

HEIJUNKA: Introdução do Sistema Puxado e Nivelado de Produção em uma fábrica de reatores, módulos e drives de LED

Amanda Ponte Lucinda¹
Felipe Flausino de Oliveira²

RESUMO

Este trabalho descreve a introdução do *Heijunka* (sistema puxado e nivelado de produção) em uma empresa do ramo de eletrônicos, apresentando o conceito deste sistema, o processo de introdução, benefícios e impactos. Tal abordagem se justifica a necessidade de adaptação da empresa perante o novo mercado e a crescente demanda por *LEDs*. Em meio à alta competitividade e as altas flutuações de demanda, é imprescindível que as empresas busquem ferramentas de produção que estejam alinhadas a seus objetivos e a sua sobrevivência no mercado. O objetivo deste estudo é apresentar a introdução do sistema e seus benefícios para a produção, tal como o aumento da flexibilidade e o nivelamento entre demanda sobre os processos e fornecedores. Este propósito foi obtido mediante a pesquisa bibliográfica e exploratória, e a execução do projeto ocorreu através de um estudo de caso. A pesquisa evidenciou que a implantação do *Heijunka* foi de muita relevância para o desenvolvimento e sucesso da organização, pois a possibilitou se manter frente à concorrência, oferecendo produtos de qualidade e flexíveis em meio às variações de demanda.

Palavras-chave: *Heijunka*. Flexibilidade. Sistema Puxado.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo aborda a introdução do *Heijunka* em uma empresa do ramo de eletrônicos, evidenciando o conceito deste sistema, o processo de introdução, benefícios e impactos. A escolha do tema foi baseada na importância das indústrias se adequarem às constantes mudanças de mercados, e como a ferramenta pode auxiliar neste aspecto.

¹ Graduanda do Curso de Engenharia de Produção pelo Centro Universitário do Sul de Minas. Email: amandapontelucinda@outlook.com.

² Professor Graduado em Administração de Empresas e Especialista em Docência do Ensino Superior do Centro Universitário do Sul de Minas. Email: felipe.oliveira@unis.edu.br.

Com a proibição da comercialização das lâmpadas incandescentes e o aumento das tarifas de energia elétrica, a demanda por lâmpadas de *LED* vem aumentando rapidamente, e as indústrias identificaram uma grande necessidade de se adaptarem ao novo mercado. Sendo assim, a empresa constatou que seu maior problema é a realização desta adaptação, já que não há flexibilidade e nivelamento para atender esta nova demanda. Assimilando o tempo e o conteúdo com as informações obtidas através de pesquisas é possível concretizar que a principal ferramenta para auxiliar nesse processo de reestruturação de flexibilidade e nivelamento da produção é o *Heijunka*, no qual é possível obter ganhos positivos perante o problema atual. A ferramenta nivela a variedade ou volume direto de itens produzidos, e proporciona diversos benefícios como aumento da flexibilidade, redução de risco, nivelamento de demanda, entre outros.

Tal abordagem se justifica pela necessidade de adaptação da empresa, pois devido à alta competitividade e as constantes flutuações de demanda, é imprescindível que se busque ferramentas de produção que estejam niveladas a seus objetivos no mercado. Neste contexto, a ferramenta *Heijunka* possibilita à organização diversos benefícios que a tornam apta para atender esse novo mercado e manter sua competitividade através do aumento da flexibilidade de seus processos produtivos, maior agilidade no atendimento de seus clientes, e nivelamento da produção.

Este intento foi obtido a partir de pesquisa bibliográfica que de acordo com Gil (2008) é realizada a partir de material já elaborado, composto essencialmente por livros e artigos científicos. Utilizou-se também a pesquisa exploratória, fundamentada nas pesquisas bibliográficas realizadas, e em estudos sobre fatos passados, pois não existe outra maneira de se conhecer esses fatos senão com base em dados secundários. O projeto foi executado através de um estudo de caso, que é estabelecido por Gil (2008) como um estudo profundo e detalhado de um caso, de modo que seja possível obter um amplo conhecimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção Enxuta

A *Toyota Motor Corporation* tem sido a empresa dominante e originadora da produção enxuta. Segundo a própria Toyota (disponível no *website* da empresa), a empresa sincronizou, de forma progressiva e simultânea, todos os seus processos para atingir alta qualidade, tempos rápidos de atravessamento e produtividade excepcional. Isso foi possível

devido a um conjunto de ações que criaram o que chamamos de produção enxuta. Segundo Slack, Chamber e Johnston (2009, p. 452):

[...] o princípio chave de operações enxutas significa mover-se na direção de eliminar todos os desperdícios, de modo a desenvolver uma operação que é mais rápida, mais confiável, produz produtos e serviços de mais alta qualidade e, acima de tudo, opera com custo baixo.

A Toyota ainda afirma que as atividades, conexões e fluxos de produção seguem roteiros rígidos, ao mesmo tempo em que as operações são altamente flexíveis e adaptáveis. Abordaremos nos próximos tópicos a história da produção enxuta e seus níveis, a fim de entender com mais clareza quais os fundamentos da metodologia *Heijunka*.

2.1.1 História da Produção Enxuta

Segundo os autores Womack, Jones e Ross (2004) o termo “enxuta” (do inglês, *lean*), foi evidenciado no final dos anos 80 por John Krakfic, do *Massachusetts Institute of Technology*. John Krakcif denominou o sistema de enxuto pela redução de vários aspectos em relação à produção em massa, com menos desperdício de materiais, menos estoque no local de fabricação e redução no número de defeitos.

De acordo com Liker (2005), o sistema de produção da Toyota foi criado após a Segunda Guerra Mundial, onde as montadoras Ford e GM possuíam situação de mercado vantajoso. Essas grandes montadoras produziam em massa, e focavam em produzir o máximo de peças possíveis e em paralelo ao menor custo plausível.

No ano de 1950, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, visitaram a fábrica Rouge e perceberam que a produção em massa jamais daria certo no Japão, já que o país apresentava características opostas das norte-americanas: o mercado interno era pequeno, mas demandava variedade dos automóveis; a economia do país após a guerra não autorizava a compra de novas tecnologias; os colaboradores não aprovavam condições precárias de trabalho, e em conjunto com um forte sindicato, reivindicavam participação nos lucros da empresa (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Ohno chegou á conclusão que a qualidade, flexibilidade no processo e eliminação de perda, aumentaria a capacidade produtiva da Toyota. Também concluiu que os colaboradores eram essenciais para o êxito do novo método (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

De acordo com Ohno (1997, p. 45):

[...] O sistema Toyota de Produção desenvolveu-se a partir de uma necessidade. Certas restrições no mercado tornaram necessária à produção de pequenas quantidades de muitas variedades (de produtos) sob condições de baixa demanda; foi esse o destino da indústria automobilística japonesa no período de pós-guerra.

No ano de 1960, a fábrica da Toyota já havia traçado os princípios da produção enxuta, mas apenas em 1973, com a crise do petróleo, a empresa foi devidamente reconhecida, já que seu crescimento foi maior que o de seus concorrentes em três anos subsequentes (OHNO, 1997).

2.1.2 Filosofia Enxuta

Simons e Zokaei (2005), afirmam que a produção enxuta vai além de um conjunto de técnicas e ferramentas ao nível operacional, está ligada à estratégia global da organização. Sendo assim, o “pensamento enxuto” prevê o alinhamento dos processos de acordo com aquilo que o cliente deseja em paralelo com aquilo que estão dispostos a pagar.

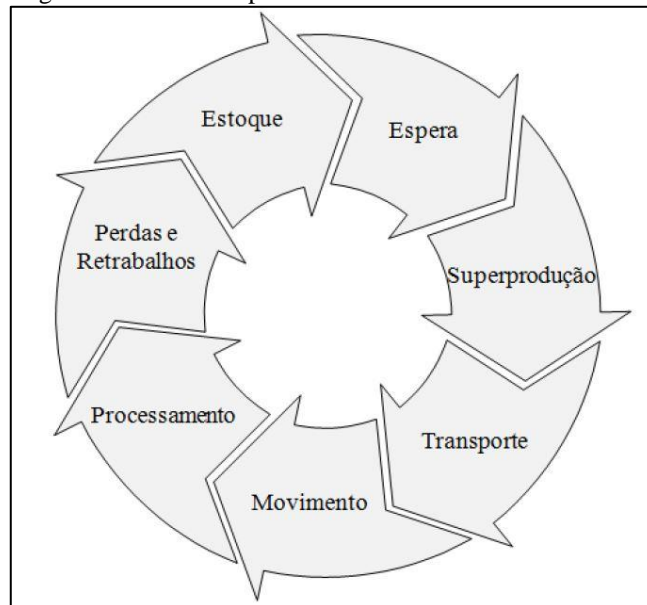
De acordo com Slack, Chamber e Johston (2009), a abordagem enxuta de gerenciar operações é baseada em fazer bem as coisas simples, fazê-las cada vez melhor e acima de tudo em eliminar todos os desperdícios em cada passo dos processos.

Ainda segundo Slack, Chamber e Johston (2009) “três razões chaves definem a filosofia enxuta que, por sua vez, apoia as técnicas do *JIT*: a eliminação de desperdício, o envolvimento dos funcionários na produção e o esforço do aprimoramento contínuo”.

2.1.3 Categorias de Desperdício

Segundo o Shingo (1985), o sistema Toyota de produção aborda sete tipos de perda: superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, desperdício nos movimentos e o desperdício na elaboração de produtos defeituosos, como mostrado na figura abaixo:

Figura 1 - Os sete desperdícios



Fonte: Shingo (1985)

A maior fonte de desperdício de acordo com Slack (2009) é a superprodução, que ocorre quando se produz mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo na produção.

Para Slack (2009), o montante de espera de materiais é disfarçado pelos operadores, que estão ocupados em produzir estoque em processo, o que não é necessário no momento. A movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou a tripla movimentação do estoque em processo, são tipos de transportes que não agregam valor. O autor ainda cita que no próprio processo ainda pode haver fontes de desperdício, provenientes de alguns projetos ruins relacionados a componentes e manutenções que podem ser eliminadas.

O quinto desperdício justifica que “todo o estoque deve tornar-se um alvo para eliminação. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques pela eliminação de suas causas” (SLACK, CHAMBER E JOHSTON, 2009, p. 456).

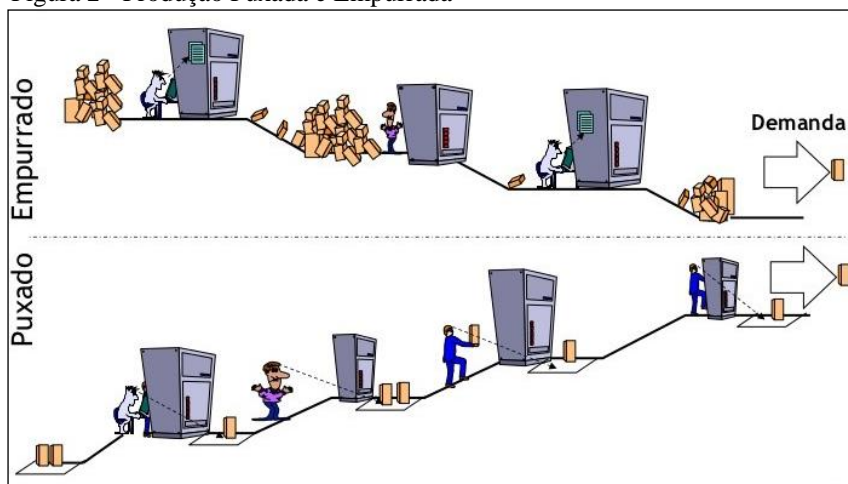
A categoria de desperdício nos movimentos pode ser reduzida por estudos de tempos e movimentos. Segundo Ohno (1997), estar em movimento não significa estar trabalhando, e trabalhar é fazer o processo avançar agregando valor ao produto.

Para o desperdício na elaboração de produtos defeituosos, Slack, Chamber e Johnston (2009) dizem que normalmente é significativo em operações e que os custos de qualidade são maiores do que tradicionalmente têm sido, portanto é necessário atacar as causas de tais custos.

2.1.4 Produção Puxada

Para Womack e Jones (1998), o tipo de produção puxada baseia-se em evitar o acúmulo de estoques, partindo de uma premissa onde o processo precedente não deve produzir um bem ou serviço antes que o cliente solicite. Em paralelo encontra-se a produção empurrada que geralmente é utilizada na produção em massa. A produção empurrada é utilizada quando se fabrica grandes lotes de produtos em ritmo máximo, partindo da premissa que trabalhadores e máquinas jamais devem ficar ociosos. Pode-se observar a diferença entre produção puxada e empurrada na Figura 2.

Figura 2 - Produção Puxada e Empurrada



Fonte: Corrêa e Corrêa (2004)

Womack e Jones (1998) dizem que o princípio da produção enxuta baseia-se na produção puxada, onde a fábrica deve puxar o pedido do cliente ao invés de produzir de acordo com sua capacidade. Ou seja, na produção puxada, se produz o que o cliente quer, no momento que ele quer e na quantidade que ele deseja.

2.2 Nivelamento da Produção - Heijunka

Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 467) definem *Heijunka* como:

[...] a palavra japonesa para o nivelamento do planejamento da produção, de modo que o mix e volume sejam constantes ao longo do tempo. Por exemplo, em vez de produzir 500 unidades em um lote que seria suficiente para cobrir as necessidades dos próximos três meses, a programação nivelada iria requerer da operação da operação a produção de somente uma peça por hora, de forma bastante regular.

Os autores ainda afirmam que o princípio da programação nivelada é simples, mas para incorporá-la, exige-se um grande esforço. Contudo, os benefícios são abundantes.

Em outras palavras, Liker (2008) explica que o nivelamento *Heijunka* não fabrica produtos em relação ao fluxo real de pedidos dos clientes, que podem crescer ou decrescer radicalmente, porém considera o volume total de pedidos de um determinado período e nivela-os, fazendo com que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas a cada dia. Este nivelamento é essencial para evitar as perdas (*muda*), eliminar o desnivelamento (*mura*) e sobrecargas do processo (*muri*).

O *Heijunka* é uma das principais ferramentas do Sistema Toyota de Produção. Foi desenvolvido no início da década de 50, devido a uma grande necessidade de se produzir caminhões para os EUA utilizarem na guerra contra a Coréia. Naquela época, a produção sofria diversos problemas como falta de matéria-prima e peças, já que não existia uma previsão perspicaz da demanda. Sendo assim, a produção só era eficiente durante alguns dias do mês, gerando sobrecarga de trabalho. A ferramenta foi desenvolvida para atuar nessas causas, almejando o funcionamento adequado do sistema, mesmo em dias em que os níveis de produção aumentassem (NIMI, 2004).

Segundo Liker (2005), o sistema permite criar uma operação enxuta e fornecer aos clientes um melhor atendimento e qualidade, sem o dever de se produzir sempre por pedido.

2.2.1 O nivelamento da produção e do produto

O nivelamento de produção ou de volume considera uma distribuição da produção em relação às quantidades por períodos. Nimi (2004) afirma que o segredo para o nivelamento de volume é agrupar todos os pedidos de um determinado período e dividi-los igualmente no tempo para conseguir nivelar a produção. Mesmo não atingindo uma linha reta de produção, os altos e baixos apresentam menor variação e a previsão se torna mais pertinente.

O nivelamento por produção ou por mix de produção nivela a produção de diversos produtos em um período definido. O objetivo do *Heijunka* é alcançar um fluxo progressivo de partes, a partir de um modelo *mixado* que fornece para um ou mais clientes em um fluxo contínuo de produtos diferentes (FURMANS, 2005).

2.2.2 Vantagens do Nivelamento

De acordo com Pereira (2007), as fábricas enxutas sofrem grandes problemas com a variação de demanda, porém essa realidade é minimizada nas fábricas de produção em massa. Contudo, essa realidade pode ser ainda menos problemática em indústrias adeptas á esse sistema de nivelamento. O autor ainda afirma que existem inúmeras razões para se implantar o *Heijunka*.

As vantagens citadas por autores como Liker (2005), Pereira (2007), Cummings (2007) e Jones (2006), podem ser encontrados de forma resumida na tabela a seguir:

Tabela 1 - Vantagens do Nivelamento de Produção

VANTAGENS	JUSTIFICATIVA
Maior motivação para o trabalhador e melhora no ambiente de trabalho.	Impossibilidade de sobrecarga e ociosidade.
Maior satisfação dos clientes.	Produtos entregues na data solicitada, com maior qualidade.
Maior flexibilidade.	Distribuição frequente dos produtos em determinados períodos.
Lotes e estoques menores.	Diminuição dos tempos de <i>setup</i> e produção nivelada em relação ao volume.
Redução de custos de fabricação.	Redução de desperdícios, possibilitando melhor aproveitamento de recursos.
Minimização do efeito "chicote".	Alinhamento adequado com os fornecedores, baseado nas previsões de demandas pertinentes.
Mínimização do risco de estocar produtos que não serão vendidos.	Redução do tamanho dos lotes e melhor distribuição do <i>mix</i> de produção.

Fonte: O autor

2.2.3 Desafios para o alcance do nivelamento

Segundo Nimi (2004), as indústrias jamais conseguirão alcançar o nivelamento de produção sem se adequarem á alguns pontos essenciais.

Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que existem muitas técnicas que são derivadas natural e logicamente da filosofia enxuta geral. As práticas básicas de trabalho são consideradas pelos autores como o método de operação para o princípio enxuto, já que são base para a operação e seus funcionários na implantação das ferramentas do Sistema Toyota de Produção. Essas práticas incluem disciplina, flexibilidade, igualdade, autonomia, desenvolvimento de pessoal, qualidade de vida no trabalho, criatividade e envolvimento total

do pessoal. Na prática, é difícil atingir todas essas práticas citadas e por isso podem ser consideradas como metas a serem alcançadas.

A segunda técnica citada pelos autores é projetar para facilitar o processamento. Estudos apontam que o projeto determina cerca de 70 a 80% dos custos de produção e, portanto, aprimoramentos de projetos podem reduzir drasticamente o custo do produto.

Outra técnica importante definida pelos autores é enfatizar o foco na operação, onde cada fábrica deve focar num conjunto limitado e gerenciável de produtos, tecnologias, volumes e mercados.

Utilizar máquinas simples e pequenas é mais uma técnica que auxilia o alcance da filosofia enxuta. Slack, Chambers e Johnston (2009), explicam que primeiramente máquinas simples processam diferentes produtos e serviços simultaneamente, o que contribui diretamente para a flexibilidade. Se uma máquina grande quebra, todo o sistema para de operar, porém se uma máquina pequena quebra o sistema ainda continua a funcionar, apenas com uma capacidade reduzida. Máquinas pequenas também são mais fáceis de movimentar e o arranjo físico se torna mais flexível e o risco de erros em decisões de investimentos é reduzido, já que máquinas menores são geralmente mais baratas.

Fluxo suave de materiais, de pessoas e de dados na operação é um importante conceito para a filosofia enxuta. Sendo assim, outra técnica fundamental é elaborar o arranjo físico para o fluxo suave. Adotar a manutenção produtiva total (TPM) é mais uma técnica essencial, pois visa eliminar a variabilidade em processos de produção, causada pelo efeito de quebras não planejadas.

Uma das mais importantes técnicas para o alcance da filosofia enxuta, focada no nivelamento, é a redução dos tempos de *setup*. Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 462), definem tempo de *setup* como sendo “o tempo decorrido na troca do processo de uma atividade para outra”. Para os autores, essa redução pode ser obtida através de uma variedade de métodos, como por exemplo, eliminar o tempo necessário para busca de ferramentas e equipamentos e a pré-preparação de tarefas que postergam as trocas e as práticas de rotinas de *setup*.

A última técnica citada por Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 463), é a de assegurar visibilidade. “Quanto mais transparente for uma operação, mais fácil será para toda a equipe compartilhar sua gestão de aprimoramento”.

De acordo com Reyner e Fleming (2004), existem alguns outros desafios menos frequentes e que podem ser classificados por ordem técnica ou social. Por ordem técnica, pode-se citar a necessidade de manutenção de maiores estoques de produto acabado,

necessidade de trabalhar com qualidade, dificuldade na previsão da demanda, falta de ferramentas para a aplicação do nivelamento. Por ordem social, o autor cita a necessidade do trabalho padronizado, disciplina e planejamento, necessidade de contato direto com os clientes e redução da flexibilidade operacional.

Pode-se concluir que “o *Heijunka* é desafiador, mas também é recompensador. E é transferível para qualquer tipo de negócio.” (NIMI, 2004, p. 12).

2.2.4 O quadro *Heijunka*

Segundo Liker (2005, p. 162), é necessário “apoiar os funcionários por meio do controle visual para que tenha uma melhor oportunidade de desempenhar um bom trabalho”. Com base nessa necessidade, a Toyota desenvolveu o *Heijunka Box*, que é uma ferramenta visual utilizada no nivelamento de produção.

Smalley (2004), afirma que os gerentes da Toyota desenvolveram caixas com intervalos de tempo de uma hora para programar manutenções preventivas. Com isso, conseguiram aperfeiçoar a execução dos trabalhos, lembrando sempre os colaboradores de programar as tarefas necessárias, impedindo que ocorra acúmulo de atividades e paradas na produção. Essa premissa evoluiu, e na atualidade os quadros de nivelamento possuem intervalos de tempos mais customizados e são utilizados em todo planejamento, controle e acompanhamento da produção.

De acordo com Tardin (2001), o quadro também pode ser chamado de gerenciamento visual, e é associado ao controle *Kanban*, pois se podem obter diversas informações como: o estoque de cada produto, a ciência do atraso ou adiantamento da produção, necessidade de um novo pedido de material, nível de estoque e antecipações de falta de componentes.

3 A MANUFATURA ENXUTA NA EMPRESA

3.1 A empresa

A empresa foco de estudo é uma multinacional que possui tecnologias diversificadas, com foco na melhoria da vida das pessoas por meio de inovações significativas nas áreas de Cuidados com a Saúde, Estilo de Vida do Consumidor e Iluminação. A empresa é líder de mercado em soluções para cuidados cardíacos, intensivos e com a saúde em casa, soluções eficientes em iluminação e novas aplicações de iluminação, e também em barbeadores,

produtos para a estética masculina e para a saúde bucal. Sua história começou na cidade de Eindhoven, nos Países Baixos, com as primeiras produções de lâmpadas de filamento de carbono. Com a evolução das novas tecnologias, a fábrica inovou e investiu em sua gama de produtos. Com isso, rapidamente a empresa obteve sucesso e se tornou referência no mercado.

O estudo de caso em questão foi desenvolvido na subdivisão de iluminação da multinacional. A fábrica de equipamentos eletrônicos está situada no Sul de Minas Gerais, na cidade de Varginha, onde começou sua construção no ano de 2000, iniciando suas primeiras atividades no ano de 2001. Atualmente, a indústria produz reatores eletromagnéticos e eletrônicos, *drives* e módulos de *LED*. Os reatores são limitadores de correntes utilizados em lâmpadas fluorescentes ou também em dispositivos eletrônicos que possuem a necessidade de limitar a intensidade das correntes elétricas. Os módulos de *LED* são dispositivos instalados em luminárias que substituem as lâmpadas convencionais em diversas aplicações. Atualmente, esses dispositivos são considerados o futuro da empresa, já que a tecnologia *LED* vem crescendo e se desenvolvendo rapidamente. Os *drives* de *LED* são fontes de corrente contínua, constantemente projetadas e são considerados os substitutos dos reatores, porém são destinados à lâmpadas de *LED*.

Seus produtos já iluminaram mais de cem monumentos na América Latina, importantes catedrais e cidades como Aruba e Buenos Aires. A empresa também esteve presente na copa do mundo de 2014 realizada no Brasil, onde iluminou nove estádios de futebol e 80% das eficiências energéticas obtidas com iluminação *LED* nas fachadas.

3.1.1 O Sistema Produtivo

As etapas do processo produtivo da indústria são:

- Máquina Axial: Fixação de componentes como resistências e diodos específicos de cada produto.
- Máquina Radial: Fixação de os componentes maiores como capacitores e eletrolíticos.
- Máquina SMD: Processo no qual ocorre às inserções dos componentes minúsculos denominados SMD.
- Montagem Manual: Processo onde os componentes são inseridos manualmente, pois as máquinas não possuem capacidade para inseri-los.
- Soldagem: Este processo é realizado dentro de um forno, onde todos os componentes fixados são soldados.

- Montagem final: Processo onde são realizados testes com o objetivo de detectar possíveis falhas anteriores. Também são montadas as carcaças e em seguida os produtos também são etiquetados e embalados.
- *Burn-in*: Processo no qual alguns produtos permanecem energizados durante certo tempo, provocando estresse dos componentes eletrônicos. Os componentes que possuem algum defeito de fabricação são detectados por falhas de funcionamento. Neste processo é possível detectar 100% dos defeitos de fabricação.
- Estocagem: Neste processo ocorre a movimentação e organização de produtos em locais destinados ao armazenamento.
- Expedição: Processos onde os produtos acabados são destinados aos clientes.

3.1.2 Situação Prévia

No início, antes da implantação da ferramenta *Heijunka*, haviam muitos pedidos em carteira e o atendimento ao cliente era relativamente demorado. Os programas eram carregados com lotes grandes de produtos, o que gerava ociosidade de alguns recursos e sobrecarga de outros. Além disso, os planos de produção eram feitos e fixados para uma semana, ou seja, as necessidades de matérias-primas eram analisadas em uma semana, o plano era montado em outra, e apenas na semana seguinte acontecia a produção. Sendo assim, caso houvesse demanda urgente para um determinado produto, mesmo com a matéria-prima estando disponível, o tempo de espera para a entrega era de aproximadamente três semanas.

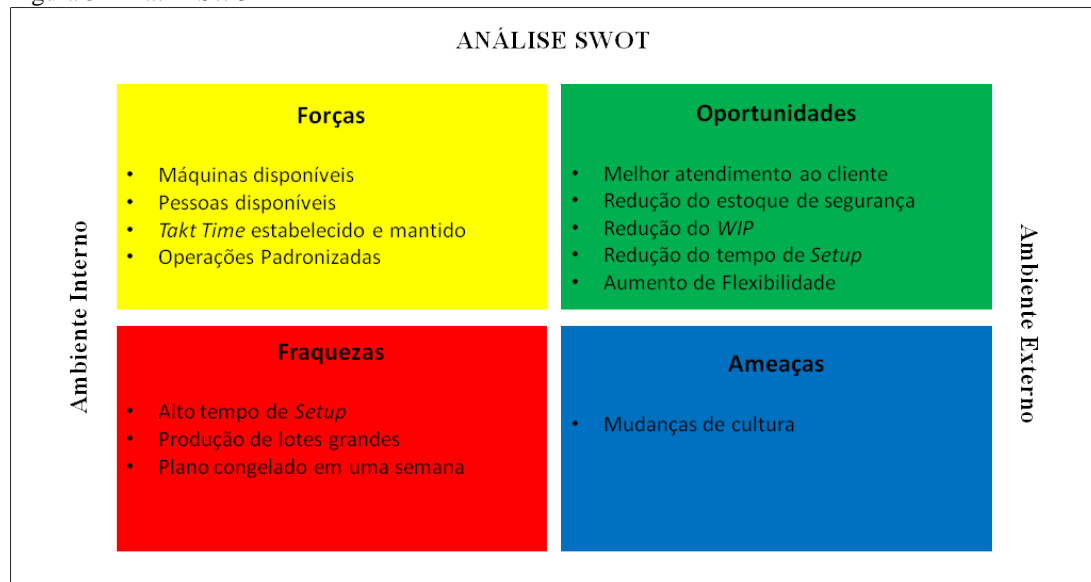
O plano de produção era montado em uma planilha de Excel, que era impressa e fixada em cada linha de montagem. Como o plano era congelado semanalmente, o operador poderia escolher qual produto produzir, sem seguir a ordem previamente definida. No final da semana, eram entregues todos os produtos que foram produzidos ao longo da semana, e com isso eram realizadas as entradas destes produtos acabados no estoque.

Baseado nesta realidade, o tempo de *setup* (ajuste e troca de equipamentos) era relativamente alto e o estoque em processo (*WIP*) era exorbitante. Com a demora no atendimento ao cliente, outro ponto negativo era o estoque de segurança, que era alto para a maioria dos produtos.

A empresa possuía máquinas, pessoas, *know how*, espaço na fábrica, e disponibilidade de máquina. Sendo assim, as melhorias de nivelamento e flexibilidade tornaram-se um desafio para a organização.

Com base nisso, foi montado uma Matriz *Swot*, com as principais forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que a fábrica possuía:

Figura 3 - Matriz *SWOT*



Fonte: O autor

3.2 A utilização do *Heijunka* na empresa

3.2.1 A Implantação

A implantação da ferramenta *Heijunka* surgiu através do desenvolvimento da tecnologia *LED* e a necessidade da empresa se adequar e atender ao novo mercado. Mesmo havendo diversos pontos negativos quanto a nivelamento e flexibilidade, o cenário para a implantação do *Heijunka* era favorável, já que a empresa possuía toda a estrutura necessária.

O processo de introdução do *Heijunka* seguiu alguns passos:

- Integração sobre a ferramenta aos envolvidos: Para aqueles que estariam diretamente envolvidos na implantação da ferramenta (PCP e Supervisão de Produção), foi oferecido um treinamento sobre significado, vantagens e funcionalidades do *Heijunka*.
- Escopo do Projeto: Foi desenhado um fluxograma onde foi definido como funcionaria o *Heijunka*, quais as abrangências, fluxo, dificuldades, e como seria o quadro de produção (*Heijunka Box*).
- Mudança sistêmica: Definiu-se como seria realizado e quais os prazos para o plano de produção, e em seguida, foi realizado uma adaptação sistêmica para o atendimento da nova realidade.

- Implantação do *SMED*: Para a redução do tempo de Setup, foi implantado o *SMED* (*Single Minute Exchange of Die*) pelo setor de engenharia de processos. A metodologia fundamentou-se em reduzir o tempo de *setup* para até 10 minutos, através da racionalização de tarefas realizadas pelos operadores das máquinas.
- Confeção do *Heijunka Box*: Foi confeccionado um painel *Heijunka Box*, contendo informações como: nome das máquinas e os dias da semana.
- Confeção dos cartões: Foram confeccionados cartões de modo a conter as principais informações necessárias para o sistema produtivo da empresa, como: nome da linha, data de início, data de entrega, modelo, quantidade do lote, número da ordem, número do lote, metas, semana, desvios, dia da semana e a cor diferente indicando cada dia, conforme as figuras abaixo.

Figura 4 - Cartão *Heijunka* Frente

Programação Linha Final Basic	
CARTÃO HEIJUNKA	
Data de início:	Data de entrega:
Modelo:	12NC:
Quantidade do lote:	Meta h/h (Final):
Número da ordem:	
Número do lote:	
Desvios:	
ENTREGA: SEGUNDA-FEIRA	

Fonte: Empresa Estudada (2017)

Figura 5 - Cartão *Heijunka* Verso

Programação Linha Final Basic				
ACOMPANHAMENTO DE TEMPOS				
Processo	Início		Fim	
	Data	Horário	Data	Horário
Axial				
Radial				
SMD				
Manual				
Final				
Burn-in				
Acompanhamento de pallets entregues				
Primeiro	Data de entrega:		Horário de entrega:	
Último	Data de entrega:		Horário de entrega:	

Fonte: Empresa Estudada (2017)

- Treinamento dos colaboradores: No dia da implantação, foi oferecido um treinamento para todos os operadores e envolvidos sobre a manufatura enxuta e o *Heijunka*. Foi realizado também treinamentos “*on job*” pelo supervisor de produção.
- Implantação da ferramenta: A implantação ocorreu em Maio de 2015 e contou com a ajuda de todos os funcionários para o sucesso do projeto.
- Melhorias contínuas: Semanalmente eram realizadas reuniões com o time de PCP, supervisor de produção e líderes das linhas, para discussões de problemas e desafios encontrados, possibilitando assim a realização de melhorias contínuas.
- *Heijunka* Eletrônico: Sempre buscando por melhorias contínuas, o time de PCP substituiu o *Heijunka Box* por um *Heijunka* Eletrônico, viabilizando a sustentabilidade e facilitando o processo de comunicação. O método consolidou as informações do quadro e cartões, possibilitando a visualização de todas as informações em apenas uma tela, conforme exemplificado na figura a seguir.

Figura 6 - *Heijunka* Eletrônico

Linha final 02							SISTEMA DE PRODUÇÃO	
Item	Data	ITEm	12ns	12ms	40ms	Status		
11/Nov	11/Nov	EB232A16/28 Rev7,5	01271112801	1200	10000	N		
11/Nov	11/Nov	EB232A28 P WS	012711127301	700	1620	N		
11/Nov	11/Nov	EL SX110W -NOVO	01271112801	900	1620	N		
11/Nov	11/Nov	EB214A16/28	01271112801	700	1620	N		
11/Nov	11/Nov	EB232A16/28-Rev 7,5- CA- exports.	012711127801	1200	3020	N		
11/Nov	11/Nov	EB232A16/28 Rev7,5	01271112801	1200	6000	N		
11/Nov	11/Nov	EB232A28 P WS	012711127301	700	3400	N		
11/Nov	11/Nov	EL SX110W -NOVO	01271112801	900	2000	N		

Fonte: Empresa Estudada (2017)

3.2.2 A Ferramenta *Heijunka*

Na empresa foco de estudo, a utilização da metodologia *Heijunka* surgiu da necessidade de um processo mais flexível e estável, onde sua produção fica nivelada através da combinação de lotes de diferentes produtos, evitando assim ociosidade para alguns produtos e picos de demanda para outros. Este nivelamento viabilizou a fabricação de

pequenos lotes, e conseqüentemente a produção puxada, trazendo mais flexibilidade no atendimento aos clientes.

Com a implantação, os planos de produção passam a ser realizados de dois em dois dias, possibilitando que pedidos urgentes sejam produzidos o mais rápido possível. Ou seja, na mesma semana que é realizada a análise de matérias-primas, é realizado também o plano de produção. O plano desce para a fábrica dois dias antes de ser produzido contendo a produção apenas do dia, e não congelada para uma semana como antigamente. Assim é possível realocar por diversas vezes o que será produzido, gerando flexibilidade para o processo, e maior agilidade no atendimento ao cliente.

Seguindo uma produção puxada, o processo produtivo tem início com o abastecedor visualizando o *Heijunka* Eletrônico. Este analisa o que será produzido, a quantidade e as seqüências e em seguida solicita ao estoque de matéria-prima os componentes necessários (*kit*) para a fabricação. Após a chegada destes componentes, um operador realiza a conferência de quantidade *versus* o que foi solicitado. Em seguida, cada *kit* de componentes é destinado a áreas devidamente demarcadas no chão da fábrica. O líder de produção então se dirige até o *Heijunka* Eletrônico e verifica o que será produzido, e qual a quantidade programada. Em seguida realiza a programação das máquinas, informando aos demais operadores as seqüências de produção. Com base nisso, os operadores recolhem as matérias-primas das áreas demarcadas e a produção se inicia nas máquinas axiais, onde são fixados os primeiros componentes. Após esse processo, os produtos são alocados em carrinhos juntamente com cartões *Kanban* especificados por cores de acordo com os dias da semana. Nos cartões também estão descritos qual produto está sendo fabricado e a quantidade programada. O carrinho então é destinado à próxima máquina de montagem denominada radial, onde o operador observa a prioridade de produção através das cores e retira o cartão *Kanban* para dar início a operação descrita. Essa priorização é realizada com base na seqüência dos dias da semana.

Após o processo concluído, novamente as peças são alocadas em carrinhos que junto ao cartão se dirigem ao próximo processo de montagem. O processo de montagem seguinte é o SMD, onde são inseridos os menores componentes. Novamente, após o processo de inserção, os produtos são armazenados nos carrinhos e governados ao processo seguinte juntamente com o respectivo cartão *Kanban*. A montagem de inserção manual então é realizada e os produtos dirigidos à montagem final. Durante seu tempo na montagem final, o produto é testado e sua carcaça é montada. Neste processo o produto também é embalado e destinado à saída de produtos acabados. Em alguns casos, antes de serem embalados, os

produtos são testados no *burn-in*, a fim de verificar profundamente possíveis falhas eletrônicas. Após esse processo, os produtos são apontados via sistema, ou seja, é realizada a entrada constando que o produto foi fabricado. Em seguida os produtos acabados são destinados ao estoque final.

3.2.3 Vantagens da Utilização do *Heijunka* na empresa

A implantação do *Heijunka* trouxe importantes vantagens para a empresa, conforme descrito abaixo:

- Melhor ambiente para os trabalhadores: A sobrecarga e ociosidade diminuíram com o nivelamento da produção, o que conseqüentemente aumentou a satisfação dos colaboradores. Com a implantação do *Heijunka*, os operadores conseguem visualizar claramente o desempenho de suas tarefas, já que anteriormente os ritmos e cargas de trabalho eram incertos.
- Diminuição dos estoques: O mix nivelado acumulou menores quantidades de produtos acabados de um mesmo item nos estoques.
- Utilização de recursos de forma nivelada: O nivelamento de produção aumentou a eficiência produtiva da empresa.
- Diminuição do tempo de setup: Com a implantação do *SMED*, a troca ou adaptação de equipamentos se tornou muito mais ágil, o que possibilitou a flexibilização da produção.
- Maior flexibilidade: Com a diminuição do tempo de setup, a empresa se tornou mais flexível e o atendimento ao cliente se tornou mais rápido.
- Redução da superprodução e do tempo de espera: Com a implantação do *Heijunka*, não houve superprodução, pois se produz apenas aquilo que é necessário e no devido momento.
- Melhor atendimento aos clientes: Com a fábrica mais flexível, é possível atender o cliente em um curto prazo, se mantendo no mercado e á frente da concorrência.
- Redução do *WIP*: Produzindo o que era necessário e no momento certo, o estoque em processo diminuiu significativamente, trazendo diversos benefícios para a empresa.
- Redução do estoque de segurança: Com uma maior flexibilidade, não havia necessidade em manter altos números de estoque de segurança de produto acabado, já que a produção se tornou nivelada e com uma maior agilidade na entrega.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa, desfrutando de um mercado extremamente próspero e aquecido, buscou por uma ferramenta de produção que estivesse alinhada á seus objetivos, assegurando sua participação e sobrevivência no mercado. Dessa forma, a utilização da metodologia *Heijunka* trouxe ganhos significativos ao sistema produtivo da organização, tendo como fundamento a redução de desperdícios. Dentre os benefícios providos da implantação da ferramenta, destacam-se:

- Melhor atendimento ao cliente: Foi possível que todos os clientes vislumbrassem dos benefícios que a ferramenta trouxe á empresa. O *Lead Time* foi visivelmente reduzido e o tempo de entrega aos clientes diminuiu significativamente.
- Maior flexibilidade de produção: a redução do tempo de *setup* e a utilização de pequenos lotes de produção possibilitou uma maior flexibilidade do processo produtivo.

Hoje, dois anos após a implantação da ferramenta *Heijunka*, várias melhorias foram realizadas, como por exemplo, a troca do *Heijunka Box*, pelo *Heijunka Eletrônico*. Para a empresa, os ganhos foram imensuráveis e seus resultados subiram significativamente. O atendimento ao cliente, item primordial para o sucesso da organização, hoje é referência em satisfação e fidelidade.

Uma empresa é feita por pessoas e é um grande avanço ter colaboradores motivados e engajados a exercer seus serviços para que ambos possam obter sucesso. A qualidade de vida no trabalho é essencial para o desenvolvimento de colaboradores. Com a implantação do *Heijunka*, a qualidade de vida do profissional cresceu consideravelmente. As sobrecargas e ociosidades foram eliminadas e os operadores que sofriam com a variação da produção, hoje usufruem de uma produção nivelada e estável.

HEIJUNKA: Introduction to Pull and Leveled System of Production in the factory of Lamps Electronics, Led Modules and Led Drives.

ABSTRACT

This work describes the introduction to Heijunka (pull and leveled system) in an electronic factory branch, presenting the concept of this system, the introduction process, benefits and impacts. This approach justify itself on the necessity of adaptation of the

company towards the new market and the current growth of the demand for LED's. With the high competition and demand fluctuations is necessary that the companies search production tools aligned with its goals to survive in the market. The goal of this work is to present the introduction of Heijunka system in the electronic factory and its benefits for production, just as increase flexibility and leveling between demand and suppliers. This proposal was completed with bibliographic and exploratory researches and the project execution was finished with the business case. The work showed that the Heijunka implantation was very important for the development and success of the company, because it was possible to keep ahead of the competition, offering quality and flexible products with the demand variations.

Keywords: *Heijunka. Flexibility. Pull System.*

REFERÊNCIAS

CARLOS, G. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CORREA, H.; CORREA, C. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

CUMMINGS, D. ***Managing the Constraint Operation thru Heijunka: Production Leveling***, 2007. Disponível em:<https://sme.org/downloads/expo/2007/ET07/presentations/cummings_managing_constraint.pdf>. Acesso em: 02.maio.2017.

FURMANS, K. ***Models of Heijunka - Leveled Kanban Systems***, 2005. Disponível em:<<http://www.icsd.aegean.gr/aic2005/papers/furmans.pdf>>. Acesso em: 04.maio.2017.

JONES, D.T. ***Heijunka: Leveling production***. *Manufacturing Engineering*, v. 137, n.2, 2006.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão da maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

NIMI, A. **Sobre o Nivelamento: Heijunka**, 2004. Disponível em:<https://lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_109.pdf>. Acesso em: 26.maio.2017.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção - Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PEREIRA, R. ***Why Heijunka***, 2007. Disponível em:<<https://Issacademy.com/2007/06/06/why-heijunka-part-1/>>. Acesso em: 28.maio.2017.

PHILIPS LIGHTING. Disponível em:<<http://www.lighting.philips.com.br>>. Acesso em: 09.out.2017.

REYNER, A.; FLEMING, K. *Heijunka Product & Production Leveling*, 2004. Disponível em:<https://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Engineering-SystemsDivision/ESD-60Summer-004/924D69DB-ADA4-402A-8CEB3508FFA53724/0/9_3product_level.pdf>. Acesso em: 26.maio.2017.

SHINGO, S. *A revolution in Manufacturing: The SMED System*, 1985. 1. ed. Cambridge: Productivity Press, 1985.

SIMONS, D.; ZOKAEI, K. *Application of lean paradigm in red meat processing*, 2005. Disponível em: < <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/00070700510589495>>. Acesso em: 26.maio.2017.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SMALLEY, A. (2004). **Criando o Sistema Puxado Nivelado**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.

TARDIN, G. G. **O kanban e o nivelamento da produção**. 91 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.

TOYOTA MOTOR COMPANY, 2017. Disponível em:< <https://toyota-global.com>>. Acesso em: 20.maio.2017.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.