

## A ATIVIDADE COMO SUPORTE PARA PROJETO DE LAYOUT DE UM SISTEMA PRODUTIVO

### *THE ACTIVITY AS SUPPORT FOR THE DESIGN OF PRODUCTIVE SYSTEM LAYOUT*

Mayara Ramos<sup>1</sup>, M.Sc  
Fernanda Gomes Faust<sup>2</sup>, M.Sc  
Leila Amaral Gontijo<sup>3</sup> D.Sc  
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira<sup>4</sup> D.Sc

- (1) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
e-mail: [mayara.ramos@gmail.com](mailto:mayara.ramos@gmail.com)
- (2) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
e-mail: [fernandagfaust@gmail.com](mailto:fernandagfaust@gmail.com)
- (3) Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
e-mail: [leila.gontijo@ufsc.br](mailto:leila.gontijo@ufsc.br)
- (3) Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)  
e-mail: [marcelo.gitirana@gmail.com](mailto:marcelo.gitirana@gmail.com)

Palavras-chave: análise ergonômica do trabalho, produtividade, *layout*

A ergonomia influencia diretamente a produtividade, pois melhores condições do posto de trabalho resultam em trabalhadores mais produtivos. Neste trabalho, por meio de uma AET, foram analisados os deslocamentos realizados no setor de montagem de uma fábrica, e como o layout e os deslocamentos influenciam na sua produtividade. Na montagem de um equipamento os deslocamentos são referentes a aproximadamente 35% do tempo de montagem. Em uma proposta de novo layout para o setor, a simulação dos deslocamentos demonstrou uma redução média de 75.25% na montagem de equipamentos.

*Key-words: ergonomic work analysis, productivity, layout*

*Ergonomics have a direct influence on productivity, better work station conditions result in more productive workers. Through an ergonomic work analysis, this paper analyzed trajectory movements made in the assembly department of a factory, and how the department layout and the movements reflect on its productivity. On one equipment assembly, the trajectory movements correspond to 35% of the assembly time. A new layout was proposed, and the simulation for the trajectory showed an average reduction of 75,25% on equipment assembly.*

### 1. Introdução

A primeira finalidade da ação ergonômica é a transformação do trabalho. Essa transformação deve ser realizada para contribuir na concepção de situações de trabalho que não alterem a saúde dos operadores e alcançar os objetivos econômicos determinados pela empresa, em função dos investimentos realizados ou futuros (GUÉRIN et al., 2001).

A análise de uma situação de trabalho pressupõe um conhecimento global do processo de produção, visando atingir uma melhor compreensão das relações que existem entre o trabalho específico de

um setor e o realizado pelo conjunto da empresa. A análise permite localizar as exigências globais de qualidade que podem impor constrangimentos específicos à realização de certas atividades (GUÉRIN et al., 2001). Para a ergonomia, o aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente, pode ocorrer tanto na fase de projeto (máquinas, equipamentos e postos de trabalho), como na introdução de modificações em sistemas já existentes, adaptando-os às capacidades e limitações do organismo humano (IIDA, 2005).

No projeto de postos de trabalhos industriais a principal preocupação é na melhoria do desempenho dos equipamentos, se tem pouca consideração em

combinar as habilidades do operador com os requisitos da tarefa. Como consequência, os postos de trabalho das indústrias são mal projetados (DAS; SENGUPTA, 1996). Ao não observar a ergonomia do processo, as condições de trabalho resultam em perda de produtividade dos trabalhadores e produção final além de afetar a saúde do trabalhador (DAS; SENGUPTA, 1996; FIEDLER et al., 2009). Nestas situações, comumente ocorrem fadigas, posturas inadequadas gerando dores no sistema musculoesquelético do trabalhador, também ocasionando a redução do ritmo de trabalho e de raciocínio, o que pode levar a erros e ao seu afastamento por doenças ocupacionais (FIEDLER et al., 2009). Uma maneira de minimizar esses problemas é a formação de um layout ótimo para o trabalho (FIEDLER et al., 2009; SHINDE; JADHAV, 2012).

Para a melhoria da produtividade nas indústrias de manufatura, a eficiência do trabalhador é um fator importante. A produtividade do trabalhador depende do projeto ergonômico do posto de trabalho (SHINDE; JADHAV, 2012). A ergonomia não se limita à prevenção e eliminação de lesões de trabalho, ela pode também ser usada para auxiliar no aumento da produtividade. Trabalhadores fadigados estão mais propensos a lesões e tendem a diminuir seu ritmo de trabalho (RESNICK; ZANOTTI, 1997). Uma abordagem ergonômica ao projeto de postos de trabalho industriais busca alcançar um equilíbrio entre as capacidades dos trabalhadores e os requisitos de trabalho para otimizar a produtividade do trabalhador e do sistema como um todo, assim como fornecer ao trabalhador bem-estar físico e mental, segurança e satisfação do trabalho (DAS; SENGUPTA, 1996).

A organização de um arranjo físico (ou layout) é fundamental para a melhoria da organização espacial, dos aspectos ergonômicos e do aumento da produtividade dentro de uma organização. O layout interfere em toda cadeia produtiva e pode trazer resultados positivos; layouts específicos podem contribuir na redução de desperdícios (SOTSEK; BONDUELLE, 2016).

O layout é o estudo da distribuição espacial ou do posicionamento relativo dos diversos elementos que compõe o posto de trabalho, ou seja, como serão posicionados os diversos instrumentos de informação e controle existentes no posto de trabalho (IIDA, 2005). Os procedimentos de layout

determinam a forma de organizar o maquinário e departamentos para alcançar a minimização de tempo de produção, a maximização do volume de negócios e maximização da capacidade produtiva. A capacidade de reconfigurar um sistema de produção existente é um fator chave para manter competitividade no ambiente de negócios de produção (ROSA et al., 2014).

Desde 1930 vem se estudando o trabalho com o objetivo de descobrir métodos melhores e mais simples de se executar uma tarefa, nesse período os estudos de tempos e de movimentos foram usados conjuntamente, complementando um ao outro. A principal preocupação da área de estudo de movimentos e tempos é a definição de sistemas e métodos de trabalho, o objetivo é determinar o método ideal ou o que mais se aproxima do ideal para ser usado na prática. Os termos projeto de trabalho ou estudo de trabalho já foram sugeridos para serem usados em lugar de estudos de movimentos e tempos (BARNES, 1977).

Muitos trabalhos/projetos de Análise Ergonômica do Trabalho (AET) focam nos problemas advindos de esforços repetitivos, posturais e mobiliário. Neste artigo, no entanto, a demanda da AET foi um estudo focada na melhoria dos deslocamentos do setor de montagem. Por meio da avaliação das atividades do trabalho em comparação análise do fluxo de atividade constatou-se que as colaboradoras do setor realizavam deslocamentos excessivos e evitáveis, gerando a hipótese de que esses deslocamentos podem causar sobrecarga sob membros inferiores e sensação de improdutividade. O objetivo deste estudo é desenvolver a análise de deslocamentos para o setor de montagem avaliando a influência do layout na produtividade do setor.

## 2. Método

O estudo aqui apresentado foi realizado em uma empresa que atua na produção de equipamentos e acessórios de Pilates. Atualmente a empresa está localizada em São José, Santa Catarina, cidade pertencente à Grande Florianópolis. A empresa está no mercado há 4 anos e conta com 36 pessoas no seu quadro de funcionários. A AET foi realizada no setor de montagem desta empresa. A Figura 1 mostra a organização dos setores da empresa destacando o setor de montagem.



Figura 1: Organograma institucional da empresa estudada.

Trabalham no setor duas montadoras (26 e 41 anos de idade), que efetuam a montagem dos equipamentos, seus subitens e embalagem final dos produtos. Também trabalha no setor uma supervisora de montagem (33 anos) que organiza a montagem e verifica a montagem adequada quando acontece algo fora do normal

Para projetar um posto de trabalho industrial, neste caso linha de montagem, Das e Sengupta (1996), colocam a necessidade de obter informações relevantes ou dados do desempenho da tarefa, equipamentos, posturas de trabalho e ambiente. No caso de modificações, informações dos usuários ou operadores podem ser úteis para reforçar as recomendações feitas para melhoria do projeto do posto de trabalho/layout baseado em dados e princípios ergonômicos.

A fim de se obter informações relevantes e dados do desempenho da tarefa, foram coletados dados através da análise da tarefa utilizando-se métodos diretos tais como a observação direta dos pesquisadores no setor, realização de entrevistas semiestruturadas e aplicação de questionário Nórdico. Dos métodos indiretos foram utilizadas 3 câmeras de gravação de vídeo direcionadas ao setor

a fim de obter informações de tempo, erros, posturas, comentário a serem questionados durante a observação.

Com as observações dos vídeos, foram mapeadas as atividades realizadas nas montagens, e feita a análise de tempos e deslocamentos das funcionárias para a montagem dos principais equipamentos do setor. A partir dessa análise se obteve a origem e os destinos dos deslocamentos bem como seus objetivos. Tendo assim um conhecimento completo sobre o processo de trabalho da montagem, sub-montagem e embalagem efetuadas pelas colaboradoras.

Foi também catalogado as medidas do mobiliário do setor, peso dos equipamentos, números de peças e componentes por equipamento.

Esse estudo avaliou os deslocamentos e tempos da montagem dos quatro produtos de maior volume de produção, sendo eles: *Cadillac (CD)*, *Reformer (RF)*, *Ladder Barrel (LB)* e *Step Chair (SC)*; que são os equipamentos básicos de um estúdio de pilates. Foi estabelecido o processo de montagem desses equipamentos (por meio da análise da atividade e fluxo de atividades das duas montadoras), e foram estabelecidos os pontos básicos para a mensuração dos deslocamentos, e coletado o tempo de duração dos deslocamentos. Assim se estabeleceu o processo de montagem médio (existindo diferenças entre as montadoras). O layout do setor foi modelado no SolidWorks®, o que permitiu a visualização espacial do setor e gerar a planta/mapa do layout.

A mensuração dos deslocamentos foi realizada através do Adobe Illustrator® com o traçado dos deslocamentos definidos no processo na planta gerada pela modelagem. O tempo do processo de montagem se deu pela observação da duração dos deslocamentos, das principais operações de montagem e montagem de subitens. Com as distâncias dos deslocamentos e os tempos coletados, os dados foram catalogados e tabulados no Microsoft Excel gerando o deslocamento e tempo calculado para o processo de montagem dos equipamentos analisados.

Para o desenvolvimento de uma proposta de melhoria de layout, visando à melhoria da atividade de montagem minimizando os deslocamentos, foi avaliado o processo de montagem atual subtraindo os deslocamentos desnecessários. Os deslocamentos desta proposta foram simulados e mensurados da

mesma forma que o estado atual a fim de confirmar a otimização do processo.

### 3. Análise de processo de montagem, atividades, tempos e deslocamento.

O ambiente de trabalho do setor apresenta três bancadas para montagem, e três bancadas para a embalagem dos equipamentos, estas perto do local de expedição dos produtos. O setor apresenta vários estoques (peças, estofados, estruturas metálicas), gabaritos de montagem e prateleiras de armazenamento de equipamentos e outros materiais usados durante a montagem dos produtos. Os locais definidos para esses objetos não estão posicionados necessariamente perto do seu local de uso, gerando assim deslocamento para a realização das atividades de trabalho. A Figura 2 mostra o ambiente de trabalho do setor de montagem.



Figura 1: Ambiente de trabalho estudado – armazenamento material de consumo, estoque metais, estoque estofados.

No processo de montagem dos equipamentos, as montadoras realizam deslocamentos carregando peças dos equipamentos do estaque até a bancada de montagem assim como subitens, como caixas de conjuntos de molas. Essas peças devido suas dimensões e materiais de composição tendem a ser pesados, o que pode gerar desconfortos as montadoras. A Tabela 1 mostra uma relação de peças e subitens presentes no processo de trabalho e seus pesos.

Peça	Peso
<i>Cadillac</i>	
Madeiras	18,3Kg
Tubos Inox	3~4Kg cada

Caixas molas	8Kg
Caixa mancal	13Kg
<b>Reformer</b>	
Madeiras	15,5Kg
Carrinho estofado	9,5Kg
Base carrinho	9,2Kg
Caixa subitens 1	6Kg
Caixa subitens 2	2Kg
<b>Ladder Barrel</b>	
Estrutura metálica	10Kg
Madeiras	8Kg
<b>Step Chair</b>	
Estrutura metálica	8Kg
Madeiras	4Kg
Caixa molas	4Kg

Tabela 1: Peso de componentes.

O estudo do processo de montagem dos equipamentos levou a identificação dos deslocamentos, estes foram codificados e foi simulada a distância correspondente a cada um deles (Tabela 2). Os equipamentos não são montados em conjunto pelas montadoras, cada uma é responsável pela montagem inteira do equipamento, exceto para algumas atividades de deslocamento e movimentação de componentes maiores. O Apêndice A mostra a relação das atividades de montagem dos equipamentos, os deslocamentos envolvidos e o tempo dessas atividades.

Origem	Destino	Cod.	Dist.(m)	
Posto	Estoque Componentes	1.1	5,81	
	Estoque Metais	1.2	4,98	
	Estoque Estofados (Embalagens atrás do posto)	1.3	3,61	
	Estoque Madeira CD e RF	1.4	8,31	
	Estoque de embalagens	1.5	9,95	
	Estoque do Almojarifado	1.6	8,57	
	Estoque Carrinho RF	1.7	5,18	
	Embalagem Bancada	1.8	3,61	
	Gabarito CD	1.10	5,1	
	Gabarito RF	1.11	1,7	
	Lixo	1.12	7,75	
	Fora	1.13	12,69	
	Rolo de Plástico Bolha	1.14	5,2	
	Papelão	1.15	8,4	
	Faca	1.16	4,13	
	Cavalete	1.17	7,81	
	Rolinho Plástico Bolha	1.19	5,36	
	Rebitadeira	1.20	4,85	
	Caixa de Ferramenta	1.21	1,35	
	Embalagem Bancada	Rolo de Plástico Bolha	2.1	3,91
		Fita Gomada	2.2	3,56
Caixa de Ferramenta		2.3	2,65	
Estoque de embalagens		2.4	6,76	
Estoque Madeira CD e RF		2.5	4,16	
Faca	2.6	5,33		

	Gabarito CD	2.7	4,21
	Estoque Estofados (Embalagens)	2.8	6,4
	Fechar Embalagem	2.9	7,76
Estoque Metais	Rebitadeira	3.1	6,66
Cavalete	Estoque Madeira CD e RF	3.2	1,88
Cavalete	Estoque Componentes	3.3	4,28
Cavalete	Caixa de Ferramenta	3.4	4,65
Estoque do Almojarifado	Rebitadeira	3.5	13,5
Rebitadeira	Caixa de Ferramenta	3.6	3,55
Gabarito CD	Estoque do Almojarifado	3.7	5,85

Tabela 2: Codificação e distância percorrida dos deslocamentos.

A distância percorrida durante a montagem do *Reformer* é aproximadamente 767,5m, o tempo estimado de para o processo de montagem é de 78,5 minutos (4711s) sendo que as atividades de montagem levam 50 minutos (2977s), portanto 36,34% do tempo do processo é deslocamento. A Figura 3 mostra o deslocamento segundo o processo descrito do *Reformer*; o deslocamento dos demais equipamentos é apresentado no Apêndice A.

Para a montagem do *Ladder Barrel* a montadora desloca-se aproximadamente 255m, o tempo do processo de montagem é aproximadamente 21 minutos (1261s) sendo que 14 minutos (817s) são usados em atividades de montagem, se estima que o deslocamento consome 35,37% do tempo de montagem. A distância aproximada percorrida no processo de montagem da *Step Chair* é de 193m, o processo demora aproximadamente 29 minutos (1690s), sendo que desses 22 minutos (1358s) são com operações de montagem, portanto 19,6% do processo são deslocamentos. Na montagem do *Cadillac* as montadoras tem um deslocamento médio de 565m, e levam aproximadamente 52 minutos (3119s), deste tempo apenas 26 minutos (1559s) são de montagem do equipamento. O tempo de deslocamento consome aproximadamente 50% do tempo da montagem do equipamento.

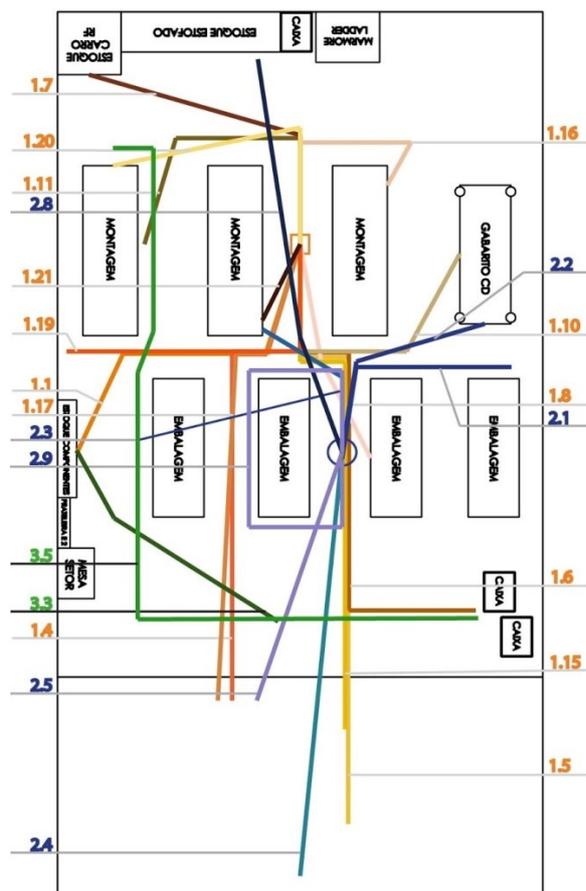


Figura 3: Deslocamento montagem *Reformer* - estado atual.

Considerando os produtos aqui apresentados, a porcentagem média de desperdício com deslocamentos ao montar o equipamento é 35,3%, a Tabela 3 mostra os dados das montagens dos equipamentos.

Equipamento	Tempo total	Deslocamento	% de Deslocamento
<i>Cadillac</i>	52 min	564,54 m	50 %
<i>Reformer</i>	78,5min	767,5 m	36,34 %
<i>Ladder B.</i>	21 min	255,39 m	35,37 %
<i>Step Chair</i>	29 min	192,89 m	19,6 %

Tabela 3: Desperdícios resumidos.

Os deslocamentos são realizados carregando pesos entre 2 kg e 10 kg, como indicado na Tabela 1, isto faz com que o trabalho se torne mais cansativo, podendo ser relacionado com as dores relatadas pelas montadoras nos quadris, joelhos, tornozelos e pés. Essas dores também podem estar relacionadas com a inexistência de uma cadeira para descanso no setor, como consta na norma NR17, levando a ter sobrecargas nos membros inferiores.

Necessita ser repensado o processo de trabalho das montadoras, para evitar os deslocamentos excessivos apresentados. Ao montar um equipamento a montadora é capaz de se deslocar quase 800 metros dentro do próprio setor.

Ao serem analisados os dados é possível perceber que entre as montadoras existe uma discrepância sobre seu processo de montagem, algumas vezes se percebe o deslocamento pelo esquecimento de componentes ou vários deslocamentos por não conseguir carregá-los em apenas uma viagem.

#### 4. Proposta de melhoria de Layout e processo de montagem

Tendo em vista as falhas do layout e processo de montagem identificados por meio da observação das montadoras em sua atividade de trabalho, foi desenvolvida uma nova proposta de layout e processo para o setor que visa maximizar a produtividade e minimizar os desconfortos na execução da atividade de montagem.

Dentre as mudanças necessárias percebeu-se a necessidade de remodelar e reorganizar os estoques e bancadas; definição e fixação de pontos de armazenamento de materiais e equipamentos de modo que estejam próximos ao local de uso, implementação de informações de segurança, entre outros.

A definição do novo layout teve como base a otimização do processo de montagem. Assim buscou-se que para montar um equipamento as montadoras passassem nos estoques apenas uma vez, e não diversas vezes como vem acontecendo no estado atual, para isso foi desenvolvido a ideia do carrinho de transporte (Figura 4). O carrinho poderá acomodar a caixa de peças do almoxarifado, e diversos componentes necessários na montagem. Porém isso só será possível com a mudança de layout mudando os fluxos do setor. O Apêndice B traz uma relação da sequência de atividades propostas para essa proposta.

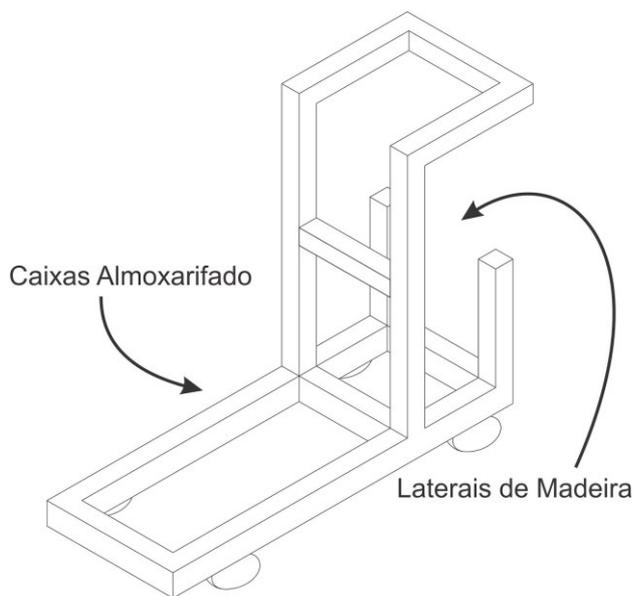


Figura 4: Carrinho de apoio para montagem.

No Layout proposto considera que a montadora com o carrinho, irá até o estoque de almojarifado pegar a caixa de peças, passar pelo estoque de estofados e passar no estoque de componentes para então ir até sua bancada de montagem. O layout também prevê uma área entre bancada de montagem e as bancadas de embalagem para ser feita a embalagem da *Step Chair* e *Ladder Barrel* (feitas no chão), de forma que não obstrua o fluxo de passagem. Do mesmo modo continue a existir um espaço entre a bancada de embalagem e os estoques de madeira do *Cadillac* e *Reformer* para a montagem dos cavaletes utilizados de apoio para montagem das peças maiores destes equipamentos (sendo que esse talvez possa ser montado nas bancadas de embalagens). A Figura 5 mostra a o layout aqui proposto.

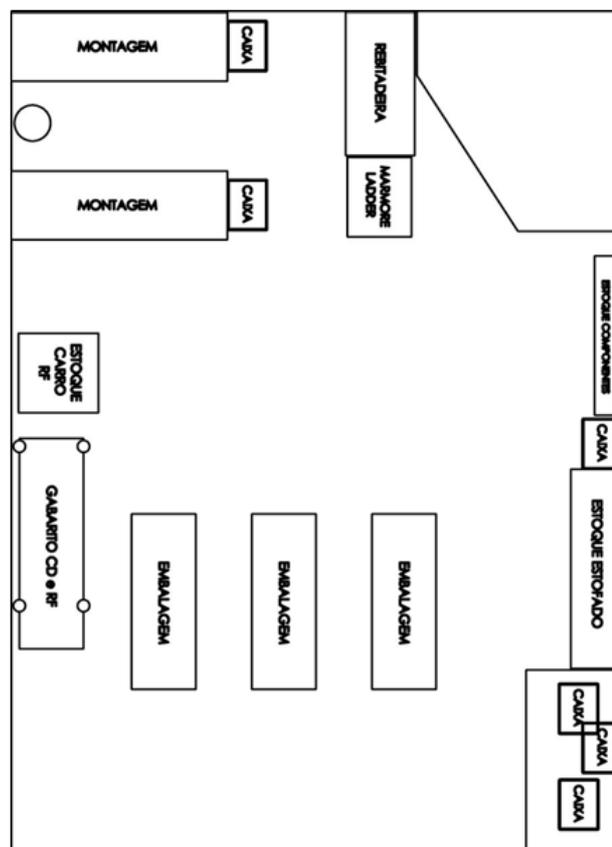


Figura 5: Proposta de layout.

## 5. Resultados

Com a definição do novo layout e estudando os fluxos necessários para o procedimento de montagem, novos deslocamentos seriam realizados para efetuar a montagem, esses deslocamentos são apresentados na Tabela 4, também são apresentadas estimativas das distancias que seriam percorridas com considerando os ajustes recomendados para o layout e a implementação de um carrinho de apoio para as atividades de montagem (Figura 5). Este Carrinho seria utilizado para recolher o material necessário para a montagem dos produtos, como um supermercado, e assim passar pelos estoques apenas uma vez.

Origem	Destino	Cod.	Dist. (m)
Posto	Estoque consumíveis	1.1	7,525
	Bancada Rebite	1.2	2,829
	Estoque metais	1.3	6,855
	Gabarito	1.4	6,984
	Bancada embalagem	1.5	6,248
	Estoque almojarifado	1.6	9,203
	Estoque carrinho	1.7	5,194
	Estoque madeiras CD/RF	1.8	10,869

	Cavaletes	1.9	11,553
	base mármore	1.10	2,941
Est. Cons.	Bancada embalagem	2.1	3,866
	Estoque Estofados	2.2	3,957
Est. Almox.	Estoque Estofados	2.3	2,3
Est. Metais	Bancada rebite	2.4	2,025
	Gabarito	2.5	8,057
Est. Car	Estoque madeiras CD/RF	2.6	6,698
B. Embalag.	Estoque madeiras CD/RF	3.1	3,089
	Estoque de embalagens	3.2	5,8
	Cavaletes	3.3	2,78
	Estoque metais	3.4	6,387
	Gabarito	3.5	0,942
	Base mármore	3.6	3,688
Cavaletes	Estoque madeiras CD/RF	4.1	2,564
	Estoque de embalagens	4.2	4,749
	Estoque carrinho	4.3	8,273

Tabela 4 Deslocamentos para layout sugerido.

Na montagem do *Reformer*, o processo sugerido apresenta um deslocamento calculado de 121,1m, tendo uma redução de 646,33m comparada a estimativa do processo atual. A Figura 6 mostra o deslocamento previsto para esse novo processo.

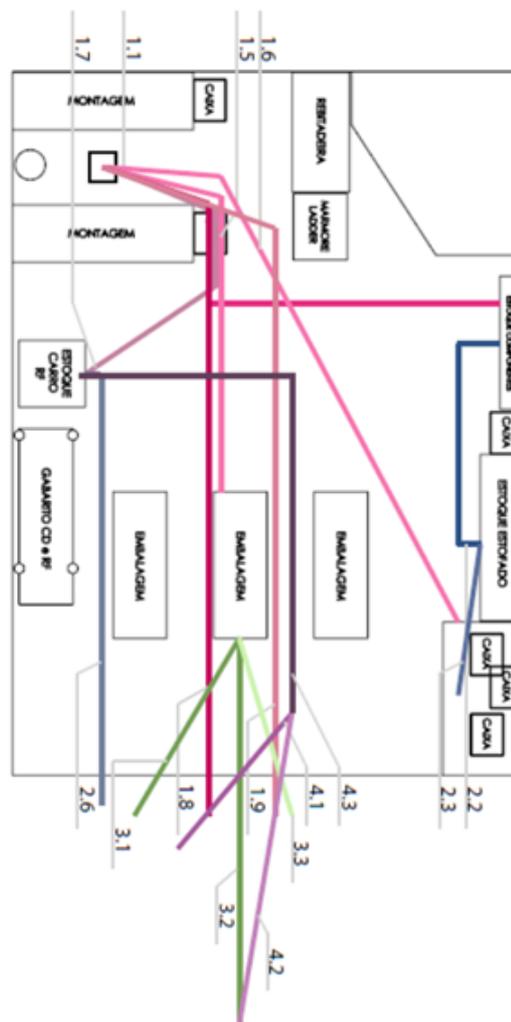


Figura 6: Deslocamentos processo sugerido – *Reformer*

Já nas montagens dos outros equipamentos como *Ladder Barrel*, o processo sugerido apresenta resultados simulados de deslocamento calculado de 66,3m, tendo uma redução de 189,1m comparada a estimativa do processo atual. Na montagem da *Step Chair*, o processo sugerido apresenta um deslocamento calculado de 53,44m, tendo uma redução de 139,45m comparada a estimativa do processo atual. Por fim a montagem do *Cadillac*, o processo sugerido apresenta um deslocamento calculado de 166,33m, tendo uma redução de 398,21m comparada a estimativa do processo atual.

Considerando os produtos aqui apresentados, a porcentagem média da redução com deslocamentos ao montar o equipamento no layout simulado é 75,25%. A Tabela 5 apresenta a redução de cada equipamento.

Equipamento	D. Atual (m)	D. Previsto	Redução	%
-------------	--------------	-------------	---------	---

		(m)	(m)	Redução
<i>Cadillac</i>	564,54	166,33	398,21	71%
<i>Reformer</i>	767,5	121,17	646,33	84%
<i>Ladder B.</i>	255,39	66,32	189,08	74%
<i>Step Chair</i>	192,89	53,44	139,45	72%

Tabela 5 Melhorias estimadas.

## 6. Discussão

A ergonomia deve ser aplicada desde as etapas iniciais do projeto de uma máquina, sistema, ambiente ou local de trabalho. Estas devem sempre incluir o ser humano como um de seus componentes. Assim, as características ou restrições das partes mecânicas, sistêmicas ou ambientais, para se ajustarem mutuamente umas às outras. A ergonomia contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações industriais. Isso pode ser feito basicamente por três vias: aperfeiçoamento do sistema homem-máquina-ambiente, organização do trabalho e melhoria das condições de trabalho (IIDA, 2005).

O sistema homem-máquina, ambiente, organização do trabalho e a melhoria das condições do trabalho estão relacionadas às mudanças sugeridas no setor de montagem da empresa analisada, pois as alterações propostas no layout e dos fluxos no processo de montagem podem levar a melhor organização do trabalho e das condições de trabalho das funcionárias. A alteração no layout tem influências em questões produtivas e organizacionais de um lado, e de outro, questões pessoais e motivacionais dos funcionários.

Dentre os resultados do trabalho foi percebido o impacto que o layout tem sobre o processo de trabalho, logo na produtividade do trabalhador. Lembrando que Guérin et al. (2001) diz que atividade de um operador é influenciada por diversos fatores, alguns externos ao operador e outros internos, dentre os fatores externos estão os objetivos determinados pela empresa, como a meta de produção e os meios postos a sua disposição como mobiliários dispostos em um layout. Mudanças de layout e postos de trabalho resultaram em melhorias na produtividade e redução considerável dos níveis de fadiga e número de lesões no estudo realizado por Battini et al. (2011), e Sotsek e Bonduelle (2016) observaram a redução do tempo de montagem (reduções em torno de 29% e 33%).

Ainda relacionado aos aspectos produtivos, Fiedler et al. (2009) sugere que para um bom fluxo de produção, os equipamentos devem estar dispostos em linha reta, evitando-se ao máximo mudanças de fluxo em ângulos, além de evitar o retrocesso das peças. No estado atual isso não acontece, como mostra a Figura 1 muitos dos deslocamentos têm uma mudança de trajeto devido à disposição do mobiliário, o que foi reduzido na proposta de layout (Figura 2 e 3).

O layout possui valor quando é instalado para benefício dos usuários, que podem ser os operários ou os proprietários da empresa (MUTHER, 1978). Fiedler et al. (2009) diz que a locação dos equipamentos quanto a sequência lógica de produção, distâncias mínimas necessárias entre máquinas, áreas destinadas a resíduos e locais necessários para pausas, entre outros fatores, favorece o ambiente de trabalho, trazendo motivação e qualidade de vida ao trabalhador, e pode gerar, assim, maior produtividade. Considerando nas simulações houve em média uma redução 75% dos deslocamentos no processo de montagem, espera-se que a capacidade produtiva no setor aumente e conseqüentemente o melhor rendimento do trabalho e motivação dos envolvidos.

## 7. Conclusão

O presente artigo tinha como hipótese que os deslocamentos efetuados pelas colaboradoras do setor de montagem eram demasiados gerando sobrecarga nos membros inferiores e sensação de improdutividade. Conclui-se que a essa afirmação pode ser considerada parcialmente correta. Os deslocamentos são demasiados, pois sua média de deslocamento é de 445m podendo chegar até 767,5m entre os quatro equipamentos analisados, podendo consumir em média 35% do tempo de montagem. A sobrecarga nos membros inferiores pode estar atrelada também a outros fatores, como por exemplo, a realização de todas as atividades em pé, falta de cadeiras de apoio no setor.

Dos objetivos do artigo, desenvolver a análise de deslocamentos para o setor de montagem, como resultado a simulação dos deslocamentos em um novo layout e com novos fluxos de trabalho juntamente com a adoção de um carrinho de apoio demonstrou uma melhoria média de 75% dos deslocamentos, tendo uma redução média de 343m. No caso do *Reformer* chegou a apresentar uma

redução de 646m representando 84%.

Para trabalhos futuros seria dado pela implementação do novo layout no setor de montagem da empresa, e verificar os resultados simulados; assim como estender os estudos para demais setores da empresa.

## 8. Referências Bibliográficas

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.

BATTINI, D. et al. New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 41, n. 1, p. 30–42, 2011.

DAS, B.; SENGUPTA, A. K. Industrial workstation design: A systematic ergonomics approach. **Applied Ergonomics**, v. 27, n. 3, p. 157–163, 1996.

FIEDLER, N. C. et al. Otimização do Layout de marcenarias no sul do Espírito Santo baseado em parâmetros ergonômicos e de produtividade. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 161–170, 2009.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2a ed. rev ed. São Paulo: Blucher, 2005.

RESNICK, M. L.; ZANOTTI, A. Using Ergonomics To Target Productivity Improvements. **Computers ind. Engng**, v. 33, n. 12, p. 185–188, 1997.

ROSA, G. et al. Reorganizing the layout as a production optimization strategy. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 9, n. 2, p. 139–154, 2014.

SHINDE, G. V.; JADHAV, V. S. ‘Ergonomic analysis of an assembly workstation to identify time consuming and fatigue causing factors using application of motion study’. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 4, n. 4, p. 220–227, 2012.

SOTSEK, N. C.; BONDUELLE, G. M. Melhorias em uma empresa de embalagens de madeira através

da utilização da cronoanálise e rearranjo de layout. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 519–530, 2016.

## Agradecimentos

Os agradecimentos às instituições de apoio e fomento à pesquisa: Universidade Federal de Santa Catarina(UFSC), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Apêndice A**

Neste tópico são apresentadas as atividades realizadas na montagem dos equipamentos, o deslocamento envolvido e o tempo de execução. Os deslocamentos envolvidos no processo de montagem também são mostrados graficamente.

**Processo Montagem Cadillac**

<b>Ações</b>	<b>Deslocamento</b>	<b>Tempo (s)</b>
Pega os cavaletes e os posiciona;	1.17	25
Solicita ajuda para levar a base e estofado para os cavaletes(duas viagens);	3.2	3
	3.2	3
Pega parafusos (estoque de consumíveis);	3.3	5
	3.3	5
Pega a parafusadeira e monta a base;	3.4	9
	3.4	9
Monta a base do cadilac no estofado		116
Pega fita adesiva e caixa - monta a caixa;	3.4	9
	3.4	9
Leva a caixa até a bancada de embalagens;	2.4	40
Pega a fita gomada e cola os cantos;	2.2	30
		30
Pega plástico bolha e forra a caixa;	2.1	10
	2.1	10
Pede ajuda e leva base para a caixa;	2.5	15
	2.5	15
Vai até o estoque (caixas vindas do almoxarifado) e pega as peças a serem rebitada se leva até a bancada de montagem/rebite (2 viagens);	1.6	12
	3.5	20
	3.5	20
	3.5	20
Rebita ou martela (pega o martelo) as peças;	3.6	5
	3.6	5
Martela e rebita as peças do Cadillac		
duas travessas pretas		50
Duas travessas inox		40
Leva as peças rebitadas para a bancada;	1.20	10
	1.20	10
Pega cola e buchas (estoque de consumíveis) e cola;	1.1	10
	1.1	10
	1.1	10
	1.1	10
Coloca os olhais 35 cada par de olhal ( travessa 1 preta)		35
Cola as buchas na travessa, limpa as buchas		65
Coloca os olhais 35 cada par de olhal (travessa 2 preta)		70
Cola as buchas na travessa, limpa as buchas		65
Coloca os olhais 35 cada par de olhal ( travessas inox )		
Coloca o Y nas travessas de inox		
Pega parafusadeira e macho - passa o macho;	1.21	6
	1.21	6
Volta ao estoque (caixas) e pega os ganchos - monta os ganchos;	1.1	10
	1.1	10
Volta ao estoque (caixas) e pega as peças de inox e coloca no gabarito (2 viagens);	1.6	10
	3.7	10
	3.7	10
	3.7	10
	3.7	10
Volta ao estoque do almoxarifado e pega dois inox de cima e pega os conectores "y".	1.10	10
	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
Vai até o estoque de componentes e pega os parafusos do Y	1.1	10
	1.1	10
Monta todo o quadro de inox da parte de cima e monta		85
Pede ajuda para colocar a base superior no gabarito;	1.10	10
	1.10	10
Passa o o macho nos y		50

Ela troca item na parafusadeira	1.21	6
	1.21	6
E coloca os parafusos		35
Vai até os componentes e pega as bucinhas do inox cadillac	1.1	10
	1.1	10
Martela as buchas (15 segundos)		90
Lubrifica, testa e coloca silicone		360
Pega o silicone e o lubrificante	1.1	10
	1.1	10
Pede ajuda para colocar parte superior na bancada.	1.10	10
	1.10	
Pega rolinhos de plástico bolha e volta para bancada;	1.19	560
	1.19	
Embala as travessas e mancais com plástico bolha;	1.21	
	1.21	
Pega papel de divisória/suporte - dobra e coloca na embalagem;	1.5	
	2.4	
Leva as peças para a embalagem limpado de novo as peças de inox;	2.7	5
	2.7	5
	2.7	5
	2.7	5
Pega a alça trapezio embalada e coloca na embalagem	2.7	5
	2.7	5
Pega os pés e coloca na embalagem (2 viagens);	2.4	12
	2.4	12
	2.4	12
	2.4	12
Vai em baixo da bancada e pega caixa, embala (2 viagens);	1.8	10
	1.8	10
Agachar e Pegar a embalagem		20
Pega trapézio no estoque de estofados, coloca na embalagem principal;	2.8	8
	2.8	8
Cobre com plástico bolha; e ajeita a caixa		60
Leva a caixa até a bancada de embalagens	2.4	12
Monta a caixa com fita adesiva		20
Pega a fita gomada e cola os cantos;	2.2	30
	2.2	30
Fecha a caixa - pega a fita adesiva na caixa de ferramentas e a pega a fita gomada lacra a caixa;	2.3	6
	2.3	6
	2.9	120
Pega caneta na caixa de ferramentas e anota pedido na caixa, devolve a caneta para a caixa de ferramentas.	2.3	6
	2.3	6
<b>Montagem Mancais</b>		
Pega os mancais no estoque de almoxarifado	1.6	12
	1.6	12
Pega os componentes no estoque de componentes	1.1	10
	1.1	10
Passa o Macho e coloca as buchas	1.21	20
	1.21	20
Coloca a bucha 2		10
Coloca a bucha 1		10
Coloca a bucha 3		10
Coloca a bucha 4		10
Embala com rolinhos e coloca na caixa	1.19	15
	1.19	15
Embala com rolinhos e coloca na caixa	1.19	15
	1.19	15
Busca a embalagem das caixas	1.5	15
	1.5	15
Monta as caixas e passa fita	1.21	6
	1.21	6
Pega os acessórios no estoque do almoxarifado	1.6	12
	1.6	12
fecha a caixa	2.9	142
Leva as duas caixas até a embalagem	1.5	15
	1.5	15
Vai até o estoque de componentes e pega o adesivo	1.1	10

Volta ao posto	1.1	10
Adesiva as duas laterais		15

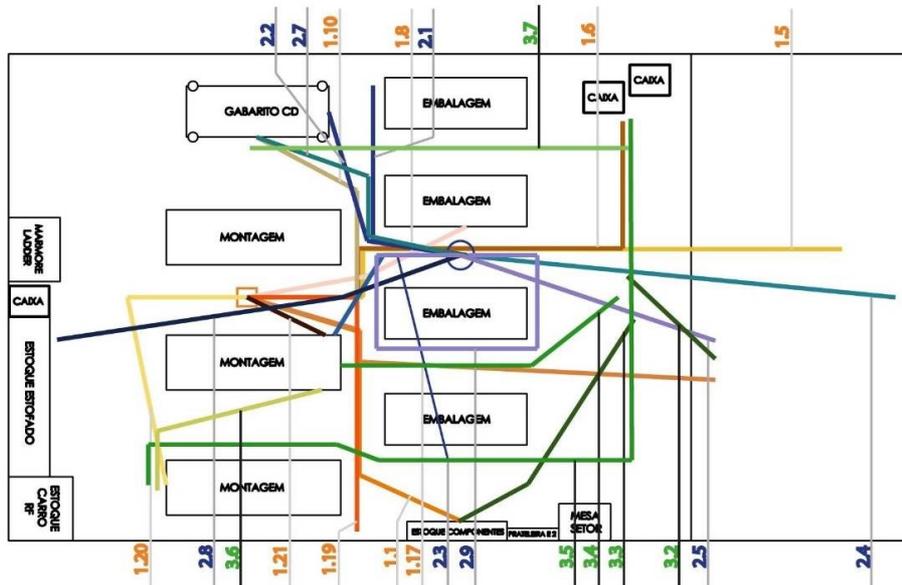


Figura I: Deslocamentos processo atual – Cadillac.

## Processo Montagem Reformer

Ações	Deslocamento	Tempo(s)
Montagem Carrinho		
Pega no estoque a base de metal e leva para bancada;	1.6	12
	1.6	12
Pega as molas no estoque e leva para a bancada - monta as molas;	1.6	12
	1.6	12
Monta as molas na base de metal do carrinho		150
Pega as rodas e rolamentos no estoque e monta as rodas - leva pra a bancada;	1.1	10
	1.1	10
Monta as rodas no carrinho;		240
Pega no estoque o resto do material necessário (2 viagens);	1.1	10
	1.1	10
	1.1	10
	1.1	10
Pega o estofado no estoque de estofados e monta no carrinho;	1.3	5
	1.3	5
Monta o Resto do carrinho		350
Pega as ombreiras de madeira no estoque de almoxarifado e faz a montagem	1.6	12
	1.6	12
Faz a montagem das ombreiras madeira no carinho com o estofado		180
Guarda o carrinho no estoque ao lado dos estofados. (pede ajuda)	1.7	9
	1.7	9
Montagem Alça		
Vai no estoque de almoxarifado pega as peças;	1.6	12
	1.6	12
Vai no estoque de consumíveis e pega parafusos;	1.1	10
	1.1	10
Pega a faca e tira a rebarba de borracha;	1.16	5
	1.16	5
Vai para bancada e pega parafusadeira e monta;	1.21	6
	1.21	6
Monta a Alça		
Pega os rolinhos de plástico bolha e embala;	1.19	10
	1.19	10
Embala a alça pronta no rolinho de plástico bolha		70
Guarda atrás do gabarito CD	1.10	10
	1.10	10
Guarda a Faca	1.16	5

	1.16	5
Montagem Base de Madeira		
Pede ajuda para levar base de madeira na bancada;	1.4	10
	1.4	10
Vai ao estoque de consumíveis e pega os parafusos;	1.1	10
	1.1	10
Vai ao estoque e pega as peças;	1.6	12
	1.6	12
Posiciona as peças e monta;		270
Vai ao estoque e pega trilho de alumínio;	1.6	12
	1.6	12
Posiciona e monta;		67
Pede ajuda e vira a base;		6
Monta o outro lado;		340
Vai ao estoque pega peças e leva para bancada de rebite;	1.6	12
	3.5	20
volta ao posto	1.20	8
Coloca os ganchos na peça e o embala as pontas com plastico bolha	1.1	10
	1.1	10
	1.19	10
	1.19	10
Monta os Cavaletes	1.17	25
Pede ajuda - leva a base até os cavaletes;	1.17	25
	3.3	12
	3.3	12
Faz pequenas montagens no cavalete;		60
Pede ajuda e pega o carrinho no estoque de carrinhos (posto)	1.17	25
	1.17	25
Testa e prende o carrinho com as molas;		60
Leva a caixa até a bancada de embalagens;	2.4	40
Leva a caixa até a bancada de embalagens;	2.4	40
Pega a fita gomada e cola os cantos;	2.2	30
		30
Pega plástico bolha e forra a caixa;	2.1	10
	2.1	10
Pede ajuda e leva base para a caixa;	2.5	15
	2.5	15
Prancha de Salto		
Pega a parte de metal no estoque de almoxarifado	1.6	12
	1.6	12
Pega os componentes no estoque de componentes	1.1	10
	1.1	10
Pega o estofado no estoque de estofado	1.3	5
	1.3	5
Monta		60
testa no gabarito	1.11	6
	1.11	6
pega o martelo de borracha e ajusta	1.21	6
	1.21	6
Pega rolo de plastico bolha e enrola	1.19	10
	1.19	10
Embala a alça com rolinhos de plastico bolha		10
Pega papelão e corta com a tesoura da caixa de ferramentas	1.21	6
	1.21	6
Prancha de Extensão+A97	1.15	8
	1.15	8
Pega fita adesiva e envolve	1.21	6
	1.21	6
Coloca na embalagem pronta	1.8	130
Prancha de Extensão		
Pega a parte de metal no estoque de almoxarifado	1.6	12
	1.6	12
Pega os componentes no estoque de componentes	1.1	10
	1.1	10
Pega o estofado no estoque de estofado	1.3	5
	1.3	5
monta		60
testa no gabarito	1.11	6
	1.11	6

pega o martelo de borracha e ajusta	1.21	6
	1.21	6
Testa no gabarito		6
Pega rolo de plástico bolha e enrola	1.19	10
	1.19	10
Embala A prancha com rolinhos de plástico bolha		130
Pega fita adesiva e envolve	1.21	6
	1.21	6
Coloca na embalagem pronta	1.8	10
Montagem Ombreiras		
Pega as ombreiras no estoque de almoxarifado	1.6	12
	1.6	12
Pega o estofado das ombreiras no estoque de estofado	1.3	5
	1.3	5
Pega os componentes no estoque de componentes	1.1	10
	1.1	10
Monta		45
Embala com rolinhos	1.19	15
	1.19	15
Embalar e Coloca na caixa		10
Montagem Mancais		
Pega os mancais no estoque de almoxarifado	1.6	12
	1.6	12
Pega os componentes no estoque de componentes	1.1	10
	1.1	10
Passa o Macho e coloca as buchas	1.21	6
	1.21	6
Passar o Macho		20
Embala com rolinhos e coloca na caixa	1.19	15
	1.19	15
Embala os 2 mancais L		40
Embala 2 mancais simples		15
Embala com rolinhos e coloca na caixa	1.19	15
	1.19	15
Reconta as peças do almoxarifado		20
Montagem das Caixas		
Busca a embalagem das caixas	1.5	15
	1.5	15
Monta as caixas e passa fita	1.21	6
	1.21	6
Montagem da Caixa com a fita		13
Pega os acessórios no estoque do almoxarifado	1.6	12
	1.6	12
Pega do estoque de componente Saquinho	1.1	10
	1.1	10
Pega do estoque de componentes os parafusos	1.1	10
	1.1	10
Pega no estoque de componente os manípulos	1.1	10
	1.1	10
Reconta e Coloca as coisas na caixa		77
fecha a caixa		13
Leva as duas caixas até a embalagem	1.5	15
	1.5	15
Pega os pés e coloca na embalagem (2 viagens);	2.4	40
	2.4	40
	2.4	40
	2.4	40
Vai em baixo da bancada e pega caixa, embala (2 viagens);	1.8	10
	1.8	10
Cobre com plástico bolha;		60
Leva a caixa até a bancada de embalagens;	2.4	40
Pega a fita gomada e cola os cantos;	2.2	10
	2.2	10
Fecha a caixa - pega a fita adesiva na caixa de ferramentas e a pega a fita gomada lacra a caixa;	2.3	10
	2.3	10
	2.9	142
Pega caneta na caixa de ferramentas e anota pedido na caixa, devolve a caneta para a caixa de ferramentas.	2.3	10
	2.3	10
Vai até o estoque de componentes e pega o adesivo	1.1	10

Volta ao posto	1.1	10
Adesiva as duas laterais		15

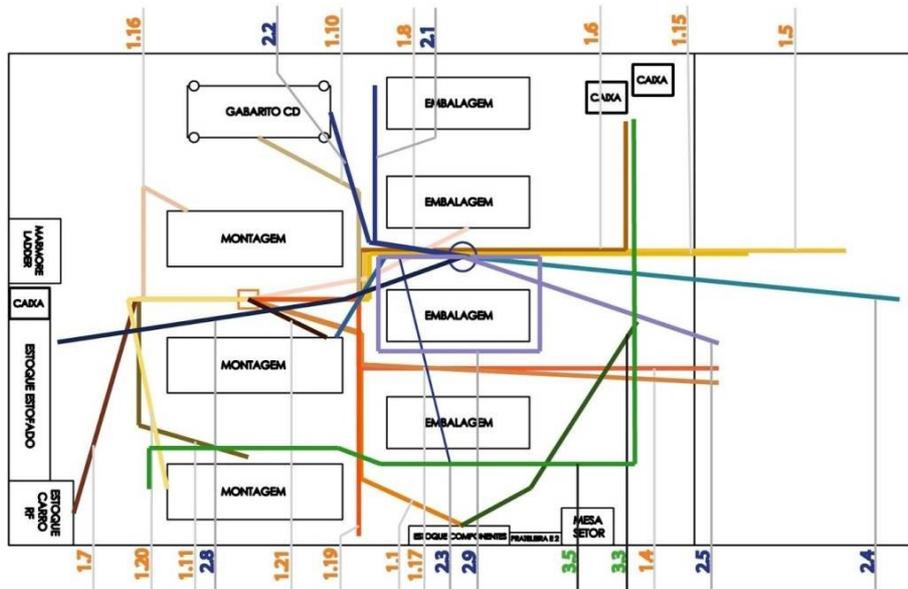


Figura II: Deslocamentos processo atual – Reformer

## Processo Montagem Ladder Barrel

Ações	Deslocamento	Tempo (s)
Pega base de metal e leva para rebitar - rebita;	1.2	8
	3.1	18
Rebita		150
Leva para bancada de montagem;	1.20	8
Vai ao estoque de consumíveis e pega os pés - monta;	1.1	10
	1.1	10
Montagem dos pés		20s
Vai ao estoque e pega os bastões o ladder;	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
Vai ao estoque de consumíveis e pega parafusos;	1.1	10
Vai a bancada;	1.1	10
parafusa as madeiras na base de metal;		180
Pega o rolo de plástico bolha	1.14	19
	1.14	19
joga no chão e corta		20
Pede ajuda e coloca base no chão em cima do plástico bolha;	1.3	20
	1.3	20
Finaliza parte de metal.		
Pega base de madeira e leva para bancada (2 viagens);	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
Pega guias no estoque;	1.6	12
	1.6	12
aumenta os furos das peças de madeira		30
Vai ao estoque de consumíveis pegar peças;	1.1	10
	1.1	10
Pega parafusadeira e monta;	1.21	6
	1.21	6
Pede ajuda na estofaria para pegar o estofado no estoque;	1.13	23
	1.13	23
Vai ao estoque de consumíveis pegar o resto das peças - monta;	1.1	10
	1.1	10
monta laterais e estofado		195
Pede ajuda para levar a base de mármore - testa;	1.3	20
	1.3	20

Pede ajuda para colocar na base de metal;		15
Pega peças faltantes no estoque de consumíveis - termina montagem (de joelhos);	1.1	10
	1.1	10
Pega bastão e embala conjunto em plástico bolha.	1.6	12
	1.6	12
	?	150
Pega a Fita adesiva para unir o bastão a embalagem, e fecha tudo com plástico bolha e fita	1.21	6
	1.21	6
	1.19	10
	1.19	10
Vai até o estoque de componentes e pega o adesivo	1.1	10
Volta ao posto	1.1	10
Adesiva as duas laterais		15

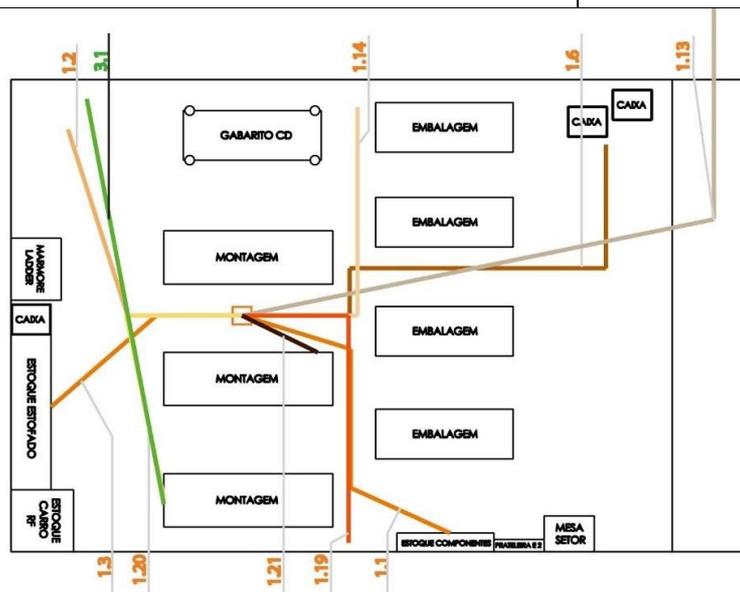


Figura III: Deslocamentos processo atual – Ladder Barrel

### Processo Montagem Step Chair

Ações	Deslocamento	Tempo (s)
Vai ao estoque pega base de metal - leva até a bancada da rebiteadeira - rebita;	1.2	8
	3.1	18
Troca o Bico		68
Rebita uma parte		50
Troca o Bico		60
Rebita outra parte		30
Leva a base a bancada;	1.20	8
Vai ao estoque pegar madeira pés e acessórios (2 viagens);	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
Vai ao estoque de consumíveis e pega parafusos	1.1	10
	1.1	10
Monta os pés da SC( mancais e acessórios - estofado)		240
Vai ao estoque e pega o feltro da base de metal	1.1	10
	1.1	10
Recorta e Cola o feltro na base		80
Começa a montar o eixo do pedal e termina a furação do pedal.		210
Começa a montar a regulagem de molas limpa e parafusa		70
Vai ao estoque pegar madeira laterais (2 viagens);	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
	1.6	12
Vai ao estoque de consumíveis e pega parafusos e Monta;	1.1	10
	1.1	10
Monta Laterais encaixa os parafusos previamente		120
Vai até o estoque de estofados pega o assento e monta;	1.3	5

	1.3	5
Monta o assento		90
Vai ao estoque e pega peças do mancal;	1.6	12
	1.6	12
Vai ao estoque de consumíveis e pega as buchas;	1.1	10
	1.1	10
passa o macho;		80
Pega o macho na caixa de ferramentas - passa o macho;	1.21	6
20 segundos para cada se nada acontecer	1.21	6
Monta o mancal lateral na lateral de madeira		120
Vai ao estoque de estofados e pega os pés e monta;	1.3	5
	1.3	5
Monta os estofados dos pedais ( 35s cada)		70
Pega papel ondulado e embala os pés;	1.15	8
	1.15	8
Recorta o papel ondulado		25
Pega plástico bolha;	1.14	19
	1.14	19
Pede ajuda e termina a embalagem no chão.	1.3	5
	1.3	5
	1.21	6
	1.21	6
Vai até o estoque de componentes e pega o adesivo	1.1	10
Volta ao posto	1.1	10
Adesiva as duas laterais		15

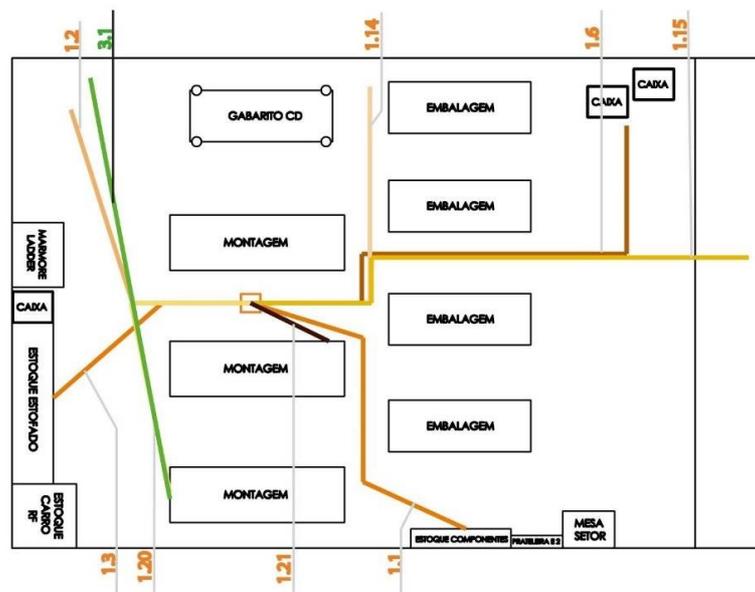


Figura IV: Deslocamentos processo atual – Step Chair.

## Apêndice B

Neste tópico são apresentados os processos de montagem propostos para os equipamentos e o deslocamento aproximado. Os deslocamentos envolvidos no processo de montagem também são mostrados graficamente.

### Proposta de processo montagem Cadillac

Ponto partida	Atividade/ deslocamento	Cod.	Distância
Posto	Pega o carrinho e vai até o estoque de consumíveis	1.1	7,525
	Pega material necessário para montagem		
Est. Consumíveis	vai a bancada de embalagens	2.1	3,866
	deixa o carrinho		
Bancada Embal.	vai até o estoque madeiras CD/RF pega o cavalete	3.1	3,089
Est. M. DC/RF	Vai a área dos cavaletes	4.1	2,564
	prepara os cavaletes		
Cavaletes	pede ajuda para pegar estofado CD	4.1	2,564

Est. M. DC/RF	leva até os cavaletes	4.1	2,564
Cavaletes	pede ajuda para pegar base CD	4.1	2,564
Est. M. DC/RF	leva até os cavaletes	4.1	2,564
	monta base		
Cavaletes	busca a caixa e divisória de papelão	4.2	4,749
est. Caixas	vai a bancada embalagem monta a caixa - material necessário no carrinho - e divisória, deixa na bancada	3.2	5,8
	Forra caixa com plástico bolha (rolo sempre no área)		
Bancada Embal.	pede ajuda e pega a base nos cavaletes	3.3	2,78
Cavaletes	coloca a base na embalagem	3.3	2,78
Bancada Embal.	pega carrinho vai ao estoque de metais	3.4	6,387
Est. Metais	pega metais e leva para bancada de rebite	2.4	2,025
	Rebita		
B. rebite	leva para a bancada de montagem	1.3	6,855
	deixa as peças e carrinho		
Posto	vai ao estoque de metais e busca as laterais superiores	1.3	6,855
Est. Metais	vai a bancada	1.3	6,855
	monta a parte superior eo restante necessário		
posto	Vai ao estoque de metais e pega o inox lateral	1.3	6,855
Est. Metais	leva peças para o gabarito	2.5	8,057
Gabarito	Est. Metais	2.5	8,057
Est. Metais	leva peças para o gabarito e o carrinho	2.5	8,057
Gabarito	Est. Metais	2.5	8,057
Est. Metais	volta para a bancada	1.3	6,855
Posto	pede ajuda e leva a parte superior para o gabarito	1.4	6,984
	Monta, testa e lubrifica		
	desmonta		
Gabarito	pede ajuda e leva para bancada	1.4	6,984
	desmonta parte superior e embala		
posto	leva pra embalagem	1.5	6,248
Bancada Embal.	Posto	1.5	6,248
posto	leva pra embalagem	1.5	6,248
Bancada Embal.	Pega peças no gabarito	3.5	0,942
Gabarito	embala peças	3.5	0,942
Bancada Embal.	Pega peças no gabarito	3.5	0,942
Gabarito	embala peças	3.5	0,942
Bancada Embal.	Pega peças no gabarito	3.5	0,942
Gabarito	embala peças	3.5	0,942
Bancada Embal.	Pega peças no gabarito	3.5	0,942
Gabarito	embala peças	3.5	0,942
	coloca itens restantes		
	Fecha a embalagem		7,76

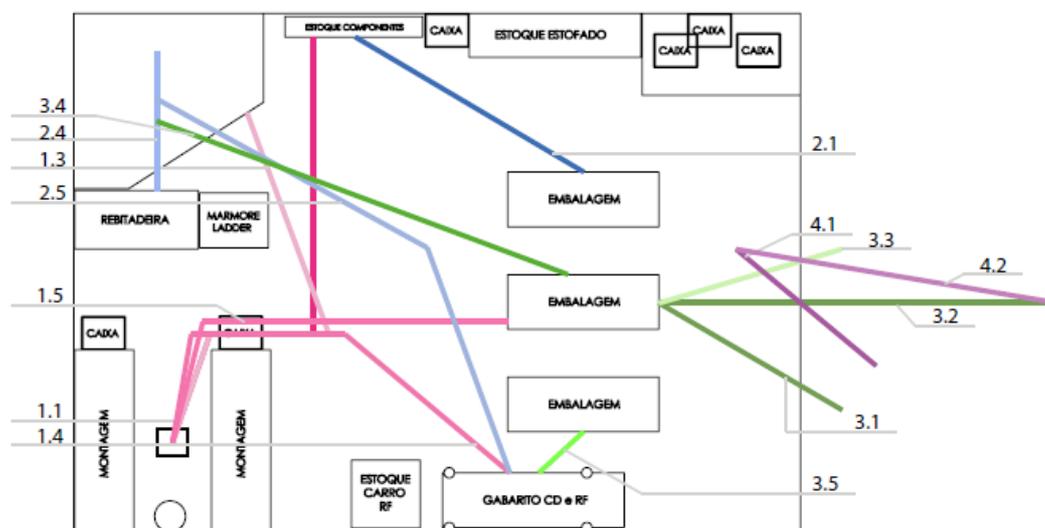


Figura V: Deslocamentos processo proposto – Cadillac.

## Proposta de processo montagem *Reformer*

Ponto partida	Atividade/ deslocamento	Cod.	Distância
Posto	Pega o carrinho e vai até o estoque almojarifado	1.6	9,203
	pega caixa das peças RF		
Est. Almojarifado	vai ao estoque de estofados	2.3	2,3
	pega estofados necessários		
Est. Estofados	vai ao estoque de consumíveis	2.2	3,957
	pega material necessário		
Est. Consumíveis	leva carrinho para o posto	1.1	7,525
	monta o carrinho e demais acessórios		
Posto	Leva carrinho RF para o estoque de Carrinho	1.7	5,194
Est. Car.	pede ajuda e busca base RF	2.6	6,698
Est.M. DC/RF	leva base ao posto	1.8	10,869
	monta trilho base		
	pede ajuda e vira		
	monta outro lado		
Posto	vai a bancada de embalagens	1.5	6,248
	deixa o carrinho		
Bancada Embal.	vai até o estoque madeiras CD/RF pega o cavalete	3.1	3,089
Est. M. DC/RF	Vai a área dos cavaletes	4.1	2,564
	prepara os cavaletes		
Cavaletes	Vai ao posto	1.9	11,553
posto	pede ajuda para levar base ao cavalete	1.9	11,553
Cavaletes	busca carrinho no estoque	4.3	8,273
Est. Car.	coloca carrinho na base	4.3	8,273
	monta e testa		
Cavaletes	busca a caixa e divisória de papelão	4.2	4,749
est. Caixas	vai a bancada embalagem monta a caixa - material necessário no carrinho - e divisória, deixa na bancada	3.2	5,8
	Forra caixa com plástico bolha (rolo sempre no área)		
Bancada Embal.	pede ajuda e pega a base nos cavaletes	3.3	2,78
Cavaletes	coloca a base na embalagem	3.3	2,78
	embala o restante das peças e acessórios		
	fecha a caixa		7,76

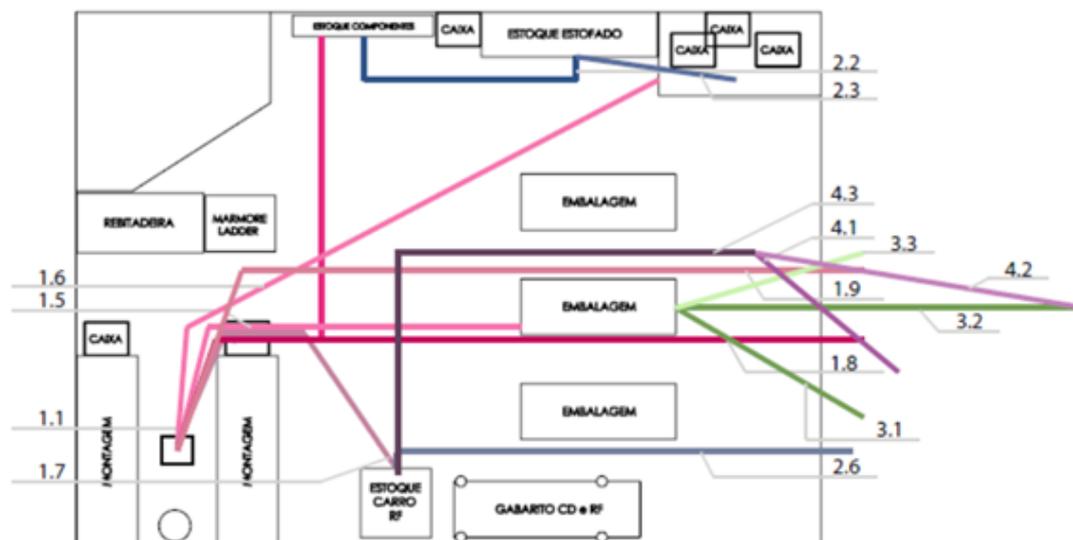


Figura VI: Deslocamentos processo sugerido – *Reformer*

## Proposta de processo montagem *Ladder Barrel*

Ponto partida	Atividade/ deslocamento	Cod.	Distância
Posto	Pega o carrinho e vai até o estoque almojarifado	1.6	9,203
	pega caixa das peças		
Est. Almojarifado	vai ao estoque de estofados	2.3	2,3
	pega estofados necessários		
Est. Estofados	vai ao estoque de consumíveis	2.2	3,957
	pega material necessário		
Est. Consumíveis	leva carrinho para o posto	1.1	7,525
Posto	vai para o estoque de metais	1.3	6,855

	pega base metal		
Est. Metais	leva para bancada rebite	2.4	2,025
	Rebita		
B. Rebite	vai para o posto	1.2	2,829
	monta as partes		
posto	pede ajuda e leva a base de mármore	1.10	2,941
	Ajusta		
B. mármore	vai até área de embalagem	3.6	3,688
	estende plástico bolha		
B. Embalagem	vai ao posto e pede ajuda	1.5	6,248
posto	leva base para embalagem	1.5	6,248
B. Embalagem	volta para o posto	1.5	6,248
posto	leva barril para embalagem	1.5	6,248
	termina montagem		
	finaliza embalagem		

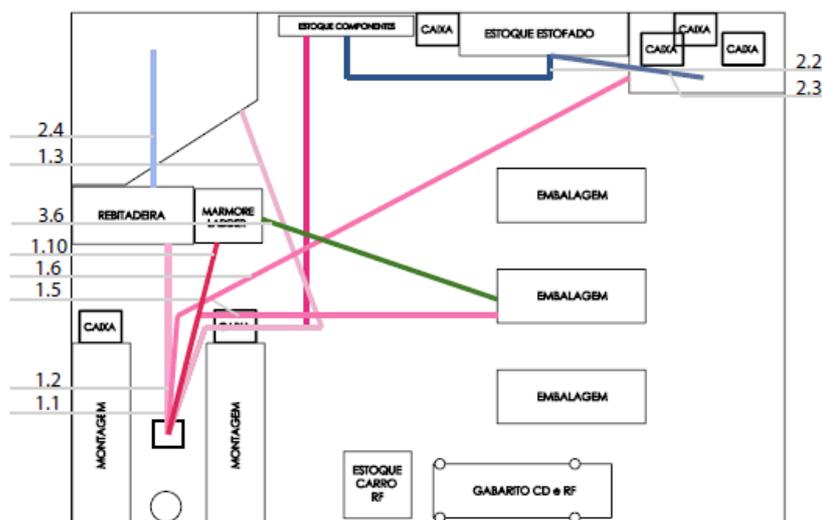


Figura VII: Deslocamentos processo proposto – *Ladder Barrel*.

## Proposta de processo montagem *Step Chair*

Ponto partida	Atividade/ deslocamento	Cod.	Distância
Posto	Pega o carrinho e vai até o estoque almojarifado	1.6	9,203
	pega caixa das peças		
Est. Almojarifado	vai ao estoque de estofados	2.3	2,3
	pega estofados necessários		
Est. Estofados	vai ao estoque de consumíveis	2.2	3,957
	pega material necessário		
Est. Consumíveis	leva carrinho para o posto	1.1	7,525
Posto	vai para o estoque de metais	1.3	6,855
	pega base metal		
Est. Metais	leva para bancada rebite	2.4	2,025
	Rebita		
B. Rebite	vai para o posto	1.2	2,829
	monta as partes		
Posto	vai a área de embalagem	1.5	6,248
	estende plástico bolha		
B. Embalagem	volta ao posto	1.5	6,248
Posto	pede ajuda e leva para a embalagem	1.5	6,248
	Finaliza embalagem		

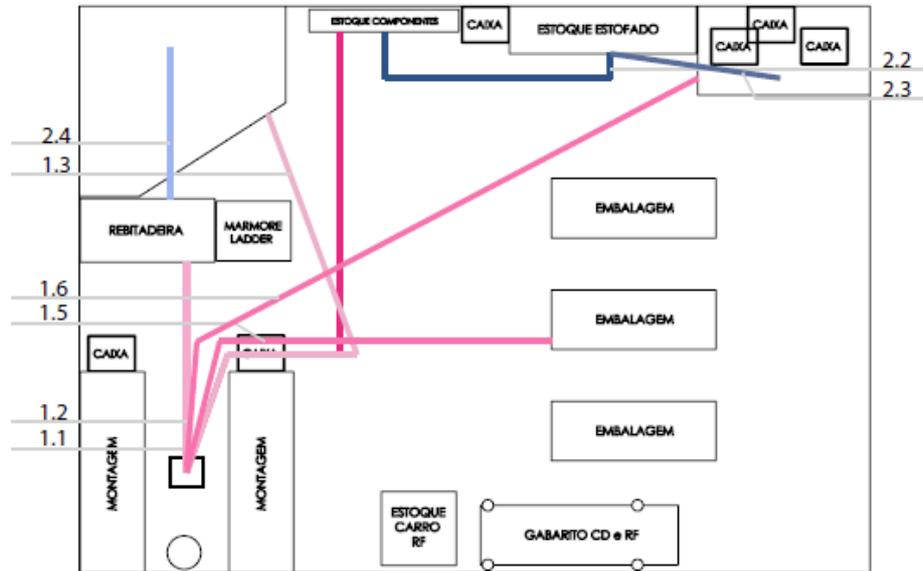


Figura VIII: Deslocamentos processo proposto – Step Chair.