

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
ESCOLA POLITÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

LARA DA SILVA BRUM

**Avaliação do ganho ergonômico com a alteração de leiaute na produção de
uma metalúrgica**

São Leopoldo
2018

LARA DA SILVA BRUM

**Avaliação do ganho ergonômico com a alteração de leiaute na produção de
uma metalúrgica**

Artigo apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho,
pelo Curso de Especialização em
Engenharia de Segurança do Trabalho da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

Orientador: Prof. Ms. Paulo Cidade

São Leopoldo

2018

Avaliação do ganho ergonômico com a alteração de leiaute na produção de uma metalúrgica

Lara da Silva Brum*

Paulo Cidade **

Resumo: A ergonomia é uma ciência ampla, que através de três macro esferas de estudo, física, cognitiva e organizacional, abrange todos os campos das relações existentes no trabalho. No passado, a atuação da ergonomia costumava manter-se na relação homem-máquina, mas com o passar dos anos passou a ter grande importância dentro do ambiente de trabalho, atuando não só no conforto físico dos trabalhadores, mas em projetos de aumento da produtividade de um negócio. A atuação da ergonomia aumenta e passa a ganhar maior reconhecimento à medida que as organizações desfazem o modelo mental de que seus únicos bens são materiais e percebem que seus colaboradores são seu maior patrimônio. Este artigo mostra um estudo de caso em uma metalúrgica localizada no Vale dos Sinos. O estudo consistiu em uma mudança de leiaute no setor de banhos galvânicos da empresa, onde havia um extenso deslocamento diário pelos operadores, com carga em um dos braços. Uma mudança simples de leiaute reduziu o deslocamento dos operadores em 83%, passando de 4,8 km diários para 827m. O ganho ergonômico evidenciado neste estudo é um exemplo de como uma ação simples pode trazer grandes benefícios para uma operação, não só no conforto físico, como também na produtividade e satisfação do trabalhador.

Palavras-chave: ergonomia, metalúrgica, adequação de ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Com o início da era industrial, as empresas criaram dois grupos distintos de funcionários: o grupo intelectual e o operacional. A elite intelectual – gerentes e engenheiros – utilizava suas habilidades analíticas para projetar produtos e processos, selecionar e gerenciar clientes e supervisionar operações do dia-a-dia. O segundo grupo era a mão-de-obra braçal, que fabricava os produtos e prestava os serviços. Essa força de trabalho direta era o principal fator de produção nas empresas da era industrial, porém só era utilizada a sua capacidade física, não o intelecto, pois as decisões eram tomadas apenas por engenheiros e gerentes (KAPLAN; NORTON, 1997).

* Engenheira Química, com experiência da área de galvanoplastia e meio ambiente – larasbrum@hotmail.com

** Mestre em Engenharia de Produção, com larga experiência em consultoria na área da ergonomia na indústria – cidade@sobanebrasil.org

Nos últimos tempos, o mundo vem experimentando mudanças no conceito de organização. No passado, apenas os equipamentos e propriedades de uma empresa eram considerados como patrimônio de valor e isto talvez tenha gerado a consciência equivocada de que estes são seus únicos bens. Por isso, Campos (1989) propõe que a organização deve ser aquela que constitui todo o “software” de gerenciamento e operação e que depende fundamentalmente das pessoas, sem distinção de grupos. Ressalta ainda que uma empresa competitiva precisa devolver ações na direção da modernização de equipamentos e, também, no desenvolvimento e valorização das pessoas.

Em conjunto com a mudança de percepção da importância do homem e da máquina dentro das empresas ganham cada a vez mais força as propostas da ergonomia, que procuram adaptar as condições do trabalho às necessidades psicofisiológicas do trabalhador.

Conforme Rodrigues (2000) *apud* Tomasini (2001), no Brasil está estabelecido um verdadeiro fenômeno social, a chamada doença LER/DORT, cujas características de fenômeno social transcendem os limites da área médica e exige uma análise também sociológica, administrativa, antropológica e psicológica da questão. No entanto, é bastante escassa a literatura sobre as formas de atuação que as empresas adotam para a eliminação ou combate às doenças ocupacionais. Em particular, pouco se comenta sobre a disseminação dos conceitos de ergonomia, em todos os níveis de uma empresa, que venham a formar um conjunto de estratégias e ações que permitam a todos os funcionários atuar de forma produtiva na eliminação de atividades que geram riscos no trabalho.

A eliminação ou redução dos riscos ergonômicos no trabalho pode ser atingida com medidas simples de adequação de postos de trabalho e leiaute ou concessão de intervalos diminuindo os estresses musculares, com o entendimento da organização do trabalho, levando a diminuição das dores, da fadiga e do estresse, que levam tantos trabalhadores ao desenvolvimento de doenças ocupacionais. A produtividade do trabalhador está diretamente ligada à segurança, satisfação e bem-estar no local de trabalho. Portanto, o ambiente de trabalho precisa ser estudado e adequado às tarefas nele executadas e às pessoas que as desempenham (Barbiero, 2004).

O estudo da Ergonomia no curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho despertou o olhar crítico, com viés ergonômico, sobre uma

mudança de leiaute no setor da metalúrgica. Na ocasião em que as mudanças físicas no setor estavam sendo realizadas pensava-se apenas na produtividade e fatores técnicos. Porém, a mudança trouxe ganhos de conforto bastante significativos para os trabalhadores, os quais foram comprovados por análise de distâncias percorridas e também por questionário aplicado nos trabalhadores.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Ergonomia

A ergonomia, em suas diversas definições, é a ciência que estuda a adaptação do trabalho ao homem. A palavra ERGONOMIA deriva do grego onde ERGON significa trabalho e NOMOS remete a leis, normas e regras (Moraes, 2009). A palavra trabalho, no contexto da Ergonomia, é um conceito bastante amplo, pois envolve não só atividades com ferramentas, máquinas e transformação de materiais, mas toda relação entre o homem e uma atividade produtiva (IIDA, 2005). Trata-se de uma disciplina orientada para uma abordagem sistêmica de todos os aspectos da atividade humana (ABERGOS, 2018).

Em 2000, a *International Ergonomics Association* adotou a seguinte definição para a disciplina de ergonomia (FALZON, 2007, p.5): A ergonomia é a disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos e os outros componentes de um sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar das pessoas e o desempenho global dos sistemas.

A sociedade de Ergonomia nasceu em 1949, na Inglaterra, formada por grupo pluridisciplinar constituído por engenheiros psicólogos, fisiologistas, arquitetos, designers e economistas. A década de 50 foi marcada pela necessidade de reconstruir os países europeus devastados pela guerra e por discussões sobre a preconização das necessidades do homem no incremento da produtividade industrial. Neste contexto, as condições de trabalho começam a ser reconhecidas como questão importante na sociedade (FALZON, 2007).

Segundo Shackel (1999) *apud* Tomasini (2001), os seguintes passos foram seguidos pela ergonomia : na década de 50, a ergonomia militar, de 60, a ergonomia industrial, de 70, a ergonomia de bons produtos e serviços, de 80, a ergonomia dos computadores e, na década de 90, a macroergonomia, com foco maior de aplicação nos sistemas industriais. A história da Ergonomia anda lado a lado com a história do trabalho e das técnicas, com a história dos movimentos sociais, das ideias e da ciência. É uma ciência ainda em construção, graças a profissionais que desenvolvem estudos, centros de pesquisa e que incluem a ergonomia no dia-a-dia das companhias e do mundo do trabalho como um todo. A ergonomia é influenciada pela cultura e pela história do local onde se desenvolve. A história da ergonomia não terminou e nem tampouco terminará, pois à medida que o trabalho e os trabalhadores evoluem e se transformam, novas questões e desafios surgem no campo da ergonomia (FALZON, 2007).

A ergonomia vem evidenciando que não se pode mais aceitar velhos procedimentos no projeto do trabalho, tal como considerar que os operadores são apenas um “par de mãos”. É preciso considerar o trabalhador como ser integral, contribuindo para que o trabalho seja planejado de forma mais humana, deixando de posicionar o operador como ferramenta para “carregar sacos ou puxar enxadas” (Tomasini, 2001).

Aplicar a ergonomia considerando o trabalhador como ser integral torna a área de aplicação desta disciplina bastante ampla e, por isso, é preciso que os ergonomistas tenham uma abordagem holística do campo de ação da ergonomia, tanto em seus aspectos físicos e cognitivos, como sociais, organizacionais, ambientais, etc (ABERGOS, 2018).

A falta de atenção com as condições e qualidade de vida do trabalho vem gerando um aumento substancial na incidência dos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), bem como as doenças psicoemocionais. Procurando uma resposta para os quesitos acima, Hendrick (1997) *apud* Tomasini (2001) cita que existem duas explicações para a pouca difusão da ergonomia no meio empresarial: uma das principais razões é que algumas dessas organizações têm sido expostas à chamada má ergonomia, a qual constrói produtos ou ambientes de trabalho para serem ergonômicos, mas não são, ou então, são chamados de ergonômicos por pessoas incompetentes tecnicamente.

Outra razão conhecida é que “todos somos operadores”. Todos sabem realizar as operações básicas dos produtos, tais como dirigir automóvel, utilizar computador, televisão e telefone, sendo facilmente aceito que estas operações são simples e que os fatores ergonômicos não são mais do que senso comum. Muitos ergonomistas experientes têm verificado que decisões ergonômicas errôneas levaram a sérios acidentes, os erros humanos.

2.1.1 Ergonomia: as três dimensões

A atuação da ergonomia, atualmente, abrange três dimensões dentro de uma organização: ergonomia física, ergonômica cognitiva e ergonomia organizacional. A primeira relaciona-se com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica ligada à atividade física (MORAES, MONT'ALVÃO, 2012). Estuda postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde (ABERGOS, 2018).

A esfera cognitiva refere-se percepção, memória, raciocínio e respostas motoras conforme a interação entre seres humanos e outros elementos de um sistema (MORAES, MONT'ALVÃO, 2012). Especializa-se no estudo das respostas mentais e emocionais com que o trabalho se relaciona, como tomada de decisão, estresse, esforço de trabalho mental, desempenho, satisfação, motivação, etc (MORAES, MONT'ALVÃO, 2012; Blog da Segurança do Trabalho, 2016).

Já a ergonomia organizacional visa a otimização dos sistemas sócio técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos (MORAES, MONT'ALVÃO, 2012; ABERGOS, 2018). Exemplos de atuação da ergonomia organizacional estão na política e cultura da empresa, estrutura de liderança, na influência da organização na relação do homem com seu trabalho, no modelo de gestão da empresa e gestão da qualidade (Blog da Segurança do Trabalho, 2016).

2.1.2 Biomecânica

A biomecânica ocupacional, objeto de estudo da ergonomia física, estuda as posturas corporais e a aplicação de forças no trabalho, bem como as suas consequências na saúde, através da análise das interações físicas do trabalhador

com seu posto de trabalho, máquinas, ferramentas e materiais, com vistas a reduzir os riscos de distúrbios músculo-esqueléticos (IIDA, 2005).

Ao realizar força, os músculos se contraem e os vasos capilares, que são responsáveis por sua irrigação, ficam estrangulados devido ao aumento da pressão interna. Ao atingir determinado nível de contração muscular, a irrigação é interrompida e o movimento interrompido por dor de fadiga. O trabalho muscular pode ser estático ou dinâmico. O trabalho estático é o pior caso, visto que nesta configuração a contração é constante, chamada de contração isométrica onde os vasos sanguíneos são pressionados pela pressão interna do tecido muscular tornando o esforço altamente fatigante, como no levantamento de carga (KROEMER, 2005; IIDA, 2005).

Já o trabalho dinâmico se dá com contrações e relaxamentos alternados dos músculos, fazendo com que haja grande fluxo de sangue, e é característico de atividades como cortar, serrar ou caminhar. A alternância entre contração e relaxamento provoca um aumento no bombeamento de sangue pelos capilares, oxigenando os músculos e aumentando a resistência à fadiga (IIDA, 2005). A Figura 01 ilustra as configurações de trabalho estático e dinâmico e as respectivas relações entre a demanda e o suprimento de irrigação sanguínea.

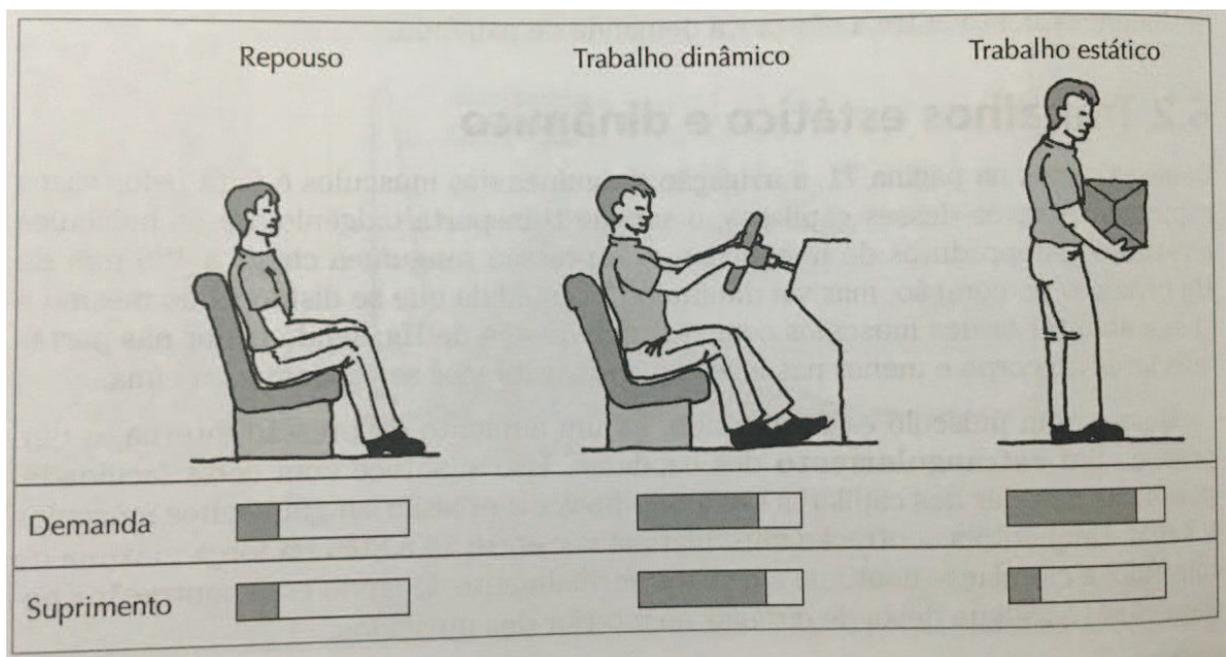


Figura 01: Configurações do trabalho estático e dinâmico. Fonte: Iida, 2005.

O trabalho estático, como já mencionado, é o pior dos casos e deve ser evitado sempre que possível. Muitas atividades combinam os dois modos de esforço muscular, como por exemplo, no ato de caminhar (esforço dinâmico) segurando um balde (esforço estático). O desempenho de uma atividade de transporte de carga (esforço estático combinado com esforço dinâmico) é um exemplo de perigo ergonômico, que expõe o trabalhador ao risco de lesão muscular e de coluna, lesões osteomusculares.

Estes riscos podem ser reduzidos através de medidas simples como redução do tempo de exposição a este esforço, redução do trajeto através de adequação do ambiente de trabalho ou de ordem de tarefas, utilização de carrinhos, etc. O ambiente de trabalho é o resultado da mistura de diversos fatores, materiais ou subjetivos e que muitas vezes são fáceis de ser atendidos. O custo de qualquer melhoria de ambiente é altamente rentável visto que o retorno é aumento da produtividade, redução de acidentes, redução de doenças ocupacionais e abstencionismo, além de proporcionar um melhor relacionamento empresa-empregado (VERDUSSEN, 1978).

3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os ganhos que a mudança do leiaute de uma linha de produção galvânica proporcionou com relação à distância diária percorrida pelos operadores, com carga em um dos braços.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo de caso de mudança de leiaute no setor de banhos rotativos de uma metalúrgica do Vale dos Sinos. A metalúrgica é especializada na fabricação de enfeites metálicos para a moda e tem 26 anos de atuação no mercado e cerca de 160 funcionários.

A empresa produz as peças desde a sua concepção em projeto até a entrega aos fabricantes de calçados, bolsas, acessórios e confecções, passando pelo

projeto, matrizaria, injeção, tratamento de superfície, verniz e revisão das peças. O horário de trabalho é das 07:30 as 17:18h, com 1h de intervalo para almoço.

A etapa de tratamento de superfície consiste em dar proteção e beleza às fivelas e enfeites metálicos através de banhos galvânicos. Os banhos podem ser rotativos ou estáticos, sendo o primeiro utilizado para peças menores e que não exigem acabamento perfeito e o segundo para peças maiores e que exigem qualidade excepcional. Os banhos rotativos exigem mais esforço físico do operador por se tratar de um modelo de processo onde as cargas de peças são maiores por batelada.

Os banhos são compostos por diversas composições que variam de acordo com o acabamento final desejado pelo cliente. No entanto, três tipos de banhos, chamados de banhos protetivos, são comuns a todos os acabamentos, pois são responsáveis por conferir resistência à corrosão e resistência mecânicas às peças: cobre alcalino, cobre ácido e níquel.

As peças, depois de polidas em chips abrasivos para retirada de rebarbas de injeção, seguem para o tratamento de superfície onde são banhadas na seguinte ordem: cobre alcalino, cobre ácido, níquel, banhos de acabamento e verniz. A mudança de leiaute que foi objeto de estudo deste artigo foi realizada nos banhos protetivos.

As peças são carregadas nos tanques de banho onde permanecem por uma hora. Para seguir ao processo seguinte as peças precisam ser bem lavadas em água limpa para evitar a contaminação entre banhos. Cada linha de banhos possui o seu tanque de lavagem de forma a diminuir a probabilidade de contaminação por arraste e é operada por um empregado apenas.

Para melhor entendimento do método de alteração do leiaute os processos foram chamados da seguinte maneira:

Banho de cobre alcalino: Processo 1

Banho de cobre ácido: Processo 2

Banho de níquel: Processo 3

A Tabela 01 mostra o tempo de banho de cada processo, o número de cargas diárias e o peso do balde cheio de peças que é utilizado para carregar o tanque rotativo.

Tabela 01: Dados de processo.

Processo	Tempo de Processo (h)	Nº de cargas por dia por tanque	Peso da carga + balde (kg)
Processo 1	1	8	15
Processo 2	1	8	8
Processo 3	1	8	15

A sequência de processos que envolve o tratamento de superfície comum a todas as peças pode ser resumida da seguinte forma: processo 1 (cobre alcalino), lavagem, processo 2 (cobre ácido), lavagem, processo 3 (níquel), lavagem e acabamento.

O leiaute antigo contava com 8 tanques de cobre alcalino, 8 tanques de cobre ácido e 7 tanques de níquel. A Figura 02 mostra um esquema de como era distribuído o setor de banhos protetivos. Os banhos eram colocados em sequências lineares com suas respectivas lavagens ao fundo. Sendo assim, o operador caminhava uma distância de até 16m para efetuar a lavagem das peças e voltava a mesma distância para carregar as peças no processo seguinte. As flechas azuis indicam o sentido do processo, iniciando da esquerda para a direita. O operador inicia carregando as peças, que estão localizadas ao lado do tanque 1 do processo 1, nos banhos do processo 1. Após o processo 1 as peças são lavadas no tanque de lavagem mais a esquerda e trazidas para área de armazenagem localizada ao lado do tanque 1 do processo 2, para então entrarem no processo 2. As peças que saem do processo 2, são lavadas no tanque de lavagem central e depois de lavadas são trazidas para a área de armazenagem ao lado do tanque 1 do processo 3. Após o processo 3, as peças são lavadas no tanque de lavagem mais a direita e, depois, trazidas para a área de armazenagem localizada ao lado do tanque 1 do processo 3.

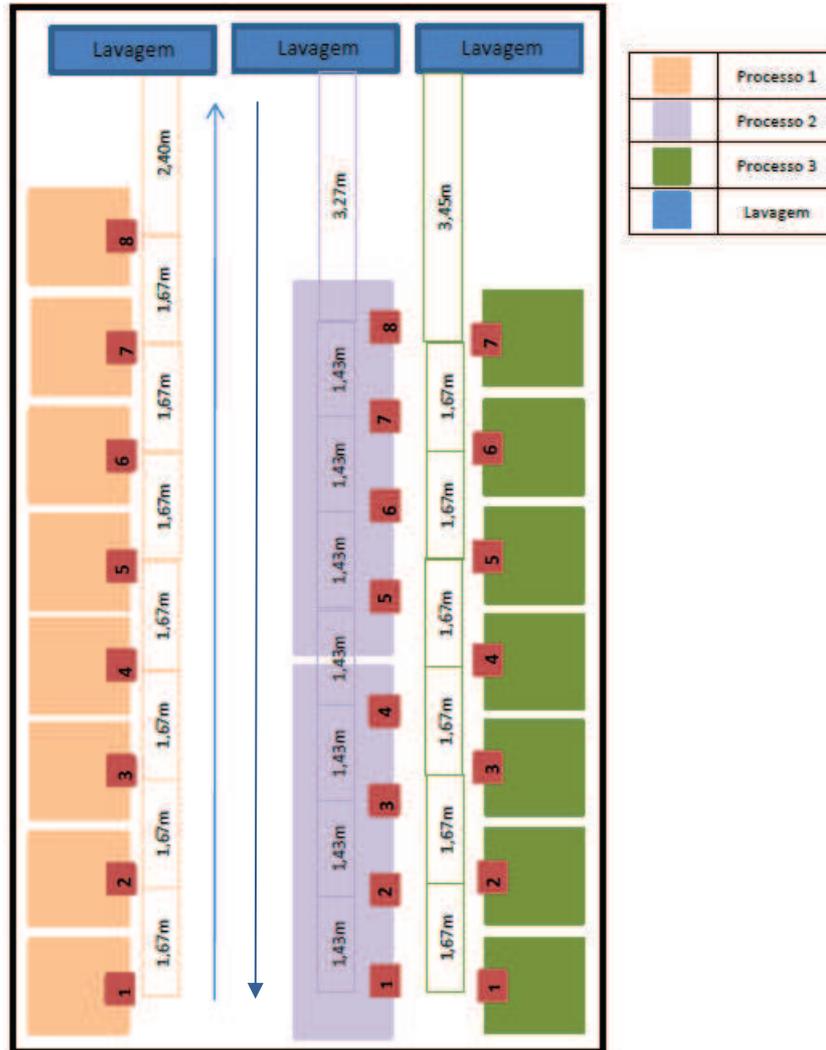


Figura 02: Leiaute antigo

A configuração de leiaute antigo não foi pensada de forma a otimizar o processo e nem o conforto do operador, visto que o deslocamento das peças acontecia em “zig-zag”, pois as peças eram deixadas nas posições dos tanques “1” para entrada no novo processo. Os locais de entrada das peças em cada processo são mantidos fixos para melhor organização da programação de produção.

Visando não só ergonomia, como também produtividade e alinhamento de efluentes, o leiaute dos tanques e das águas de lavagem foi alterado, conforme mostra o esquema da Figura 03. No novo leiaute, os processos foram distribuídos em 3 quadrantes do setor, colocando tanques um de frente para o outro, o que reduziu a distância percorrida entre cada tanque e a lavagem correspondente ao processo e também a distância entre a lavagem e o início do próximo processo. Além da mudança de posição, no caso do Processo 1 houve a retirada de um dos tanques também.

A nova distribuição dos tanques agrupou os processos e possibilitou a determinação de uma área de armazenagem de peças que saem do processo 1 para o processo 2 e de peças que saem do processo 2 para o processo 3 em uma região central, reduzindo pela metade a distância máxima percorrida entre a área de armazenagem e o tanque mais distante.

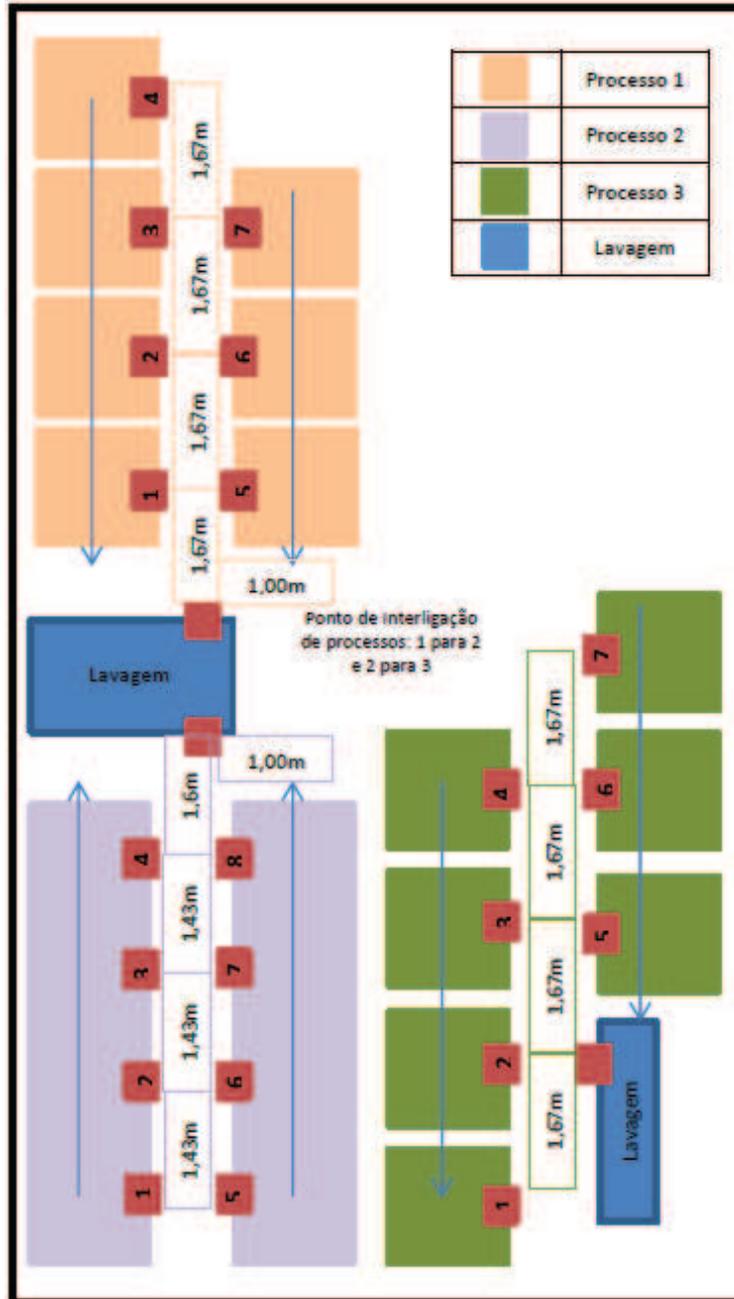


Figura 03: Novo leiaute.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rearranjo da distribuição dos tanques e das águas de lavagem trouxe mais alinhamento ao processo, mas também beneficiou o trabalho do operador. O processo foi reorganizado posicionando as operações iguais em forma de blocos operacionais, o que alinhou as linhas de efluente e reduziu a distância percorrida pelo operador segurando o balde com peças, como mostra a Figura 04 por processo e de forma global (somando os ganhos dos três processos):

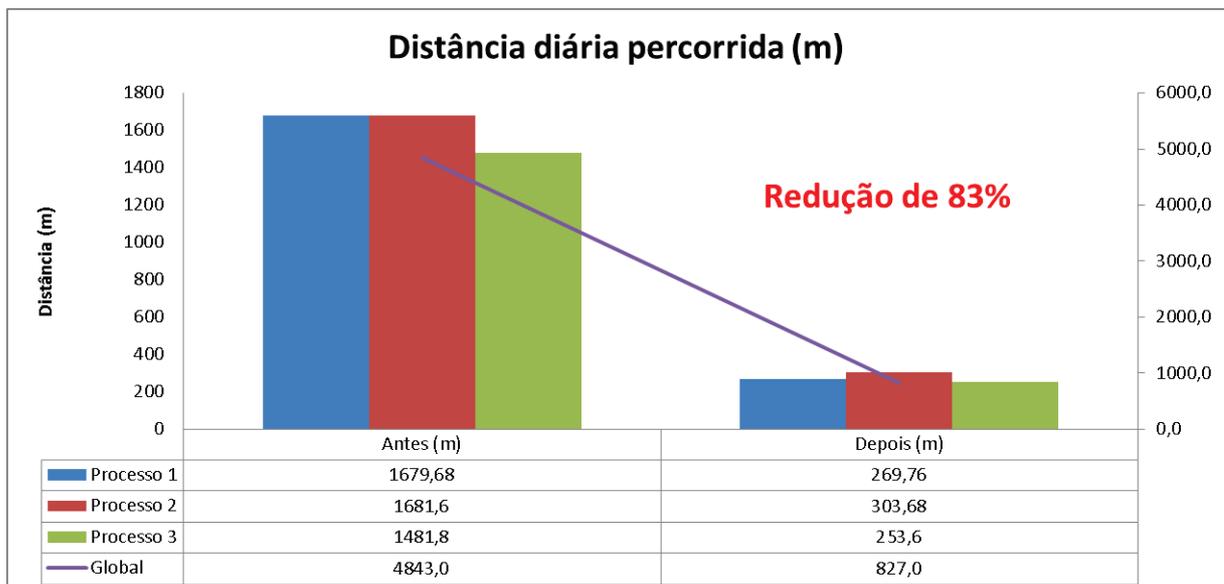


Figura 04: Distância diária percorrida pelo operador antes e depois da mudança de leiaute.

A Figura 05 mostra a redução no tempo, ao longo da jornada, em que o operador se desloca com carga (peças dentro do balde) em dos braços.

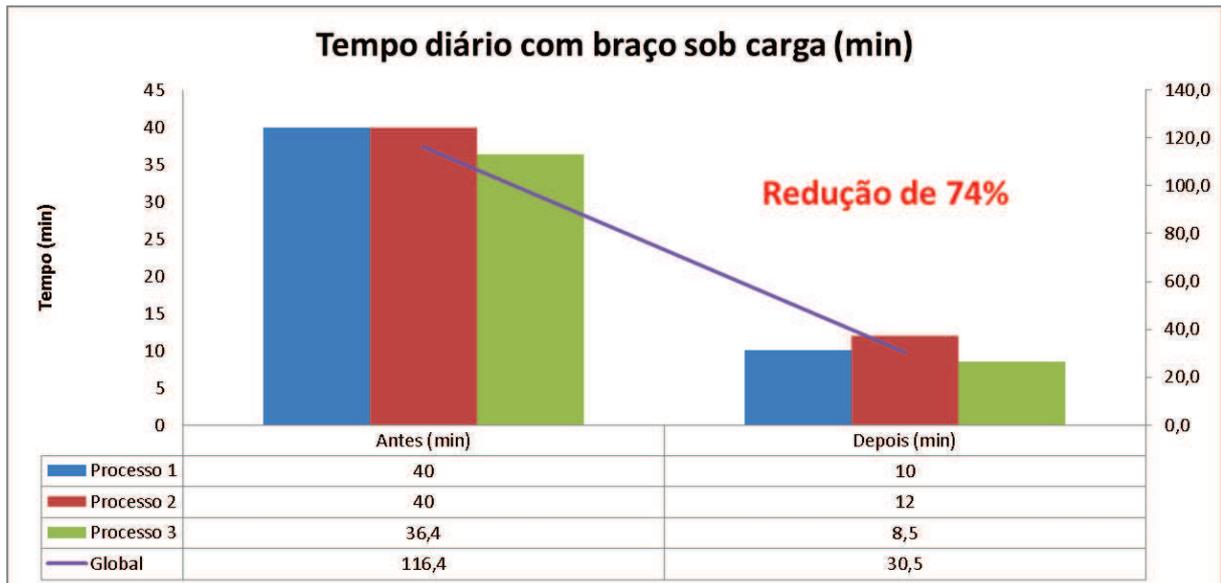


Figura 05: Tempo diário (em minutos) em que o operador se desloca com carga em um dos braços.

As Tabelas 02, 03, 04 e 05 mostram as mudanças em termos de distância percorrida e tempo do operador em deslocamento com carga nos braços com a alteração no leiaute.

Tabela 02: Distâncias diárias e tempo em deslocamento com carga, antes e depois da mudança de leiaute, para cada processo e de forma global.

Processo	Parâmetro	Antes	Depois
Processo 1	Distância percorrida diária (m)	1680	270
Processo 1	Tempo carregando peso (min)	40	10
Processo 2	Distância percorrida diária (m)	1680	304
Processo 2	Tempo carregando peso (min)	40	12
Processo 3	Distância percorrida diária (m)	1480	254
Processo 3	Tempo carregando peso (min)	36,4	8,5
Global	Distância percorrida diária (m)	4840	828
Global	Tempo carregando peso (min)	116,4	30,5
Ganho	Distância percorrida diária (m)	4012	
Ganho	Tempo carregando peso (min)	85,9	

Tabela 03: Dados de leiaute do processo 01.

SITUAÇÃO ANTERIOR								
Tanque	Distância até a lavagem (m)	Número de vezes que a distância do tanque até a lavagem é percorrida diariamente	Distância da lavagem até a entrada do próximo banho (m)	Número de vezes que a distância da lavagem até o próximo processo é percorrida diariamente	Distância total percorrida por dia, considerando a ida até a lavagem e a entrega das peças lavadas até o próximo processo (m)	Tempo do tanque até a lavagem (segundos)	Tempo da lavagem até o próximo processo (segundos)	Tempo sob esforço (8 carregamentos até a lavagem + 8 carregamentos da lavagem até o próximo processo)
Processo 1 - Tq 1	14,09	8	18	8	256,72	24	24	384
Processo 1 - Tq 2	12,42	8	18	8	243,36	21	24	360
Processo 1 - Tq 3	10,75	8	18	8	230	18	24	336
Processo 1 - Tq 4	9,08	8	18	8	216,64	15	24	312
Processo 1 - Tq 5	7,41	8	18	8	203,28	12	24	288
Processo 1 - Tq 6	5,74	8	18	8	189,92	9	24	264
Processo 1 - Tq 7	4,07	8	18	8	176,56	6	24	240
Processo 1 - Tq 8	2,4	8	18	8	163,2	3	24	216
TOTAL (m) para o operado					1679,68	Tempo em min, diário, carregando 15kg		40

SITUAÇÃO ATUAL									
Tanque	Distância até a lavagem (m)	Número de vezes que a distância do tanque até a lavagem é percorrida diariamente	Distância da lavagem até a entrada do próximo banho (m)	Número de vezes que a distância da lavagem até o próximo processo é percorrida diariamente	Distância total percorrida por dia, considerando a ida até a lavagem e a entrega das peças lavadas até o próximo processo (m)	Tempo do tanque até a lavagem (segundos)	Tempo da lavagem até o próximo processo (segundos)	Tempo sob esforço (8 carregamentos até a lavagem + 8 carregamentos da lavagem até o próximo processo)	
Processo 1 - Tq 1	1,67	8	1	8	21,36	3	3	48	
Processo 1 - Tq 2	3,34	8	1	8	34,72	6	3	72	
Processo 1 - Tq 3	5,01	8	1	8	48,08	12	3	120	
Processo 1 - Tq 4	6,68	8	1	8	61,44	12	3	120	
Processo 1 - Tq 5	1,67	8	1	8	21,36	3	3	48	
Processo 1 - Tq 6	3,34	8	1	8	34,72	6	3	72	
Processo 1 - Tq 7	5,01	8	1	8	48,08	12	3	120	
Processo 1 - Tq 8	Banho eliminado								
TOTAL (m) para o operado					269,76	Tempo em min, diário, carregando 15kg		10	

Tabela 04: Dados de leiaute do processo 02.

SITUAÇÃO ANTERIOR								
Tanque	Distância até a lavagem (m)	Número de vezes que a distância do tanque até a lavagem é percorrida diariamente	Distância da lavagem até a entrada do próximo banho (m)	Número de vezes que a distância da lavagem até o próximo processo é percorrida diariamente	Distância total percorrida por dia, considerando a ida até a lavagem e a entrega das peças lavadas até o próximo processo (m)	Tempo do tanque até a lavagem (segundos)	Tempo da lavagem até o próximo processo (segundos)	Tempo sob esforço (8 carregamentos até a lavagem + 8 carregamentos da lavagem até o próximo processo)
Processo 2 - Tq 1	13,28	8	18	8	250,24	24	24	384
Processo 2 - Tq 2	11,85	8	18	8	238,8	21	24	360
Processo 2 - Tq 3	10,42	8	18	8	227,36	18	24	336
Processo 2 - Tq 4	8,99	8	18	8	215,92	15	24	312
Processo 2 - Tq 5	7,56	8	18	8	204,48	12	24	288
Processo 2 - Tq 6	6,13	8	18	8	193,04	9	24	264
Processo 2 - Tq 7	4,7	8	18	8	181,6	6	24	240
Processo 2 - Tq 8	3,27	8	18	8	170,16	3	24	216
TOTAL (m) para o operado					1681,6	Tempo em min, diário, carregando 8kg		40

SITUAÇÃO ATUAL								
Tanque	Distância até a lavagem (m)	Número de vezes que a distância do tanque até a lavagem é percorrida diariamente	Distância da lavagem até a entrada do próximo banho (m)	Número de vezes que a distância da lavagem até o próximo processo é percorrida diariamente	Distância total percorrida por dia, considerando a ida até a lavagem e a entrega das peças lavadas até o próximo processo (m)	Tempo do tanque até a lavagem (segundos)	Tempo da lavagem até o próximo processo (segundos)	Tempo sob esforço (8 carregamentos até a lavagem + 8 carregamentos da lavagem até o próximo processo)
Processo 2 - Tq 1	5,89	8	1	8	55,12	12	3	120
Processo 2 - Tq 2	4,46	8	1	8	43,68	12	3	120
Processo 2 - Tq 3	3,03	8	1	8	32,24	6	3	72
Processo 2 - Tq 4	1,6	8	1	8	20,8	3	3	48
Processo 2 - Tq 5	5,89	8	1	8	55,12	12	3	120
Processo 2 - Tq 6	4,46	8	1	8	43,68	12	3	120
Processo 2 - Tq 7	3,03	8	1	8	32,24	6	3	72
Processo 2 - Tq 8	1,6	8	1	8	20,8	3	3	48
TOTAL (m) para o operado					303,68	Tempo em min, diário, carregando 8kg		12

Tabela 05: Dados de leiaute do processo 03.

SITUAÇÃO ANTERIOR								
Tanque	Distância até a lavagem (m)	Número de vezes que a distância do tanque até a lavagem é percorrida diariamente	Distância da lavagem até a entrada do próximo banho (m)	Número de vezes que a distância da lavagem até o próximo processo é percorrida diariamente	Distância total percorrida por dia, considerando a ida até a lavagem e a entrega das peças lavadas até o próximo processo (m)	Tempo do tanque até a lavagem (segundos)	Tempo da lavagem até o próximo processo (segundos)	Tempo sob esforço (8 carregamentos até a lavagem + 8 carregamentos da lavagem até o próximo processo)
Processo 3 - Tq 1	13,47	8	18	8	251,76	24	24	384
Processo 3 - Tq 2	11,8	8	18	8	238,4	21	24	360
Processo 3 - Tq 3	10,13	8	18	8	225,04	18	24	336
Processo 3 - Tq 4	8,46	8	18	8	211,68	15	24	312
Processo 3 - Tq 5	6,79	8	18	8	198,32	12	24	288
Processo 3 - Tq 6	5,12	8	18	8	184,96	9	24	264
Processo 3 - Tq 7	3,45	8	18	8	171,6	6	24	240
TOTAL (m) para o operado					1481,76	Tempo em min, diário, carregando 15kg		36,4

SITUAÇÃO ATUAL								
Tanque	Distância até a lavagem (m)	Número de vezes que a distância do tanque até a lavagem é percorrida diariamente	Distância da lavagem até a entrada do próximo banho (m)	Número de vezes que a distância da lavagem até o próximo processo é percorrida diariamente	Distância total percorrida por dia, considerando a ida até a lavagem e a entrega das peças lavadas até o próximo processo (m)	Tempo do tanque até a lavagem (segundos)	Tempo da lavagem até o próximo processo (segundos)	Tempo sob esforço (8 carregamentos até a lavagem + 8 carregamentos da lavagem até o próximo processo)
Processo 3 - Tq 1	1,67	8	2	8	29,36	3	4	56
Processo 3 - Tq 2	1	8	2	8	24	3	4	56
Processo 3 - Tq 3	1,67	8	2	8	29,36	3	4	56
Processo 3 - Tq 4	3,34	8	2	8	42,72	6	4	80
Processo 3 - Tq 5	1,67	8	2	8	29,36	3	4	56
Processo 3 - Tq 6	3,34	8	2	8	42,72	6	4	80
Processo 3 - Tq 7	5,01	8	2	8	56,08	12	4	128
TOTAL (m) para o operado					253,6	Tempo em min, diário, carregando 15kg		8,53

Analisando os dados da Tabela 02 e as Figuras 04 e 05, pode-se perceber que houve uma redução bastante expressiva na distância percorrida diariamente e também no tempo de deslocamento com carga em cada processo entre as operações de lavagem e encaminhamento ao processo seguinte. A redução chegou a 83% para a distância percorrida e 74% para o tempo de deslocamento com carga. Considerando que cada processo tem um operador, cada um deles deixou de percorrer em torno de 1,2 km por dia com o peso do balde cheio de peças em um dos braços.

Para avaliar a percepção dos operadores sobre as mudanças efetuadas foi aplicado um questionário (Tabela 06) sobre a alteração de leiaute no qual não era preciso se identificar para responder. Todos os operadores dos banhos que sofreram alteração de posição responderam ao questionário.

Tabela 06: Questionário

QUESTIONÁRIO ERGONÔMICO			
	COBRE ALCALINO	SIM	NÃO
1	A POSIÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGEM MELHOROU A OPERAÇÃO?		
2	O OPERADOR SENTE O ESPAÇO ADEQUADO PARA EXECUTAR SUAS ATIVIDADES?		
3	OS TANQUES DE BANHO ESTÃO EM POSIÇÃO ADEQUADA PARA OPERAÇÃO?		
4	SENTE DESCONFORTO NOS BRAÇOS E/OU OMBROS AO LAVAR AS PEÇAS NOS TANQUES DE LAVAGEM? AQUI ERA LEGAL O ANTES E O DEPOIS, OU SE MELHOROU		
5	SENTE DESCONFORTO NAS COSTAS AO LAVAR AS PEÇAS NOS TANQUES DE LAVAGEM? AQUI ERA LEGAL O ANTES E O DEPOIS, OU SE MELHOROU		
6	CAMINHA MENOS COM O NOVO LEIAUTE DE TANQUES E LAVAGEM?		
7	SENTE QUE A MUDANÇA DE LEIAUTE MELHOROU O SISTEMA DE TRABALHO COMO UM TODO? O QUE COMO UM TODO...		
	COBRE ÁCIDO	SIM	NÃO
1	A POSIÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGEM MELHOROU A OPERAÇÃO?		
2	O OPERADOR SENTE O ESPAÇO ADEQUADO PARA EXECUTAR SUAS ATIVIDADES?		
3	OS TANQUES DE BANHO ESTÃO EM POSIÇÃO ADEQUADA PARA OPERAÇÃO?		

4	SENTE DESCONFORTO NOS BRAÇOS E/OU OMBROS AO LAVAR AS PEÇAS NOS TANQUES DE LAVAGEM?		
5	SENTE DESCONFORTO NAS COSTAS AO LAVAR AS PEÇAS NOS TANQUES DE LAVAGEM?		
6	CAMINHA MENOS COM O NOVO LEIAUTE DE TANQUES E LAVAGEM?		
7	SENTE QUE A MUDANÇA DE LEIAUTE MELHOROU O SISTEMA DE TRABALHO COMO UM TODO?		
NÍQUEL			
		SIM	NÃO
1	A POSIÇÃO DAS ÁGUAS DE LAVAGEM MELHOROU A OPERAÇÃO?		
2	O OPERADOR SENTE O ESPAÇO ADEQUADO PARA EXECUTAR SUAS ATIVIDADES?		
3	OS TANQUES DE BANHO ESTÃO EM POSIÇÃO ADEQUADA PARA OPERAÇÃO?		
4	SENTE DESCONFORTO NOS BRAÇOS E/OU OMBROS AO LAVAR AS PEÇAS NOS TANQUES DE LAVAGEM?		
5	SENTE DESCONFORTO NAS COSTAS AO LAVAR AS PEÇAS NOS TANQUES DE LAVAGEM?		
6	CAMINHA MENOS COM O NOVO LEIAUTE DE TANQUES E LAVAGEM?		
7	SENTE QUE A MUDANÇA DE LEIAUTE MELHOROU O SISTEMA DE TRABALHO COMO UM TODO?		

Considerando que respostas positivas para as perguntas 1, 2, 3, 6 e 7 e respostas negativas para as perguntas 4 e 5 indicam percepção de melhora em relação a mudança de leiaute, o resultado da pesquisa está demonstrado da Figura 06. A Figura 06 mostra o resultado do questionário, mostrando o percentual de respostas que indicam melhora para cada uma das perguntas relativas a cada um dos três processos.

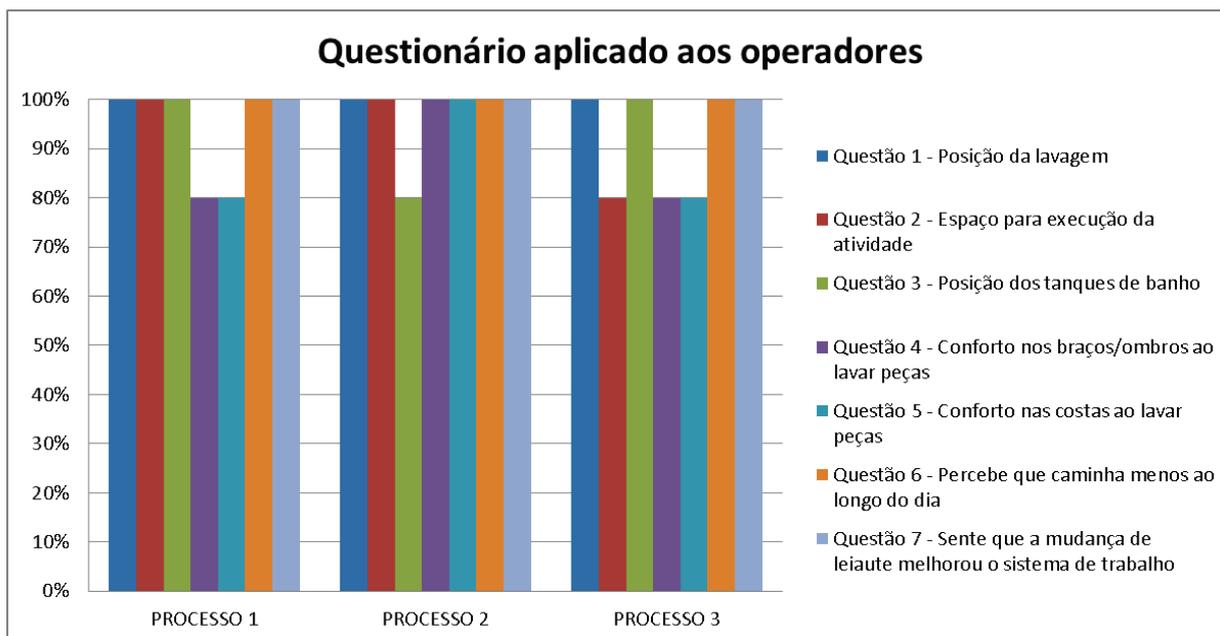


Figura 06: Resultado do questionário de avaliação da mudança de leiaute

Em relação ao processo 1, a aprovação do leiaute foi de 100%, mas 20% ainda sente desconforto nas costas e braços/ombros ao lavar as peças. No processo 2, 20% dos operadores sente que o espaço ainda está limitado para a execução das tarefas. E no processo 3, 20% dos operadores acham que o espaço precisa melhorar bem como a sistemática de lavagem das peças, pois sentem desconforto nas costas e nos braços/ombros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança na posição dos tanques de banho galvânico e nos tanques de água de lavagem deixou a linha de produção organizada de forma que os processos semelhantes ficaram próximos, organizados em blocos. Além disso, foi criada uma área de armazenamento de peças que saem de um processo para outro em um ponto central do processo, próximo de todos os blocos de processo. Com os tanques posicionados de forma mais inteligente, o operador passou a percorrer um caminho mais curto, que reduziu em 83% a distância diária percorrida e, portanto, passou a ficar 74% menos tempo exposto ao deslocamento com peso de 15kg nos braços durante a sua jornada.

Uma melhoria para o futuro seria a instalação de um carrinho para transporte dos baldes com peças, visto que a mudança no leiaute reduziu o tempo em que o operador se desloca com esforço estático nos braços, mas não diminui o peso que

ele efetivamente carrega. O questionário mostrou que, em dois dos três processos estudados, há queixas de desconforto nas costas e nos braços/ombros ao lavar as peças e isto deve-se ao peso do balde com peças que os operadores precisam segurar.

REFERÊNCIAS

Barbiero, M. **Avaliação das percepções quanto ao ambiente térmico em uma indústria metalúrgica: um estudo de caso**. 2004. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia – Ênfase Ergonomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2004.

CAMPOS, V.F. **Gerência da qualidade total – Estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1989.

Ergonomia física, cognitiva e organizacional: qual a diferença?. [S. l.]. Disponível em: <https://www.blogsegurancadotrabalho.com.br/2016/11/ergonomia-fisica-cognitiva-e-organizacional-qual-diferenca.html> Acesso em: 01.out.2018. Blog da Segurança do trabalho.

FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2007.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A estratégia em ação: balanced scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KROEMER, K. H. E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Trad. Lia Buarque de Macedo Guimarães. – 5.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2005.

O que é Ergonomia. [S. l.]. Disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia. Acesso em: 01.out.2018. ABERGOS.

TOMASINI, A. **Desenvolvimento de modelo de gestão ergonômica para uma empresa da indústria metalúrgica**. 2001. 103 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2001.

VERDUSSEN, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

