



Application of layout for the study of production capacity of an automotive industry segment

Ana Tereza Franco de Figueiredo¹, Daiane Rodrigues Monteiro¹, Marcelo Rubim Moraes¹

¹Centro Universitário do Norte (UNINORTE).

Av. Joaquim Nabuco, 1469, Centro. Manaus-Amazonas-Brasil. CEP: 69005-290. Fone: +55 (92) 3212 5000.
francodefigueiredo@hotmail.com, daiane_rm25@yahoo.com.br, mrubim33@gmail.com

ABSTRACT

This article analyses and evaluates the layout, time studies and methods applied into a factory at automotive industry segment locate at Manaus Industrial Pole (PIM), that produces parts to Southeast, South and Northeast regions in Brazil. The objective of this article is to determine the process capacity in details for an automotive radio production, fundamental production process step, once this activity is considered very critical. The methods and techniques applied were very severe, studying in details all data for each process step (all time studies based on real measurements done at a production shop floor) in order to establish the production standard time. The results found after many analyses (quantity and quality) including all values showed that the organization has the potential to increase its competitiveness into the automotive marketing, including lean manufacturing, layout and sustainable development actions.

Key-words: Timing, Automotive Industrial, productive capacity, Lean manufacturing, Layout and sustainable actions development.

A aplicação do layout para o estudo da capacidade de produção de um segmento da indústria automotiva

RESUMO

Este artigo analisa e avalia o layout, estudos de tempo e dos métodos aplicados em uma fábrica no segmento indústria automotiva localizada no Pólo Industrial de Manaus (PIM), que produz peças para regiões Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil. O objetivo deste artigo é determinar a capacidade de processo em detalhes para uma produção de rádio automotivo, passo fundamental processo de produção, uma vez que esta atividade é considerada muito crítica. Os métodos e técnicas aplicadas foram de acesso, estudando em detalhes todos os dados para cada etapa do processo (tempo de todos os estudos baseados em medições reais feitas um chão de fábrica de produção), a fim de confirmar o horário padrão de produção. Os resultados encontrados após muitas análises (quantidade e qualidade), incluindo todos os valores mostraram que a organização tem o potencial de aumentar a competitividade ITS para a comercialização de automóvel, incluindo a manufatura enxuta, layout e ações de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chaves: o tempo, Indústria Automotiva, Capacidade produtiva, Lean Manufacturing, Layout e Desenvolvimento de ações sustentáveis.

I. INTRODUÇÃO

Em virtude da competitividade serrada e globalização, as empresas cada vez mais necessitam oferecer aos clientes produtos que satisfaçam às necessidades e que sejam *low cost* e tenha alta qualidade. No entanto, em prática, as empresas têm vindo a construir ambientes híbridos em que

se aproveitam de práticas de produção enxuta facilitados pela evolução da tecnologia da informação por algum tempo [1]. Entretanto, com o surgimento de uma economia globalizada e o aumento da competitividade em todo o mundo, atualmente as prioridades competitivas para o sucesso mudaram da eficiência para a inovação, a velocidade, o serviço, e a qualidade.

Portanto se faz necessário à utilização de diversas ferramentas que visam atingir a maior eficiência em seus processos produtivos, ou seja, é necessária a análise constante no processo produtivo (*shop floor*) e gestão da cadeia de fornecimento, a aplicação de estratégias competitivas, integração de fornecedores, produtores e distribuidores, com o objetivo de promover capacidade de resposta e flexibilidade na organização vis-à-vis os clientes (*supplychain*) [2]. Para o desenvolvimento de ideia de TQCM (*Total Quality Cost Manufacturing*) buscando a redução de custos máximas consequentemente resultados satisfatórios e que também esta relacionada à otimização do BWS (*Build Work Satandard*) como um todo.

Atualmente é indiscutível a importância de um ambiente adequado ao desenvolvimento do trabalho. O *layout* consiste na maneira como os homens, máquinas e equipamentos estão dispostos no processo produtivo [3]. Ou seja, um ambiente projetado e adaptado ao trabalhador de um modo a proporcionar às organizações já que eleva o nível de produtividade.

A principal ferramenta para esta pesquisa é o estudo de tempos (*cycle time* e *takt time*), que através de métodos estatísticos, poderá mensurar o tempo despendido em cada atividade. O estudo dos tempos e movimentos, além de permitir a racionalização dos métodos de trabalho do operário usando as práticas do *lean manufacturing*. A produção enxuta pode também ser considerado como um JIT estendida que partes envolvidas na cadeia de suprimentos, intrae inter-organização [4]. Também conta com inovações tecnológicas para automatizar algumas tarefas pertinentes ao processo. Com o processo automatizado podemos aumentar a eficiência da mão de obra, a qual poderá ser usada em simultâneo em duas, três ou até mais operações. Essa otimização tem grande contribuição e é de extrema importância na redução do custo da mão de obra direta usada no produto. Pois proporciona a redução do CWS (*costwork standard*) que consequentemente garante um *off set* no BWS, o qual é incluído no processo de cotação do produto.

II. ADMINISTRAÇÕES DA PRODUÇÃO

Com o passar dos tempos, algumas pessoas foram descobrindo habilidades na produção de produtos devido a necessidades das pessoas, e passaram a produzi-los conforme a solicitação e especificação dos “clientes”. A administração da produção é representada por um sistema aberto que interage com o ambiente, sistema este que é capaz de autorregulação e pode alcançar um mesmo objetivo a partir de diferentes caminhos, usando diferentes recursos [5]. Exerce um papel fundamental para o desenvolvimento das organizações, visando atender os objetivos organizacionais.

Em uma organização se faz necessário esse sistema que é de extrema importância, pois ele engloba um conjunto de partes inter-relacionadas como as operações que produz bens ou serviços, e mais os processos de transformação. Uma atividade de produção pode ser vista como modelo do tipo “*input - transformação-output*” [6]. As empresas formam um ciclo, onde precisam ter controle, estratégias, buscar constantes melhorias para resultados positivos em seus produtos. A gestão de produção possui conceitos essenciais para a sua evolução

chamados de eficiência e eficácia. Eficiência significa fazer algo ao custo mais baixo possível. Eficácia significa fazer a coisa certa para agregar o máximo de valor à empresa [7].

II.1 ESTUDOS DE TEMPOS E MÉTODOS

Atualmente, é um dos métodos mais amplamente utilizados para o planejamento e padronização do trabalho. O estudo de tempos é uma maneira que nos permite mesurar o trabalho por meio de métodos quantitativos, possibilitando o cálculo do tempo padrão [8]. Os principais impulsos para o desenvolvimento dos sistemas de tempos predeterminados partiram de Frederick W. Taylor e de Frank B. Gilbreth. O estudo de tempos teve seu início em 1881 na usina de *Midvale Steel Company*, Taylor foi seu principal introdutor [9]. Esta ferramenta é fundamental para as indústrias onde possibilita um leque de ganhos em sua produtividade.

O estudo de tempos exato obtém informações reais, analisando a produtividade e a qualidade de um processo produtivo, para isso se fez necessário a divisão e o estudo de cada operação levando em consideração cada movimento dos operários assim como se fez o anagrama de Gilbreth. Os Movimentos elementares (*therbligs*) permitem decompor e analisar qualquer tarefa [10]. Esses *therbligs* foram usados para estabelecer o tempo padrão de uma operação como Taylor o fez com seus elementos [11]. Conseguindo assim o melhor método de executar cada tarefa, para obter indicadores confiáveis.

II.2 CRONOANÁLISE E CRONOMETRAGEM

A cronoanálise vem do estudo de tempos e métodos, ela define parâmetros tabulados de várias formas, coerentemente, culminando no melhor planejamento e racionalização industrial [12]. É vista como uma ferramenta essencial na utilização de recursos de medição e melhoramento de operações produtivas.

A cronometragem que consiste em medir o tempo gasto durante a execução do trabalho, por pessoa treinada, e em corrigir esse tempo levando-se em conta o ritmo com que a operação foi executada [13]. Este é o acompanhamento feito em um ciclo de trabalho, onde é focado o preparar (ou carregar), fazer (ou posicionar), descarregar.

Em relação á didática da ferramenta cronometragem utiliza-se os seguintes equipamentos para mensurar o tempo de cada operação:

- Cronômetro
- Filmadora
- Prancheta de Observações
- Folha de Observações

O desenvolvimento adequado de uma cronometragem permitirá ao administrador definir sua capacidade real instalada e, assim, executar o planejamento e controle de produção (PCP), proporcionando assim o direcionamento correto dos recursos existentes na empresa e a disponibilidade dos equipamentos, afim de atender a demanda comercial existente no mercado [14]. A relevância do estudo mostra o quanto esta análise é importante para o desenvolvimento das organizações atuais em termos de competitividade principalmente, nos dias de hoje a busca é produzir mais, em menor custo, com alta

qualidade.

II.3 ARRANJOS FÍSICOS (LAYOUT)

A maneira de alocar as máquinas equipamentos para otimizar o fluxo de produção em uma fábrica denomina-se estudo de arranjo-físico industrial ou *layout* [15]. As mudanças refletem nas organizações diariamente, ter e propor a melhor estrutura aos clientes se tornou essencial nas tarefas das organizações.

Seu desafio é a locação relativa mais econômica e com menor número de condições inseguras das várias áreas da empresa ou, ainda, a melhor utilização do espaço disponível que resulta em um processo mais efetivo, pela menor distância, em menor tempo e nas condições mais seguras possíveis [16]. O arranjo físico é a base para as empresas evoluírem e por isso que deve haver uma compreensão de uma estrutura física um espaço onde pessoas e máquinas possam circular de forma racional, adequando a todos as melhores condições.

Um arranjo físico errôneo pode conduzir a padrões de fluxo excessivamente longos ou confusos, grandes estoques de materiais, filas e inconveniência para clientes, operações inflexíveis, altos custos, desperdício com movimentação de materiais e pessoas, entre outros [17]. Por isso é essencial uma estrutura definida para não haver nenhuma anormalidade nas organizações.

Os tipos de *layout* são usados de acordo com cada estrutura do ambiente organizacional. Os modelos destacam-se invariavelmente, define quatro ou cinco formas de se organizar um arranjo produtivo: arranjo por produto ou por linha; arranjo por processo ou funcional; arranjo celular; arranjo por posição fixa; arranjo misto.

O *layout*, ou arranjo físico é a parte mais visível e exposta de qualquer organização. O arranjo físico adequado proporciona para empresa maior economia e produtividade, com base na boa disposição dos instrumentos de trabalho e por meio da otimização do equipamento de trabalho e do fator humano alocado no sistema [18]. A necessidade de estudá-lo existe sempre que se pretende a implantação de uma nova fábrica ou unidade de serviços ou quando se estiver promovendo a reformulação de plantas industriais ou outras operações produtivas já em funcionamento.

II.4 CAPACIDADES DE PRODUÇÃO

As organizações precisam atender a demanda, para isso é fundamental determinar um nível ótimo de produção, com eficiência e eficácia em seus processos. A capacidade de produção é vista como a quantidade de produtos/ manufatura é capaz de produzir ao longo de um período específico [19]. Portanto se fazem necessários o controle e planejamento da capacidade produtiva. Outro conceito relevante no âmbito da capacidade de um sistema de produção é a eficiência da planta. A eficiência medida é a razão entre a capacidade de fato disponibilizada (Capacidade operacional) e a capacidade efetiva [20]. No entanto é preciso ter clareza nos objetivos que pretende alcançar.

A capacidade é a máxima produção (ou saída) de um empreendimento. Em outras palavras, capacidade pode ser explicada com o nível máximo de atividade de valor adicionado que pode ser conseguido, em condições normais de

operações e por um determinado período de tempo. Ou seja, é a ideia de valor máximo, capacidade estática, que cria uma estrutura de programação que tem o desafio de harmonizar, em todos os níveis o grau de capacidade produtiva com o nível de demanda a ser atendida com o menor custo possível.

A capacidade pode ser vista como:

- Capacidade Instalada – é a produção máxima que se pode produzir, em uma jornada de trabalho em regime *Full - Time*, ignorando qualquer possibilidades de perdas.
- Capacidades Disponíveis ou de Projeto - refere-se à capacidade máxima de um sistema produtivo numa jornada de trabalho sem considerar as perdas envolvidas.
- Capacidade Efetiva – é a capacidade disponível considerando-se as perdas planejadas, como os tempos de *setups*, manutenção preventiva, auditoria da qualidade, troca de turnos, intervalos de operações, etc.

O sistema de custos da organização é importante para o planejamento e controle das atividades da organização e auxilia na decisão do modo de fabricar, na melhoria dos processos e na eliminação de desperdícios. A análise custo \times lucro \times volume é muito utilizada nas organizações e permite estudar os relacionamentos que acontecem entre os custos incorridos, o volume de produção e o lucro aferido em um determinado período. O ponto de equilíbrio representa a quantidade de produtos vendidos para a qual os gastos se igualam às receitas. A margem de contribuição reflete o quanto cada unidade vendida contribui para a cobertura dos custos e despesas fixas de uma organização.

O desequilíbrio entre a capacidade e a demanda pode ter consequências econômicas desastrosas para a organização.

II.5 LEAN MANUFACTURING (MANUFATURA ENXUTA)

As origens do *Lean Manufacturing* remontam ao Sistema Toyota de Produção (também conhecido como Produção *Just in - time*). O executivo da Toyota Taiichi Ohno iniciou, na década de 50, a criação e implantação de um sistema cujo principal foco era a identificação e a posterior eliminação de desperdício, com o objetivo de reduzir custos e aumentar a qualidade e a velocidade de entrega do produto aos clientes [21]. Promover melhores condições de trabalho para o colaborador com o objetivo de tornar mais eficaz a realização das atividades necessária na construção de um produto, garantindo assim uma repetibilidade dentro de um padrão aceitável em relação ao *cycle time*.

A palavra "*lean*" refere-se a inclinar-se de fabricação ou produção enxuta, pois utiliza menos de tudo, em comparação com a massa produção. Ele utiliza apenas metade do esforço humano na fábrica, a metade do espaço de fabricação, a metade do tempo [22-23]. Garantir a implementação de um *layout* e fluxo de processo onde possa ser otimizado ao máximo o armazenamento e matéria prima, a movimentação e relocação do colaborador durante a realização das atividades de montagem, garantindo um tempo padrão na posição de trabalho.

Filosofia de produção enxutavisa reduzir os custos operacionais através da eliminação de resíduos *Waste* é tudo aquilo que não agrega valor ao produto ou serviços [24-25]. O

Lean manufacturing, são práticas que trabalham de maneira sinérgica para criar um sistema de alta qualidade de produtos no ritmo que o cliente deseja, sem desperdícios. O modelo de congruência argumenta que a organização formal de uma empresa oferece aos funcionários um meio de estruturar e coordenar suas atividades de trabalho objetivos estratégicos da empresa [26]. Fazer o mapeamento do processo (*Roadmap*) com objetivo de identificar os pontos fracos ou com potenciais de desperdício promover estudos de melhoria contínua para melhorar performance do produto.

Produção Enxuta (LP) tem sido adotado por empresas em vários setores industriais nas últimas décadas e estas empresas têm, posteriormente, mudado-separa a frente em sua implementação. Em muitos casos, isso permitiu-lhes melhorarem seus resultados e competitividade [27].

LP é uma filosofia de gestão baseado na contínua melhoria, o que exige o envolvimento e o comprometimento de todos na organização e fornece uma oportunidade de melhorar os resultados em termos de qualidade, custos e prazos de entrega [28-29]. Garantir a boa prática de auto avaliação e de forma constante focando na excelência em qualidade e processo de manufatura, seja através de treinamentos, inovações tecnológicas e de processo de 6Sigma ou Kaizen. Filosofia TPM (*Total Productive Maintenance*) centra-se na otimização de equipamentos e produtividade do processo, enquanto a manufatura enxuta abrange uma maior perspectiva, endereços na eliminação de resíduos (de trabalho, tempo, custo, inventário, etc) ao estabelecer orientada para o cliente [30-31]. Garantir a aplicação dos conceitos de MTBF (*mean time between failure*), MTTR (*mean time to repair*) para que seja possível realizar constantes revisões ao processo de manutenção preventiva e preditiva para evitar as quebras indesejáveis e minimizar os gastos relacionados as manutenções corretivas e paradas de produção.

III . APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A aplicação do modelo para a gestão da qualidade na empresa da indústria de Manaus, na região do polo automobilístico de , foi no período entre Fevereiro de 2014 como objetivos específicos, definidos como metas da direção da empresa:

- Reduzir 10% no retrabalho no produto - Indicador: % produto OK (FTQ- *First Time Quality*, que é o % de aprovação do produto na primeira vez, livre de retrabalho ou falha);
- Reduzir 15% de refugo - Indicador: % peças rejeitadas;
- Reduzir 10% no tempo gasto para solução de problemas - Indicador: Dias para solução do problema.
- A aplicação do estudo de caso foi desenvolvido com base nos principais pontos apresentados na *SWOT* e em três etapas: revisão na estrutura organizacional, análise no controle do processo produtivo e desenvolvimento de uma sistemática de solução de problemas, que estão resumidos a seguir.
- Estrutura Organizacional da Qualidade: Planejamento, Controle e Melhoria da Qualidade.
- Controle de Processo Produtivo – Revisar o *Layout* do processo produtivo para adequar as estações de verificação, bem como revisão na Documentação: Trabalho Padronizado,

Padrão de Qualidade do Produto e Sistema de Gestão à Vista.

- Solução de Problemas – Rever práticas e o processo da análise de problema: Diagrama de Causa e Efeito, Histograma e Comunicação de Problema.

III.1 PLANEJAMENTO DO *LEAN MANUFACTURING* NA EMPRESA

A palavra "*lean*" refere-se à produção enxuta *manufacturing* magra como ele usa menos de tudo, em comparação com a produção em massa. Ele só usa metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço de produção, metade do investimento em ferramentas e metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto na metade do tempo. Foi feita uma revisão na estrutura organizacional considerando três principais áreas: Planejamento, Controle e Melhoria Contínua (KAISEN), e avaliada a descrição das atividades de cada área, os papéis e responsabilidades, as competências básicas e um plano de treinamento foi desenvolvido para os empregados da área de Gestão da Qualidade. As pessoas foram comunicadas e para participarem com as suas idéias e sugestões que pudessem contribuir para melhor resultados do que estava sendo proposto, ao mesmo tempo em que se buscava, com isso, obter maior comprometimento de todos. A estrutura de Manufatura foi revisada de tal maneira que a Operação Produtiva pudesse ter todo o suporte necessário para produzir, buscando-se a visão: "Faça certo da Primeira Vez". A área de Engenharia de Produção foi reestruturada para que tivesse expertise de Qualidade do produto e trabalhasse com a área de Qualidade na solução de problemas.

III.2 VISÃO GERAL DO PROCESSO

Dentro deste contexto, a pesquisa focou na realização de um estudo de tempos e métodos, tomando como base uma linha de produção de Auto Rádio, essa empresa foi fundada em 1999 na Cidade de Manaus. A mesma foi escolhida por estar localizada em uma área onde oferecem incentivos fiscais para esse tipo de produto e porque tende a ter um custo logístico muito alto caso não seja cumprido o *lead time e transit time* corretamente. Assim, busca-se com esta pesquisa analisar o processo produtivo corrente da empresa, localizando falhas de desempenho e identificando oportunidade de aperfeiçoamento. O processo produtivo dos Rádios em questão é complexo. Há todo o suporte logístico, principalmente por nos encontrarmos no PIM, isso gera um modal de trabalho diferente em comparação a outros sítios. O processo produtivo é dividido em três partes, SMD que é a área de montagem e inserção de componentes eletrônicos, Bezel que é a área de montagem do dispositivo no qual haverá interação com o cliente final e a parte da montagem do rádio com a placa de circuito impressa feita no SMD. Devido à necessidade de incentivos fiscais, todas as operações de montagem necessitam de operadores, pois há pouca automação da linha de produção. Na figura 02, temos o *layout* atual, com as linhas de montagem de rádio dependentes das linhas de Bezel, pois o Bezel alimenta o sistema de produção do rádio, gerando desta forma um conjunto que é o produto final.

III.3ANÁLISES DE DADOS

Para realizar a análise de dados, fizemos a medição de 1 hora em cada operação, verificando desta forma o FTT de cada operação. Assim, utilizando um formulário interno da empresa para demonstrar via gráfico e tabela os gargalos da linha de produção. Temos a análise Teórica, que é o

aproveitamento de 100% da operação e a análise Técnica, no qual utilizamos uma taxa de 95% da capacidade teórica. Realizando o levantamento das operações, utilizando com referência o Plano de controle do produto, temos o gargalo identificado da linha, que mostre nosso cenário é o *Teste Bluetooth*, conforme mostra a figura 1.

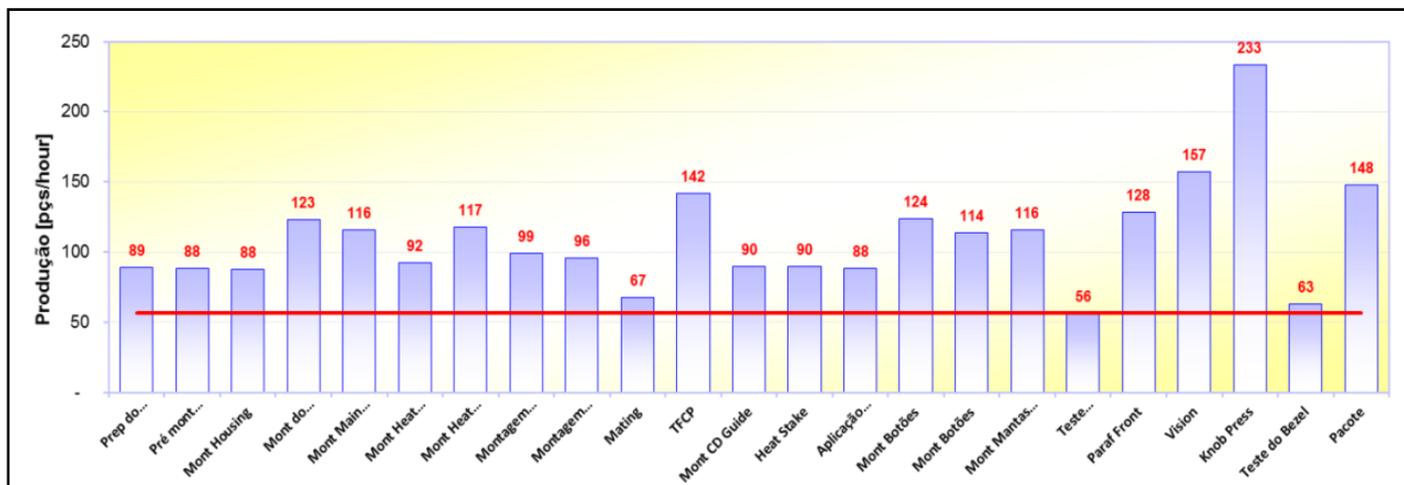


Figura 1. Identificação do Gargalo.

Esta etapa é vital para a performance funcional do rádio, pois tem um impacto direto sobre a qualidade final do produto. Caso ela não seja realizada de forma adequada, o produto será rejeitado na inspeção de qualidade realizada em

offline e terá que retornar para o processo inicial da linha de montagem. Na figura 2, pode-se ver o *layout* da linha para melhor entendimento.

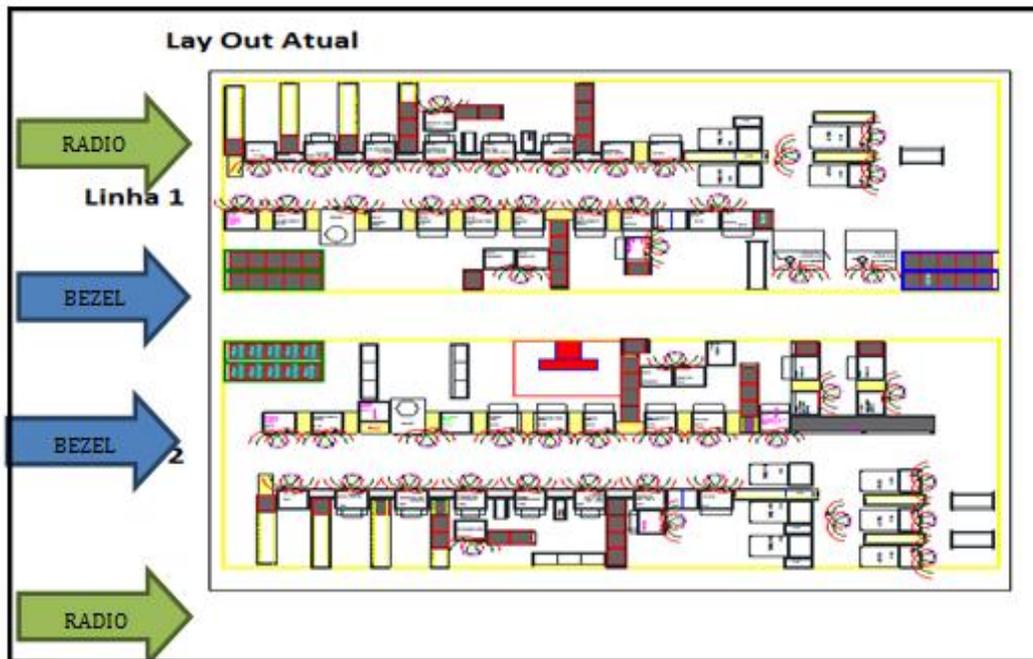


Figura 2. Layout Atual.

Utilizando os procedimentos e técnicas, estudo de tempos e métodos realizado na linha de produção dos Rádios VW, operação de trabalho por operação, temos a seguinte

capacidade produtiva de cada operação, utilizando a fórmula a seguir: onde, C = Capacidade Horária de Produção e T= Tempo de ciclo de teste em segundos.

sendo que atualmente temos duas linhas independentes, conforme a figura 02, a capacidade produtiva da linha 01 é referenciada pela Tabela 1 e a capacidade

produtiva da linha 2 é referenciada pela Tabela 1.

Tabela 1- Capacidade Produtiva da Linha 1.

OPERAÇÃO		EQUIPAMENT O	QTY DE PESSOAS	TEMPO PADRÃO		FATOR		CAPACIDADE TECNICA	CAPACIDADE TEÓRICA	
				MÁQUINA	MANUSEIO	OBJETIV	ATUAL			
					TOTAL					
#OP10	Prep do Housing	1	2		38,504	38,504	95%	60%	93	89
#OP15	Pré mont (tampa)	1	2		38,846	38,846	95%	61%	93	88
#OP20	Mont Housing	1	2		39,000	39,000	95%	61%	92	88
#OP30	Mont do Mecanismo	1	2		27,800	27,800	95%	43%	129	123
#OP40	Mont Main no Housing	1	2		29,600	29,600	95%	46%	122	116
#OP50	Mont Heat Sink/Antena Traseira	1	2		37,000	37,000	95%	58%	97	92
#OP60	Mont Heat Sink lateral/Molas	1	2		27,600	27,600	90%	43%	130	117
#OP70	Montagem Bezel/Housing	1	2		34,500	34,500	95%	54%	104	99
#OP80	Montagem Tampa Sup	1	2		35,800	35,800	95%	56%	101	96
#OP90	Mating	2	1	101,600		101,600	95%	79%	71	67
#OP190	TFCP	2	2	48,200		48,200	95%	38%	149	142
#OP110	Mont CD Guide	1	2		38,170	38,170	95%	60%	94	90
#OP120	Heat Stake	1	2		38,170	38,170	95%	60%	94	90
#OP125	Aplicação Graxa	1	1		38,875	38,875	95%	61%	93	88
#OP130	Mont Botões	1	2		27,600	27,600	95%	43%	130	124
#OP140	Mont Botões	1	1		30,000	30,000	95%	47%	120	114
#OP150	Mont Mantas e Microfone	1	2		29,473	29,473	95%	46%	122	116
#OP155	Teste Bluetooth	1	1		60,800	60,800	95%	95%	59	56
#OP160	Paraf Front	1	2		26,667	26,667	95%	42%	135	128
#OP165	Vision	1	2		21,800	21,800	95%	34%	165	157
#OP180	Knob Press	1	1		14,667	14,667	95%	23%	245	233
#OP185	Teste do Bezel	1	2	54,600		54,600	95%	85%	66	63
#OP200	Pacote	1	1		24,349	24,349	100%	38%	148	148
TOTAL:		25	40		#OP155		95,0%	59	56	

Somando a capacidade produtiva, utilizando os gargalos como referência, temos uma capacidade de 155 rádios por hora, Op. 90 da linha 01 mais Op. 20 da linha 02. Observando que, na mesma montagem temos a produção de

um subconjunto que é fornecido pelo próprio processo produtivo, essa sub montagem é da Operação 110 até a Operação 185, então a capacidade produtiva real a ser considerada será entre a Operação 10 e Operação 190.

Tabela 2- Capacidade Produtiva da linha 2.

OPERAÇÃO		EQUIPAMENTO	QTY DE PESSOAS	TEMPO PADRÃO		FATOR		CAPACIDADE TECNICA	CAPACIDADE TEÓRICA	
				MÁQUINA	MANUSEI	OBJETIVO	ATUAL			
					TOTAL					
#OP10	Prep do Housing	1	2		38,504	38,504	95%	94%	93	89
#OP15	Pré mont (tampa)	1	2		38,846	38,846	95%	95%	93	88
#OP20	Mont Housing	1	2		39,000	39,000	95%	95%	92	88
#OP30	Mont do Mecanismo	1	2		27,800	27,800	95%	68%	129	123
#OP40	Mont Main no Housing	1	2		29,600	29,600	95%	72%	122	116
#OP50	Mont Heat Sink/Antena Traseira	1	2		37,000	37,000	95%	90%	97	92
#OP60	Mont Heat Sink lateral/Molas	1	2		27,600	27,600	90%	67%	130	117
#OP70	Montagem Bezel/Housing	1	2		34,500	34,500	95%	84%	104	99
#OP80	Montagem Tampa Sup	1	2		35,800	35,800	95%	87%	101	96
#OP90	Mating	3	1	101,600		101,600	95%	82%	106	101
#OP190	TFCP	3	2	48,200		48,200	95%	39%	224	213
#OP110	Mont CD Guide	1	2		38,170	38,170	95%	93%	94	90
#OP120	Heat Stake	1	2		38,170	38,170	95%	93%	94	90
#OP125	Aplicação Graxa	1	1		38,875	38,875	95%	95%	93	88
#OP130	Mont Botões	1	2		27,600	27,600	95%	67%	130	124
#OP140	Mont Botões	1	1		30,000	30,000	95%	73%	120	114
#OP150	Mont Mantas e Microfone	1	2		29,473	29,473	95%	72%	122	116
#OP155	Teste Bluetooth	2	1		60,800	60,800	95%	74%	118	113
#OP160	Paraf Front	1	2		26,667	26,667	95%	65%	135	128
#OP165	Vision	1	2		21,800	21,800	95%	53%	165	157
#OP180	Knob Press	1	1		14,667	14,667	95%	36%	245	233
#OP185	Teste do Bezel	2	2	54,600		54,600	95%	67%	132	125
#OP200	Pacote	1	1		24,349	24,349	100%	59%	148	148
TOTAL:		29	40		#OP20		95,0%	92	88	

Separando as linhas de processo entre linha de rádio (Operação 10 até a Operação 190) e linha de Bezel (Operação 110 até a Operação 185), temos o seguinte layout, figura 03. Neste conceito a demanda para produção em 2 Turnos são de 38 operados, contra 44 operadores utilizados no conceito anterior, gerando um ganho de aproximadamente 156.000,00 Reais em custo anuais de salários com o operadores.

$$E = S * H \quad (1)$$

Onde,

E = Economia anual de Salários.

S = Salário Anual

H = Quantidade individual de mão de obra.

$$S = 12,28 * D \quad (2)$$

Onde,
 D= 176 horas mensais * 12 meses
 12,28 = Constante de valor mão de obra horário por operador em reais.

Assim têm-se,

$$E = 155.612,16 \text{ BRL}$$

IV. RESULTADOS OBTIDOS

Com o novo *layout*, temos as linhas de Bezel independentes da linha de rádio, visto na análise de dados que a capacidade produtiva do Bezel é maior que a do rádio, tem a possibilidade de trabalharmos com o *buffer* de peças, assim reduzimos a necessidade de mão de obra. Isso é evidenciado, pois anteriormente na linha de rádio tínhamos na linha 2 com 3 testadores e a linha 1 com 2 testadores, mas a quantidade de operações anteriores eram as mesmas, ou seja, tínhamos uma deficiência na capacidade operacional, o que foi ajustado com a união das linhas. Detalhando o desempenho da linha no

conceito anterior, antes dos testadores tínhamos todas as operações com uma capacidade de 90 peças por hora em média, mas como linha 1 só tinham 2 testadores, o desempenho da linha era de 60 peças por hora (capacidade máxima do equipamento) devido ao gargalo ser o que define a capacidade da linha. Assim, tínhamos um *déficit* de desempenho de 30 Radio por hora na linha 1 devido à falta de um equipamento.

Com a união das linhas de rádio, conforme figura 3, e realizando o estudo de tempos, a capacidade da linha foi a 168 peças por hora, alterando o gargalo da linha para os testadores finais, tabela 3.

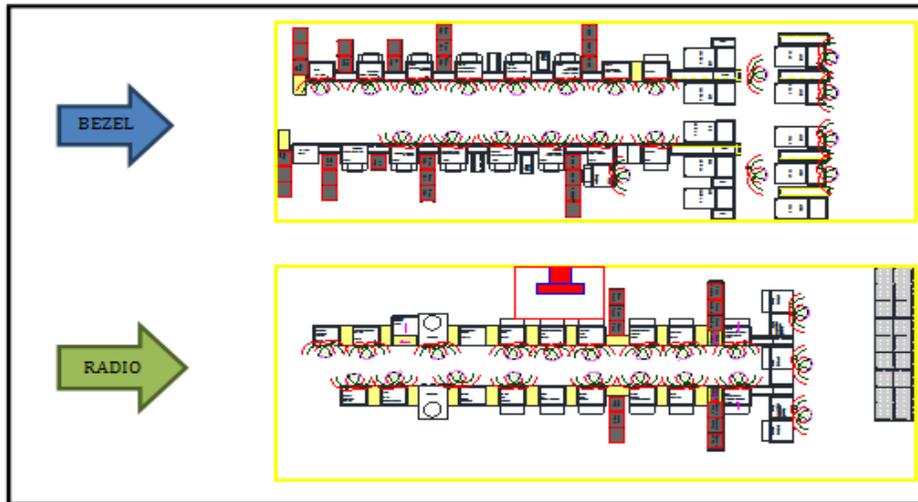


Figura 3. Linha de produção após alterações.

Analisando os dados coletados, temos a seguinte capacidade produtiva da linha de Processo dos Radio VW, apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Produtiva Final.

OPERAÇÃO	EQUIPAMENTO	QTY DE PESSOAS	TEMPO PADRÃO			FATOR		CAPACIDADE TECNICA	CAPACIDADE TEÓRICA	
			MÁQUINA	MANUSEIO	TOTAL	OBJETIVO	ATUAL			
#OP10	Prep do Housing	2	2		38,504	38,504	95%	90%	187	178
#OP15	Pré mont (tampa)	2	2		38,846	38,846	95%	91%	185	176
#OP20	Mont Housing	2	2		39,000	39,000	95%	91%	185	175
#OP30	Mont do Mecanismo	2	2		27,800	27,800	95%	65%	259	246
#OP40	Mont Main no Housing	2	2		29,600	29,600	95%	69%	243	231
#OP50	Mont Heat Sink/Antena Traseira	2	2		37,000	37,000	95%	86%	195	185
#OP60	Mont Heat Sink lateral/Molas	2	2		27,600	27,600	90%	65%	261	235
#OP70	Montagem Bezel/Housing	2	2		34,500	34,500	95%	81%	209	198
#OP80	Montagem Tampa Sup	2	2		35,800	35,800	95%	84%	201	191
#OP90	Mating	5	1	101,600		101,600	95%	95%	177	168
#OP190	TFCP	5	2	48,200		48,200	95%	45%	373	355
#OP110	Mont CD Guide	2	2		38,170	38,170	95%	89%	189	179
#OP120	Heat Stake	2	2		38,170	38,170	95%	89%	189	179
#OP125	Aplicação Graxa	2	1		38,875	38,875	95%	91%	185	176
#OP130	Mont Botões	2	2		27,600	27,600	95%	65%	261	248
#OP140	Mont Botões	2	1		30,000	30,000	95%	70%	240	228
#OP150	Mont Mantas e Microfone	2	2		29,473	29,473	95%	69%	244	232
#OP155	Teste Bluetooth	3	1		60,800	60,800	95%	95%	178	169
#OP160	Paraf Front	2	2		26,667	26,667	95%	62%	270	256
#OP165	Vision	2	2		21,800	21,800	95%	51%	330	314
#OP180	Knob Press	2	1		14,667	14,667	95%	34%	491	466
#OP185	Teste do Bezel	3	2	54,600		54,600	95%	85%	198	188
#OP200	Pacote	4	1		24,349	24,349	100%	28%	591	591
TOTAL:		56	40		#OP90		95,0%		177	168

Observando que o gargalo agora é a Operação 90, no qual é o último equipamento do Processo, sendo assim, a linha está balanceada e com um aumento de desempenho de 8% e

redução de 14% do efetivo operacional. Com isso temos o resultado representado na Tabela 5.

Tabela 5. Comparação de Capacidade antes e *pós-layout* proposto.

Modelo	Layout Atual	Layout Proposto
1Din L#1	67	168
1Din L#2	88	
Total	155	
Capacidade 2º Turno	2592	2809
Ganho		8%

Como podemos perceber o processo produtivo obteve um ganho de produtividade, gerando uma performance de otimização nos processos, trabalhando assim com ritmo produção enxuta.

V. CONCLUSÕES

Esta pesquisa é direcionada para a análise crítica da performance produtiva de uma linha de produção de auto radio, onde será necessário realizar as medições de *cycle time* para obter o tempo padrão de cada operação e que poderá evidenciar a operação gargalo que esta penalizando o *takt time* da montagem do produto.

Focando no conceito de *lean manufacturing* para desenvolver um *layout* onde possa estabelecer novos objetivos de produção hora e um melhor balanceamento entre as operações. Dentre as dificuldades encontradas ao longo da pesquisa, podem-se ressaltar as relações interpessoais entre os colaboradores, uma vez que a mudança física do setor em questão com as alterações de *layout* para a melhoria de produtividade e otimização do tempo de produção com ganhos financeiros que e o que esta pesquisa busca.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Klingenberg J. Riezebos, W. e Hicks C, **Lean Production and information technology: connection or contradiction?** Computers in Industry 60 (2009)237–247.
- [2] Cohen, M., Kleindorfer, P.R., Lee, H.L., 2006. **Optimal stocking policies for low usage items in multi-echelon inventory systems.** Nav. Res. Logist. Q. 33 (1), 17–38.
- [3] Toledo JR, Itys-Fides Bueno **DE.LAYOUT- Arranjo Físico.** São Paulo: Itys Fides 9ªed. 2007.
- [4] Enkawa, t. And Schvaneveldt, s.j. (2001). **Just-in-time, lean production, and complementary paradigms, in salvendy, g.** (ed.), handbook of industrial engineering, 3rd ed., wiley, new york, ny, pp. 554-61.
- [5] Muniz Junior etc .al. **Administração da Produção.** Curitiba ,2012.

[6] Alves Fusco, José Benedito Sacomano, Fabio Alves Barbosa, Walter Azzolin. **Administração de Sistemas de Produção.** São Paulo: arte e ciência. 2003.

[7] Jacobs Robert e Chase Richard B. **Administração da Produção e de Operações,** São Paulo, 2009.

[8] Peinado, J & Graeml, A.R..**Administração da Produção: operações industriais e de serviços.**curitiba: unicenp,2012.

[9] Barnes, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** São Paulo: Edgard Blücher 1977.

[10] Chiavenato, Idalberto, **Administração Geral e Pública.** Rio de Janeiro: Elsevier,2006.

[11] Borba, Mirna de et. al. **Comparação dos métodos de análise de tempos pré-determinados.** Porto Alegre, 2008 .

[12] Toledo, I.F.B. **Tempos & Métodos.** São Paulo 8º ed. Assessoria Escola Editora, 2004.

[13] Alves Fusco, Sacomano José Benedito, Barbosa Fábio Alves, Walter Azzolin. **Administração de Sistemas de Produção.** São Paulo: arte e ciência. 2003.

[14] Marques Wagner Luiz. **Diário de um empreendedor.** Paraná, 2007.

[15] Filhos Paranhos. **Administração da produção.** São Paulo. Ed. Saraiva. 2007.

[16] Campos, Armando. **Prevenção e controle de riscos em máquinas e equipamentos.** São Paulo. 2006.

[17] Rebelato Daisy. **Projeto de investimento.** Barueri. São Paulo. 2004.

[18] Marques, Wagner Luiz. **Análise de Custos.** São Paulo. Ed. Campus. Porto Alegre. 1994.

[19] Neuann, Clovis. **Gestão de sistemas de produção e operação.** Ed. Guanabara. Rio de Janeiro. 2013.

- [20] Lustosa Leonardo. **Planejamento e Controle de Produção**. Rio de Janeiro, 2008.
- [21] Wekerma, Maria Cristina Catarino. **Introdução as ferramentas do leanmanufacturing**. Belo Horizonte, 2006.
- [22] Womack, Jamesp., Jones, Danielt., Roos, D., **The machine that changed the world**: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million dollar 5-year study on the future of the automobile, scribner; 1990.
- [23] Rao, K., **Becoming lean**: inside stories of us manufacturers, monthly labor review, 1999; 122.
- [24] Womack, J., Jones, D. (1996), **lean thinking**: banish waste and create wealth in your corporation, Simon & Schuster, New York, NY.
- [25] Mondem, Y., (1983) **Toyota production systems practical approach to production management**, Industrial Engineering and Management Press, Atlanta, GA.
- [26] Wyman, O. (2003). **The congruence model**: a roadmap for understanding organizational performance. Delta organization & leadership, 1–15. zayko, m., & hancock, w. M. (1998). Implementing Lean Manufacturing at Gelman Sciences, inc.in J. K. Liker (ed.), **Becoming lean: inside stories ofu**. S. Manufacturers (pp. 246–301). Portland, or: Productivity Press.
- [27] Moyano-Fuentes, J., Sacristán-Díaz, M., 2012. **Learning on lean: areview of thinking and research**. International journal of operations& production management 32 (5), 551---582.
- [28] Womack, J.P. Jones, S.T. 1996. **Lean thinking: banish waste andcreate wealth in your corporation**. Simon and Schuster, New York.
- [29] Moyano-Fuentes, J., Sacristán-Díaz, M., Martínez-Jurado, P.J,2012. **Cooperation in the supply chain and lean production adoption**: evidence from the spanish automotive industry. International journal of operations & production management 32 (9),1075---1096.
- [30] Thomas, A., Barton,R., Byrad, P. (2008). **Developing a six sigma maintenance model**. Journal of quality in maintenance engineering, vol. 14 no. 3, 2008,p. 262-271.
- [31] Mckune, K.E., Schroeder, R.G., Cua, K.O., (1999). **Total productive maintenance**: a contextual view, Journal of operations management, vol .17. pp 123-144.