



Parecer Ergonômico

Avaliação de equipamentos auxiliares na movimentação de carga

Parecer ergonômico

Escopo: **Avaliação de equipamentos auxiliares na movimentação de carga**
Paleteira manual TK20 e paleteira elétrica PTE15

Empresa: **Jungheinrich**

Unidade: **Itupeva-SP**

Data: **20/03/2023**

Elaborado por:

Rodrigo Cirino de Souza

Especialista em Ergonomia

Responsável Técnico:

Omar Alexandre Ferreira da Silva

Especialista em Ergonomia

Ergotríade Gestão de Ergonomia Ltda.

CNPJ: 24.753.831/0001-00

Rua. Guerino Molena, 51 – Ermida II – Jundiaí SP.



Jundiaí, 20 de março de 2023.

Documento assinado digitalmente

Dr. Omar Alexandre Ferreira da Silva
Fisioterapeuta do Trabalho / Especialista em Ergonomia
CREFITO - 3 / 109506 F
Responsável Técnico

Sumário:

	Páginas
1. Objetivos do estudo	3
2. Metodologia	4
2.1. Evidências fotográficas dos testes realizados	5
3. Avaliação quantitativa através das tabelas de Snook & Ciriello	6
3.1. Teste 1: Movimentação em piso plano com paleteira manual TK20	6
3.1.1. Resultados	7, 8
3.2. Teste 2: Movimentação em piso inclinado com paleteira manual TK20	9
3.2.1. Resultados	9
3.3. Teste 3: Movimentação em piso plano e piso inclinado com paleteira elétrica PTE15	10
3.3.1. Resultados	10
3.4. Teste 4: Elevação da carga para início do movimento	11
3.4.1. Resultados	11
4. Conclusão	12
5. Anexos	13

1. Objetivos do estudo:

A empresa solicitou o presente estudo visando comparar o uso de dois equipamentos auxiliares na movimentação de cargas por meio de ações de empurrar/puxar por distâncias superiores a 5 metros. Equivalente a atividades de abastecimento de máquinas, separação de produtos (picking), entre outras.

Os dois equipamentos são a paleteira manual modelo TK20 e a paleteira elétrica modelo PTE15.



Imagem 1: Paqueteira manual TK20



Imagem 2: Paqueteira elétrica PTE15

2. Metodologia

Os testes foram realizados na unidade da empresa Jungheinrich unidade Itupeva-SP, utilizando-se os dois equipamentos (Paleteira TK20 e PTE15) e gabaritos metálicos com pesos de 250 Kg e 500 Kg. As movimentações foram realizadas por um funcionário da empresa em dois cenários diferentes: primeiro em piso plano e depois em doca para acesso a carroceria de caminhão com rampa inclinada a 4º. As aferições dos esforços necessários à movimentação manual foram feitas por meio de dinamometria, utilizando-se um dinamômetro digital portátil modelo DD-300 Instrutherm com célula de carga tipo S (escala 0 – 100 Kgf/980N).

Estabeleceu-se um percurso de 7,6 metros em linha reta, piso plano, sem inclinações ou obstáculos. O trabalhador utilizou inicialmente o equipamento manual TK20 puxando primeiramente uma carga de 500 Kg; depois 1000 Kg e por fim, 1500 Kg. Em seguida, a mesma movimentação foi realizada com o equipamento elétrico PTE15.

No segundo teste, novamente utilizou-se a paleteira manual TK20 para subir a carga de uma doca para a carroceria de um caminhão, utilizando uma rampa metálica de 3,4 metros com inclinação de 4º. O primeiro teste foi realizado com carga de 500 Kg e o segundo com carga de 1000 Kg. Por questões de segurança não realizou-se o teste com carga de 1500 Kg.

No terceiro teste foi realizada aferição de esforço necessário à elevação da carga (retirada da carga do piso para início da movimentação) através do acionamento do braço articulado na paleteira manual TK20.

Os dados coletados foram comparados com referências técnicas a fim de estabelecer a relação de risco ergonômico associado às ações manuais.

Os resultados e maiores detalhes dos testes e da metodologia encontra-se na sequência deste documento.

2.1. Evidências fotográficas dos testes realizados

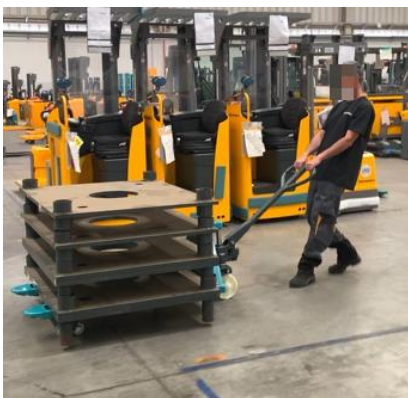


Foto 1

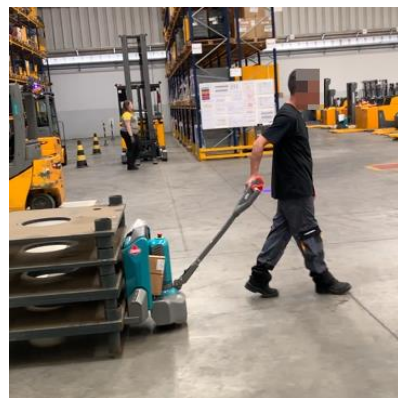


Foto 2

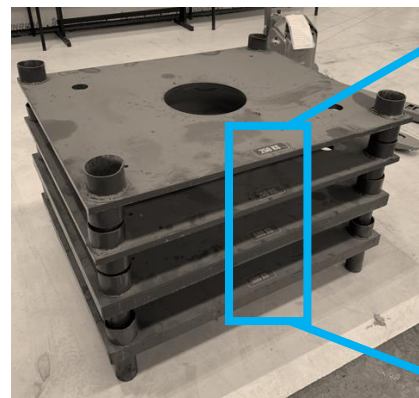


Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

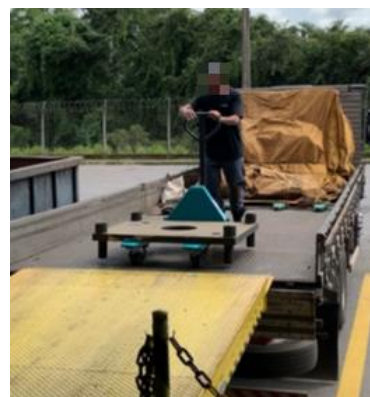


Foto 7



Foto 8

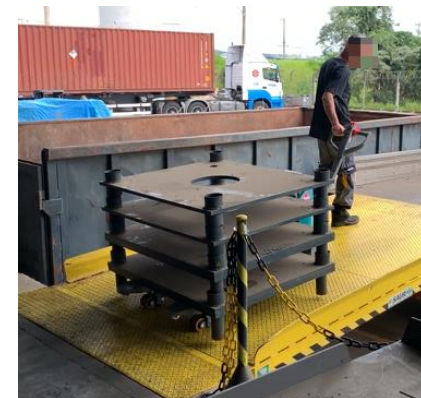


Foto 9



Foto 10

A foto 1 mostra o teste de movimentação em piso plano com carga de 1500 Kg utilizando a paleta manual TK20. A foto 2 mostra o mesmo teste com o equipamento elétrico PTE15. A foto 3 mostra os gabaritos de teste utilizados e no detalhe os respectivos pesos. A foto 4 mostra a aferição por dinamometria no teste em piso plano e a foto 5 mostra a aferição na subida da rampa. A foto 6 ilustra a subida da rampa onde o trabalhador precisou acelerar o movimento para ganhar impulso. A foto 7 mostra o final da subida com carga sobre a carroceria do caminhão. As fotos 8, 9 e 10 mostram a subida da rampa com carga de 1500 Kg utilizando-se a paleta elétrica PTE15.

3. Avaliação quantitativa através das tabelas de Snook & Ciriello.

As tabelas psicofísicas para esforços de puxar e empurrar da Liberty Mutual, Snook & Ciriello foram desenvolvidas a partir de estudos conduzidos por Ciriello, V.M. e Snook, S.H. em 1993. Em 2017 o método foi incorporado à norma ISO 11228-2. O método de avaliação utiliza-se dos fatores distância percorrida; frequência de movimentação e altura da pega para determinar os esforços aceitáveis para a força inicial (esforço necessário para vencer a inércia e colocar um objeto em movimento) e a força mantida (esforço necessário para manter o objeto em movimento em uma velocidade mais ou menos constante).

3.1. Teste 1: Movimentação em piso plano com paleteira manual TK20

O trabalhador realizou a movimentação de três cargas, sendo: 500 Kg, 1000 Kg e 1500 Kg puxando-as em linha reta por 7,6 metros em piso plano, bem acabado, sem imperfeições, obstáculos ou inclinação, com as mãos a 95 cm de altura em relação ao piso.

Para fins de cálculo foi considerada frequência de 1 movimentação a cada 5 minutos, equivalente à atividades de coleta (picking), descarregamento de caminhões, abastecimentos de máquinas entre outras.

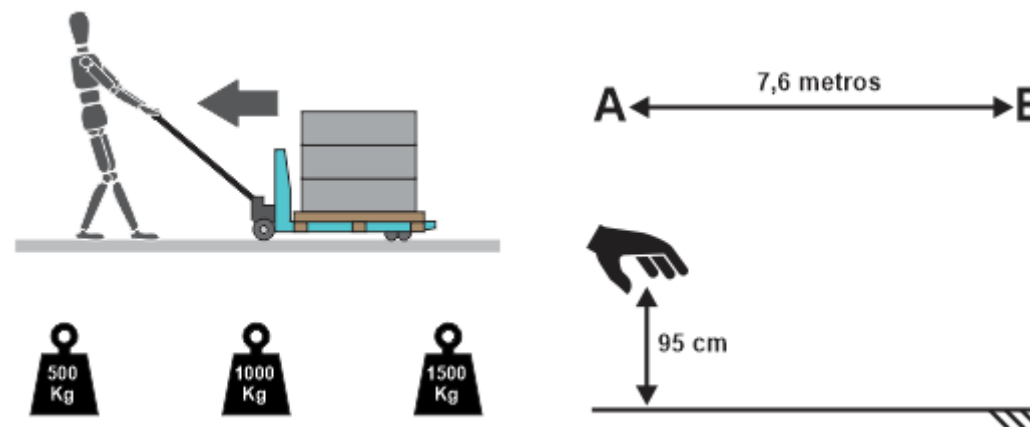


Imagem 3: Parâmetros do teste

3.1.1. Resultados:

O gráfico 1 mostra os esforços aferidos por meio da dinamometria nas três movimentações. A força inicial média para a carga de 500 Kg foi de 14,7 Kgf. Para a carga de 1000 Kg foi de 25,95 Kgf e para a carga de 1500 Kg foi 31,95 Kgf. Já a força mantida média foi de 2,37 Kgf, 9,22 Kgf e 12,29 Kgf para 500 Kg, 1000 Kg e 1500 Kg, respectivamente. Foram necessários 18 segundos para percorrer os 7,6 metros com a carga de 500 Kg. Já para a carga de 1000 Kg o tempo necessário foi de 20 segundos e para a carga de 1500 Kg foram necessários 25 segundos.

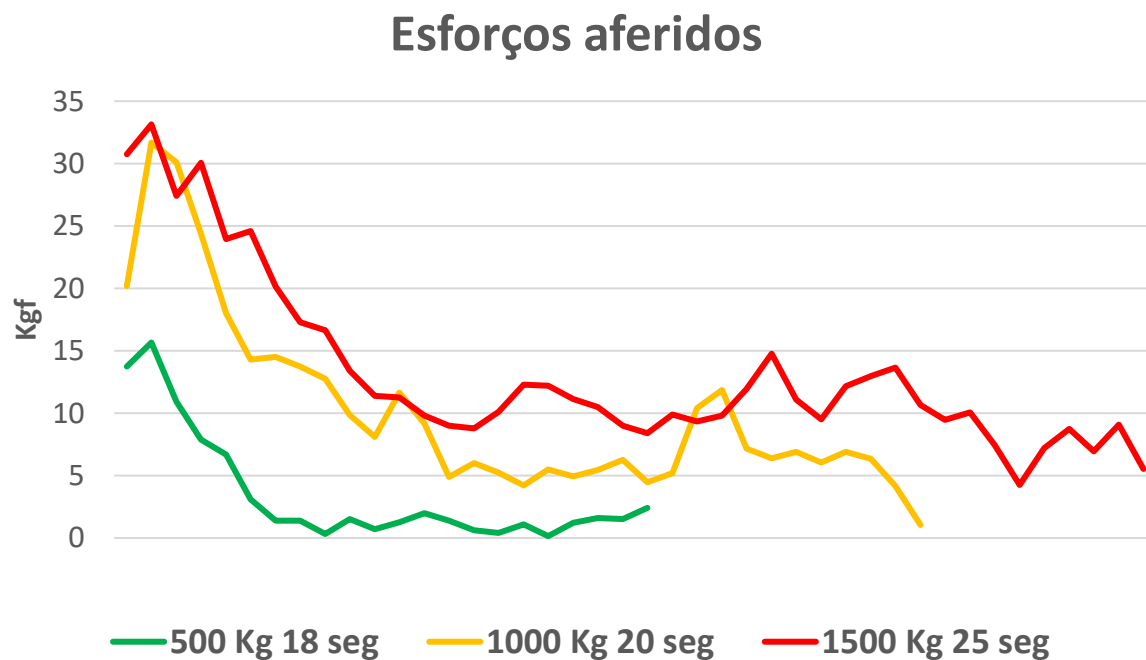


Gráfico 1: Esforços aferidos na movimentação em piso plano com paleteira TK20

A análise dos resultados mostra que tanto a força inicial, necessária para colocar a carga em movimento, quanto a força mantida são mais intensas conforme aumenta-se a massa movida, havendo uma relação de proporcionalidade. Como o piso é plano e sem imperfeições ou obstáculos, o comportamento das forças mantem-se dentro do esperado, ou seja, inicia-se mais alta e decai suavemente até o platô de manutenção do movimento, com pequenas oscilações. Por fim, observa-se que o tempo necessário para completar o trajeto também aumenta conforme a massa movida torna-se maior.

3.1.1. Resultados:

Os resultados obtidos através dos referencias do método Snook & Ciriello Tables by Liberty Mutual mostram que a atividade de movimentação de 500 Kg não representa risco para homens nem para mulheres. Já os testes 2 e 3, com cargas de 1000 e 1500 Kg, respectivamente, mostram que a atividade já representa uma preocupação ergonômica para ambos os sexos.

LIMITE PARA HOMENS			FORÇA INICIAL				FORÇA MANTIDA			
Teste	Carga	Tempo de deslocamento	Aferido (Kgf)	Limite aceitável (Kgf)	Resultado (% em relação ao limite)		Aferido (Kgf)	Limite aceitável (Kgf)	Resultado (% em relação ao limite)	
1	500 Kg	18 seg	14,7	24	61%	Sem risco	2,37	16	15%	Sem risco
2	1000 Kg	20 seg	25,95	24	108%	Risco	9,22	16	58%	Sem risco
3	1500 Kg	25 seg	31,95	24	133%	Risco	12,29	16	77%	Limítrofe

LIMITE PARA MULHERES			FORÇA INICIAL				FORÇA MANTIDA			
Teste	Carga	Tempo de deslocamento	Aferido (Kgf)	Limite aceitável (Kgf)	Resultado (% em relação ao limite)		Aferido (Kgf)	Limite aceitável (Kgf)	Resultado (% em relação ao limite)	
1	500 Kg	18 seg	14,7	19	77%	Limítrofe	2,37	10	24%	Sem risco
2	1000 Kg	20 seg	25,95	19	137%	Risco	9,22	10	92%	Limítrofe
3	1500 Kg	25 seg	31,95	19	168%	Risco	12,29	10	123%	Risco

Legenda:

- Sem Risco = Até 70% do limite recomendado.
- Limítrofe = De 71% a 100% do limite recomendado.
- Risco = Acima de 100% do limite recomendado, sendo mais preocupante quando maior for o percentual.

3.2. Teste 2: Movimentação em piso inclinado com paleteira manual TK20

O teste foi realizado em uma doca de carregamento utilizando-se um caminhão de carroceria aberta e uma rampa de acesso metálica com 3,4 metros de comprimento e inclinação de 4º (aproximadamente 8%).

3.2.1. Resultados:

Para conseguir vencer a inclinação da rampa com a carga de 500 Kg o trabalhador precisou adquirir velocidade acelerada, visivelmente acima da velocidade normal do movimento. Já com a carga de 1000 Kg, mesmo lançando mão do recurso de aceleração do movimento a fim de valer-se da inércia para vencer a rampa, o movimento foi interrompido pouco antes do final da rampa, ao atingir pico de 56,95 Kgf, quando o trabalhador não conseguiu sustentar o esforço, deixando que a paleteira descesse retornando à doca sem completar a subida para a carroceria. Diante disso, o teste com 1500 Kg foi cancelado a fim de preservar a segurança do trabalhador. A análise dos resultados (gráfico 2) mostra que o movimento parte de uma força mais baixa e aumenta significativamente quando se inicia a subida da rampa. Além disso, é visível que os esforços são tão maiores quanto maior é a massa movida. O “X” vermelho, representa a interrupção do movimento antes da conclusão da subida da rampa.

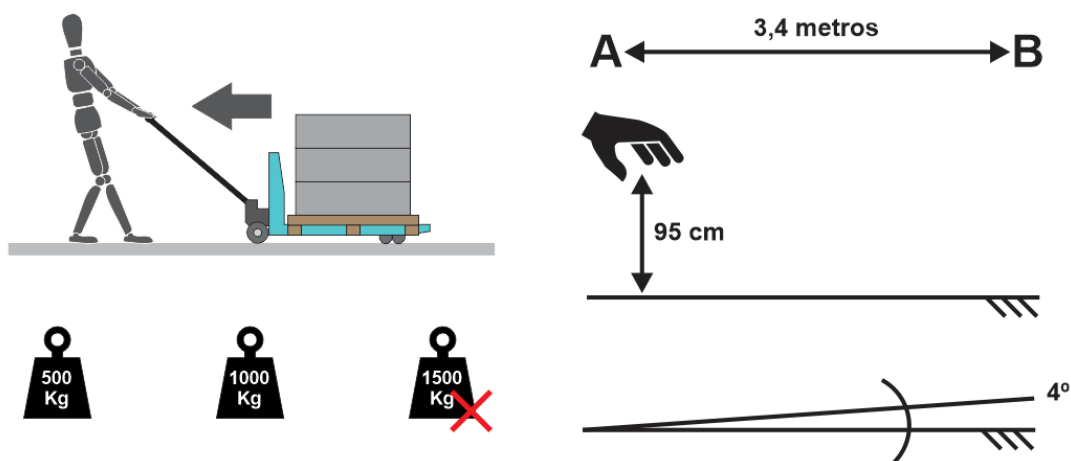


Imagem 4: Parâmetros do teste

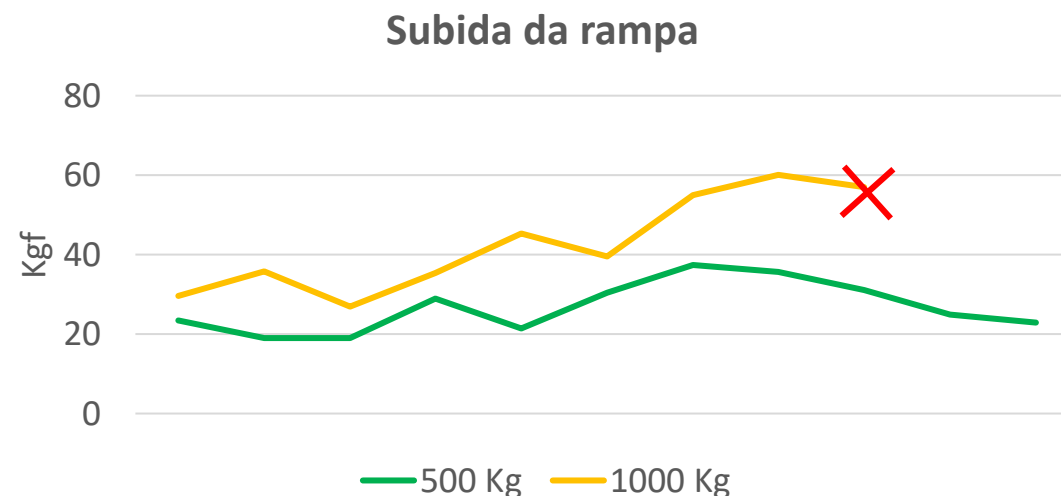


Gráfico 2: Esforços aferidos na movimentação em piso inclinado com paleteira TK20

3.3. Teste 3: Movimentação em piso plano e piso inclinado com paleteira elétrica PTE15

Inicialmente foram realizados os testes de movimentação em piso plano e na sequência no doca de carregamento com rampa inclinada a 4º.

3.3.1. Resultados:

Não há nenhuma diferença em termos operacionais na movimentação de cargas de 500, 1000 ou 1500 Kg. Ou seja, não se observam mudanças no padrão de operação ou movimentação.

Na subida da rampa o teste utilizando o equipamento PTE15 foi realizado com carga de 1500 Kg (limite do equipamento) e observou-se subida com o trabalhador caminhando com tranquilidade na velocidade normal do movimento, sem interrupção ou qualquer necessidade de aplicação de força física.

3.4. Teste 4: Elevação da carga para início do movimento.

Tanto no equipamento manual TK20, quanto no equipamento elétrico PTE15 é necessário elevar parcialmente a carga do piso antes de iniciar o movimento. Diante disso, foi realizado teste a fim de aferir se os esforços manuais representam uma preocupação ergonômica.



Foto 11

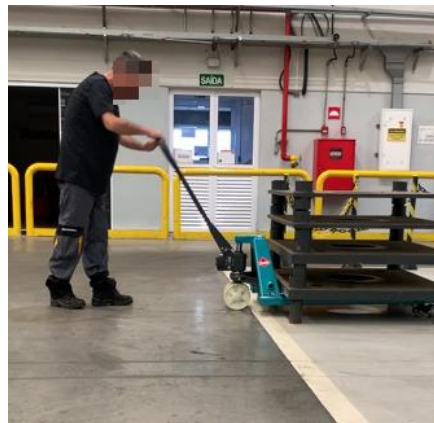


Foto 12

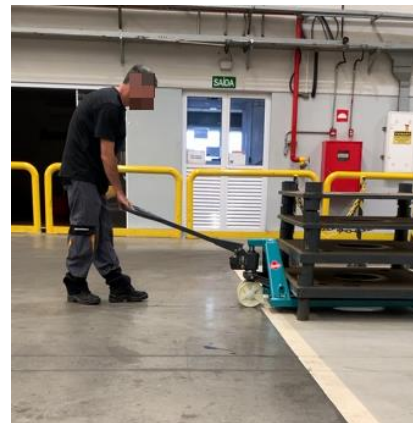


Foto 13



Foto 14

3.4.1 Resultados:

Para elevar os garfos da paleta manual (TK20) cerca de 15 cm em relação ao piso, retirando a carga do chão, foram necessários 13 movimentos completos do braço articulado, feitos em 30 segundos, partindo de uma flexão dos membros superiores de aproximadamente 90º (foto 11), atingindo 45º mais ou menos no meio do curso (foto 12) e finalizando, na parte mais baixa, com os braços paralelos ao corpo, com leve inclinação do tronco (foto 13). A força aplicada aferida por meio de dinamometria varia de 12 a 15 Kgf. Utilizando-se os conceitos do método MFA de Suzanne Rodgers, temos que a aplicação de força com os braços afastados do corpo é uma ação técnica de intensidade alta. A duração do movimento é baixa, já que o ciclo completo dura menos do que 6 segundos, porém a frequência é alta, já que são necessários mais do que 5 movimentos repetidos dentro de 1 minuto. Se esta atividade for realizada por tempo superior a 10% da jornada de trabalho (48 minutos), ou seja, uma elevação a cada 5 minutos (96 paletes/dia) é caracterizada como risco ergonômico alto. Já a elevação do garfo do equipamento elétrico PTE15 é feita de maneira mecanizada/elétrica por meio de acionamento dos controles posicionados no braço articulado (foto 14) sem aplicação de força significativa.

4. Conclusão

As movimentações de carga dentro dos parâmetros utilizados para os testes realizados neste estudo mostram que a atividade feita com auxílio de paleteira hidráulica do tipo manual, sem força motriz própria, representa uma preocupação ergonômica, cujo nível de risco associado pode variar conforme as particularidades de cada atividade real, uma vez que fatores como intensidade (massa movida); frequência de movimentação; duração do esforço; distância percorrida; taxa de ocupação (workload); condições do piso e do ambiente; bem como demais especificidades da empresa/atividade como mecanismos de regulação e fatores psicossociais, interferem no resultado (nível de risco ergonômico).

O estudo comprova que o uso de equipamento auxiliar com força motriz própria elimina a movimentação manual de carga e, conseqüentemente, os esforços físicos associados. Com isso, a preocupação ergonômica deixa de existir.

Em síntese, o uso do equipamento PTE15 representa um ganho ergonômico substancial para atividades de movimentação de carga puxando/empurrando, mesmo em condições adversas, com cargas de massa elevada e piso inclinado.

Apesar de não ser o foco deste estudo, a segurança da operação é visivelmente maior quando se utiliza o equipamento elétrico (PTE15).

5. Anexos

5.2. Tabelas psicofísicas da Liberty Mutual (Snook & Ciriello)

TABELAS PSICOFÍSICAS PARA PUXAR E EMPURRAR - LIBERTY MUTUAL TABLES (SNOOK & CIRIELLO)																																																		
Referências: ABNT NBR ISO 11228-2: 2017 Ergonomia - Movimentação manual. Parte 2: Empurrar e puxar.																																																		
Ciriello, V.M., Snook, S. H. and Hughes, G., Furgher studies of psychophysically determined maximum acceptable weights and forces. Human Factors, 1993.																																																		
Forças máximas para ação de puxar (inicial e sustentada em Kg) - Percentil 90%																																																		
Altura da pega		força	Distância/ uma ação a cada																																															
			2,1 metros								7,6 metros								15,2 metros								30,5 metros								45,7 metros								61 metros							
			6s	12s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h								
Homens																																																		
145 cm	FI	14	16	18	18	19	19	23	11	13	16	16	17	18	21	13	15	15	15	16	17	20	12	13	15	15	19	10	11	13	13	16	10	11	11	14	10	11	11	14	10	11	11	14	10	11	11	14		
	FM	8	10	12	13	15	15	18	6	8	10	11	12	12	15	7	8	9	9	10	11	13	7	8	9	11	13	6	7	8	9	10	6	6	7	9	6	6	7	9	6	6	7	9	6	6	7	9		
95 cm	FI	19	22	25	25	27	27	32	15	18	23	23	24	24	29	18	20	21	21	23	23	28	16	18	21	21	26	14	16	18	18	23	13	16	16	19	13	16	16	19	13	16	16	19	13	16	16	19		
	FM	10	13	16	17	19	20	24	8	10	13	14	16	16	19	9	10	12	12	14	14	17	9	10	12	14	17	7	9	10	12	14	7	9	10	12	7	9	10	12	7	9	10	12	7	9	10	12		
65 cm	FI	22	25	28	28	30	30	36	18	20	26	26	27	28	33	20	23	24	24	26	26	31	18	21	24	24	30	16	18	21	21	26	15	18	18	22	15	18	18	22	15	18	18	22	15	18	18	22		
	FM	11	14	17	18	20	21	25	9	11	14	15	17	17	20	9	11	12	13	15	15	18	9	11	13	15	18	8	9	11	12	15	8	9	10	12	8	9	10	12	8	9	10	12	8	9	10	12		
Mulheres																																																		
135 cm	FI	13	16	17	18	20	21	22	13	14	16	16	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	12	13	14	15	12	13	14	15	12	13	14	15		
	FM	6	9	10	10	11	12	15	7	8	9	9	10	10	11	6	7	7	8	8	9	11	6	7	7	8	10	6	6	7	7	9	5	5	5	7	5	5	5	7	5	5	5	7	5	5	5	7		
90 cm	FI	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	18	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16	12	13	14	16	12	13	14	16	12	13	14	16		
	FM	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	5	6	7	7	8	9	11	6	7	7	7	10	5	6	6	7	9	5	5	5	7	5	5	5	7	5	5	5	7	5	5	5	7		
60 cm	FI	15	17	19	20	22	23	24	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17	13	14	15	17	13	14	15	17	13	14	15	17		
	FM	5	8	9	9	10	11	19	6	7	8	8	9	10	12	5	6	7	7	7	8	10	6	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	5	5	6	4	5	5	6	4	5	5	6	4	5	5	6		

5.2. Método MFA – Muscle Fatigue Analysis. (Suzanne Rodgers)

SUZANNE RODGERS (MUSCLE FATIGUE ANALYSIS)
Referências: Rodgers, Suzanne H. (1992). A functional job evaluation technique, Occupational Medicine: State of the Art Reviews. 7(4):679-711.
Rodgers, Suzanne H.(1988). Job evaluation in worker fitness determination. Occupational Medicine: State of the Art Reviews. 3(2): 219-239.

Região	Nível do esforço			Pontuação			Nível do risco	
	Baixo [1]	Moderado [2]	Pesado [3]	Nível de esforço	Duração do esforço	Frequência do esforço		
					Ver tabela A			
Ombros	Ombros neutros. Ligeiramente em abdução. Ombros em flexão com algum suporte.	Ombros em abdução sem suporte. Braços trabalhando no nível dos ombros ou acima.	Aplicando força ou sustentando peso com os braços afastados do corpo.		3	1	3	Alto
					3	1	3	Alto

Tabela A	Pontuação = 1	Pontuação = 2	Pontuação = 3	Pontuação = 4
Duração do esforço	< 6 s	6 a 20 s	20 a 30 s	> 30 s
Frequência do esforço	< 1 / min	1 a 5 / min	> 5 a 15 / min	> 15 / min



Ergotriáde Gestão de Ergonomia

Estudo de Ergonomia

A Jungheinrich solicitou à uma empresa independente um estudo de ergonomia que apontou os principais benefícios da transpaleteira elétrica para os operadores:

01

Teste realizado com a transpaleteira manual TK20. Capacidade para 2.000 kg. Percurso de 7,6 metros em linha reta, piso plano, com e sem inclinação e sem obstáculos.

Equipamento sendo conduzido pelo operador com esforço.

○ Áreas do corpo que são prejudicadas



Transpaleteira Manual TK 20



No plano e com 500kg de carga, o esforço para vencer a inércia não gera risco para os homens, mas é limitrofe às mulheres. Já para cargas acima de 1.000 kg, existe risco para ambos.

No teste em rampa e com carga de 500kg, o operador precisa acelerar para realizar a subida, exigindo uma velocidade acima da normal de caminhada.

Na rampa e com carga de 1.000 kg, o movimento foi interrompido pouco antes do final da subida, ao atingir o pico de 56,95kgf (quilograma-força), sendo o ideal 24 kgf para homens e 19kgf para mulheres.

Nota: O teste com 1.500kg foi cancelado a fim de preservar a segurança do trabalhador.

02

Teste realizado com a transpaleteira elétrica PTL15. Capacidade para 1.500 kg. Percurso feito em doca para acesso a carroceria de caminhão com rampa inclinada.

Equipamento sendo conduzido pelo operador sem esforço.



Transpaleteira Elétrica PTL 1.5



Operador mantém velocidade usual, já que não há necessidade de aplicação de força ou geração de impulso; **Subida realizada sem esforço**;

Na inclinação da rampa e com carga de 1.500 kg, o operador executa com tranquilidade na velocidade normal do movimento de caminhada, sem interrupção e sem necessidade de força física.

Benefícios para os operadores:

- Operação com esforços dentro dos limites de segurança e ergonomia;
- Conforto na operação;
- Redução de queixas e/ou afastamentos.

Benefícios para as empresas

Além das vantagens para os colaboradores, o uso dos equipamentos elétricos também traz benefícios para as empresas:



Transpaleteira Elétrica PTL 1.5