quiser atuar em toda a organização, aplicando estratégias de ampla escala, mas não atingir quem verdadeiramente decide, ele fracassará.

Ainda ponderando sua ação, o ergonomista pode levar em consideração uma diversidade de fatores, tais como: projetos em curso, prazos fixados para a ação do ergonomista e meios postos à sua disposição, disposição dos demandantes, margens de manobra social, financeira, entre outros, e identificação dos freios e dos aliados em potencial (FALZON, 2017).

Em suma, toda intervenção ergonômica:

- De um dado fato atual tem por objetivo atuar em uma situação futura, seja através de uma transformação ou ponto de vista de novas formas de trabalho;
- Conjectura que o ergonomista pode se referir a situações existentes, apontados dados relacionados ao projeto;
- Deve considerar a atuação com uma diversidade de atores, ou seja, não haverá apenas um perfil de trabalhador;
- Pode resultar em projeto de reconcepção em grande escala, extrapolando transformações que antes aconteceriam em apenas um local específico.

A intervenção ergonômica nada mais é do que estes métodos colocados em prática. O ergonomista tem papel fundamental no processo e por meio de sua dedicação será visto pelos outros atores da organização.

É importante destacar que não se pode tomar como base as fases dos componentes de forma imutável ou estritamente sequencial. Se for necessário, os componentes de uma intervenção podem ser alterados, inclusive retornando a etapas anteriores para que cada componente da intervenção venha ocorrer quando outros já estiverem ativos (FALZON, 2017).

Colocando os métodos descritos neste capítulo em prática é possível obter o conhecimento inclusive de trabalhos passados. No entanto, itens muito específicos

ficam difíceis de serem tratados devido a sua particularidade. É neste ponto em que não se pode estabelecer um método muito exclusivo na Ergonomia, som ações que possam acabar simplificando os problemas encontrados.

Abordagens limitadas demais geram o efeito contrário ao desejado: fazem com que os problemas não sejam tratados completamente, provocando inclusive uma insatisfação do profissional em seu local de trabalho e até mesmo problemas de saúde até então não previstos.

Abordagens metodológicas que são executadas por etapas, têm maior possibilidade de sucesso do que estas exclusivas, por ser um método bem aberto, visto que as ferramentas podem ser alteradas conforme o ambiente em que se encontram.

Segundo Abrahão *et al* (2009), estudiosos como Pacaud, Ombredane, Faverge, Wisner, e tantos outros, contribuíram muito ao definir um método que fosse estruturado, aberto, útil e válido: a Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

### **3. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO (AET)**

De acordo com Ferreira e Righi (2009), a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é um método para avaliar e intervir no ambiente de trabalho, considerando as características físicas e psicofisiológicas. Este termo era pouco conhecido, até que em 1990 foi publicada a norma regulamentadora nº 17 – Ergonomia (NR-17), a obrigatoriedade de se fazer a Análise Ergonômica do Trabalho (FERREIRA, 2015).

A NR-17 em seu item 8.4 define os itens mínimos que as empresas devem seguir para elaborar a Análise Ergonômica do Trabalho (AET). A AET de forma sucinta representa em uma análise precisa do ambiente, instrumentos de trabalho e como advêm os impactos ou as relações que existem com os trabalhadores. É um diagnóstico que possibilita melhorias preventivas e ações corretivas de situações que evidenciem riscos ocupacionais para o trabalhador.

Falzon (2017, p. 180) ainda ressalta que diferente dos outros métodos tradicionais, a AET procura coletar os dados ao longo do processo de levantamento do

ambiente de trabalho. Desta forma, ela apresenta toda a complexidade do trabalho, permitindo “investigar o trabalho real do sujeito, respeitando a sua variabilidade, assim como da situação do trabalho e dos instrumentos”.

Todas as empresas que possuem trabalhadores, das quais tarefas ou procedimentos os expõe a riscos, quer por sua natureza ou forma de trabalho, acarretem em levantamento, transporte e descarga individual de materiais, atividades que necessitem de sobrecarga muscular estática ou dinâmica do pescoço, ombros, dorso e membros superiores ou inferiores necessitarão da AET.

Logo, para elaboração da AET é preciso realizar uma observação visual e anamnese no posto de trabalho, no qual os dados recolhidos serão estudados e transformados em relatório. Haverá algumas considerações e constatações que quando corrigidas irão aperfeiçoar significativamente as condições ergonômicas na realização das tarefas.

Serão analisados os riscos ergonômicos que o trabalho, suas atividades e tarefas podem oferecer durante a elaboração do plano da Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Avalia-se também o ambiente como um todo, o impacto que cada elemento gera e como cada aspecto pode prejudicar e até adoecer os profissionais. A avaliação leva em conta fatores ambientais como a temperatura e a iluminação, fatores biomecânicos, organizacionais e outros relacionados ao conforto e bem-estar dos trabalhadores.

Os profissionais que possuem especialização em ergonomia são responsáveis pela elaboração da AET, podendo possuir o título de engenheiros, fisioterapeutas, médicos do trabalho, entre outros. As doenças ocupacionais podem afastar os trabalhadores do trabalho, gerando custo para a empresa. Por isso, é necessário sempre pensar em formas para reduzir o índice. Uma das melhores formas de fazer isso é eliminando processos e condições inadequadas para a saúde do trabalhador.

Entendendo que o desconforto ocupacional é o que gera várias outras condições que abalam física e psicologicamente os trabalhadores, a Ergonomia tem fator fundamental para prevenir e minimizar todos esses casos. Entre os principais benefícios que a AET pode oferecer são: redução do número de *turnover*, permanência dos empregados por longos períodos em suas funções, aprimoramento dos padrões de qualidade e de segurança ocupacional adotados pela organização, otimização da

produtividade dos empregados, e sensação de amparo devido os empregados se sentirem mais respeitados e valorizados.

Tosetto (2009) relata que há cinco fases para a AET. Na primeira fase é abordada a análise da demanda e a proposta do contrato de intervenção. Para que na fase seguinte se inicie a análise do ambiente técnico, econômico e social. Após isto, deve-se fazer a terceira fase de análise da atividade e da situação do trabalho, não esquecendo a devolução dos resultados aos operadores.

Com isto é possível concluir as análises e através dos resultados produzir as recomendações ergonômicas. E por fim, na última fase, é realizada a validação das ações e eficiência das recomendações. Percebe-se que esta fase é pouco praticada nos estudos ergonômicos.

### **3.1. CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DA DEMANDA**

A base para o processo de intervenção ergonômica, conforme Tosetto (2009), advém da fase de análise da demanda, na qual o ergonomista determina os objetivos do estudo para serem discutidos com a participação dos operadores.

Os objetivos da intervenção ergonômica estão diretamente relacionados à necessidade do estudo de ergonomia, ou seja, os resultados esperados da AET são instigados pela circunstância das demandas. A demanda normalmente é proveniente de problemas nos pontos de vista dos atores envolvidos no processo, acarretando aos trabalhadores problemas de saúde ou de produtividade.

A partir dos problemas, os resultados podem variar de acordo com o perfil e a natureza da demanda que a engendra, mas para serem eficientes e eficazes, de acordo com Filho (2014), há alguns pressuposto básicos:

- Uma situação-problema com a demanda dos trabalhadores, gestores, sindicalistas, entre outros. Como esta demanda pode esconder os determinantes reais por trás da questão levantada, é importante

redefinir a demanda, recortando e priorizando as causas através da investigação de informações.

- A participação dos trabalhadores e da liderança. A participação de todos torna o produto da ação ergonômica efetivo, visto que os trabalhadores também geram conhecimento sobre o próprio trabalho.
- A informação é a matéria-prima do desenvolvimento da AET. Por meio da coleta de dados é que se compreende os atores e o ambiente do trabalho.
- A variabilidade intra e interindividual e a variabilidade do contexto sociotécnico. A primeira é relativa à premissa das diferenças dos indivíduos, suas particularidades. A segunda refere-se à organização, com os seus materiais, equipamentos, instrumentos, sazonalidades, legislação pertinente, evolução das situações, perfil dos clientes e indivíduos que delimitam as possibilidades de aplicação da AET.

Portanto, na etapa de análise da demanda começa a construção da ação ergonômica. Neste momento, os problemas são analisados, em quais condições o estudo deverá ser realizado, quais os resultados que poderão ser alcançados, os meios indispensáveis, os prazos de execução e os prováveis desafios a serem remetidos.

### **3.2. ANÁLISE DO AMBIENTE TÉCNICO, ECONÔMICO E SOCIAL**

As estratégias de produção utilizadas em uma organização estão diretamente relacionadas ao seu ambiente interno e externo. As diferenças técnicas, econômicas e sociais dos ambientes é que permitem uma melhor análise organizacional, estabelecendo novas estratégias para melhor implantar e desenvolver programas e métodos na organização. Conforme Abrahao *et al* (2009), ter conhecimento acerca do funcionamento da empresa é o que possibilita analisar o contexto, as inferências da ação, as dificuldades e a caracterização do processo relativo à especificidade da organização.

A análise do ambiente técnico norteia as atividades relacionadas à produção e controle de tecnologias. Falzon *et al* (2017) descreve que o ergonomista “examina o

recenseamento das operações e fluxos reais, as interações entre operadores, o uso de ferramentas, os resultados do trabalho (inclusive dejetos), e os traços do trabalho”. Desta maneira, a partir do estudo técnico do ambiente do trabalho, é possível apontar medidas que visem corrigir erros posturais (por exemplo), ou atuar diretamente no ambiente de trabalho, modificando-o ou adequando-o.

Já a análise econômica do ambiente, refere-se principalmente aos aspectos de desempenho da produção, ou seja, todos os fatores avaliados normalmente com foco em alcançar objetivos econômicos da organização, como por exemplo, a produtividade, o rendimento dos trabalhadores, a qualidade e confiabilidade da tarefa executada por eles.

E para a análise da perspectiva social do ambiente, observa-se com cuidado os diferentes perfis de trabalhadores para garantir que o espaço e as relações que se estabelecem ali sejam os melhores possíveis para os usuários. Isso é fundamental para que os trabalhadores tenham uma boa qualidade de vida e pode melhorar inclusive a eficácia do trabalho, pois um trabalhador motivado produz em um ritmo melhor, para isso é necessário cuidados não apenas voltados aos elementos físicos do trabalho, mas também aos fatores psicológicos e sociais.

A análise do ambiente considerando as três perspectivas citadas é fundamental para a conjuntura da situação da forma mais completa possível. Como a ergonomia é a única disciplina que tem um objetivo duplo focado em aspectos distintos que nem sempre convergem para a mesma solução, as diferentes perspectivas possibilitam o encontro de uma solução ótima para o equilíbrio dos interesses da organização e das pessoas.

### **3.3. ANÁLISE DAS ATIVIDADES E DA SITUAÇÃO**

Além dos aspectos técnicos, econômicos e sociais dos ambientes internos e externos das organizações, o conhecimento acerca das atividades e situações do trabalho possibilitam ao ergonomista uma interpretação dos cenários de forma mais real.

Nesse contexto, é preciso ter consciência da diferença entre tarefa e atividade. Segundo Falzon (2017), a tarefa é o que se deve fazer, prescrito pela organização e a atividade é o que é feito, o que o sujeito mobiliza para realizar a tarefa. Ainda segundo o autor, a tarefa é definida pelo objetivo que o sujeito fixa para si a partir das instruções que recebeu de outros atores da organização, por isso está no plano do observável, que é o comportamento, e do inobservável, que é a atividade intelectual ou mental.

E de acordo com Güérin et al. (2001) citado por Pizo, C.A. et al. (2010), a atividade de trabalho é o elemento central que organiza e estrutura os componentes da situação de trabalho, portanto, a atividade realizada pelos trabalhadores tem uma função integradora.

Por isso, no processo de investigação das atividades e das situações, é importante partir das atividades, que por sua vez, têm origem nas tarefas passadas aos trabalhadores, mas não se limitar à compreensão delas, e buscar compreender também a dinâmica social e os problemas de diferentes natureza encontrados nas situações de trabalho.

Thiollent (2005) também citado por Pizo, C.A. et al. (2010), ainda afirma a importância do papel ativo do observador e dos membros representativos em situações investigadas. No processo de pesquisa, deve-se substituir a objetividade estática pela noção de relatividade observacional, para que a realidade observada não seja interpretada como fixa. Com isso o observador e seus instrumentos desempenham um papel ativo na coleta de dados e nas consequentes representações das situações analisadas.

Dessa forma, a interação entre o pesquisador e os investigados não deve ser unilateral; ela deve ser uma via de mão dupla, na qual todos os envolvidos desempenham função interrogativa, colocando perguntas e buscando elucidar os assuntos coletivamente investigados. O papel do ergonomista pesquisador é provocar essa comunicação e a discussão proveniente dela. Isso coloca ainda outro desafio ao trabalho, relacionado às diferenças dos modos de comunicação do ergonomista e dos dos observados.

Em suma, a análise de atividades e situações pode ocorrer conforme fluxograma abaixo - Figura 1.



**Figura 1** - Fluxograma da Análise Ergonômica do Trabalho



Fonte: Adaptado de Mendes e Machado (2016)

### 3.4. ANTROPOMETRIA E BIOMECÂNICA OCUPACIONAL

Ao analisar as demandas, o trabalho, as tarefas e as atividades, conforme a AET e de acordo com o que citamos no capítulo 2.5 de Metodologia, é fundamental considerar parâmetros de saúde dos trabalhadores. Neste contexto, destaca-se a importância da Antropometria e da Biomecânica como ciências que estudam as dimensões e os movimentos do corpo humano.

A Antropometria corresponde à aplicação de métodos estatísticos a estudos das dimensões de diferentes corpos de seres humanos. Dessa forma, tornou-se possível a determinação de medidas antropométricas mais comuns. Estas medidas devem servir de base para o dimensionamento de ambientes de trabalho e para a definição dos modelos de postos de trabalho e das distâncias de equipamentos.

A Biomecânica Ocupacional é a ciência que aplica conceitos de física, mais especificamente da disciplina mecânica, para a análise do sistema biológico e fisiológico dos seres humanos. Neste caso, o objeto de estudo são as forças, com suas direções e magnitudes, envolvidas na estrutura do corpo humano com todos os seus sistemas complexos: esquelético, muscular, articular, sanguíneo, etc. Esta disciplina corresponde ao ponto de partida para os conhecimentos relacionados à postura dos

trabalhadores nas diferentes atividades realizadas, com ou sem cargas, tendo importante contribuição por meio de recomendações sobre as posturas do corpo humano e os limites das forças que podem ser exercidas, sem provocar danos ao trabalhador (IIDA, 2005).

Para auxiliar a análise de atividades do ponto de vista da Antropometria e da Biomecânica há uma ferramenta prática conhecida como Sistema OWAS.

#### **3.4.1. SISTEMA OWAS**

O Sistema OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*) segundo Iida (2005), é um método que se baseia na observação, registro, classificação e análise da postura de trabalho. As posturas predefinidas são produtos de diferentes combinações das posições do dorso (4 posições típicas), braços (3 posições típicas) e pernas (7 posições típicas). Essas posições estão relacionadas na Figura 2.

**Figura 2** - Sistema OWAS de codificação baseado nas posturas predefinidas

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

Fonte: Iida (2005).

A classificação da postura é feita de acordo com a combinação das variáveis dorso, braços, pernas e carga, conforme ilustrado na Figura 3.

**Figura 3** - Classificação das posturas pela combinação das variáveis

| DORSO | BRAÇO | PERNAS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------|-------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
|       |       | 1      |   |   | 2 |   |   | 3 |   |   | 4 |   |   | 5 |   |   | 6 |   |   | 7 |   |   |  |  |  |
|       |       | CARGA  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
|       |       | 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 |  |  |  |
|       | 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 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
|       | 2     | 2      | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
|       | 3     | 2      | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
| 4     | 1     | 2      | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 |  |  |  |
|       | 2     | 3      | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 |  |  |  |
|       | 3     | 4      | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 |  |  |  |

Fonte: Iida (2005).

A partir da combinação das quatro variáveis citadas as posturas são classificadas em quatro classes, da seguinte forma:

- Classe 1: postura normal, que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais;
- Classe 2: postura que deve ser verificada durante a próxima revisão;
- Classe 3: postura que deve merecer atenção no curto prazo;
- Classe 4: postura que deve merecer atenção imediata.

### 3.5. RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS OU REPROJETO DA SITUAÇÃO ATUAL

As recomendações ergonômicas consistem em sugestões elaboradas pelo ergonomista, com a participação dos sujeitos envolvidos, para melhorar a maneira como

as tarefas são passadas aos funcionários, como as atividades são realizadas, como a empresa se organiza, ou outros aspectos relacionados às situações de trabalho.

A análise e o diagnóstico das atividades e situações de trabalho construídos pelo ergonomista, considerando os aspectos técnicos, econômicos e sociais, servem de base para a elaboração das recomendações ergonômicas. O conjunto de recomendações visa a transformação do ambiente de trabalho, por meio da solução de problemas existentes e antecipação de problemas possíveis.

As sugestões construídas pelo ergonomista devem ser entregues a todos os trabalhadores envolvidos, assim como explicadas a eles e discutidas com eles. Dessa forma, é possível garantir a continuação da participação dos agentes envolvidos nesta etapa de propostas. Em seguida, para a aplicação das recomendações ergonômicas é fundamental que o ergonomista respeite as diferenças individuais dos trabalhadores, especialmente na forma de aprendizagem e adaptação às mudanças.

No estudo de caso do presente trabalho, será feita uma proposta de reprojeto da situação atual de trabalho a partir da análise das atividades observadas. Visto que o autor deste trabalho não é um ergonomista e portanto não é qualificado para realização de recomendações ergonômicas.

## **PARTE 2 - ESTUDO DE CASO**

Um estudo de ergonomia mais profundo exigiria um tempo maior e um comitê de ergonomia na empresa estudada para garantir a longevidade e o envolvimento de entidades certificadoras. O objetivo do presente trabalho é fazer um estudo de caso com uma atuação pontual.

Uma ressalva que precisa ser feita quanto a metodologia do estudo é que foi priorizado o contato com a operação e suas lideranças imediatas, tendo pouca participação da Diretoria e alta gestão da empresa objeto de estudo, importantes para um estudo ergonômico mais profundo.

Levando-se em consideração a localização do aluno, a maior facilidade de acesso às pessoas e informações, além de uma maior possibilidade de efetivação das propostas de melhorias, considerou-se como a melhor opção para objeto de estudo o centro de manutenção de bicicletas do sistema compartilhado de São Paulo.

### **4. A EMPRESA DE BICICLETAS COMPARTILHADAS**

A Tembici possui como atividade principal o serviço de locação de bicicletas compartilhadas por meio de estações fixas, localizadas em espaços públicos. A empresa proporciona uma solução para a mobilidade urbana sustentável, inteligente e financeiramente acessível, complementar aos outros modais existentes nos centros urbanos (metrô, ônibus, táxi, carro particular e caminhada). O usuário pode alugar e devolver as bicicletas nas estações do sistema, que ficam distribuídas pela cidade, como uma malha, sem pontos isolados, desbloqueando-as a partir do aplicativo de celular, que, assim como as bicicletas, leva o nome do patrocinador do projeto de cada cidade. O negócio envolve parceiros públicos, privados e a sociedade civil através da tecnologia para que o convívio das pessoas nas cidades seja mais eficiente, inteligente e agradável.

O projeto de bicicletas compartilhadas em São Paulo teve início em 2009 a partir do trabalho de conclusão de curso em Engenharia Mecatrônica de um dos sócios fundadores, Maurício Villar, ex-aluno da Escola Politécnica da Universidade de São

Paulo. Em seu trabalho acadêmico, desenvolveu um sistema com duas estações de bicicletas, a primeira localizada na estação de metrô Butantã e a segunda na Cidade Universitária da USP.

Atualmente a empresa possui mais de 18 mil ativos, entre bicicletas mecânicas e elétricas, e cerca de mil funcionários, com operações em capitais do Brasil, Chile, Argentina e Colômbia, sendo a maior empresa de micro mobilidade da América Latina. No Brasil, está presente nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Salvador, Recife e Brasília.

A organização da empresa pode ser dividida em quatro principais estruturas do negócio:

- Fábrica: responsável por garantir a montagem de novas bicicletas e estações, além do abastecimento de peças de manutenção, para as operações nas praças. Engloba as áreas de Suprimentos, Comércio Exterior, Planejamento e Controle da Produção, Produção e Controle da Qualidade;
- Operação: responsável por garantir o bom estado dos ativos e a disponibilidade adequada de bicicletas e *docks* (vagas disponíveis para devolução de bicicleta nas estações) para os usuários do sistema. Envolve as áreas de Manutenção, Prevenção de Perdas (contra furtos e depredação dos ativos) e Logística (balanceamento do sistema através da movimentação das bicicletas entre estações cheias/vazias e o centro de manutenção);
- Tecnologia: responsável pelo bom funcionamento do aplicativo em geral, pelo desenvolvimento de novas funcionalidades, conectividade com outras plataformas e parceiros, e pela segurança da informação dos usuários. Engloba as áreas de Produto, Engenharia de Software, Dados, Infraestrutura e Segurança; e
- Corporativo: todas as demais áreas de suporte ao negócio (Financeiro, Jurídico, Comercial, Atendimento, Facilities, Recursos Humanos, Saúde e Segurança no Trabalho, etc.) com destaque para as áreas de Planejamento Urbano (responsável por garantir a instalação das estações em locais ótimos dentro das cidades, monitorando a

performance de utilização e os fluxos de movimentação dos usuários ao longo do dia) e Relações Governamentais (responsável por garantir um bom relacionamento com o poder público, prospectar novas cidades e coordenar os processos licitatórios de utilização do espaço público).

#### **4.1. A OFICINA DE MANUTENÇÃO**

A Manutenção, dentro da estrutura de Operação mencionada, tem como principal objetivo garantir as boas condições de uso das bicicletas na rua, de forma que os usuários tenham uma boa experiência ao utilizar o sistema e possam se deslocar com segurança. Essa é uma área chave para o sucesso do negócio, visto que a qualidade das bicicletas é um dos fatores mais sensíveis para o cliente em sua percepção de qualidade do serviço.

Ao mesmo tempo, a área de Manutenção sofre pressão constante pelo desafio de redução de custos e busca por eficiência. A manutenção das bicicletas é o custo mais relevante da operação, representando cerca de 38% de todo custo operacional, seguido pela Logística, que responde por 20% do custo total.

O centro de manutenção da operação de São Paulo fica localizado no bairro de Pinheiros, junto com a sede corporativa da matriz da Tembici, no pavimento térreo do edifício. Além da área térrea dedicada à operação de manutenção, há outros dois níveis superiores reservados para o trabalho do Corporativo. Nessa oficina, a equipe de manutenção tem o desafio de cuidar das quase 3 mil bicicletas mecânicas e 300 bicicletas elétricas presentes no sistema compartilhado da cidade.

##### **4.1.1. A ORGANIZAÇÃO DA OFICINA**

A operação do centro de manutenção de São Paulo é dividida em dois turnos, o diurno das 8h00 às 16h20, e o noturno das 21h00 às 5h20. Em cada turno trabalham cerca de 20 funcionários liderados por um Coordenador de Operações, dois Supervisores de Manutenção e dois Assistentes Operacionais. Os colaboradores são



separados em quatro equipes de trabalho: Equipe de Mecânicos, Equipe de Manutenção de GPS, Equipe de Higienização e Equipe de Recuperação de Peças.

A Equipe de Mecânicos possui a maior alocação de pessoas entre as quatro equipes da Manutenção, são 14 mecânicos por turno de trabalho. Estes são responsáveis por identificar os componentes problemáticos das bicicletas e repará-los. Existem três níveis de senioridade entre os mecânicos (júnior, pleno e sênior), determinados pelo grau de qualificação técnica do mecânico, bastante relacionado ao tempo de casa do mesmo. Isso porque não existe uma formação acadêmica ou técnica específica exigida para a função, e também não existe um treinamento formal promovido pela empresa. O treinamento dos novos mecânicos é feito no dia a dia de trabalho com a orientação dos mecânicos mais antigos e experientes.

A Equipe de Manutenção de GPS conta com 2 funcionários por turno. Estes são responsáveis por garantir o bom funcionamento do equipamento de geolocalização (GPS) presente em todas as bicicletas. Este equipamento é fundamental para que a área de Prevenção de Perdas possa monitorar e controlar o status de cada patrimônio, podendo atuar de forma efetiva em casos de suspeita de furto.

A Equipe de Higienização também conta com 2 funcionários por turno. Estes são responsáveis por garantir a limpeza das bicicletas que retornam à rua. Com a chegada do COVID-19 à América Latina, durante a pandemia, a higienização foi reforçada nas bicicletas, assim como nas estações em todas as cidades onde existe a operação da Tembici. Além da rotina de limpeza padrão com água corrente e sabão, as bicicletas são lavadas no centro de manutenção com cloro diluído em água, e nas estações as bicicletas são higienizadas com álcool 70%.

A Equipe de Recuperação de Peças tem como objetivo restaurar e reaproveitar componentes da bicicleta, principalmente os de maior valor, que foram danificados e substituídos por outros em boas condições pela equipe de Mecânicos. Contando com 2 funcionários por turno, essa equipe desempenha papel relevante na busca por eficiência operacional e redução de custos. É onde muitas ideias surgem e viram iniciativas de melhores práticas para a operação, sendo então compartilhadas com todos os outros projetos da empresa.

#### 4.1.2. DADOS DA POPULAÇÃO

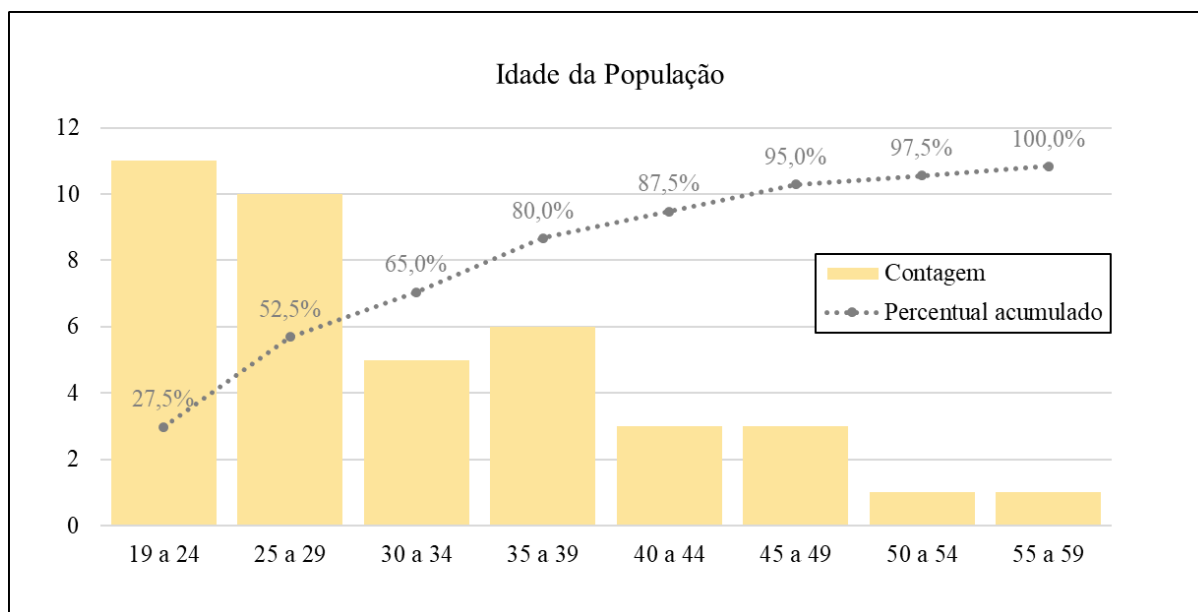
A população de funcionários da operação de Manutenção em São Paulo é composta por uma maioria absoluta de homens, representando 97,5% (Tabela 1). Além disso, apesar de apresentar grande amplitude etária, trata-se de uma população predominantemente jovem, em que 52,5% possuem menos de 30 anos, 35,0% possuem entre 30 e 44 anos, e 12,5% possuem mais de 45 anos (Figura 4). Pelo perfil populacional jovem, pode-se inferir que os funcionários em geral devem possuir boas condições físicas para aguentar uma jornada de trabalho que exige esforço físico, desde que dentro das normas de saúde e segurança no trabalho.

**Tabela 1** - População da oficina de manutenção segmentada por sexo

| Sexo      | Contagem | Percentual |
|-----------|----------|------------|
| Masculino | 39       | 97,5%      |
| Feminino  | 1        | 2,5%       |
| Total     | 40       | 100,0%     |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados fornecidos pela empresa (2022)

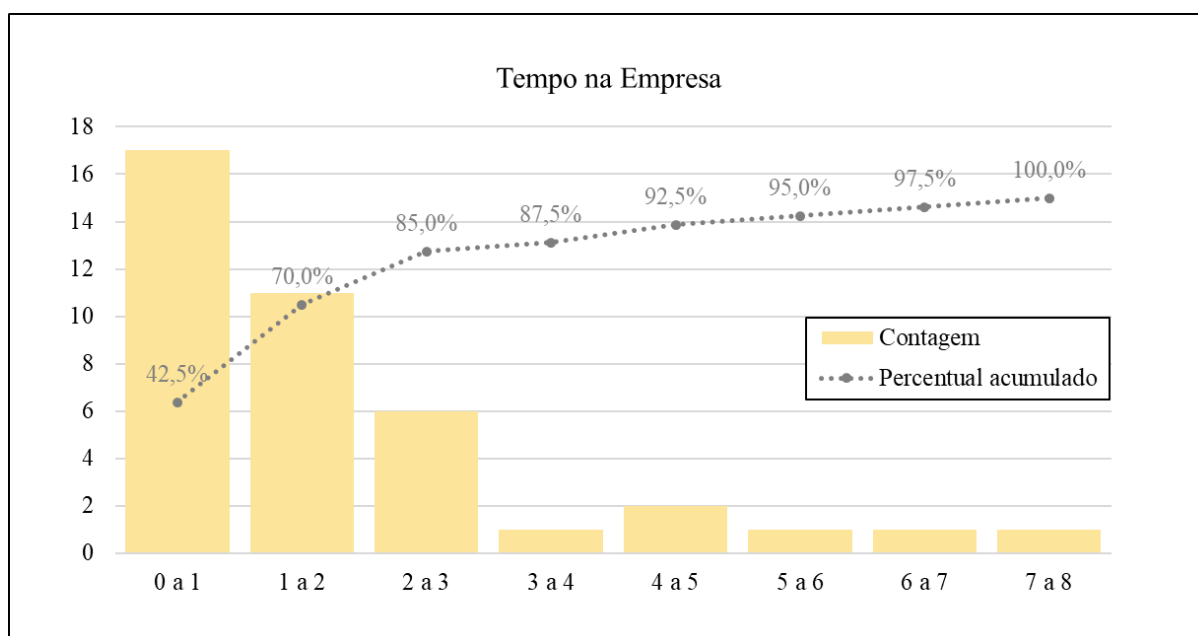
**Figura 4** - Gráfico histograma da idade da população da oficina de manutenção



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados fornecidos pela empresa (2022)

Ao analisar o tempo em que essa população está na empresa (Figura 5), verifica-se que existe alta rotatividade de funcionários na área de Manutenção como um todo, visto que 42,5% da população possui menos de 1 ano de trabalho na companhia e 27,5% entre 1 e 2 anos, somando 70,0% da população com menos de 2 anos na empresa. O tempo médio dessa população na empresa é de apenas 1 ano e 9 meses.

**Figura 5** - Gráfico histograma da população da oficina de manutenção segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados fornecidos pela empresa (2022)

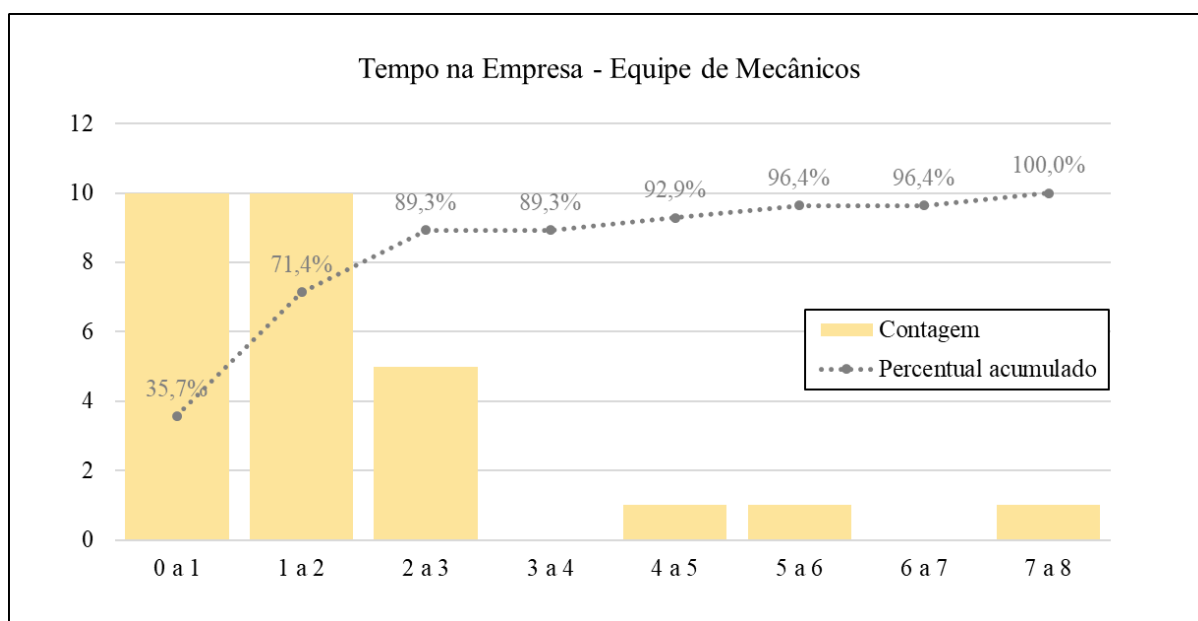
A taxa de *turnover* é um importante indicador que deveria ser monitorado e investigado pela gestão da empresa, pois pode ser um indício de problemas relacionados à capacidade da empresa de desenvolver e reter pessoas ou à natureza do próprio trabalho, no qual existe um desgaste físico do funcionário.

A pessoa que sai da empresa leva consigo um pouco da cultura da empresa, assim como seus aprendizados, segredos e inteligência. Isso tudo é custoso para a empresa que precisa investir mais recursos para contratar e treinar um novo funcionário. O motivo da evasão de um funcionário pode estar relacionado a uma insatisfação pessoal com o trabalho ou ao ritmo de trabalho imposto em momentos de pressão, por exemplo. Tal pressão muitas vezes pode ser de natureza psicológica, onde níveis de

estresse constantemente elevados podem levar uma pessoa ao esgotamento mental e a doenças cada vez mais comuns como a Síndrome de Burnout.

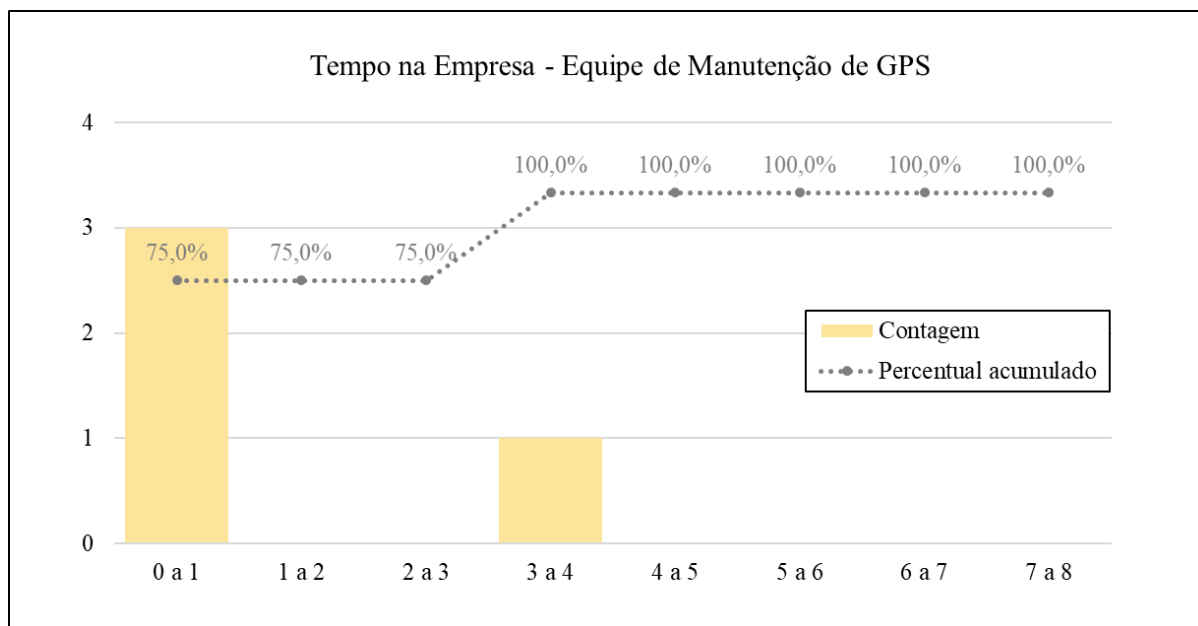
Ao realizar a análise de tempo na empresa segmentada por equipes de trabalho (Figuras 6, 7, 8 e 9), verifica-se que as equipes de Higienização e Manutenção de GPS possuem pessoas com menor tempo de casa em comparação com as equipes de Mecânicos e Recuperação de Peças. Pode existir algum fator ligado às atividades específicas das equipes que esteja influenciando, ou isso pode estar relacionado à estratégia da gestão de organização das equipes de trabalho.

**Figura 6** - Gráfico histograma da Equipe de Mecânicos segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa



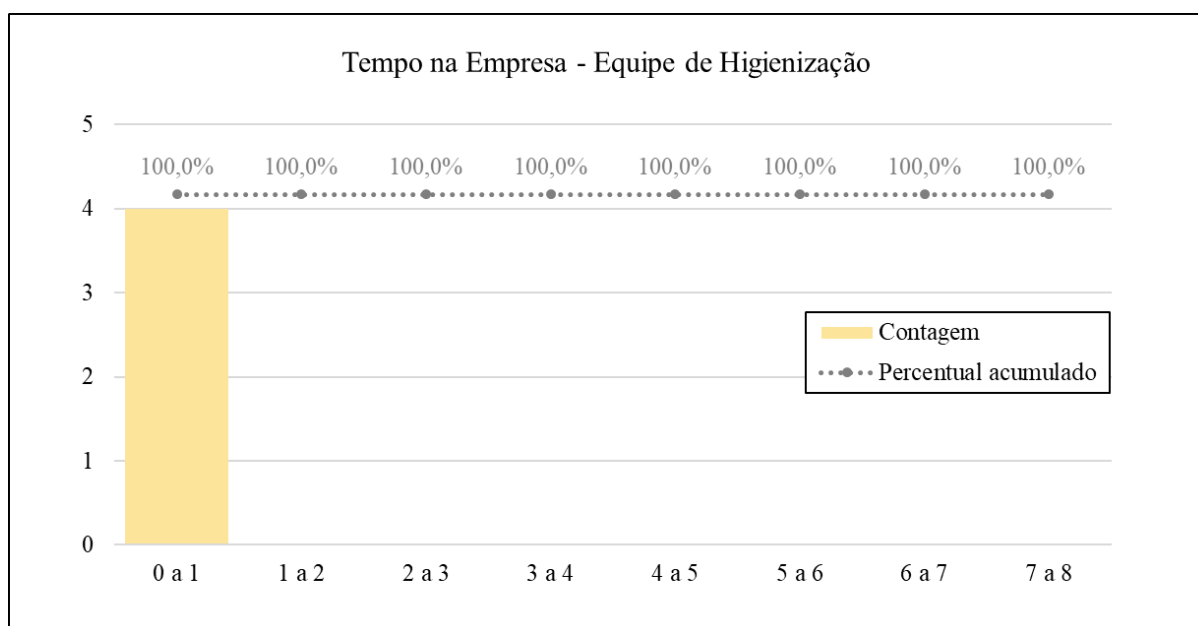
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados fornecidos pela empresa (2022)

**Figura 7** - Gráfico histograma da Equipe de Manutenção de GPS segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa



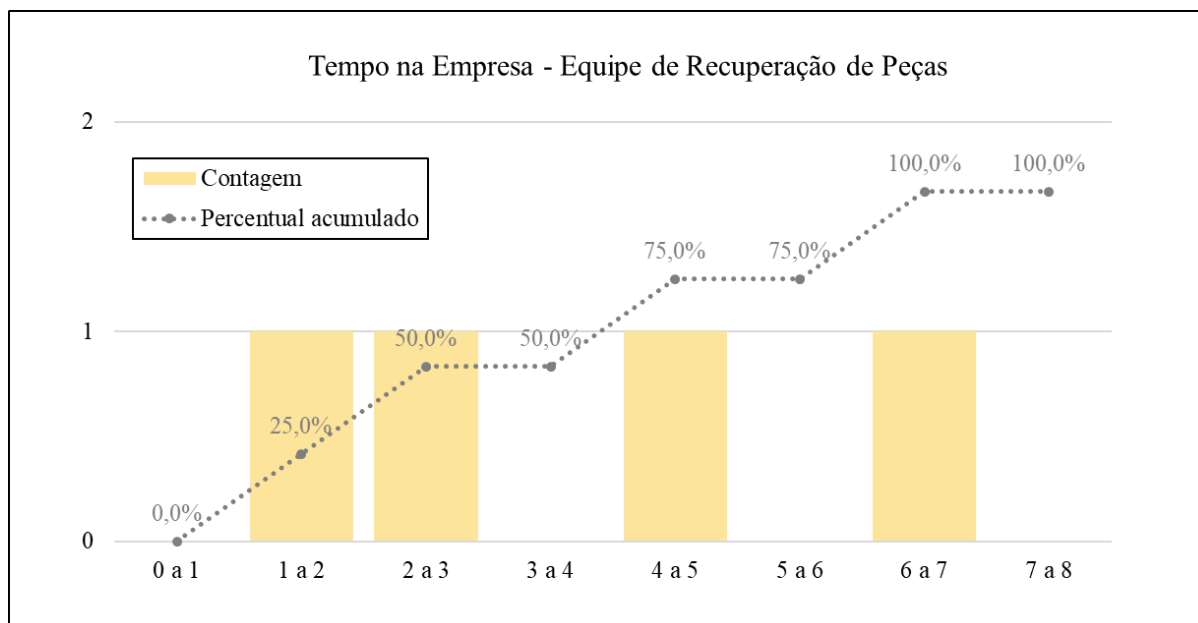
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados fornecidos pela empresa (2022)

**Figura 8** - Gráfico histograma da Equipe de Higienização segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados fornecidos pela empresa (2022)

**Figura 9** - Gráfico histograma da Equipe de Recuperação de Peças segmentada por tempo (anos) de serviço na empresa



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados fornecidos pela empresa (2022)

#### 4.1.3. A OPERAÇÃO DAS EQUIPES DE TRABALHO

O centro de manutenção de São Paulo opera com um fluxo quase constante de entrada e saída de bicicletas ao longo dos dois turnos de funcionamento. É a equipe de Logística a responsável pelo recolhimento de bicicletas que apresentam algum problema nas estações do sistema e pela entrega para o centro de manutenção. Em média, a oficina tem um fluxo de entrada e saída de 1 carreta carregada por hora, podendo conter até 24 bicicletas (Figura 10), totalizando mais de 400 bicicletas por dia.

**Figura 10** - Foto da carreta de bicicletas utilizada pela equipe de Logística



Fonte: Autor (2022)

### **A. EQUIPE DE MECÂNICOS**

O processo no centro de manutenção se inicia a partir da entrega das bicicletas enfileiradas dentro da oficina por parte da equipe de Logística. Então, o Assistente Operacional, líder que já foi um mecânico extremamente experiente com profundo conhecimento técnico, realiza a triagem das bicicletas recém-chegadas separando-as em três filas de acordo com o grau de dificuldade técnica do problema identificado: fácil, média e difícil.

É o Assistente Operacional quem determina a estratégia e o ritmo de manutenção da oficina: quando há muitas bicicletas nas filas para serem reparadas, os mecânicos mais experientes são orientados a focar na fila de difícil manutenção e os mecânicos menos experientes na fila de fácil manutenção. Por outro lado, quando há pouca demanda, a lógica é invertida: entregam-se as bicicletas com problemas mais complexos para os mecânicos menos experientes, para que estes possam se desenvolver com a orientação dos mecânicos mais graduados. A estratégia consiste no equilíbrio entre produtividade e desenvolvimento de pessoas.

Cada mecânico do turno diurno possui a meta de concluir a manutenção de pelo menos 15 bicicletas por dia, enquanto os mecânicos do turno noturno possuem a meta diária de 18 bicicletas reparadas. Essa diferença ocorre porque existe uma diretriz geral

durante a noite de priorizar o volume de retorno de bicicletas para o sistema para garantir a disponibilidade aos usuários do sistema pela manhã. Normalmente os mecânicos plenos e seniores conseguem concluir a meta diária com facilidade. Quando a meta não é concluída, investiga-se o motivo, que pode estar relacionado a um volume maior de bicicletas em condições severas de uso que exigem mais tempo dedicado.

No espaço interno da oficina, existem 5 cavaletes duplos, com dois braços, fixos no chão, que configuram 10 estações de trabalho para mecânicos e adicionalmente, existem 4 cavaletes simples, com apenas um braço e estrutura móvel, que normalmente ficam posicionados na área externa da oficina, configurando mais 4 estações de trabalho, totalizando 14 posições para os 14 mecânicos mencionados durante um turno de trabalho. Os cavaletes (Figura 11), são equipamentos utilizados para segurar a bicicleta suspensa no ar, permitindo também movimentos de rotação no plano perpendicular ao braço mecânico. Outras ferramentas e equipamentos de proteção utilizados pelos mecânicos são as chaves de boca, phillips e fenda, botas, óculos e luvas de proteção.

**Figura 11** - Foto do cavalete utilizado pelos mecânicos na manutenção de bicicletas



Fonte: Autor (2022)



Cada mecânico possui também um aparelho celular utilizado para acessar o Sistema da Empresa através de um aplicativo. O mecânico alimenta este sistema registrando tudo que é observado e realizado na bicicleta durante a manutenção, possibilitando depois a consulta de informações de cada bicicleta através do seu código de patrimônio, contendo por exemplo o histórico de todas as vezes que ela passou pela oficina, quem foi o mecânico responsável que a recebeu, qual foi o problema identificado, quais foram os componentes reparados ou itens trocados, e quanto tempo o mecânico se dedicou no cavalete para reparar o problema. Também é possível saber quanto tempo depois de uma manutenção o mesmo patrimônio retornou à oficina apresentando os mesmos defeitos, informação que é utilizada para cálculo do indicador de *Mean Time Between Failures* (MTBF), isto é, o tempo médio entre falhas de componentes nas bicicletas. Por fim, o Sistema reúne dados importantes para o acompanhamento da performance da operação nos diversos projetos da Empresa.

Antes de concluir o atendimento de uma bicicleta, o mesmo mecânico realiza um teste, pedalando por alguns metros a fim de garantir a efetividade da manutenção. Se tudo estiver de acordo com os padrões de qualidade, a bicicleta é encaminhada para uma fila de manutenções concluídas. O Assistente Operacional realiza então uma segunda vistoria em cada bicicleta dessa fila: caso seja identificado alguma irregularidade, a mesma é retornada ao mecânico responsável. Caso contrário, o próprio Assistente Operacional encaminha a bicicleta para a equipe de GPS, quando há necessidade, ou a encaminha diretamente para a equipe de Higienização, nas respectivas filas de atendimento.

## **B. EQUIPE DE MANUTENÇÃO DE GPS**

O GPS permite o monitoramento remoto das bicicletas em tempo real, prevenindo perdas em ocorrências de furto. Seu funcionamento depende das boas condições dos componentes eletrônicos (GPS, Sim Card, placa com capacitor, cubo dínamo, conectores). O sistema elétrico é carregado pelo cubo dínamo, que fica na roda dianteira da bicicleta, através da força motriz gerada pela pedalada do usuário ao utilizar a bicicleta, transformando energia cinética em elétrica. Entretanto, quando a bicicleta fica parada na mesma estação, não sendo utilizada por mais de 4 dias, é atingido o limite

da autonomia do capacitor, e, nesse caso, é preciso aplicar uma carga elétrica mais potente ligando-o a uma bateria, pois a energia gerada pelo dínamo através de uma pedalada comum não será mais suficiente para fazer o GPS voltar a funcionar de forma adequada.

Quando o GPS para de funcionar, é disparado um alerta no sistema de monitoramento das bicicletas, indicando o status de “bike ausente”. Toda ocorrência de bicicleta ausente precisa ser verificada para assegurar que o patrimônio se encontre em segurança. A equipe de Logística fica encarregada de fazer a verificação na última estação em que a bicicleta teve seu sinal de GPS registrado e retorná-la ao centro de manutenção.

No centro de manutenção, próximo à área em que ficam os cavaletes fixos dos mecânicos, existe uma bancada de trabalho com 2 posições dedicadas à manutenção de GPS das bicicletas. Os técnicos de GPS recebem bicicletas encaminhadas pelo Assistente Operacional, por meio de uma fila de atendimento formada por bicicletas recebidas diretamente da equipe de Logísticas ou recebidas da própria equipe de mecânicos do centro de manutenção após algum outro reparo realizado.

A partir do recebimento, o funcionário da equipe de manutenção do GPS testa o funcionamento dos componentes utilizando um multímetro para medir a tensão e identificar quais componentes estão apresentando problemas e assim, atuar nessas peças.

Caso todos os componentes tenham sido verificados, apresentando a tensão adequada, e mesmo assim o GPS não transmitir sinal, a assistência técnica do fornecedor de GPS é acionada para que o equipamento seja analisado e substituído. Por fim, a bicicleta é encaminhada à equipe de Higienização, em sua respectiva fila de atendimento, na área externa da planta.

### C. EQUIPE DE HIGIENIZAÇÃO

Após a bicicleta sair dos processos de manutenção, ela deve passar pelo processo de higienização antes de ser entregue ao time de Logística e voltar à rua. A higienização ocorre na área externa do centro de manutenção e é executada por 2 auxiliares por turno. É um processo que exige pouco conhecimento técnico e, por isso, normalmente é a porta de entrada para novos funcionários no centro de manutenção.

As principais ferramentas utilizadas no processo de higienização são pano, flanela, mangueira, esponja, escova, pulverizador e lavadora de alta pressão, em conjunto com produtos adequados para cada uma delas, dentre eles sabão, removedor de manchas e revitalizador. Também são fundamentais os equipamentos de proteção individual, especialmente luvas, protetor solar, produto de proteção à pele contra o agente de removedor de manchas e recomenda-se o uso de óculos de proteção e máscaras.

Após a lavagem, é feita a verificação de irregularidades estéticas e a lubrificação de componentes. São verificados os adesivos (se manchados, rasgados, ou em posição errada), peças estruturais manchadas (quadro e canote, por exemplo) ou se há acúmulo de graxa nas áreas de contato do cliente (selim, blocagem e manoplas). A lubrificação é mandatória na corrente, dando uma volta completa no pedivela para espalhar o produto por toda corrente, na blocagem e no canote, para facilitar o manuseio do cliente no ajuste da altura do selim.

Ao final do processo o colaborador deve realizar uma checagem visual na bicicleta a fim de verificar se há alguma avaria perceptível com rasgos no selim ou campainha danificada. Os principais padrões mecânicos são de responsabilidade do mecânico executor da manutenção, na etapa de limpeza o colaborador faz apenas uma checagem rápida, sendo apenas um alerta de garantia de que a bicicleta saia em condições de uso recomendadas. Caso identificada alguma irregularidade o colaborador deve retornar a bicicleta para a equipe de mecânicos.

Assim que a bicicleta estiver pronta, ela deve ser encaminhada para a fila de *check out* para ser levada para a rua pela equipe de Logística.

#### **D. EQUIPE DE RECUPERAÇÃO DE PEÇAS**

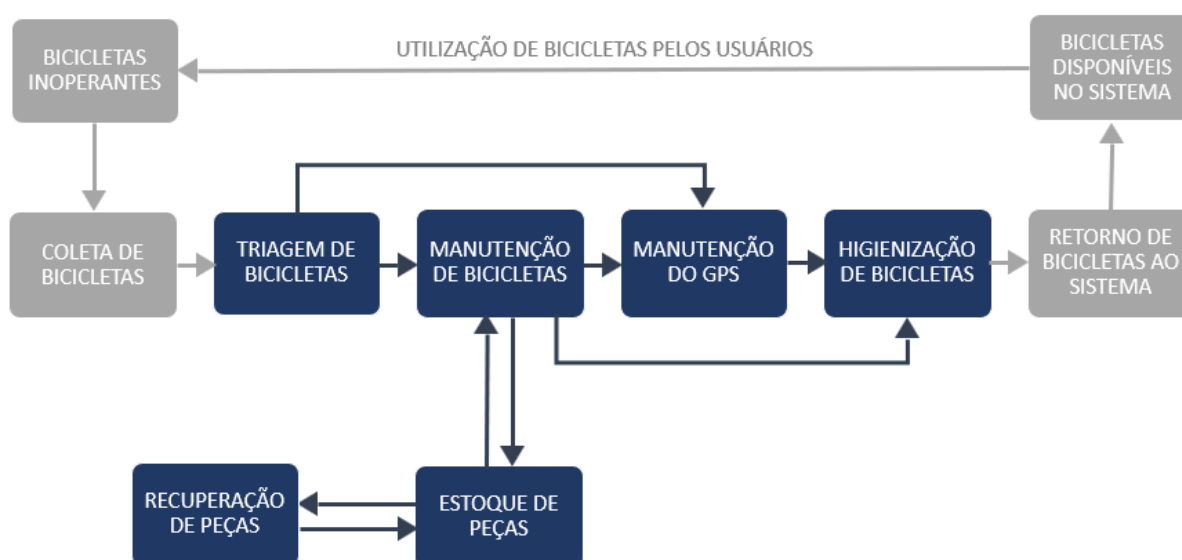
A equipe de recuperação de peças trabalha dentro da oficina mecânica, mas não atua no mesmo fluxo do processo de manutenção das bicicletas. Essa equipe que é composta por 2 técnicos trabalha em um fluxo próprio interagindo apenas com o estoquista, com o desafio de recuperar o maior número de peças danificadas ao menor custo possível, transformando-as em peças aptas para reuso. Este é um papel fundamental para melhorar a eficiência operacional da empresa, visto que aumenta o tempo de vida útil dos componentes e minimiza possíveis desperdícios de itens recuperáveis.

Este é um trabalho que exige certo nível de qualificação técnica além de criatividade para analisar cada caso e determinar a solução mais barata e efetiva. Também é responsável por julgar quando uma peça chega ao limite de sua vida útil, sendo então descartada.

#### **4.1.4. FLUXOGRAMA DA SITUAÇÃO ATUAL**

Com a intenção de esquematizar todo processo descrito nos itens de operação de equipes, foi elaborado o fluxograma abaixo no qual as atividades realizadas dentro do centro de manutenção estão ilustradas na cor azul.

**Figura 12** - Fluxograma das atividades realizadas no centro de operação estudado



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

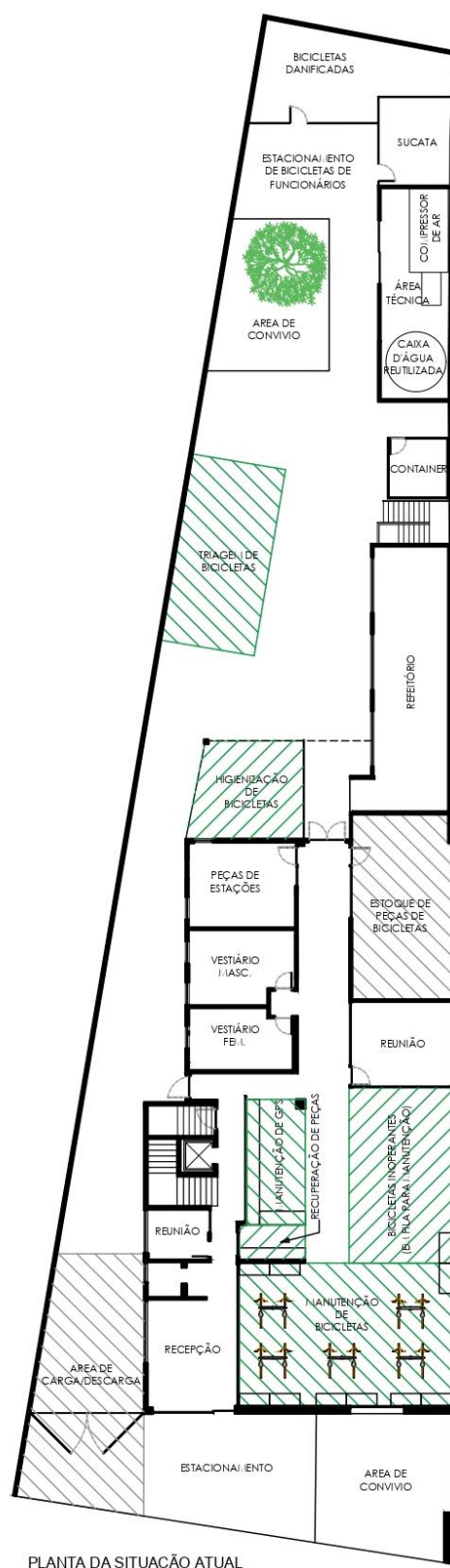
Conforme ilustrado no fluxograma acima (Figura 12), o caminho tradicionalmente percorrido pelas bicicletas inoperantes que chegam ao centro de operação, é seguir inicialmente para a triagem realizada pelo Assistente Operacional, seguir para um dos mecânicos responsáveis por manutenções gerais, quando então são encaminhadas para a manutenção específica do equipamento de geolocalização (GPS), e por último, higienizadas para o retorno ao sistema. Alternativamente, bicicletas que chegam com problemas apenas diagnosticados no equipamento GPS, podem ser encaminhadas diretamente pela triagem aos responsáveis por essa reparação específica, pulando a etapa de manutenções gerais, e bicicletas que chegam ao centro sem falhas no GPS, podem pular essa etapa e serem encaminhadas diretamente dos mecânicos para a equipe de higienização.

Lembrando que conforme descrito anteriormente, ao longo do processo simplificado no fluxograma, as bicicletas passam por três testes de verificação após a manutenção nos problemas específicos. O primeiro deles é realizado pelo mecânico que atuou no patrimônio, o segundo é realizado pelo Assistente Operacional que valida e encaminha para a etapa de higienização, e o terceiro que é uma validação visual feita pela equipe de higienização.

Paralelamente, é possível observar no fluxograma que a equipe de Recuperação de Peças atua em um fluxo independente, trocando componentes apenas com o estoque que alimenta e é alimentado pela equipe de mecânicos.

#### 4.1.5. PLANTA DA SITUAÇÃO ATUAL

**Figura 13** - Planta da situação atual da oficina de manutenção indicando as atividades realizadas no local



PLANTA DA SITUAÇÃO ATUAL

Fonte: Elaboração própria a partir de planta base fornecida pela empresa (2022)

A planta acima (Figura 13) indica no canto inferior esquerdo da imagem a área de descarga das bicicletas inoperantes coletadas do sistema em operação. A partir desse local as bicicletas são colocadas na área descoberta ao fundo, de triagem, onde o Assistente Operacional as organiza nas três filas citadas de acordo com o nível de dificuldade do reparo a ser realizado (fácil, médio ou difícil) e também já separa as bicicletas com danos irreparáveis pela manutenção, que vão para o local mais ao fundo, de bicicletas danificadas. Este mesmo trabalhador é responsável por encaminhar as bicicletas para o local interno de fila para realização das manutenções gerais, coordenando isso com a equipe responsável e ditando o ritmo dos trabalhos da oficina.

Os mecânicos gerais, por sua vez, retiram uma das bicicletas das filas neste espaço interno e a colocam em um dos cavaletes duplos fixos no chão, os cinco instalados da oficina estão indicados na área de manutenção de bicicletas. Ao terminarem o serviço de reparo na bicicleta, vão até a área externa e testam o funcionamento. Se o equipamento estiver adequado, ele permanece ao lado de fora, onde o Assistente Operacional faz mais um teste, se a adequação para retorno ao sistema for comprovada, a bicicleta permanece na área externa no local de higienização. Se a bicicleta tiver algum problema adicional com o seu equipamento de GPS, o Assistente Operacional, após o teste na área externa, encaminha a bicicleta novamente para o interior da oficina para a área de manutenção de GPS.

Os técnicos da equipe de GPS, recebem as bicicletas do Assistente Operacional e ao finalizarem o serviço de manutenção específica deste componente, vão até a área externa, onde há recepção de sinal suficiente para a checagem do funcionamento. Assim, se o equipamento não estiver apresentando mais falhas, o Assistente Operacional o mantém no lado externo na área de higienização.

É importante destacar que qualquer teste com resultado insatisfatório representa o retorno para a etapa anterior, até que a bicicleta seja aprovada pelo mecânico que realizou o serviço e pelo Assistente Operacional.

A equipe de higienização também recebe as bicicletas do Assistente Operacional, faz a última checagem dos elementos visíveis, e as limpa para o retorno ao sistema de operação por meio da mesma área por onde a bicicleta entrou, o local de carga e descarga.



Também é indicada na planta a área de recuperação de peças, que interage apenas com o funcionário alocado no estoque de peças de bicicleta, ambos os espaços localizados no centro da oficina, e o compressor de ar, localizado no interior de uma área técnica ao fundo, que serve aos equipamentos dos mecânicos gerais para enchimento de pneus e dos recuperadores de peças para recuperação das câmaras dos pneus.

Além de todas as áreas detalhadas acima, como o centro de manutenção está localizado no pavimento térreo de um edifício que possui outros andares destinados ao escritório corporativo da Tembici, o térreo possui outros locais que servem a estes trabalhadores também, como o estacionamento de carros, o estacionamento de bicicletas, as áreas de convívio, a recepção e o acesso aos demais andares. Assim como possui áreas que não estão diretamente relacionadas à manutenção das bicicletas, como o estoque de peças das estações de bicicletas compartilhadas, a sala de reunião e os vestiários e possui áreas técnicas essenciais para o funcionamento do edifício como um todo que abrigam a caixa d'água, o lixo e etc.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Em um primeiro momento, foram realizadas conversas individuais com os líderes da operação de São Paulo. Entre eles, o Coordenador de Operações e os Supervisores de Manutenção de cada turno de trabalho. Estas conversas foram essenciais para entender como as equipes são organizadas, quais as suas responsabilidades, qual o fluxo de movimentações das bicicletas dentro da oficina, quais são as metas e indicadores de performance acompanhados e as estratégias gerais de gestão da área. Também houve diálogos com diferentes profissionais da área de Recursos Humanos, que forneceram dados da população, e com a área de Saúde e Segurança do Trabalho para entender quais as iniciativas da empresa acerca do tema de ergonomia do trabalho.

Num segundo momento, foram feitas as observações da situação real de trabalho na operação de manutenção, tanto no turno diurno quanto no noturno da oficina. O autor acompanhou cada uma das equipes de trabalho em observações e conversas com os assistentes, mecânicos, técnicos e auxiliares.

É interessante ressaltar que em todas as interações que o autor teve com a operação, foi possível observar a boa vontade e o interesse de todos em contribuir. Ficou claro que este é um aspecto cultural relevante da área, assim como o bom clima de trabalho e a comunicação aberta entre as equipes e os profissionais de diferentes níveis hierárquicos.

De acordo com o exposto na revisão da literatura, para a realização da análise ergonômica adequadamente é recomendado que sejam seguidas as etapas da AET. A seguir são apresentadas as diferentes fases de aprofundamento do estudo, conforme procedimento da AET.

## **5.1. CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DA DEMANDA**

Em uma intervenção ergonômica tradicional, a empresa normalmente contrata um profissional ergonomista e apresenta a ele alguma demanda existente, possuindo um objetivo claro. Pelo fato deste trabalho ter sido motivado por interesse acadêmico do próprio aluno, não existe uma demanda ergonômica reconhecida pela empresa. Dessa forma, este trabalho tem início na etapa a seguir, de análise do ambiente de diferentes perspectivas.

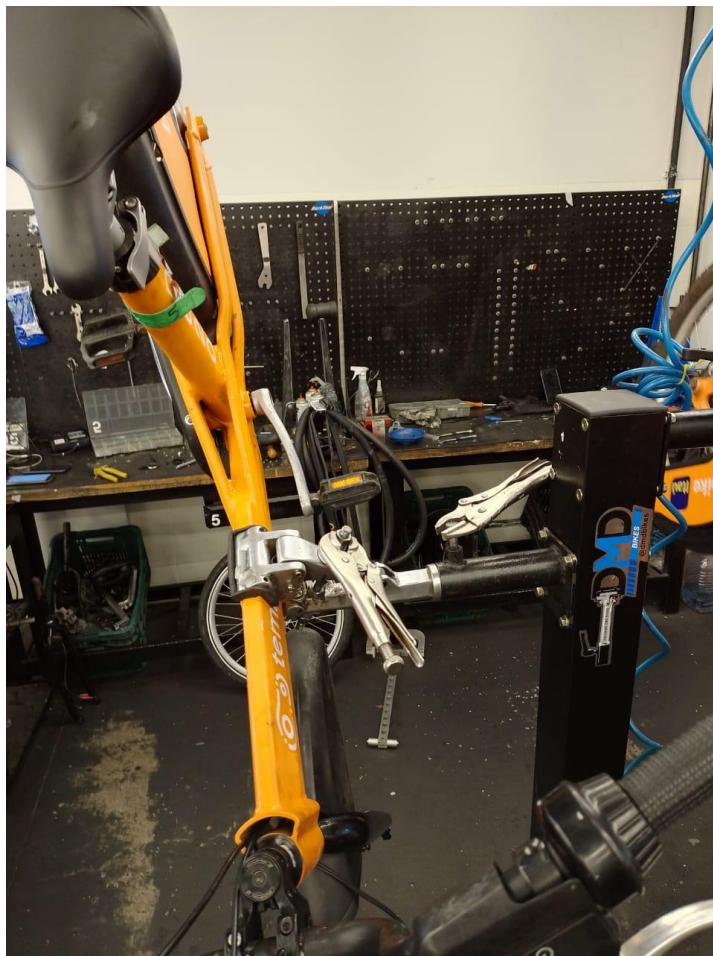
## **5.2. ANÁLISE DO AMBIENTE TÉCNICO, ECONÔMICO E SOCIAL**

### **5.2.1. AMBIENTE TÉCNICO**

Foi observado que alguns equipamentos antigos prejudicam a performance das equipes de mecânicos e de recuperação de peças. Entre eles estão equipamentos básicos como o jogo de chaves de boca ou jogo de chave phillips e fenda, entretanto, as maiores queixas foram a respeito dos cavaletes utilizados pelos mecânicos para fixação das bicicletas. Pela intensa utilização dos cavaletes, seus componentes de trava sofrem muito desgaste e apresentam falhas. Para superar esse problema, os mecânicos utilizam

algumas ferramentas de bancada, como o alicate de pressão, para fixar a trava dos cavaletes e assegurar que ele mantenha a bicicleta fixa na posição desejada (Figura 14).

**Figura 14** - Foto de um cavalete adaptado com dois alicates de pressão, fixando uma bicicleta pelo seu quadro



Fonte: Autor (2022)

Além disso, o modelo de cavalete utilizado pelos mecânicos foi projetado para fixar bicicletas com quadro cilíndrico e fino que não circulam mais pela operação. Para conseguir utilizá-lo nas bicicletas atuais, os mecânicos adaptaram os equipamentos da oficina. Cada cavalete tem um tipo de adaptação, ou seja, não há um padrão: em alguns cavaletes a adaptação permitiu uma maior amplitude de pegada garantindo a fixação da bicicleta pelo quadro, como é recomendado, proporcionando a posição ideal para o trabalho do mecânico, outras adaptações só conseguiram promover a fixação da bicicleta pelo canote ou por um ponto mais fino do quadro. Neste último caso, como esse ponto mais fino fica próximo ao pedal, é impossível rotacionar o pedal livremente,

forçando o mecânico a descer e subir a mesma bicicleta do cavalete mais de uma vez para algumas checagens.

Uma bicicleta elétrica pesa 36 kg - versus 15 kg de uma bicicleta mecânica -, e seu único ponto de fixação no cavalete é pelo canote, visto que o quadro da bicicleta elétrica possui diâmetro maior do que a amplitude da garra do cavalete. Adicionalmente, justamente devido ao maior peso, o cavalete só consegue manter a bicicleta elétrica fixa em uma posição, na qual o seu centro de massa fica mais próximo ao chão, ou seja, a bicicleta fica em uma altura mais baixa que a desejada, como mostra a Figura 15.

**Figura 15** - Foto de uma bicicleta elétrica fixa no cavalete



Fonte: Autor (2022)

Ainda no ambiente interno da oficina, foi observado que não existem tomadas na maioria das bancadas de trabalho. Não há tomadas disponíveis suficientes para todas as atividades em que são necessárias, como a utilização de furadeiras, lixadeiras e de computadores (para a verificação do GPS), por isso, foram improvisadas algumas extensões de tomada.

Na área externa da oficina, percebeu-se que a equipe de higienização trabalha sem equipamentos que ofereçam suporte para fixação de bicicletas em posições adequadas para o processo de limpeza. Com uma mão o auxiliar segura a bicicleta, e com a outra ele realiza a limpeza.

### **5.2.2. AMBIENTE ECONÔMICO**

Existem fatores avaliados pela gestão da área de Manutenção com foco em alcançar os objetivos econômicos da organização. Como já mencionado, os custos relacionados à operação de Manutenção representam o grupo mais relevante dos Custos Operacionais da empresa em valor absoluto, por isso, indicadores de custo e performance como o custo médio de manutenção por bicicleta e o número de bicicletas reparadas por dia por mecânico são acompanhados diariamente. Cada turno possui uma meta de bicicletas reparadas por mecânico, e normalmente a meta é atingida sem grandes dificuldades pelos mecânicos dos dois turnos.

Com relação à qualidade da tarefa realizada no centro de manutenção, o indicador acompanhado é o *trip rating*. O *trip rating* é a nota média atribuída pelos usuários através do aplicativo ao finalizar a locação de uma bicicleta. Essa nota é um importante indicador que avalia a qualidade da experiência que o usuário teve com o serviço prestado em sua última viagem, e é medido pelo número de estrelas (de 1 a 5) atribuído pelo cliente. Entretanto, a qualidade da experiência percebida pelo cliente depende de outros fatores além do estado de manutenção da bicicleta utilizada, como por exemplo a disponibilidade de bicicletas, assim como a disponibilidade de vagas para devolução da mesma, nas estações utilizadas, a proximidade das estações no percurso do indivíduo, ou a usabilidade do aplicativo para compra de um plano ou para o desbloqueio da bicicleta na estação. Por isso, um outro indicador que pode trazer um reflexo mais adequado da confiabilidade da tarefa executada pela área de Manutenção e que está começando a ser acompanhado é o tempo médio de retorno à oficina da bicicleta inoperante.

O que tem trazido uma complexidade maior à operação assim como um desafio para o atingimento das metas individuais dos mecânicos são as bicicletas elétricas que ingressaram recentemente ao sistema de São Paulo. Por existir uma gama mais de

componentes e alguns deles serem mais caros, como o motor, o tempo médio de manutenção de uma bicicleta elétrica acaba sendo maior além de caro quando comparado com uma bicicleta mecânica.

### **5.2.3. AMBIENTE SOCIAL**

Os dados populacionais citados anteriormente evidenciam a homogeneidade da população de trabalhadores do centro de manutenção estudado, composta quase exclusivamente por homens, a maioria deles com menos de 30 anos de idade. Ter uma população mais diversificada estimula atividades principalmente relacionadas à criatividade e inovação, dado que o trabalho passa a envolver diferentes pontos de vista sobre os desafios enfrentados. Portanto, especialmente a equipe de Recuperação de Peças, que conforme destacado anteriormente realiza uma atividade que exige criatividade para buscar novas soluções, poderia se beneficiar com uma população mais diversificada.

Ao analisar o ambiente social, além de características da população, é importante atentar-se aos fatores psicológicos e às interações entre os trabalhadores. A ausência de um treinamento formal estimula as trocas de conhecimentos entre funcionários com diferentes níveis de experiência, o que não apenas melhora o convívio entre as pessoas do centro de manutenção, como possibilita a contratação de profissionais com pouca ou nenhuma experiência. Com isso, a empresa garante a formação de mecânicos nos padrões desejados e sem vícios anteriores, e contribui para fortalecer a cultura dos times de se ajudar tornando o problema de uma pessoa um desafio de todos. Simultaneamente, os trabalhadores são motivados pela possibilidade de crescimento, desenvolvimento e aprendizado. Relembrando que a equipe de higienização representa uma porta de entrada para candidatos sem qualificação técnica que podem começar sua carreira nesta função e progredir para trabalhos que exigem pré requisitos e pagam remunerações maiores. Isso proporciona uma perspectiva de desenvolvimento profissional importante dentro da organização.

### **5.3. ANÁLISE DAS ATIVIDADES E DA SITUAÇÃO**

#### **5.3.1. ANÁLISE DAS ATIVIDADES**

Em uma perspectiva geral, percebe-se que as instruções dadas pela organização referem-se aos resultados do trabalho, como o retorno de um número de bicicletas reparadas ao sistema, e pouco focada nos meios para atingir a meta estabelecida. Por isso os mecânicos, em especial, tomam muitas decisões para contornar as dificuldades e muitas vezes acabam até adaptando equipamentos de trabalho ineficientes. Isso tem como consequência uma falta de planejamento e uma rotina de ação constante e de pouca reflexão sobre como a atividade está sendo executada.

Partindo para uma análise mais específica das dificuldades encontradas nas atividades da oficina, observou-se uma perda de eficiência operacional na readequação de bicicletas elétricas que são reparadas no local, mas precisam ser deslocadas para outro ponto de apoio da empresa para o carregamento da bateria, já que não há no centro de manutenção uma estrutura que suporta os equipamentos de recarga necessários.

Ainda sobre a manutenção das bicicletas elétricas, foi constatado que a sua fixação nos cavaletes exige um esforço físico inadequado do mecânico, devido ao peso excessivo que deve ser levantado para o encaixe na estrutura. E mesmo após a colocação no cavelete, como o equipamento não é preparado para essas bicicletas mais pesadas, elas ficam em uma posição que exige a curvatura da coluna do trabalhador, e essa manutenção leva em média 50% a mais de tempo em comparação com o reparo de bicicletas mecânicas. Tudo isso representa a realização de esforços repetitivos que podem ter como consequência problemas de saúde.

Em média, cada mecânico realiza a manutenção de 17 bicicletas por dia, podendo chegar a mais de 25 bicicletas e, normalmente, o movimento de subida e descida no cavelete é realizado de uma a duas vezes por bicicleta reparada. Atualmente a proporção de bicicletas elétricas sobre o volume total atendido pela oficina ainda é baixa, menos de 10%. Entretanto, existe a perspectiva de aumento da quantidade de bicicletas elétricas do sistema de São Paulo, elevando gradualmente essa proporção para 50%, num horizonte de curto a médio prazo. Dessa forma, a situação atual de

trabalho dos mecânicos se tornaria quase insustentável, podendo aumentar queixas de dores musculares ou até ocasionar lesões mais severas.

Com relação à equipe de Higienização, foi observado que durante toda atividade de limpeza, reposição de adesivos e lubrificação da bicicleta, o funcionário é obrigado a se curvar ou agachar, já que a bicicleta é trabalhada no chão. Por isso, os esforços em posição inadequada são constantes ao longo de todo turno de trabalho. E por se tratarem de apenas dois profissionais por turno, cada auxiliar de limpeza chega a atuar em média em 120 bicicletas por dia. Novamente, o trabalho realizado em posição inadequada traz riscos para a saúde dos funcionários.

Na atividade da equipe de Manutenção de GPS, o técnico precisa executar uma recarga na bateria do GPS para verificar através de um computador se o sistema de geolocalização voltou a identificar o patrimônio corretamente. O problema é que a posição de trabalho da equipe de GPS fica na área interna da oficina, próximo aos mecânicos e técnicos de recuperação de peças e, por estar abaixo de uma estrutura de dois andares, o sinal do GPS não é percebido pelo sistema. Por isso, o técnico precisa deslocar a bicicleta para a área externa, onde o sinal pode ser captado, toda vez que vai ligá-la a uma bateria e fazer a checagem do patrimônio no sistema. O técnico perde eficiência operacional realizando esses deslocamentos ao longo do dia, sem contar no seu desgaste físico, que poderiam ser evitados com uma adequação simples do local onde fica a sua bancada de trabalho.

### **5.3.2. ANÁLISE DA SITUAÇÃO**

Todas as equipes do centro de manutenção, com exceção da equipe de recuperação de peças que atua em um fluxo de atividades paralelo, trabalham constantemente em uma situação de pressão, gerada justamente pelo encadeamento das tarefas. Como o fluxo de entrada de bicicletas inoperantes é constante, os funcionários devem cumprir os reparos e liberar as bicicletas o mais rápido possível para as próximas etapas, para garantir um fluxo de saída contínuo também. Essa pressão pode gerar a sobrecarga psicológica dos trabalhadores. Todos os funcionários também estão constantemente em pé, mesmo ao realizar tarefas, como o reparo de peças ou a manutenção do GPS, que não exigem obrigatoriamente esta posição de trabalho.



Além da situação constante descrita, existem outras condicionais identificadas principalmente por meio de conversas com os funcionários. O desconforto térmico é percebido diferentemente pelos trabalhadores do turno diurno e noturno. Durante o dia, os funcionários experimentam rotinas de calor intenso e essa situação foi mitigada com dois ventiladores de chão colocados no espaço interno da oficina, e durante a noite, os funcionários do turno noturno sofrem com o frio. Os times de higienização e o Assistente Operacional durante a noite são os mais afetados pelo frio e pelas chuvas, visto que trabalham na parte externa parcialmente descoberta, protegidos apenas por capas de chuva e botas, assim como também sofrem mais com o sol que incide diretamente sobre suas peles durante o dia na parte descoberta. No turno noturno há uma dificuldade extra relacionada ao ruído do compressor de ar utilizado para a calibragem dos pneus das bicicletas e para a recuperação de câmaras de ar, pois o centro de manutenção está localizado próximo a residências e é preciso cessar o barulho do equipamento a partir das 22 horas, impossibilitando estes reparos entre este horário é às 4h20, quando o turno se encerra.

Outras situações condicionais observadas são as de alta e de baixa demanda ao longo do turno e também a situação do turno de segunda-feira comparado aos demais dias da semana, visto que às segundas-feira há um acúmulo de bicicletas inoperantes referentes ao domingo, quando o centro de manutenção não opera. As situações de alta demanda em geral, incluindo o turno de segunda-feira, são caracterizadas pela intensificação da pressão descrita anteriormente. Quando a produtividade máxima do centro de operação é necessária, conforme citado em outros capítulos deste trabalho, o Assistente Operacional ao realizar a triagem encaminha as bicicletas de reparos mais difíceis aos mecânicos mais experientes. Já as situações de baixa demanda permitem um ritmo desacelerado em comparação ao anterior, dando aos mecânicos menos experientes a oportunidade de aprendizado.

## **5.4. A MANUTENÇÃO DE BICICLETAS ELÉTRICAS**

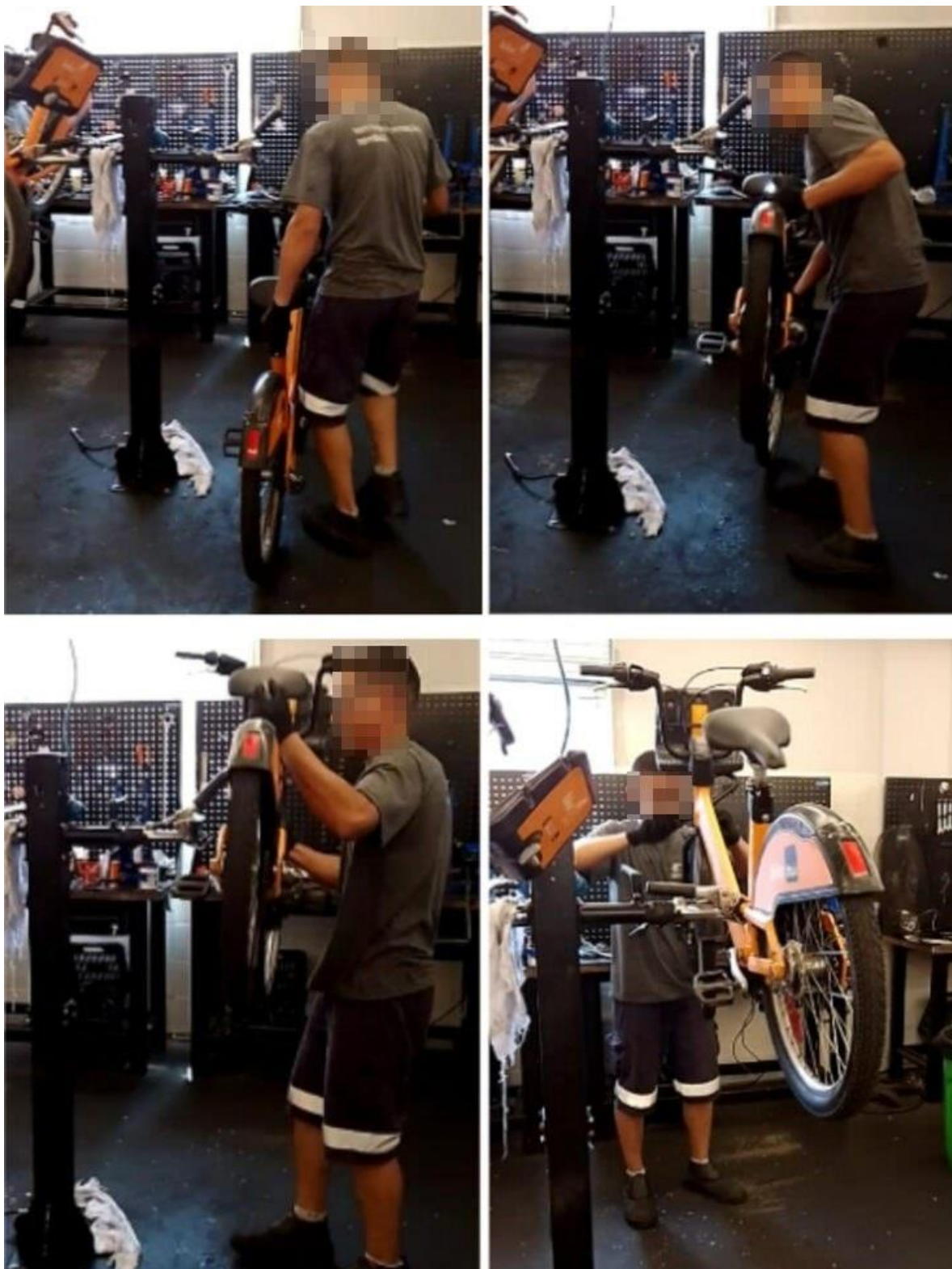
Embora existam diversas demandas identificadas na análise feita a partir das observações globais, será feito um recorte neste trabalho sobre a oficina focado no problema de maior relevância para a operação atualmente e que no futuro próximo terá um impacto ainda maior para a empresa e para os funcionários do centro de manutenção. A demanda que será aprofundada no estudo é relativa à manutenção das bicicletas elétricas pela equipe de mecânicos. Para isso, foram feitas observações sistemáticas analisando em detalhes a atividade do mecânico na manutenção de uma bicicleta elétrica em comparação com a manutenção de uma bicicleta comum (mecânica).

### **5.4.1. OBSERVAÇÕES SISTEMÁTICAS DA MANUTENÇÃO DE BICICLETA MECÂNICA**

Com o consenso do funcionário da Tembici, foi realizada a filmagem da atividade completa de manutenção de uma bicicleta mecânica com o pneu dianteiro furado, para analisar em detalhes os movimentos e posturas do mecânico na atividade e compará-los posteriormente com a manutenção de uma bicicleta elétrica apresentando o mesmo tipo de problema.

A sequência de imagens a seguir, em ordem cronológica, ilustra os principais momentos da filmagem realizada. O mecânico começa fixando a bicicleta no cavalete, o que ele faz com certa facilidade, e ao longo da manutenção é possível observar que ele movimenta a bicicleta, rotacionando-a no cavalete, de acordo com a sua necessidade de atuar nos diferentes componentes. Dessa forma, o mecânico tem flexibilidade para adequar o objeto de trabalho à sua postura e conforto, minimizando esforços e posturas que a longo prazo podem gerar problemas de saúde.

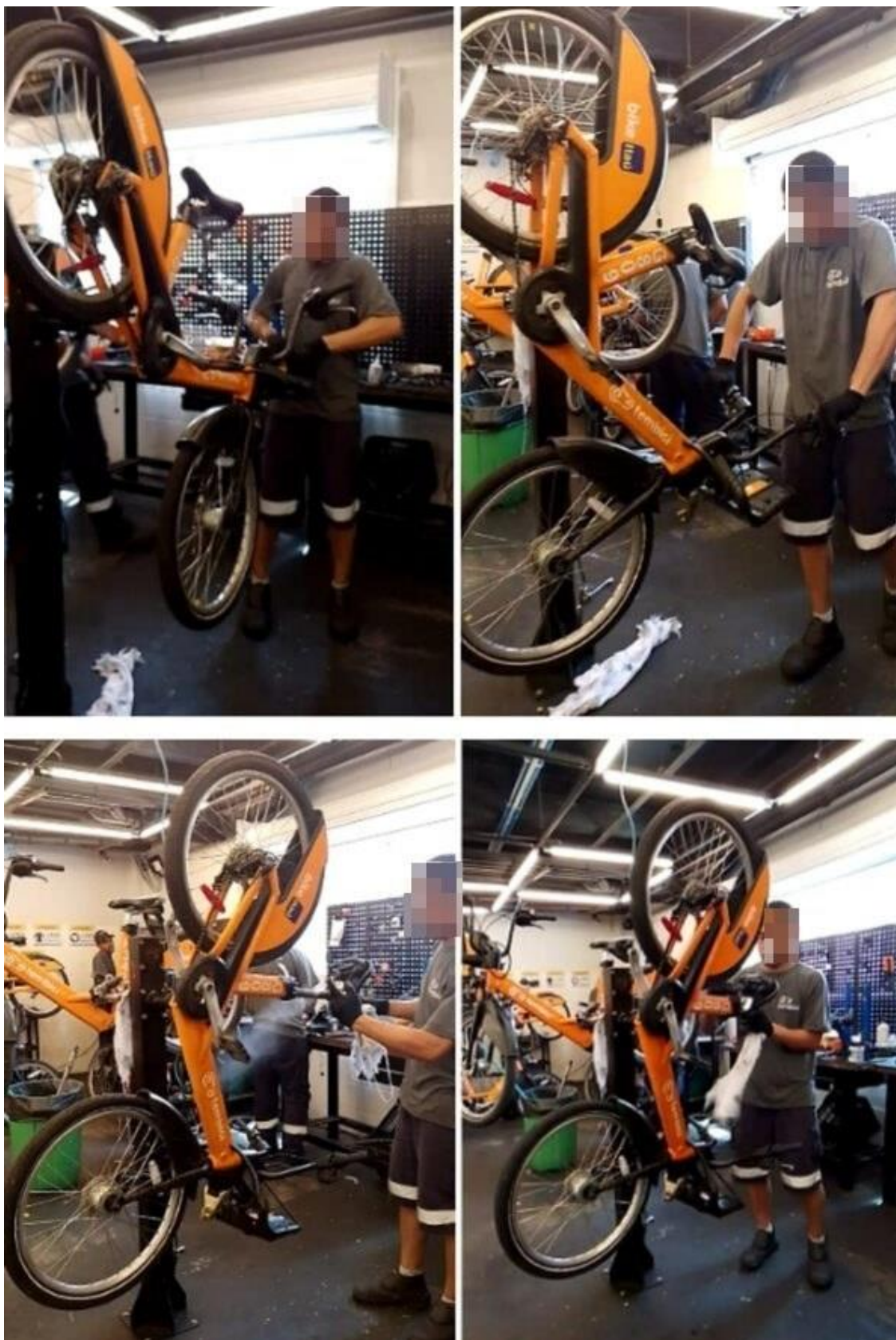
**Figura 16** - Fotos do mecânico aproximando a bicicleta inoperante ao cavalete, flexionando as pernas e a coluna para erguer a bicicleta, suportando o peso, realizando empuxo, elevando a bicicleta e ao fixá-la no cavalete, ele se coloca em frente à bicicleta para começar a manutenção



Fonte: Autor (2022)

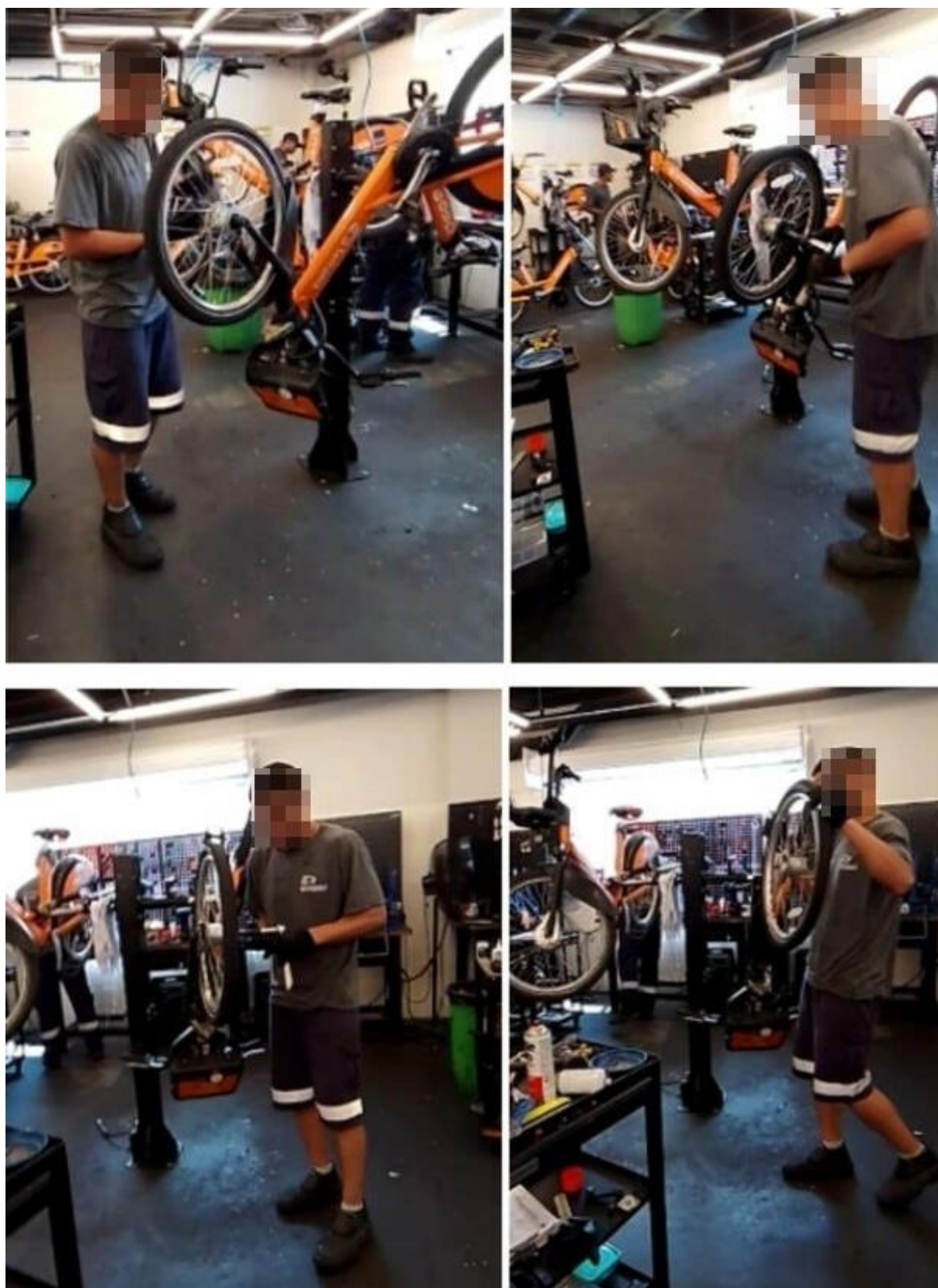


**Figura 17** - Fotos do mecânico rotacionando a bicicleta ao redor do eixo do cavalete, para adequar a posição dela de acordo com a manutenção que será realizada, no pneu dianteiro



Fonte: Autor (2022)

**Figura 18** - Fotos do mecânico removendo a roda dianteira da bicicleta para reparo



Fonte: Autor (2022)



**Figura 19** - Fotos do mecânico levando a roda dianteira da bicicleta para a bancada de ferramentas e realizando a troca da câmara de ar furada



Fonte: Autor (2022)

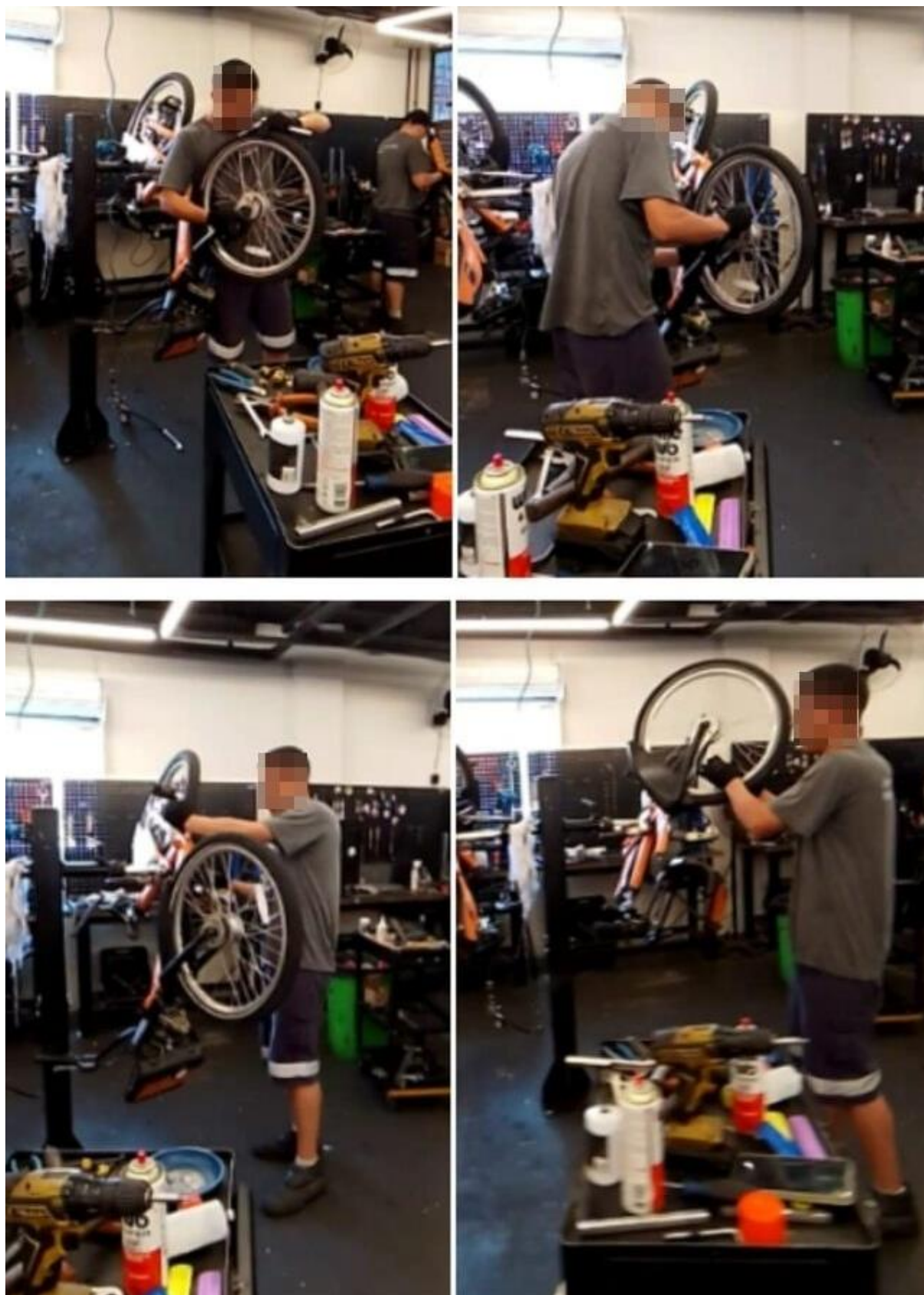
**Figura 20** - Fotos do mecânico finalizando a troca da câmara de ar e colocando de volta na bicicleta a roda dianteira reparada



Fonte: Autor (2022)



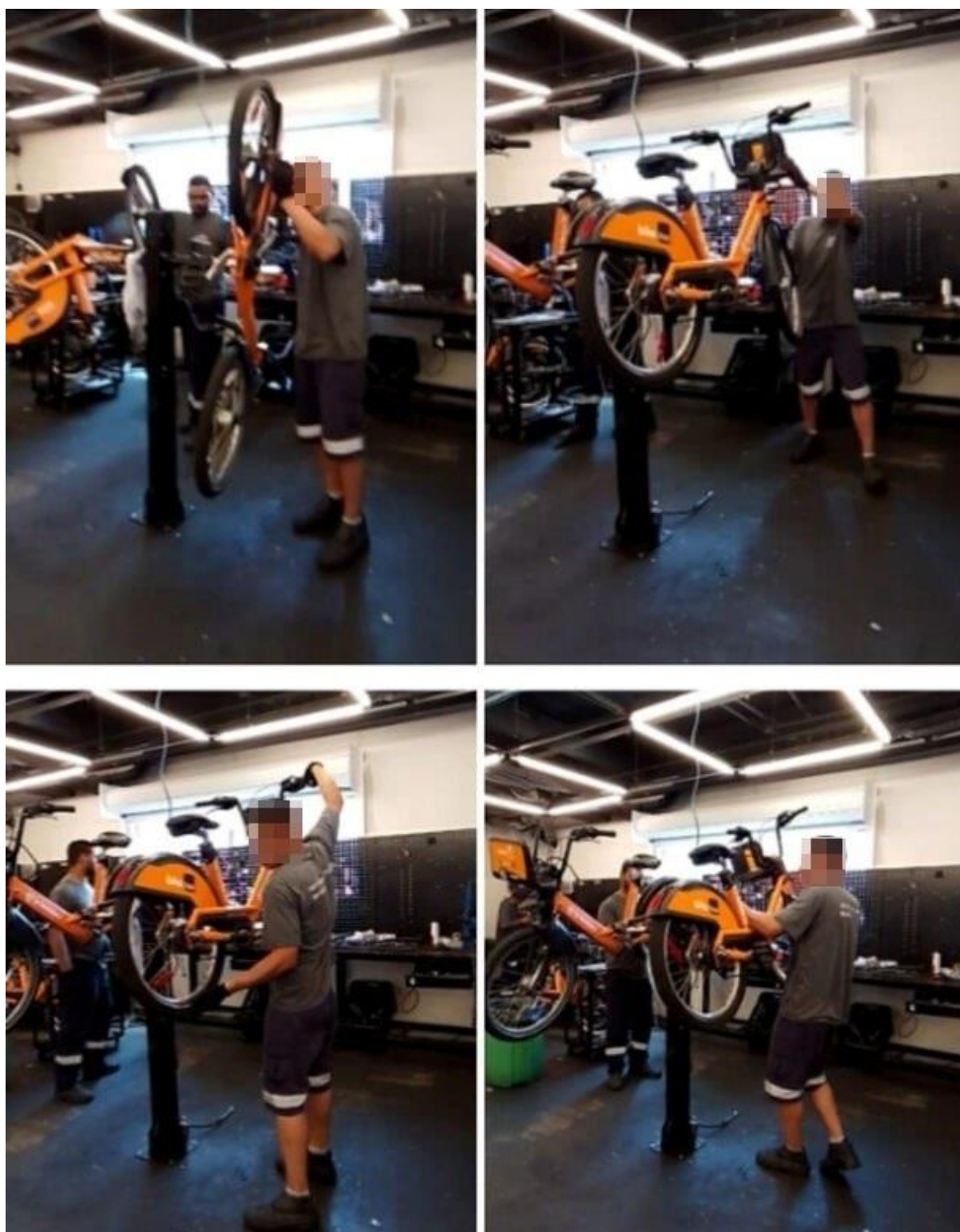
**Figura 21** - Fotos do mecânico finalizando instalação da roda na bicicleta e verificando a adequação de outros componentes



Fonte: Autor (2022)

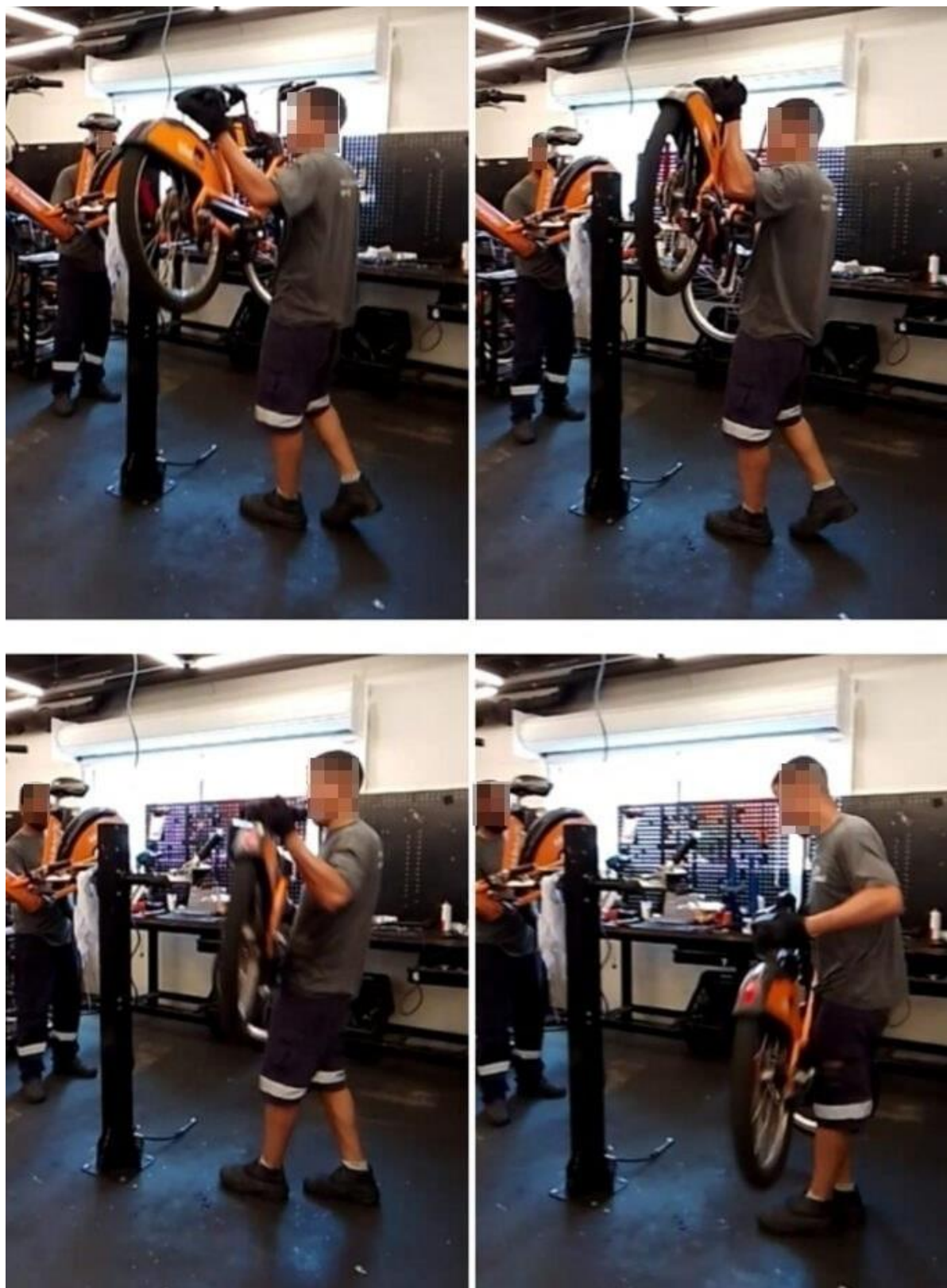


**Figura 22** - Fotos do mecânico verificando os demais componentes da bicicleta



Fonte: Autor (2022)

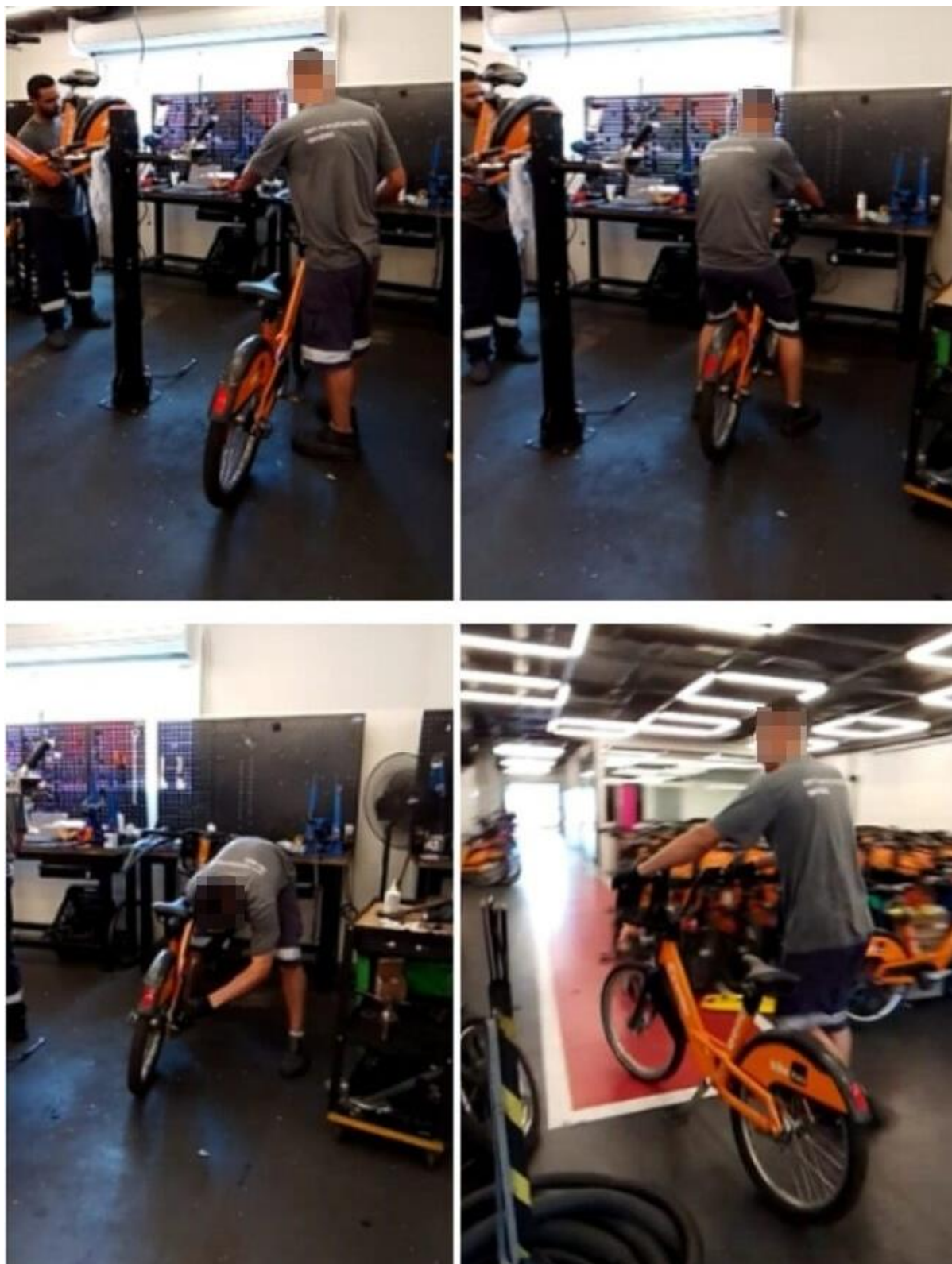
**Figura 23** - Fotos do mecânico suportando o peso da bicicleta em movimento de descida do cavalete



Fonte: Autor (2022)



**Figura 24** - Fotos do mecânico realizando as últimas checagens na bicicleta e a levando para o teste prático, última etapa da manutenção filmada



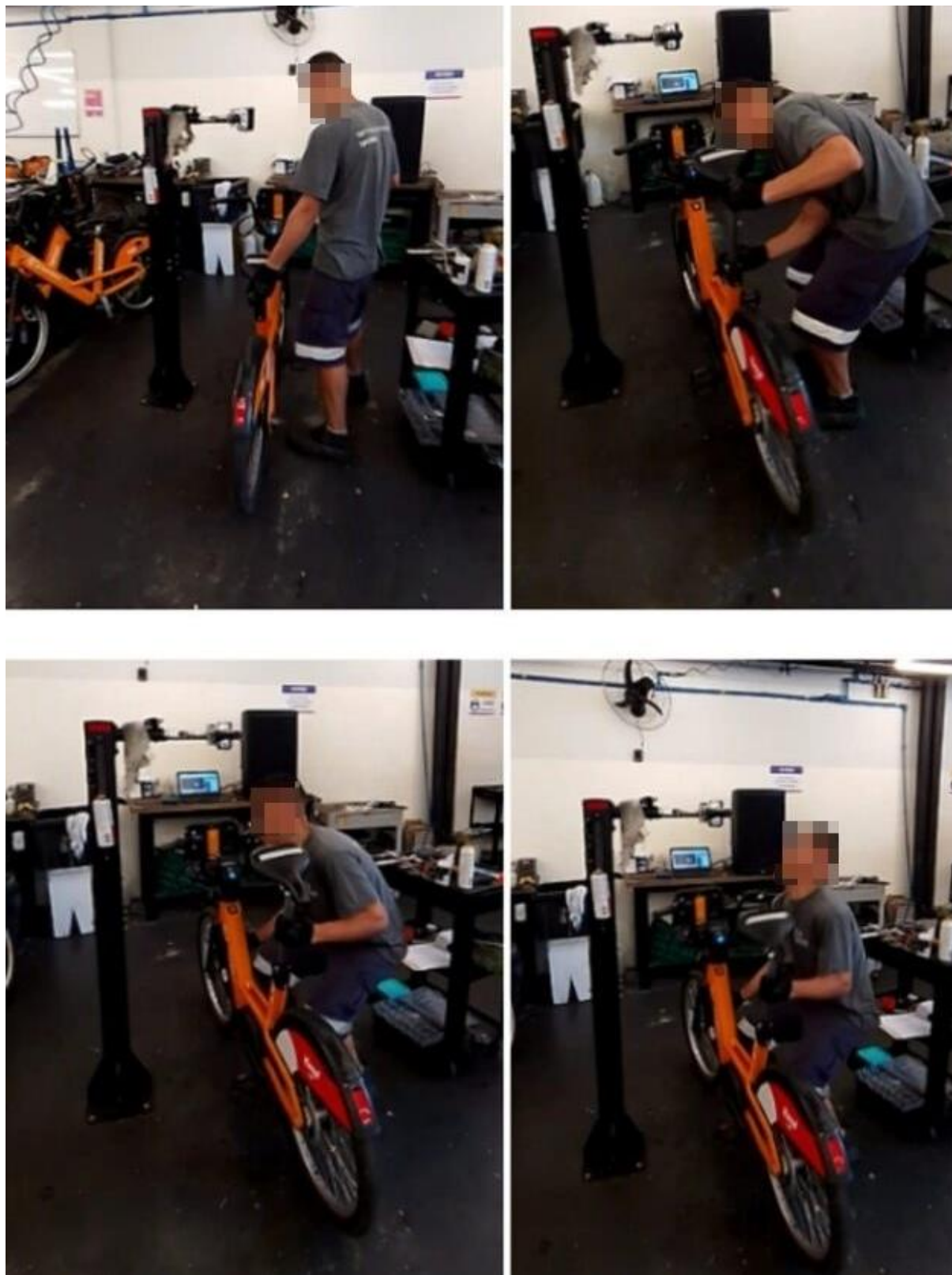
Fonte: Autor (2022)

#### **5.4.2. OBSERVAÇÕES SISTEMÁTICAS DA MANUTENÇÃO DE BICICLETA ELÉTRICA**

Analogamente, com o consenso do funcionário da Tembici, foi realizada a filmagem da atividade completa de manutenção de uma bicicleta elétrica com o pneu dianteiro furado.

A sequência de imagens a seguir, em ordem cronológica, ilustra os principais momentos da filmagem realizada. O mecânico começa erguendo a bicicleta elétrica para fixá-la no cavalete, o que, diferentemente do observado na manutenção da bicicleta mecânica, ele faz um grande esforço, utilizando até uma das pernas como apoio. Também em contraste com a manutenção da bicicleta mecânica, não é possível movimentar a bicicleta de acordo com a necessidade do mecânico. Neste caso, fica claro que o trabalhador é forçado a ficar predominantemente agachado ou curvado ao longo do processo de reparo, o que representa um esforço repetitivo e excessivo e coloca em risco a saúde do funcionário.

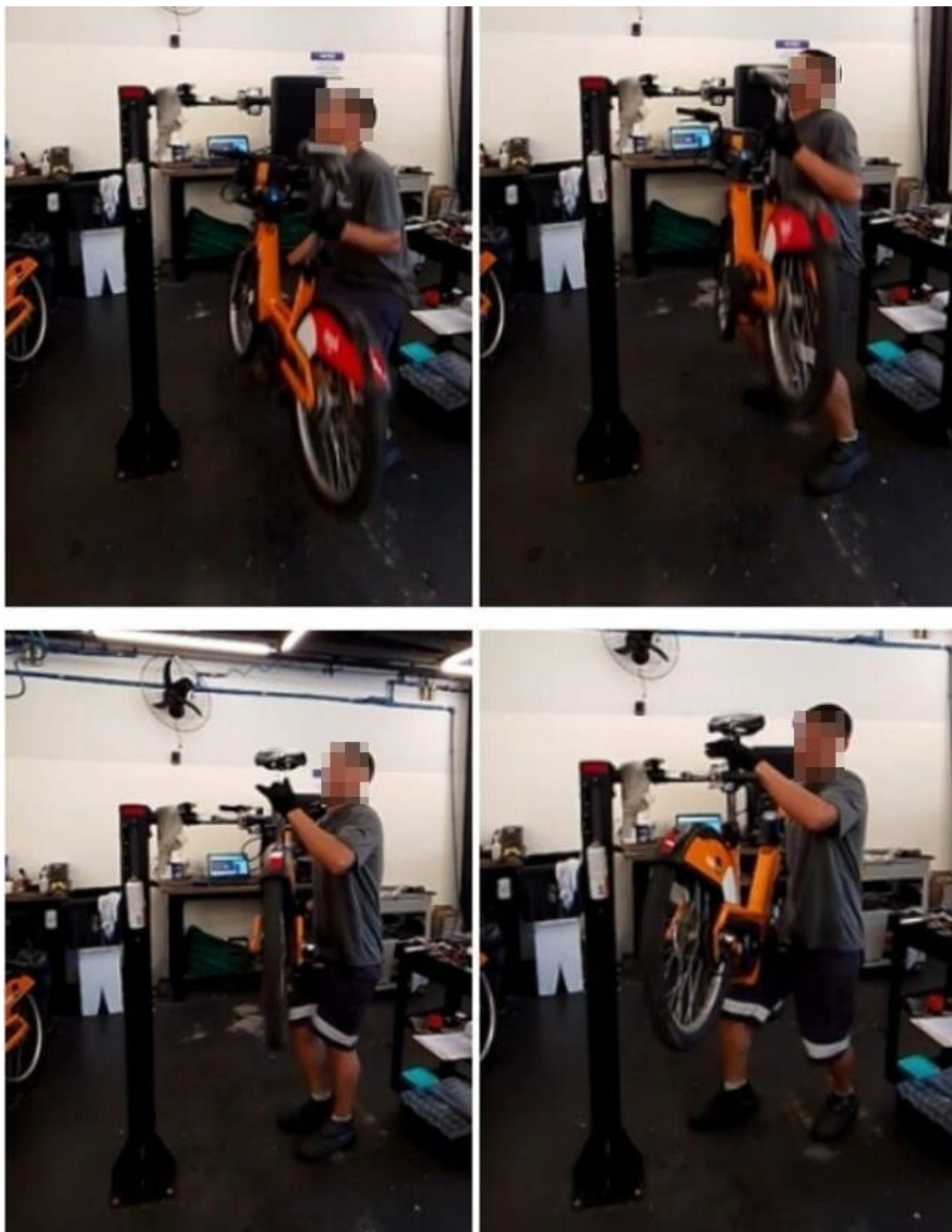
**Figura 25** - Fotos do mecânico aproximando a bicicleta elétrica inoperante ao cavalete, estendendo o canote da bicicleta, flexionando as pernas e a coluna para erguer a bicicleta e se preparando para realizar o empuxo para elevar a bicicleta e fixá-la no cavalete



Fonte: Autor (2022)

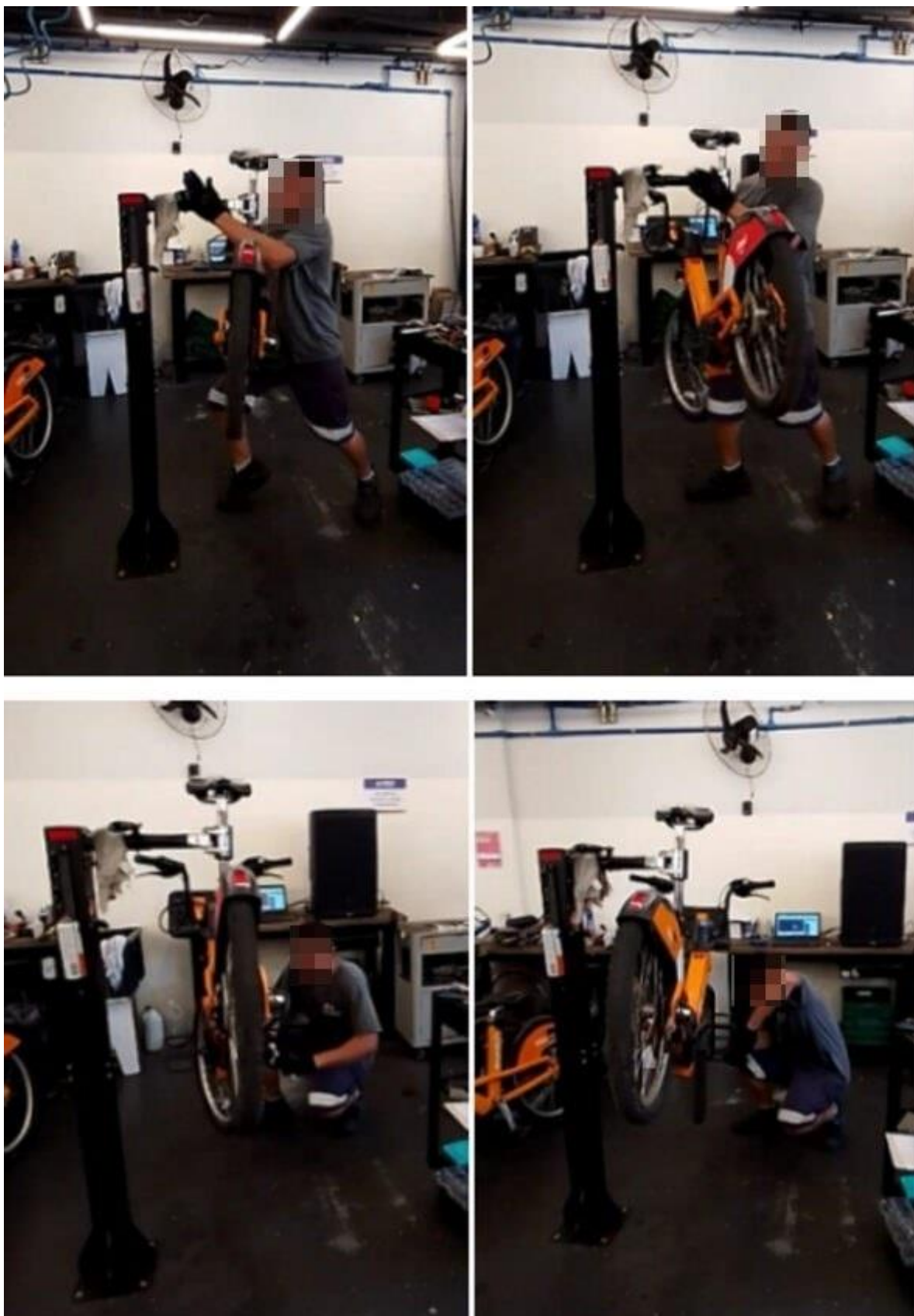


**Figura 26** - Fotos do mecânico realizando o empuxo para elevar a bicicleta e suportando seu peso com o auxílio de sua perna direita para fixá-la no cavalete



Fonte: Autor (2022)

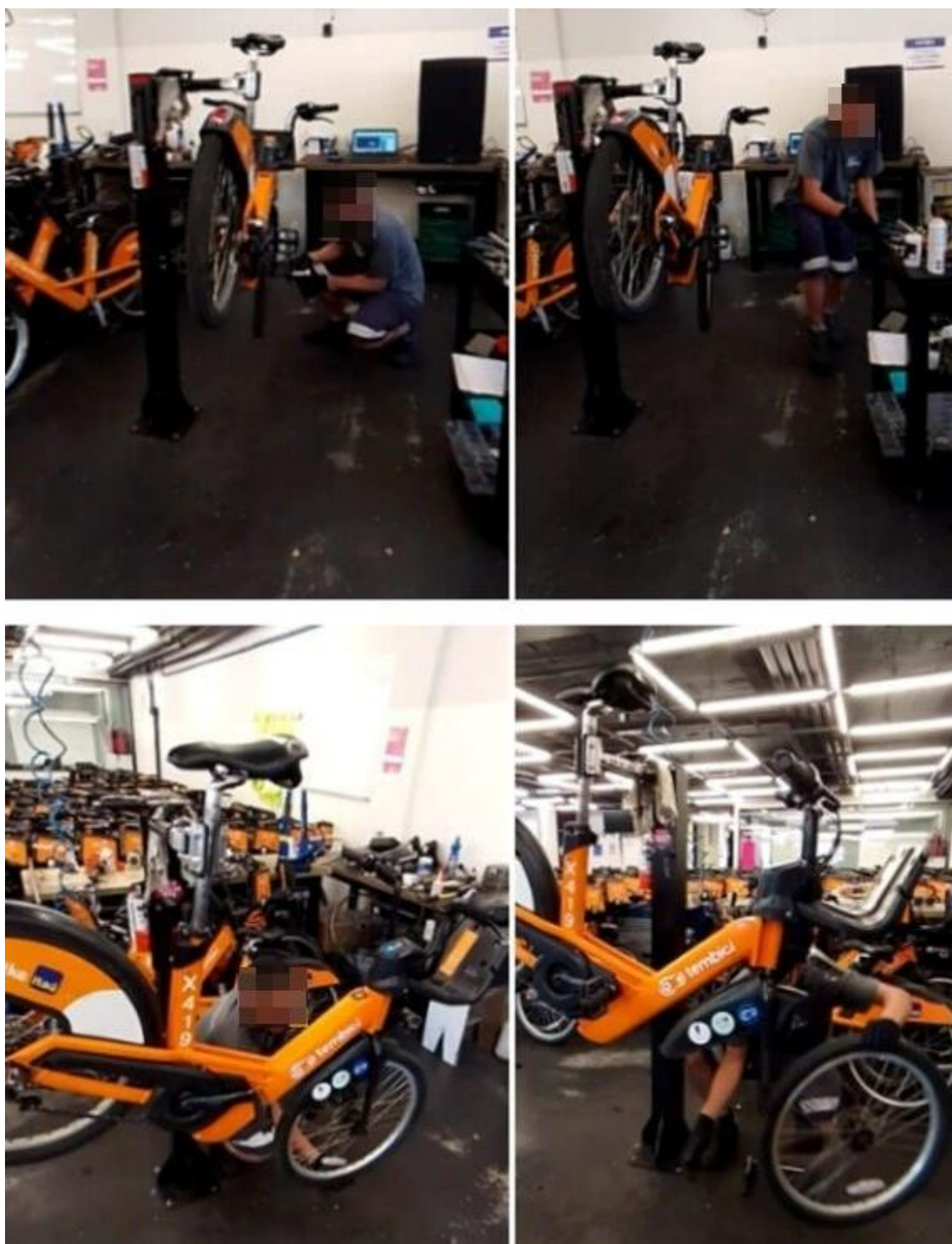
**Figura 27** - Fotos do mecânico fixando a bicicleta elétrica pelo canote através do acionamento da alavanca de trava do cavalete, e dando início à retirada da roda dianteira furada



Fonte: Autor (2022)



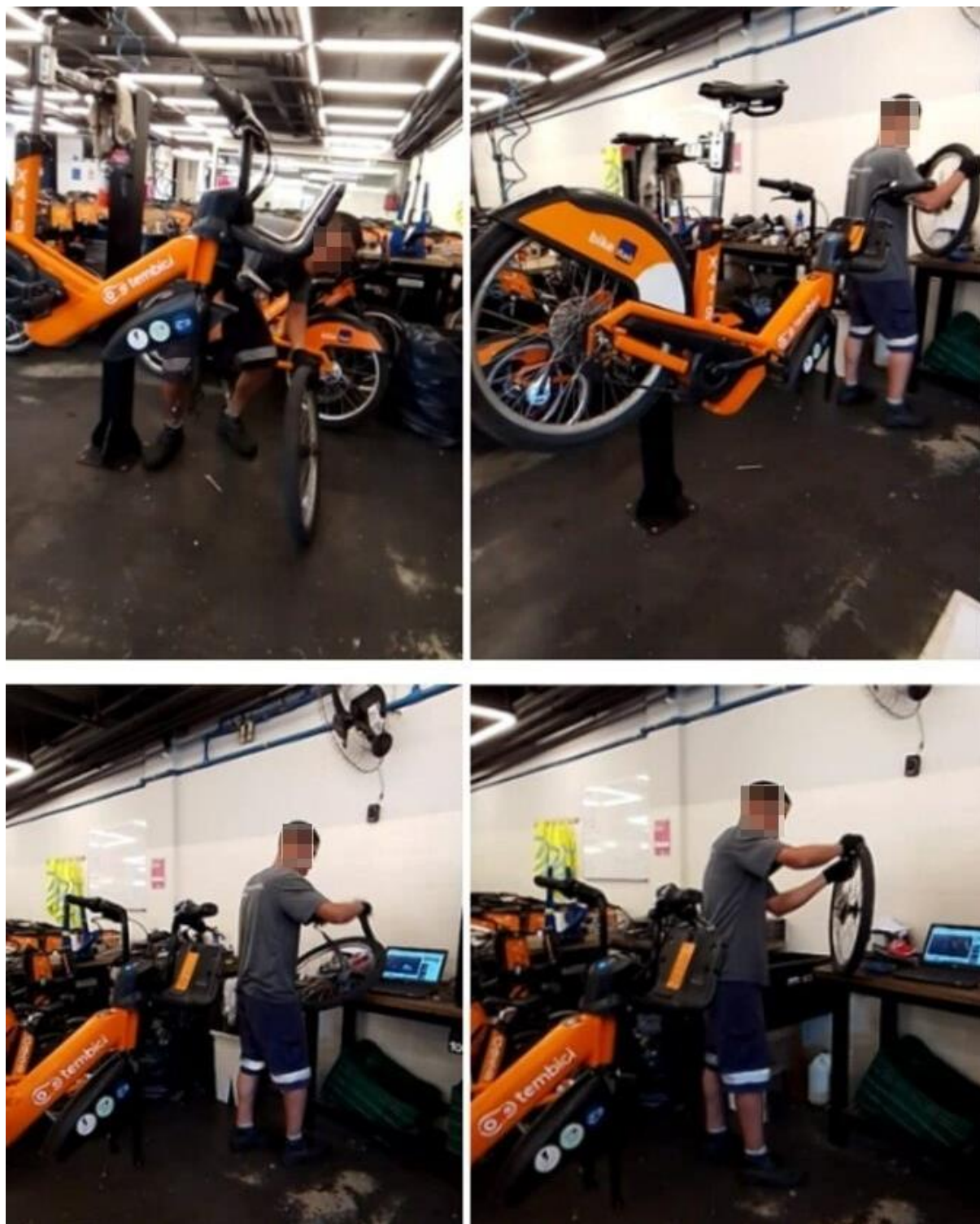
**Figura 28** - Fotos do mecânico agachado, removendo a roda dianteira da bicicleta elétrica



Fonte: Autor (2022)

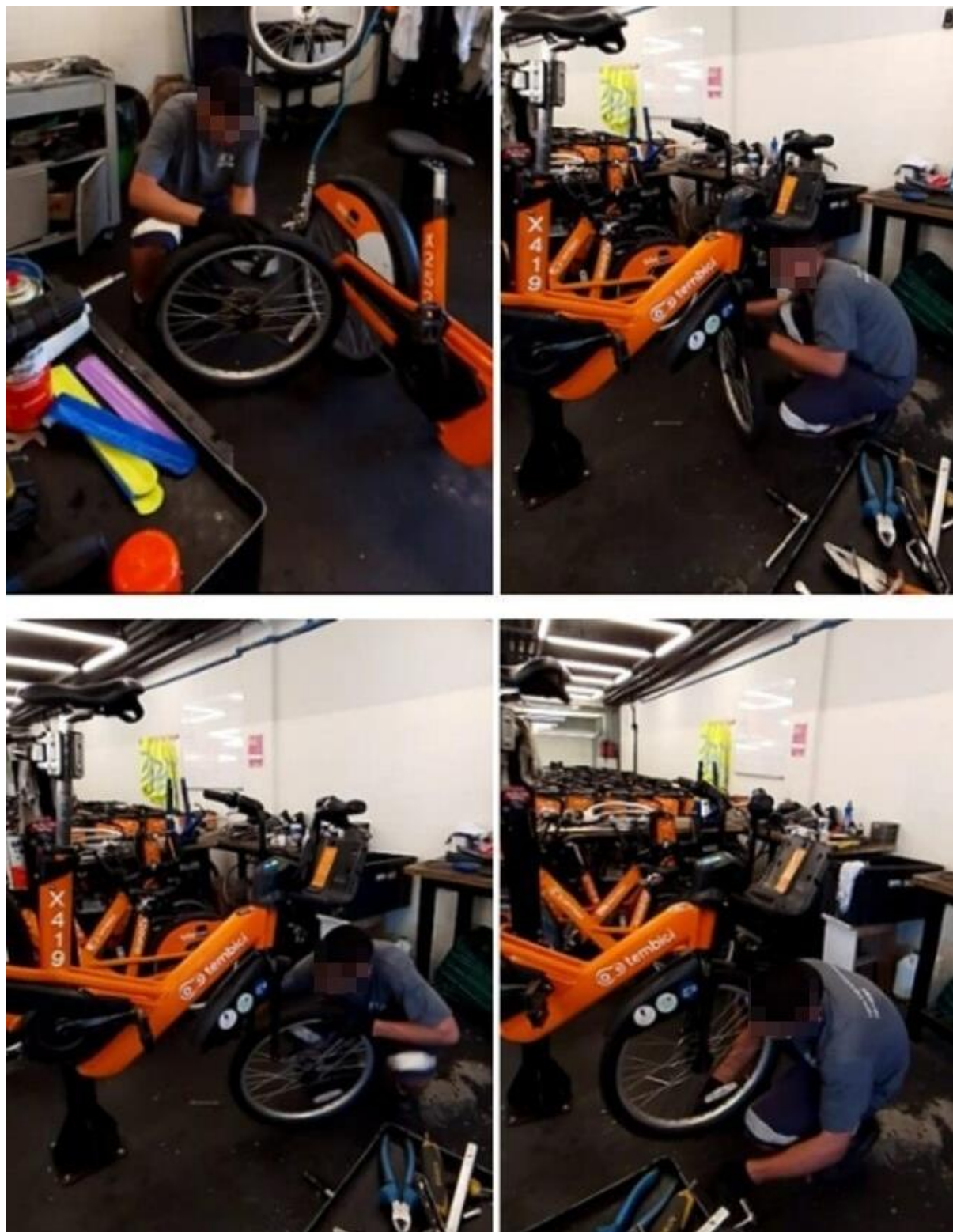


**Figura 29** - Fotos do mecânico levando a roda dianteira da bicicleta elétrica para a bancada de ferramentas e realizando a troca da câmara de ar furada



Fonte: Autor (2022)

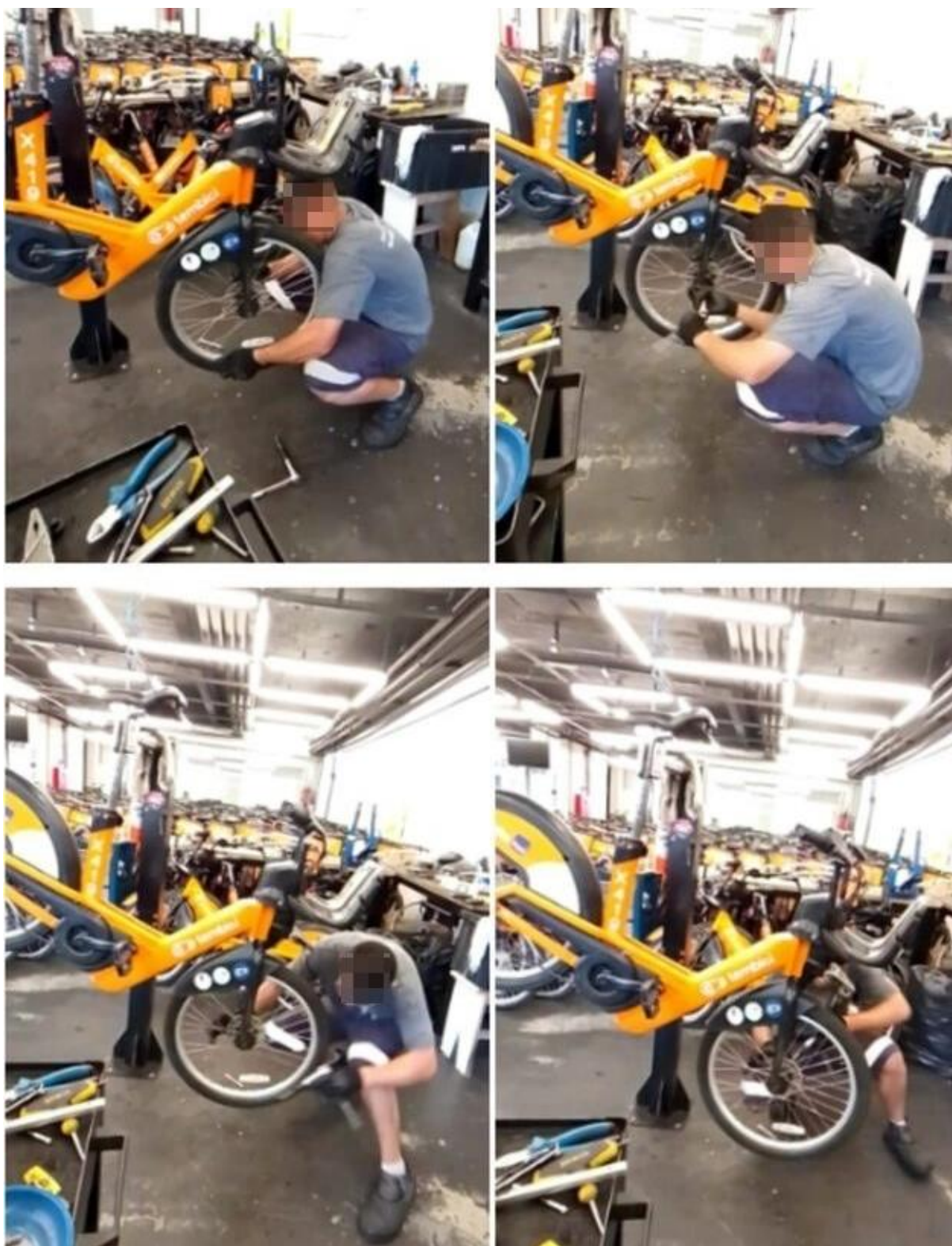
**Figura 30** - Fotos do mecânico calibrando o pneu e iniciando a inserção da roda reparada na bicicleta elétrica



Fonte: Autor (2022)

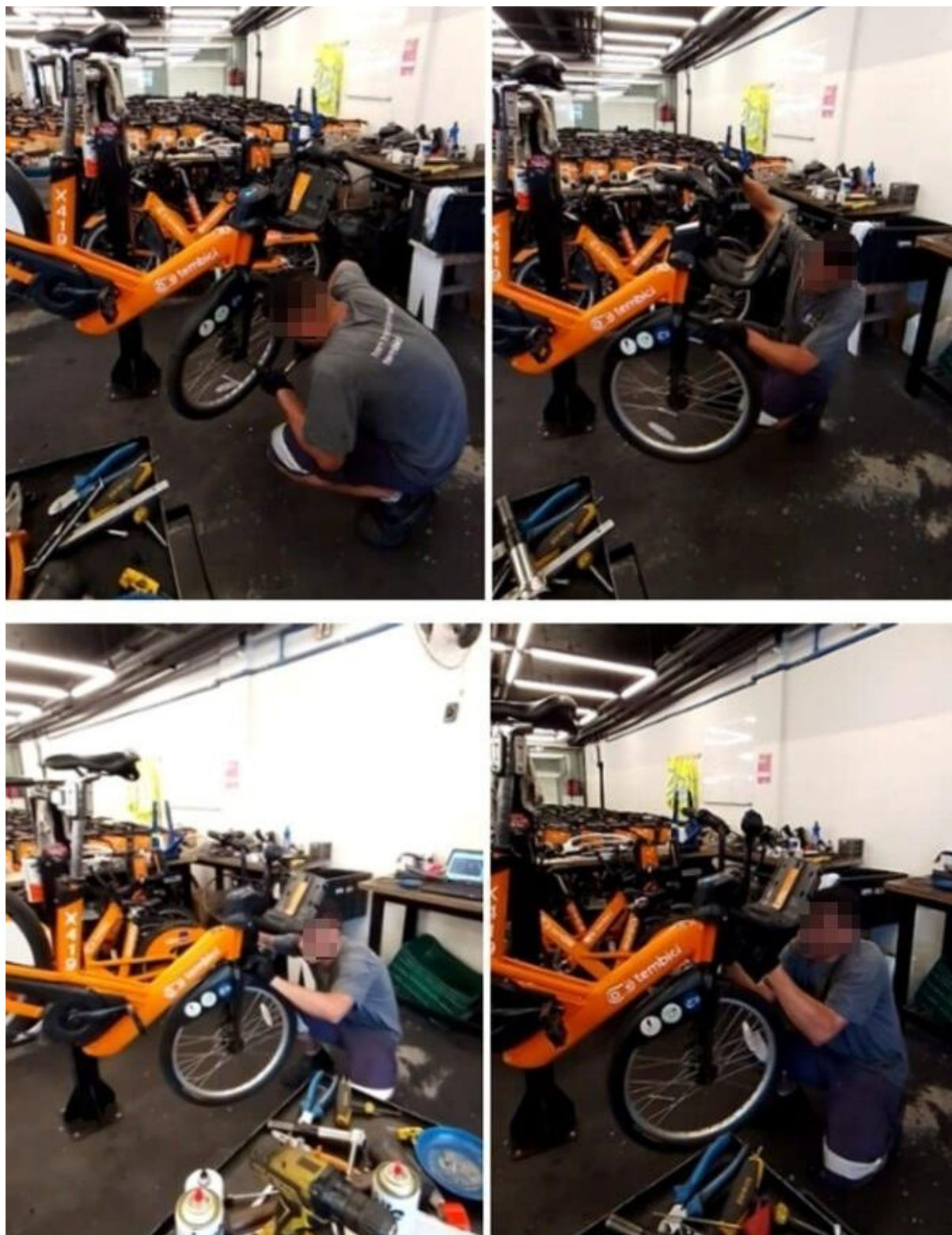


**Figura 31** - Fotos do mecânico colocando de volta na bicicleta elétrica a roda dianteira reparada



Fonte: Autor (2022)

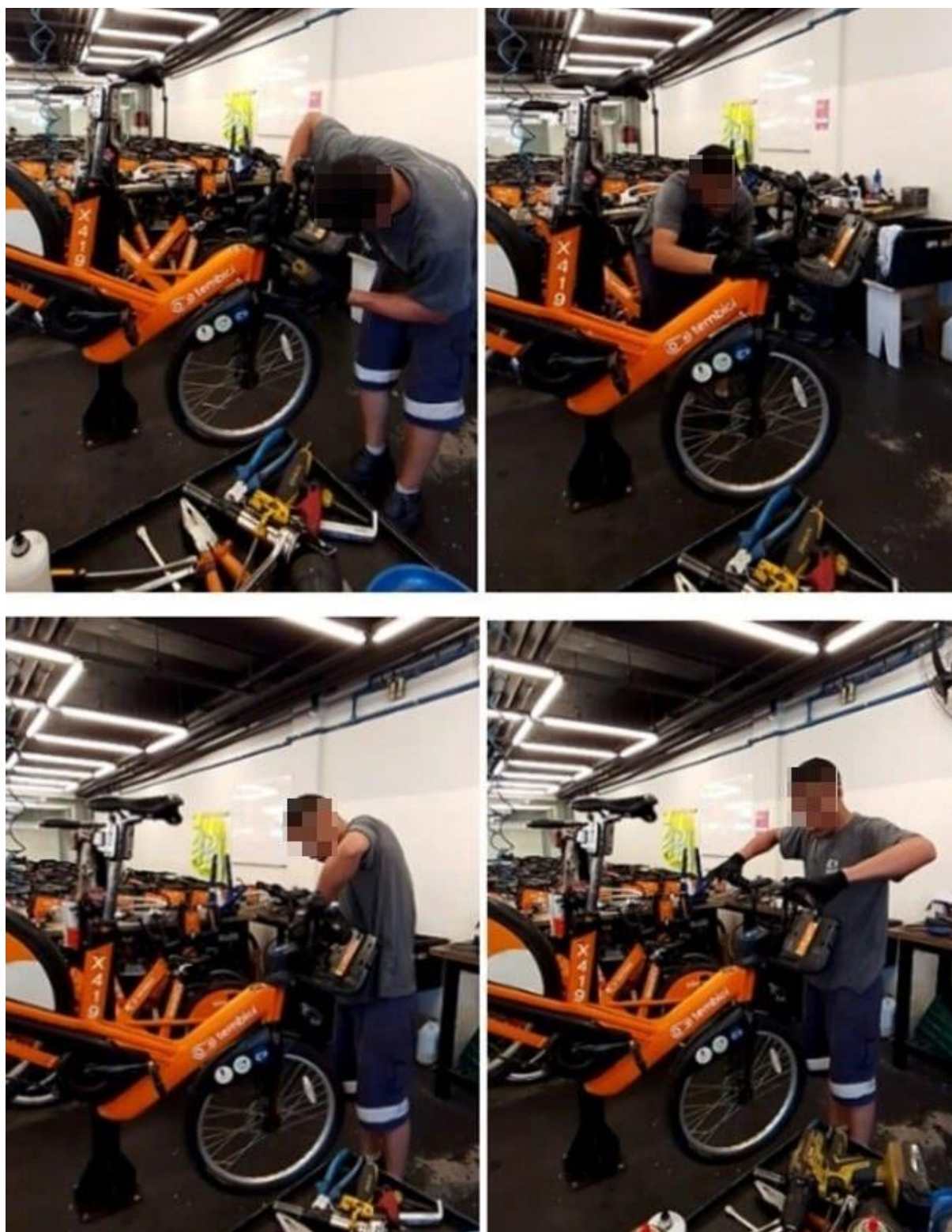
**Figura 32** - Fotos do mecânico finalizando instalação da roda na bicicleta elétrica e verificando a adequação de outros componentes



Fonte: Autor (2022)

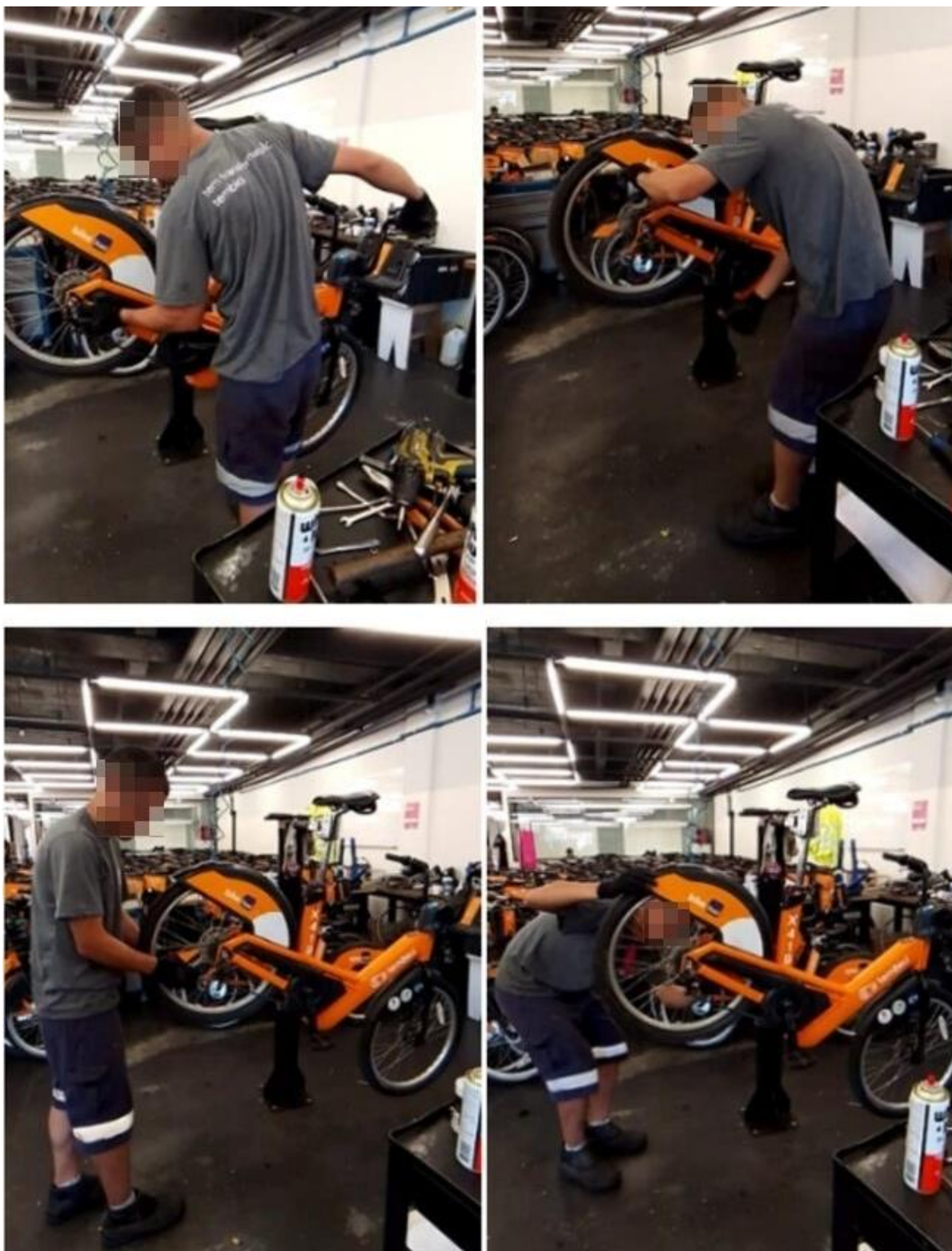


**Figura 33** - Fotos do mecânico verificando a adequação de outros componentes da bicicleta elétrica



Fonte: Autor (2022)

**Figura 34** - Fotos do mecânico verificando a adequação dos demais componentes da bicicleta elétrica



Fonte: Autor (2022)

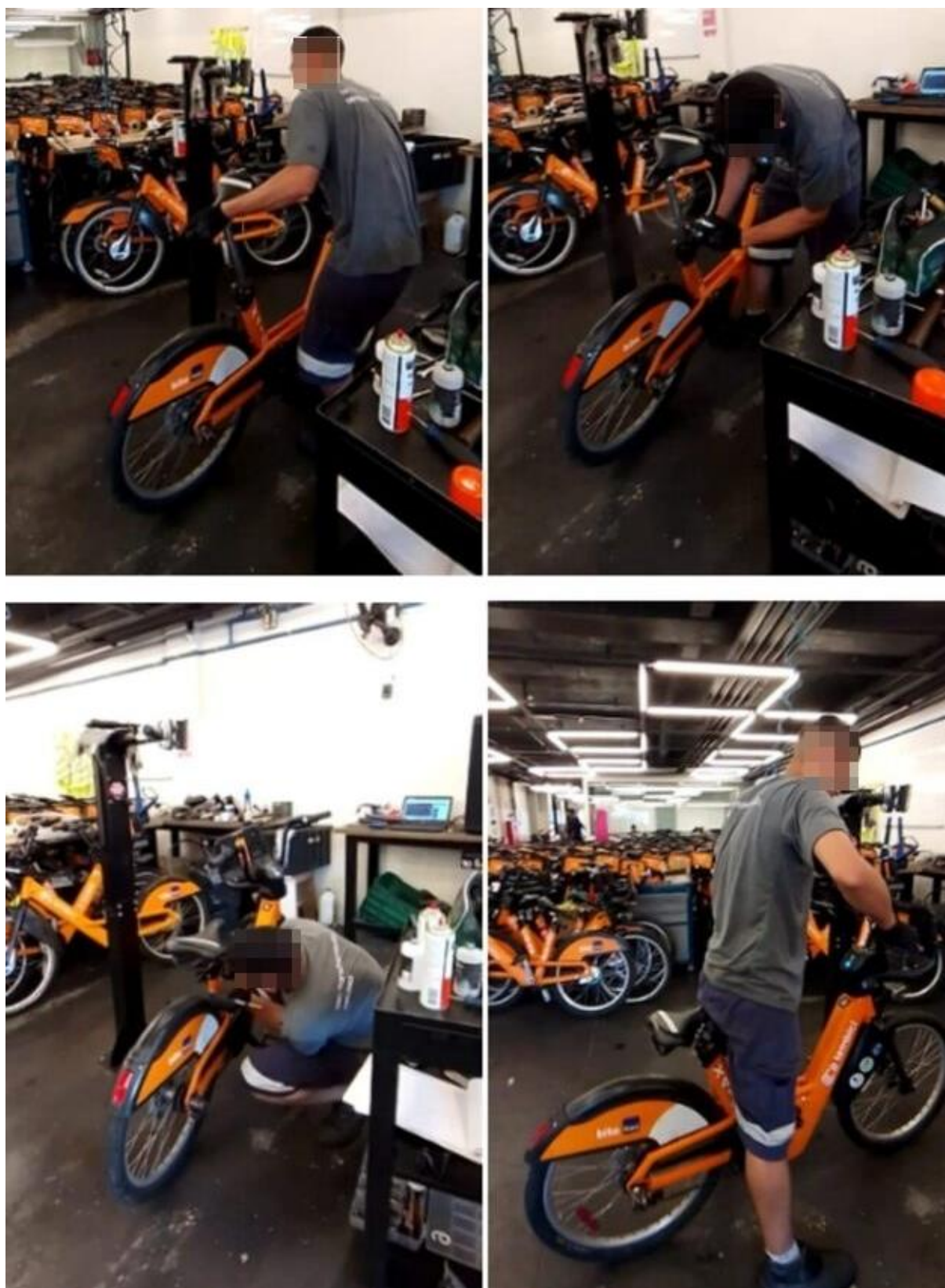


**Figura 35** - Fotos do mecânico suportando o peso da bicicleta elétrica em movimento de descida do cavalete



Fonte: Autor (2022)

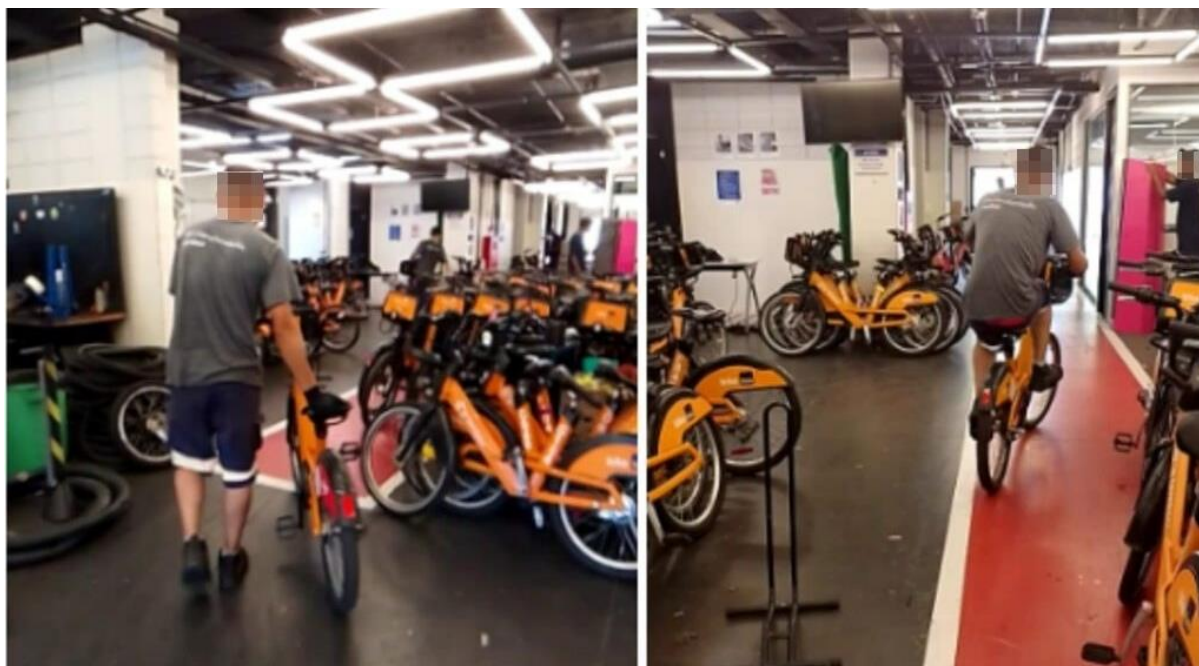
**Figura 36** - Fotos do mecânico realizando as últimas checagens na bicicleta elétrica



Fonte: Autor (2022)



**Figura 37** - Fotos do mecânico levando a bicicleta elétrica para o teste prático, última etapa da manutenção filmada



Fonte: Autor (2022)

#### **5.4.3. ANÁLISE POSTURAL DAS OBSERVAÇÕES DE MANUTENÇÃO DA BICICLETA ELÉTRICA E MECÂNICA**

A partir das observações sistemáticas realizadas, é possível analisar comparativamente as posturas de trabalho executadas pelo mesmo mecânico nas duas situações. Apesar de se tratar do mesmo tipo de reparo nas duas bicicletas (furo no pneu dianteiro) os esforços e posições de trabalho são muito diferentes nos dois casos.

Pode-se utilizar o Sistema OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*), citado na parte de Revisão Bibliográfica deste trabalho, no item 3.4.1., para auxiliar a análise da carga postural durante o trabalho em questão.

No caso da manutenção da bicicleta mecânica, foi observado que na situação inicial de elevação e fixação da bicicleta no cavalete, o mecânico fica na posição 2132, que se enquadra na classe 2, sendo o primeiro número referente ao dorso e “2” indicando inclinação, o segundo relacionado à postura dos braços, neste caso “1” representa os dois braços para baixo, o terceiro correspondente às pernas e “3” foi utilizado porque ambas ficam predominantemente flexionadas e o último número é

determinado pela carga, que está no intervalo de 10 a 20 kg representado pelo número “2”, já que a bicicleta mecânica possui 15 kg. No restante da atividade, o mecânico fica predominantemente na posição 1111, visto que o dorso se mantém ereto, braços para baixo, pernas retas, e carga menor do que 10 kg, ou seja, uma postura normal de classe 1, ou seja, uma postura que não exige cuidados.

Comparativamente, no caso da bicicleta elétrica, observa-se que na situação inicial de elevação e fixação da bicicleta no cavalete, o mecânico fica na posição 2233 de classe 3, que merece atenção no curto prazo, visto que o dorso fica inclinado, um dos braços fica acima dos ombros, as duas pernas ficam flexionadas, e a bicicleta elétrica possui mais de 20 kg. No restante da atividade, o mecânico fica predominantemente agachado e curvado, posição 2151, também de classe 3, e às vezes com o dorso torcido e um dos braços erguidos, posição 4251 de classe 4, a de maior risco.

Foi observado que durante os 9 minutos de trabalho do mecânico para realizar o reparo da roda dianteira da bicicleta elétrica, o funcionário fica aproximadamente 4 minutos e 15 segundos, quase 50% do tempo, em posturas extremas, isto é, que trazem maior risco para as estruturas do corpo do funcionário. Em um cenário futuro em que 50% do volume de bicicletas reparadas seriam elétricas, nessas condições, estima-se que a média de tempo em posturas extremas de um mecânico seria de aproximadamente 1 hora e 50 minutos por dia.

Ao comparar os dois casos, fica claro que existem riscos maiores relacionados à atividade de manutenção de bicicletas elétricas que inclusive demandam atenção imediata segundo a classificação de posturas do Sistema OWAS.

## **5.5. REPROJETO DA SITUAÇÃO ATUAL**

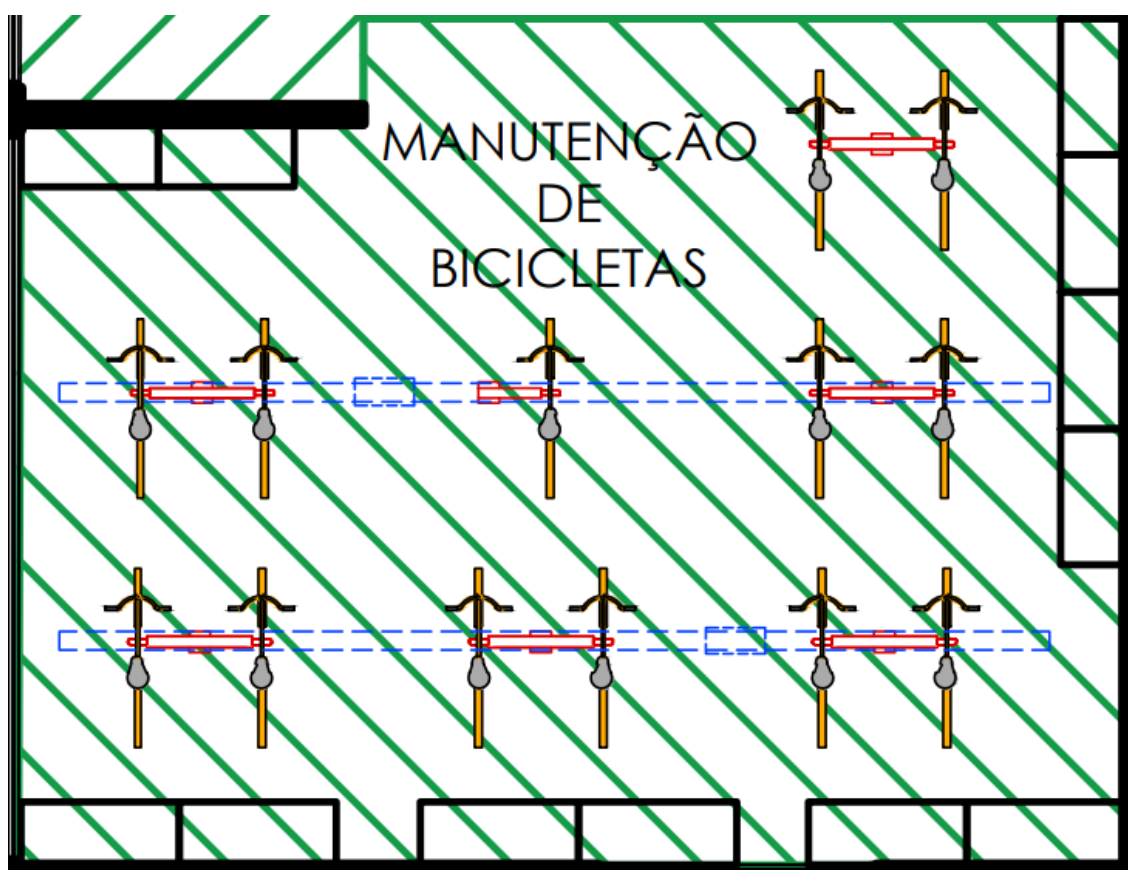
Dadas as demandas detalhadas nos itens anteriores deste trabalho e levando em consideração o recorte temático escolhido pelo autor, visando a manutenção de bicicletas elétricas, será proposto um reprojeto da oficina que consiste em alterações de equipamentos e na otimização da utilização das áreas de trabalho na planta. Vale ressaltar que foi realizada uma etapa importante de discussão com os funcionários da

oficina sobre as soluções esboçadas pelo autor para as demandas identificadas, chegando-se em conjunto às propostas de reprojeto da situação atual.

Primeiro, recomenda-se a substituição dos cinco cavaletes duplos fixos atuais por cavaletes de modelos similares mas que permitam a fixação de duas bicicletas elétricas, considerando a maior largura do quadro e o maior peso comparados às bicicletas mecânicas. E a compra de um cavalete duplo e de um simples ambos fixos nestes mesmos padrões. Totalizando seis cavaletes duplos e um simples, conforme ilustrado no recorte da planta de situação pretendida (Figura 38), aumentando o número de postos de trabalho para os mecânicos e permitindo que eles fiquem em posição confortável durante a execução de reparos em bicicletas elétricas.

Além de atender as especificações técnicas de capacidade de carga mínima de 40 kg suportada pelos braços do cavalete e de abertura da garra mínima de 12 cm, o novo cavalete precisa ser capaz de sustentar a bicicleta elétrica em qualquer um dos ângulos de trabalho que o mecânico desejar atuar, de forma a rotacionar sem perder estabilidade nos 360°. Espera-se que com a amplitude especificada da garra, o novo cavalete seja capaz de fixar tanto a bicicleta mecânica quanto a elétrica pela região central do quadro, ponto ideal por ser mais próximo ao centro de massa da bicicleta, o que reduz a força realizada pelos componentes de trava do cavalete e permite a estabilidade da bicicleta em qualquer ângulo de trabalho desejado pelo mecânico.

**Figura 38** - Recorte da planta pretendida da área de trabalho dos mecânicos



Fonte: Elaboração própria a partir de planta base fornecida pela empresa

Segundo, sugere-se a instalação de dois trilhos no teto da área de manutenção de bicicletas, alinhados com as fileiras de cavaletes fixos, conforme ilustrado acima, em azul, na Figura 38. Cada trilho suportará uma talha elétrica, similar ao equipamento ilustrado na Figura 39 abaixo, que auxiliará o levantamento das bicicletas elétricas para encaixe nos cavaletes, evitando o esforço físico intenso do mecânico que atualmente realiza este trabalho e ergue todo o peso da bicicleta.

É importante ressaltar que esse equipamento necessariamente precisa ser uma solução ágil e que ocupe pouco espaço para que não atrapalhe a produtividade da oficina. Cada trilho e talha elétrica instalados ficariam à disposição de 5 ou 6 mecânicos na elevação e descida de bicicletas elétricas dos cavaletes (para as bicicletas mecânicas não há necessidade de se fazer uso do equipamento). A talha elétrica deve suportar carga mínima de 100 kg, além de apresentar velocidades satisfatórias de movimentações nos trilhos e de subida e descida da carga. Também será necessário

desenvolver um suporte para o contato entre a talha e a bicicleta elétrica, de forma que favoreça uma boa estabilidade da bicicleta na elevação sem comprometer a integridade da mesma.

**Figura 39** - Exemplo de talha elétrica com apoio em trilho suspenso.



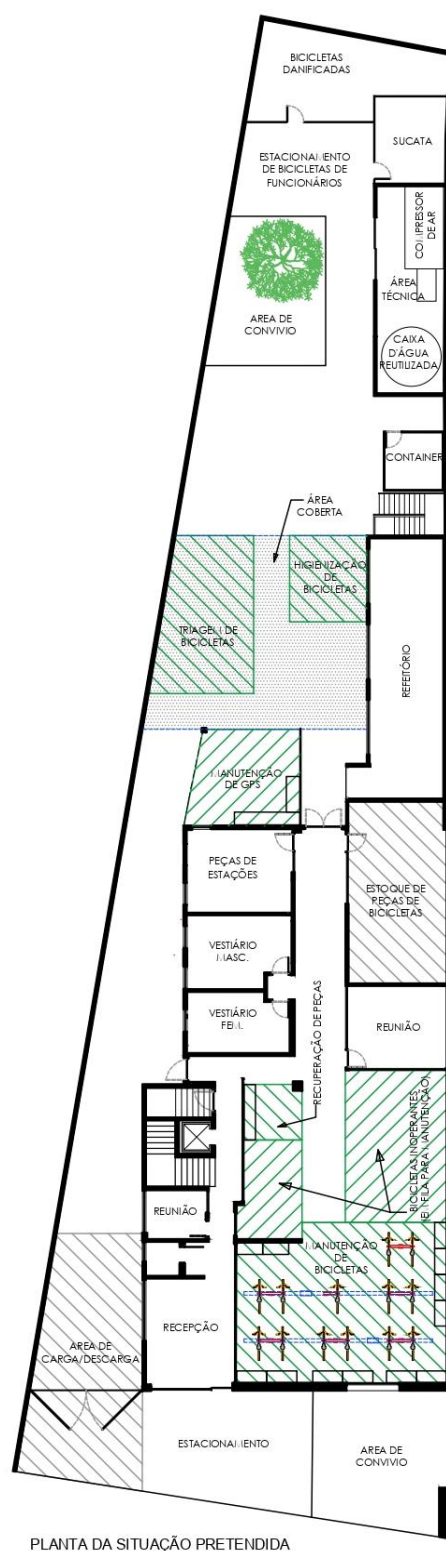
Fonte: Google Imagens

Além das recomendações ergonômicas acima, será proposto um reprojeto do centro de manutenção visando facilitar e melhorar a forma como outras atividades são executadas, do ponto de vista dos trabalhadores e levando em conta a produtividade da organização.

Na nova configuração sugerida, ilustrada na planta da Figura 40 abaixo, a equipe de manutenção do GPS ficaria onde atualmente atua a equipe de higienização, ou seja, na área externa coberta. Isso evitaria o deslocamento constante para à área externa, onde há sinal de GPS para a verificação dos reparos realizados. Consequentemente a equipe de higienização seria realocada, para isso foi escolhido um

local ainda na área externa, próximo à triagem, possibilitando a instalação de uma cobertura única que protegeria ambas as atividades do sol e da chuva.

**Figura 40** - Planta da situação pretendida da oficina de manutenção indicando as atividades realizadas no local



Fonte: Elaboração própria a partir de planta base fornecida pela empresa

Por último, com a liberação da área onde atualmente ocorre a manutenção de GPS, sugere-se a movimentação do local de recuperação de peças para que ele fique mais próximo ao estoque, com quem tem interações diretas, e o aumento do espaço destinado às filas de bicicletas para manutenção geral.

A seguir, na Figura 41, são ilustradas por meio de setas as movimentações propostas das áreas de cada atividade entre as plantas da situação atual e da situação pretendida.



**Figura 41** - Comparação entre as plantas da situação atual e pretendida indicando as movimentações pretendidas das áreas de cada atividade



Fonte: Elaboração própria a partir de planta base fornecida pela empresa



## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para concluir, é fundamental a reflexão acerca da eficácia e dos limites de recomendações ergonômicas em geral e do reprojeto proposto neste trabalho. Intervenções ergonômicas são focadas em situações atuais de empresas e ao serem colocadas em prática produzem alterações na dinâmica do trabalho e, portanto, criam novas situações das quais fazem partes os mesmos ou até novos agentes. Dessa forma, as novas situações podem gerar demandas e problemas desconhecidos até então, e impossíveis de prever, até mesmo para um ergonomista experiente. Isso revela um caráter contínuo das ações ergonômicas, que sempre serão necessárias independentemente da realização prévia de outros estudos e intervenções ergonômicas.

Para o reprojeto proposto neste trabalho, como ele se restringiu a uma área e localização específica da empresa, a análise realizada teve foco em situações pontuais. Por isso, os limites da proposta de intervenção são ainda mais evidentes, pois a alteração apenas das situações estudadas podem gerar impactos em outros campos da empresa e causar o surgimento de novas demandas. Portanto, é recomendada a continuidade e aprofundamento da ação ergonômica na organização.

Neste sentido, para a continuidade do estudo e para a realização de uma intervenção ergonômica no ambiente da oficina, recomenda-se a instrução detalhada aos funcionários para a realização da compra de novos equipamentos a partir dos dados constatados neste trabalho e a realização de testes pela equipe do centro de manutenção de equipamentos de diferentes fornecedores. Após a instrução de funcionários e a partir dos resultados dos testes que sugere-se a implementação de alterações na dinâmica de trabalho da oficina estudada.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia**: da prática à teoria. São Paulo: Blucher, 2009.

BRASIL, Ministério do Trabalho. Portaria MTb nº 876, de 24 de outubro de 2018. **NR-17 Ergonomia**. Diário Oficial da União, 2018.

COCKELL, Fernanda Flávia. **Incorporação e apropriação dos resultados de uma intervenção ergonômica**: um estudo de caso. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3428/DissFFC.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3428/DissFFC.pdf?sequence=1). Acesso realizado em 30 de set. de 2022.

DETRO, Silvana. **Engenharia Ergonômica - Introdução**. 2022. Disponível em: [https://docs.ufpr.br/~silvana.detro/Ergonomia/Aula%2001\\_Introdu%C3%A7%C3%A3o%20Ergonomia.pdf](https://docs.ufpr.br/~silvana.detro/Ergonomia/Aula%2001_Introdu%C3%A7%C3%A3o%20Ergonomia.pdf). Acesso realizado em: 20 de ago. 2022.

DUL, Jan; WEERDMEESTER, Bernard. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Blucher, 2012.

FALZON, Pierre. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2017.

FERREIRA, Alais Souza; MERINO, Eugenio Andrés Díaz; FIGUEIREDO, Luiz Fernando Gonçalves de. **Métodos utilizados na Ergonomia Organizacional**: revisão de literatura. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/2316796306122017058>. Acesso realizado em: 16 de set. 2022.

FILHO, Nelson Ferreira. **A busca da normalidade**: a regulação dos processos de trabalho de máquinas injetoras de termoplásticos em uma indústria de telefones. 2014. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/128665>. Acesso realizado em: 01 de out. de 2022.

GUIZZE, Carmen Lúcia Campos. **Modelo de avaliação de maturidade organizacional para ação ergonômica**. 2011. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe\\_d/CarmenLuciaCamposGuizze.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_d/CarmenLuciaCamposGuizze.pdf). Acesso realizado em: 24 de setembro de 2022.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

LIMA, João Ademar de Andrade. **Bases teóricas para uma metodologia de análise ergonômica**. 4º ERGODESIGN - 4º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído. 25 e 26 maio de 2004 – PUC-Rio. Disponível em: <http://www.ergonomianotrabalho.com.br/analise-ergonomica-bases-teoricas-para-uma-metodologia.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

MAFRA, José Roberto Dourado. **Metodologia de custeio para a ergonomia**. Rev. contab. finanç. 17 (42), dez 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcf/a/mN5rFbyNRcdFNCZZZ9WrnCD/?lang=pt>. Acesso em: 20 de ago. 2022.

MENDES, Tassia Z.; MACHADO, Ricardo Luiz. **Análise Ergonômica do Trabalho: a ergonomia auxiliando na melhoria contínua do trabalho do homem**. estudo ergonômico sobre um posto de trabalho de uma indústria do ramo moveleiro. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_229\\_339\\_29330.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_229_339_29330.pdf). Acesso realizado em: 20 de ago. 2022.

PIZO, Carlos Antonio. **Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado**. 2010. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/prod/a/zp7pBY9znN8qBJJw6GXvTPK/?lang=pt&format=pdf>. Acesso realizado em: 05 de out. 2022.

SILVA, José Carlos Plácido da; PASCHOARELLI, Luis Carlos. **A evolução histórica da ergonomia no mundo e seus pioneiros**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/110770/ISBN9788579831201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso realizado em: 20 de ago. 2022.

SZNELWAR, Laerte Idal; MONTEDO, Uiara Bandineli; SIGAHI, Tiago Fonseca Albuquerque Cavalcanti. **A Complexidade em diálogo com a ergonomia e a engenharia** – contribuições de Edgar Morin. EccoS – Rev. Cient., São Paulo, n. 57, p.

1-32 e 20269, abr./jun. 2021. Disponível em:

<https://periodicos.uninove.br/eccos/article/view/20269/9139>. Acesso realizado em: 02 de out. 2022.

TOSETTO, Thaís. **Ergonomia e projeto no contexto do programa de ergonomia de uma indústria aeronáutica**: descontinuidade sem ruptura. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3605>. Acesso realizado em: 28 de setembro de 2022.