



**FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA VIDA CRISTÃ**

**RAFAEL VINÍCIUS DE PAULA AZEVEDO  
RAFAEL DE CASTRO NOGUEIRA  
FERNANDO CARDOSO YASUI**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO MOTIVADO POR  
REQUISITO DE SEGURANÇA NO TRABALHO**

**PINDAMONHANGABA – SP  
2016**



**FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA VIDA CRISTÃ**



**RAFAEL VINÍCIUS DE PAULA AZEVEDO  
RAFAEL DE CASTRO NOGUEIRA  
FERNANDO CARDOSO YASUI**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO MOTIVADO POR  
REQUISITO DE SEGURANÇA NO TRABALHO**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do Diploma de Bacharel pelo curso Engenharia de Produção da Faculdade de Pindamonhangaba

Orientador: Prof. MSc. Weliton dos Santos Abreu

**PINDAMONHANGABA – SP  
2016**

Azevedo, Rafael Vinicius de Paula; Nogueira, Rafael de Castro; Yasui, Fernando  
Cardoso

Otimização de Processo Motivado Por Requisito de Segurança no Trabalho /  
Azevedo, Rafael Vinicius de Paula; Nogueira, Rafael de Castro; Yasui, Fernando  
Cardoso.

Pindamonhangaba – SP: FUNVIC - Fundação Universitária Vida Cristã, 2016.  
54f. : Il.

Monografia (Graduação Bacharel Engenharia de Produção) FUNVIC – SP

Orientador: Prof. MSc Weliton dos Santos Abreu.

1 Segurança no Trabalho. 2 Otimização. 3 Ergonomia. 4 NR-35

I Otimização de Processo Motivado Por Requisito de Segurança No Trabalho. II  
Azevedo, Rafael Vinicius de Paula; Nogueira, Rafael de Castro; Yasui, Fernando  
Cardoso

**RAFAEL VINÍCIUS DE PAULA AZEVEDO  
RAFAEL DE CASTRO NOGUEIRA  
FERNANDO CARDOSO YASUI**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO MOTIVADO POR REQUISITO DE SEGURANÇA  
NO TRABALHO**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do Diploma de Bacharel pelo curso Engenharia de Produção da Faculdade de Pindamonhangaba.

DATA: 06 de dezembro de 2016

RESULTADO: Aprovado

BANCADA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Gilberto Garcia Cortez - Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Cláudio Augusto Kelly - Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Msc. Weliton dos Santos de Abreu - Faculdade de Pindamonhangaba

Assinatura \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, pois, sem minha fé e o auxílio Dele, nada conseguiria; aos meus pais que me apoiaram incondicionalmente; ao corpo docente da Funvic que proporcionou todo conhecimento necessário para minha formação; e aos meus filhos Ágatha e Benjamin, combustíveis da minha vontade de viver e vencer.

Rafael Vinicius de Paula Azevedo

Dedico este trabalho à Deus por ter me dado força e perseverança suficiente para concluir minha graduação, à minha família pelo apoio e compreensão nos momentos ausentes, aos colegas pelo diário convívio e aprendizados e aos professores por compartilharem um pouco de seus conhecimentos e experiências.

Rafael de Castro Nogueira

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais que me apoiaram desde o começo me dando base e aos professores da instituição, que me auxiliaram em meu crescimento acadêmico e profissional.

Fernando Cardoso Yasui

Aos alunos e professores do Curso de Engenharia Produção da FUNVIC.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a empresa estudada nesse trabalho pela oportunidade única que nos fora concebida, assim como pela maneira atenciosa e prestativa com que fomos tratados.

Agradecemos a todos os colaboradores dessa empresa que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a execução e conclusão deste projeto. Dentre os quais gostaríamos de destacar o Sr. Bastian Grigo, a Sra. Eliane Castro, o Sr. Jesse Fernandes, o Sr. Fábio Henrique, o Sr. Márcio Baesso e o Sr. Paulo Russo, que tiveram participação ativa no levantamento de informações e tratativa das mesmas.

Agradecemos também ao professor Msc. Weliton dos Santos de Abreu pelo constante suporte, confiança e orientação, bem como todo seu empenho para nos auxiliar a enriquecer o conteúdo deste.

“Lembre-se dos três R’s: Respeito por si próprio, Respeito ao próximo e Responsabilidade pelas ações”.

Dalai Lama

## RESUMO

Buscando atender às normas de segurança que regem o trabalho formal, as empresas se veem na necessidade de adequarem seus processos para fornecerem condições seguras aos seus colaboradores. Sendo assim, este estudo teve como objetivo principal desenvolver um ambiente seguro para as atividades em altura em uma linha de montagem de equipamentos de grande porte e, assim, permitir dirimir os eventuais impactos negativos na produtividade e, ainda, sob o ensejo em aperfeiçoar o processo dentro da cadeia envolvida. A metodologia aplicada foi baseada num estudo de caso, contando com o apoio dos envolvidos no processo para obtenção das informações por meio da técnica conhecida por *brainstorming*, na busca por meios das problemáticas evidenciadas e dos conceitos da Engenharia de Resiliência. Como principais resultados foram projetados e desenvolvidos novos e adequados suportes de elevação do operador que atingiram aos objetivos pré-estabelecidos e tiveram boa aceitação por parte dos colaboradores e supervisão da área. Além disso, também foi realizada uma mudança na sequência de atividades e disposição do *layout* passando a ter as operações em altura em apenas duas etapas, e ainda foram implantadas outras melhorias que propiciaram melhores condições de ergonomia e outras formas de segurança, não prevista na norma estudada, a NR-35. Por fim, fora também percebido um adicional resultado positivo não considerado a princípio: uma mudança de postura e visão dos colaboradores quanto à importância de se trabalhar com segurança, concluiu-se que isso ocorreu devido à ativa participação dos mesmos no processo de desenvolvimento deste trabalho.

Palavras-chave: Segurança. Ergonomia. Trabalho em altura. Engenharia de Resiliência.

## **ABSTRACT**

In order to meet the safety norms that govern formal work, companies have to adapt their processes to provide safe working conditions for their employees. Therefore, this study has like main goal to develop a safe environment for working heights in an assembly line of heavy duty equipment and therefore, to resolve any negative impact on productivity, and also to improve within the involved chain. The applied methodology has been based on a broad case study, with the support of all those involved in the process, to obtain information through the technique known as Brainstorming, in order to get solutions to the problematic evidenced, and through the Engineering of Resilience concepts. As main results, new and suitable solutions have been provided for operator lift supports that attained the pre-established objectives and they were well accepted by employees and supervisors of the department. Additionally, it was also done a change in the sequence of activities and the arrangement of the layout, having the operations reduced in two steps only, and other improvements were implemented that provided better conditions of ergonomics and other forms of security not provided for in the studied norm, NR-35. Finally, as well was noticed an additional positive result that had not being considered in the beginning of this study: a change of behavior and consciousness of the employees about the importance of working with safety, where it was concluded that this occurred due to the active participation of them in the process of development of this work.

**Keywords:** Security. Ergonomics. Working Heights. Engineering of Resilience. Optimization.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Retroescavadeira hidráulica e suas principais partes .....	16
Figura 2 - Pá carregadeira e suas principais partes .....	16
Figura 3 - Caixa de madeira 330 mm x 330 mm x 550 mm.....	21
Figura 4 - Escada com altura máxima de 740 mm .....	21
Figura 5 - Escada com altura máxima de 1.700 mm .....	22
Figura 6 - Cavalete com altura de 1.800 mm.....	22
Figura 7 - <i>Layout</i> do processo de produção da pá carregadeira PC1.....	24
Figura 8 - <i>Layout</i> completo do processo de produção das pás carregadeiras PC2 e PC3 ....	26
Figura 9 - Pinagem da lança monobloco com o braço.....	28
Figura 10 - Pinagem do braço com o cilindro de avanço (ajuste do pino) .....	29
Figura 11 - Pinagem do braço com o cilindro de avanço (golpes de marreta) .....	29
Figura 12 - Pinagem da máquina base com a lança monobloco.....	30
Figura 13 - Desenho técnico do suporte fixo.....	34
Figura 14 - Fotos do suporte fixo .....	35
Figura 15 - Suportes avulsos .....	36
Figura 16 - Processo de criação das plataformas das linhas de pás carregadeiras .....	37
Figura 17 - Plataforma Implementada na linha de produção das pás carregadeiras.....	38
Figura 18 - <i>Layout</i> das linhas de pás carregadeiras unificadas (PC1, PC2 e PC3).....	41
Figura 19 - Processo de criação da plataforma das escavadeiras .....	43
Figura 20 - Dispositivo para pinagem .....	44
Figura 21 - Atividade sendo executada antes da implantação das plataformas.....	46
Figura 22 - Atividade sendo executada após implantação das plataformas (protótipo) .....	46
Figura 23 - Montagem da cabine (fixação de ganchos) – antes da implementação .....	47
Figura 24 - Montagem da cabine (fixação de ganchos) – após implementação .....	47
Figura 25 - Montagem da cabine (retirada de ganchos) – antes da implementação.....	48
Figura 26 - Montagem da cabine (retirada de ganchos) – após implementação .....	48
Figura 27 - Atividade executada antes da implantação da escada acoplada ao cavalete.....	49
Figura 28 - Atividade executada após a implantação da escada acoplada ao cavalete.....	49

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Processo de montagem PC1 .....	23
Tabela 2 - Processo de montagem PC2 e PC3.....	25
Tabela 3 - Processo de montagem das escavadeiras.....	27
Tabela 4 - Atividades executadas nas plataformas .....	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AR	Análise de Risco
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
EMT	Earth Moving Technology
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
ER	Engenharia de Resiliência
FUNVIC	Fundação Universitária Vida cristã
NR	Norma Regulamentadora
PT	Permissão de Trabalho
SIT	Secretaria de Inspeção do Trabalho

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>14</b>
2.1	Normatização	14
2.2	Equipamentos de Movimentação de Terra	15
2.3	Técnica Brainstorming	16
2.4	Ergonomia	17
2.5	Engenharia de Resiliência	18
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>PROCESSO DE MONTAGEM DAS MÁQUINAS EMT EM DETRIMENTO AO TRABALHO EM ALTURA</b>	<b>19</b>
4.1	Suportes de elevação utilizados	20
4.2	Processo de montagem da pá carregadeira PC1	23
4.3	Processo de montagem das pás carregadeiras PC2 e PC3	25
4.4	Processo de montagem das escavadeiras	26
4.4.1	DESCRIÇÃO DETALHADA DA MONTAGEM DOS IMPLEMENTOS	27
<b>5</b>	<b>IDENTIFICANDO OS PONTOS DE RISCOS</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>AÇÕES IMPLEMENTADAS – LINHA PÁS CARREGADEIRAS</b>	<b>31</b>
6.1	Propostas quanto à problemática inicial	31
6.2	Suportes fixos e avulsos para diferentes alturas	33
6.3	Plataformas para trabalho em altura	36
6.4	Redefinindo a linha de produção	40
<b>7</b>	<b>AÇÕES IMPLEMENTADAS – LINHA ESCAVADEIRAS</b>	<b>42</b>
7.1	Escada acoplada ao cavalete para trabalho em altura	42
7.2	Dispositivo para pinagem	43
<b>8</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente expansão do cenário industrial, em que novos produtos são criados ou modificados intermitentemente, a importância da mão de obra humana continua significativa, em virtude da diversificação de processos que envolvem determinadas características de ações relacionadas ao desenvolver de um produto ou serviço. Em vista disso, órgãos competentes procuram proteger o capital humano quanto à sua integridade, isto, correlacionado com a segurança do trabalho, saúde ocupacional e ergonomia. Dentre essas medidas de proteção se encontra a Norma Regulamentadora – 35 (NR-35, 2014, 35.1.1), referente ao trabalho em altura, que pode ser resumida de acordo com seu primeiro parágrafo, com base nas alterações efetuadas em 24 de setembro de 2014, onde é citado:

Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.

Adequar-se às normas de segurança vigentes em nosso país é de suma importância às empresas, pois elas regulamentam e fornecem orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e medicina do trabalho. Além de serem normas citadas na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

As empresas com responsabilidade social e engajadas na compreensão de que o colaborador é seu maior patrimônio, não enxergam adequações de proteção à integridade dos trabalhadores como uma obrigação trabalhista, mas sim como valorização à vida e à integridade física.

A empresa, objeto de estudo deste trabalho, viu necessária a adequação da norma em uma de suas células fabris, especificamente no processo de montagem da divisão EMT, onde um número significativo de atividades vinham sendo executadas em desacordo com a atualização da NR-35, em que é considerado trabalho em altura, toda e qualquer atividade executada acima de dois metros, considerando o nível inferior, onde é possível o risco de queda. (SIT, 2014).

Essas atividades se encontravam na produção de sete modelos de equipamentos situados na divisão EMT, configurando as linhas de pás carregadeiras modelo PC1 (de peso operacional de até 12 toneladas), PC2 (de peso operacional de até 18 toneladas) e PC3 (de peso operacional

de até 24 toneladas) e das escavadeiras E1 (de peso operacional de até 40 toneladas), E2 (de peso operacional de até 62 toneladas), E3 (também de peso operacional até 62 toneladas, porém mais robusta, indicada para pedreiras) e E4 (de peso operacional de até 105,9 toneladas). Sendo observado que não necessitavam apenas do alinhamento com essa norma de atividades em altura, mas também de uma nova percepção de seu processo, surgindo assim a oportunidade de uma otimização do mesmo.

Com as indicações de que, para se adequar à NR-35 seria necessária a remodelação de alguns trechos no *layout* do sistema de linha de produção utilizado até o momento, possibilitou-se, o ensejo de melhorias a se proporcionar mediante às adversidades ocasionais, sendo algumas embasadas na Engenharia de Resiliência.

A ER apareceu com uma nova abordagem, focando de maneira diferente no estudo da saúde do meio ambiente e da segurança em sua totalidade, com aplicações embasadas na Engenharia de Sistemas Cognitivos, esta preocupada com a ideia da relação homem-máquina, onde ambos não possam ser separados (KATO, 2012).

Ainda sobre o *layout*, de acordo com Trein e Amaral (2001), o mesmo tem proeminente importância em relação à produção, de maneira que o seu projeto pode vir a gerar perdas por excesso de atividades, deslocamentos desnecessários e ineficiência produtiva.

O objetivo do trabalho visava, inicialmente, desenvolver um ambiente seguro para os montadores, de modo a não influenciar na produtividade dos mesmos, nas montagens nas linhas mencionada anteriormente. No entanto, com o avanço do estudo de caso, permitiu-se otimizar o processo como um todo, desde o *layout*, ao comportamento dos colaboradores envolvidos, transformando o objetivo deste, também a releitura do quadro geral sempre que há necessidade de mudanças e ainda, adaptações, tornando possível uma otimização do processo.

Sendo o capital humano um dos recursos, se não o mais importante, de uma empresa de visão engajada com conceitos atuais, a necessidade de zelar e proteger o colaborador são de inequívoca acuidade. E isto não apenas na aplicação da NR-35 e o que envolve trabalhos em altura, mas também na execução de atividades consideradas ergonomicamente incorretas, cujas passaram a ser consideradas como um dos objetos de estudo deste trabalho.

Transformar uma necessidade, como a de se adequar a NR-35 e demais situações de risco, em uma oportunidade a se buscar também o alinhamento com as melhorias capazes de otimizar o processo, torna este estudo prudente a fim de se documentar a maneira como isso veio a ocorrer.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Em vista de que o estudo de caso fora focado inicialmente em uma adequação quanto à uma norma de segurança vigente no código trabalhista brasileiro, é importante frisar e fornecer um embasamento teórico a respeito de todos os conceitos, sejam práticos ou teóricos, relevantes para que este estudo tivesse êxito em sua conclusão. Aqui são abordadas as normas regulamentadoras; os conceitos básicos sobre equipamentos de movimentação de terra; a importância da técnica *Brainstorming* para o desenvolvimento do estudo; a contribuição da ergonomia e em como a Engenharia da Resiliência traz uma nova maneira de se pensar sobre segurança.

### 2.1 Normatização

Este estudo voltou-se à NR-35, direcionada para qualquer espécie de trabalho em altura. A mesma fora elaborada e regulamentada para proteger e assegurar o estado físico de colaboradores, objetivando completar a lacuna nas medidas de proteção contra queda de altura. Sempre fora de interesse deste estudo, evitar através de adaptações seguras e de sucesso, a dependência de pró atividade dos colaboradores da empresa quanto à utilização de EPI's específicos. Uma vez que a NR-35 (2014) requisita o cinto de segurança, tipo paraquedista que deve vir acrescido do dispositivo trava-quedas, além de estar conectado a um cabo de segurança independente da estrutura, isso para atividades acima de dois metros de altura do piso inferior.

Destaca-se ainda, na mesma norma, que somente a ser submetido e aprovado em um treinamento com aulas teóricas e práticas, tendo uma carga mínima de 8 horas, o colaborador pode ser considerado apto e capacitado para executar trabalhos em altura. E sempre com treinamentos periódicos dentro de um período bienal ou quando houver alterações no ambiente de trabalho que indiquem a necessidade de um novo treinamento.

Em seu item 35.2 (2013, p.768), a NR-35 determina papéis ao empregador e trabalhador, viabilizando assim o bom entendimento da mesma para ambos os casos:

**Empregador:** assegurar a realização da Análise de Risco (AR) e, quando aplicável, a emissão da Permissão de Trabalho - PT; desenvolver procedimento operacional para as atividades rotineiras de trabalho em altura; assegurar a realização de avaliação prévia das condições no local do trabalho em altura; garantir aos trabalhadores informações atualizadas sobre os riscos e as medidas de controle; garantir que qualquer trabalho em altura só se inicie depois de adotadas as medidas de proteção definidas nesta Norma; assegurar que todo trabalho em altura seja realizado sob supervisão.

**Trabalhador:** cumprir as disposições legais e regulamentares sobre trabalho em altura, inclusive os procedimentos expedidos pelo empregador; colaborar com o empregador na implementação das disposições contidas nesta Norma; zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho.

## 2.2 Equipamentos de Movimentação de Terra

Para melhor compreensão e absorção deste estudo, faz-se necessário conhecer o produto resultante do processo estudado em busca do atendimento à NR-35, além do possível aperfeiçoamento de quaisquer aspectos envolvidos na produção das máquinas de movimentação de terra, estas destinadas também a área de mineração, ou até mesmo ao trato do solo que por ventura venha a receber estruturas voltadas para obras da construção civil.

As definições quanto aos equipamentos de movimentação de terra seguem em parágrafos abaixo, e as ilustrações podem ser vistas nas figuras 1 e 2.

- a) Retroescavadeiras hidráulicas – giratórias: trabalham sobre rastos, giram 360° sobre os rastos com motores hidráulicos e escavadores de lança de funcionamento para dentro. Executam trabalhos de: escavação de valas para tubos, drenos, cabos e outros sendo a largura da vala igual à largura da caçamba; escavação de fundações isoladas ou contínuas para edifícios; auxílio na colocação de tubos de grande diâmetro.
- b) Pá carregadeira: Máquinas de grande versatilidade e velocidade, usadas para carregar caminhão, vagão ou qualquer outra unidade de transporte. Trabalha normalmente em terras soltas. (MOLISANI, 2015, p. 17-18)



Figura 1 - Retroescavadeira hidráulica e suas principais partes



\* Cilindros de atuação: cilindro de basculamento, cilindro de elevação e cilindro de direção

\*\* Componentes internos: Radiador, motor diesel, bombas de trabalho, tanque hidráulico, tanque diesel, mangueiras do ar-condicionado, baterias, reservatório de líquido de arrefecimento, entre outros

Figura 2 - Pá carregadeira e suas principais partes

### 2.3 Técnica Brainstorming

Dentre as diversas ferramentas disponíveis, aquela identificada como de melhor eficiência para a busca de soluções durante o estudo deste caso, fora o *Brainstorming*. A

expressão em inglês, que pode significar tanto “Tempestade Cerebral” quanto “Tempestade de ideias”, fora criada nos anos 1940 pelo publicitário Alex Osborn, e tem como um dos principais intuítos a solução de problemas, através da imaginação e criatividade de seus participantes que, de forma livre, produzem ideias visando uma solução específica (ROLDAN ET AL. 2009, p.55).

Como o estudo envolvia colaboradores de diversos setores, no âmbito estratégico e operacional, fora estritamente importante o envolvimento de todos no que tangiam opiniões e conceitos próprios, sem rejeições ou retaliações prévias. De acordo com Roldan et al. (2009), a técnica é baseada na estimulação e coleta de ideias de todos os envolvidos na reunião, um por vez, sem apreensão alguma a crítica, até que todas as possibilidades sejam esgotadas.

## **2.4 Ergonomia**

A necessidade de modificações, no que se referem à disposição de máquinas, equipamentos e ferramentas, tornou necessária neste estudo, motivando a absorção de conceitos da ergonomia, onde a mesma busca, através da compreensão da variabilidade da situação do trabalho, repensar a reestruturação do mesmo, pensando na função do homem como sujeito desse processo, almejando o equilíbrio entre seus limites e suas capacidades (Abrahão, 2000).

A análise de todo o processo, assim como o estudo dos equipamentos e ferramentas utilizados, foram abordados para uma melhor compreensão das possibilidades de alteração de métodos das atividades, de maneira a não prejudicar ergonomicamente o processo. Abrahão (2000) entende que uma análise ergonômica do trabalho propicia a identificação, através da observação do contexto real de trabalho, das variáveis que o operador necessita para compreender as adversidades aos quais ele é confrontado e assim, associar os processos cognitivos que o mesmo mobiliza na realização de suas atividades.

A comunicação direta com os colaboradores, fora um dos meios mais utilizados nessa busca de identificar essas variáveis, pois Abrahão (2000, p.54) acredita que “Desvendar o caminho pelo qual o operador constrói os problemas com os quais é confrontado pode constituir uma alternativa para melhor explicar os erros e acidentes”.

## 2.5 Engenharia de Resiliência

Procurando novas abordagens e conceitos a respeito da segurança do trabalho, este estudo, através de embasamentos teóricos, viu na ER uma abordagem nova e atrativa para ser trabalhada no desenvolvimento do projeto. A resiliência compreende tanto a propriedade de evitar perdas e falhas, quanto o atributo de responder, de forma apropriada, após essas incidirem (COSTELLA, 2008).

Para Caito (2012), a ER é essencial para o enfoque sobre os aspectos da SST, pois a mesma pode oferecer ferramentas de aperfeiçoamento para reforçar e melhorar a segurança como um todo, preparando a empresa para situações de risco, a fim de superar o inesperado e corrigir eventuais problemas. Os sistemas resilientes são alvos de diversos estudos que propõem características e princípios para o mesmo, Costella et al. (2009) propuseram 4 princípios:

- **Comprometimento da alta direção:** sugere que a SST seja um valor-chave da empresa e não uma necessidade eventual. Adotando isso, cria-se um obstáculo às pressões de produção sobre a SST;
- **Aprendizagem:** a ER denota a aprendizagem a partir da análise do trabalho convencional, em complemento à aprendizagem a partir de incidentes.
- **Flexibilidade:** a ER assume que os erros são inevitáveis, o sistema deve buscar a tolerância a erros, sabendo reconhecer que a gestão da variabilidade tem o mesmo grau de importância quanto a sua redução.
- **Consciência:** os componentes do sistema necessitam estar cientes de seu desempenho, assim como do estado das barreiras contra acidentes em virtude ao limite da perda de controle. A consciência possibilita antecipar mudanças nos riscos e analisar os *trade-offs*.

## 3 METODOLOGIA

Para Silva e Menezes (2005, p.9), “A elaboração de um projeto de pesquisa e o desenvolvimento da própria pesquisa, seja ela uma dissertação ou tese, necessitam, para que seus resultados sejam satisfatórios, estar baseados em planejamento cuidadoso”. Sendo assim, seguiu-se primeiramente, um amplo estudo de caso em campo, com a obtenção de informação

quanto às práticas, técnicas e conceitos utilizados pelos colaboradores, supervisores e gestores, acerca de todo o processo de montagem analisado para o desenvolvimento do projeto. Sendo a empresa estudada uma multinacional do ramo de máquinas de movimentação de terra e localizada no interior de São Paulo.

Além do estudo teórico desenvolvido e absorvido através de toda e qualquer espécie de mídia, que conforme Silva e Menezes (2005, p.9), devem conter “reflexões conceituais sólidas e alicerçadas em conhecimentos já existentes”, o *Brainstorming*, com toda a informação prática e técnica coletada, fora uma das ferramentas mais utilizadas para a compreensão das problemáticas e a busca pela melhoria mais tangível a níveis operacionais e estratégicos.

Segundo Roldan et al. (2009), a técnica *Brainstorming* pode ser estrutural ou não, onde na primeira deve haver uma ordem pré-estabelecida enquanto que a segunda pode ser “um jorro de ideias” em ordem, onde cada um diz a primeira coisa que lhe vem à mente; em ambos os casos surgiram boas ideias que permearam o destino desse estudo.

#### **4 PROCESSO DE MONTAGEM DAS MÁQUINAS EMT EM DETRIMENTO AO TRABALHO EM ALTURA**

A empresa estudada dispunha de um processo de montagem em linha de produção, onde eram dispostas em três diferentes linhas: linha de montagem da pá carregadeira PC1, linha de montagem das pás carregadeiras PC2 e PC3 e linha de montagem das retroescavadeiras hidráulicas, ou simplesmente escavadeiras (E1, E2, E3 e E4).

Os processos executados em cada linha seguiam etapas pré-determinadas em que eram especificadas as atividades a serem executadas, o tempo estimado em horas e a quantidade de montadores necessários para a execução da mesma. Assim, este trabalho abordou apenas as operações de cada etapa em que o montador necessita subir em qualquer patamar de altura, seja numa escada, caixote ou até mesmo em partes da própria máquina — como radiador, paralamas, contrapeso e eixo — para a realização da atividade. Enfatizando as maiores alturas ao longo do processo, onde os riscos de acidentes com afastamento é alto e pode gerar danos irreparáveis ao trabalhador e prejuízos a empresa, pois, de acordo com Kato et al. (2012), a ER aprimora, através de ferramentas, o reforço da segurança como um todo, visando amparar a empresa contra possíveis situações de risco, para superar eventos inesperados e corrigir

conflitos eventuais como o alto de risco de trabalho em altura. Em contrapartida, também foram analisadas e atuadas sobre as atividades executadas em alturas menores, pois ainda que com a queda não haja grandes riscos de acidentes graves, podem gerar outros problemas como posturas incorretas e acidentes leves que, mesmo não gerando grandes danos, ainda assim há o risco de acidente com afastamento.

Afim de um melhor conhecimento do estudo em questão, houve uma análise de todo o processo de montagem e produção dos envolvidos, amparado sempre com a contribuição dos colaboradores e da gestão da empresa para a obtenção de informações e elucidações relevantes, a respeito de todo o processo das linhas estudadas. Isto é de suma importância para Costella (2008), pois este acredita nos “julgamentos de sacrifício”, que para a ER é algo próximo a relaxar as pressões de produção mesmo que de maneira implícita e não publicamente reconhecida.

A seguir serão apresentados os suportes de elevação que eram utilizados pela empresa no início desse estudo, e logo após serão abordadas, sucintamente, as principais ações ou atividades relevantes para uma compreensão global do caso.

#### **4.1 Suportes de elevação utilizados**

Em algumas atividades, faz-se necessário que o montador suba em algum anteparo para que atinja altura suficiente para a realização das mesmas. Esses anteparos tendiam a serem componentes da própria máquina (eixos, para-lamas, radiador, etc.) ou suportes de elevação móveis que eram utilizados em todas as linhas abordadas.

Os suportes de elevação utilizados para realização dessas atividades eram: caixotes de madeira, duas escadas de metal e um cavalete. Vale salientar que o caixote era de material reaproveitável. Já as escadas, eram de peso considerável para o seu transporte, onde a menor não possuía sequer guarda-corpo e a maior, apesar de possuir guarda-corpo, sua base era instável por ser constituída de rodízios. E o cavalete, não fora desenvolvido para que o operador subisse sobre o mesmo. Além disso, não foram identificados um plano de manutenção periódica para todos esses suportes.

O suporte de elevação utilizado para menores alturas pode ser conferido na Figura 3.



Figura 3 - Caixaote de madeira 330 mm x 330 mm x 550 mm

O suporte de elevação utilizado para alturas medianas pode ser observado na Figura 4.



Figura 4 - Escada com altura máxima de 740 mm

O suporte de elevação utilizado para alturas mais elevadas, acima de um metro, pode ser conferido na Figura 5.



Figura 5 - Escada com altura máxima de 1.700 mm

O cavalete, um dos suportes de elevação utilizados para trabalho em altura na linha das escavadeiras, pode ser observado na Figura 6.



Figura 6 - Cavalete com altura de 1.800 mm

## 4.2 Processo de montagem da pá carregadeira PC1

Na Tabela 1 são mostradas as atividades em altura executadas por etapas, juntamente com os anteparos utilizados como patamares de altura, no processo de montagem da PC1.

Tabela 1 - Processo de montagem PC1

Etapa	Atividade em altura	Anteparo utilizado
1	Não aplicável. Todas as atividades eram executadas sobre o solo	-
2	Fixação Motor Diesel	Caixote Altura: 330 mm
	Montagem hidráulica do motor e bombas de trabalho	Caixote Altura: 330 mm
	Fixação e montagem hidráulica do tanque	Caixote Altura: 330 mm
3	Fixação dos implementos (braço de levantamento, tala de junção e alavanca reversora)	Escada Altura: 740 mm ou eixo do equipamento Altura: 900 mm
	Montagem dos faróis	Escada Altura: 740 mm
	Fixação do contrapeso, dos para-lamas traseiros, corrimões e escada <sup>I</sup>	Escada Altura: 740 mm
	Montagem e fixação do cilindro de basculamento	Escada Altura: 740 mm ou eixo do equipamento Altura: 900 mm
	Fixação dos para-lamas dianteiros	Caixote Altura: 330 mm
	Montagens de itens internos a cabine <sup>II</sup>	Dentro da cabine aprox. 2.000 mm
	Instalação das mangueiras do ar-condicionado	Escada Altura: 740 mm
	Montagem da cabine (fixação de ganchos para transporte via ponte rolante, partindo do suporte de pré-montagem até a linha de montagem sobre o carro traseiro)	Janela da Cabine Altura: 1.900 mm

<sup>I</sup>Neste momento havia uma necessidade grande do montador estar sempre em movimento de subida e descida, por conta das ferramentas utilizadas e pela medição visual feita periodicamente pelo colaborador, a fim de estar se corrigindo, se necessário.

<sup>II</sup>As atividades efetuadas dentro da cabine, sem cinto de segurança e em altura superior à permitida pela NR-35, porém tratava-se de um local fechado, seguro contra quedas.

Etapa	Atividade em altura	Anteparo utilizado
3	Montagem da cabine (retirada de ganchos após posicionada sobre o carro traseiro)	Radiador Altura: 2.600 mm
	Instalação das baterias	Caixote Altura: 330 mm
	Montagem do sistema de ar condicionado e elétrica geral da cabine (por exemplo: alimentação, aterramento e preparação do rádio) <sup>II</sup>	Dentro da cabine aprox. 2.000 mm
4	Montagem e regulagem do capô <sup>III</sup>	Para-lamas do equipamento Aprox. 2.000 mm
	Reabastecimento do óleo hidráulico <sup>III</sup>	Para-lamas do equipamento Aprox. 2.000 mm
	Configuração final da máquina <sup>III</sup>	Para-lamas do equipamento Aprox. 2.000 mm
	Abastecimento líquido de arrefecimento, diesel e óleo hidráulico	Escada Altura: 740 mm

O antigo *layout* da linha de processo da pá carregadeira PC1 pode ser visto na Figura 7.

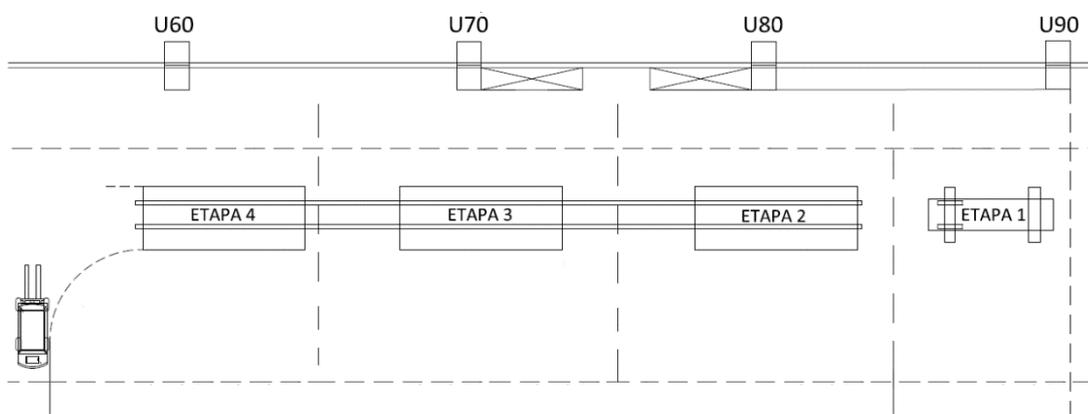


Figura 7 - *Layout* do processo de produção da pá carregadeira PC1

<sup>II</sup>As atividades efetuadas dentro da cabine, sem cinto de segurança e em altura superior à permitida pela NR-35, porém tratava-se de um local fechado, seguro contra quedas.

<sup>III</sup>Os para-lamas são projetados para também servir de apoio ao operador do equipamento, para poder realizar procedimentos de manutenção em campo. O projeto prevê um guarda-corpo nessa região, porém os montadores subiam nessa parte sem estar montado esse guarda-corpo.

### 4.3 Processo de montagem das pás carregadeiras PC2 e PC3

Na Tabela 2 são mostradas as atividades em altura executadas por etapas, assim como os anteparos utilizados como patamares de altura, no processo de montagem da PC2 e PC3.

Tabela 2 - Processo de montagem PC2 e PC3

Etapa	Atividade em altura	Anteparo Utilizado
1	Montagens no Carro Dianteiro: fixação do cilindro de elevação; fixação do cilindro de direção; para-lamas dianteiro e montagem hidráulica dos implementos	Caixote Altura: 550 mm
	União do carro dianteiro e traseiro	Caixote Altura: 550 mm
2	Montagem e fixação das partes do motor	Escada Altura: 740 mm
	Montagem do Radiador e hidráulica do tanque	Caixote Altura: 550 mm
3	Montagem do braço de levantamento (“H”)	Caixote Altura: 550 mm
	Montagem do sistema de lubrificação	Eixo do equipamento Altura: 700 mm
	Montagem da cabine (fixação de ganchos para transporte via ponte rolante, partindo do suporte de pré-montagem até a linha de montagem sobre o carro traseiro)	Janela da Cabine Altura: 1.900mm
	Montagem da cabine (retirada de ganchos após posicionada sobre o carro traseiro) <sup>IV</sup>	Radiador Altura: 2.600mm
	Montagem das mangueiras do ar condicionado	Escada Altura: 740 mm
4	Montagem dos capôs e demais acabamentos <sup>V</sup>	Para-lama Altura: 2.100mm

<sup>IV</sup> Nesse procedimento, para chegar até a caixa do radiador, o operador subia pela escada de 740 mm até o carro traseiro, e do carro traseiro, com um impulso, subia até a superfície do radiador. Acima da altura especificada pela NR-35, e sem os meios de prevenção ao risco de queda.

<sup>V</sup> Os para-lamas são projetados para também servir de apoio ao operador do equipamento poder realizar procedimentos de manutenção em campo. O projeto previa um guarda-corpo nessa região, porém os montadores subiam nessa parte sem estar montado esse guarda-corpo.

O antigo *layout* completo do processo de produção das pás carregadeiras PC2 e PC3 pode ser visto na Figura 8.

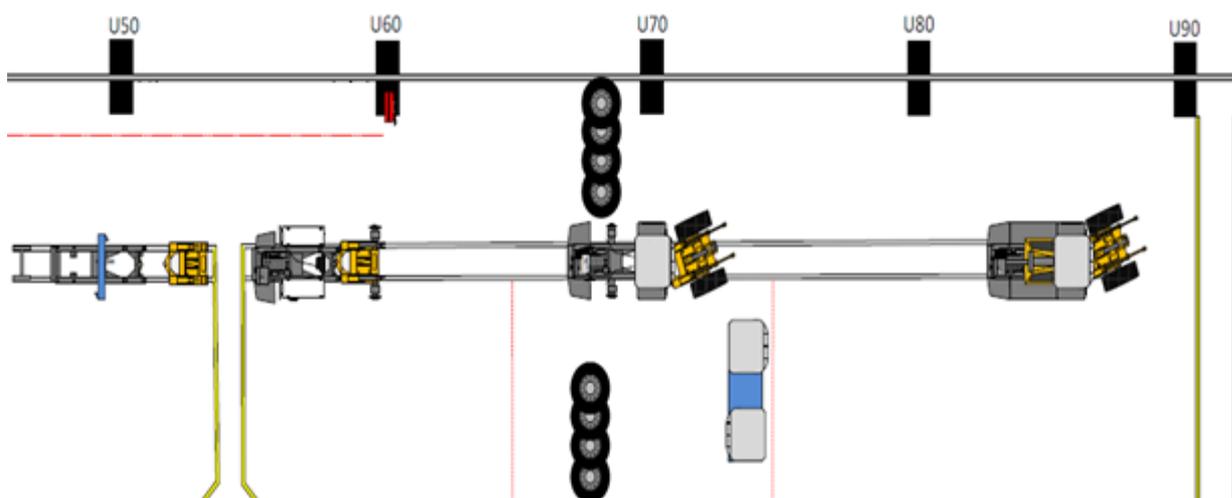


Figura 8 - *Layout* completo do processo de produção das pás carregadeiras PC2 e PC3

#### 4.4 Processo de montagem das escavadeiras

A seguir serão descritas as atividades que eram desenvolvidas na fábrica montadora no início desse estudo, em qualquer patamar de altura e quais os suportes de elevação que eram utilizados. A análise e acompanhamento da montagem para as escavadeiras foram realizados somente sobre a escavadeira E2, sendo que ela representa todos os modelos, pois, de acordo com informações recebidas do setor de produção da empresa, a sequência de montagem e posicionamento dos operadores são bem similares entre todos os modelos, afinal são equipamentos que tem apenas as devidas proporções de tamanho diferentes entre si.

A montagem das escavadeiras é dividida em dois grandes grupos: montagem da máquina base e montagem dos implementos, descritos na Tabela 3; também dividida por etapas, atividades em altura e anteparo utilizado para a execução das mesmas.

Tabela 3 - Processo de montagem das escavadeiras

Etapa	Atividade em altura	Anteparo Utilizado
<b>MÁQUINA BASE</b>		
1	Não Aplicável. Todas as montagens eram executadas sobre o solo.	–
2	Montagem dos capôs	Escada Altura: 740 mm
	Montagem do corrimão	Caixa do radiador Altura: 1.800 mm
	Montagem do capô final	Caixa do radiador Altura: 1.800 mm
<b>IMPLEMENTOS</b>		
1	Pré-montagem dos implementos (braço e lança monobloco): montagens hidráulicas e outros elementos de fixação para que sejam preparados os mesmos, antes da união.	Escada Altura: 740 mm
2	Pinagem da lança monobloco com o braço	Escada Altura: 740 mm
	Pinagem do braço com o cilindro de escavação	Escada Altura: 1.700 mm Cavalete Altura: 1.800 mm
3	Pinagem para união da máquina base com os implementos	Máquina Base Altura: 1.600 mm
	Pinagem do braço com o cilindro de elevação	Escada Altura: 1.700 mm Caixote Altura: 300 mm

#### 4.4.1 DESCRIÇÃO DETALHADA DA MONTAGEM DOS IMPLEMENTOS

Em razão ao elevado risco de acidentes e pelas atividades que são realizadas representarem importantes conceitos desse trabalho, esta etapa e a seguinte, estarão sendo detalhadas a seguir:

- Preparação para execução das atividades: a lança monobloco era colocada sobre um cavalete de 1.800 mm e depois, através de uma talha, o braço era içado para que fosse feita a união através de um procedimento denominado pelos montadores de “pinagem”, onde se tratava em fixar o pino de ligação entre essas partes da máquina, empurrando com a mão até onde possível fosse e finalizando por meio de golpes de marreta contra esse pino.

- Pinagem da lança monobloco com o braço: nessa etapa, utilizava-se a escada de 740 mm para subir e ajustar o pino (de aproximadamente 50 kg). Em seguida, utilizava-se uma marreta de 10 kg, para fixá-lo por completo; vide Figura 9.



Figura 9 - Pinagem da lança monobloco com o braço

- Pinagem do braço com o cilindro de avanço: utilizava-se a escada de 1.700 mm por onde o mecânico subia com o pino em seus braços (de aproximadamente 35 kg) e com a marreta de 10 kg. Em seguida, o mecânico descansava o pino e a marreta na plataforma superior da escada e ultrapassava o guarda-corpo da escada para ficar sobre o cavalete, onde precisava se equilibrar sobre uma superfície de 200 mm de largura e a uma altura de 1.800mm do solo. Então um segundo montador subia a escada e passava o pino ao primeiro para que ele pudesse ajustar no centro dos furos, e então empurravam com as mãos o quanto possível fosse para encaixar o pino nesses furos. Por fim, o primeiro montador passava sobre o guarda-corpo novamente, mas agora para acessar a plataforma da escada, e então com a marreta, executava golpes contra o pino, até que o mesmo se encaixasse por completo. Esse processo era feito com o operador debruçando-se sobre o guarda-corpo da escada para que fosse possível que a marreta alcançasse

o pino. A antiga forma de executar a atividade em questão pode ser observada nas Figuras 10 e 11.



Figura 10 - Pinagem do braço com o cilindro de avanço (ajuste do pino)



Figura 11 - Pinagem do braço com o cilindro de avanço (golpes de marreta)

- Pinagem para união da máquina base com os implementos: após união do braço e lança monobloco, os montadores fixavam esses implementos através de cintas içadas por uma ponte rolante, retirando-os do cavalete e alinhavam o centro do furo da lança monobloco com o da máquina base já montada (carro superior e carro inferior, unidos). Então, o montador utilizava a escada de 740 mm para subir na esteira e, posteriormente, na máquina base com uma marreta

nas mãos. Por fim, com o pino entre suas pernas, o montador executava golpes de marreta até que o mesmo se encaixasse por completo nos furos. Ver Figura 12.



Figura 12 - Pinagem da máquina base com a lança monobloco

## 5 IDENTIFICANDO OS PONTOS DE RISCOS

Analisando o processo de montagem de todos os equipamentos, notou-se a necessidade de melhoria não apenas em pontos que convergiam direto e exclusivo à NR-35, mas haviam também atividades em que o colaborador executava uma tarefa abaixo da altura estabelecida pela norma, porém em uma situação de risco, principalmente, se levado em consideração os suportes de elevação utilizados, pois Kato et al. (2012), entende que deve ser examinado o entorno, assim como isolamento da área de trabalho, o risco de queda de ferramentas e materiais, dentre outras situações.

Foi verificado juntamente com os montadores que os suportes eram necessários e atendiam de maneira satisfatória, do ponto de vista produtivo, para a execução das atividades. Em contrapartida, ficou evidente que, no quesito segurança, os suportes estavam distantes do ideal. Por conta disso, buscou-se uma melhora nesses dispositivos pelos seguintes motivos:

- Caixote: Devido ao material do caixote ser de madeira reaproveitada das embalagens recebidas pela empresa, o caixote nunca deveria estar sendo utilizado para que

montadores subissem sobre os mesmos. No máximo, seria permitido que usassem como assento, para realizarem montagens abaixo das máquinas;

- Escadas: Foi verificado juntamente com os montadores que as escadas utilizadas anteriormente pela empresa eram muito pesadas e que estavam em situações críticas de uso, pois eram de aquisições antigas e nunca sofreram qualquer tipo de manutenção. Dessa forma, os rodízios para transporte ao longo da linha estavam comprometidos, dificultando a locomoção das mesmas, e forçando o montador a empregar mais tempo para seu transporte e ainda exercendo esforços acima do esperado, o que poderia ocasionar problemas ergonômicos a longo prazo.
- Cavalete: Esse dispositivo talvez possa ser considerado o de situação mais crítica, pois ele não fora projetado para a finalidade de suporte de elevação do operador, mas apenas para sustentar a lança monobloco a fim de executar atividades de montagens dos implementos.

Além disso, foi verificada a problemática que, em diversas situações, os operadores utilizavam de partes do próprio equipamento para subirem, onde as mesmas ou não possuíam uma superfície segura para se colocar acima dela ou não foram projetadas para esse fim, ou ainda, em situações que precisavam ficar em posições não recomendadas pela segurança da empresa, como por exemplo, debruçados em partes da máquina, equilibrando-se sobre um pé.

## **6 AÇÕES IMPLEMENTADAS – LINHA PÁS CARREGADEIRAS**

### **6.1 Propostas quanto à problemática inicial**

Fora decidido que, devido à maior atuação necessária na linha de montagem das pás carregadeiras PC2 e PC3 em relação à linha de montagem da pá carregadeira PC1, o estudo inicial seria feito apenas sobre essa linha de montagem prioritária e as soluções encontradas seriam reaproveitadas tanto quanto possível para a linha de montagem da PC1. Assim, após um estudo aprofundado sobre a linha de montagem escolhido por prioridade, surgiu a Proposta I, onde foi sugerido que fossem reorganizadas as etapas e atividades descritas nelas, de forma a

centralizar todas aquelas efetuadas em altura, seja com situações de risco, que até então estavam distribuídas em todas as etapas, em apenas uma.

Em seguida, buscou-se identificar se haviam situações que estivessem ocasionando a execução de algumas atividades em altura sem que fossem realmente necessárias, e poderiam estar sendo realizadas em alturas mais baixas se houvessem uma simples mudança na sequência de montagem. Isso foi observado na terceira etapa, na atividade de montagem dos pneus. Eles eram montados no chão, porém o equipamento se elevava de tal modo que as atividades seguintes, que eram executadas sobre a máquina, fossem feitas acima de 2 metros de altura. Em virtude disso, estudou-se a possibilidade de fazer com que essa montagem dos pneus passasse a ser uma das últimas atividades.

Após análise, juntamente com a Engenharia de Processo, verificou-se que em nada afetaria o momento que os pneus fossem montados para a condução da montagem. A ideia mostrou-se viável e, uma vez que consolidada, passou a simplificar o processo e foi tomada como mudança de imediato para todas as máquinas das linhas de pás carregadeiras, mesmo antes de concluída uma proposta formal. Vide a Proposta I por meio do Apêndice A.

Obs.: As figuras mostram o *layout* da fábrica com a evolução da montagem do equipamento. As atividades são enumeradas sequencialmente de acordo com a montagem em altura e indicando a etapa ao qual ela pertence (exemplo: 2.1 indica a primeira atividade em altura na segunda etapa). As cores representam a altura que o montador está em relação ao solo para execução daquela atividade; sendo que a cinza é altura mínima, amarelo para alturas medianas e as vermelhas quando a altura ultrapassa a um metro. As setas indicam que o operador está sobre alguma parte do equipamento.

Essa proposta foi considerada e debatida, juntamente com os membros deste presente estudo e entre coordenadores, supervisores, técnico de segurança do trabalho, Engenheiro responsável e colaboradores das linhas, que em primeira ocasião acataram a proposta. No entanto, na prática, percebeu-se que o mesmo não seria possível para todas as atividades, por questões de sequência de montagens impossíveis de serem rearranjadas em outra ordem e por motivos de disposição de *layout*, pois prejudicaria a logística interna devido às posições já pré-estabelecidas das peças que estavam próximas a linha na posição de montagem a serem utilizadas.

Aguiar et al. (2007, p.4) concordam que “um arranjo físico inadequado geralmente é responsável por problemas de produtividade ou nível de qualidade baixo. Isto pode tornar necessária a transformação completa de *layout* para reduzir os custos de operação”.

Para atender às demais situações, elaborou-se uma nova proposta, que visasse suprir as mesmas necessidades, agora considerando os percalços que já haviam sido defrontados na Proposta I.

Surgiu-se então a Proposta II. Nesta, manteve-se a mesma ideia de separar os processos das etapas de acordo com a necessidade do trabalho em altura a ser executado, no entanto, separando as atividades executadas em alturas mínimas, medianas e máximas; tendo agora na primeira etapa atividades pertencentes ao primeiro caso, o segundo caso centralizou-se na segunda etapa e na terceira etapa, o terceiro caso. A Proposta II pode ser vista no Apêndice B.

Com a Proposta II sendo aceita e considerada como base para a evolução do projeto, o próximo passo foi substituir o uso dos suportes de elevação utilizados até então, de maneira a melhorar a eficácia da segurança, eliminando riscos ergonômicos e buscando otimizar o tempo útil de execução da tarefa. Para Abrahão, (2000), existe um cenário onde o espaço em que se confrontam as características do indivíduo, as exigências da produção e a organização do trabalho, torna necessária a integração destas variações procurando facilitar a qualidade de vida no trabalho e, mutuamente, favorecer o funcionamento da produção.

## **6.2 Suportes fixos e avulsos para diferentes alturas**

Dentre diversas problemáticas que surgiram durante as discussões e reuniões de *brainstorming* para identificar a melhor solução para a substituição dos suportes de elevação, uma se revelou a mais prioritária de todas: como eliminar o manuseio de locomoção dos suportes utilizados até então? Isso foi abordado como uma problemática de produtividade, pois o montador perdia tempo para localizar o suporte, buscá-lo e posicioná-lo ao lado da linha. Para Aguiar, Peinado e Graeml (2007, p.5) “No arranjo produtivo por produto, as máquinas, os equipamentos ou as estações de trabalho são colocados de acordo com a sequência de montagem, sem caminhos alternativos para o fluxo produtivo”.

A gestão da empresa sugeriu que se tivessem suportes acoplados ao dispositivo mais próximo à linha, seria possível garantir que o mesmo estaria à disposição quando necessário e sempre de fácil e prático acesso ao montador. Eis então que a solução foi a de eliminar o máximo possível o uso de suportes avulsos e focar em desenvolver suportes embutidos.

O primeiro a ser desenvolvido foi o suporte embutido no cavalete de montagem do carro dianteiro, sendo parte integrante do processo. Esse suporte aplica-se apenas na montagem das pás carregadeiras PC2 e PC3, uma vez que o mesmo procedimento na pá carregadeira PC1 é feito sobre o solo.

O suporte fora planejado para atender na montagem hidráulica do implemento (bloco de válvulas), eliminando nessas atividades o antigo suporte caixote e, eliminando assim, os riscos de segurança e ergonômicos já mencionados no capítulo anterior, além de buscar um melhor aprimoramento produtivo, pois segundo Quinquilo (2002, p. 37), “De forma geral a eliminação de atividades duplicadas, de condições inseguras, de risco de acidentes, por fadiga, assim como os desperdícios são sempre meios de aumentar a produtividade”.

Partindo dessa premissa, fora desenvolvido um quadro basculante acoplado ao cavalete, que já era utilizado anteriormente para sustentar e locomover pela linha o carro dianteiro. Para que fosse possível esse quadro descrever o movimento de articulação, fora soldado um par de dobradiças em ambos. Como matéria-prima da estrutura do quadro, foram utilizadas vigas de perfil quadrado que estavam direcionadas para sucata, porém em plenas condições de uso. Como base de sustentação da área útil desse dispositivo, foram utilizadas madeiras disponíveis na fábrica, sendo fixadas por meio de parafusos.

Vide na Figura 13 o desenho técnico do suporte fixo, destacando o local e atividade executada sobre ele no processo de montagem. Na Figura 14, vide o suporte já implantado.

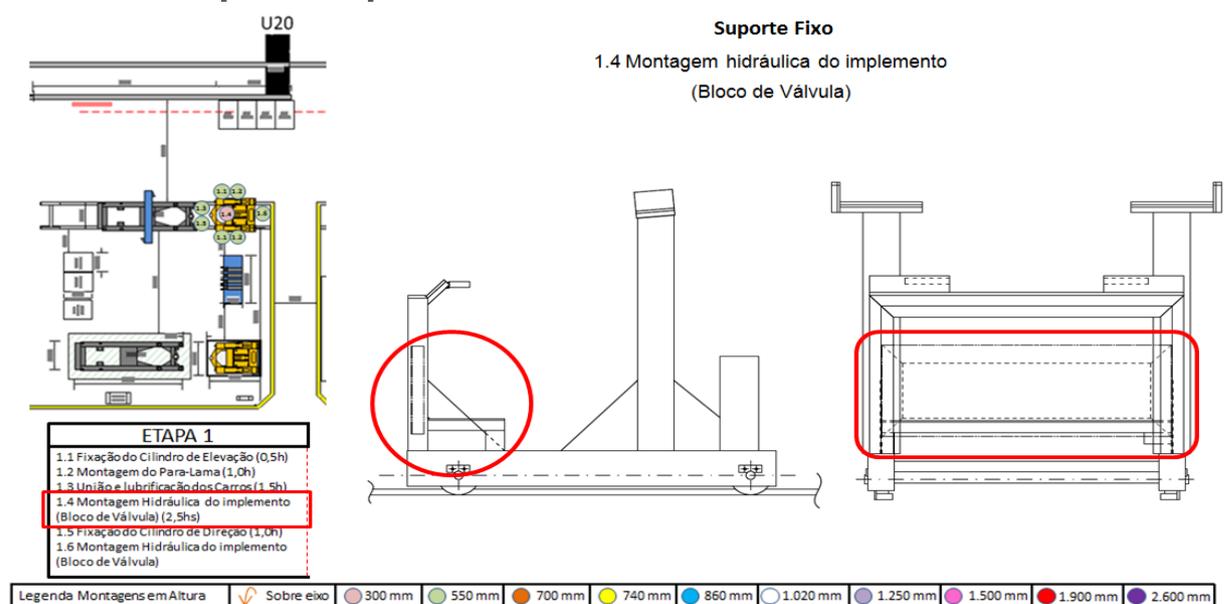


Figura 13 - Desenho técnico do suporte fixo



Figura 14 - Fotos do suporte fixo

O suporte fixo demonstrou ser de grande valia, mas notou-se evidente que o mesmo não poderia ser utilizado para todas as atividades em alturas baixas, e seria dispendioso, e talvez inatingível, criar um suporte fixo para cada ponto de altura específico em cada atividade de cada etapa. Sendo assim, viu-se que a melhor alternativa seria de adquirir suportes avulsos que deveriam ser mais seguros, mais eficientes e de fácil manuseio se comparado aos antigos.

Como suportes avulsos, foram adquiridos três itens: duas escadas em alumínio (750 mm e 2.500 mm) e uma banqueta de trabalho com rodízios. Inicialmente planejada apenas para a conclusão da montagem hidráulica do implemento (bloco de válvula), a primeira escada em alumínio, passou a ser a melhor opção também para as demais atividades executadas dessa, e de outras etapas, pelas quais não foram desenvolvidas soluções customizadas — como as plataformas, que serão abordadas no subcapítulo a seguir. Já a segunda, de altura máxima de 2.500 mm, será utilizada especificamente para a colocação e retirada dos olhais que suspendem a cabine. Essas escadas se mostraram leves, de fácil mobilidade e mais versáteis nas ações dos colaboradores.

Quanto à banqueta de trabalho, essa substituiu o caixote, nas atividades onde os operadores necessitavam realizar uma tarefa abaixo do equipamento, sentados sobre o mesmo. Essa banqueta proporciona maior agilidade na locomoção pela linha em curtas distâncias, devido aos seus rodízios, além de fornecer condições de postura mais adequada. Em muitos casos, bancadas e assentos de trabalho fazem com que o trabalhador use posturas inadequadas que, se mantidas por um longo prazo, podem vir a provocar fortes dores localizadas no mesmo, em um conjunto de músculos solicitados (IIDA, 1997); e ainda, possui uma bandeja inferior para descansar ferramentas e elementos de fixação a serem utilizados naquela específica

operação, tornando assim o acesso mais prático e versátil a esses elementos. Os suportes avulsos podem ser conferidos na Figura 15.



Figura 15 - Suportes avulsos

### 6.3 Plataformas para trabalho em altura

Esta etapa contempla o projeto inicialmente pensado pela empresa, no que consiste em criar um suporte móvel e funcional para atividades executadas em alturas com risco de quedas. Tal suporte teria que abranger elementos que caracterizariam a praticidade, a funcionalidade, em virtude do processo como um todo; além da ergonomia, supressão de EPI's específicos para trabalho em altura, pois elas deveriam caracterizar-se como EPC's, e principalmente, atendendo a NR-35. Outra restrição sugerida por parte da empresa: desenvolver uma solução que tenha a limitação dos movimentos apenas naquela região onde seria utilizada, para que não houvesse o risco de serem transportadas a outras etapas. Então, frente a essas solicitações, foram desenvolvidas duas plataformas móveis — uma em cada lado do equipamento — com pontos de ancoragem, guarda corpo e sendo movimentadas sobre trilhos.

Essas plataformas foram projetadas buscando eliminar o risco de queda e para atender a ambas as linhas de pás carregadeiras, ficando em uma posição ortogonal à linha de produção, sobre trilhos específicos para condicionar ao colaborador o mínimo de esforço em seu manuseio. Além de ficarem localizadas de maneira a encostar-se à máquina a ser montada,

eliminando possíveis vãos que, se manuseada corretamente, impedem o trabalhador de atingir um local onde existe o risco potencial de queda.

A premissa para a elaboração da plataforma fora toda fundamentada na NR-35, neste caso, voltada para a Análise de Risco. A NR-35, em seu item 35.4.5 (2016, p.768) determina que todo trabalho em altura deve ser precedido pela Análise de Risco, considerando:

O local em que os serviços serão executados e seu entorno; o isolamento e a sinalização no entorno da área de trabalho; o estabelecimento dos sistemas e pontos de ancoragem; as condições meteorológicas adversas; a seleção, inspeção, forma de utilização e limitação de uso dos sistemas de proteção coletiva e individual, atendendo às normas técnicas vigentes, às orientações dos fabricantes e aos princípios da redução do impacto e dos fatores de queda; o risco de queda de materiais e ferramentas; os trabalhos simultâneos que apresentem riscos específicos;

A disposição do ferramental utilizado para a montagem e a localização das plataformas, em vigor das atividades em altura separadas por etapas, fora uma preocupação recorrente para atender as expectativas ergonômicas. Para Abrahão (2000, p.51), “a relação entre o sujeito e o objeto tem como mediador os artefatos que podem ser instrumentais utilizados no processo de transformação, sejam eles, materiais ou intelectuais”, traduzindo desta forma, não apenas a pré-disposição de materiais, mas também o preparo do colaborador para desenvolver a tarefa adequadamente de acordo com os novos instrumentos implementados. O processo de criação das plataformas pode ser conferido na Figura 16.



Figura 16 - Processo de criação das plataformas das linhas de pás carregadeiras

A plataforma já implementada pode ser conferida na Figura 17, destacada em vermelho.



Figura 17 - Plataforma Implementada na linha de produção das pás carregadeiras

Durante o processo de desenvolvimento do projeto, empecilhos e barreiras foram surgindo, e algumas alterações tiveram que ser introduzidas para que surtisse um efeito positivo no processo, uma vez que as plataformas, à primeira vista dos colaboradores, seriam mais alguns equipamentos que surtiria um desprendimento de energia desnecessária. Em virtude disso, separaram-se a implementação da adequação à norma, em estágios onde obtínhamos respostas após alguns usos práticos daqueles que iriam lidar com as plataformas todos os dias. Para Caten e Ribeiro (1996), em estudos de otimização, é muito atrativa a realização de experimentos em estágios, consentindo mover os traços de investigação de estágio para estágio. Todavia, em caso de altos custos de preparação em cada estágio, pode vir a ser mais promissor um experimento executado uma única vez. Neste estudo, utilizou-se do primeiro caso, em virtude do tempo disponível e do baixo custo de experimento.

Todas as mudanças feitas durante os processos de desenvolvimento foram atreladas aos colaboradores, que, até a etapa final, apontaram tais pontos de melhoria:

- Movimentação com mais fluidez das plataformas sobre seus trilhos;
- Degraus de acesso antiderrapantes;
- Painel intuitivo para ferramentas a serem utilizadas nas atividades;
- Trilhos da plataforma que não atrapalhassem o tráfego de materiais e equipamentos na linha de produção;
- Superfície antiderrapante da plataforma para trabalho;
- Sistema de trava para que a plataforma não se movimentasse enquanto o operador estivesse sobre a mesma, exercendo suas atividades;

- Sistema de identificação do posicionamento do equipamento na linha de montagem, de modo a se posicionarem no local correto para execução das atividades sobre a plataforma.

Com o empenho de todos os envolvidos, cada situação foi pautada e resolvida utilizando todos os métodos práticos e teóricos, mas principalmente através do *Braintorming*, que segundo Roldan et. al (2009), os resultados tendem a ser mais amplos, completos e cobertos de opções quando se busca a solução em conjunto, com várias pessoas focadas. Assim, fora possível consolidar o uso das duas plataformas nas atividades descritas na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Atividades executadas nas plataformas

Maquina	Atividades	Horas empregadas
PC 1	Fixar e torquear o radiador	1 h
	Realizar a hidráulica do tanque hidráulica, radiador e motor	5 h
	Montar os componentes de admissão, arrefecimento, treliça, chapa e escape do motor	5 h
	Acabamento do motor e compressor do ar-condicionado	0,5 h
PC 2	Fixar e torquear o radiador /tanque hidráulico	3 h
	Realizar a hidráulica do tanque hidráulica, radiador e motor	5 h
	Montar os componentes de admissão e arrefecimento	3 h
	Montar o alarme de translação	¼ h
PC 3	Montar a hidráulica do motor, bomba de trabalho e translação	8 h
	Fixar e montar a hidráulica do tanque hidráulico	5 h
	Fixar o radiador	2 h
	Montar o alarme de translação	¼ h
Total de horas trabalhadas sobre as plataformas		38 h e 10 min

#### 6.4 Redefinindo a linha de produção

Durante as análises do processo de montagem das pás carregadeiras, avaliou-se, além das atividades em altura mínima, de sete a dez pontos de risco com trabalho em uma altura considerável que permeiam a NR-35 - mesmo que ainda não ultrapassando os dois metros que norteiam a norma - e duas atividades que vigoram dentro da mesma. Sendo importante destacar o teor de termos abrangentes e generalistas da norma, pois a mesma não se prende a um tipo de trabalho em altura específico, e aborda aos mais variados tipos de atividades que expõem, em determinado momento, o trabalhador ao risco de queda em altura. Segundo Costella (2008, p.76), “Em relação ao princípio da ER de aprendizagem, a percepção do quanto o trabalho real está próximo do prescrito depende da avaliação (princípio de consciência) dos trabalhadores, supervisores e gerentes envolvidos.” Por isso houve consenso geral a respeito das prioridades do que se referia a trabalho em altura.

Com a ideia de separar os processos das etapas de acordo com a necessidade do trabalho em altura a ser executado e com os suportes sendo experimentados, surgiu uma oportunidade única e de grande impacto para as linhas em questão que foi exponencialmente se intensificando, à medida que os estudos iam avançando: a unificação de ambas as linhas de pás carregadeiras. Isso foi proposto pelo grupo à empresa tendo em vista os aspectos referentes a este estudo, como o uso dos suportes e plataformas visualizados para atender as normas de segurança quanto ao trabalho em altura, seriam atendidos plenamente para todas as máquinas, e em contrapartida, a gerência mostrou-se entusiasmada com a ideia e acatou a proposta e sua viabilidade, principalmente após identificarmos outras viabilidades, agora do ponto de vista estratégico, como ao arranjo físico das operações produtivas, o *layout* da planta sendo favorecido por reduzir a área produtiva em apenas uma linha e ainda aos benefícios das relações especiais e sensitivas no tocante à redução na distância total de movimentação dos trabalhadores, aproximando locais de trabalho com amplas relações de afinidade, diminuindo deslocamentos supérfluos e formando equipes de trabalho capazes de atuarem em qualquer porte de pás carregadeiras.

Segundo Trein et al. (2001), o *layout* tem uma extrema relevância em relação à linha de produção e ao processo produtivo, de forma que, se bem planejado com análises e dimensionamentos apurados, ele pode aumentar a flexibilidade e a incursão positiva da produção.

Com viés da empresa, as linhas foram novamente estudadas e planejadas com o intuito de estarem aprimoradas e atreladas quanto às tarefas executadas nas montagens de cada máquina. Segundo Aguiar, Peinado e Graeml (2007, p.2), “O balanceamento de uma linha de produção consiste na atribuição de tarefas às diversas estações de trabalho de forma que todas elas demandem aproximadamente o mesmo tempo para execução das tarefas designadas”.

Pequenas, mas significativas, mudanças foram feitas no posicionamento de ferramentas e atividade por etapas, o mesmo pode ser notado ao se comparar as figuras que representam o mapa das linhas de produção de ambas as pás carregadeiras com o mapa da unificação apresentado abaixo com a Figura 18.

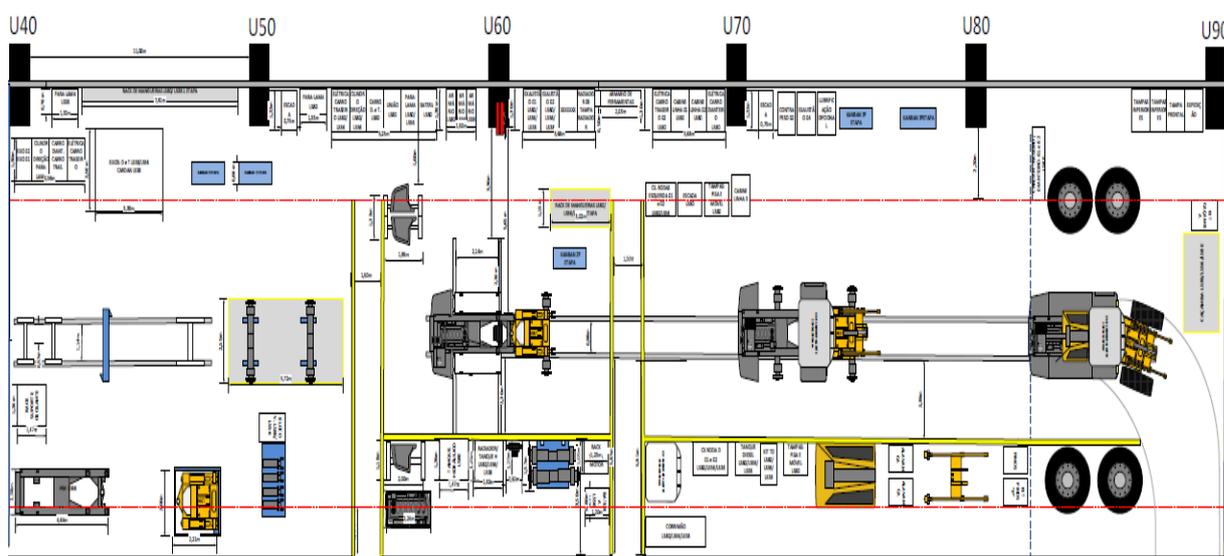


Figura 18 - *Layout* das linhas de pás carregadeiras unificadas (PC1, PC2 e PC3)

Com as linhas unificadas, as atividades executadas em altura, foram separadas por etapas. As atividades da 1ª etapa, executadas em altura com riscos mínimos, sendo auxiliadas pelo suporte fixo e o suporte móvel, exposto anteriormente no capítulo 6.2. As atividades executadas na 2ª etapa constituiu-se em desenvolver uma estrutura de suporte para as atividades executadas em uma altura considerável: duas plataformas conforme mencionado no capítulo 6.3.

Na 3ª etapa, foram tomadas duas medidas: para as atividades realizadas sobre a máquina, foi onde talvez pudesse ter tido o maior ganho para a empresa pois, não foi necessário desenvolver um novo suporte para que se fosse possível atender à norma, mas foi simplesmente alterada a sequência de montagem, de modo a reposicionar a montagem dos para-lamas e

guarda-corpos, próprios da máquina, e em seguida as demais atividades poderiam ser executadas com segurança, pois já estaria amparado de acessórios que lhe permitia essa área segura de trabalho.

A outra medida foi a aquisição de uma escada de 2.500 mm, leve para transporte e com guarda-corpos, para as atividades acima do especificado na norma, que são as etapas de montagem da cabine. E por fim, na 4ª etapa, onde antes havia a maior concentração das atividades em altura e maiores riscos de acidentes por quedas de alturas elevadas, foi possível deixar sem nenhuma operação em altura: todas feitas sobre o solo, pois àquelas anteriormente executadas nessa etapa, foram distribuídas nas etapas anteriores.

## **7 AÇÕES IMPLEMENTADAS – LINHA ESCAVADEIRAS**

### **7.1 Escada acoplada ao cavalete para trabalho em altura**

Nesse processo, a maior preocupação no que diz respeito às atividades executadas em altura, eram as atividades envolvidas na unificação dos implementos, onde os colaboradores usavam uma escada em situações críticas de uso e sem nenhum anteparo no ponto mais alto, além do precário sistema de ação para a chamada pinagem dos elementos. A altura a ser executada em parte dessas atividades também requiritava a NR-35.

Embora o processo fosse mais preocupante devido à pinagem, a solução neste caso fora desenvolvida mais rapidamente, isso porque não fora trabalhado em buscar alterar a sequência de atividades por etapas, mas sim com uma única ação quanto à altura e uma única ação quanto às problemáticas no que tangia a ergonomia. Para a primeira adversidade, fora projetada uma escada fixa anexa ao cavalete, onde a mesma visava atender as normas buscando mais praticidade e segurança aos colaboradores.

Para a confecção dessa escada, foram utilizados materiais reaproveitáveis da empresa, como as vigas de perfil “U”, tubos, chapas e madeiras, todos que normalmente seriam destinados à sucata, mas que estavam em plenas condições de uso.

Veja na Figura 19 a evolução do processo de criação da plataforma.



Figura 19 - Processo de criação da plataforma das escavadeiras

## 7.2 Dispositivo para pinagem

Embora a empresa em questão seja conservadora em determinadas áreas do desenvolvimento do seu produto, o processo de pinagem era penoso, perigoso e rústico, defrontando-se com preceitos básicos da ergonomia. Buscando adaptações positivas, para situações convencionais a um âmbito de trabalho atrelado à qualidade de vida, Abraão (2000, p.50), acredita que “as contribuições da ergonomia, na introdução de melhorias nas situações de trabalho, se dão pela via da ação ergonômica que busca compreender as atividades dos indivíduos em diferentes situações de trabalho com vistas à sua transformação.”

No processo, como fora descrito no capítulo 4.4, os colaboradores utilizavam uma marreta de 15 kg para inserir um pino na união dos implementos, isso sobre condições de equilíbrio equivocadas e perigosas. Embora para Kulkamp e Silva (2014), venha em primeiro lugar a conscientização do trabalhador como o melhor artifício de prevenção, ele também acredita que a empresa deve buscar desenvolver, de maneira a “praticar”, assegurando e prevenindo assim, o risco de quedas de pessoas, ferramentas e ou materiais, as análises de risco

das atividades exercidas de acordo com a determinação da NR-35. (KULKAMP e SILVA, 2014).

A escada acoplada ao cavalete já era em si um grande subsídio que ajudaria, de forma significativa, os colaboradores durante a ação de pinagem, mas devido ao excessivo esforço físico dado pelo manuseio da marreta, que persistia representar maior parte da atividade, fora desenvolvida uma nova ferramenta a ser utilizada que substituiu a utilização da marreta. Essa ferramenta trata-se simplesmente de um aço de perfil redondo e maciço, com um olhal soldado e alças fixadas. Para o manuseio, operador suspende essa ferramenta utilizando uma talha fixando seu gancho nesse olhal, então ele posiciona na direção do pino a ser fixado e, segurando nas alças, executa os golpes contra esse pino, descrevendo um suave movimento parabólico, similar à de um pendulo, até que esse pino esteja totalmente fixado. Essa solução apresentou ser de demasiada conviência, uma vez que o colaborador também passou a ter ajuda de uma talha para içar o novo equipamento, que também o ajudava a ter propulsão no golpe na hora de bater sobre o pino. Isso pode ser visto na Figura 20 a seguir:



Figura 20 - Dispositivo para pinagem

## 8 RESULTADOS

O atendimento a NR-35, que era o principal foco do projeto, abriu uma nova perspectiva quanto a uma real necessidade de mudança que com técnicas, habilidades e experiências práticas, eram capazes de otimizar o processo, criando assim uma melhoria mais consistente e de maior durabilidade. A resistência por parte dos colaboradores quanto às novas formas de

trabalho, e tudo o mais que envolveria mudanças em suas rotinas funcionais, já fundamentada por anos de serviços concisos, foi o principal obstáculo a ser superado. Mas com o apoio da equipe estratégica e operacional, os colaboradores passaram a entender, em seu devido tempo, a necessidade de mudanças que visavam uma melhoria na ergonomia e na disposição de equipamentos, com o intuito de proteção do bem mais valioso da empresa: o capital humano, sob respaldado das normas regulamentadoras.

Para atender as necessidades da empresa, surgiu a proposta de reanalisar os processos de acordo com a necessidade do trabalho em altura a ser executado, separando assim as atividades executadas em alturas mínimas das desenvolvidas em altura máxima, quando possível. Após análise, verificou-se que para a linha de escavadeiras, isso não seria possível. Já para linha de pás carregadeiras, fora possível alterar parte do *layout*, favorecendo a concentração dos trabalhos de risco em apenas duas das quatro etapas. Para as operações, de ambas as linhas, onde necessário fosse o desenvolvimento de projetos de soluções customizadas, optou-se pela empresa que fosse priorizado o reaproveitamento de materiais de refugo da produção, porém em plenas condições de uso, e foi disponibilizada uma mão de obra restrita no que tange à produção dessas soluções, isso devido à política da empresa não contemplar grandes investimentos financeiros para situações similares. Então, bastava adequar as atividades em altura às novas ferramentas, fazendo com que surgissem os suportes fixo e móvel. O primeiro fora embutido nos cavaletes de transporte da máquina a ser montada, sendo parte integrante do processo, enquanto que o segundo fora adquirido de material leve para o fácil manuseio e que seria utilizado na primeira e terceira etapa.

Para áreas mais altas, foram criadas plataformas de elevação, que se instalaram na segunda etapa, de modo a se moverem sobre trilhos e alocadas em ambos os lados da máquina, que permitiram fácil e seguro acesso a qualquer atividade a ser executada em altura.

Percebeu-se que em muitas operações, eram utilizadas algumas partes das máquinas para subir e fazer o trabalho, pois os suportes de elevação ou não se encontravam de fácil acesso ou não estavam disponíveis. Essa era uma situação de risco, pois muitas das partes das máquinas não foram elaboradas para esse fim. Para tal, foi tomada a medida de elaborar dispositivos que já fossem fixos nas posições de trabalho, dentre eles: plataformas, suporte fixo no cavalete de montagem do carro dianteiro e escada para pinagem das escavadeiras; quando não possível, foi realizada a compra de um suporte por etapa (escadas, por exemplo), onde foi verificado que as mesmas não representavam um alto investimento para a empresa, sendo possível tal aquisição,

principalmente se analisando o custo para a empresa caso o operador venha a se acidentiar, tendo de se afastar.

No caso da implantação das plataformas para a montagem das pás carregadeiras, o resultado fora considerado promissor, pois foi possível transformar situações de trabalho conflitantes com a segurança em procedimentos simples e sem perigo iminente, melhorando situações que ocorriam contra conceitos de ergonomia; o que pode ser resumido e melhor explanado por meio das Figuras 21 e 22 a seguir:



Figura 21 - Atividade sendo executada antes da implantação das plataformas



Figura 22 - Atividade sendo executada após implantação das plataformas (protótipo)

Ainda para a linha de pás carregadeiras, foi implementada a utilização de uma escada de 2.500 mm para que os montadores pudessem fixar e soltar o gancho da talha nos olhais das

cabines, de modo seguro e ergonomicamente correto. Essa escada, de material leve, permite ao montador transportar ao local desejado de modo prático e rápido, devido ao sistema de guarda-corpos e a altura ser ideal para todos os modelos. Vide a sequência de Figuras 23, 24, 25 e 26, como era antes realizado e como passou a ser, após a implementação dessa escada:



Figura 23 - Montagem da cabine (fixação de ganchos) – antes da implementação



Figura 24 - Montagem da cabine (fixação de ganchos) – após implementação



Figura 25 - Montagem da cabine (retirada de ganchos) – antes da implementação

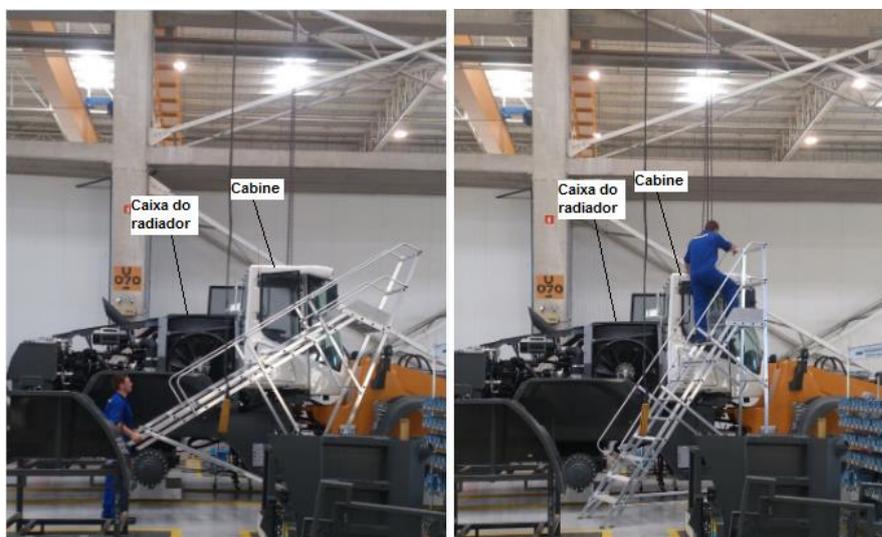


Figura 26 - Montagem da cabine (retirada de ganchos) – após implementação

Quanto ao desenvolvimento da escada acoplada ao cavalete para a união dos implementos no processo de montagem das escavadeiras, o maior foco fora criar um dispositivo que auxiliasse os colaboradores não apenas no que tange o trabalho em altura, mas propiciar também uma melhor condição para execução da atividade de pinagem dos elementos. Portanto,

neste caso, a plataforma não poderia ser móvel, mas sim com bases fixas, a fim de evitar qualquer oscilação quando houvesse emprego de movimentação variada e força bruta por parte dos colaboradores. Além disso, a escada atendeu de maneira satisfatória às exigências da segurança do trabalho, o novo sistema de pinagem também fora muito bem aceito e adequado ao cotidiano dos colaboradores, pois passou a ser ergonomicamente satisfatório, como pode ser visto nas Figuras 27 e 28, que mostram o antes e o depois da implantação das melhorias:



Figura 27 - Atividade executada antes da implantação da escada acoplada ao cavalete



Figura 28 - Atividade executada após a implantação da escada acoplada ao cavalete

Com estes quatro novos elementos e a melhoria na disposição dos equipamentos e o fornecimento de condições mais segura no trabalho, hábitos foram alterados na rotina dos montadores, fazendo com que os resultados fossem considerados promissores pela empresa e

gerando respaldos positivos, mas também salientando-se a necessidade de se criar um plano manutenção preventiva e melhoria contínua dessas inovações implementadas.

E ainda assim, após todos os objetivos atingidos e considerável aceitação adquirida por meio dos gestores e demais colaboradores da empresa, obteve-se como surpreendente e inesperado resultado, a percepção de mudança de comportamento e consciência por parte dos montadores após a realização deste projeto. Isso foi observado pois, em diversas situações em que o grupo esteve presente nas proximidades das linhas estudadas, alguns desses montadores que já haviam sido envolvidos no processo de desenvolvimento desse estudo, se manifestaram de modo a identificarem outras situações potenciais de riscos que foram incluídas neste presente trabalho, e que não haviam sido visualizadas pelo grupo anteriormente como: o processo fixação de ganchos para transporte via ponte rolante, partindo do suporte para preparação até a linha de montagem sobre o carro traseiro.

## **9 CONCLUSÕES**

Percebeu-se notável melhoria nas condições de trabalho na empresa estudada, quanto a atender aos requisitos da NR-35, a otimização do processo e ainda em fornecer condições melhores de segurança e ergonomia, pois a disposição de máquinas, equipamentos e ferramentas passou a ser muito mais dinâmica e intuitiva, eliminando ao máximo a responsabilidade do colaborador nesses quesitos. Isso ocorreu, devido à priorização do desenvolvimento de EPC's ao invés de EPI's, uma vez que, com o desenvolvimento desses EPC's, fora possível conseguir uma área de trabalho que resultasse em ganhos na segurança, na saúde e inclusive em produtividade.

Um benefício verificado em relação aos colaboradores foi uma mudança de conduta dos mesmos perante às normas de segurança. A princípio, notou-se uma postura um tanto conservadora, pois alegavam estarem acostumados e adaptados às condições de trabalho e que tais mudanças não seriam necessárias, haja vista que não haviam registros de acidentes nessas atividades. Ao longo do desenvolvimento do presente projeto, esses colaboradores foram convidados a participar de forma ativa, indicando algumas situações potenciais de acidentes e até sugerindo soluções, além de serem envolvidos constantemente no processo de validação de algum projeto desenvolvido por membros do grupo.

Com isso, percebeu-se que esses colaboradores passaram a se envolverem cada vez mais no projeto, alguns dizendo que se sentiam parte ativa da mudança, como de fato foram, e então, se tornaram essenciais para o sucesso do atual desenvolvimento. Como outras consequências, percebeu-se uma adesão mais facilitada desses colaboradores às soluções implementadas e foi percebida uma nova visão dos mesmos no que diz respeito aos assuntos de segurança, uma vez que, depois de concluídos os trabalhos propostos a esse grupo, foram relatados casos onde os colaboradores estiveram sugerindo, e até por vezes cobrando, a supervisão e o setor de Segurança do Trabalho, para que providenciassem outras novas melhorias observadas por eles, a fim de alcançarem condições mais seguras para suas atividades como as que foram alcançadas neste trabalho.

Por parte da empresa envolvida no estudo, o respaldo fora gratificante, sendo que a mesma se mostrou sempre solícita em apoiar o projeto e manifestou sua satisfação quanto aos resultados atingidos, em virtude do retorno positivo dos colaboradores à adaptação de um novo equipamento, não demonstrando queda no fluxo de produção e atendendo às normas de segurança estabelecidas. Fomentando, portanto, o assunto segurança em todos os níveis hierárquicos da organização.

Estimulados a atender uma norma, o projeto, que teve como foco inicial a segurança de trabalhos executados em altura, também contribuiu com a produtividade e ergonomia, comprovando que a busca por uma melhoria contínua não pode parar, independente do que se busca resolver, sempre pode haver algo a mais a ser feito.

Vale salientar ainda o resultado satisfatório obtido através de um investimento financeiro relativamente baixo, dentro dos padrões usuais da empresa, devido à prioridade dada pela mesma em reutilizar os materiais que até então estavam destinados à sucata, mas em plenas condições de uso. E ainda, houve situações onde, em uma simples mudança na sequência de montagem, fora possível atender à norma, fazendo com que a empresa não precisasse investir nenhum valor monetário adicional.

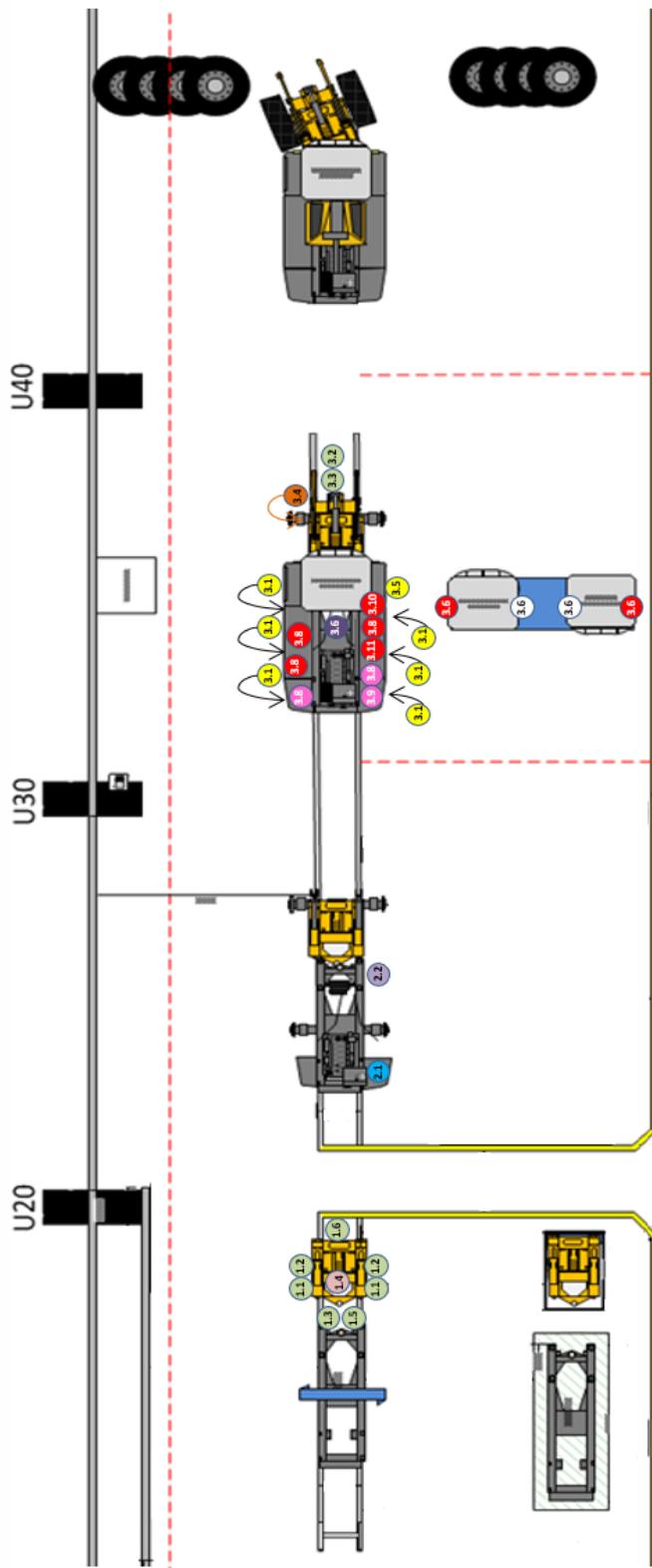
Por fim, o projeto possibilitou o advento de novas melhorias à empresa, não somente nos bens tangíveis entregues de comprovado sucesso, mas também se abriram novas perspectivas no âmbito comportamental, cultural e na forma de fazer projetos, possibilitando que a empresa visualizasse outros potenciais a serem desenvolvidos num futuro próximo e nos mesmos moldes.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. I. **Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho**: uma abordagem da ergonomia. *Psicologia: teoria e pesquisa*, v. 16, n. 1, p. 49-54, 2000.
- AGUIAR, G. F.; PEINADO, J; GRAEML, A. R. **Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção**: O estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia. In: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. 2007.
- CATEN, C. S.; ten; RIBEIRO, J. L. D. **Etapas na otimização experimental de produtos e processos**: discussão e estudo de caso. *Production*, v. 6, n. 1, p. 45-64, 1996.
- COSTELLA, M. F. **Método de avaliação de sistemas de gestão de segurança e saúde no trabalho (MASSST) com enfoque na Engenharia de Resiliência**. 2008.
- IIDA, I. **Ergonomia**: Projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- KATO, R. M.; SERRA, SMB. **Execução de Pré-Moldados de Concreto Considerando Aspectos da Segurança e Saúde do Trabalho (SST) Segundo a Engenharia de Resiliência (ER)**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 14, 2012.
- KULKAMP, I. C.; SILVA, Edson Luiz. **Segurança no Trabalho em Altura na Montagem de Estruturas Pré-moldadas – Estudo de Caso**. Artigo submetido ao Curso de Engenharia Civil da UNESC - como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Civil, 2014. p. 1-8.
- MOLISANI, D. O. **Implantação do sistema kanban para elementos de fixação em máquinas de movimentação de terra**. 2015.
- NORMA REGULAMENTADORA 35 – NR 35. **Segurança e saúde no trabalho em altura**. Manual de legislação Atlas - Segurança e Medicina do Trabalho. 71ª ed. São Paulo: Atlas, 2013. p.768-772.
- QUINQUIOLO, J M. **Avaliação da eficácia de um sistema de gerenciamento para melhorias implantado na área de carroceria de uma linha de produção automotiva**. Taubaté/SP: Universidade de Taubaté, 2002.
- ROLDAN, B.; WAGNER, L. **Brainstorming em Prol da Produtividade**: um estudo de caso em três empresas de Varginha-MG. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica*, v. 1, n. 7, 2011.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**, 4a edição revisada e atualizada. 2005.
- TREIN, F. A.; AMARAL, F. G. **A aplicação de técnicas sistemáticas para a análise e melhoria de layout de processo na indústria de beneficiamento de couro**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 21, 2001.

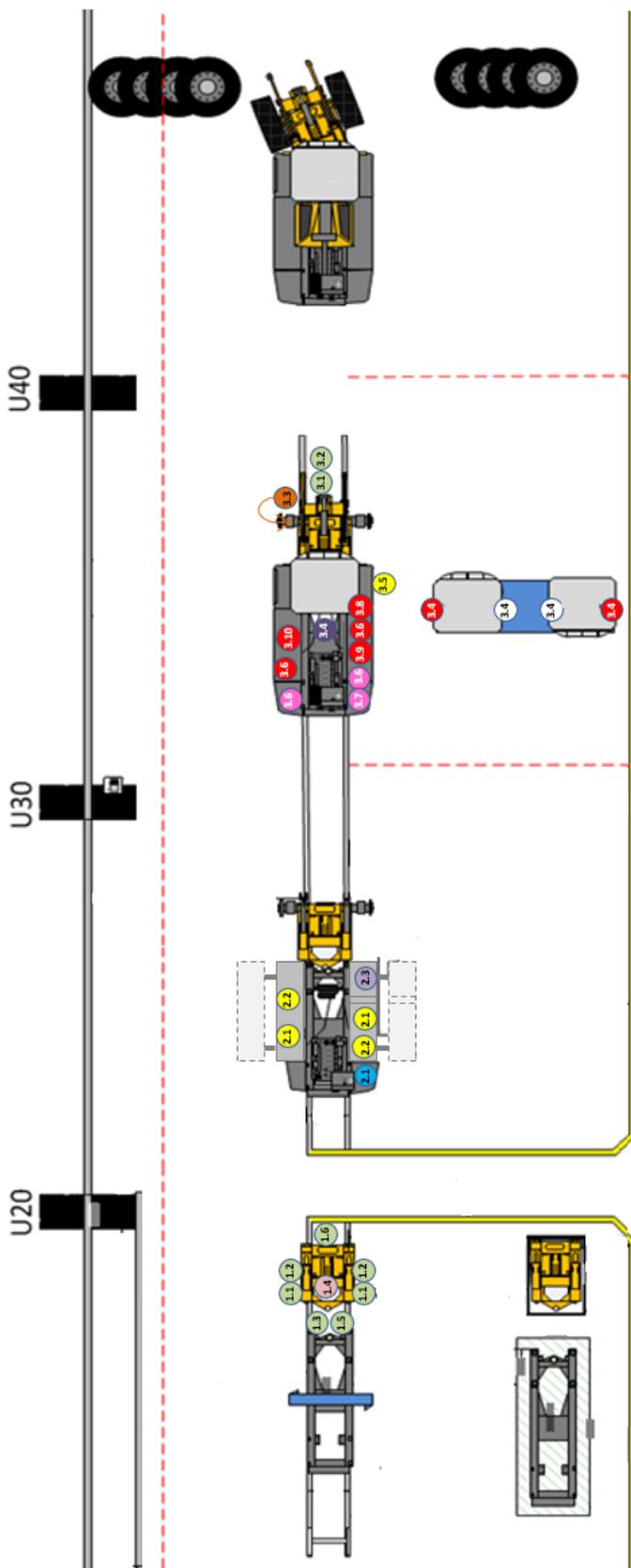
APÊNDICE

APÊNDICE A – LAYOUT ILUSTRATIVO DA PROPOSTA I



ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
1.1 Fixação do Cilindro de Elevação 1.2 Montagem do Para-Lama 1.3 União e lubrificação dos Carrros 1.4 Montagem Hidráulica do implemento (Bloco de Válvula) 1.5 Fixação do Cilindro de Direção 1.6 Montagem Hidráulica do implemento (Bloco de Válvula)	2.1 Montagem hidráulica do Radiador, Tanque Hidráulico, Motor 2.2 Fixação do Radiador	3.1 Montagem das Partes de Admissão, Arrefecimento e Escape do Motor 3.2 Fixação do Cilindro Basculante 3.3 Montagem do implemento "H" 3.4 Finalizar a montagem da Lubrificação Centralizada (Montagem das Mangueiras de Lubrificação dos Cilindros) - Fixação e montagem da Cabine e das Mangueiras do ar condicionado 3.5 Montagem da tampa do ar condicionado 3.6 Montagem e fixação da cabine 3.8 Montagem e Regulagem da carenagem traseira e pré-filtro e ponteira 3.9 Abastecimento do tanque hidráulico e sangramento da bomba 3.10 Abastecimento do radiador 3.11 Finalização da montagem hidráulica do radiador
Antes para-lama Sobre eixo	300 mm 550 mm 700 mm	740 mm 860 mm 1.020 mm 1.250 mm 1.500 mm 1.900 mm 2.600 mm
Legenda		

## APÊNDICE B - - LAYOUT ILUSTRATIVO DA PROPOSTA II



ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3
1.1 Fixação do Cilindro de Elevação 1.2 Montagem do Para-Lama 1.3 União e lubrificação dos Carros 1.4 Montagem Hidráulica do implemento (Bloco de Válvula) 1.5 Fixação do Cilindro de Direção 1.6 Montagem Hidráulica do implemento (Bloco de Válvula)	2.1 Montagem hidráulica do Radiador, Tanque Hidráulico, Motor e fixação da Ponteira 2.2 Montagem das Partes de Admissão, Arrefecimento e Escape do Motor 2.3 Fixação do Radiador	3.1 Fixação do Cilindro Basculante 3.2 Montagem do implemento "H" 3.3 Finalizar a montagem da Lubrificação Centralizada (Montagem das Mangueiras de Lubrificação dos Cilindros) - Fixação e montagem da Cabine e das Mangueiras do ar condicionado 3.4 Montagem e fixação da cabine 3.5 Montagem da tampa do ar condicionado 3.6 Montagem e Regulagem da carenagem traseira e pré-filtro 3.7 Abastecimento do tanque hidráulico e sangramento da bomba 3.8 Abastecimento do radiador 3.9 Montagem da chapa do capô 3.10 Finalização da montagem hidráulica do radiador
Legenda Montagens em Altura	Sobre eixo	
 300 mm	 550 mm	 740 mm
	 700 mm	 860 mm
		 1.020 mm
		 1.250 mm
		 1.500 mm
		 1.900 mm
		 2.600 mm

Autorizamos cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica dos autores. Autorizamos também a divulgação do arquivo no formato PDF no banco de monografias da Biblioteca institucional.

Rafael Vinícius de Paula Azevedo

Rafael de Castro Nogueira

Fernando Cardoso Yasui

Pindamonhangaba, dezembro de 2016.