



Roberto Ricardo Schuster

**PROPOSTA PARA OTIMIZAÇÃO DAS MOVIMENTAÇÕES
DE COMPONENTES EM UMA LINHA DE MONTAGEM**

Horizontina

2015

Roberto Ricardo Schuster

**PROPOSTA PARA OTIMIZAÇÃO DAS MOVIMENTAÇÕES
DE COMPONENTES EM UMA LINHA DE MONTAGEM**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Prof. Sirnei Cesar Kach, Me.

Horizontina

2015

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Proposta para Otimização das Movimentações de Componentes em uma
Linha de Montagem”**

Elaborada por:

Roberto Ricardo Schuster

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

**Aprovado em: 05/11/2015
Pela Comissão Examinadora**

**Mestre. Sirnei Cesar Kach
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Mestre. Guilherme Beras
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Engenheiro. Alessandro Canssi
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Horizontalina
2015**

DEDICATÓRIA

À minha esposa Rosemére, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os familiares, amigos, colegas e professores, que contribuíram com a minha formação e que estiveram comigo nesse período acadêmico.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista.”

Aldo Novak

RESUMO

No cenário atual, as indústrias de todos os setores buscam estabelecer melhorias em seus processos produtivos, almejando principalmente, maiores lucros e crescimento sustentável. Há a necessidade incessante de atingir um melhor desempenho global, procurando obter uma vantagem competitiva. Neste sentido tem-se dado ênfase aos processos de movimentação interna, onde entende-se, abastecimento de linhas de montagem suportado por técnicas de manufatura enxuta. O objetivo do presente estudo é analisar a disposição dos itens da linha de montagem de motores em seus respectivos carros sequenciados, visando diminuir as movimentações relacionadas a posição de coleta e o efetivo posto de montagem destes componentes. A metodologia apresenta uma pesquisa-ação que foi realizada em uma empresa do segmento agrícola, localizada na região noroeste do Rio do Grande do Sul, na qual após a utilização de ferramentas e *software* de análise já existentes, foi possível elaborar uma proposta que proporciona uma redução na movimentação destes componentes de montagem. Como resultado, foi identificada a possibilidade de realocar os itens propiciando uma melhor distribuição, a criação de um fluxograma para inserção dos mesmos na linha de montagem e também uma ferramenta que permite antever casos que explicitem excesso de movimentações.

Palavras-chave: Manufatura enxuta, movimentações, melhorias.

ABSTRACT

In the present scenario, industries of all sectors seek to establish improvements in their production processes, targeting especially higher profits and sustainable growth. There is the incessant need to achieve a better global performance, seeking to get a competitive advantage. This way we have emphasized the internal handling processes, which means, assembly lines supply supported by lean manufacturing techniques. The goal is analyze the arrangement of items in the engine assembly line in their sequenced cars, in order to decrease the handling related to the collection position and the final mounting position of these components. The methodology presents an action research which was held in a company in the agricultural sector, located in the northwest of Rio do Grande do Sul, where after the use of tools and existing analysis *software*, it was possible to elaborate a proposal which provides a reduction in the handling of these mounting components. As a result, the possibility of relocating the items has been identified providing a better distribution and the creation of a flow chart for inserting them on the assembly line and also a tool that allows the prediction of cases which clearly explain excessive handling.

Keywords: Lean Manufacturing, motion, improvements.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Carro sequenciado	17
Figura 2 - Diagrama de espaguete	20
Figura 3 - Árvore do <i>CTQ</i>	21
Figura 4 – Compreendendo a função manufatura	23
Figura 5 – Delineamento da pesquisa	27
Figura 6 – Processo de endereçamento atual	31
Figura 7 – <i>Critical to Quality</i> – <i>CTQ</i>	32
Figura 8 – Quantidades de itens x distancia atual	33
Figura 10 – Quantidades de itens x distancia proposta	36
Figura 11 – Redução demonstrada em unidades monetárias	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTQ - Critical to Quality (Crítico para Qualidade)

DFT - Demand Flow Technology (Trabalho de Fluxo por Demanda)

ERP - Enterprise Resource Planning –(Sistema integrado de gestão)

RIP - Raw-In-Process (Almoxarifado)

SAP - Systems Applications and Products (Programa de Gerenciamento de Processos)

SOE - Sequence of Events (Sequência de Eventos de Montagem)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 PENSAMENTO ENXUTO	15
2.2 CARRO SEQUENCIADO	17
2.3 SEQUÊNCIA DE EVENTOS	18
2.4 SISTEMA <i>ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP/SAP)</i>	18
2.5 <i>RIP (RAW-IN-PROCESS)</i> ALMOXARIFADO	19
2.6 ARRANJO FÍSICO	19
2.7 DIAGRAMA DE ESPAGUETE	20
2.8 <i>CRITICAL TO QUALITY (CTQ)</i>	21
2.9 SETE DESPERDÍCIOS	22
3 METODOLOGIA	25
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS	25
3.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA	27
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	29
4.1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO	29
4.2 INFORMAÇÕES COLETADAS	30
4.2.1 Mapeamento do processo atual	30
4.2.2 Identificação das causas	31
4.3 ANÁLISE DOS TESTES REALIZADOS	33
4.3.1 Diagrama de Espaguete Atual	35
4.3.2 Diagrama de Espaguete Proposto	36
4.4 RESULTADOS FINAIS DA PESQUISA	36

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
APÊNDICE A – POSICIONAMENTO DOS CARROS SEQUENCIADOS E DISPOSIÇÃO DOS COMPONENTES NA LINHA DE MONTAGEM DE MOTORES	42
APÊNDICE B – RELAÇÃO DE COMPONENTES ANALISADOS	43
APÊNDICE C – FLUXO ATUAL SEM AS ALTERAÇÕES PROPOSTAS	44
APÊNDICE D – FLUXO COM AS ALTERAÇÕES PROPOSTAS	45

1 INTRODUÇÃO

A comunidade empresarial brasileira e, por que não dizer mundial, tem à frente grandes desafios e também grandes oportunidades. Neste sentido, há uma necessidade de atenção principalmente no que diz respeito à forma de aplicação de seus recursos com o intuito de otimizá-los. A busca por soluções de modo investigativo pode gerar uma excelente oportunidade de economia sem haver a necessidade de grandes investimentos.

O fato citado acima nos remete a busca por alternativas que não necessitem investimentos e sim uma atribuição de conhecimento maior aos *softwares* já existentes, buscando uma interligação de forma eficiente de todos os recursos disponíveis que os sistemas oferecem.

O tema deste trabalho é “Proposta para otimização das movimentações de componentes em uma linha de montagem”, realizada em uma empresa do ramo agrícola, localizada na região noroeste do Rio do Grande do Sul.

Este trabalho aborda a forma como são endereçados os carros sequenciados na linha de montagem de motores, estabelecendo uma relação entre o posicionamento do carro sequenciado no *layout* e seu efetivo ponto de uso, distribuído entre os seis postos de montagem e dois de pré montagem, desta forma, buscando alternativas para estabelecer uma proposta de método coerente e que possa ser benéfica ao processo de montagem.

Para a realização deste estudo, utiliza-se como metodologia uma pesquisa-ação, que consiste em um método de produção de conhecimento aliado a prática, com a modificação de uma realidade.

Inicialmente realizou-se uma investigação mapeando a disposição dos carros de abastecimento, compostos por 297 itens com pagamento sequenciado na linha de montagem de motores. Através de um relatório emitido pelo *software* de gerenciamento de processos *Systems Applications and Products (SAP)*.

De posse da informação dos componentes que estão em cada carro sequenciado, foi também atribuída a informação do real ponto de consumo do componente extraída da *Sequence of Events (SOE)*. Dando continuidade, foi realizada uma medição utilizando o *software Autocad*, definindo assim a que distância o carro sequenciado está do real ponto de consumo. Após esta coleta e manipulação dos dados em uma planilha de *excel* foi possível observar as distâncias

percorridas para coletar os itens em relação ao ponto de consumo na linha de montagem de motores. Em seguida a análise destes dados, foi realizada uma pesquisa-ação tendo como foco principal encontrar alternativas que permitam uma diminuição de deslocamento dos operadores melhorando assim o fluxo de produção.

Diante disso, definiu-se o seguinte problema de pesquisa: “Uma proposta para otimização das movimentações de componentes em uma linha de montagem de motores, contribuirá para reduzir atividades que não agregam valor ao processo?”

Assim, este trabalho propõe melhorias para o processo produtivo de montagem de motores, com a adoção de ferramentas e conceitos de manufatura enxuta, contribuindo para que a empresa mantenha seus níveis de competitividade nos mercados atuais e futuros.

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente estudo se justifica por constituir uma possibilidade de contribuir com a empresa estudada no que se refere a uma análise da disposição dos itens em uma linha de montagem. Propiciando desta forma uma melhor distribuição dos mesmos, reduzindo as perdas com movimentações através da unificação de informações.

Em certas etapas do planejamento do processo, cabe uma revisão, principalmente quando produtos novos são lançados, permitindo-se conhecer mais a área em questão de forma a construir um processo de endereçamento robusto. Em determinadas situações de atividades relacionadas a ambientes fabris, até mesmo as mais modernas ferramentas virtuais, citando o *Autocad* e *Visio*, se rendem a atividade desenvolvida na prática.

Diante disso, o estudo contribui aos envolvidos por parte da empresa e universo acadêmico à acrescentar conhecimentos sobre as oportunidades que podem ser aperfeiçoadas dentro desta, trazendo à tona um estudo que permita o conhecimento e faça uma conexão que proporcione ganhos ampliando assim o diferencial competitivo da organização.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é descrever e analisar o processo de movimentações dos componentes em uma linha de montagem de motores de uma indústria do segmento agrícola do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

Com o intuito de atender o objetivo geral desta que é uma proposta para analisar a disposição dos itens da linha de montagem de motores em seus respectivos carros sequenciados, visando diminuir as movimentações relacionadas a posição de coleta e o efetivo posto de montagem destes componentes apresenta-se os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar um fluxograma evidenciando o processo atual, contribuindo para o entendimento do endereçamento dos componentes na linha de montagem de motores;
- Criar uma planilha utilizando dados de ferramentas de análise já disponíveis, tais como *SAP*, *Excel*, *Autocad*, *SOE*, estabelecendo a distância do carro sequenciado até o ponto uso;
- Apresentar uma proposta que possibilite estabelecer um endereçamento adequado aos componentes provenientes de carros sequenciados dispostos na linha de montagem de motores.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Com o objetivo de identificar as questões centrais relativas ao tema do projeto, a revisão da literatura torna-se importante para o delineamento e encaminhamento do trabalho.

A revisão da literatura estabelece um importante passo na construção deste trabalho, sendo por seu intermédio possível munir-se da abordagem dos conceitos-base, de forma a compor o assunto principal: a otimização das movimentações e seus impactos na produtividade.

Primeiramente serão tratadas considerações acerca de produtividade, em seguida as ferramentas e processos utilizadas para constituir a distribuição logística de seus itens. Apresenta também teorias relacionadas a manufatura enxuta, carro sequenciado, sete desperdícios, diagrama de espaguete, sequência de eventos, *raw in process*, *SAP*, arranjo físico, *Critical to Quality*.

2.1 PENSAMENTO ENXUTO

Segundo Womack e Jones (2004), o pensamento enxuto é uma forma de explicitar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. O pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, ou seja, menos esforço humano, equipamento, tempo e espaço, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam. Sendo assim, a base do pensamento enxuto é localizar e eliminar os desperdícios, sendo eles tudo o que não agrega valor ao cliente.

Consoante Shingo (1996), toda produção, executada tanto na fábrica como no escritório, deve ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. Processos transformam matéria-prima em produtos. Operações são ações que executam essas transformações. Esses conceitos fundamentais e sua relação devem ser entendidos para alcançar melhorias efetivas na produção. Para maximizar a eficiência da produção, é necessária uma análise profunda e revisão do processo antes de tentar melhorar as operações.

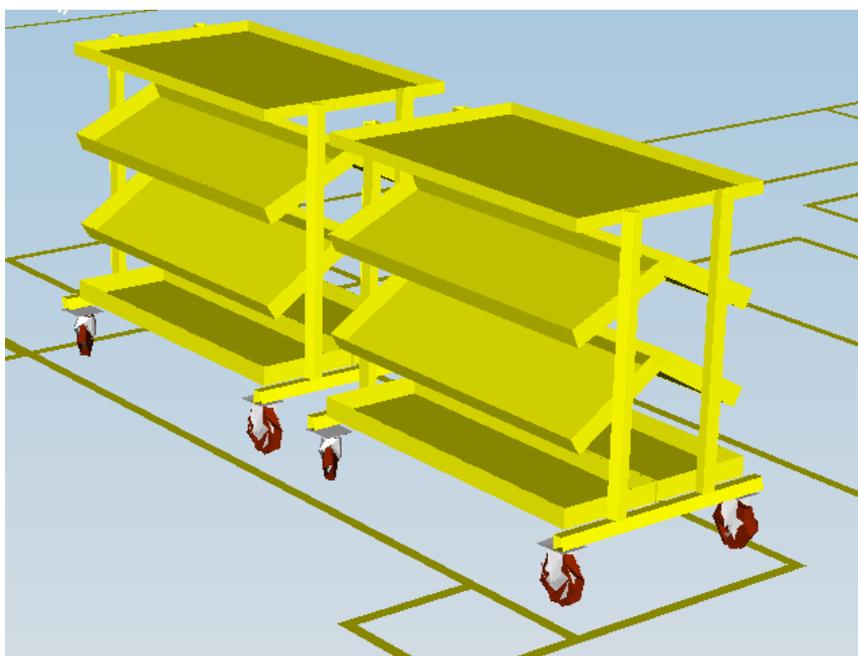
Nas palavras de Womack e Jones (2004) foram estabelecidos cinco princípios para o pensamento enxuto para toda a empresa:

- Valor: capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente;
- Fluxo de valor: atividades específicas necessárias para projetar, produzir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos dos clientes;
- Fluxo: realização progressiva de tarefas ao longo do fluxo de valor para que um produto passe da concepção ao lançamento, do pedido à entrega e da matéria-prima às mãos do cliente sem interrupções, refugos ou retrofluxos;
- Produção puxada: sistema de produção e instruções de entrega das atividades na qual nada é produzido pelo fornecedor sem que o cliente sinalize uma necessidade;
- Perfeição: eliminação total de desperdício para que todas as atividades ao longo de um fluxo de valor criem valor.

2.2 CARRO SEQUENCIADO

De acordo com Schneider (2005), o sistema sequenciado é uma ferramenta de replanejamento do *Demand Flow Technology* (DFT), que está caracterizada pela produção de conjuntos ou processos acionados conforme o andamento das linhas de manufatura. A quantidade dos materiais é produzida de acordo com a capacidade das embalagens e de acordo com o plano de produção dos produtos. Para cada item ou conjunto de itens sequenciados cria-se um cartão DFT, no qual são indicados o ponto de consumo e ressuprimento do mesmo, sendo que cada cartão é identificado por um carro sequenciado de material mostrado na figura 1.

Figura 1 – Carro sequenciado



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

O sequenciamento é baseado nos principais processos de produção de cada produto, sendo que a lista de reabastecimento dos mesmos é gerada eletronicamente pelo programa de sequenciamento de produção de acordo com sua lista de materiais, (SCHNEIDER, 2005).

Os carros de movimentação de material ou carros sequenciados, na linha de montagem de motores possuem formas similares possibilitando variações de componentes em seus compartimentos.

2.3 SEQUÊNCIA DE EVENTOS

De acordo com Constanza (1996), a Sequência de Eventos (SOE) define o trabalho requerido com a qualidade necessária para construir um produto. Independentemente do ambiente, método, determinado tipo de máquina ou qualidade de onde este trabalho está sendo executado, não deve haver antecipação de tarefa, e sim, conter a sequência de eventos natural requerida para produzir conforme as especificações de engenharia. Identificar o conteúdo da sequência de trabalho e observar as especificações do controle de qualidade total concernente a cada tarefa. O seguimento destes passos é primordial para que uma produção baseada em demanda atinja sua excelência, levando em conta o projeto da linha, o *mix* de produção e os métodos de qualidade estabelecidos para que se tenha um produto de qualidade.

2.4 SISTEMA ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP/SAP)

O uso de *softwares* destinados à gestão empresarial, denominados sistemas *EntERPrise Resource Planning - ERP* – teve grande crescimento, a partir de 1990, nos mercados americano e europeu e, desde 1996, o mercado brasileiro vem presenciando uma demanda crescente pelo uso dessas ferramentas. (JAMIL, 2001).

O *ERP* é um sistema integrado e possui uma arquitetura aberta, viabilizando a operação com diversos sistemas operacionais, banco de dados e plataformas de *hardware*. Desta forma, é possível a visualização completa das transações efetuadas por uma empresa. Esses sistemas oferecem às organizações a capacidade de modelar todo o panorama que possui e de integrá-lo de acordo com suas funções operacionais. Eles devem ser capazes de relacionar as informações para a produção de respostas integradas a consultas que digam respeito à gestão de todo negócio. (JAMIL, 2001).

De acordo com Souza (2000), os sistemas *ERP* podem ser definidos como sistemas de informação integrados, adquiridos na forma de pacotes comerciais de *software*, com a finalidade de dar suporte à maioria das operações de uma empresa (suprimentos, manufatura, manutenção, administração financeira, contabilidade, recursos humanos etc.). Exemplos de sistemas *ERP* existentes no mercado são o R/3 da empresa alemã *SAP*, o *Baan IV* da Holandesa Baan, o *OneWorld* da

americana JD Edwards, o *Oracle Financials* da americana Oracle, o *Magnus* da brasileira Datasul, o *Microsiga* da empresa brasileira de mesmo nome e o *Logix* da brasileira Logocenter.

Consoante Villaça (2007), (SAP) AG é uma empresa fundada em 1972, sediada em *Walldorf* na Alemanha que tem como principal produto o seu *ERP SAP R/3*, lançado em 1992. A *SAP* é a companhia líder mundial em vendas no mercado de sistemas integrados de gestão, e a quarta maior vendedora de *softwares* no mundo.

O *SAP R/3* foi desenvolvido para integrar a maior parte das funções de uma grande empresa, incluído os módulos de manufatura, vendas e finanças. A configuração do sistema é feita através de milhares de tabelas, que contêm dados de todas as hierarquias da empresa, incluindo desde estruturas de produto até descontos em compras.

2.5 RIP (*RAW-IN-PROCESS*) ALMOXARIFADO

Destarte Constanza (1996), em um sistema de manufatura baseado em demanda, existem pontos a serem considerados quando se trata de reabastecimento, sendo primordial que as áreas de abastecimento estejam o mais próximo possível do ponto de consumo. Quando componentes ou materiais são necessários nas linhas de consumo eles são puxados destas áreas de abastecimento. Todos os materiais e componentes estando na linha ou ponto intermediário é considerado como RIP. Uma contagem física e sistemática é requerida para transferir os itens de um armazém para o almoxarifado.

2.6 ARRANJO FÍSICO

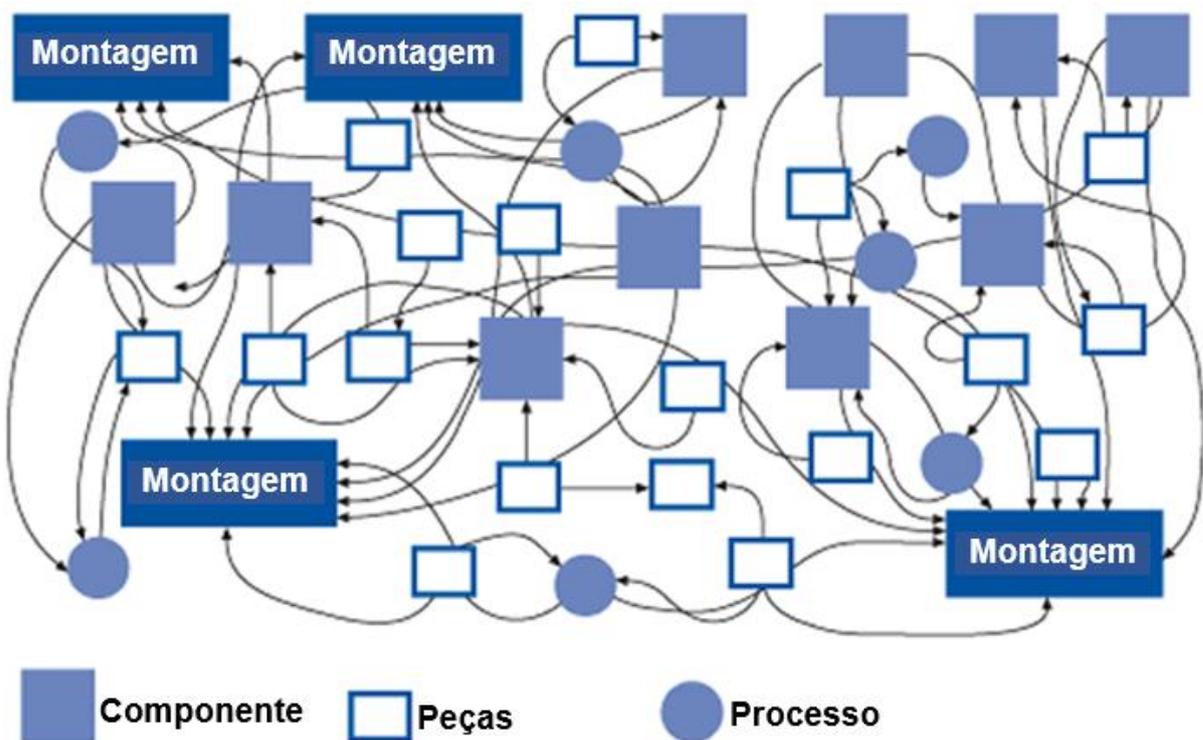
Slack, Chambers e Johnston (2002), definem o arranjo físico por produto como uma maneira de localizar os recursos físicos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro pré-definido no qual a sequência de atividades requeridas coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Este é o motivo pelo qual, as vezes, esse tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico em “fluxo” ou “linha”. O fluxo de produtos,

informações ou clientes é muito claro e previsível no arranjo físico por produto, o que faz dele um arranjo físico relativamente fácil de controlar.

2.7 DIAGRAMA DE ESPAGUETE

Segundo os ensinamentos de Lexico Lean (2003), o diagrama de espaguete é o caminho percorrido por um produto na medida em que ele se movimenta ao longo de um fluxo de valor. É chamado desta forma, pois na produção de um produto, a rota dos produtos é muito parecido com um prato de espaguete conforme pode-se observar na figura 2.

Figura 2 - Diagrama de espaguete



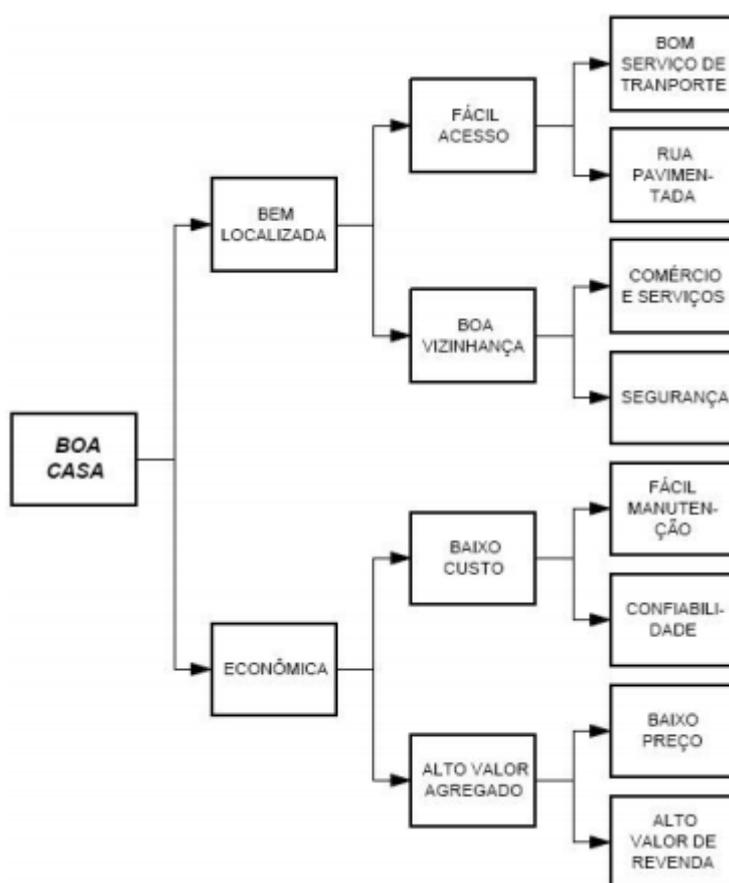
Fonte: Lexico Lean, 2003.

Os diagramas de espaguete podem ser criados à partir de papel e caneta, na sua forma mais rudimentar e posteriormente podem ser passados para forma gráfica.

2.8 CRITICAL TO QUALITY (CTQ)

Nas palavras de Belmonte (2008), a árvore do *Critical to Quality (CTQ)* é uma ferramenta muito útil para traduzir as necessidades dos clientes em especificações técnicas mais tangíveis dos produtos e serviços. A árvore do CTQ, conforme figura 3, nada mais é do que uma representação gráfica das expectativas e requerimentos do cliente, as quais são fragmentadas até se atingir o que poderia ser melhorado nos produtos e serviços. É uma ferramenta simples e fácil de usar que pode ser usada para atender a voz do cliente.

Figura 3 - Árvore do CTQ



Fonte: Belmonte, 2008

Nas palavras de Leandro (2012), o reconhecimento do que é crítico para o cliente é denominado de CTQ, e tais fatores estão relacionados com a percepção de valor para o cliente. Os fatores que são críticos para a percepção de qualidade do cliente se originam de uma necessidade percebida. Estes fatores se não estiverem

presentes no produto ou serviço, comprometem o sentimento de atendimento à qualidade requerida pelo cliente.

2.9 SETE DESPERDÍCIOS

Lexico lean (2003), *apud* a categorização proposta por Taiichi Ohno dos sete desperdícios comumente encontrados na produção em massa:

a) Produção em excesso: produzir além das necessidades do próximo processo ou cliente. É a pior forma de desperdício, pois contribui para a ocorrência das outras seis.

b) Espera: operadores esperando enquanto as máquinas operam, falhas no equipamento, peças necessárias que não chegam.

c) Transporte: movimentação desnecessária de produtos ou peças tais como uma etapa de processamento a um almoxarifado e dali a uma outra etapa do processo quando a segunda etapa poderia estar localizada ao lado da primeira.

d) Processamento: realizar etapas desnecessárias ou incorretas, geralmente devido a um equipamento ou projeto ruim.

e) Estoque: possuir estoques maiores que o mínimo necessário para um sistema puxado controlado precisamente.

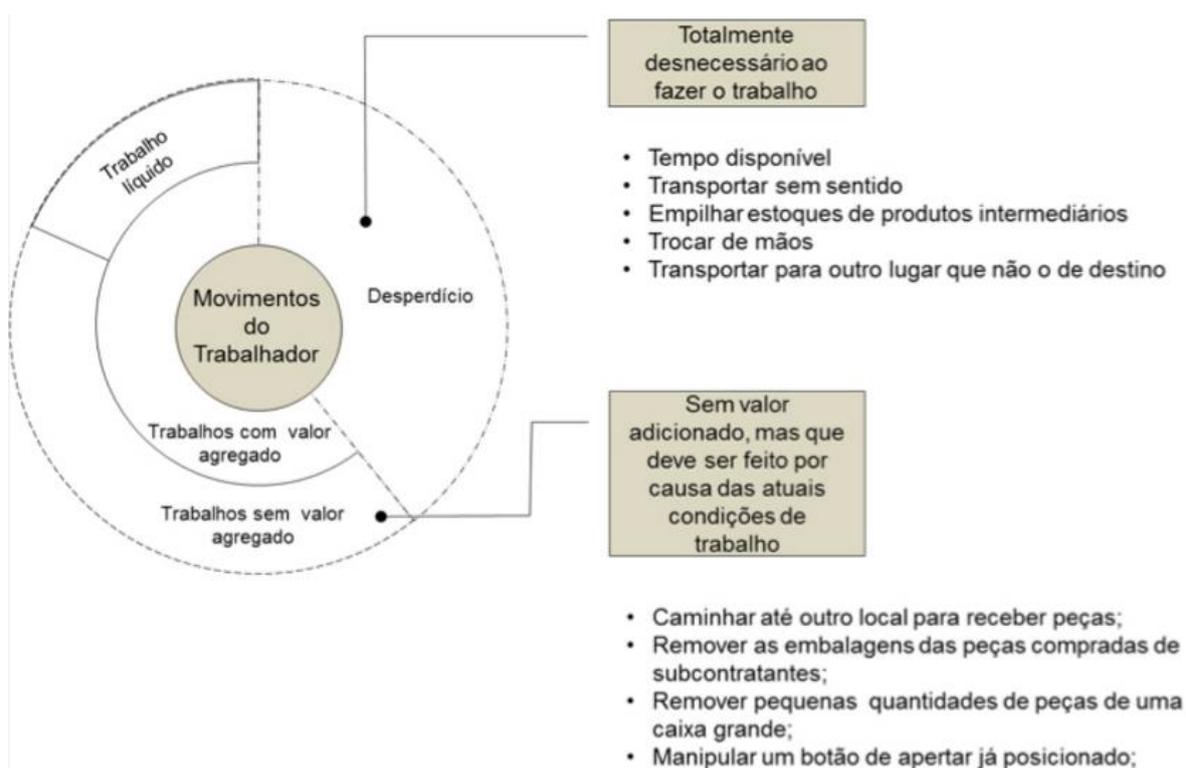
f) Movimentação: operadores realizando movimentações desnecessárias tais como procurar por equipamentos, peças e documentos.

g) Correção: A inspeção, o retrabalho e refugo.

A maior perda relacionada a este estudo, é referente a movimentação que terá um maior detalhamento a seguir:

Nas palavras de Taiichi Ohno (1997), compreender é a palavra favorita. Acredita-se que ela tem um significado específico, a abordagem de um objetivo positivamente é compreender sua natureza. Inspeccionar minuciosamente qualquer área de produção revela desperdício e espaço para melhorias, observado na figura 4.

Figura 4 – Compreendendo a função manufatura



Fonte: Taiichi Ohno, 1997.

Ninguém pode entender manufatura simplesmente caminhando pela área de trabalho e olhando para ela. Verificando o papel e a função de cada quadro geral, fazendo uma observação atenta, podemos dividir o movimento dos trabalhadores em desperdício e em trabalho. Desperdício como sendo um movimento repetido e desnecessário que deve ser imediatamente eliminado e trabalho dividido em dois tipos: sem valor adicionado e com valor adicionado. O trabalho sem valor adicionado pode ser considerado um desperdício no sentido convencional, caminhar para apanhar peças, abrir caixas de mercadoria, para eliminá-las elas devem ser parcialmente alteradas. Por se enfatizar que movimento do operário na área de produção deve ser movimento de trabalho, ou movimento que agrega valor. Estar se

movendo não significa estar trabalhando. Trabalhar significa fazer o processo avançar efetivamente no sentido de completar a tarefa.

Taiichi Ohno (1997), ressalta ainda que da forma como operamos atualmente a linha de produção tendo uma taxa de operação bastante alta e uma taxa de defeitos bastante baixa. Portanto como um todo as coisas parecem estar acontecendo razoavelmente bem. Se nos permitirmos sentir desta forma descartamos qualquer esperança de progresso ou melhoria.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia empregada para o desenvolvimento do projeto, bem como suas definições.

No desenvolvimento do projeto foi realizada primeiramente uma pesquisa bibliográfica. Buscaram-se informações evidenciadas sobre diversas ferramentas e conceitos que podem auxiliar no bom delineamento de uma linha de montagem e sua interação com o processo logístico.

A pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema. O estudo da literatura pertinente pode ajudar a planificação do trabalho, evitar publicações de certos erros, e representa uma fonte indispensável de informações, podendo até orientar as indagações (LAKATOS, 2003).

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS

Apresentam-se aqui os procedimentos empregados, as etapas e as análises utilizadas na realização deste trabalho. Abordam-se métodos, técnicas e ferramentas de coletas de dados. Também estão presentes, os procedimentos empregados para o desenvolvimento das atividades.

As etapas da pesquisa são as seguintes:

- Tema: Proposta para otimização de movimentações de componentes em uma linha de montagem;
- Problema de pesquisa: “Uma proposta para otimização das movimentações de componentes em uma linha de montagem, contribuirá para reduzir atividades que não agregam o processo?”
- Objetivo: Apresentar uma proposta que permita otimizar os deslocamentos;
- Referencial teórico: breve conceito e o detalhamento do processo de pagamento de itens;
- Metodologia: explicação de como será feito o projeto e suas etapas de execução utilizando pesquisa-ação.

- Aplicação: propor uma ferramenta que permita direcionar os itens com mais assertividade evitando perdas por movimentações desnecessárias.

Segundo Miguel (2010), a pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa que tem por objetivo produzir conhecimento e resolver um problema prático. A relação entre estas duas preocupações é variável, porém um equilíbrio entre as duas seria desejável. Estes dois objetivos podem ser definidos como:

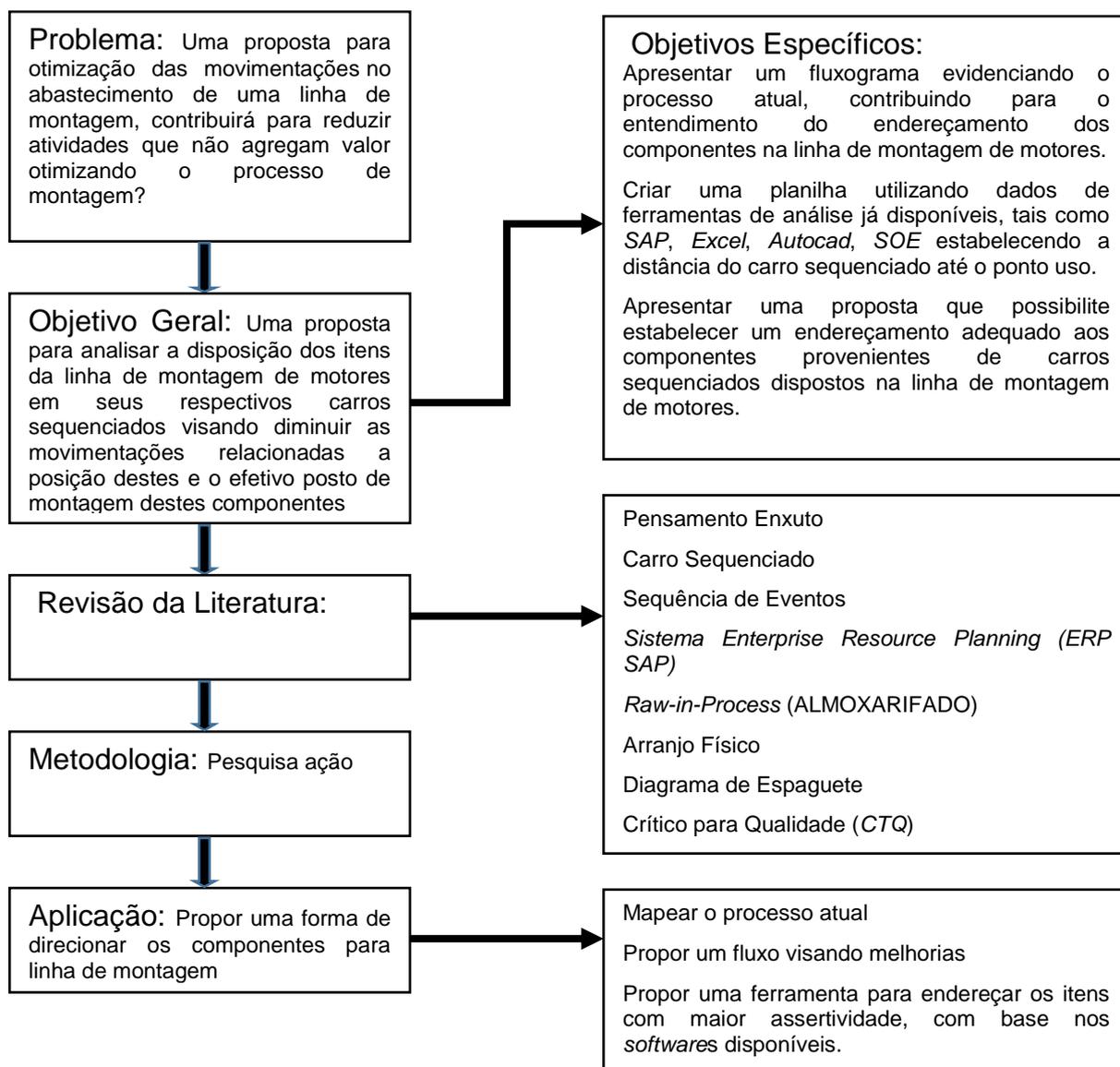
Objetivo técnico: contribuir para o maior equacionamento possível do problema considerado como central da pesquisa, com levantamento de soluções para auxiliar o agente na sua atividade transformadora da situação;

Objetivo científico: obter informações que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos, de forma a aumentar a base de conhecimento de determinadas situações.

3.2. DELINEAMENTO DA PESQUISA

A figura 5, representa o delineamento do trabalho, onde estão relacionadas as etapas da realização deste estudo.

Figura 5 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

O presente trabalho partiu de uma análise do ambiente fabril buscando escutar a voz do cliente na área de pré-montagem do motor, onde se obtiveram informações relacionadas às suas atividades cotidianas. Desta forma, uma questão que chamou atenção foi o fato de que a coleta dos itens a serem montados estavam

distantes do ponto de consumo, que por sua vez é o local onde o componente é efetivamente consumido.

No delineamento da pesquisa são colocados de forma sucinta os elementos considerados para nortear este trabalho, voltado a melhorias propostas a partir de ferramentas já existentes, partindo de uma unificação para contribuir para o decréscimo de movimentações necessárias para buscar um componente em um carro sequenciado até o seu efetivo ponto de uso.

Com intuito de encontrar informações relacionadas a disposição destes componentes na linha de montagem elabora-se uma árvore diagrama CTQ para atribuir requisitos do cliente quantificando-os e enriquecendo com informações extraídas do cliente evitando ambiguidade de informações e definir os pontos que realmente agregam valor a qualidade.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO

Neste capítulo, são apresentadas as análises e os resultados obtidos através dos conceitos utilizados para mapear o processo e por meio deste propor uma oportunidade de ganho contribuindo para melhor andamento do processo.

O foco central deste trabalho está relacionado aos componentes de carros sequenciados, todo componente para ser efetivamente montado precisa ser movido para o ponto de consumo. Esta atividade é o deslocamento do operador de seu posto de trabalho até o carro sequenciado e retorno ao posto de trabalho.

Para comprovar este relato buscou-se junto ao *software SAP* que é um *software* de gestão e que concentra as informações relacionadas aos carros sequenciados, onde os itens da montagem do motor estão dispostos conforme Apêndice A. Posteriormente estas informações foram compiladas e inseridas em uma planilha de *excel*. Após concluída esta atividade, foi verificado através do *software Autocad*, em que posto da linha de montagem em estudo o carro estava posicionado e lançada esta informação à planilha de *excel* Apêndice B. O próximo passo, foi estabelecer diante da sequência de eventos de montagem (SOE), onde estes itens efetivamente eram montados e acrescentados estes dados a planilha do Apêndice B.

De posse destas informações, passou-se para análise destes dados que constituem a veracidade dos relatos obtidos na conversa inicial com os montadores.

As peças que tem seu pagamento feito por carros sequenciados obedecendo uma produção puxada, são abastecidos de dois *RIPs* distintos da fábrica. Na linha de montagem de motores, existem dois carros que obedecem uma ordem de sequenciamento. Enquanto um carro está em uso o outro por sua vez estará sendo abastecido, funcionando como um *kanban*. Vale salientar que para o perfeito andamento das atividades, primeiro utiliza-se todos os itens de um carro, que está identificado com o cartão com a escrita “em uso”, para posteriormente utilizar o outro.

Os carros sequenciados têm formas similares compostos de prateleiras em quatro níveis conforme demonstrado na figura 1.

A disposição desta célula de pré-montagem tem um dimensionamento adequado que através de alguns estudos realizados no local de montagem, análise do *software Autocad* e as informações contidas na sequência de eventos (SOE). Portanto pode-se adequar os itens em seus respectivos carros de forma a estabelecer uma economia de movimentações, contribuindo para uma maior agilidade no processo de montagem do motor.

A linha de montagem de motores possui um arranjo físico por produto em linha, contando com duas células de pré-montagem. Uma de pequenos conjuntos que são distribuídos dentro dos 6 postos e mais uma pré-montagem que é o conjunto do radiador que após sua montagem é unido a plataforma do motor no posto 3.

Existe uma funcionalidade estabelecida que está propiciando para os componentes que necessitam ser montados no motor cheguem de seus RIPs para linha de montagem e também dos carros sequenciados e por subsequência para a estrutura do motor que está sendo montado. O objetivo deste estudo é apresentar uma proposta de ferramenta que permita unificar as informações e desta maneira, contribuir para que seja estabelecida uma concordância de forma a reduzir de maneira objetiva as movimentações para aproximar os itens do produto que está sendo montado.

4.2 INFORMAÇÕES COLETADAS

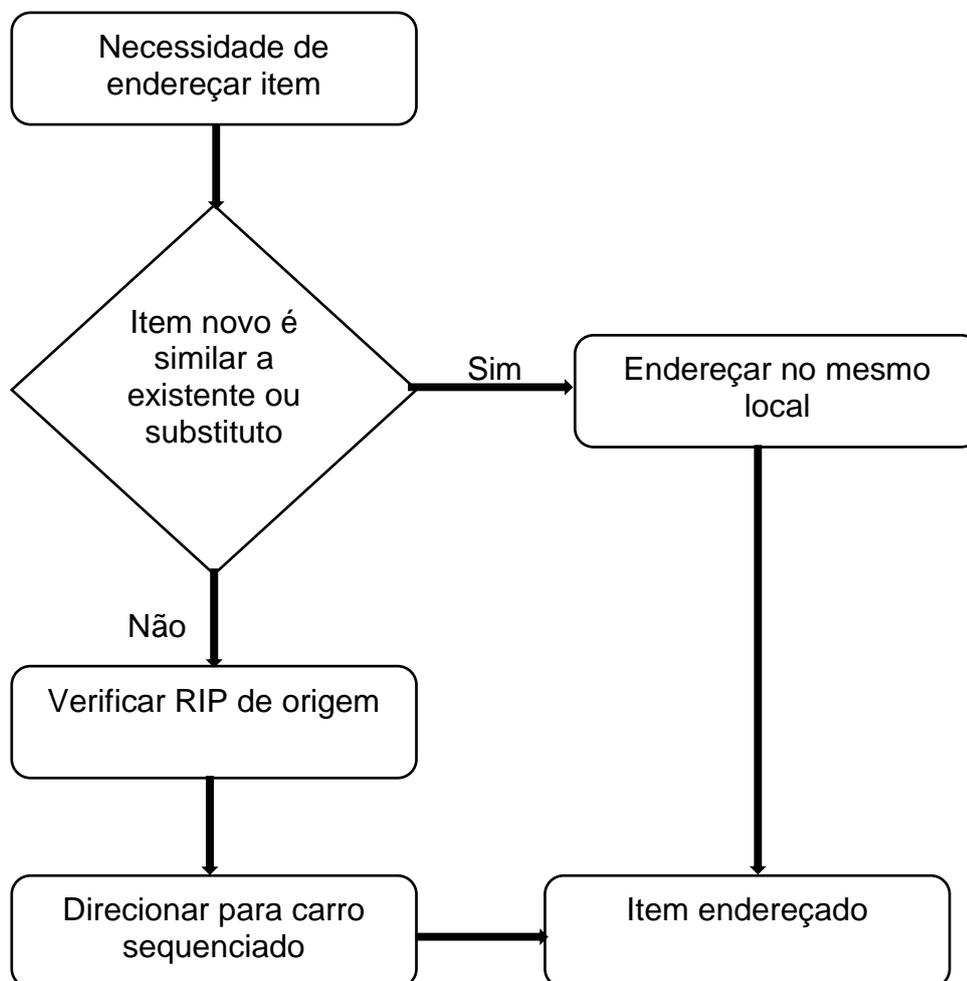
No presente trabalho foram coletadas informações para análise de dados que descrevem a situação atual da área de montagem de motores. De posse destas informações, realizou-se simulações e verificações práticas, prevendo a realocação dos componentes de carros sequenciados, aproximando o componente do ponto de consumo.

4.2.1 Mapeamento do processo atual

A maneira como os processos são realizados em função de constantes mudanças que acontecem tanto por tendências de fazer como também relacionados a rotatividade de pessoas. A criatividade pode vir a contribuir quando por outro lado

pode-se perder detalhes importantes do processo já estabelecido, a figura 6 mostra como o processo de endereçamento de itens acontece atualmente.

Figura 6 – Processo de endereçamento atual

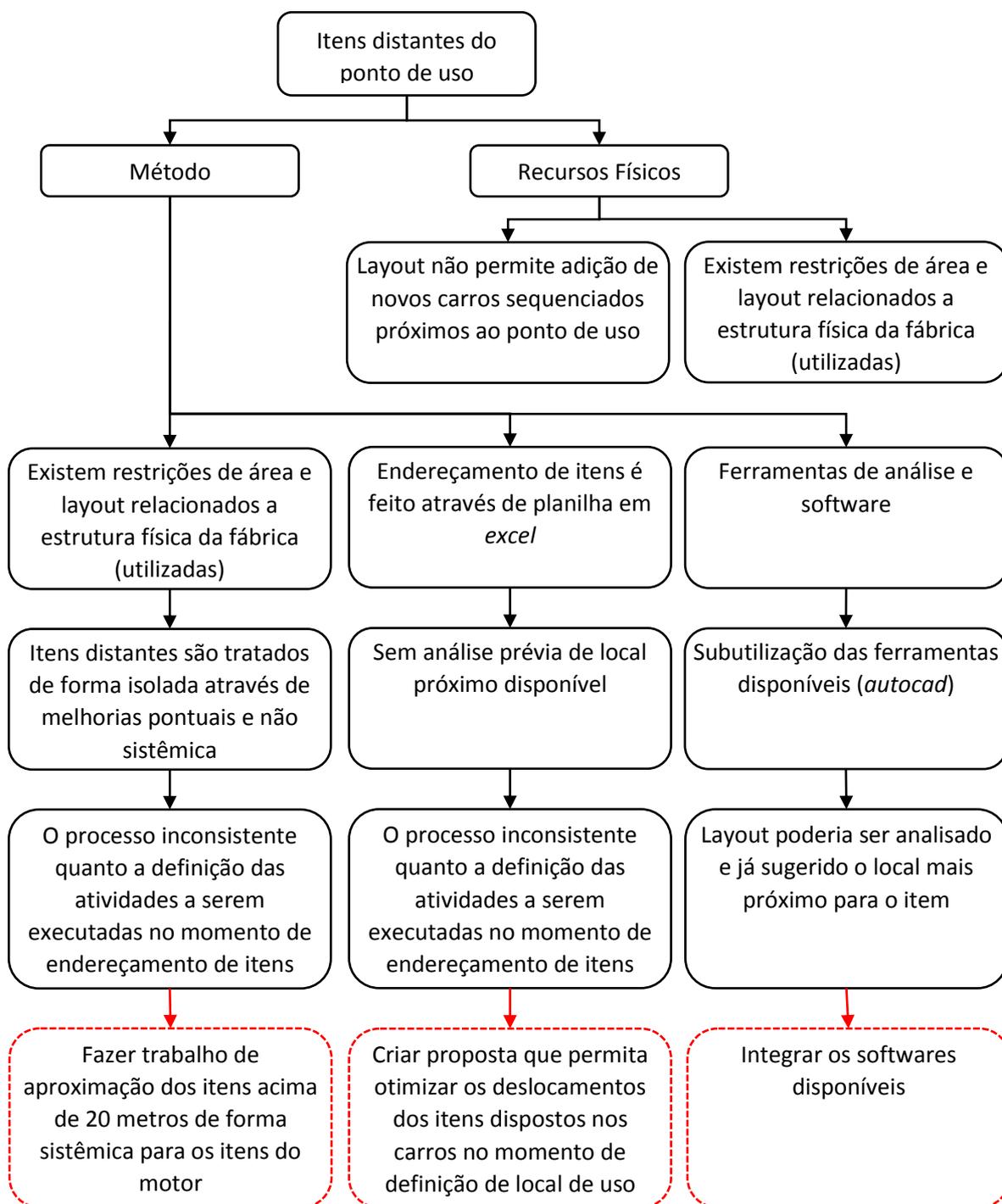


Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

No fluxograma detalhado acima em nem um momento é feita análise com a possibilidade de elaborar uma estratégia visando ganhos com deslocamento.

4.2.2 Identificação das causas

Para que se possa atuar de forma a alavancar propostas para tornar a realidade apresenta-se no CTQ figura 7 um diagrama que permite estabelecer melhorias.

Figura 7 – *Critical to Quality – CTQ*

Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

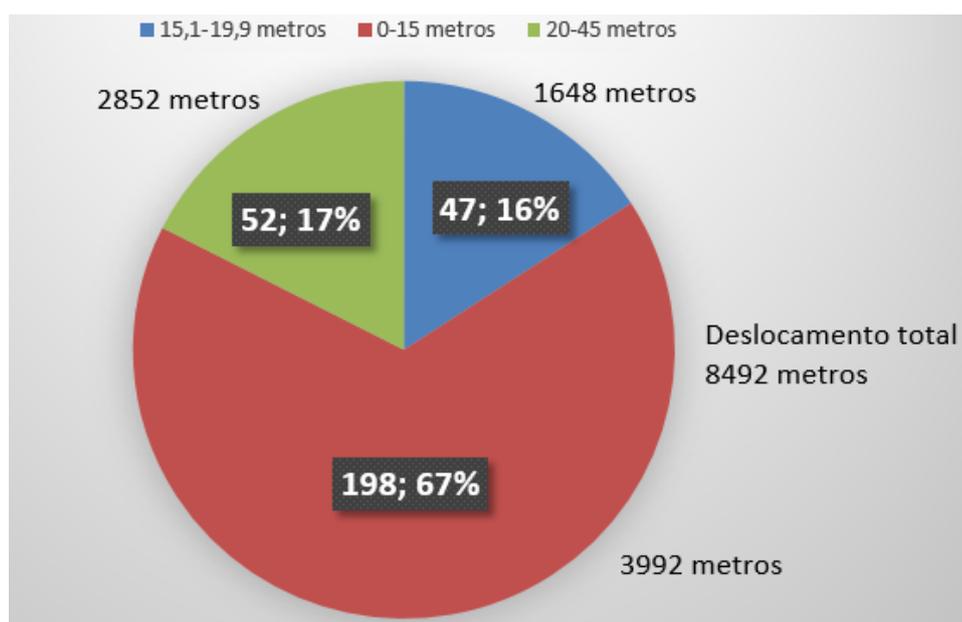
A ferramenta *CTQ* é versátil e possibilita uma forma direta de evidenciar e tratar os problemas de forma a elencar os pontos atrelados a busca de solução na lacuna encontrada.

O Apêndice B, demonstra os 52 itens com distância superior a 20 metros de distância. O *layout* tem a distância entre os postos de 5,5 metros, comprimento de 57 metros e largura de 17 metros conforme mostrado no Apêndice A, desta forma somente o deslocamento em linha reta chega facilmente aos 20 metros de distância se não houver uma observância na otimização destes deslocamentos.

4.3 ANÁLISE DOS TESTES REALIZADOS

Na figura 8 é possível observar as quantidades de itens e a soma de deslocamentos do efetivo ponto de consumo na linha de motores.

Figura 8 – Quantidades de itens x distancia atual



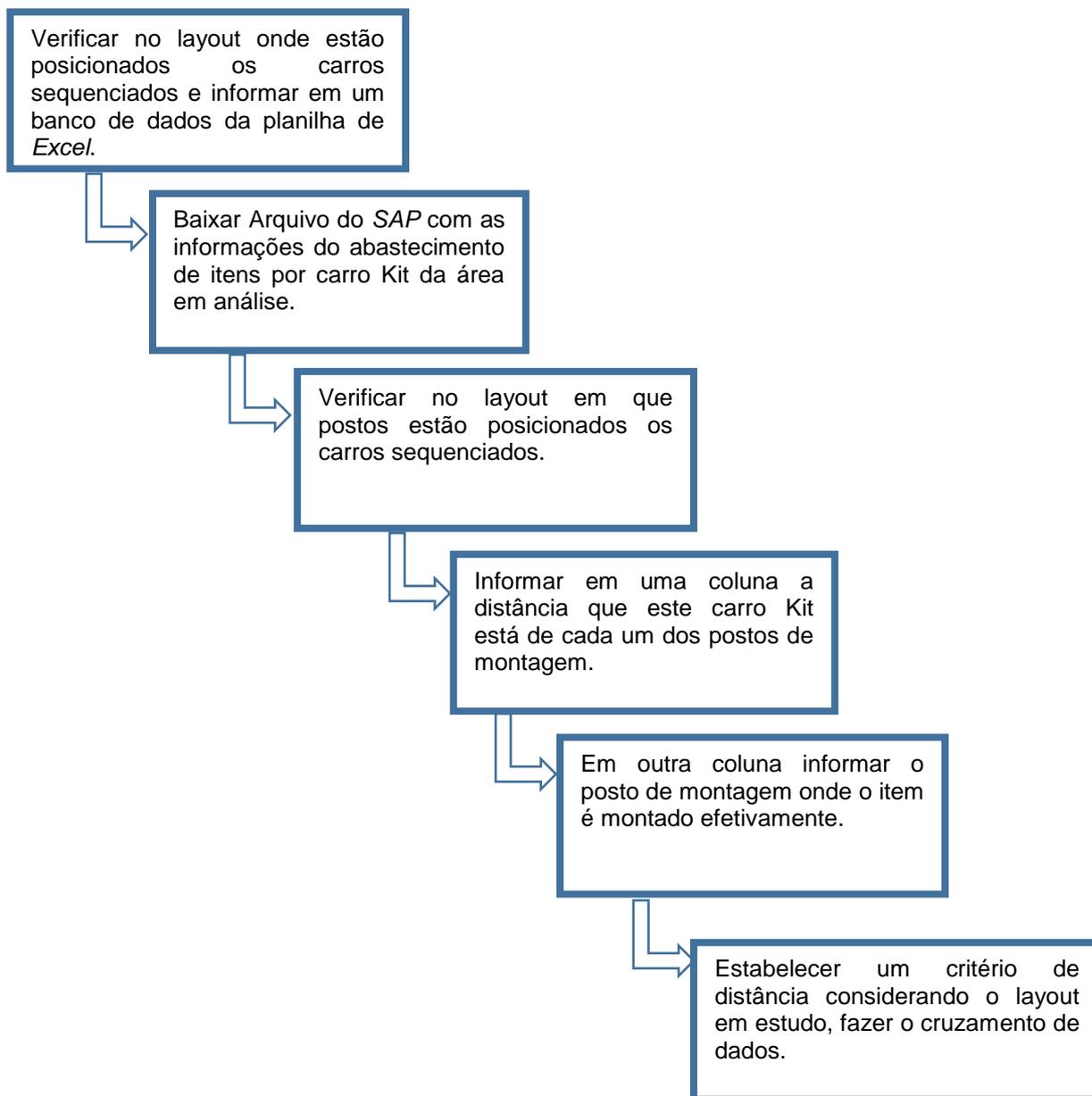
Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

Nesta linha de montagem como exposto na figura 8 de um universo de 297 itens que estão posicionados em carros sequenciados, 17% deles estão a uma distância superior a 20 metros podendo chegar a 44 metros em determinados casos conforme Apêndice B, 16% dos itens estão entre 15 e 19 metros e 67% com uma distância inferior a 15 metros. Diante desta estratificação, a proposta está relacionada ao reposicionamento dos 52 itens com deslocamento superior a 20 metros nos carros sequenciados que são similares, contribuindo, desta forma, para

que se tenha êxito nas proposições estabelecidas. O Apêndice A demonstra o exposto acima de forma ilustrativa contribuindo para o entendimento da situação explicitada, onde as cores dos carros sequenciados estão relacionados aos pontos pequenos de mesma cor dentro de cada posto onde os itens são consumidos.

Dentro das análises de engenharia existem ferramentas que auxiliam na melhor distribuição dos itens dentro da linha de montagem tais como *softwares SAP, Autocad*, Sequência de eventos, porém constatou-se que estas ferramentas são usadas de forma isolada, e, desta forma, tendem a deixar lacunas no posicionamento mais adequado dos itens. Após o levantamento e manipulação de dados em uma planilha de *excel*, foi possível verificar as distancias existentes entre os itens. Em seguida foi proposto, a definição do carro, que ao preencher a célula se possa visualizar o ganho obtido em relação a distância reduzida e também verificar a distância sugerida mostrado na figura 9. Estas análises, uma vez incorporadas ao processo, permitem uma assertividade tendo mínimos ajustes, proporcionando maior satisfação aos montadores.

Figura 9- Fluxograma proposto para o direcionamento de itens



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

4.3.1 Diagrama de Espaguete Atual

No Apêndice C o diagrama de espaguete atual evidenciado nos 52 itens que estão a uma distância superior a 20 metros.

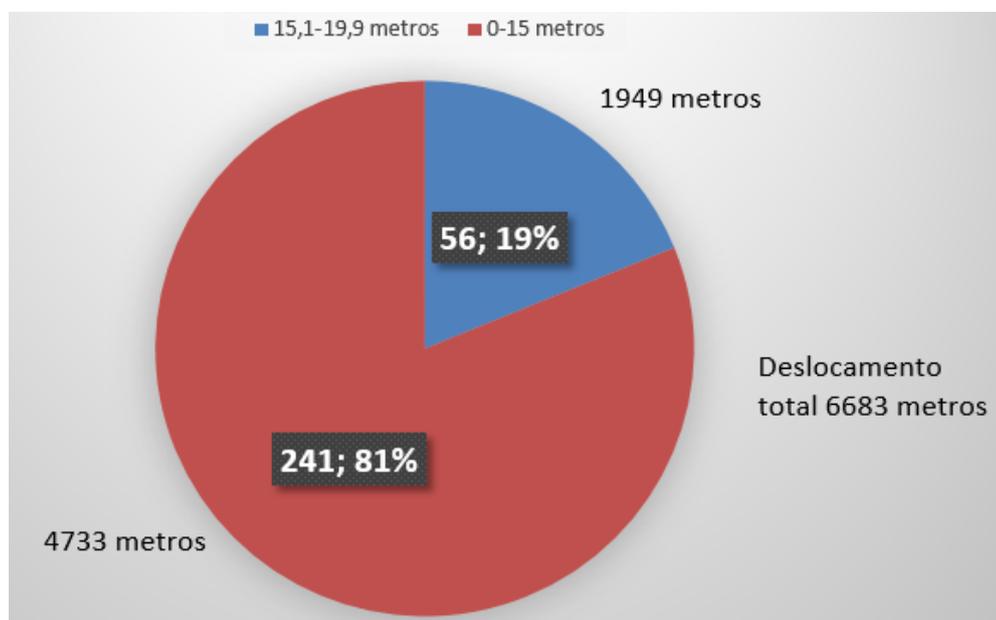
4.3.2 Diagrama de Espaguete Proposto

No diagrama de espaguete mostrado no Apêndice D, observa-se que as proposições apresentadas são refletidas e mostram uma figura com linhas mais curtas até o ponto de uso dos 52 itens com distância superior a 20 metros que são os objetos de estudo destes.

4.4 RESULTADOS FINAIS DA PESQUISA

Após a análise realizada em 297 itens, provenientes de carros sequenciados desta linha de montagem a proposta recaiu sobre 52 itens, que representam 17% do total analisado, priorizando os deslocamentos superiores a 20 metros de distância. O somatório de deslocamento, em metros, destes itens levando em consideração um acionamento diário correspondem a 2852,4 metros. Com a proposta apresentada há um ganho percentual de 63,3%, uma redução de 1806 metros do deslocamento total envolvidos nos referidos itens.

Figura 10 – Quantidades de itens x distancia proposta



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

A figura 10 demonstra a situação da linha de montagem em estudo, levando em conta a proposta, onde eleva a quantidade de itens com distância inferior a 15 metros de 241 componentes comparado a 198 componentes mostrados na figura 8.

O resultado obtido na redução de deslocamento propiciou um ganho anual de 9933,00 unidades monetárias, levando em consideração um operador que trabalha 220 horas mensais, com renda de 2000 unidades monetárias, ou 0,0025 unidades monetárias por segundo. Para evidenciar este cálculo foi considerado a velocidade de deslocamento do operador como sendo de um metro por segundo.

Figura 11 – Redução demonstrada em unidades monetárias

	Unidades Monetárias	Horas mensais	Unidades monetárias/segundos de deslocamento	Dias trabalhados/mês	Quantidade de motores/dia (cenário atual)	Deslocamento total atual	Deslocamento total proposto	Meses trabalhados/Ano	Quantidade de deslocamento	Redução em unidades monetárias/ano	% de ganho em deslocamento
2000	220	0,0025	20	10	2852,40	1046,40	11	1806	9933,00	63,3%	
2000	220	0,0025	20	20	2852,40	1046,40	11	1806	19866,00	63,3%	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Estimando uma demanda de 10 motores diários o ganho de deslocamento obtido representa uma economia de 45,1 unidades monetárias ao dia, 902,00 unidades monetárias mensais. Na figura 11 está evidenciado o ganho obtido nesta análise proposta para esta linha de montagem em estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Respondendo ao objetivo central do estudo, o qual tratou de uma proposta para otimização das movimentações de componentes em uma linha de montagem de motores de uma indústria de máquinas agrícolas do noroeste do estado do Rio Grande do Sul, juntamente com o mapeamento e proposta de fluxo para endereçamento de itens futuros conclui-se que a junção das ferramentas de análise existentes propiciam a possibilidade de uma adequação e diminuição das movimentações internas. A aplicação da proposta demonstra que houve um ganho considerável, que foi oriundo basicamente da agregação de algo novo naquilo que já existe, porém atualmente sendo utilizado de forma individual. Salienta-se que para o sucesso desta proposta de endereçamento de itens deve haver uma integração entre as engenharias de montagem e logística.

O que destacou-se neste trabalho foi que a principal fonte de informações é sempre o cliente, desta vez falando dos operadores, através de seus relatos contribuíram para que fosse possível agregar valor naquilo que já estava sendo realizado promovendo a melhoria contínua.

O ponto alto deste trabalho remete a redução de movimentações comprovada pelo gráfico de espaguete e através dos Apêndices C e D que atestam visualmente e numericamente uma redução de 63,3 % nos deslocamentos destes 52 itens oriundos de carros sequenciados estudados que estavam a uma distância superior a 20 metros conforme estabelecido no Apêndice B.

Portanto conclui-se de que a proposta apresentada é viável e agregará valor ao processo de movimentação de componentes na linha de montagem. Sua futura implementação sugere uma condição favorável e terá uma aplicabilidade de sucesso, evidenciando os objetivos específicos propostos.

6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão de continuidade deste trabalho, enfatiza-se a oportunidade de uma abordagem mais aprofundada, vislumbrando maiores resultados em produtividade. Também é de suma importância, o destaque à questões de segurança pois a redução das movimentações contribuirá certamente para redução da fadiga do operador e também aos riscos associado dentro de uma célula de montagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELMONTE, Ítalo. **Análise e Proposição de um Modelo para o Processo de Identificação e Seleção de Projetos Seis Sigma.** (Trabalho USP para obtenção de Diploma de Engenheiro de Produção), 2008. Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2012/pubs/analise-e-proposicao-de-um-modelo-para-o-processo-de-identificacao-e-selecao-de-projetos-seis-sigma.pdf>
Acesso em 07/10/2015.

COSTANZA, John R. **The quantum leap-in speed-to-market.** 3ª ed. - United States of América: Publisher, 1996.

JAMIL, George L. **Repensando a TI na empresa moderna: atualizando a gestão com a tecnologia da informação.** Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001.

LAKATOS, EVA MARIA. **Fundamentos de metodologia científica.** Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos. – 7ª. ed. - São Paulo: Atlas 2012

LEANDRO, Maitan de Castro Leandro, **Aplicação de SMED e DCO para a redução de setup em uma indústria de laminados de PVC: avaliação e projeto.** (Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia Industrial Química. Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo), 2012. Disponível em <http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2012/MIQ12012.pdf>
Acesso em 12/10/2015.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchich. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além Da Produção.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

SALGADO, Eduardo Gomes. et al. **Identificação das ferramentas da filosofia lean para aplicação no processo de desenvolvimento de produtos.** (XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 2006. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1178.pdf
Acesso em 30/08/2015.

SCHNEIDER, Jackson Antônio. **Implementação de Sistema Sequenciado comparado ao Tradicional MRP: Um estudo de caso em Indústria de Máquinas**

Agrícolas. Dissertação de Mestrado (Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, 2005, Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5469/000515628.pdf?sequence=1>
Acesso em 07/09/2015.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção Do Ponto de vista da Engenharia de Produção.** 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração de Produção.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

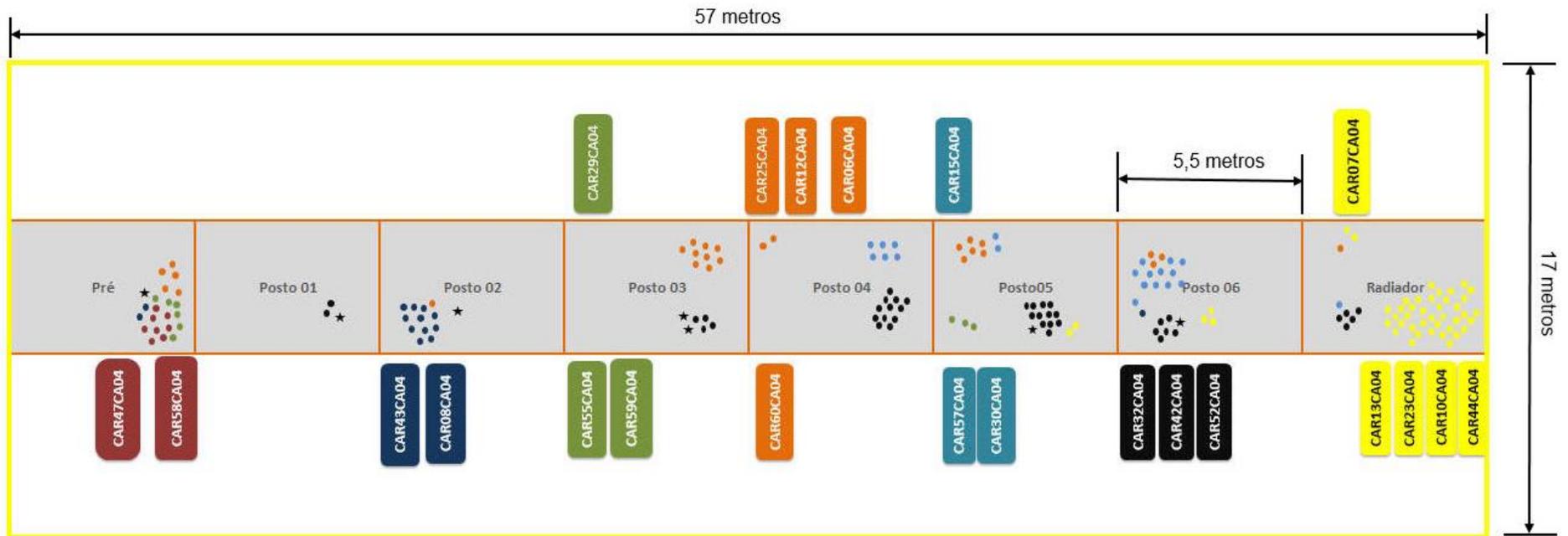
SOUZA, Leandro Rodrigues da Silva; MOREIRA, Marcio Aurelio Ribeiro; COSTA, Claudio Henrique da; CUNHA, Fabiano Teodoro. **Otimização do processo de abastecimento em linhas de produção utilizando os conceitos da manufaturas enxuta via RFID.** ((Pós-Graduação em Desenvolvimento de Aplicativos Web, Uberlândia. Disponível em: <http://www.contecsi.fea.usp.br/envio/index.php/contecsi/9contecsi/paper/viewFile/3421/1923>
Acesso em 25/08/2015.

VILLAÇA, José Rodolfo de Lima. **GERAÇÃO DE RELATÓRIOS DE ESTOQUES EM SISTEMA SAP R/3.** (Trabalho USP para obtenção de Diploma de Engenheiro de Produção), 2007. Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/trabalho-de-formatura/geracao-de-relatorios-de-estoques-em-sistema-SAP-r-3/>
Acesso em 06/10/2015.

WOMACK, P. J.; JONES, T. D. **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro: Campus, 2004.

_____. **Ciclo de vida de sistemas ERP.** Caderno de Pesquisas em Administração. Volume 1. nº 11. São Paulo: 1º trimestre/ 2000
Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/C11-ART06.pdf>
Acesso em 16/10/2015.

APÊNDICE A – POSICIONAMENTO DOS CARROS SEQUENCIADOS E DISPOSIÇÃO DOS COMPONENTES NA LINHA DE MONTAGEM DE MOTORES



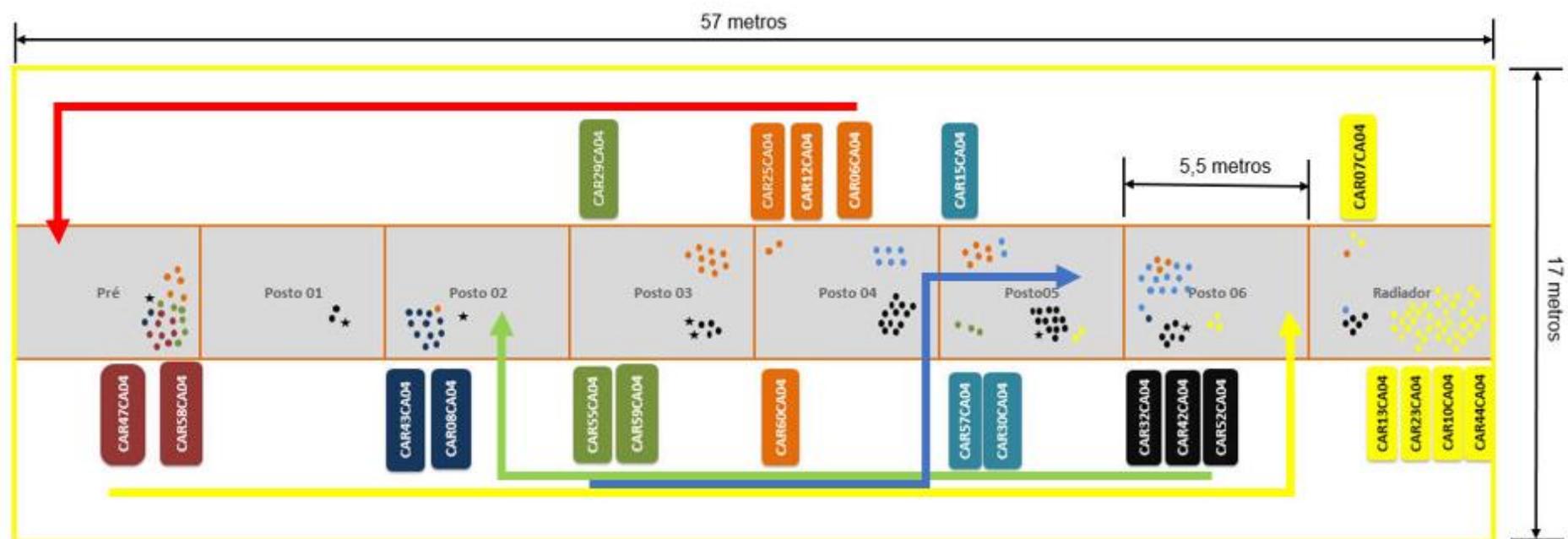
Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

APÊNDICE B – RELAÇÃO DE COMPONENTES ANALISADOS

Carro	Item	Posto (Posição do Carro no Layout)	Posto de Montagem do item	Distancia atual	Analisar o item	Carro Sugerido	Distancia sugerida	Ganho
CAR25CA04	AH222224	POSTO 4 LE	POSTO 06	22,6	Sim	CAR52CA04	5,1	17,5
CAR25CA04	AXE10656	POSTO 4 LE	POSTO 06	22,6	Sim	CAR52CA04	5,1	17,5
CAR25CA04	HXE19048	POSTO 4 LE	POSTO 06	22,6	Sim	CAR52CA04	5,1	17,5
CAR12CA04	DQ76517	POSTO 4 LE	PRÉ MONTAGEM	23,4	Sim	CAR47CA04	7,3	16,1
CAR10CA04	AH222062	PRE RAD LD	POSTO 06	20,2	Sim	CAR52CA04	5,1	15,1
CAR10CA04	CQ41119	PRE RAD LD	POSTO 06	20,2	Sim	CAR52CA04	5,1	15,1
CAR10CA04	CQ41120	PRE RAD LD	POSTO 06	20,2	Sim	CAR52CA04	5,1	15,1
CAR10CA04	H76357	PRE RAD LD	POSTO 05	26,1	Sim	CAR55CA04	17,8	8,3
CAR10CA04	R128866	PRE RAD LD	POSTO 05	26,1	Sim	CAR42CA04	13	13,1
CAR06CA04	AH236690	POSTO 4 LE	PRÉ MONTAGEM	24,4	Sim	CAR47CA04	7,3	17,1
CAR06CA04	H134143	POSTO 4 LE	PRÉ MONTAGEM	24,4	Sim	CAR58CA04	8,8	15,6
CAR06CA04	H160683	POSTO 4 LE	PRÉ MONTAGEM	24,4	Sim	CAR58CA04	8,8	15,6
CAR06CA04	H160464	POSTO 4 LE	RADIADOR	27,4	Sim	CAR52CA04	16,2	11,2
CAR32CA04	HXE60163	POSTO 6 LD	POSTO 03	23	Sim	CAR59CA04	7,9	15,1
CAR32CA04	H223467	POSTO 6 LD	RADIADOR	24	Sim	CAR23CA04	10,2	13,8
CAR42CA04	H206426	POSTO 6 LD	POSTO 01	34,8	Sim	CAR47CA04	16,7	18,1
CAR42CA04	AH220482	POSTO 6 LD	POSTO 01	34,8	Sim	CAR47CA04	16,7	18,1
CAR42CA04	AH216586	POSTO 6 LD	PRÉ MONTAGEM	44,2	Sim	CAR61CA04	12,1	32,1
CAR42CA04	AH217180	POSTO 6 LD	POSTO 03	23	Sim	CAR55CA04	7,3	15,7
CAR42CA04	AH221255	POSTO 6 LD	POSTO 03	23	Sim	CAR59CA04	7,9	15,1
CAR42CA04	AH234460	POSTO 6 LD	POSTO 03	23	Sim	CAR29CA04	7,3	15,7
CAR42CA04	DQ75452	POSTO 6 LD	PRÉ MONTAGEM	44,2	Sim	CAR47CA04	7,3	36,9
CAR29CA04	DQ35757	POSTO 3 LE	PRÉ MONTAGEM	24,4	Sim	CAR47CA04	7,3	17,1
CAR08CA04	DQ37162	POSTO 2 LD	POSTO 06	29	Sim	CAR42CA04	7,3	21,7
CAR55CA04	HXE63052	POSTO 3 LD	POSTO 06	23,6	Sim	CAR42CA04	7,3	16,3
CAR59CA04	HXE80351	POSTO 3 LD	POSTO 06	22,6	Sim	CAR57CA04	14,2	8,4
CAR55CA04	AXE16549	POSTO 3 LD	PRÉ MONTAGEM	24,4	Sim	CAR47CA04	7,3	17,1
CAR12CA04	AT162597	POSTO 4 LE	PRE MONTAGEM RAD	27,6	Sim	CAR30CA04	17	10,6
CAR57CA04	HXE66331	POSTO 5 LD	RADIADOR	24,5	Sim	CAR13CA04	10,2	14,3
CAR52CA04	AXE12541	POSTO 6 LD	POSTO 03	20,4	Sim	CAR08CA04	12,5	7,9
CAR47CA04	AXE17390	PRE MOTOR	POSTO 05	38,6	Sim	CAR55CA04	17,8	20,8
CAR47CA04	AXE23242	PRE MOTOR	POSTO 04	33,2	Sim	CAR55CA04	12,8	20,4
CAR59CA04	AXE14124	POSTO 3 LD	PRÉ MONTAGEM	23,4	Sim	CAR47CA04	7,3	16,1
CAR47CA04	AXE23332	PRE MOTOR	POSTO 03	25,8	Sim	CAR59CA04	7,9	17,9
CAR47CA04	AXE34896	PRE MOTOR	POSTO 05	38,6	Sim	CAR59CA04	16,8	21,8
CAR47CA04	AXE35334	PRE MOTOR	POSTO 05	38,6	Sim	CAR59CA04	16,8	21,8
CAR47CA04	AXE35335	PRE MOTOR	POSTO 05	38,6	Sim	CAR59CA04	16,8	21,8
CAR47CA04	AXE37748	PRE MOTOR	POSTO 04	33,2	Sim	CAR55CA04	12,8	20,4
CAR47CA04	HXE10054	PRE MOTOR	POSTO 06	44,2	Sim	CAR42CA04	7,3	36,9
CAR47CA04	HXE16703	PRE MOTOR	POSTO 03	25,8	Sim	CAR55CA04	7,3	18,5
CAR59CA04	HXE66460	POSTO 3 LD	PRÉ MONTAGEM	23,4	Sim	CAR58CA04	8,8	14,6
CAR58CA04	AH225348	PRE MOTOR	POSTO 03	31,7	Sim	CAR55CA04	7,3	24,4
CAR59CA04	HXE67337	POSTO 3 LD	PRÉ MONTAGEM	23,4	Sim	CAR58CA04	8,8	14,6
CAR59CA04	HXE67338	POSTO 3 LD	PRÉ MONTAGEM	23,4	Sim	CAR58CA04	8,8	14,6
CAR58CA04	AXE13206	PRE MOTOR	POSTO 02	24,3	Sim	CAR08CA04	7,3	17
CAR58CA04	AXE40722	PRE MOTOR	POSTO 02	24,3	Sim	CAR55CA04	12,6	11,7
CAR58CA04	HXE12675	PRE MOTOR	POSTO 02	24,3	Sim	CAR08CA04	7,3	17
CAR58CA04	HXE43437	PRE MOTOR	POSTO 02	24,3	Sim	CAR55CA04	12,6	11,7
CAR58CA04	HXE68916	PRE MOTOR	POSTO 02	24,3	Sim	CAR29CA04	12,6	11,7
CAR58CA04	HXE68917	PRE MOTOR	POSTO 02	24,3	Sim	CAR29CA04	12,6	11,7
CAR58CA04	HXE73801	PRE MOTOR	POSTO 03	31,7	Sim	CAR29CA04	7,3	24,4
CAR58CA04	HXE73802	PRE MOTOR	POSTO 03	31,7	Sim	CAR29CA04	7,3	24,4
Distâncias em metros =>				1426,2			523,2	903

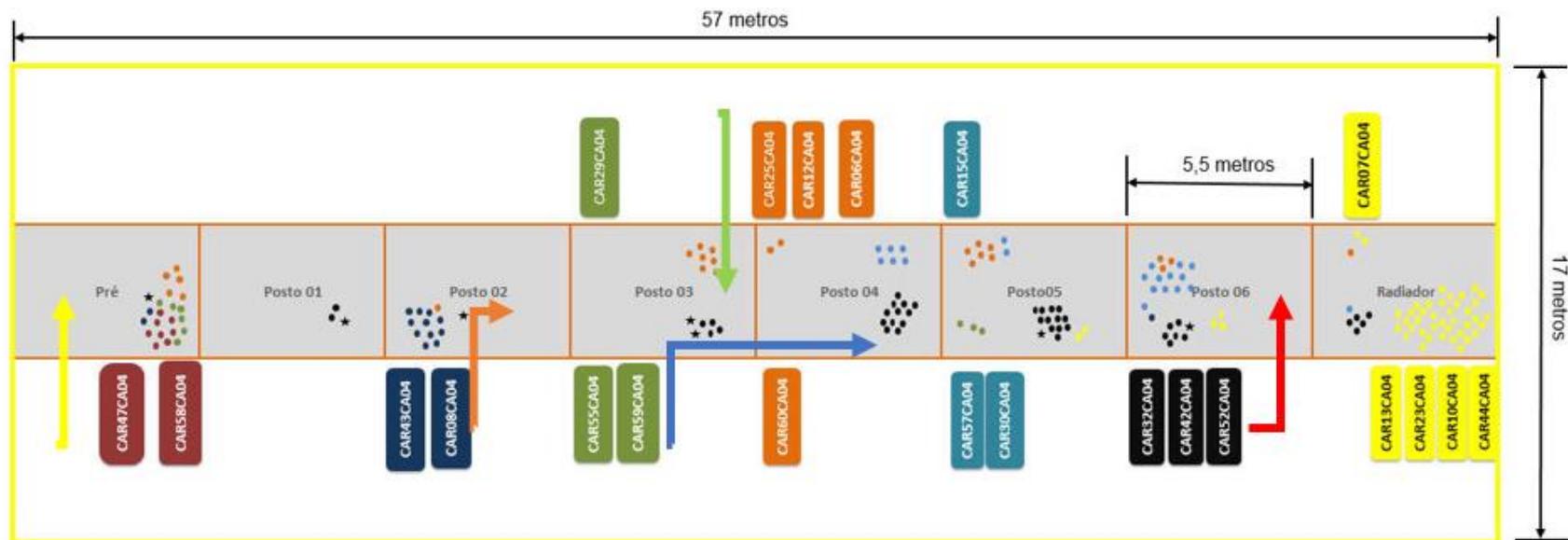
Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

APÊNDICE C – FLUXO ATUAL SEM AS ALTERAÇÕES PROPOSTAS



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015

APÊNDICE D – FLUXO COM AS ALTERAÇÕES PROPOSTAS



Fonte: Elaborado pelo autor, 2015