



UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA



Determinantes do declínio da força muscular na indústria automóvel

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau Mestre em Ergonomia

Orientadora: Doutora Maria Filomena Araújo da Costa Cruz Carnide, professora auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa.

Júri:

Presidente:

Doutora Teresa Margarida Crato Patrone de Abreu Cotrim, professora auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutora Maria Filomena Araújo da Costa Cruz Carnide, professora auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa.

Doutora Vera Moniz Pereira da Silva, professora auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa.

Lisbeth Anais Buñay Guairacaja

2024

DEDICATORIA

Dedico este projeto a essa rapariga corajosa que, há dois anos, tomou a difícil decisão de deixar o seu país para embarcar numa nova aventura. Em diversas ocasiões, enfrentou a tentação de desistir, mas de cada vez que os pensamentos negativos apareciam, outros surgiam cheios de motivação e determinação para alcançar o seu sonho de realização profissional noutra país. Reconheço que, por detrás desta aventura, estiveram presentes Deus, a Virgem Maria e os meus anjos da guarda, que me guiaram para que hoje possa escrever esta dedicatória como parte final do meu projeto.

Dedico também este projeto, com todo o meu amor e carinho, aos meus pais, Estuardo e Agustina, e ao meu irmão Orlando, que foram peças fundamentais em todas as batalhas e me motivaram a continuar a atingir o objetivo a que me propus. Por último, mas não menos importante, dedico esta conquista a Byron e Norma, que estiveram sempre dispostos a ouvir-me e a trazer-me paz nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, à Virgem e aos meus guias espirituais por me terem iluminado e guiado nesta etapa da minha vida; por me terem permitido viver experiências inesquecíveis e conhecer pessoas maravilhosas durante a minha estadia em Lisboa, deixando uma marca indelével no meu coração.

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos à Professora Doutora Filomena Carnide, minha orientadora, pelo seu inabalável apoio na realização deste trabalho. Agradeço-lhe a sua orientação constante, a sua disponibilidade incondicional e a confiança que sempre depositou em mim. O seu incentivo foi fundamental para a realização deste projeto.

Aos meus professores do mestrado, pelo seu apoio e orientação inigualáveis ao longo do meu percurso académico, foram fundamentais para o meu desenvolvimento e sucesso no campo profissional.

As minhas colegas de mestrado, pelo seu carinho, respeito e colaboração durante esta viagem desafiante. Em especial, à Valéria e à Eduarda pelo seu contínuo apreço.

As minhas colegas de trabalho, Carla, Maria, Manuela e Paula, pela disponibilidade inabalável para me ajudarem e pela compreensão durante todo o processo de elaboração deste projeto. Em particular, à Carla e à Maria pelo valioso contributo na revisão e tradução deste documento.

A minha mentora, Carla Gonçalves, por tudo o que estou a aprender sob a sua orientação e paciência neste processo profissional. Além disso, agradeço por cada momento em que me permitiu fazer parte da sua vida pessoal, fazendo-me sentir em casa.

Aos meus pais, pelo seu apoio incondicional para alcançar os meus sonhos, tanto a nível financeiro como emocional e espiritual. As vossas orações têm sido um pilar fundamental no meu caminho.

Ao meu irmão, por me ter inspirado a viajar e por me ter motivado a continuar todos os dias. O seu exemplo de perseverança perante a adversidade ensinou-me valiosas lições de vida. Além disso, estou grato por me ter ajudado a compreender a importância de amadurecer e de apreciar os esforços dos nossos pais, apesar da distância.

Agradeço do fundo do meu coração aos meus irmãos de alma. Ao Byron, por estar sempre presente com palavras de encorajamento e por me trazer sorrisos que me ajudaram a deixar para trás os tempos difíceis e os fracassos. Obrigada por me ter lembrado que há sempre uma nova oportunidade para recomeçar e ultrapassar os meus medos. Quero também expressar a minha profunda gratidão à Norma, que tem sido um apoio incondicional na minha vida. Esteve sempre disposta a ouvir-me, a ajudar-me a organizar as minhas ideias, a orientar-me nos estudos e a contribuir para o meu crescimento pessoal.

Finalmente, aos meus amigos, padrinhos e pessoas que me são próximas, pelo seu constante encorajamento através de mensagens, telefonemas ou videochamadas, lembrando-me que tenho pessoas que me estimam e valorizam verdadeiramente. O vosso apoio tem sido fundamental na minha caminhada rumo aos meus objetivos e aspirações.

RESUMO

A investigação foi realizada numa empresa automóvel com o objetivo de identificar os fatores determinantes que contribuem para o declínio da força muscular neste sector. Foi utilizado um desenho de estudo observacional transversal, envolvendo uma amostra de 352 trabalhadores, que foram avaliados durante 16 semanas. Esta amostra foi subdividida em seis grupos etários, com idades compreendidas entre os 18 e os 58 anos, estratificados por sexo. Para a realização do estudo foram utilizados diversos instrumentos, métodos, materiais e procedimentos. A força de preensão manual foi avaliada com um dinamómetro manual digital Jamar Smart. A análise do modelo linear simples revelou uma associação negativa entre as variáveis género e a força de preensão ($\rho = -0,467$, $p < 0,001$) indicando que, embora as mulheres tenham uma força de preensão significativamente menor que os homens, o género por si só não é o único determinante dessa diferença. As outras variáveis determinantes analisadas, como idade, IMC, antiguidade, atividade física, hábito de fumar, Score final *European Assembly Worksheet* (EAWS), Presença e ausência de dor nos membros superiores e Capacidade para o trabalho -WAS, demonstraram não contribuir significativamente ou não estabelecer uma relação com a força de preensão.

Palavras-Chaves: *Força muscular, Força de preensão manual, Exposição biomecânica, Capacidade física, Função Músculo-esquelética, Dinamometria, Capacidade para o trabalho, Envelhecimento, European Assembly Worksheet e Indústria automóvel.*

ABSTRACT

The research was carried out in an automobile company with the aim of identifying the determining factors that contribute to the decline in muscle strength in this sector. The study adopted a cross-sectional analytical observational approach and involved a sample of 352 workers, who were tested over 16 weeks. This sample was subdivided into six age groups, with ages ranging from 18 to 58, for both females and males, due to statistically significant differences. Various instruments, methods, materials and procedures were used to carry out the study. Handgrip strength was assessed using a Jamar Smart digital hand dynamometer. Analysis of the simple linear model revealed a negative association between the variables gender and grip strength ($\rho = -0.467$, $p < 0.001$) indicating that although women have significantly lower grip strength than men, gender alone is not the only determinant of this difference. The other predictive variables analyzed, such as age, BMI, seniority, physical activity, smoking, European Assembly Worksheet (EAWS) Final Score, presence and absence of upper limb pain and Work Ability Score (WAS), proved not to contribute significantly or to establish a relationship with grip strength.

Keywords: *Muscle strength, Handgrip strength, Biomechanical exposure, Physical capacity, Musculoskeletal function, Dynamometry, Work ability, Ageing, European Assembly Worksheet and Automotive industry.*

Índice

| | |
|--|----|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMENTOS | ii |
| RESUMO | iv |
| ABSTRACT | v |
| LISTA DE ABREVIATURAS | vi |
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Revisão da Literatura | 4 |
| 2.1 A Exposição Física e a Capacidade Física para o Trabalho | 4 |
| 2.2. Força Muscular, Envelhecimento e Função Músculo-esquelética | 8 |
| 2.3. Força Muscular, Força de Preensão Manual e Capacidade Física e de Trabalho | 13 |
| 3. Metodologia | 18 |
| 3.1. Tipo de estudo | 18 |
| 3.2. População e amostra | 18 |
| 3.3. Materiais e Métodos | 19 |
| 3.3.1. Métodos | 19 |
| 3.3.1.1 Questionário de Atividades Físicas (Par-Q- Physical Activity Readiness Questionnaire) | 19 |
| 3.3.1.2. Questionário de sintomas músculo-esqueléticos- Questionário Nórdico | 20 |
| 3.3.1.3. Questionário sobre dados sociodemográficos, saúde e hábitos de vida | 20 |
| 3.3.1.4. Capacidade para o Trabalho (WAS- Work Ability Score) | 20 |
| 3.3.1.5. Força de preensão manual | 21 |
| 3.3.1.6. Avaliação Ergonómica Europeia- EAWS (European Assembly Worksheet) | 21 |

| | |
|--|----|
| 3.3.1.7. Pressão arterial, ritmo cardíaco, altura e peso | 23 |
| 3.4. Procedimentos | 23 |
| 3.5. Definição de variáveis | 24 |
| 3.5.1. Tratamento de dados | 24 |
| 4. Resultados | 26 |
| 5. Discussão de Resultados | 43 |
| 5.1. Limitações do estudo..... | 51 |
| 6. Conclusão | 52 |
| 7. Referências Bibliográficas | 54 |
| Anexos..... | 63 |
| Anexo 1.- Physical Activity Readiness Questionnaire..... | 63 |
| Anexo 2. – Questionário Nórdico Músculo-esquelético..... | 64 |
| Anexo 3. - Questionário sobre dados sociodemográficos, saúde e hábitos de vida. | 67 |
| Anexo 4.- Capacidade para o Trabalho (WAS- Work Ability Score) | 68 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Caracterização sociodemográfica da amostra..... | 27 |
| Tabela 2 Análise descritiva dos parâmetros de saúde e hábitos de vida e dos sintomas músculo-esqueléticos nos diferentes grupos etários no género feminino..... | 28 |
| Tabela 3 Análise descritiva dos parâmetros de saúde e hábitos de vida e dos sintomas músculo-esqueléticos nos diferentes grupos etários no género masculino. | 31 |
| Tabela 4 Análise descritiva dos parâmetros individuais nos diferentes grupos etários no género feminino..... | 33 |
| Tabela 5 Análise descritiva dos parâmetros individuais nos diferentes grupos etários no género masculino. | 33 |
| Tabela 6 Análise descritiva dos fatores de exposição física nos postos de trabalho, nos diferentes grupos etários do género feminino. | 35 |
| Tabela 7 Análise descritiva dos fatores de exposição física nos postos de trabalho, nos diferentes grupos etários do género masculino..... | 35 |
| Tabela 8 Análise descritiva da força de preensão manual no género feminino e masculino por faixa etária..... | 38 |
| Tabela 9 Teste de Mann-Whitney: força de preensão em função dos fatores individuais..... | 40 |
| Tabela 10 Correlação de Spearman entre fatores individuais, fatores de exposição física e a força de preensão..... | 41 |
| Tabela 11 Fator Determinante da Força de Preensão: Valores do Modelo de Regressão Linear Simples | 41 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Componentes da Capacidade Física | 14 |
| Figura 2 EAWS estrutura e secções (pp. 1-2) | 22 |
| Figura 3 EAWS estrutura e secções (pp. 3-4) | 23 |
| Figura 5 Valores médios da força de prensão do género masculino | 38 |
| Figura 4 Valores médios da força de prensão do género femenino..... | 38 |

LISTA DE ABREVIATURAS

EAWS - European Assembly Worksheet

FPH2- Força de prensão medida na posição 2.

IMC - Índice de massa corporal

LME - Lesões músculo-esqueléticas

PAR-Q - Physical Activity Readiness Questionnaire

SPSS - *Statistical Package for Social Sciences*

WAS -Work Ability Score

1. Introdução

O emprego constitui uma das variáveis macroeconómicas mais importantes de um país e essencialmente, refere-se aos níveis de utilização que a nação faz dos vários recursos de que dispõe. Estes recursos, de acordo com a teoria económica clássica, são terra, capital e trabalho, onde a terra é representada pelo território e pelos recursos naturais, o capital pelo dinheiro e pelos bens de capital (máquinas, infraestrutura e outros bens para produzir outros bens) e o trabalho pela força humana incorporada na produção de bens ou na prestação de serviços (Samuelson & Nordhaus, 2019). A presente pesquisa centra-se neste terceiro recurso, pois, como foi mencionado, envolve a atividade humana. Para realizar o trabalho, os indivíduos devem realizar atividades físicas, que serão mais ou menos exigentes, dependendo da área em que atuam. Ou seja, as pessoas fornecem sua força de trabalho¹ em troca de um salário, que constitui a principal fonte de renda das famílias.

Isto significa que, ao longo da sua vida, as pessoas terão de exercer uma atividade remunerada para financiar as suas despesas e o seu consumo e, por conseguinte, devem estar aptas para o trabalho, ou seja, entre outras coisas, devem ter aptidões² suficientes para responder às exigências do trabalho. O que, nem sempre acontece, sobretudo no final da vida ativa ou quando se ultrapassa o chamado auge laboral³.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2022), a população mundial tende a ter maior longevidade. Prevê-se que entre 2015 e 2050, a população com mais de 60 anos de idade aumente de 12% para 22%, resultando num aumento da taxa de emprego para pessoas com maior idade. A taxa de emprego dos trabalhadores na faixa etária de 55 a 64

¹ Neste contexto, a força de trabalho é geralmente entendida como tudo o que as pessoas têm de fazer para desempenhar uma tarefa remunerada.

² Estas aptidões incluem: força física, domínio de conteúdos, relações interpessoais, entre outras.

³ Trata-se do momento de maior produtividade na vida ativa de uma pessoa. No caso dos trabalhadores das principais áreas produtivas, cujo desempenho é mais físico do que intelectual, este auge é atingido por volta dos 35-40 anos de idade (Jaramillo, 2022).

anos, a nível europeu, em 2022 foi de 62,4%, o que representa um aumento de 1,9% em comparação com 2021. No caso de Portugal, a taxa de emprego para esse mesmo grupo etário em 2021 foi de 63,4%, refletindo um aumento de 2,5% em relação a 2020 (Eurostat, 2023).

Segundo Bernardes, et al., (2022), a produção de automóveis na Europa é uma das indústrias de maior impacto na economia, devido à sua contribuição para o PIB e à grande quantidade de empregos que gera. No entanto, essa indústria é caracterizada pelas grandes exigências físicas da atividade nas linhas de montagem, especialmente aquelas que estão relacionadas com a carga estática, tarefas repetitivas e posturas desfavoráveis. Por isso, torna-se particularmente importante estudar quais são os fatores determinantes da diminuição da força muscular nesta indústria.

Os resultados da presente pesquisa são apresentados em quatro partes. A primeira, intitulada "Revisão de Literatura", aborda os aspetos teóricos e conceptuais que fundamentam a investigação. A segunda parte, chamada "Metodologia", expõe os aspetos metodológicos e procedimentos utilizados para atingir os objetivos da pesquisa. Na terceira seção, denominada "Resultados", os resultados são apresentados e analisados, sendo posteriormente comparados com os resultados de outras pesquisas, assim como com as bases conceptuais e teóricas estabelecidas durante a investigação para verificar a consistência dos mesmos. Para finalizar, são apresentadas as conclusões da pesquisa, que é apenas um resumo dos resultados principais e mais representativos.

O estudo realizado tem como objetivo geral, identificar os determinantes do declínio da força muscular na indústria automóvel.

Como objetivos específicos foram considerados os seguintes: 1) Caracterizar a exposição física dos postos de trabalho da linha de montagem da área de montagem final, 2) Definir o perfil de capacidade física, através da força de preensão, dos trabalhadores da

montagem final; 3) Investigar a associação entre a força de prensão, os fatores físicos de exposição e os fatores individuais dos trabalhadores na área da montagem final.

2. Revisão da Literatura

Neste ponto, é apresentada uma revisão breve, mas abrangente, das principais variáveis envolvidas na investigação realizada, tais como: exposição e capacidade física para o trabalho, força muscular, e força de prensão manual que fazem parte dos elementos abordados neste estudo, entre outros. Além disso, são apresentadas algumas considerações gerais sobre os fatores determinantes da diminuição da força muscular nos trabalhadores, que constituem a base para orientar o presente estudo.

2.1 A Exposição Física e a Capacidade Física para o Trabalho

A exposição física para o trabalho refere-se às exigências física da atividade necessária para realizar um conjunto de tarefas. Isso significa que, com base na natureza de cada cargo, aqueles que o ocupam terão uma exigência física maior ou menor de atividade, dependendo da área em que atuam. Geralmente, as tarefas de natureza administrativa e/ou gestão têm exigências físicas menores do que aqueles na área de produção ou operacional. No entanto, cada tarefa, independentemente da área, envolve uma exposição física, que pode ser medida quanto ao esforço ou desgaste físico exigido, assim como em relação ao seu ritmo⁴ (Shing & Park, 2019).

De acordo com Villar-Fernández (2016) a exposição física de trabalho, também pode ser conhecida como carga física do posto de trabalho, referindo-se geralmente refere-se à mobilidade, ao transporte de objetos, à postura corporal e à frequência na realização das tarefas necessárias para o desempenho das tarefas. Assim, o indivíduo que desempenha uma determinada tarefa, para além de ativar mecanismos físicos internos que envolvem, entre

⁴ Neste contexto, o ritmo refere-se à frequência e repetitividade das tarefas.

outros, o sistema músculo-esquelético de tal forma que seja capaz de realizar fisicamente a atividade exigida pelo cargo (Dag, Tas, & Cimen, 2021), deve ter capacidade mental e social⁵.

De acordo com o que foi mencionado, a exposição física de trabalho pode ser definida como a resposta orgânica do indivíduo às exigências físicas da tarefa que desempenha e está diretamente relacionada com sua capacidade física. Essa resposta será maior ou menor, dependendo das condições físicas de cada trabalhador.

Neste sentido, Gallo, et al., (2020) consideram que a exposição física deve ser expressa no contexto do processo de produção com o qual está relacionada. Cada indústria e até mesmo cada empresa têm especificidades atribuíveis à realização da atividade de trabalho, incluindo a tecnologia utilizada, equipamentos, ferramentas e maquinaria, distribuição e organização das tarefas, entre outros.

Por conseguinte, a exposição física do trabalho está relacionada com a capacidade física do trabalhador, sendo esta última definida como uma combinação das características físicas (força muscular, resistência, agilidade, velocidade, flexibilidade e coordenação) e das diferentes habilidades do indivíduo (Fleishman, 1964) .

Recentemente, Kenney, Wilmore e Costil (2012) defenderam que a componente-chave da capacidade física é a força muscular, visto que as atividades físicas envolvem a contração e o alongamento rítmico dos músculos⁶. Além disso, os autores destacam que para a melhoria da força muscular e, por conseguinte, da capacidade física, é necessário realizar treino de resistência. Igualmente, afirmam que não se deve esquecer que a agilidade e a flexibilidade também são componentes importantes da capacidade física.

⁵ A capacidade mental refere-se às competências cognitivas do trabalhador, enquanto a capacidade social tem a ver com as habilidades comunicacionais e relacionais do indivíduo.

⁶ Convém recordar que a capacidade física deve ser entendida como o conjunto de elementos que constituem a condição física e que intervêm no momento de pôr em prática as habilidades motoras.

Em geral, cada autor considera diferentes aspetos da capacidade física, mas concordam que a capacidade física é uma habilidade do corpo, levando em conta as características físicas de cada indivíduo, para a execução de várias atividades de forma eficiente e sem limitações.

No entanto, a capacidade física do indivíduo nem sempre se relaciona diretamente com as exigências físicas impostas no trabalho, o que representa um problema quando os sintomas do envelhecimento começam a se manifestar. Embora a capacidade física de trabalho diminua com a idade, as exigências físicas do trabalho desempenhado não diminuem na mesma proporção (Villar-Fernández, 2016).

Muitas vezes, as exigências físicas de um posto de trabalho ultrapassam a capacidade de um trabalhador, o que pode gerar dor, fadiga ou cansaço físico e, inclusive, insatisfação. Da mesma forma, a exposição repetida a condições de trabalho para as quais o trabalhador não está apto pode levar ao desenvolvimento de certas doenças e/ou patologias, que, nos casos mais graves, resultam em incapacidade temporária ou definitiva, parcial ou total, do trabalhador.

Em muitos postos de trabalho, o trabalhador inicialmente possui a capacidade física necessária para desempenhar suas funções; no entanto, à medida que o tempo passa, essa capacidade vai diminuindo, resultando num desequilíbrio entre a sua capacidade e a exigência trabalho. O que pode originar lesões ou doenças ocupacionais.

De acordo com Ilmarinen (2010), na Europa, a capacidade física média de trabalho de um indivíduo de 25 anos é aproximadamente o dobro da de um trabalhador de 65 anos. No entanto, de acordo com os resultados da V Pesquisa Europeia sobre Condições de Trabalho (European Foundation for the improvement of Living and Working Conditions, 2020), na maioria dos países europeus, a intensidade da exigência de trabalho tem aumentado, especialmente

"onde os trabalhadores têm menos autonomia ou menor apoio dos seus colegas ou superiores" (p. 7) principalmente para aqueles que são submetidos a ritmos elevados de produção, principalmente no setor industrial. É importante destacar que, de acordo com o referido documento, em média, cerca de 60% dos trabalhadores europeus acreditam que poderão permanecer nos seus empregos até os 60 anos de idade. No entanto, de acordo com a qualificação e a ocupação, estas percentagens variam significativamente. Por exemplo, 72% dos funcionários administrativos altamente qualificados acreditam, que permanecerão nos seus cargos até aos 60 anos, enquanto os menos qualificados apenas 61% acreditam ter capacidade para trabalhar após os 60 anos. No caso dos trabalhadores manuais, esta percentagem é consideravelmente menor, sendo de 49% para os altamente qualificados e 44% para os menos qualificados.

Em síntese, é importante salientar que, para esta investigação, os conceitos de carga física, exigência física e atividade física, embora relacionados, são claramente distintos. Neste contexto, a carga física é a resposta que o organismo dá às exigências físicas de uma atividade (Villar-Fernández, 2016). Seguindo esta mesma linha de pensamento, o Instituto Navarro de Saúde Laboral (2018) define carga física como "o conjunto de requisitos físicos aos quais a pessoa está sujeita ao longo do seu dia de trabalho" (p. 3), incluindo esforços físicos, postura de trabalho e manipulação de cargas.

A exigência física, por sua vez, refere-se ao esforço físico que o indivíduo terá que realizar para cumprir com o seu cargo de trabalho, o que envolve a chamada manipulação manual de cargas (Kuijer, 2012). Finalmente, de acordo com Vivas (2021) a atividade física no trabalho é a quantidade de exigências físicas que uma tarefa envolve e classifica-se como: "sedentária, moderada (estar de pé ou caminhar, mas sem esforço físico) e elevada (estar de pé, caminhar e carregar peso)" (parágrafo 4).

2.2. Força Muscular, Envelhecimento e Função Músculo-esquelética

De acordo com Fleck & Kraemer (2014), a força muscular pode ser definida como a resposta a uma carga externa do sistema neuromuscular que gera tensão em um grupo muscular ou em um músculo específico. Seguindo a mesma linha de ideias, Baechle & Earle (2008), definem a força muscular como a quantidade de potência produzida por um músculo ou grupo muscular num período de tempo específico. Em última análise, pode-se afirmar que a força muscular é a capacidade dos músculos para exercer tensão contra uma resistência num movimento específico e a uma determinada velocidade de execução.

Por outro lado, Adams, et al., (2023) assim como igual Pérez-López, et al. (2021), afirmam que a força muscular é fundamental para o desenvolvimento e a execução das atividades, influenciando a qualidade de vida, o estado de saúde e também é importante para a prevenção de doenças crônicas e quedas. Esses autores destacam que a força muscular e o equilíbrio diminuem significativamente entre os 40 e os 60 anos de idade, embora geralmente, antes dos 50 anos, esse declínio pareça imperceptível. Além disso, apontam que esse declínio é atribuível ao sedentarismo e à inatividade, sendo recomendável a prática regular de atividade física para manter a força muscular.

A força muscular pode ser medida pela capacidade de um indivíduo levantar uma carga máxima numa repetição ou pela quantidade de força produzida num determinado período de tempo. Ou seja, para avaliar a força muscular de uma pessoa, é necessário medir parâmetros como potência, resistência e a própria força⁷. No entanto, de acordo com estudos clínicos realizados, a força muscular apresenta uma relação inversa com o processo de envelhecimento (Adams, et al., 2023; Shing & Park, 2019; Gilles & Wing, 2003).

⁷ Existe uma diferença entre força muscular e potência muscular. A primeira pode ser definida como esforço bruto, a segunda envolve uma atividade que combina esforço com velocidade e coordenação de movimentos.

Em conformidade com Michell, et al., (2012), vários estudos longitudinais indicam que, em indivíduos com aproximadamente 75 anos de idade, a perda de massa muscular ocorre a uma taxa de 0,64-0,7% ao ano nas mulheres, enquanto que nos homens essa taxa é de 0,8-0,98%, ou seja, a perda de massa muscular é maior nos homens, com uma média de 0,16-0,28% ao ano. De acordo com esses autores, com o envelhecimento, a função muscular, medida pelo desempenho relacionado com a força muscular, diminui a uma taxa mais acelerada em comparação com a perda de massa muscular. Os estudos mencionados indicam que, por volta da idade referida, a força muscular é perdida a uma taxa de 3-4% ao ano em homens e de 2,5-3% em mulheres.

Assim, pesquisas mais recentes, como as de Alarcón e Abensur (2020) e Abreus-Mora, et al., (2022), revelam que o envelhecimento está associado à fraqueza muscular. Portanto, a idade está relacionada com a força muscular e com a capacidade física, uma vez que o envelhecimento humano é um mecanismo complexo que envolve diversos processos, incluindo a perda de funções físicas e cognitivas, bem como uma maior vulnerabilidade a múltiplas condições de morbidade.

Segundo Rose, et al. (2012), a definição do envelhecimento é, no mínimo, complexa, pois envolve um conjunto de fatores que até agora não puderam ser padronizados, tais como: a capacidade de adaptação, a reprodução, a exposição a regimes que induzem depressão endogâmica, o genótipo, as interações sociais, o ambiente e as tendências evolutivas, entre outros. No entanto, esses autores destacam que a definição na qual o envelhecimento é compreendido como a "diminuição persistente dos componentes específicos de aptidão física relacionados com a idade de um organismo devido à deterioração fisiológica interna " (Rose, 1991, como foi citado em Rose, et al, 2012, p. 1), tem sido geralmente aceite.

Consequentemente, sem entrar em linha de conta com a diversidade de definições sobre o envelhecimento ou os fatores que o determinam, para esta pesquisa, compreende-se o envelhecimento como o processo pelo qual os indivíduos experimentam deterioração física ao longo do tempo. Portanto, a idade do indivíduo direciona o grau ou nível de envelhecimento, uma vez que, com o avançar da idade, o sistema respiratório, por exemplo, passa por diversas alterações anatómicas, fisiológicas e imunológicas que afetam a capacidade aeróbica (Aguilar-Bolívar, Flórez-Villamizar, & Saavedra-Castelblanco, 2021).

Uma redução na capacidade aeróbica pode ter impacto na capacidade física do trabalhador. Assim, em trabalhadores mais jovens, geralmente, a capacidade aeróbica supera a de trabalhadores mais idosos. Contudo, ao analisar os níveis de fadiga gerados pelo trabalho físico, esses níveis não são frequentes em trabalhadores mais velhos, o que pode ser atribuído a fatores atenuantes como experiência profissional, antiguidade e a duração de sua carreira, uma vez que esses aspetos facilitam a execução das tarefas (Piragauta-Ardila, Echavarría-Calderón, & Cárdenas-Cerón, 2023).

Assim, de acordo com a literatura apresentada, observa-se uma relação inversa entre a idade e a capacidade física, medida em termos de força muscular. Este fenómeno pode ser resumido nas palavras de Abreus-Mora, et al., (2022), da seguinte forma:

A força é a magnitude física e a influência que, ao atuar sobre um corpo, muda seu estado de movimento. Pode ser expressa como massa multiplicada pela aceleração. Com o envelhecimento, essa capacidade diminui, afetando a funcionalidade do principal sistema do organismo humano: o sistema nervoso central, o que desencadeia uma perda progressiva de capacidades (p. 30).

Como se pode observar, a força muscular depende do sistema nervoso central, mas manifesta-se através da função músculo-esquelética. Esta última refere-se à capacidade dos

músculos e ossos para fornecer suporte, facilitar o movimento e proteger os tecidos e órgãos do organismo (Cai, et al., (2022).

Segundo Englund, et al., (2021), com o passar do tempo, a estrutura óssea pode sofrer deterioração, sendo um exemplo disso a alteração nas ligações cruzadas entre os colagénios durante o envelhecimento. Uma característica geral do processo de envelhecimento é o dano ao colagénio devido à acumulação de produtos finais de glicação avançada⁸. A densidade óssea em mulheres e homens começa a diminuir a partir dos 40 anos, o que pode aumentar o risco de quedas, fraturas e incapacidades na velhice. Nas palavras dos autores mencionados:

O músculo-esquelético é o órgão de maior massa no corpo humano e um poderoso mediador da saúde e longevidade. A perda progressiva de músculo-esquelético à medida que a idade avança afeta negativamente vários parâmetros fisiológicos, incluindo movimento, respiração, visão, termorregulação e homeostasia metabólica (p. 1)

Por conseguinte, isso pode ter um efeito adverso sobre a força muscular e, consequentemente, sobre a capacidade física, limitando, por sua vez, a capacidade dos trabalhadores de responder à carga física no seu trabalho. Isso ocorre porque a idade pode afetar a qualidade e a capacidade de realizar as atividades diárias. No entanto, também é importante considerar que o envelhecimento não leva necessariamente a uma diminuição na capacidade dos sistemas de órgãos, pois isso varia de pessoa para pessoa, influenciado por diversos fatores.

⁸ A glicação avançada refere-se a um grupo heterogêneo de moléculas formadas a partir de reações não enzimáticas entre grupamentos amino e carbonilo. As alterações no colagénio causadas pela glicação avançada podem resultar na perda de elasticidade e integridade estrutural de vários tecidos, incluindo pele, ossos, cartilagens e vasos sanguíneos ((Barbosa, Oliveira, & Seara, 2009, p. 113)

Sobre esse tema, Díaz-Tenesaca, et al., (2022) observam que "as lesões músculo-esqueléticas estão entre as condições mais relatadas nos sistemas de urgência dos centros médicos em todo o mundo" (p. 83), especialmente para os trabalhadores que desempenham funções manuais, pois estão expostos a condições de trabalho em que nem sempre é possível manter uma boa postura e necessitam de lidar com cargas pesadas ou realizar movimentos repetitivos constantes, o que é particularmente agravado quando os trabalhadores têm mais de 40 anos.

Na essa mesma linha de pensamento, Castillo-Ante, et al., (2020), afirmam que "as lesões musculoesqueléticas (LME) estão entre os problemas de saúde mais importantes no trabalho, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento" (p. 17). Para estes autores, a exigência da carga de trabalho pode provocar um aumento na tensão muscular, aumentando o esforço biomecânico necessário para realizar a atividade ou tarefa. Além disso, muitas vezes, a execução das tarefas exige posturas desfavoráveis, resultando em alterações da saúde músculo-esquelética. Embora seja necessário destacar que as pessoas idosas com estilos de vida saudáveis, alimentação equilibrada e cuidados médicos adequados geralmente mantêm um estado de saúde ótimo e um bom funcionamento de seus órgãos ao longo de grande parte de suas vidas, não experimentando limitações significativas em sua capacidade física e força muscular (Adams, et al., 2023; Aguilar-Bolívar, Flórez-Villamizar, & Saavedra-Castelblanco, 2021).

No entanto, é inegável que a maioria das pessoas não mantém as condições ideais de vida mencionadas anteriormente, portanto, o envelhecimento humano traz consigo modificações nas capacidades físicas básicas (força, velocidade, flexibilidade e resistência). Neste cenário, a força é comprometida devido à perda de massa muscular, iniciando uma espiral descendente na qual a redução da massa muscular leva à diminuição da capacidade física e mobilidade. Isso resulta em maior inatividade física e, portanto, um aumento ainda

maior na perda de massa muscular. A situação descrita abre caminho para a manifestação precoce de síndromes relacionados com a idade, como a sarcopenia⁹.

De acordo com Bernardes, et al., (2022), existe, de certa forma, uma suscetibilidade da população ativa ao envelhecimento, devido ao desequilíbrio entre as exigências do trabalho e a capacidade física dos trabalhadores. Esta situação tem um impacto nos sistemas de saúde e de segurança social e afeta grandes sectores económicos, uma vez que a exposição ou a carga de trabalho continua a ser a mesma para os jovens (trabalhadores com menos de 40 anos) e para os trabalhadores mais velhos (trabalhadores com mais de 40 anos).

Outra condição relacionada com a idade é a fragilidade¹⁰, pode ser física, psicológica, ou social ou a combinação das três dimensões. O relevante dessa condição é que é dinâmica, pois pode melhorar ou piorar com o tempo, e caracteriza-se, entre outras coisas, pela diminuição da força (Cornejo, et al., 2022), o que é especialmente significativo para aqueles desempenham funções de trabalho com alta exigência física, como é o caso da indústria automóvel.

2.3. Força Muscular, Força de Preensão Manual e Capacidade Física e de Trabalho

A força de preensão manual está relacionada com a força muscular, uma vez que a primeira é uma manifestação da segunda, e ambas estão relacionadas com a capacidade física (Ehnes, et al., 2023). Neste sentido, Vera-Villavicencio (2023), refere que a utilização da força de preensão manual tem sido amplamente aceite como um indicador global para medir a força

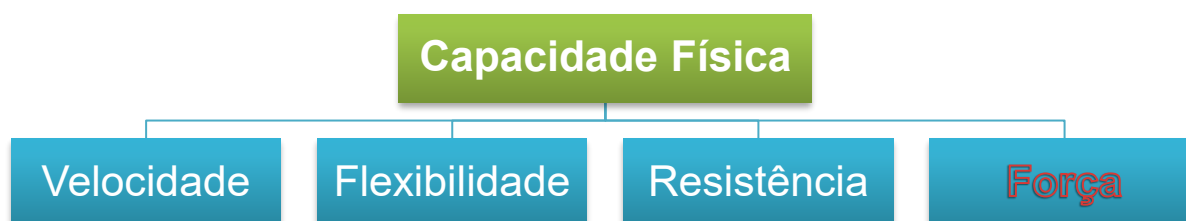
⁹ A sarcopenia representa uma síndrome de atrofia muscular caracterizada por uma perda degenerativa progressiva e generalizada de massa, qualidade e força músculo-esquelética que ocorre durante o envelhecimento normal. Os pacientes com sarcopenia sofrem principalmente uma perda de força muscular e enfrentam distúrbios de mobilidade que reduzem sua qualidade de vida, resultando em um maior risco de morbidade (queda, fraturas ósseas, doenças metabólicas) e mortalidade (Wiedmer, et al., 202, p. 2). A sarcopenia indica uma perda de massa do músculo-esquelético, uma condição que leva a uma diminuição do desempenho físico (Tagliafico, et al., 2022, p. 228).

¹⁰ A fragilidade, (...), é a deterioração do organismo e a diminuição da resistência para lidar com níveis elevados de stress nos adultos mais velhos (Herrera-Almeida, Pacheco-Quintana, & Hidrobo Guzmán, 2023, p.9724). A fragilidade é entendida como uma deterioração progressiva dos sistemas fisiológicos relacionada com a idade, que conduz a um declínio das reservas de capacidade intrínseca, o que confere uma vulnerabilidade extrema aos fatores de stress e aumenta o risco de uma série de resultados adversos para a saúde (Cornejo, Delgado, Molina, & Masferrer, 2022, p. 930)

muscular e, conseqüentemente, a capacidade física. Para este autor, a força física pode ser quantificada através de medidas de peso (quilogramas ou gramas) e é derivada da tensão máxima que um músculo pode atingir; ou seja, a força é a forma como os músculos reagem através da tensão à resistência externa.

De acordo com Giraldo, Ochoa e Ramírez (2023), a capacidade física tem quatro componentes principais, como mostra a figura 1.

Figura 1 Componentes da Capacidade Física



Nota. Adaptado de Giraldo, Ochoa e Ramírez (2023)

Como se pode perceber, a força é um dos determinantes da capacidade física de um indivíduo¹¹ e, portanto, a sua avaliação pode ser uma boa aproximação dessa capacidade. A este respeito, Concha-Cisternas, et al.; (2022) consideram que, embora a força muscular possa ser medida por vários métodos, a utilização da força de preensão manual é um dos mais utilizados graças à sua elevada fiabilidade, baixo custo e facilidade de aplicação, o que, nas palavras destes autores, "a posiciona como um importante biomarcador de saúde com uma elevada aplicabilidade em contextos clínicos e inquéritos populacionais" (p. 1075).

¹¹ De acordo com Le-Cerf-Paredes, et al., (2021) a maioria dos estudos realizados nos últimos 5 anos utiliza a força muscular para medir a capacidade física dos indivíduos, apesar de existirem outras referências como: capacidade aeróbica, capacidade cardiorrespiratória, flexibilidade, resistência, agilidade, velocidade, coordenação motora e fadiga muscular. A força muscular continua a ser a medida preferida da capacidade física, que é maioritariamente medida pela preensão manual para a parte superior do corpo e pela preensão das pernas para a parte inferior do corpo.

Embora os níveis máximos de força muscular sejam atingidos por volta dos 30-35 anos, a força muscular diminui progressivamente com o aumento da idade, estimando-se que a força de preensão manual diminua 1,28 kg nas mulheres e 1,46 kg nos homens por cada aumento de 5 anos na idade a partir dos 40 anos (...). Partindo deste pressuposto, espera-se que as mulheres e os homens diminuam os seus níveis de força muscular em 7,3 kg e 12,1 kg entre os 40 e os 70 anos, respetivamente (Concha-Cisternas, et al., 2022, p. 1076).

Assim, a força de preensão muscular é o melhor indicador para determinar a força física e, conseqüentemente, a capacidade física de um indivíduo, bem como a capacidade funcional e, portanto, a capacidade para o trabalho ou aptidão laboral¹², especialmente para o desempenho dos postos de trabalho com alta exigência física. Ou seja, tarefas com maior exposição física, como é o caso das áreas operacionais essenciais do setor industrial e/ou manufatura.

Por outro lado, de acordo com Díaz-Betancourt e Prieto Morales (2016) e Vicente-Pardo (2014), existem numerosos estudos que analisaram a capacidade de trabalho e encontraram evidências consistentes da presença de uma correlação entre as condições de saúde e a capacidade laboral, tanto a nível de grupo, como individual. Da mesma forma, segundo estes autores, sabe-se que os testes de capacidade física baseados na força muscular têm sido muito mais demonstrativos da situação da capacidade laboral dos trabalhadores, uma vez que a força muscular tem uma maior correlação com a capacidade de trabalho do que outros testes físicos, como os testes de avaliação da capacidade cardiorrespiratória, por exemplo.

Basicamente, o que se quer dizer é que a medição da força muscular é a forma mais adequada para avaliar a capacidade de trabalho. Nesse sentido, como mencionado anteriormente, existem várias maneiras de medir a força muscular, tais como a força de

¹² A capacidade para o trabalho ou capacidade laboral refere-se ao potencial de um indivíduo para realizar as atividades e/ou tarefas exigidas por um determinado posto de trabalho (Vicente-Pardo, 2014).

preensão manual, a força de tração/empurrão e a coordenação. No entanto, nos parágrafos anteriores, ficou claro que a abordagem mais eficaz para medir a força muscular é através da força de preensão manual.

Nesta mesma lógica, Amaral, et al., (2019) bem como Cruz-Jentoft, et al., (2019), são da opinião que a força de pressão manual (FPM) tem sido recomendada como a medida básica para determinar a função músculo-esquelética, bem como a força e a capacidade física, funcional e ocupacional, pois não só mede a força muscular dos membros superiores como também permite uma aproximação da força geral, uma vez que reflete também a força dos membros inferiores.

No entanto, a força de preensão manual é melhor medida por dinamometria manual. (Concha-Cisternas, et al., 2022; Amaral, et al., 2019; Cruz-Jentoft, et al., 2019; Díaz-Bethencourt & Prieto-Morales, 2016; Vicente-Pardo, 2014), por ser rápida, barata e minimamente invasiva. Embora os autores concordem que para realizar uma medição precisa da FPM, é necessário levar em consideração fatores como idade, sexo e variáveis antropométricas, tais como altura, peso, tamanho da mão e circunferência do braço, assim como a dominância da mão¹³. Além disso, sugere-se que se complemente a medição com a realização de testes para medir as condições gerais para a atividade física.

A dinamometria manual avalia a força isométrica dos membros superiores através do teste de força de preensão manual (Grip Strength Test), um teste comumente utilizado na prática clínica como marcador da função motora e força máxima dos músculos flexores dos dedos, músculos das regiões tenar e hipotenar, assim como dos músculos intrínsecos da mão (Concha-Cisternas, et al., 2022).

¹³ Em relação às medições de força, muitos autores diferenciam entre mão direita e esquerda, enquanto outros dão a soma dos registos de cada mão como valor final (Cruz-Jentoft, et al., 2019).

No que diz respeito à medição da força de preensão, Cruz-Jentoft, et al., (2019), acrescenta que a sua precisão reside no uso de um dinamómetro devidamente calibrado sob condições de teste perfeitamente definidas, contando com dados de populações de referência para facilitar a interpretação dos dados obtidos.

3. Metodologia

3.1. Tipo de estudo

Este estudo insere-se na categoria de um estudo observacional analítico transversal para investigar os fatores determinantes que contribuem para o declínio da força muscular na indústria automóvel. Este desenho de estudo permite a recolha de dados num único momento, fornecendo um retrato detalhado da exposição física e do perfil da capacidade física dos trabalhadores. A escolha de uma abordagem analítica ressalta a intenção não apenas de descrever, mas também analisar as relações entre a força de preensão, os fatores físicos de exposição e os fatores individuais neste ambiente de trabalho específico, proporcionando uma compreensão mais aprofunda da relação entre a exposição física e a capacidade física de trabalho.

Este desenho é adequado para investigar associações entre variáveis sem alterar as condições naturais do ambiente de trabalho, o que o torna uma ferramenta valiosa para compreender os fatores que influenciam a força muscular dos trabalhadores neste cenário industrial específico.

3.2. População e amostra¹⁴

Tendo em conta os objetivos da investigação, foram convidados a participar no estudo cerca de 1000 trabalhadores, o que corresponde à população-alvo, mas apenas foram selecionados os trabalhadores saudáveis da área de produção. Para a seleção da amostra, foi utilizado o questionário Par-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire), um dos instrumentos mais utilizados para despiste ou prontidão para a prática de atividades físicas,

¹⁴ A seleção da população e da amostra, bem como os instrumentos, métodos, materiais e procedimentos para o estudo, baseiam-se na investigação de Bernardes, et al., (2022)

que avalia as condições de saúde dos adultos antes de iniciarem essas atividades (Hoyos, Ysty, & Flor, 2022) .

O critério de inclusão foi ter entre 18 e 65 anos de idade e os critérios de exclusão considerados foram:

- Ter respondido afirmativamente a, pelo menos, uma das perguntas do Questionário *de Atividade Física* (Par-Q) validado para a Língua Portuguesa (Schwartz, et al., 2021).
- Pressão arterial superior a 159/99 mmHg, registada antes de iniciar a avaliação da capacidade física.
- Apresentar uma frequência cardíaca inicial que exceda os 100 batimentos por minuto antes de iniciar as seções de avaliação.
- Ter uma restrição médica prescrita pelo departamento de saúde ocupacional.

Com base nesses critérios, a amostra final foi composta por 352 trabalhadores da área de montagem final, e o estudo foi conduzido ao longo de 16 semanas.

3.3. Materiais e Métodos

3.3.1. Métodos

Os instrumentos e métodos utilizados para a concretização dos objetivos propostos incluem:

3.3.1.1 Questionário de Atividades Físicas (Par-Q- Physical Activity Readiness Questionnaire).

Trata-se de um questionário com sete perguntas dicotômicas (sim e não) que avalia as condições de saúde antes da atividade física. Quatro perguntas avaliam as condições cardiovasculares (a pergunta um, três e seis), a pergunta cinco verifica as condições músculo-esqueléticas e as perturbações respiratórias e metabólicas são avaliadas pelas perguntas, quatro e sete, respetivamente (Bernardes, et al., 2022; Schwartz, et al., 2021).

3.3.1.2. Questionário de sintomas músculo-esqueléticos- Questionário Nórdico.

Este questionário foi validado para a língua portuguesa, por Mesquita et al., (2010). O seu objetivo é recolher informação sobre a presença de sintomas músculo-esqueléticos em nove regiões anatómicas (pescoço, ombros, cotovelos, punho/mão, região lombar, região torácica, ancas/coxas, joelhos e tornozelos/pés) nos últimos 12 meses e nos últimos sete dias. Além disso, quando o desconforto é reportado nos últimos sete dias, o trabalhador deve indicar a intensidade do desconforto utilizando a escala numérica de dor (0 = "sem dor", 10 = "dor máxima"). (Bernardes, et al., 2022; Mesquita, 2010)

3.3.1.3. Questionário sobre dados sociodemográficos, saúde e hábitos de vida.

Este questionário tem como objetivo recolher informações relativas à data de nascimento, antiguidade, género, peso, altura e estado de saúde (incluindo hipertensão, fadiga e outros aspetos).

3.3.1.4. Capacidade para o Trabalho (WAS- Work Ability Score).

Segundo Mokarami, et al., (2021) e Bernardes, et al., (2022) , utilizar a última dimensão do Índice de Capacidade para o Trabalho (WAI), conhecida como Pontuação de Capacidade de Trabalho (WAS), é relevante para avaliar a perceção que os trabalhadores têm sobre a sua capacidade de trabalho numa escala de 0 a 10, onde 0 indica incapacidade total e 10 indica a capacidade máxima. Um estudo com 12.389 trabalhadores entre 40 e 65 anos avaliou se existiam diferenças significativas ao usar o questionário completo do WAI ou apenas a última pergunta (WAS), concluindo que a WAS por si só era suficiente para medir esta perceção (Fassi et al., 2013), com resultados estatisticamente significativos ($r_s = 0,63$; $OR = 0,71$, IC de 95%: 0,61-0,84). A WAS implica uma autoavaliação comparando a capacidade atual do trabalhador com a sua melhor capacidade histórica, categorizada como fraca (0-5), moderada (6-7), boa (8-9) e excelente (10).

3.3.1.5. Força de preensão manual.

A escolha do teste baseou-se nas principais atividades realizadas na linha de montagem final, tais como a movimentação de cargas, a realização de tarefas com o braço acima da cabeça e a aplicação de força de preensão.

Para avaliar a força de preensão manual em quilogramas (kg), foi utilizado o Dinamómetro Manual Digital Jamar Smart, considerado como a "medida padrão". Este instrumento é fiável e válido quando calibrado adequadamente para medir a força, e conta com a recomendação da American Society of Hand Therapists (Reales, Monroy, & Zea, 2019). Cada participante realizou duas medições com ambas as mãos, utilizando a posição 2 do dinamómetro Jamar. Segundo Bernandes (2022), essa posição é a mais adequada para medir a força de preensão, permitindo uma melhor explicação da capacidade física do trabalhador. Utilizou-se o valor máximo registado de ambas as mãos como indicador da força isométrica dos músculos do antebraço e da mão.

3.3.1.6. Avaliação Ergonómica Europeia- EAWS (European Assembly Worksheet).

O EAWS foi utilizado para avaliar os fatores de risco biomecânicos nos postos de trabalho. Segundo (Schaub, et al., 2013) este instrumento foi desenvolvido no seio da indústria automóvel para avaliar a carga de trabalho e envolve quatro critérios: fisiológicos e biomecânicos; dados médicos e epidemiológicos; psicofísicos e conformidade com outros métodos e normas internacionalmente aceites. É aplicado em quatro dimensões: (a) Postura e movimentos de trabalho adicionais de baixo esforço físico (<30 - 40N ou 3-4kg, respetivamente); (b) Força de ação do corpo inteiro (4kg) ou sistema mão-dedo (3kg); (c) Movimentação manual de cargas abrangendo movimentos de levantar, transportar, empurrar e puxar; e, (d) Cargas repetitivas nos membros superiores. Esta secção baseia-se em aspetos médicos e dados epidemiológicos baseados no método OCRA. A análise foi efetuada pela

equipa de ergonomia da empresa, onde foram geradas pontuações parciais designadas por "Pontos Extra" (Movimentos adicionais de baixo esforço físico), Força (Corpo e Sistema Manual), Postura (Cargas repetitivas nos membros superiores), Manipulação Manual de Cargas (MMH) e uma pontuação final que engloba todas as pontuações parciais. Neste estudo, a média ponderada das pontuações parciais e finais foi calculada para o dia de trabalho de cada trabalhador. As tarefas são categorizadas em três níveis de risco: baixo ou verde (de 0 a 25 pontos), que não necessita de recomendações; moderado ou amarelo (de 26 a 50 pontos), que indica possibilidade de risco e requer uma verificação mais frequente; e por fim, o nível alto ou vermelho (acima de 50 pontos), que exige intervenção urgente. As Figuras 2 e 3 apresentam o instrumento EAWS.

Figura 2 EAWS estrutura e secções (pp. 1-2)

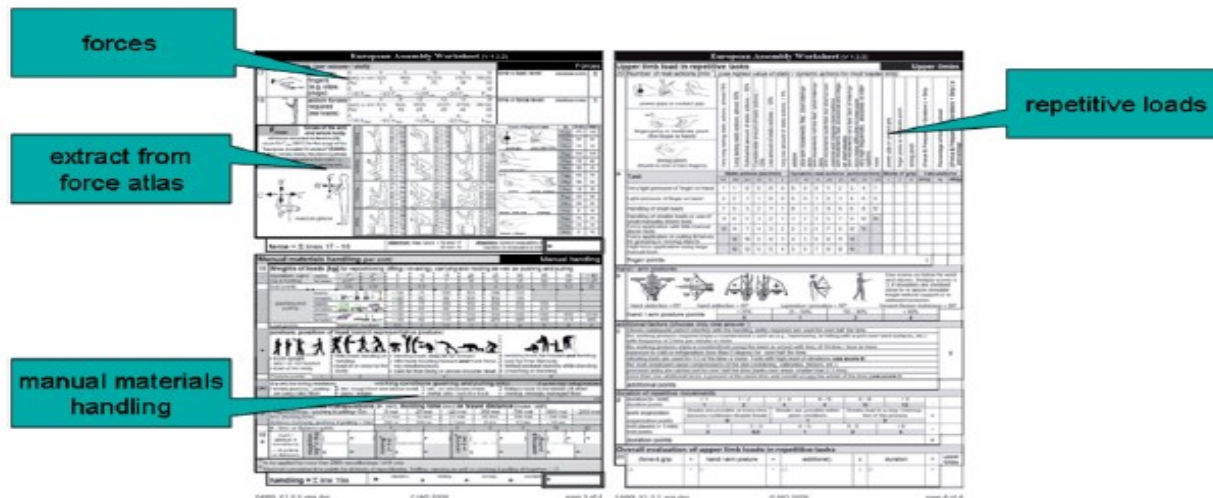
The image displays the structure of the European Assembly Worksheet (EAWS) across two pages. The worksheet is divided into several sections, each highlighted with a callout box:

- header:** Located at the top of the first page, containing fields for Name, Position of operator, Date, and Status.
- overall evaluation:** A section on the first page providing a summary of the overall evaluation, including a table with columns for 'Overall', 'Posture', 'Force', 'Manual handling', 'Extra', and 'Upper Limbs'.
- additional loads:** A section on the first page for recording additional loads, with a table for 'Extra points'.
- comments & improvements:** A section on the first page for providing comments and suggestions for improvements.
- time aspects for repetitive loads:** A section on the first page for recording time aspects for repetitive tasks, with a table for 'For scoring of repetitive tasks only'.
- 2D / 3D working postures:** A section on the second page for recording 2D and 3D working postures, with a table for 'Basic position as well as posture of trunk / arms'.

The worksheet also includes a 'Result of overall evaluation' section and a 'For scoring of repetitive tasks only' section. The bottom of the image shows the footer information, including the version number (EAWS_V1.2.2) and the page number (page 2 of 4).

Nota. Extraído de Schaub, et al., (2013)

Figura 3 EAWS estrutura e secções (pp. 3-4)



Nota. Extraído de Schaub, et al., (2013)

3.3.1.7. Pressão arterial, ritmo cardíaco, altura e peso:

Para a monitorização da frequência cardíaca, foi utilizado o dispositivo Polar H10 HR M-XXL.

Para a medição e determinação da tensão arterial, da frequência cardíaca, da altura e do peso, foram utilizados os protocolos descritos por Bernardes (2022).

3.4. Procedimentos

Para a realização deste estudo, foi assegurado que todos os trabalhadores fossem devidamente informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo. Além disso, foi obtido o consentimento informado, Livre e Esclarecido dos trabalhadores e o protocolo do estudo foi aprovado pelo Conselho de Ética da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa.

Da mesma forma, os trabalhadores foram instruídos que qualquer desconforto deveria ser imediatamente comunicado ao avaliador e o teste seria imediatamente interrompido. O teste da força de preensão foi efetuado com base no protocolo utilizado, conforme referido por

Bernardes, et al., (2022) e teve a duração de dois minutos. O trabalhador encontrava-se na posição sentada, com os braços em abdução, os antebraços em pronação e as mãos em posição neutra, com os cotovelos fletidos a 90 graus. Posteriormente, foi colocado o dinamómetro e solicitado ao trabalhador que realizasse três tentativas de força de preensão manual, utilizando a sua mão dominante nas posições 2 do dinamómetro.

3.5. Definição de variáveis

Evidenciam-se várias variáveis no estudo realizado, as quais se caracterizam como dependentes ou independentes. Como variável dependente identifica-se:

- a) Força da preensão

As variáveis independentes são:

- a) Género (variável qualitativa nominal)
- b) Idade (variável quantitativa contínua)
- c) IMC (variável quantitativa contínua)
- d) Antiguidade (variável quantitativa contínua)
- e) Atividade física (variável qualitativa nominal)
- f) Hábito de fumar (variável qualitativa nominal)
- g) Score final EAWS (variável quantitativa contínua)
- h) Presença ou ausência de dor nos membros superiores (variável qualitativa nominal)
- i) Capacidade para o trabalho- WAS (variável qualitativa ordinal)

3.5.1. Tratamento de dados

Para a análise de dados, a amostra foi dividida em dois grupos de acordo com o género, masculino e feminino, distribuídos em seis grupos etários: 18-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44 e 45-58. Foi verificada a normalidade dos dados utilizando o teste de Kolmogorov-

Smirnov, encontrando valores de significância para ambos os gêneros ($<0,001$), o que indica que não se verifica uma distribuição normal.

Numa primeira fase da análise, foi realizado uma análise descritiva de todas as variáveis. As variáveis categóricas foram descritas através da frequência absoluta e relativa. Por outro lado, as variáveis numéricas foram caracterizadas através de medidas de dispersão (mínimo, máximo e desvio padrão) e medidas de tendência central, como a média e a mediana.

Posteriormente, para identificar os determinantes da força de preensão, foi aplicado um modelo de regressão linear simples. A normalidade foi novamente avaliada utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, que revelou que tanto a força de preensão ($p=0,003$) como todas as variáveis independentes não seguiam uma distribuição normal ($p <0,001$). Assim, foi justificado o uso do teste não paramétrico de Mann-Whitney U para avaliar a significância estatística das variáveis gênero, atividade física, hábito de fumar e presença ou ausência de dor nos membros superiores. Para as variáveis idade, IMC, antiguidade, Score final EAWS e Capacidade para o trabalho (WAS), foi utilizado o teste não paramétrico de Spearman para analisar as correlações e associações entre as variáveis.

Por fim, foi realizada uma análise dos determinantes da força muscular dos trabalhadores em função dos fatores de exposição e individuais. A significância do modelo de regressão linear foi avaliada através de ANOVA (Análise de Variância), considerando a variável dependente força de preensão e seu preditor gênero, e foi determinado um p-valor ($<0,001$).

Todas as análises estatísticas foram efetuadas com o SPSS (versão 29.0; IBM, Chicago, IL) e um nível crítico de $p <0,05$ foi definido como significativo.

4. Resultados

Caracterização de aspetos sociodemográficos, saúde, hábitos de vida e sintomas músculo-esqueléticos

Dos 1000 trabalhadores a quem foi distribuído o questionário, 121 devolveram-no incompleto, 8 devolveram-no sem identificação e 325 não cumpriam os critérios de elegibilidade para o estudo. Isto significa que 546 trabalhadores foram considerados elegíveis para participar no estudo, dos quais 194 trabalhadores não efetuaram todas as medições da força de preensão.

Por fim, a amostra foi constituída por 352 trabalhadores e foi estratificada de acordo com a idade em seis grupos etários e por género. Como tal, optou-se por aplicar o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, que revelou diferenças significativas apenas entre os grupos 3 (30-34 anos) e 4 (35-39 anos) com um valor de significância de 0,032, não havendo diferenças significativas entre os restantes grupos.

Esta investigação foi baseada na premissa de que a força e a resistência muscular diminuam 20-40% entre os 20 e os 60 anos. Refira-se que o agrupamento da amostra em seis grupos etários se deve, por um lado, à necessidade de ajustar o presente estudo à metodologia de trabalho do estudo de referência que serviu de base¹⁵ e, por outro lado, porque os modelos teóricos revistos, bem como estudos anteriores, mostram que existe uma diminuição da força muscular com o aumento da idade, pelo que foi pertinente observar o comportamento da força muscular nestes grupos etários.

A amostra foi composta 266 homens, representando 75,6% do total da amostra. A idade média dos homens é de 34±9 anos, com uma média de tempo de serviço na empresa de

¹⁵ Faz-se referência a Bernardes, et al. (2022)

7,03±8,81 anos (Tabela 1). Quanto às mulheres, 86 participaram, o que representa 24,4% da amostra, com uma idade média de 34±9 anos e uma média de tempo de serviço de 3,50±5,72 anos (Tabela 1).

Tabela 1 Caracterização sociodemográfica da amostra.

| | Masculino n=266 | | | Feminino n= 86 | | | Total n=352 | | |
|--------------------|--------------------|-------|-----------|-------------------|-------|-----------|----------------|-------|-----------|
| | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP |
| Idade (anos) | 18 | 58 | 34±9 | 19 | 52 | 34±9 | 18 | 58 | 34±9 |
| Antiguidade (anos) | 0,01 | 22,54 | 7,03±8,81 | 0,15 | 22,41 | 3,50±5,72 | 0,01 | 22,54 | 6,17±8,29 |

Relativamente aos valores obtidos correspondentes aos dados de saúde, hábitos de vida e informação do Questionário Nórdico Músculo-esquelético, os resultados são analisados por grupo etário e género, revelando padrões distintos de declínio da força muscular na linha de montagem final da indústria automóvel.

No género feminino, no grupo etário de 30-34 anos, 18,2% das trabalhadoras relataram perda de peso involuntária nos últimos 12 meses. Este percentual é significativamente maior em comparação com outros grupos etários, indicando uma preocupação específica para esta faixa etária.

No grupo etário de 45-58 anos, 53,8% dos trabalhadores relataram cansaço nos últimos 7 dias, o que pode estar diretamente relacionado com as exigências físicas das tarefas na linha de montagem final. Este grupo, no entanto, em sua maioria não apresenta problemas de locomoção, sugerindo que, apesar do cansaço, conseguem manter-se fisicamente ativos no trabalho. O grupo de 40-44 anos destaca-se pela sua maior atividade física, com 63,6% dos trabalhadores a praticar exercício físico 1-2 vezes por semana, embora com uma duração média de apenas 0-60 minutos. Este nível relativamente baixo de atividade física pode, a longo prazo, contribuir para problemas de saúde devido à insuficiente compensação das exigências físicas do trabalho.

Entre os trabalhadores do grupo etário de 25-29 anos, 71,4% são fumadores, com um consumo médio de 8 cigarros por dia. Este hábito pode ter um impacto negativo significativo na saúde geral, reduzindo a capacidade pulmonar e diminuindo a qualidade de vida, além de potencialmente agravar o declínio da força muscular.

No grupo etário de 45-58 anos, observou-se uma elevada prevalência de sintomas de dor músculo-esquelética: 66,7% relataram dor no pescoço, 41,7% relataram dor em ambos os ombros e 46,2% relataram dor em ambos os punhos e mãos. Estes valores são significativamente superiores aos observados nos outros grupos etários, sugerindo uma maior prevalência de sintomas musculoesqueléticos nesta faixa etária. Esta situação pode ser explicada pelo desgaste físico acumulado ao longo dos anos de trabalho e pelas exigências específicas da linha de montagem final, que incluem carga estática, tarefas repetitivas e posturas desfavoráveis. Os demais valores estão disponíveis na (Tabela 2), onde se detalham outras observações relevantes para a compreensão dos determinantes do declínio da força muscular na indústria automível.

Tabela 2 Análise descritiva dos parâmetros de saúde e hábitos de vida e dos sintomas músculo-esqueléticos nos diferentes grupos etários no gênero feminino.

| | | 18-24 n= 19 | | 25-29 n= 14 | | 30-34 n= 11 | | 35-39 n= 18 | | 40-44 n= 11 | | 45-58 n= 13 | |
|---|-----------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Dados de saúde | | | | | | | | | | | | | |
| Perda de peso (últimos 12 meses) | Não | 17 | 100,0% | 12 | 85,7% | 9 | 81,8% | 16 | 88,9% | 10 | 90,9% | 13 | 100,0% |
| | Sim | 0 | 0,0% | 2 | 14,3% | 2 | 18,2% | 2 | 11,1% | 1 | 9,1% | 0 | 0,0% |
| Exaustão (últimos 7 dias) | Não | 18 | 94,7% | 13 | 92,9% | 6 | 54,5% | 11 | 61,1% | 8 | 72,7% | 6 | 46,2% |
| | Sim | 1 | 5,3% | 1 | 7,1% | 5 | 45,5% | 7 | 38,9% | 3 | 27,3% | 7 | 53,8% |
| Dificuldades de deslocação | Não | 18 | 100,0% | 13 | 100,0% | 11 | 100,0% | 18 | 100,0% | 11 | 100,0% | 12 | 92,3% |
| | Sim | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 7,7% |
| Hábitos de Vida | | | | | | | | | | | | | |
| Atividade física (AF) | Não | 14 | 73,7% | 8 | 57,1% | 7 | 63,6% | 12 | 66,7% | 4 | 36,4% | 9 | 69,2% |
| | Sim | 5 | 26,3% | 6 | 42,9% | 4 | 36,4% | 6 | 33,3% | 7 | 63,6% | 4 | 30,8% |
| Frequência da Atividade | 1-2 Vezes | 2 | 40,0% | 5 | 83,3% | 3 | 75,0% | 1 | 16,7% | 4 | 57,1% | 2 | 50,0% |
| | 3-4 Vezes | 3 | 60,0% | 1 | 16,7% | 0 | 0,0% | 5 | 83,3% | 1 | 14,3% | 2 | 50,0% |

| | | 18-24 n= 19 | | 25-29 n= 14 | | 30-34 n= 11 | | 35-39 n= 18 | | 40-44 n= 11 | | 45-58 n= 13 | |
|--|---|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| física (semanal) | 5 ou mais vezes | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 25,0% | 0 | 0,0% | 2 | 28,6% | 0 | 0,0% |
| | Sessão de treino (Duração média/mim) | 0-60 mim | 2 | 40,0% | 5 | 83,3% | 3 | 75,0% | 5 | 83,3% | 6 | 85,7% | 2 |
| | 61-90 mim | 1 | 20,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 16,7% | 1 | 14,3% | 0 | 0,0% |
| | 91-120 mim | 2 | 40,0% | 1 | 16,7% | 1 | 25,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 25,0% |
| | 121-180 mim | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 25,0% |
| | >180 mim | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| Tabagismo | Não | 12 | 63,2% | 4 | 28,6% | 6 | 54,5% | 12 | 66,7% | 7 | 63,6% | 11 | 84,6% |
| | Sim | 7 | 36,8% | 10 | 71,4% | 5 | 45,5% | 6 | 33,3% | 4 | 36,4% | 2 | 15,4% |
| Sintomas Músculo-esqueléticos | | | | | | | | | | | | | |
| Dor na região do pescoço (últimos 12 meses) | Não | 16 | 84,2% | 12 | 85,7% | 4 | 36,4% | 10 | 66,7% | 7 | 63,6% | 4 | 33,3% |
| | Sim | 3 | 15,8% | 2 | 14,3% | 7 | 63,6% | 5 | 33,3% | 4 | 36,4% | 8 | 66,7% |
| Dor nos ombros (últimos 12 meses) | Sem dor | 17 | 89,5% | 12 | 92,3% | 4 | 36,4% | 13 | 76,5% | 5 | 45,5% | 3 | 25,0% |
| | Ombro direito | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 4 | 36,4% | 2 | 11,8% | 1 | 9,1% | 3 | 25,0% |
| | Ombro esquerdo | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 9,1% | 0 | 0,0% | 1 | 9,1% | 1 | 8,3% |
| | Ambos os ombros | 2 | 10,5% | 1 | 7,7% | 2 | 18,2% | 2 | 11,8% | 4 | 36,4% | 5 | 41,7% |
| Dor nos punhos/mãos (últimos 12 meses) | Sem dor | 15 | 78,9% | 10 | 71,4% | 5 | 45,5% | 8 | 44,4% | 5 | 45,5% | 4 | 30,8% |
| | Punho/mão direito | 3 | 15,8% | 0 | 0,0% | 2 | 18,2% | 6 | 33,3% | 2 | 18,2% | 2 | 15,4% |
| | Punho/mão esquerdo | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 7,7% |
| | Ambos os punhos/mãos | 1 | 5,3% | 4 | 28,6% | 4 | 36,4% | 4 | 22,2% | 4 | 36,4% | 6 | 46,2% |

Os dados obtidos para o género masculino revelam padrões específicos, no grupo etário de 35-39 anos, 24,1% dos trabalhadores relataram perda de peso involuntária nos últimos 12 meses. Este dado é significativo, pois sugere que um quarto dos trabalhadores nesta faixa etária está a sofrer uma alteração física relevante que pode estar associada ao elevado nível de exigência física inerente ao trabalho na linha de montagem final.

No grupo de 45-58 anos, 48,7% dos trabalhadores indicaram sentir dor nos últimos sete dias. Este fenómeno, similar ao observado no grupo feminino da mesma faixa etária, é provavelmente devido às intensas exigências físicas da linha de montagem final. Além disso,

24,3% dos trabalhadores deste grupo etário relataram dificuldades de locomoção, indicando um impacto negativo significativo na capacidade física geral dos trabalhadores mais velhos, possivelmente devido ao desgaste acumulado ao longo dos anos.

O grupo etário de 18-24 anos destaca-se pela elevada percentagem de trabalhadores ativos, com 71,4% dos trabalhadores a praticar exercício físico entre 3 a 4 vezes por semana, com uma duração média de 61-90 minutos por sessão. Este comportamento sugere um nível elevado de atividade física, o que contrasta fortemente com o grupo de 45-58 anos, onde apenas 44,7% dos trabalhadores praticam algum tipo de atividade física. Esta diferença pode indicar uma diminuição da capacidade ou motivação para a atividade física à medida que a idade avança, possivelmente exacerbada pelas exigências do trabalho.

O tabagismo está presente em 47,2% dos trabalhadores no grupo de 25-29 anos, com um consumo médio de 9 cigarros por dia. Este hábito é um pouco inferior ao observado no grupo de 45-58 anos, onde 46,2% dos trabalhadores são fumadores. O tabagismo pode ter um impacto negativo significativo na saúde geral, reduzindo a capacidade pulmonar e, potencialmente, pode contribuir para o declínio da força muscular.

No grupo etário de 45-58 anos, observou-se uma prevalência significativa de dores músculo-esqueléticas. Nos últimos 12 meses, 55,6% dos trabalhadores relataram dor no pescoço, 36,1% relataram dor em ambos os ombros e 32,4% relataram dor em ambos os punhos e mãos. Estes valores são mais elevados comparativamente aos outros grupos etários, indicando uma maior incidência de sintomatologia musculoesquelética nesta faixa etária.

Este aumento da prevalência de dores pode ser explicado pela combinação do desgaste físico acumulado ao longo dos anos de trabalho e pelas exigências específicas da linha de montagem final, incluindo movimentos repetitivos, levantamento e transporte de pesos, posturas desfavoráveis mantidas por longos períodos, longas horas de trabalho e uso de

equipamento inadequado. Estas condições de trabalho são identificadas como principais causadores de tensão nos tecidos moles, resultando em queixas músculo-esqueléticas. Todos os dados constam na (Tabela 3) para referência e análise.

Tabela 3 Análise descritiva dos parâmetros de saúde e hábitos de vida e dos sintomas músculo-esqueléticos nos diferentes grupos etários no género masculino.

| | | 18-24 n= 50 | | 25-29 n= 53 | | 30-34 n= 46 | | 35-39 n= 29 | | 40-44 n= 48 | | 45-58 n= 40 | |
|--|-----------------|----------------|--------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Dados de saúde | | | | | | | | | | | | | |
| Perda de peso (últimos 12 meses) | Não | 45 | 91,8% | 44 | 83,0% | 35 | 76,1% | 22 | 75,9% | 45 | 95,7% | 32 | 82,1% |
| | Sim | 4 | 8,2% | 9 | 17,0% | 11 | 23,9% | 7 | 24,1% | 2 | 4,3% | 7 | 17,9% |
| Exaustão (últimos 7 dias) | Não | 39 | 81,3% | 42 | 79,2% | 35 | 76,1% | 19 | 65,5% | 28 | 60,9% | 20 | 51,3% |
| | Sim | 9 | 18,8% | 11 | 20,8% | 11 | 23,9% | 10 | 34,5% | 18 | 39,1% | 19 | 48,7% |
| Dificuldades de deslocação | Não | 49 | 100,0% | 49 | 94,2% | 44 | 95,7% | 25 | 89,3% | 40 | 85,1% | 28 | 75,7% |
| | Sim | 0 | 0,0% | 3 | 5,8% | 2 | 4,3% | 3 | 10,7% | 7 | 14,9% | 9 | 24,3% |
| Hábitos de Vida | | | | | | | | | | | | | |
| Atividade física (AF) | Não | 14 | 28,6% | 18 | 34,0% | 19 | 41,3% | 11 | 37,9% | 25 | 52,1% | 21 | 55,3% |
| | Sim | 35 | 71,4% | 35 | 66,0% | 27 | 58,7% | 18 | 62,1% | 23 | 47,9% | 17 | 44,7% |
| Frequência da Atividade física (semanal) | 1-2 Vezes | 15 | 42,9% | 16 | 45,7% | 13 | 48,1% | 9 | 50,0% | 9 | 39,1% | 6 | 35,3% |
| | 3-4 Vezes | 15 | 42,9% | 11 | 31,4% | 12 | 44,4% | 7 | 38,9% | 14 | 60,9% | 9 | 52,9% |
| | 5 ou mais vezes | 5 | 14,3% | 8 | 22,9% | 2 | 7,4% | 2 | 11,1% | 0 | 0,0% | 2 | 11,8% |
| Sessão de treino (Duração média/mim) | 0-60 mim | 11 | 33,3% | 16 | 50,0% | 13 | 48,1% | 10 | 62,5% | 14 | 60,9% | 13 | 76,5% |
| | 61-90 mim | 11 | 33,3% | 6 | 18,8% | 6 | 22,2% | 5 | 31,3% | 6 | 26,1% | 1 | 5,9% |
| | 91-120 mim | 9 | 27,3% | 8 | 25,0% | 7 | 25,9% | 0 | 0,0% | 2 | 8,7% | 3 | 17,6% |
| | 121-180 mim | 1 | 3,0% | 2 | 6,3% | 1 | 3,7% | 1 | 6,3% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| | >180 mim | 1 | 3,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 4,3% | 0 | 0,0% |
| Tabagismo | Não | 28 | 56,0% | 28 | 52,8% | 29 | 63,0% | 19 | 65,5% | 27 | 56,3% | 21 | 53,8% |
| | Sim | 22 | 44,0% | 25 | 47,2% | 17 | 37,0% | 10 | 34,5% | 21 | 43,8% | 18 | 46,2% |
| Sintomas Músculo-esqueléticos | | | | | | | | | | | | | |
| Dor na região do pescoço (últimos 12 meses) | Não | 43 | 89,6% | 42 | 80,8% | 33 | 80,5% | 18 | 69,2% | 29 | 67,4% | 16 | 44,4% |
| | Sim | 5 | 10,4% | 10 | 19,2% | 8 | 19,5% | 8 | 30,8% | 14 | 32,6% | 20 | 55,6% |
| Dor nos ombros (últimos 12 meses) | Sem dor | 37 | 77,1% | 42 | 80,8% | 31 | 70,5% | 21 | 77,8% | 32 | 69,6% | 14 | 38,9% |
| | Ombro direito | 4 | 8,3% | 4 | 7,7% | 6 | 13,6% | 2 | 7,4% | 6 | 13,0% | 6 | 16,7% |
| | Ombro esquerdo | 4 | 8,3% | 3 | 5,8% | 1 | 2,3% | 1 | 3,7% | 1 | 2,2% | 3 | 8,3% |
| | Ambos os ombros | 3 | 6,3% | 3 | 5,8% | 6 | 13,6% | 3 | 11,1% | 7 | 15,2% | 13 | 36,1% |

| | | 18-24 n= 50 | | 25-29 n= 53 | | 30-34 n= 46 | | 35-39 n= 29 | | 40-44 n= 48 | | 45-58 n= 40 | |
|---|----------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Dor nos punhos/mãos (últimos 12 meses) | Sem dor | 34 | 70,8% | 39 | 73,6% | 23 | 50,0% | 17 | 60,7% | 24 | 51,1% | 17 | 45,9% |
| | Punho/mão direito | 8 | 16,7% | 8 | 15,1% | 14 | 30,4% | 5 | 17,9% | 11 | 23,4% | 8 | 21,6% |
| | Punho/mão esquerdo | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 2,1% | 0 | 0,0% |
| | Ambos os punhos/mãos | 6 | 12,5% | 6 | 11,3% | 9 | 19,6% | 6 | 21,4% | 11 | 23,4% | 12 | 32,4% |

Os resultados obtidos e refletidos nas tabelas 4 e 5 revelam que, em termos de parâmetros individuais, o índice de massa corporal (IMC) médio do grupo feminino situa-se em 24,33, o que corresponde a uma faixa considerada "normal" ou "saudável". Em contrapartida, o grupo masculino apresenta um IMC médio de 25,12, ligeiramente superior, mas ainda dentro de uma faixa aceitável.

Quanto à avaliação da Capacidade para o Trabalho (WAS), tanto homens quanto mulheres na linha de montagem final da indústria automóvel foram classificados com uma capacidade de trabalho "boa", obtendo pontuações médias de 8 e 9, respetivamente, segundo a escala fornecida. A discrepância de um ponto entre os grupos sugere uma possível diferença na percepção da capacidade de trabalho entre os sexos, destacando a necessidade de aprofundar os fatores subjacentes a esta disparidade. Estes resultados implicam que, de um modo geral, os trabalhadores neste ambiente industrial específico têm uma percepção positiva da sua capacidade de trabalho em comparação com o seu desempenho ao longo da sua vida laboral. Contudo, para uma compreensão mais completa, é crucial avaliar os fatores que influenciam esta percepção, tais como as condições físicas da linha de montagem final na indústria automóvel, tais como movimentos repetitivos, posturas desfavoráveis e exigências de força.

Tabela 4 Análise descritiva dos parâmetros individuais nos diferentes grupos etários no género feminino.

| | 18-24 n= 19 | | | 25-29 n= 14 | | | 30-34 n= 11 | | | 35-39 n= 18 | | | 40-44 n= 11 | | | 45-58 n= 13 | | | Total n= 86 | | |
|------------------------------|----------------|------|-----------|----------------|------|-----------|----------------|------|-----------|----------------|-------|-----------|----------------|------|-----------|----------------|-----|-----------|----------------|------|------------|
| | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP |
| IMC* (kg/m ²) | 17,6 | 29,7 | 22,74±3,6 | 18,73 | 26,6 | 23,09±2,1 | 21,1 | 28,7 | 23,77±2,7 | 20,9 | 35,30 | 26,22±5,1 | 17,6 | 26,6 | 23,51±2,7 | 21,2 | 32 | 26,49±2,3 | 17,7 | 35,3 | 24,33±3,73 |
| n.º de cigarros (dia) | 2 | 15 | 8±4 | 5 | 10 | 8±2 | 6 | 15 | 9±4 | 5 | 20 | 10±5 | 3 | 10 | 7±3 | 1 | 15 | 7±7 | 1 | 20 | 8±4 |
| WAS* | 7 | 10 | 9±1 | 7 | 10 | 9±1 | 5 | 10 | 9±1 | 3 | 10 | 8±2 | 5 | 10 | 8±2 | 5 | 10 | 8±2 | 3 | 10 | 9±2 |

*WAS- (Work Ability Score) pontuação da capacidade para o trabalho; IMC - Índice de Massa Corporal

Tabela 5 Análise descritiva dos parâmetros individuais nos diferentes grupos etários no género masculino.

| | 18-24 n= 50 | | | 25-29 n= 53 | | | 30-34 n= 46 | | | 35-39 n= 29 | | | 40-44 n= 48 | | | 45-58 n= 40 | | | Total n=266 | | |
|------------------------------|----------------|-------|-----------|----------------|-------|-----------|----------------|-------|-----------|----------------|-------|-----------|----------------|-------|-----------|----------------|-------|-----------|----------------|-------|------------|
| | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP |
| IMC* (kg/m ²) | 18,42 | 35,50 | 23,27±3,7 | 17,82 | 35,75 | 25,06±3,7 | 20,28 | 39,77 | 25,78±4,4 | 19,33 | 31,60 | 24,83±2,6 | 19,75 | 37,04 | 26,44±3,9 | 18,71 | 30,80 | 25,30±3,1 | 17,82 | 39,77 | 25,12±3,81 |
| n.º de cigarros (dia) | 1 | 15 | 8±3 | 5 | 12 | 9±2 | 0 | 20 | 11±6 | 3 | 24 | 11±7 | 2 | 40 | 15±8 | 7 | 40 | 16±8 | 0 | 40 | 11±7 |
| WAS* | 6 | 10 | 9±1 | 6 | 10 | 9±1 | 5 | 10 | 9±1 | 5 | 10 | 8±2 | 2 | 10 | 8±2 | 3 | 10 | 8±2 | 2 | 10 | 8±2 |

*WAS- (Work Ability Score) pontuação da capacidade para o trabalho; IMC - Índice de Massa Corporal

Caracterização da exposição física dos postos de trabalho da linha de montagem final através do método observacional EAWS.

A análise comparativa dos dados obtidos entre trabalhadores do género feminino no grupo etário de 18-24 anos e trabalhadores do género masculino, utilizando a European Assembly Worksheet (EAWS) para caracterizar a exposição física nos postos de trabalho da linha de montagem final na indústria automóvel, revela diferenças significativas em várias dimensões. Em primeiro lugar, enquanto ambos os grupos apresentam pontuações de EAWS que sugerem um nível de risco moderado, sugerindo a necessidade de monitorização periódica devido ao potencial de risco, com valores de 37,2 e 41,4, respetivamente, o desvio padrão no caso dos homens é consideravelmente maior (17,7 contra 12,2). Isso indica uma maior variabilidade na exposição física entre os trabalhadores masculinos, possivelmente devido à diversidade de tarefas realizadas ou variações nas condições de trabalho.

Em termos de postura, os trabalhadores masculinos exibem pontuações mais altas (25,6) em comparação com as trabalhadoras femininas (22,4), o que sugere uma adoção mais frequente de posturas estáticas. Este fator pode estar relacionado à natureza das tarefas, onde os homens podem estar mais frequentemente envolvidos em atividades que exigem manutenção de posições fixas, como estar de pé ou agachado. Além disso, a aplicação de força sobre o corpo inteiro ou sobre mãos e dedos é moderadamente superior nos homens (6,07) em comparação com as mulheres (4,35), indicando possíveis diferenças no tipo de trabalho realizado, ou em termos de capacidade física exigida. Para o género feminino, essa pontuação pode denotar um maior esforço nas tarefas desempenhadas. Quanto à manipulação manual de cargas, ambos os grupos mostram semelhanças na ausência de movimentos manuais de carga que podem contribuir para a fadiga e o enfraquecimento da força muscular.

Tabela 6 Análise descritiva dos fatores de exposição física nos postos de trabalho, nos diferentes grupos etários do género feminino.

| | 18-24 n= 19 | | | 25-29 n= 14 | | | 30-34 n= 11 | | | 35-39 n= 18 | | | 40-44 n= 11 | | | 45-58 n= 13 | | |
|-----------------------------|------------------|------|-----------|----------------|-------|-----------|----------------|------|-----------|----------------|-------|-----------|----------------|--------|--------------|----------------|-------|-------------|
| | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP |
| Postura | 5,7 | 62,1 | 22,4±16 | 5,7 | 28,7 | 14,6±7,3 | 5,7 | 36,3 | 16,6±8,9 | 7,8 | 28,7 | 17,1±5,3 | 5,9 | 58,5 | 20,9±14,6 | 7,8 | 36,3 | 19,1±7,7 |
| Força | 0,0 | 14,7 | 4,35±5,83 | 0,0 | 16,6 | 5,11±5,57 | 0,0 | 21,2 | 8,95±6,92 | 0,0 | 15,9 | 5,61±5,64 | 0,0 | 23,6 | 6,55±9,14 | 0,0 | 21,2 | 6,37±7,45 |
| Pontos extras | 0,0 | 0,0 | -* | 0,0 | 0,0 | -* | 0,0 | 0,0 | -* | 0,0 | 0,00 | -* | 0,0 | 0,0 | -* | 0,0 | 0,0 | -* |
| Pontuação Global | 21,5 | 70 | 37,2±12,2 | 21,5 | 49,5 | 32,5±7,5 | 17,5 | 70,5 | 35,8±13 | 19,5 | 40 | 30,1±7,4 | 8,0 | 70,5 | 35,5±18,8 | 19,5 | 70,5 | 34,7±12,8 |
| Tempo de ciclo (seg) | 80,4 | 83,4 | 81,41±1,4 | 80,4 | 83,4 | 81,73±1,5 | 80,4 | 83,4 | 81,82±1,5 | 80,4 | 114 | 82,70±7,8 | 80,4 | 560,98 | 127,47±144,1 | 80,4 | 114 | 91,25±15,82 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n |
| MMC* | Sem movimentação | 14 | 73,7% | 9 | 64,3% | 9 | 81,8% | 13 | 81,3% | 10 | 90,9% | 10 | 90,9% | 10 | 90,9% | 10 | 83,3% | 10 |
| | Reposicionar | 3 | 15,8% | 5 | 35,7% | 2 | 18,2% | 3 | 18,8% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 8,3% | 1 |
| | Segurar | 2 | 10,5% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 9,1% | 1 | 9,1% | 1 | 9,1% | 1 | 8,3% | 1 |

*O símbolo '-' foi utilizado no fator designado como pontos extras para indicar que os valores da média e desvio padrão são iguais a 0, **MMC**- Movimentação manual de cargas.

Nota. As frequências dos diferentes tipos de movimentação manual de cargas (Transportar, Puxar/Empurrar (com reposições) e Puxar/Empurrar (à distância)), não foram relatadas devido à falta de observações em todos os grupos etários, resultando em valores nulos.

Tabela 7 Análise descritiva dos fatores de exposição física nos postos de trabalho, nos diferentes grupos etários do género masculino.

| | 18-24 n= 50 | | | 25-29 n= 53 | | | 30-34 n= 46 | | | 35-39 n= 29 | | | 40-44 n= 48 | | | 45-58 n= 40 | | |
|-----------------------------|---------------------------------|------|------------|----------------|-------|------------|----------------|------|------------|----------------|-------|-----------|----------------|-------|------------|----------------|-------|-------------|
| | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP |
| Postura | 5,7 | 90,4 | 25,6±18 | 5,7 | 58,5 | 20,8±10 | 6,5 | 62,1 | 26,9±17,1 | 5,1 | 53,5 | 21,2±12,5 | 5,1 | 90,4 | 21,5±14,2 | 5,4 | 62,1 | 23,4±13,4 |
| Força | 0,0 | 23,2 | 6,07±6,92 | 0,0 | 30,6 | 5,78±6,86 | 0,0 | 21,2 | 3,09±4,7 | 0,0 | 21,2 | 5,11±6,34 | 0,0 | 26,20 | 5,36±7,22 | 0,0 | 22,8 | 6,91±8,66 |
| Pontos extras | 0,0 | 0,11 | 0,0±0,02 | 0,0 | 3,21 | 0,07±0,44 | 0,0 | 3 | 0,07±0,44 | 0,0 | 3 | 0,11±0,56 | 0,0 | 0,0 | -* | 0,0 | 0,0 | -* |
| Pontuação Global | 16,5 | 95,5 | 41,4±17,7 | 19,5 | 75 | 36,8±11,7 | 17,5 | 70,5 | 39,8±15,2 | 14,5 | 77,5 | 37,7±17,5 | 12,5 | 95,5 | 36,2±15,5 | 8,0 | 70,5 | 38,5±19,1 |
| Tempo de ciclo (seg) | 80,4 | 83,4 | 81,31±1,33 | 80,4 | 83,4 | 81,42±1,39 | 80,4 | 83,4 | 80,93±1,08 | 80,4 | 571,2 | 98,13±91 | 79,94 | 114 | 83,97±9,57 | 79,94 | 560,9 | 98,24±76,02 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n |
| MMC* | Sem movimentação | 35 | 72,9% | 31 | 60,8% | 31 | 68,9% | 22 | 78,6% | 36 | 76,6% | 33 | 76,6% | 33 | 76,6% | 33 | 84,6% | 33 |
| | Reposicionar | 8 | 16,7% | 13 | 25,5% | 8 | 17,8% | 6 | 21,4% | 5 | 10,6% | 1 | 2,6% | 1 | 2,6% | 1 | 2,6% | 1 |
| | Segurar | 5 | 10,4% | 7 | 13,7% | 5 | 11,1% | 0 | 0,0% | 6 | 12,8% | 5 | 12,8% | 5 | 12,8% | 5 | 12,8% | 5 |
| | Puxar/Empurrar (com reposições) | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 1 | 2,2% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 |

*O símbolo '-' foi utilizado no fator designado como pontos extras para indicar que os valores da média e desvio padrão são iguais a 0, **MMC**- Movimentação manual de cargas.

Nota. As frequências dos diferentes tipos de movimentação manual de cargas (Transportar e Puxar/Empurrar (à distância)), não foram relatadas devido à falta de observações em todos os grupos etários, resultando em valores nulos.

Por outro lado, embora o tempo de ciclo não esteja diretamente relacionado com a exposição física, observa-se que este pode influenciar na fadiga e no desempenho dos trabalhadores. O tempo de ciclo médio é comparável entre ambos géneros do grupo etário (18-24 anos) com valores próximos a 80 segundos. Um tempo de ciclo de 80 segundos significa que os trabalhadores têm um intervalo limitado para completar suas tarefas repetitivas, o que pode aumentar a fadiga muscular e reduzir o desempenho ao longo do tempo.

Estas discrepâncias destacam a importância de considerar as diferenças de género e idade ao projetar intervenções para mitigar os riscos biomecânicos na indústria automóvel, focando na melhoria da postura, na distribuição da carga e na eficiência nos processos de trabalho para prevenir o declínio da força muscular e promover condições laborais mais seguras e saudáveis. Os valores restantes dos outros grupos etários podem ser encontrados nas tabelas 6 e 7.

Perfil de capacidade física da força de preensão dos trabalhadores da montagem final.

A análise dos dados sobre a força de preensão manual na indústria automóvel revela variações significativas entre os sexo e diferentes grupos etários, proporcionando informações valiosas para a investigação sobre o declínio da força muscular. No género feminino, a média geral da força de preensão é de 36,03 kg, com um pico observado no grupo etário de 40-44 anos (39,36 kg), seguido de um declínio para 30,69 kg no grupo de 45-48 anos, representando uma diminuição de 8,67 kg. No género masculino, a média geral é de 47,90 kg, atingindo seu máximo no grupo etário de 40-44 anos (51,21 kg), com uma redução para 46,13 kg no grupo de 45-58 anos, correspondendo a uma diminuição de 5,08 kg. No grupo etário de 35-39 anos, uma mulher alcançou a força máxima de 55 kg (média 36,78 kg, desvio padrão 9,25), e no grupo de

40-44 anos, dois homens atingiram a força máxima de 69 kg (média 51,21 kg, desvio padrão 10,36) (Tabela 8).

Os valores apresentados visualmente nas figuras 4 e 5 demonstram um declínio progressivo da força de preensão, especialmente acentuado em mulheres a partir dos 45 anos. A redução da força de preensão manual pode impactar diretamente a capacidade dos trabalhadores em executar tarefas críticas na linha de montagem final, como a elevação de cargas, o trabalho com o braço acima do nível da cabeça e a movimentação de cargas. Essa perda de força compromete a eficiência e a segurança no desempenho dessas atividades, aumentando o risco de lesões e diminuindo a produtividade.

A compreensão detalhada desses declínios, com base nos valores apresentados, é crucial para a investigação, pois permite identificar os grupos etários mais vulneráveis e os períodos críticos de declínio da força muscular. Este conhecimento pode orientar a implementação de intervenções preventivas, como programas de fortalecimento muscular e melhorias ergonômicas, visando atenuar os efeitos do envelhecimento na capacidade de trabalho dos trabalhadores da indústria automóvel.

Tabela 8 Análise descritiva da força de prensão manual no género feminino e masculino por faixa etária.

| 18-24 | | | 25-29 | | | 30-34 | | | 35-39 | | | 40-44 | | | 45-58 | | | Total | | |
|------------------|------|-----------|-------|------|------------|-------|------|------------|-------|------|------------|-------|------|------------|-------|------|------------|-------|------|-------------|
| Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP | Min | Max | M±DP |
| Feminino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25,0 | 60,0 | 38,47±7,7 | 25,0 | 53,0 | 35,14±7,36 | 23,0 | 50,0 | 34,73±8,61 | 24,0 | 55,0 | 36,78±9,25 | 29,0 | 52,0 | 39,36±6,36 | 25,0 | 39,0 | 30,69±4,21 | 23,0 | 60,0 | 36,03±7,86 |
| Masculino | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24,0 | 63,0 | 45,74±10 | 26,0 | 69,0 | 48,38±11,3 | 22,0 | 69,0 | 47,78±11,2 | 35,0 | 64,0 | 47,93±7,5 | 22,0 | 69,0 | 51,21±10,4 | 30,0 | 64,0 | 46,13±8,72 | 22,0 | 69,0 | 47,90±10,33 |

FPH2-Força de prensão medida em kg na posição 2

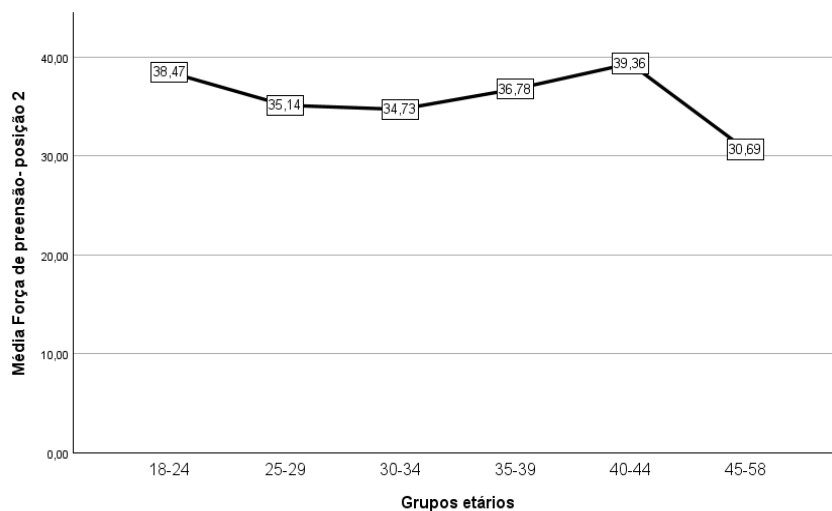


Figura 5 Valores médios da força de prensão do género feminino.

Nota. Dados obtidos a partir de IBM SPSS (Versão 29).

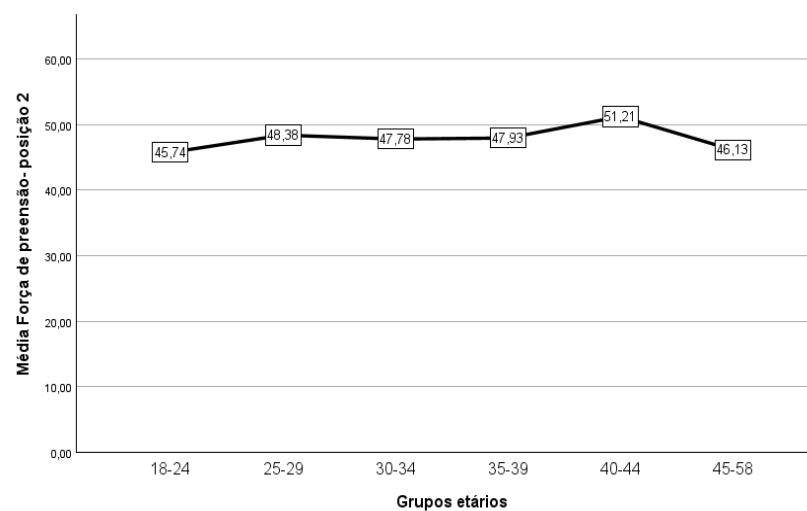


Figura 4 Valores médios da força de prensão do género masculino.

Nota. Dados obtidos a partir de IBM SPSS (Versão 29).

Associação entre a força de preensão, os fatores físicos de exposição e os fatores individuais dos trabalhadores.

Os resultados obtidos a partir dos testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov revelaram que nenhuma das variáveis investigadas, incluindo a força de preensão, gênero, presença ou ausência de dor nos membros superiores, hábito de fumar e atividade física, segue uma distribuição normal, o que sugere uma possível assimetria ou falta de normalidade nos dados. Após essa constatação, foram conduzidos através dos testes de Mann-Whitney U para investigar possíveis diferenças na força de preensão em relação a essas variáveis, valores apresentados na tabela 9. Notavelmente, o teste revelou uma correlação estatisticamente significativa entre a força de preensão e o gênero ($U = 4261,500$, $p < 0,001$), indicando que o gênero exerce uma influência substancial nessa medida. Isso sugere que o gênero influencia de maneira significativa na força de preensão, com diferenças claras entre homens e mulheres na capacidade dos trabalhadores para exercer força de preensão no contexto laboral da indústria automóvel. No entanto, ao analisar a relação entre a força de preensão e a presença ou ausência de dor nos membros superiores, não foram encontradas correlações significativas ($U = 13,898$, $p = 0,254$), sugerindo que a dor nos membros superiores pode não ser um fator determinante na variação da força de preensão. Da mesma forma, não foram observadas correlações significativas entre a força de preensão e o hábito de fumar ($p = 0,964$) ou a atividade física ($p = 0,113$), o que indica que esses fatores podem não ter uma influência marcante na força de preensão, pelo menos com base nos dados analisados. Esses resultados sugerem a complexidade e a dimensão multifatorial que podem estar envolvidas na determinação da força de preensão, destacando a importância de considerar múltiplos aspectos ao investigar essa medida.

Esta estrutura de análise permite uma compreensão clara das associações e relações entre o gênero e a força de preensão, fornecendo uma base sólida para futuras investigações e intervenções na área da saúde e segurança no trabalho na indústria automóvel.

Tabela 9 Teste de Mann-Whitney: força de preensão em função dos fatores individuais.

| Variáveis | U | Sig |
|--|-----------|-------|
| Gênero | 4261,500 | <,001 |
| Atividade Física | 13657,000 | 0,113 |
| Hábito de Fumar | 14951,500 | 0,964 |
| Presença ou ausência de dor nos membros superiores | 13898,000 | 0,254 |

Os valores apresentados na tabela 10, indicam que nenhuma das variáveis analisadas possui uma correlação significativa com a força de preensão. A idade apresenta um coeficiente de 0,020 com um valor de significância de 0,707, o IMC possui um coeficiente de 0,080 com uma significância de 0,147, a antiguidade mostra um coeficiente de 0,026 com uma significância de 0,625, o score final EAWS apresenta um coeficiente de 0,020 com uma significância de 0,707, e a capacidade para o trabalho (WAS) possui um coeficiente de -0,008 com uma significância de 0,880. Todos os valores de significância são superiores a 0,05, indicando que nenhuma destas variáveis está significativamente relacionada com a força de preensão neste estudo.

Esses resultados foram obtidos através da correlação de Spearman devido à ausência de distribuição normal das variáveis. Desta forma, pode-se inferir que, de acordo com os dados analisados, a idade, o IMC, a antiguidade no trabalho, o score final EAWS e a capacidade para o trabalho (WAS) não são determinantes importantes para o declínio da força muscular na indústria automóvel. Estes resultados sugerem que outros fatores não incluídos na análise podem ser mais relevantes para explicar a variação na força de preensão entre os trabalhadores desta indústria. Assim, é necessário investigar outros possíveis determinantes para compreender plenamente os fatores que influenciam a força muscular neste contexto.

Tabela 10 Correlação de Spearman entre fatores individuais, fatores de exposição física e a força de prensão.

| Variáveis | Força de prensão (FPH2) * | |
|---------------------------------|---------------------------|-------|
| | Coef. | Sig. |
| Idade | 0,020 | 0,707 |
| IMC | 0,080 | 0,147 |
| Antiguidade | 0,026 | 0,625 |
| Score final EAWS | 0,020 | 0,707 |
| Capacidade para o trabalho- WAS | -0,008 | 0,880 |

*FPH2-Força de prensão- posição 2; **A correlação é significativa para a probabilidade de 90% de confiança "p <.01"

A análise foi aprofundada através de um modelo de regressão linear simples, cujos resultados estão detalhados na Tabela 11. O p-valor extremamente baixo (< 0,001) confirma a alta significância da relação entre o gênero e a força de prensão, validando assim a relevância do modelo para compreender esta dinâmica específica na população estudada. A correlação negativa entre gênero e força de prensão indica que, embora existam diferenças significativas de força de prensão entre homens e mulheres, o gênero por si só não é o único fator determinante. O modelo de regressão linear simples mostra que o gênero explica 21,5% da variabilidade na força de prensão ($R^2 = 0,215$), sugerindo que outros fatores, não considerados neste modelo, também desempenham um papel importante na determinação da força de prensão nesta população de trabalhadores.

Tabela 11 Fator Determinante da Força de Prensão: Valores do Modelo de Regressão Linear Simples.

| Variáveis | Força de Prensão (FPH2) | |
|-----------|-------------------------|--------|
| | β | p |
| Constante | 59,770 | <0,001 |
| Gênero | -11,867 | <0,001 |
| R^2 | 0,215 | |

A equação do modelo fornece informação adicional sobre a relação entre o gênero e a força de prensão:

$$FPH = 59,770 - 11,867(g)$$

Onde;

FPH= força de prensão manual

g= género (1=masculino e 2=feminino)

A análise do modelo de regressão linear simples revela uma associação significativa entre o género e a força de prensão manual na indústria automóvel. Observa-se que, uma vez controladas outras variáveis, as mulheres têm uma força de prensão manual aproximadamente 11,867 kg mais baixa do que os homens. Esta diferença na força de prensão pode ser atribuída a uma combinação de fatores biológicos, sociais e laborais, incluindo a distribuição de tarefas no trabalho e as expectativas de género.

Além disso, os resultados de métodos de autoavaliação, métodos observacionais (EAWS) e medições diretas fornecem informações adicionais sobre os fatores ergonómicos, hábitos de vida e condições de trabalho que podem influenciar a força de prensão e a saúde muscular dos trabalhadores. Estes resultados destacam a importância de considerar uma variedade de fatores individuais e de exposição ao desenhar intervenções para melhorar a saúde e segurança no local de trabalho.

Em resumo, embora o género desempenhe um papel significativo na força de prensão manual na indústria automóvel, é importante reconhecer que outros fatores também influenciam esta medida. Embora o modelo forneça informações valiosas, existem limitações, como a exclusão de outros possíveis determinantes da força de prensão, como a composição corporal, a exposição a riscos biomecânicos específicos. Estes fatores podem ser objeto de futuras investigações para uma compreensão mais completa do fenómeno. Os resultados sugerem a importância de considerar o género ao desenhar intervenções para promover a saúde muscular e prevenir lesões em ambientes de trabalho similares, tais como medidas

ergonómicas, programas de exercício e formação em técnicas de trabalho seguras podem ser adaptados para abordar as diferenças de género na força muscular e promover uma força de trabalho mais saudável e equitativa.

5. Discussão de Resultados

O objetivo geral da presente pesquisa foi conhecer os fatores determinantes da diminuição da força muscular dos trabalhadores da indústria automóvel, tendo como base a metodologia e os dados recolhidos durante a pesquisa realizada por Bernardes (2022). No entanto, observaram-se algumas diferenças que não se encontram refletidas na referida investigação e que se apresentam de seguida.

Em primeiro lugar, observou-se que o indicador de perda de peso involuntária nos doze meses anteriores à avaliação, que tradicionalmente está associado aos processos degenerativos da idade ou é indicativo da presença de alguma doença (Pinacho, 2024; Navalón & Matínez, 2020), para os homens, os grupos que experimentaram maior perda de peso foram os de 30-34 anos e os de 35-39 anos; enquanto, nas mulheres, foi o grupo de 30-34 anos. No entanto, tais características não poderiam ser consideradas como um traço de fragilidade, pois as percentagens de ocorrência são realmente baixas. Neste sentido, Navalón e Matínez (2020), referem que para que um adulto ativo seja considerado frágil, deve ter perdido involuntariamente pelo menos uma média de 4,5 quilogramas de peso nos últimos 12 meses, acompanhados de fraca força de preensão, lentidão, entre outros, o que não foi observado nos trabalhadores que participaram no estudo.

Relativamente ao indicador de dor durante os sete dias anteriores ao teste, entre as mulheres dos grupos etários 30-34, 35-39 e 45-58 anos, 45%, 38% e 53%, respetivamente, referiram estar exaustas. No caso dos homens, observou-se um aumento progressivo da fadiga à medida que a idade aumentava, com os níveis mais elevados de dor no grupo etário dos 45-

58 anos (48%). Este comportamento do indicador pode estar a demonstrar que, à medida que a idade aumenta, a carga de trabalho tem um maior efeito negativo sobre os trabalhadores. Além disso, para as pessoas mais velhas, o processo de recuperação do esforço físico é mais lento. Este resultado é consistente com Soriano-Tarín, et al., (2023) que, num estudo com 590 trabalhadores de várias indústrias espanholas, concluíram que os processos de recuperação da atividade de trabalho são mais lentos para os trabalhadores mais velhos e com estilos de vida menos saudáveis.

No que diz respeito às dificuldades de locomoção, este indicador só se encontra presente nas mulheres do grupo etário mais velho (45 a 58 anos), enquanto nos homens se regista uma progressão crescente a partir do grupo etário dos 25 aos 29 anos. No entanto, tanto nos homens como nas mulheres, observa-se uma tendência para serem fisicamente ativos em todos os grupos, embora a proporção de homens que praticam exercício físico seja muito superior à das mulheres. Embora seja de notar que as pessoas do grupo etário mais velho praticam mais exercício do que as do grupo etário mais jovem. Outra característica significativa é o facto de o tabagismo estar presente tanto nos homens como nas mulheres, com uma proporção média de aproximadamente 42% para os homens e 39% para as mulheres. Observou-se também que, em geral, os trabalhadores de ambos os sexos apresentam maior presença de dores no sistema músculo-esquelético à medida que se avança nas faixas etárias. Este resultado é consistente com os resultados obtidos nas investigações de Cai, et al., (2022); Díaz-Tenesaca, et al., (2022); Englund, et al., (2021); Castillo-Ante, et al., (2020) mostrando que os indivíduos de idade mais avançada têm mais problemas associados ao sistema músculo-esquelético. Este facto é particularmente preocupante, pois trata-se de trabalhadores que desempenham funções com altas exigências físicas e a deterioração do sistema musculo esquelético pode implicar maior frequência de absentismo que afetam a produtividade do setor. Tal como foi indicado nos modelos teóricos estudados

previamente¹⁶(Adams, et al., (2023); Shing & Park, (2019); Gilles & Wing, (2003), as lesões músculo-esqueléticas constituem a principal causa de baixas laborais e estão entre os principais problemas de saúde reportados nos centros assistenciais, sendo a principal causa de doença laboral.

Poder-se-ia supor que os trabalhadores do grupo etário mais velho apresentam um estilo de vida um pouco menos saudável do que o observado no grupo etário mais jovem. Este facto corresponde às constatações de Jaramillo (2022), para quem o envelhecimento da população no sector industrial se reflete através da prevalência de uma capacidade de trabalho por debaixo de lo esperado, uma vez que os trabalhadores mais velhos tendem a ter piores hábitos de vida do que os trabalhadores mais jovens e apresentam piores condições físicas para o trabalho de "colarinhos azul"¹⁷.

De acordo com a análise de correlação realizada, contrariamente ao que expõem os modelos teóricos estudados, segundo os quais existe uma relação inversa entre a força muscular e a idade¹⁸(Adams, et al., (2023); Shing & Park, (2019); Gilles & Wing, (2003), a presente investigação não encontrou evidências da existência de uma relação estatística entre a força de preensão manual e a idade. No entanto, se for efetuada uma comparação um pouco mais aprofundada, podem ser identificadas pequenas diferenças que mostram uma força muscular inferior no grupo de 45 a 58 anos de idade, tanto em homens como em mulheres, em comparação com os mais jovens. Este facto está de acordo com estudos que afirmam que o auge laboral para trabalhos com elevadas exigências de atividade física, como nos sectores industriais, ocorre entre os 35 e os 40 anos de idade (Concha-Cisternas, et al., 2022). Isto

¹⁶ Os modelos teóricos mencionados estão detalhadamente expostos na secção 1.2 do estudo.

¹⁷ O autor citado refere-se à classificação dos trabalhadores de colarinho branco como aqueles que exercem atividades menos exigentes do ponto de vista físico (escritório), em contraste com os chamados trabalhadores de colarinho azul, que exercem atividades mais exigentes do ponto de vista físico, como os trabalhadores industriais.

¹⁸ Os modelos teóricos mencionados estão detalhadamente expostos na secção 1.2 do estudo.

significa que, uma vez ultrapassada esta idade, a capacidade física e, conseqüentemente, funcional e laboral começam a diminuir.

De relevar que, para este estudo, a força de preensão manual foi utilizada como uma aproximação para medir a força muscular, sendo esta última um indicador da capacidade física dos trabalhadores da indústria automóvel. Além disso, o parágrafo anterior está diretamente relacionado com os modelos teóricos estudados¹⁸, segundo os quais, à medida que as pessoas envelhecem, a força muscular tende a diminuir devido às mudanças fisiológicas que o organismo experimenta com o envelhecimento (Englund, et al., (2021). Isto também está alinhado com o que foi apontado por Abreus-Mora, et al., (2022), no que respeita à existência de uma relação inversa entre a força muscular e a idade. Importa destacar que, embora este estudo não tenha conseguido demonstrar estatisticamente tal característica nos trabalhadores da indústria automóvel, há indícios do declínio da força muscular nos grupos de trabalhadores de maior idade. De acordo com os resultados deste estudo, observa-se uma diferença significativa quanto analisada descritivamente na força de preensão entre os géneros feminino e masculino. Os valores médios indicam que os homens tendem a ter uma força de preensão significativamente maior do que as mulheres, com médias de 47,90 kg e 36,03 kg, respetivamente. Além disso, ao analisar a variação da força de preensão em diferentes faixas etárias, percebe-se que o grupo de idade de 45 a 58 anos apresenta valores abaixo da média geral para ambos os géneros. Especificamente, a média da força de preensão para mulheres nessa faixa etária é de 30,69 kg, enquanto para homens é de 46,13 kg. Essa disparidade sugere uma possível influência do envelhecimento na diminuição da força de preensão, independentemente do género.

As variações nos níveis de força de preensão manual de cada um dos grupos etários analisados não são substanciais, pois os valores médios alcançados em cada grupo são bastante semelhantes e encontram-se em torno da média geral de cada um dos géneros.

Assim, para as mulheres, o valor médio é de 36,03 kg, enquanto para os homens é de 47,90 kg. Estes resultados são consistentes com o estudo realizado por Romero-Dapueto, et al., (2019) e com o artigo de Vázquez-Alfonso, et al., (2021), que afirmam que a diferença média entre a força de preensão entre homens e mulheres é de aproximadamente 11 kg. De igual modo, este estudo estabeleceu que a força de preensão manual média dos adultos saudáveis é semelhante à mostrada por esta investigação. Da mesma forma, o estudo Bernardes, et al., (2022), mostra que o comportamento da força de preensão entre os diferentes grupos etários é relativamente similar. Para esses autores, o valor médio da força de preensão em mulheres com idades entre 35 e 39 anos foi de 34 kg. Enquanto nos homens, o valor médio máximo de força de preensão foi de 52 kg e foi alcançado no grupo etário entre 24 e 34 anos. Os valores mais baixos são observados em mulheres entre 30 e 34 anos de idade e em homens entre 40 e 57 anos de idade, com uma diminuição em relação ao máximo de 4 kg e 2 kg, respetivamente. Estes resultados podem ser explicados pelo efeito do trabalhador saudável, sendo que os trabalhadores que compõem a amostra, são aqueles com melhor capacidade física.

O efeito do trabalhador saudável significa que é mais provável que pessoas fora do mercado de trabalho relatem mais problemas de saúde do que aquelas que estão trabalhando. Observa-se também que pessoas com boa saúde saem do mercado de trabalho (especialmente mulheres com filhos menores de 18 anos), por razões diferentes de problemas de saúde, o que favorece que pessoas com saúde pior ingressem no mercado de trabalho, resultando em um rendimento médio dos trabalhadores mais baixo. Essa associação entre saúde e participação na força de trabalho sugere a possibilidade de ocorrer um viés de trabalhadores saudáveis (Johnson, et al., (2017).

Além disso, observa-se atualmente uma tendência crescente das pessoas em direção a hábitos saudáveis e à prática de exercício e atividade física, o que tem elevado a qualidade de vida dos trabalhadores. Sendo mais saudáveis, eles tendem a apresentar melhores resultados

em sua condição física. De acordo com os resultados obtidos, a maioria dos homens, em todos os grupos etários estudados, indicam que praticam atividade física, enquanto nas mulheres, é uma minoria em todos os grupos, exceto no grupo de 40 a 44 anos de idade. Justamente nesse grupo de mulheres é obtida a taxa mais alta de força de preensão (39,36), que é ainda mais alta do que a do grupo mais jovem (de 18 a 24 anos). No entanto, essa variável não foi considerada para este estudo, mas serve como base para estudos futuros.

Não obstante, os resultados obtidos destacam a importância dos hábitos saudáveis, especialmente a prática de exercício e atividade física, pois isso contribui para manter a força muscular e prevenir a perda de massa muscular. Sobre este ponto específico, uma revisão sistemática realizada por Barajas-Galindo, et al., (2021) apontou que há muitos estudos que concluem que uma das formas de prevenir a perda de força e massa muscular é através da exercício e atividade física frequentes, especialmente em adultos mais velhos. Além disso, isso reforça os modelos teóricos estudados, segundo os quais pessoas que optam por estilos de vida saudáveis enfrentam menos limitações físicas ao envelhecerem (Adams, et al., (2023); Aguilar-Bolívar, et al., (2021).

Em termos de Pontuação de Capacidade para o Trabalho (WAS), observou-se que, para os grupos etários estabelecidos, a percepção dos trabalhadores situa-se no intervalo de capacidade máxima, uma vez que a pontuação média para todos os grupos foi de 9 para os grupos de trabalhadores mais jovens e de 8 para os grupos de trabalhadores mais velhos. Este resultado é consistente com os resultados de Soriano-Tarín, et al., (2023) que identificaram que, em média, os trabalhadores espanhóis de vários sectores percebem a sua capacidade de trabalho como muito próxima do máximo, uma vez que obtiveram uma pontuação média de 9/10,

Finalmente, foi avaliada a significância estatística e realizada a análise de correlação entre a força de preensão e as diferentes variáveis independentes definidas. No entanto, os resultados obtidos mostraram que, na amostra estudada, apenas o gênero¹⁹ apresentou uma diferença estatisticamente significativa com a variável em estudo, o que é bastante razoável, considerando as diferenças anatômicas e fisiológicas entre homens e mulheres, como sugerido pelos estudos de Romero-Dapuerto, et al., (2019) y Vázquez-Alonso, et al., (2021).

Neste sentido, foi possível ajustar um modelo linear simples cujo coeficiente de determinação (R-quadrado) foi de 0,22²⁰, o que significa que 22% das variações na força de preensão manual dos trabalhadores são explicadas pelo gênero, uma vez que, como mencionado, existe uma discrepância média de 11,87 kg entre a força de preensão das mulheres e dos homens. É importante ressaltar que, para ambos os gêneros, foi observado um declínio relativamente significativo nos grupos etários mais velhos (de 45 a 58 anos).

Por outro lado, é importante salientar que a idade, assim como os outros fatores analisados, não mostraram ter algum poder preditivo sobre o comportamento da força de preensão, o que é consistente com os resultados de Bernardes, et al., (2022), que concluíram que não há diferenças significativas entre os diferentes grupos etários e a força de preensão manual. Isso significa que, contrariamente à premissa da pesquisa, neste caso, a idade não se revelou um determinante da perda de força muscular para os trabalhadores da indústria automóvel, o que provavelmente está relacionado com o que tem sido apontado em relação à compensação da experiência acumulada dos trabalhadores, como referido por Piragauta-Ardila, et al., (2023), que concluíram que, à medida que as pessoas realizam maior exigência

¹⁹ Foi realizado um teste de Mann-Whitney U para determinar se existiam diferenças na força de preensão entre o gênero masculino e feminino. Os resultados indicaram uma diferença significativa na força de preensão entre homens e mulheres ($U = 4261,500$, $p < 0,001$). Isso sugere que o gênero influencia de maneira significativa na força de preensão, com diferenças claras ambos os gêneros.

²⁰ O R-quadrado é uma estatística que mostra a bondade do ajuste da regressão linear. O seu valor varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo da unidade melhor é o ajuste e quanto mais próximo de zero pior é o ajuste. O R^2 indica que as variações da variável dependente são explicadas pela variável independente. É de notar que esta estatística diminui à medida que a amostra é maior. Ou seja, quanto maior for o número de observações, menor tende a ser R^2 (Martínez, 2005)

física, são menos propensas a perder a força muscular. Os autores também observaram que aqueles que praticam atividade física obtêm melhores resultados quando comparados com os trabalhadores que não a praticam. No contexto em análise, os trabalhadores da indústria automóvel, ao desempenharem as suas funções laborais ao longo do tempo (antiguidade), acabam por realizar as mesmas atividades físicas durante períodos mais longos, adotando estratégias e desenvolvendo habilidades que lhes permitem executar essas atividades de forma mais eficiente. Assim, a experiência poderá compensar a possível perda de força muscular associada ao envelhecimento. Contudo, o estudo específico desta variável²¹ poderá ser objeto de futuras investigações.

Por outro lado, os resultados apresentados mostram que quanto mais velhos são os trabalhadores, mais anos de antiguidade têm no sector. Estes dados podem indicar que, no caso dos trabalhadores mais velhos, a experiência compensa a provável diminuição da massa muscular, pelo que os registos de força de prensão são bastante semelhantes aos do grupo de trabalhadores mais jovens Piragauta-Ardila, et al., (2023); contrariamente ao que estabeleceram Bernardes, et al., (2022), que concluíram que a antiguidade é um bom indicador da diminuição da capacidade funcional. Estes resultados também reforçam as conclusões sobre o efeito dos trabalhadores saudáveis.

Consequentemente, apesar de se ter obtido uma equação que consegue determinar moderadamente o comportamento da força de prensão, não foi possível identificar claramente os fatores que determinam o declínio da força muscular nos trabalhadores da indústria automóvel, uma vez que as outras variáveis, não apresentaram correlação com a variável em estudo.

²¹ Especificamente, é feita referência ao estudo da antiguidade e da experiência como fatores condicionantes da força muscular dos trabalhadores da indústria automóvel.

5.1. Limitações do estudo

As limitações inerentes a este estudo são várias e requerem uma reflexão cuidada aquando da análise e interpretação dos resultados.

Reconhecendo as limitações inerentes à presente investigação sobre os fatores determinantes do declínio da força muscular na indústria automóvel, é essencial notar que este estudo não abrange de forma exaustiva todos os possíveis fatores determinantes. Estas áreas inexploradas representam um convite aberto a novas investigações com o objetivo de descobrir a relação entre os fatores de exposição e individuais e o declínio da força muscular. A exploração destas lacunas emergentes pode enriquecer a compreensão destes fatores determinantes, promovendo novas linhas de investigação e perspetivas sobre este fenómeno complexo, e será um grande contributo para a indústria automóvel.

6. Conclusão

No caso dos trabalhadores das linhas de montagem da indústria automóvel, a idade não é um fator determinante da perda de força muscular. No entanto, o género explica 22% das variações da força de preensão manual, uma vez que existe uma diferença significativa entre a força de preensão das mulheres e dos homens.

Na área da montagem final, existem diferenças estatisticamente significativas entre os géneros. No entanto, em termos de idade, não foram encontradas diferenças significativas, embora tenham sido observadas diferenças em termos de antiguidade, o que, ainda que não atue como determinante da força muscular, pode ser um fator a considerar em futuros estudos sobre este assunto.

Os resultados mostram que, até o momento, não se vislumbram grandes preocupações em relação à perda de força muscular entre os membros do nosso grupo de estudo na indústria automóvel, uma vez que se presume que o envelhecimento da população foi acompanhado por um aumento do nível e da qualidade de vida, pelo menos na União Europeia, uma vez que os trabalhadores estão muito mais conscientes das suas necessidades e da importância de desfrutar de uma vida saudável, embora tenha sido observada uma taxa relativamente elevada de tabagismo entre os trabalhadores estudados.

Pelo exposto, conclui-se a relativa pouca variabilidade nos níveis de força de preensão observada entre os diferentes grupos etários em cada género, evidenciando que a força de preensão não deve ser considerada como um indicador único para medir o declínio físico dos trabalhadores, especialmente se se pretende avaliar esse fator em relação à idade. Ou seja, que a força de preensão, neste caso, não é um bom indicador da capacidade física dos trabalhadores.

Por outro lado, a dimensão final da amostra estudada mostra que existem muitos trabalhadores que não se encontram em condições ótimas de saúde, uma vez que a maioria dos excluídos do estudo eram aqueles que tinham pelo menos uma resposta positiva no questionário PAR Q, indicando algum tipo de problema de saúde que os poderia tornar inaptos para a atividade física no futuro.

7. Referências Bibliográficas

- Abreus-Mora, J., González-Curbelo, V., del Sol-Santiago, F., Mena- Pérez, O., Abreus-Vázquez, J., & Bernal-Valladares, E. (2022). Efecto de programa de ejercicios físicos para la fuerza de extremidades inferiores en adultos mayores. *Revista Finlay*, 12(1), 29-38. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342022000100029&lng=es&tlng=es.
- Adams, M., Gordt-Oesterwind, K., Bongartz, M., Zimmerman, S., Seide, S., Braun, V., & Scwenk, M. (2023). Efectos de las intervenciones de actividad física sobre la fuerza, el equilibrio y las caídas en adultos de mediana edad: una revisión sistemática y un metanálisis. *Medicina Deportiva Abierta*, 9(61), doi.org/10.1186/s40798-023-00606-3.
- Aguilar-Bolívar, A., Flórez-Villamizar, J., & Saavedra-Castelblanco, Y. (2021). Capacidad aeróbica: Actividad física musicalizada, adulto mayor, promoción de la salud. *Retos*(39), 953-960.
- Alarcón, R., & Abensur, C. (2020). Actividad física subaeróbica de bajo impacto: una estrategia para disminuir el deterioro del sistema muscular y mejorar la calidad de vida en personas de la tercera edad, en los (cpr) distrito de Pachacamac. *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas*, 23(2), 43-50. <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index>.
- Amaral, C., Amaral, T., Monteiro, G., Vasconcellos, M., & Portela, M. (2019). Hand grip strength: Reference values for adults and elderly people of Rio Branco, Acre, Brazil. *Revista PLoS, ONE*, 14, 1-13. Doi: 10.1371/journal.pone.0211452.
- Baechle, T., & Earle, R. (2008). *Essentials of strength training and conditioning* (3ra ed.). Cinética Humana.

- Barajas-Galindo, D., González-Arnáiz, E., Ferrero-Vicente, P., & Ballesteros-Pomar, M. (2021). Efectos del ejercicio en el anciano con sarcopenia. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 68(3), 159-169. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2020.02.010>.
- Barbosa, J., Oliveira, S., & Seara, L. (2009). Produtos da glicação avançada dietéticos e as complicações crônicas do diabetes. *Revista Nutrición*, 22(1), 113-124. <https://doi.org/10.1590/S1415%2D52732009000100011>.
- Bernardes, S., Assunção, A., Fужão, C., & Carnide, F. (2022). The role of work conditions on the functional decline in senior workers in the automotive industry. *Work*, 72(2), 753-763. Doi:10.3233/WOR-213638.
- Cai, Y., Song, W., Li, J., Jing, Y., Liang, C., Zhang, L., Liu, G. (2022). The landscape of aging. *Science China Life Sciences*, 65(12), 2354-2454. Doi: 10.1007/s11427-022-2161-3.
- Castillo-Ante, L., Ordoñez-Hernández, C., & Calvo-Soto, A. (2020). Carga física, estrés y morbilidad sentida osteomuscular en trabajadores administrativos del sector público. *Revista Universidad y Salud*, 22(1), 17-23. Doi: 10.22267/rus.202201.170.
- Concha-Cisternas, Y., Petermann-Rocha, F., Castro-Piñero, J., Parra, S., Albala, C., Van De Wyngard, V., . . . C. (2022). Fuerza de presión manual. un sencilloperero fuerte predictor de salud en población adulta y personas mayores. *Revista Médica Chilena*, 150, 1075-1086. Doi: 10.4067/S0034-98872022000801075 .
- Cornejo, M., Delgado, I., Molina, X., & Masferrer, D. (2022). Instrumentos para medir la capacidad funcional intrínseca y la fragilidad de personas mayores en la Atención Primaria de Chile. *Revista Médica de Chile*, 930-943. Doi: 10.4067/s0034-98872022000700930.

- Cruz-Jentoft, A., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., . . . Scho, . . . (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. Oxford University Press, 48(1), 16-31. Doi: 10.1093/ageing/afy169.
- Dag, F., Tas, S., & Cimen, O. B. (2021). Hand-grip Strength is Correlated with Aerobic Capacity in Healthy Sedentary Young Females. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 10(1), 1-6. Doi: 10.26773/mjssm.210308.
- Díaz-Bethencourt, A., & Prieto-Morales, M. (2016). Relación entre la incapacidad laboral y el uso del Índice de Capacidad de Trabajo. *Revista Medicina y Seguridad del Trabajo*, 62(242), 66-78. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2016000100007&lng=es&nrm=iso.
- Díaz-Tenesaca, I., Rivera-Chacón, A., Oñate-Haro, C., & Garay-Cisneros, V. (2022). Métodos de evaluación ergonómica para los puestos de trabajo de los choferes de transporte. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 8(2), 81-97. Doi:10.23857/dc.v8i1.2634.
- Ehnes, C., Scarlett, M., Adams, E., Dreger, R., Petersen, & S. (2023). Respuestas fisiológicas al ejercicio en cinta rodante en aspirantes a bombero masculinos y femeninos del mismo tamaño y condición física. *Ergonomía*, 66(10), 1582-1593. Doi:10.1080/00140139.2022.2157494.
- El Fassi M, B. V. (2013). Work ability assessment in a worker population: comparison and determinants of Work Ability Index and Work Ability score. *BMC Public Health*. doi:doi: 10.1186/1471-2458-13-305
- Englund, D., Zhang, X., Aversa, Z., & LeBrasseur. (2021). Skeletal muscle aging, cellular senescence, and senotherapeutics: Current knowledge and future directions.

Mechanisms of Ageing and Development, 200(2021),

<https://doi.org/10.1016/j.mad.2021.111595>.

European Foundation for the improvement of Living and Working Conditions. (2020). *V Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo*. Comisión Europea.

<http://www.eurofound.europa.eu/surveys/ewcs/index.htm>.

Eurostat. (2023). *Tasa de empleo*. Obtido de Eurostat. Doi: 10.2908/tesem010:

<https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tesem010/default/line?lang=en>

Fleck, S. J., & Hraemer, W. J. (2014). *Designing resistance training programs* (4ta. ed.). Human Kinetics.

Fleishman, E. (1964). ¿Qué miden las pruebas de aptitud física? Em N. J. Cliffs, *La estructura y medición de la aptitud física* (pp. 27-37). Englewood: Prentice-Hall.

Gallo, O., Hawkins, D., Luna-García, J. E., & Torres-Tovar, M. (2020). Producción de aceite de palma en Colombia: ¿trabajo decente y saludable? *Revista Ciencia Salud*, 18(2), 1-23.

<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.9260>.

Gilles, M., & Wing, A. (2003). Age-Related Changes in Grip Force and Dynamics of Hand Movement. *Journal of Motor Behavior*, 35(1), 79-85. Doi:10.1080/00222890309602123.

Giraldo, L., Ocha, H., & Ramírez, E. (2023). Fortalecimiento de las capacidades físicas (fuerza, velocidad, flexibilidad y resistencia), por medio de una secuencia didáctica basada en video, en los estudiantes del grado sexto A de la Institución Educativa Bijao, en el municipio del Bagre - Antioquía. *Trabajo para optar al título de Magister en Tecnología Educativa y Medios Innovadores para la Educación del Tec de Monterrey*. Colombia: Universidad de Cartagena. <http://dx.doi.org/10.57799/11227/12434>.

- Herrera-Almeida, S., Pacheco-Quintana, C., & Hidrobo Guzmán, J. (2023). Síndrome de fragilidad en adultos mayores relacionado con la diabetes mellitus tipo 2. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9721-9739. Doi:10.37811/cl_rcm.v7i1.5172.
- Hoyos, A., Ysty, N., & Flor, V. (2022). Efecto del usos de video juegos activos en el nivel de actividad física del adulto joven . Revisión exploratoria. *Revista Retos: Nueveas perspectivas de educación física, deporte y recreación*, 45, Doi. 10.47197/retos.v45i0.90421.
- Ilmarinen, J. (2010). Requisitos físicos asociados con el trabajo de los trabajadores de edad avanzada en la Unión Europea. *Revista Internacional de Investigación Experimental sobre el Envejecimiento*, 28(1), 7-23. Doi: 10.1080/036107302753365513.
- Instituto Navarro de Salud Laboral. (2018). *Riesgos por carga física o mental en el trabajo*. Gobierno de Navarra-España.
- Jaramillo, R. (2022). Revisión sistématica y meta-análisis de la prevalencia mundial de capacidad laboral inadecuada en trabajadores de la industria naval. *Trabajo de investigación para optar al título de Máster Habilitante en Ingeniería Industrial*. España: Universidad de Cádiz.
- Johnson, C., Rocheleau, C., Lawson, C., Grajewski, B., & Howards, P. (2017). Factors affecting workforce participation and healthy worker biases in U.S. women and men. *Annals of Epidemiology*, 27(2017), 558-562. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2017.08.017>.
- Kenney, L., Wilmore, J., & Costil, D. (2012). *Physiology of Sport and Exercise* (5ta ed.). Human Kinetics.
- Kuijer, P. (2012). *Efectos del trabajo en la salud: Exigencias físicas y ergonomía* . European Module for Undergraduate Teaching of Occupational Medicine (EMUTOM).

- Le-Cerf-Paredes, L., Valdés-Badilla, P., & Guzmán-Muñoz, E. (2021). Efectos del entrenamiento de fuerza sobre la condición física en niños y niñas con sobrepeso y obesidad: una revisión sistemática. *Retos*, 43, 233-242.
- Martínez, E. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Abuario Jurídico y Económico Escurialense*, XXXVIII(2005), 315-332. <http://Dialnet-ErroresFrecuentesEnLaInterpretacionDelCoeficienteD-1143023.pdf>.
- Mesquita, C. C. (2010). Portuguese version of the standardized Nordic musculoskeletal questionnaire: cross cultural and reliability. *Journal of Public Health*, 18(5), 461-466. doi:<https://doi.org/10.1007/>
- Mitchell, K., Williams, J., Atherton, P., Larvin, M., Lund, J., & Narici, M. (2012). Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Frontiers in Physiology*, 3(260), 1-16. Doi: 10.3389/fphys.2012.00260.
- Mokarami, H., Cousins, R., & Kalteh, H. (2021). Comparison of the work ability index in the work ability score for predicting health-related quality of life. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 95, 213-221. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00420-021-01740-9>.
- National Strength and Conditioning Association (NSCA). (2008). *Essentials of strength training and onditioning*. Human Kinetics.
- Navalón, R., & Matínez, I. (2020). Valoración del grado de deterioro funcional y fragilidad en adultos mayores activos. *Retos*, 38, 576-581.

- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Envejecimiento y salud*. Obtido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Pérez-López, A., McKenna, J., Gray, S., & Tully, M. (2021). Strength training for health in adults—an overview of systematic reviews. *Sports Medicine*, 5(1), 1-19.
- Pinacho, I. (2024). Principales causas de pérdida de peso involuntarias en pacientes hospitalizados en el servicio de medicina interna durante el periodo pre y pandemico en el Cenetro Médico Nacional La Raza. *Tesis final para optar al grado de Especialista en Medicina Interna*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Piragauta-Ardila, L., Echavarría-Calderón, M., & Cárdenas-Cerón, R. (2023). Capacidad física del trabajo y composición corporal. *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*, 32(1), 61-70. Doi: 10.31260/RepertMedCir.01217372.1258.
- Reales, C., Monroy, M., & Zea, C. (2019). Protocolo para la medición de la fuerza máxima de agarre: Una revisión sistemática. Em E. (. Serna, *Investigación formativa en ingeniería* (3ra. ed., pp. 252-265). Editorial IAI.
- Romero-Dapueto, C., Mahn, J., Cavada, G., Daza, R., Ulloa, V., & Antúnez, M. (2019). Estandarización de la fuerza de prensión manual en adultos chilenos sanos mayores de 20 años. *Revista Médica Chilena*, 147, 741-750. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872019000600741> .
- Rose, M., Flatt, T., Graves, J., Greer, L., Martinez, D., Matos, M., . . . Shahrestani, P. (2012). What is aging? *Frontiers in Genetics*, 3(134), 1-3. Doi.org/10.3389/fgene.2012.00134.
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2019). *Economía* (12va ed.). Madrid: Mc Graw-Hill.

- Schaub, K., Caragnano, G., Britzke, B., & Bruder, R. (2013). The European Assembly Worksheet. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 14(6), 616-639. Doi: 10.1080/1463922X.2012.678283.
- Schwartz, J., Takito, M., Saunders, B., Dolan, E., Franchini, E., Rhodes, R., . . . Warburton, D. (2021). Translation, Cultural Adaptation, and Reproducibility of the Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+): The Brazilian Portuguese Version. *Revista Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8, 1-12. Doi: 10.3389/fcvm.2021.712696.
- Shing, W., & Park, M. (2019). Ergonomic interventions for prevention of work-related musculoskeletal disorders in a small manufacturing assembly line. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 25(1), 110-122. <https://doi.org/10.1080/10803548.2017.1373487>.
- Soriano-Tarín, G., Francisco-García, J., Alonso-Bosque, J., Valle-Robles, M., & Bernabeu-Atanasio, A. (2023). Concordancia entre el Índice de Capacidad Laboral y los años de discapacidad sobrevenida estimados mediante metodología PoRT-9LSQ. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 26(4), 259-274. Doi: :10.12961/aprl.2023.26.04.02.
- Tagliafico, A., Bignotti, B., Torri, L., & Rossi, F. (2022). Sarcopenia: how to measure, when and why. *La radiología médica*, 127, 228-237. Doi: 10.1007/s11547-022-01450-3.
- Vázquez-Alonso, M., Díaz-López, J., Lázaro-Huerta, M., & Guamán-González, M. (2021). Medición de la fuerza de prensión y de las pinzas de la mano en pacientes sanos. *Acta Ortopédica Mexicana*, 35(1), 56-60. <https://dx.doi.org/10.35366/100932>.
- Vera-Villavicencio, M. (2023). Comparación de la fuerza mediante el dinamómetro y las flexiones de codo en personal militar. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 263-281. Doi: 10.23857/pc.v7i1.3584.

Vicente-Pardo, J. (2014). La valoración de la profesión, del trabajo, de la ocupación, y de las tareas en el procedimiento de valoración de la capacidad laboral en materia de seguridad social. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 60(237), 660-674. Doi: 10.4321/S0465-546X2014000400006 .

Villar-Fernández, M. (2016). *La carga física de Trabajo*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ministerio de Trabajo e Inmigración del Gobierno de España.

Vivas, M. (2021). *Trabajos con alta exigencia física aumentan el riesgo de cardiopatía isquémica*. Obtido de Consultor Salud: <https://consultorsalud.com/exigencia-fisica-riesgo-cardiopatia-isquemica/>

Wiedmer, P., Jung, T., Castro, J., Pomatto, L., Sun, P., Davies, K., & Grune, T. (2021). Sarcopenia – Molecular mechanisms and open questions. *Ageing Research Reviews*, 65(2021), 1-17. Doi: 10.1016/j.arr.2020.101200.

Anexos²²

Anexo 1.- Physical Activity Readiness Questionnaire

Physical Activity Readiness

Instruções para o preenchimento

• Por favor, responda a cada questão assinalando um “X” na caixa

apropriada

• Marque apenas um “X” por cada questão.

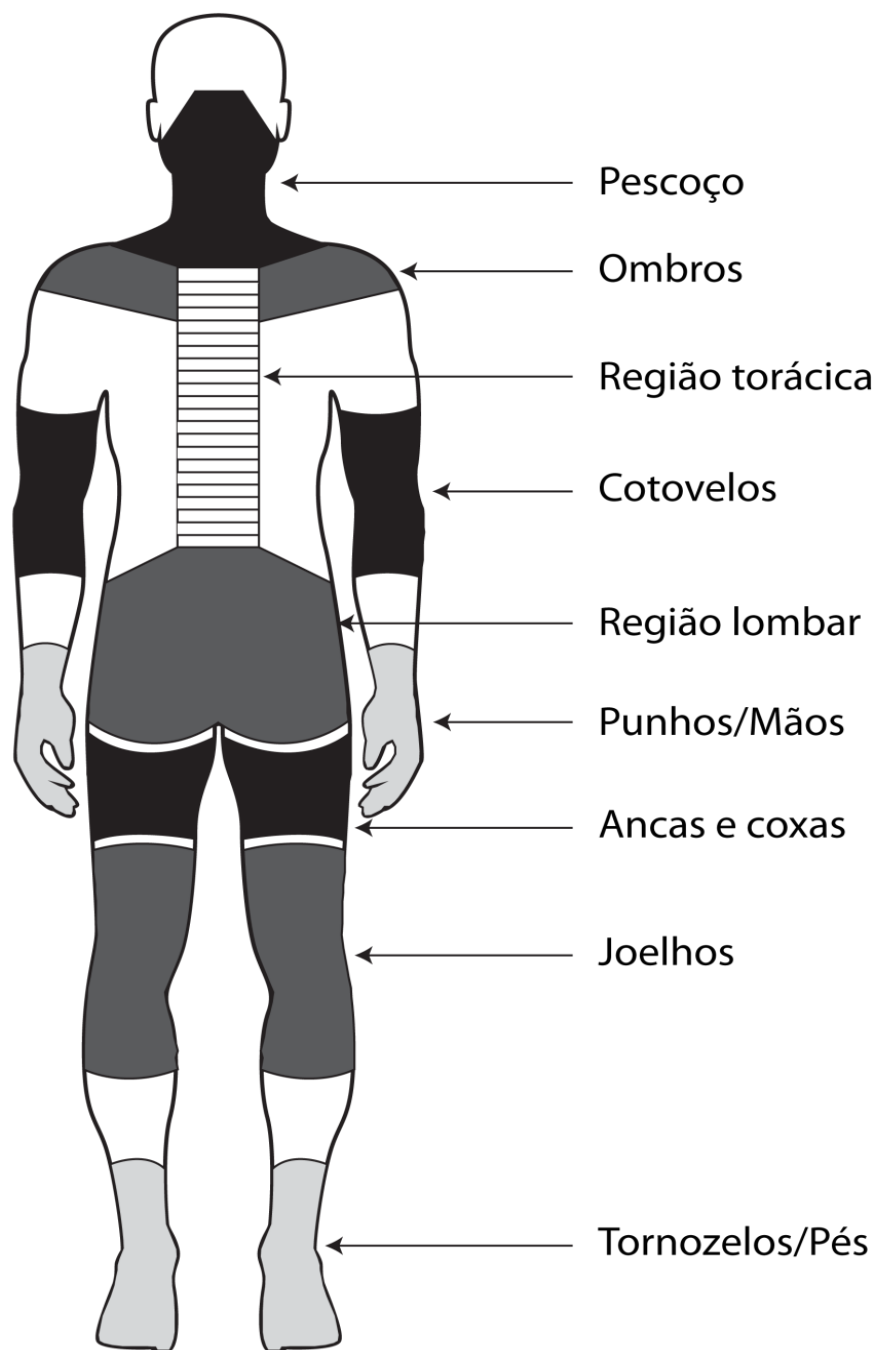
- | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|
| 1. Alguma vez um médico lhe disse que possui um problema do coração e recomendou que só fizesse atividade física sobre supervisão médica? | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| 2. Sentiu dor no peito causada pela prática de atividade física? | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| 3. Sentiu dor no peito no último mês? | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| 4. Tende a perder a consciência ou cair, como resultado de tonturas? | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| 5. Tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividade física? | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| 6. Algum médico já recomendou o uso de medicamento para a sua pressão arterial ou condição física? | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |
| 7. Tem consciência, através da sua própria experiência ou aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a sua prática de atividade física sem supervisão médica? | <input type="checkbox"/> Sim | <input type="checkbox"/> Não |

²² Os instrumentos e o procedimento de consentimento informado utilizados nesta investigação baseiam-se na metodologia proposta por (Bernardes, et al., 2022), tal como detalhado nos anexos correspondentes.

Anexo 2. – Questionário Nórdico Músculo-esquelético

Instruções para o preenchimento

- Por favor, responda a cada questão assinalando um “X” na caixa apropriada:
- Marque apenas um “X” por cada questão.
- Não deixe nenhuma questão em branco, mesmo se não tiver nenhum problema em qualquer parte do corpo.
- Para responder, considere as regiões do corpo conforme ilustra a figura abaixo.



| Considerando os últimos 12 meses, teve algum problema (tal como dor, desconforto ou dormência) nas seguintes regiões: | Responda, apenas, se tiver algum problema | | Caso tenha sentido dor/desconforto nos últimos 7 dias, por favor, assinale na escala a intensidade desses sintomas: |
|--|--|--|---|
| | Durante os últimos 12 meses teve que evitar as suas atividades normais (trabalho, serviço doméstico ou passatempos) por causa de problemas nas seguintes regiões: | Teve algum problema nos últimos 7 dias, nas seguintes regiões: | |
| 1. Pescoço? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 2. Pescoço? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 3. Pescoço? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 4. Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |
| 5. Ombros? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no ombro direito <input type="checkbox"/> no ombro esquerdo <input type="checkbox"/> em ambos | 6. Ombros? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no ombro direito <input type="checkbox"/> no ombro esquerdo <input type="checkbox"/> em ambos | 7. Ombros? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no ombro direito <input type="checkbox"/> no ombro esquerdo <input type="checkbox"/> em ambos | 8. Ombro direito Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima Ombro esquerdo Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |
| 9. Cotovelos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no cotovelo direito <input type="checkbox"/> no cotovelo esquerdo <input type="checkbox"/> em ambos | 10. Cotovelos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no cotovelo direito <input type="checkbox"/> no cotovelo esquerdo <input type="checkbox"/> em ambos | 11. Cotovelos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no cotovelo direito <input type="checkbox"/> no cotovelo esquerdo <input type="checkbox"/> em ambos | 12. Cotovelo direito Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima Cotovelo esquerdo Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |
| 13. Punho/Mãos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no punho/mão direito <input type="checkbox"/> no punho/mão esquerdo <input type="checkbox"/> Em ambos | 14. Punho/Mãos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no punho/mão direito <input type="checkbox"/> no punho/mão esquerdo <input type="checkbox"/> Em ambos | 15. Punho/Mãos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> no punho/mão direito <input type="checkbox"/> no punho/mão esquerdo <input type="checkbox"/> Em ambos | 12. Punho/mãos direito Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima Punho/mãos esquerdo Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |
| 17. Região torácica? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 18. Região torácica? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 19. Região torácica? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 20. Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |
| 20. Região lombar? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 21. Região lombar? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 22. Região lombar? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 24. Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |
| 25. Ancas/coxas? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 26. Ancas/coxas? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 27. Ancas/coxas? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 28. Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |
| 29. Joelhos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 30. Joelhos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 31. Joelhos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 32. Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |
| 33. Tornozelo/Pés? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 34. Tornozelo/Pés? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 35. Tornozelo/Pés? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim | 36. Sem dor <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/> <input type="text" value="8"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text" value="10"/> Dor máxima |

Anexo 3. - Questionário sobre dados sociodemográficos, saúde e hábitos de vida.

Instruções Gerais:

- É importante que todos os campos sejam preenchidos, exceto o campo do código (canto superior da folha).
- Os questionários serão tratados de modo a garantir a confidencialidade dos dados.
- Não será possível a identificação de qualquer participante por elementos da empresa.

Dados Sociodemográficos e dados antropométricos

Antiguidade na empresa: _____

Data de Nascimento: ___/___/___

Sexo: F M

Zona: _____

URQ: _____

Peso: _____

Altura: _____

Dados de Saúde:

1. Tem hipertensão? Não Sim

1.1. Se sim, toma medicação? Não Sim Qual(s): _____

2. Tem diabetes? Não Sim

2.1. Se sim, toma medicação? Não Sim? Qual(s): _____

3. Notou alguma perda de peso involuntária nos últimos 12 meses? Não Sim

3.1. Se sim, quanto peso perdeu? _____

4. Sentiu-se exausto nos últimos 7 dias? Não Sim

5. Sente dificuldades em deslocar-se? Não Sim

Hábitos de Vida

6. Pratica atividade física? Não Sim

6.1. Se respondeu sim:

6.1.1. Quantas vezes por semana? 1-2 3-4 5 ou mais vezes

6.1.2. Qual a duração da sessão de treino? _____

6.1.3. Que tipo de atividade física pratica? _____

7. É fumador? Não Sim

7.1. Se respondeu sim:

7.1.1. Em média, quantos cigarros fuma por dia? _____

