

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

DIANDRA MARCELA FRAGA DA SILVA JOHNER

**APLICAÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO PARA MEDIR MATURIDADE
NAS PRÁTICAS *LEAN* EM UMA CÉLULA DE MONTAGEM DE CHASSIS MÉDIOS**

CAXIAS DO SUL

2018

DIANDRA MARCELA FRAGA DA SILVA JOHNER

**APLICAÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO PARA MEDIR MATURIDADE
NAS PRÁTICAS *LEAN* EM UMA CÉLULA DE MONTAGEM DE CHASSIS MÉDIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. MSc. Ivandro Cecconello

CAXIAS DO SUL

2018

DIANDRA MARCELA FRAGA DA SILVA JOHNER

**APLICAÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO PARA MEDIR MATURIDADE
NAS PRÁTICAS *LEAN* EM UMA CÉLULA DE MONTAGEM DE CHASSIS MÉDIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 10 de Dezembro de 2018

Banca Examinadora

Prof. MSc. Ivandro Ceconello
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. MSc. Michele Otobelli Bertéli
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. MSc. Esequiel Berra de Mello
Universidade de Caxias do Sul – UCS

*A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.*

Albert Einstein

RESUMO

As práticas *lean* contribuem significativamente para a performance de uma empresa e as ferramentas enxutas amplificam esses resultados. Avaliar a maturidade de práticas *lean* em organizações pode contribuir para o desenvolvimento organizacional, possibilitando a identificação de oportunidades de melhorias (FORNO et al., 2014). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi a identificação e aplicação de um modelo de avaliação das práticas *lean* em uma célula de montagem de chassis médios, em uma empresa de Caxias do Sul. O modelo de maturidade utilizado na aplicação deste estudo foi da autora Rampasso (2017). Com a aplicação foi possível identificar o grau de maturidade *lean* de 6,88 em uma escala de 0 a 10, dividida em três construtos, sendo eles Conhecimento e Habilidade dos Colaboradores (CHC), Qualidade e Melhoria Contínua (QMC) e Configuração da Célula (CC) recebendo respectivamente as notas 7,00; 7,36 e 5,60. Foi elaborado um quadro resumo afim de evidenciar todos os parâmetros relacionados ao modelo e também propor melhorias levando em consideração a literatura baseada nos conceitos *lean* com o intuito de desenvolver as práticas dentro da célula de montagem. O modelo se mostrou adequado a célula de manufatura avaliada e pode ser facilmente aplicado devido a clareza nos parâmetros, considerando que o auditor possua conhecimento nos conceitos *lean*.

Palavas-chave: Nível de Maturidade. Célula de Manufatura. Filosofia *Lean*. Modelo de Avaliação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planilha do modelo de maturidade	26
Figura 2 – Gráfico radar célula 1	27
Figura 3 – Gráfico radar célula 2.....	27
Figura 4 – Fluxograma do trabalho	35
Figura 5 – Resultado nível de maturidade chassis médios	41
Figura 6 – Médias construtos e grau de maturidade geral	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões referente a “Aspectos decorrentes da existência de líderes na célula”	29
Quadro 2 – Dimensões referente a “Conhecimento dos colaboradores que atuam na célula”	29
Quadro 3 – Dimensões referente a “Aspectos decorrentes da existência de líderes na célula”	30
Quadro 4 – Dimensões referente a “Grau de autonomia conferido aos colaboradores da célula”	30
Quadro 5 – Dimensões referente a “Comunicação e compartilhamento de informações entre colaboradores”	31
Quadro 6 – Dimensões referente a “Melhoria Contínua e Qualidade na Célula”	31
Quadro 7 – Dimensões referente a “Configuração da Célula”	32
Quadro 8 – Atribuições aos níveis de maturidade	37
Quadro 9 – Característica das entrevistas	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores Linha Midi	39
Tabela 2 – Indicador Auditoria Processo	39
Tabela 3 – Indicador Sucateamento.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC	Configuração da Célula
CHC	Conhecimento e Habilidade dos Colaboradores
CCQ	Círculos de Controle da Qualidade
JIT	<i>Just in Time</i>
LAI	<i>Lean Aerospace Initiative</i>
LESAT	<i>Lean enterprise self-assessment tool</i>
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
PE	Produção Enxuta
QMC	Qualidade e Melhoria Contínua
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
TRF	Troca Rápida de Ferramenta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo geral.....	14
1.2.2	Objetivos específicos	14
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1.1	Produção enxuta e Pensamento enxuto	15
2.1.2	Os cinco princípios <i>lean</i>	15
2.1.3	<i>Just in time</i>	17
2.1.4	<i>Kanban</i>	17
2.1.5	Nivelamento da produção (<i>Heijunka</i>)	18
2.1.6	Balanceamento da produção.....	19
2.1.7	Flexibilidade	19
2.1.8	Melhoria no <i>Setup</i>	19
2.1.9	Círculos de controle da qualidade (CCQs).....	20
2.1.10	Controle visual	20
2.1.11	TPM	21
2.1.12	Desperdícios e 5S.....	21
2.1.13	Tempo de Ciclo, <i>Takt Time</i>, <i>Lead Time</i>, Tempo Padrão	22
2.1.14	Mapeamento do Fluxo de Valor	22
2.1.15	Polivalência.....	22
2.1.16	Células de manufatura	23
2.1.17	Qualidade.....	23
2.2	MODELOS DE MATURIDADE <i>LEAN</i>	24
2.2.1	Modelo de maturidade proposto por Rampasso (2017)	26
2.2.2	Escolha do modelo de avaliação de maturidade	28
2.3	DEFINIR VARIÁVEIS PARA MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES RELEVANTES	28
3	PROPOSTA DE TRABALHO	34
3.1	CENÁRIO ATUAL	34

3.2	PROPOSTA DE TRABALHO	355
4	RESULTADOS	37
4.1	DEFINIÇÃO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE <i>LEAN</i> 377	
4.2	DEFINIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS A SEREM AVALIADOS	38
4.3	APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO ESCOLHIDO	40
4.4	ANÁLISE DOS DADOS DA APLICAÇÃO	42
4.5	PROPOSIÇÃO PARA MELHORAR MATURIDADE <i>LEAN</i>	43
5	CONCLUSÃO	45
6	REFERÊNCIAS.....	47
	APÊNDICE A – QUADRO RESUMO DE EVIDÊNCIAS E PROPOSIÇÕES	49
	APÊNDICE B – MANUAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO.....	60
	APÊNDICE C – PLANILHA PLANO DE AÇÃO.....	68
	ANEXO 1 – LAYOUT CÉLULA MANUFATURA.....	69
	ANEXO 2 – PLANILHA DE APLICAÇÃO NÍVEL DE MATURIDADE.....	72

1 INTRODUÇÃO

Em 1945, após o Japão perder a Segunda Guerra Mundial, Taiichi Ohno começou a pensar em diferentes formas de gerenciar a produção da indústria de automóveis Toyota Motor Company, devido a competitividade do mercado internacional e restrições internas do Japão. Para as indústrias automobilísticas japonesas competirem com o sistema de produção em massa dos Estados Unidos e Europa, se apropriaram das restrições para se estabelecer e sobreviver ao mercado atual, através disso o Sistema Toyota de Produção (STP) foi criado (OHNO, 1997).

Apenas em 1973, com a crise do petróleo que o Sistema Toyota de Produção começou a chamar a atenção das indústrias. Após observarem os resultados obtidos pela Toyota os empresários japoneses começaram a implantar o Sistema em suas empresas (OHNO, 1997). Segundo Monden (2015), o Sistema Toyota de Produção tem como principal objetivo, a eliminação de todos os tipos de desperdícios dentro da empresa, como excesso de estoque e de pessoal.

O Sistema Toyota de Produção é representado por dois principais pilares: *Just in time* e Automação. Segundo Ohno (1997), *Just in time* (JIT) é essencialmente produzir a quantidade necessária no tempo necessário e para Monden (2015), Automação pode ser considerada como um “controle autônomo de defeitos” contribuindo para que peças defeituosas não sejam produzidas e acabem afetando os processos posteriores aquela atividade.

Ao implementar os princípios da Produção Enxuta, é necessário estipular metas para a melhoria contínua e para isso é necessário entender qual é o nível de maturidade da empresa, assim a organização saberá qual é o seu estado atual e seu estado desejado (NIGHTINGALE; MIZE, 2002). Paulk (1993), define maturidade sendo a o grau em que um processo ou prática é claramente definido, gerenciado, medido e controlado.

Segundo Paulk (1993), em uma organização imatura não há uma base concreta para avaliar e resolver os problemas de produtos ou processos, por outro lado, uma empresa madura tem capacidade de gerenciar o processo para que alcance resultados efetivos. Para definir metas racionais para a melhoria, é necessário compreender os níveis de maturidade dos processos dentro da organização.

Diante deste contexto, pensando nas possibilidades de melhorias e no entendimento mais aprofundado da implementação do Sistema da Produção Enxuta para tomada de decisão,

aplicou-se uma ferramenta de avaliação do nível de maturidade em uma indústria montadora de veículos automotores, situada em Caxias do Sul – RS.

O trabalho está dividido em 5 etapas e as mesmas estão desenvolvidas e apresentadas. Na primeira etapa é abordado o tema, justificativa, objetivo e delimitação do trabalho. Na segunda etapa, é elaborada a fundamentação teórica referente ao tema do trabalho, em seguida, na terceira etapa a proposta do trabalho. A quarta etapa contém a descrição das atividades desenvolvidas durante a aplicação do tema, e por fim, a quinta etapa, apresenta a conclusão do trabalho detalhando os resultados obtidos.

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho foi desenvolvido em uma montadora de veículos automotores, localizada na Serra Gaúcha, a escolha deve-se ao fato das indústrias estarem enfrentando um momento de crise, e com isso as empresas buscam melhorias e redução de custos em seus processos para se manterem competitivas no mercado atual. Para atender essa demanda, as empresas optam por implementar ferramentas do Sistema de Produção Enxuta.

A implementação do *lean* nas empresas permite reforçar as etapas necessárias para a excelência dos processos, melhoria contínua e a eliminação das atividades que não agregam valor. As práticas enxutas contribuem significativamente para a performance de uma empresa e as ferramentas enxutas amplificam esses resultados. (FORNO et al., 2014)

Para avaliar se essas práticas estão sendo eficientes, foi definido um modelo de avaliação de maturidade para as práticas *lean*. Segundo Rother (2010), um bom modelo de avaliação deve possuir uma visão geral e buscar a análise da cultura implantada.

Saurin e Ferreira (2008), implementaram em uma fábrica de máquinas agrícolas uma avaliação qualitativa de 12 práticas *lean*, onde a pontuação varia de 0,0 a 10,0. Dentre as 12 práticas, 7 estavam com as aplicações bem aprimoradas, em que suas notas estavam maiores ou iguais a 7,5 na lista de verificação. Também foi constatado que de todas as práticas nenhuma obteve resultados fracos ou muito fracos, que corresponde a resultados menores que 5,0. Considerando o método adotado de lista de verificação das práticas da Produção Enxuta, se mostrou uma ferramenta flexível, pois entre os itens inseridos na lista de verificação é possível adicionar outros itens para estudos futuros, como por exemplo, logística *lean*. Porém, foi constatado pelos autores que o método e a avaliação não chega a mensurar a maturidade da implementação das práticas *lean*.

Rampasso (2017), desenvolveu um modelo para mensurar células de produção que utilizam as ferramentas *lean*, e os resultados estipulados foram alcançados, permitindo mensurar o nível de maturidade nas respectivas células de produção. O modelo de avaliação desenvolvido é de grande importância, tanto para gestores como pesquisadores. Para os gestores o modelo pode ser utilizado em avaliações de células e para pesquisadores como fonte de dados para estudos. O modelo adotado constatou que a maturidade de uma célula *lean* é medida via análise de três itens: “Conhecimento e habilidade dos colaboradores”, “Qualidade e melhoria contínua” e “Configuração da célula”, sendo que o segundo item “Qualidade e melhoria contínua” impacta mais na maturidade do que os outros.

Maasouman e Demirli (2016), implementaram o modelo de maturidade visual e a metodologia de avaliação em células de fabricação, esse método visual é uma estrutura para desenvolver o *lean* gradativamente e continuamente no chão de fábrica. O método representa um modelo geral de maturidade *lean* para células de fabricação, e também podem ser consideradas circunstâncias únicas para diferentes organizações podendo a empresa personalizar o modelo para que adequar-se a estratégia da empresa. Além disso, esse método pode ser aplicado em outros setores, como por exemplo setor de serviços.

Avaliar a maturidade nas práticas *lean* nas organizações pode contribuir para o desenvolvimento organizacional, sendo possível identificar oportunidades de melhorias e alcançar resultados desejados.

Para Hammer (2007), empresas alcançam melhorias surpreendentes na redução de custos, aumento de qualidade, lucratividade e agilidade focando na medição das práticas implementadas e realizando alterações nos processos internos da empresa. Desta forma, como não há medição das práticas implementadas na empresa em questão, se torna importante para possibilitar o gerenciamento das mesmas.

No caso deste estudo, considerou-se as práticas *lean* já implementadas na empresa e por meio da aplicação do modelo de maturidade *lean*, foi possível evidenciar e mensurar as práticas adotadas. Com a verificação das práticas *lean* na célula de montagem, foi possível identificar a maturidade do processo, e, por conseguinte o desenvolvimento de planos de ação com o intuito de elevar o índice.

Também é importante ressaltar que este o trabalho pretende contribuir para futuros estudos, visto que, segundo Holweg (2007), há pouca publicação disponível que diz respeito as metodologias que permitam medir maturidade do processo nas empresas.

1.2 OBJETIVOS

Nesta etapa apresentam-se o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é definir e aplicar uma ferramenta de avaliação para medir os níveis de maturidade nas práticas *lean* em uma célula de montagem de chassis médios em uma montadora de veículos automotores.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral proposto anteriormente, são necessárias as seguintes etapas.

- a) identificar as principais dimensões que constituem os sistemas de produção *lean*;
- b) revisar a literatura com o intuito de identificar modelos de avaliação de maturidade das práticas *lean*;
- c) escolher um modelo de avaliação que se aplique ao objetivo geral proposto;
- d) aplicar o modelo de avaliação escolhido;
- e) avaliar resultados obtidos.

1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho possui caráter qualitativo, sendo que o objetivo é descrever o comportamento relacionado a um objeto de estudo, sendo possível adotar diversos métodos de coleta de dados como, questionários, entrevistas e análises de documentos (GRAY, 2014). Considera-se também o caráter quantitativo visto que, segundo Gray (2014) procura-se obter conclusões a partir de dados coletados.

Abordou-se métodos de avaliação de níveis de maturidade de uma célula de manufatura, em uma empresa montadora de veículos automotores, com o intuito de verificar a maturidade em relação às práticas *lean* implementadas pela empresa.

Para o desenvolvimento do trabalho foi coletados dados a partir do modelo escolhido para a aplicação, sendo necessária elaboração de formulários para preenchimento de acordo com o especificado na literatura ou na aplicação de formulário já existente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica dos temas relacionados ao assunto principal deste trabalho.

2.1.1 Produção enxuta e Pensamento enxuto

A Produção Enxuta é uma estratégia de produção baseada em um conjunto de práticas provenientes do STP, tendo como finalidade a melhoria contínua e eliminação de atividades que não agregam valor ao cliente (TUBINO, 2015).

Segundo Liker (2005), para implementar o STP, primeiramente deve-se definir o processo de produção a partir do cliente. O primeiro questionamento deve ser o que o cliente quer com esse processo? tanto para cliente interno (próximos processos da linha de produção) como cliente externo (final). Aos olhos do cliente, pode-se observar um processo e segregar o que agrega valor dos que não agregam.

Para Womack e Jones (2004), o Pensamento Enxuto (PE) tem como objetivo a redução de desperdício em operações e processos, fazendo com que o cliente receba apenas o desejado e na quantidade solicitada. O PE é uma forma de identificar valor, sequenciar as ações na melhor maneira para criar valor, reavaliar atividades sem interrupção e realizá-las de forma eficiente. Para isso existem os cinco princípios do pensamento enxuto que são: valor, fluxo de valor, fluxo, produção puxada e perfeição.

Resumindo, o PE é considerado enxuto por que é um método de fazer cada vez mais com menos recursos, menos esforço humano, tempo, equipamentos e espaço. Procurando sempre chegar o mais próximo possível do que o cliente deseja (WOMACK; JONES, 2004).

2.1.2 Os cinco princípios *lean*

O objetivo da PE é a entrega da quantidade certa de produto e na hora certa, com o nível da qualidade certo e no lugar certo, com maior produtividade e com o menor custo possível, para tanto a PE busca seguir princípios e métodos para atingir esses objetivos (MOREIRA, 2012). O quais são detalhados a seguir: (WOMACK; JONES, 2004)

- a) valor: para Womack e Jones (2004), o ponto de partida básico para o pensamento enxuto é especificar valor, e ele só pode ser determinado pelo cliente final.

O valor só é significativo quando está associado a um produto específico, que atenda às necessidades do cliente em um preço específico e a um período específico. Há uma grande dificuldade em definir o valor de um produto e entender a verdadeira necessidade do cliente, para isso, é necessário identificar que produtos estão sendo oferecidos e saber qual é a perspectiva do cliente em relação ao valor;

- b) fluxo de valor: fluxo de valor é o conjunto das ações necessárias para as três tarefas gerenciais de qualquer negócio: solução de problema, gerenciamento da informação e a transformação física. A identificação do fluxo e valor é o segundo princípio do pensamento enxuto. Dentro das tarefas para a obtenção de um produto específico, é necessário gerenciar os fluxos de valor. Através da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor são identificadas três categorias de atividades: aquelas que realmente criam valor, aquelas que não criam valor, mas são necessárias, portanto, não podem ser eliminadas e aquelas atividades que não criam valor e devem ser eliminadas;
- c) fluxo: após especificar o valor com precisão, mapear o fluxo de valor e eliminar desperdícios é o momento de fazer com que as etapas fluírem pelo processo. Fazer com que o valor flua rapidamente expõe as perdas com desperdícios escondidos no fluxo de valor. Segundo Monden (2015) na produção JIT, o conceito de fluxo unitário de peça é baseado em fazer com que as peças fluam de maneira sincronizada, obedecendo o *tak time* e a sequência de operações.
- d) puxar: significa que um processo não deve iniciar sem que haja uma demanda de um cliente ou processo posterior. Para uma melhor compreensão do princípio “puxar”, pode-se imaginar o pedido do cliente percorrendo o sentido inverso em todas as etapas de produção para entregar esse produto ao cliente. A capacidade de programar, projetar e fabricar o que o cliente deseja no período desejado, pode descartar as projeções de venda. Desta maneira é o cliente que puxa o produto ao invés de produtos indesejados serem fabricados.
- e) perfeição: o quinto e último princípio da Produção Enxuta, é a perfeição. Após especificar valor, identificar o fluxo, fazer com que os valores fluam continuamente entre os processos, e que os clientes puxem os produtos, começa o processo contínuo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros, ao mesmo

tempo oferecendo um produto que está cada mais próximo do que o cliente deseja.

2.1.3 *Just in time*

Segundo Ohno (1997), *Just In Time* (JIT) é um dos pilares para o Sistema Toyota de Produção.

Just in Time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero. (OHNO, 1997, p. 26)

Para Moura e Banzato (2003), JIT é considerado uma estratégia que busca o aperfeiçoamento contínuo de desempenho através da eliminação de desperdícios relacionado a tempo e recursos em toda a organização, e eliminar todas as atividades que não agregam valor no produto é o conceito principal do JIT.

Segundo Dennis (2011), a produção JIT segue algumas regras básicas: não produzir sem que o cliente tenha pedido (produção puxada), nivelamento de produção para o trabalho fluir de forma tranquila, conectar processos através de ferramentas visuais (*kanban*) e aumentar a flexibilidade das pessoas e máquinas.

2.1.4 *Kanban*

Sistema *Kanban* é uma ferramenta para administrar e garantir o fluxo e a produção de materiais em um sistema JIT. (LIKER, 2005) A palavra *Kanban* significa sinal ou cartão, e é uma forma de controlar e gerir o sistema puxado de manufatura (MOREIRA, 2015).

Segundo Lobo (2010), *Kanban* funciona como uma encomenda interna, desta forma, o *Kanban* pode ser considerado como uma ordem de fabricação, que percorre o fluxo de produção. O sistema apresenta algumas vantagens na sua implementação, como: expor problemas da fábrica e assim sendo possível realizar melhorias, permite uma rápida propagação das informações entre os postos e trabalhos, otimiza o ajuste da produção para aderir mudanças momentâneas do mercado, e uma das suas principais vantagens, a redução de estoque.

Para Shingo (1996), o sistema *Kanban* foi inspirado em sistemas de supermercado, devido a suas características que também são visíveis no *Kanban*:

- a) os clientes escolhem diretamente os produtos e compram os de sua preferência;
- b) o trabalho dos funcionários é menor, pois os próprios clientes levam os produtos de sua escolha para o caixa;
- c) é reabastecido somente o que foi comprado, assim reduzindo os estoques;
- d) redução do preço de venda e conseqüentemente elevam as vendas e os lucros.

Dentre as características comuns entre os sistemas, a principal adotada pelo *Kanban* é a que ao invés de usar um sistema de reabastecimento estimado, a loja repõe somente o que foi vendido, diminuindo assim os estoques.

2.1.5 Nivelamento da produção (*Heijunka*)

A palavra *mura* significa irregularidade ou variação no processo causadas por planos de produção oscilantes e o PE tenta minimizar essa irregularidade através do nivelamento da produção (*Heijunka*). *Heijunka* compõe o sistema JIT, cooperando para o trabalho padronizado e *kaizen*, pois através do nivelamento é possível reduzir os picos na carga de trabalho produzindo no mesmo ritmo todos os dias. Segundo Moreira (2015), a instabilidade da demanda é combatida com a carga uniforme de trabalho ou nivelamento da programação da produção. Isso permite que pequenos ajustes sejam feitos em um plano de produção, para atender a demanda e permanecer com os estoques baixos, isso é possível fazendo com que se mantenha a mesma composição de produtos diariamente.

Segundo Dennis (2011), o nivelamento coopera para que o processo responda de forma rápida a demanda oscilante do cliente. Também é considerado pré-requisito para sistema de produção em fluxo e puxado.

O autor ainda acrescenta quatro benefícios ao nivelar a produção:

- a) redução de *lead time*;
- b) menos estoques de produtos acabados e de processo;
- c) menos desequilíbrio e sobrecarga em operadores;
- d) calcula necessidades de pessoal, equipamentos e materiais.

2.1.6 Balanceamento da produção

Na Toyota para atingir o balanceamento das linhas de produção quanto a quantidade de produtos é aplicada a operação intermitente pelo sistema de produção integrada entre as linhas de produção. Isso gera as seguintes vantagens: eliminação de estoque desnecessário em processo, utilização da capacidade total da linha de produção, identificação do gargalo, redução do tempo de atravessamento (*lead time*), diminuição do estoque de produtos finais, adaptação imediata em relação a mudanças na demanda (MONDEN, 2015).

Segundo Slack et al. (2008), o objetivo do balanceamento é alocar as atividades em etapas similares a que elas são realizadas, observando que o processo é limitado pelo tempo maior de processamento, realocar as atividades similares reduzirá o tempo nos demais processos.

2.1.7 Flexibilidade

Para Ritzman e Krajewski (2004), flexibilidade é uma característica das atividades de uma empresa para diminuir ou aumentar a velocidade de produção de forma mais eficiente e rápida. Segundo Lustosa et al. (2008), um dos princípios-chave para a PE é a flexibilidade na produção de diferentes produtos, sem prejudicar a eficiência em volumes menores de produção, através do *setup* mais ágil e fabricação de lotes menores.

2.1.8 Melhoria no Setup

Para obter melhoria em redução de tempo em *setup*, torna-se imprescindível a adoção da ferramenta de Troca Rápida de Ferramenta (TRF). E um dos princípios de melhoria da TRF é transformar uma operação de *setup* interno para o *setup* externo. Para isso deve-se distinguir a atividade que pode ser feita enquanto a máquina está trabalhando ao invés de executá-la apenas quando a máquina estiver parada (SHINGO,1996). Segundo Shingo (1996), adotar a ferramenta TRF, é crucial para eliminar a perda de superprodução e responder com maior facilidade às mudanças de demanda do cliente.

Para Moura e Banzato, (2003), reduzir o tempo de *setup* é o principal elemento do *Just in Time*, por ser a base da fabricação de lotes pequenos e por ser um princípio fácil e rápido de aplicar, acaba se tornando procurada pelas empresas. Shingo (1996) ressalta que ao

permitir que haja melhoria não somente em relação ao *setup*, mas na produção como um todo, pode-se considerar que a ferramenta TRF é uma parte essencial do STP.

2.1.9 Círculos de controle da qualidade (CCQs)

Segundo Liker (2009) o programa Círculos de Controle da Qualidade (CCQ) da Toyota foca em fortalecer a cultura de solução de problemas dentro da organização. Círculo de Controle de Qualidade é formado por um pequeno grupo de pessoas que estudam de forma espontânea e contínua técnicas de controle de qualidade visando propor soluções para problemas em seu local de trabalho.

Temas abordados nos CCQs não são especificamente qualidade dos produtos, também é levado em consideração redução de custo, manutenção, segurança, poluição industrial, e recursos alternativos. Os CCQs costumam ter um procedimento bem estruturados, mas podem variar de acordo com o objetivo de cada empresa.

2.1.10 Controle visual

Controles visuais monitoram a situação da linha e o fluxo de produção. A maior parte dos controles são relacionados a prova de erros, onde utiliza-se uma luz ou outro sinal para sinalizar uma anormalidade no fluxo da linha. Andon, cartões *Kanban*, painéis com visores digitais, folhas de operação-padrão, luzes de chamadas são considerados outros métodos para controle visual.

Cada operador tem disponível um interruptor para paralisar a linha quando houver algum problema, como parada de máquina ou atraso em seu estágio. Ao acionar o interruptor uma luz vermelha acende em seu posto de trabalho e imediatamente o supervisor vai até ao local para averiguar e tomar a medida corretiva necessária (MONDEN, 2015).

Shingo (1996), mostra que ao tomar medidas corretivas emergenciais acabam mascarando as reais causas do problema, até que o processo volte a parar pelo mesmo motivo, fazendo com que o controle visual não seja eficaz. Por isso, Shingo (1996, p 155) menciona que “o controle visual é útil, mas a tomada de profundas medidas corretivas como resposta ao problema é essencial”.

2.1.11 TPM

A ferramenta *Total Productive Maintenance* (TPM) teve origem no Japão com objetivo de viabilizar o sistema JIT, a ferramenta está alicerçada em cinco diretrizes: alcançar a eficiência máxima do processo, onde pode contar com a utilização do indicador *Overall Equipment Efficiency* (OEE), determinar um sistema de prevenção para as perdas do processo, envolver diversas áreas da empresa, reduzir a zero perdas através de grupos de trabalho integrado ao sistema produtivo e estar envolvido em todas as fases de desenvolvimento, vendas, produção e administração (NAKAJIMA, 1988).

Hoje em dia o processo de manutenção de máquinas se torna cada vez mais importante para garantir a eficiência no processo, disponibilidade e confiabilidade, pois isso impacta diretamente na qualidade do produto. Vale ressaltar que a ferramenta TPM é um complemento nas atividades *lean*, ao observar que o objetivo da ferramenta é otimizar a produtividade, reduzir custos, aumentar da qualidade e confiabilidade na entrega do produto. (BAKRI et al., 2012).

2.1.12 Desperdícios e 5S

Muda é uma palavra japonesa que “significa desperdício, especificamente qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor” (WOMACK; JONES, 2004, p. 3). A eliminação dos desperdícios ajuda a alcançar a redução de custos, e a produção JIT identifica e elimina-os (MONDEN, 2015).

Segundo Ohno (1997), um passo inicial ao aplicar o STP é a identificação dos seguintes desperdícios: superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, movimento e defeitos. Ao eliminar esses desperdícios é possível aumentar a eficiência na produção.

Kaizen e 5S, são métodos utilizados para reduzir desperdícios escondidos nos processos. 5S pode ser considerada uma ferramenta para “limpar a sujeira no posto de trabalho”. Pode-se considerar sujeira no ambiente fabril como estoques de material em processo, peças defeituosas, ferramentas obsoletas, entre outros. Ao implementar o 5S, os níveis de qualidade, tempo de atravessamento e redução de custos podem ser aprimorados (MONDEN, 2015).

2.1.13 Tempo de Ciclo, *Takt Time*, *Lead Time*, Tempo Padrão

Segundo Antunes (2008) “o tempo de ciclo é o tempo necessário para a execução do trabalho em uma peça”, em uma linha de produção o tempo de ciclo determina o ritmo máximo que uma linha de produção pode ter.

Para Dennis (2011), *Takt time* é razão do tempo disponível pela demanda. O mesmo refere-se ao ritmo de produção necessário para uma demanda específica e a um período determinado (ANTUNES, 2008).

Lead Time refere-se ao tempo em que uma peça leva para se mover ao longo de um processo de fabricação ou fluxo de valor, do começo ao fim (ROTHER; SHOOK, 2004).

Segundo Martins (2014), tempo padrão se obtém através da cronometragem de uma operação a fim de servir como referência para avaliar a performance de células de produção. Este estudo avalia questão de ritmo e velocidade da operação, considerando tolerâncias para fadiga e necessidades pessoais.

2.1.14 Mapeamento do Fluxo de Valor

Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), é uma ferramenta que mostra como a manufatura deve operar para criar o fluxo de valor. Praticar o mapeamento possibilita conhecer o chão de fábrica e assim apoiar a manufatura enxuta. Para isso deve-se levar em consideração o fato de não apenas mapear o processo, mas sim implementar o fluxo que agregue valor (ROTHER; SHOOK, 2004).

Além do fluxo de produção, que significa o fluxo do componente pela fábrica, há também o fluxo de informação, que informa o que cada processo deve fabricar ou fazer em seguida. O fluxo de informação deve ter a mesma importância quanto o de material, sendo fundamental o mapeamento de ambos (ROTHER; SHOOK, 2004).

2.1.15 Polivalência

Um operador polivalente é aquele que tem capacidade técnica de executar diferentes atividades em seu posto de trabalho. Para obter essa capacidade os operadores passam por um treinamento contínuo, fazendo rotações entre os postos de trabalho, tendo como preferência um *layout* celular e inserindo processo autônomos de detecção de defeitos que permitem que os operadores desenvolvam a sua multifuncionalidade (TUBINO, 2015).

A Toyota desenvolve a multifuncionalidade de seus operadores através de um sistema chamado rotação de tarefa, onde o operador segue um roteiro e realiza as tarefas em sua linha, e após um tempo ele tem capacidade de realizar todas as tarefas, se tornando um operador multifuncional. Esse método permite alcançar a *Shojinka*, que significa a capacidade de alterar o número de operadores em estações de trabalho para atender as alterações da demanda.

Ao tornar um operador multifuncional, faz com que ele tenha um ponto de vista renovado, gerando ideias para o aprimoramento dos processos (MONDEN, 2015). Saurin e Ferreira (2016) ressaltam que a polivalência incentiva os operadores identificarem melhorias e as implantarem.

2.1.16 Células de manufatura

Células são unidades de manufatura ou serviços, geralmente é formada por um ou mais postos de trabalhos que são ligadas por esteiras ou estoques intermediários. Uma característica importante é que o operador dessas células deve ser polivalente, pois deve interagir com os demais processos, assim criando uma integração entre os funcionários, buscando a qualidade detectando defeitos no próprio posto de trabalho (MARTINS, 2014).

O conceito da produção celular, criado a partir do STP traz como objetivo a eliminação ou senão a redução de desperdícios. Os operadores trabalham seguindo um conjunto de operações-padrão se igualando a uma pequena linha de produção. Células de manufatura podem utilizar o conceito de fluxo unitário, sem estoques entre os estágios (TUBINO, 2015).

Contador (1995), resalta que existem quatro tipos de células de manufatura, sendo classificadas por produto com predominância da máquina, por produto com predominância do homem, por processo e posição fixa do produto.

2.1.17 Qualidade

Segundo Monden (2015), para garantir a qualidade como é definida pela Toyota, é preciso assegurar que a qualidade do produto promova satisfação, confiabilidade e economia para o cliente.

Existem ferramentas que permitem que a garantia da qualidade seja alcançada, uma delas é autonomia (*jidoka*). O principal objetivo da autonomia é detectar anormalidades

e efetuar a paralisação da linha de fabricação ou operação para aplicar a ação de correção imediatamente (GHINATO, 1996).

Para Liker (2005), autonomia significa acréscimo de qualidade enquanto se produz o produto ou “constatação de erro”, significa também criar operações e equipamentos para que o operador não fique “amarrado” à máquina, podendo estar disponível a realizar tarefas que agregam valor ao produto. Autonomia auxilia o JIT não permitindo que peças defeituosas sejam produzidas e acabem prejudicando os processos posteriores (MONDEN, 2015).

Outra ferramenta utilizada para garantir a qualidade é o *Poka-Yoke*, Segundo Shingo (1996) Poka-yoke é um método para detectar defeitos, à prova de erros que ao ser instalado no processo, a fabricação com zero defeito pode ser atingida, já que a inspeção é realizada em 100% dos produtos.

Gestão da qualidade total *Total Quality Management* (TQM) também é importante para a redução de defeitos na PE. TQM está associado a elementos relacionado a foco no cliente, melhoria contínua, participação dos funcionários a qualidade total e troca de experiência entre as empresas (CARVALHO; PALADINI, 2006).

Atrelado a melhoria contínua na PE, a filosofia Kaizen “batalha” pela perfeição. O termo japonês que significa melhoria contínua, é o processo de realizar melhorias mesmo que pequenas com o objetivo de atingir a meta da produção enxuta de eliminar desperdícios que geram custos, mas não agregam valor ao produto (LIKER,2005).

2.2 MODELOS DE MATURIDADE *LEAN*

As empresas sempre estão procurando formas de reduzir custos, tempo, melhorar a qualidade dos produtos, entre outros fatores para se destacar entre a concorrência. Os modelos de maturidade foram criados para auxiliar nestes quesitos (BRUIN et al., 2005). Modelos de maturidade são utilizados como uma avaliação dos processos, priorizando oportunidades de melhorias (FISHER, 2004; MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016). Para Bruin et al. (2005), através do real conhecimento da situação atual da organização, se torna possível realizar melhorias continuamente e de forma substancial.

Maasouman e Demirli (2016) abordam dois tipos de modelos de avaliação de maturidade: qualitativa e quantitativa. Avaliação qualitativa é mencionada os modelos *Renault Production System* (RPS), que foi desenvolvido através do modelo de produção da

Nissan, onde são aplicadas regras, procedimentos e técnicas para aumentar o desempenho em quatro elementos principais da manufatura como projeto, processo, logística e fabricação. Modelos quantitativos, por sua vez, consistem, em sua maior parte, em aplicações da chamada lógica *fuzzy* (ou lógica nebulosa).

Maasouman e Demirli (2016) desenvolveram um modelo de avaliação de maturidade para células *lean*, onde trabalha com sete grandes eixos: pessoas, gestão de instalações, condições de trabalho, processos produtivos, qualidade, *Just in Time* e liderança. Para a coleta de dados foi elaborado um *checklist*, tendo também como objetivo a geração de indicadores para avaliar a efetividade do *lean*. Um ponto importante levantado pelos autores foi a necessidade de cada empresa em adequar o modelo conforme suas necessidades.

Outro modelo de maturidade é o *Lean Enterprise Self Assessment Tool* (LESAT), foi criado pela *Lean Aerospace Initiative* (LAI) (MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016).

Para o LESAT, cinco níveis de maturidade são empregados. O nível 1 indica o mínimo de capacidade, o nível 5 indica o desempenho mais capaz ou de classe mundial. Assim, para cada fator de desempenho, são construídas declarações que caracterizam a maturidade de uma organização em cada um dos cinco níveis de realização. (MIT, 2001, p. 9)

Saurin e Ferreira (2008), propõem um modelo de avaliação de caráter qualitativo da implementação de doze práticas da PE em uma linha de montagem de colheitadeiras. Esse modelo de avaliação foi desenvolvido com base em trabalhos clássicos sobre o tema *lean*, onde a lista de verificação apresenta todas as práticas relacionada a PE, e são classificadas por quatro opções: nenhum suporte, suporte fraco, suporte moderado, e suporte forte.

A lista de verificação contém 88 itens distribuídos em doze práticas *lean* e é dividida em três grupos: recursos humanos, planejamento e controle da produção e tecnologia no processo. Os resultados gerados a partir do questionário mostraram que das doze práticas, sete delas possuíam uma aplicação muito forte, embora algumas ficaram com o desempenho fraco ou muito fraco, entre estes foi constatado a prática de controle da qualidade tendo como justificativa a abordagem da empresa em focar na inspeção do produto final ao invés de integrar a inspeção durante o processo.

Saurin e Ferreira (2008) consideram que o trabalho desenvolvido tem como foco a identificação de oportunidades de melhorias. Os autores reconhecem que o trabalho não avaliou propriamente a implementação das práticas *lean* nas células de manufatura, com isso não é possível indicar o nível de maturidade nas mesmas.

2.2.1 Modelo de maturidade proposto por Rampasso (2017)

Rampasso (2017), desenvolveu e validou um modelo de maturidade que possibilita a mensuração de células de manufatura. A autora evidenciou que para medir uma célula enxuta é necessário a análise de três construtos, conhecimento e habilidade dos colaboradores, qualidade e melhoria contínua e configuração da célula. O modelo teve como base a literatura para definir os construtos, opinião de especialistas e pesquisa com 101 gestores de células de manufatura.

Para a aplicação do modelo de maturidade, foi elaborada uma planilha permitindo que os gestores das células apliquem o método de forma rápida e simples. Na planilha é necessário que o gestor indique para cada parâmetro estabelecido pela autora o nível de aplicação, após os parâmetros serem avaliados o *software* informa o grau de maturidade da célula e de forma gráfica mostra os parâmetros que podem ser melhorados. Na Figura 1, é ilustrada a planilha utilizada para a aplicação da avaliação, nela será mostrado os parâmetros divididos nos três construtos onde o responsável pela avaliação deverá informar os níveis em que cada item se encontra, podendo variar do nível 1 ao nível 5.

Figura 1 – Planilha do modelo de maturidade

1. Conhecimento e Habilidade dos Colaboradores				
1.1. Os colaboradores possuem conhecimento apurado sobre a família de produtos processada pela célula				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input checked="" type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input checked="" type="radio"/> Nota 10
1.2. Os colaboradores da célula são totalmente capacitados em técnicas para a solução de problemas				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input checked="" type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input checked="" type="radio"/> Nota 10
1.3. Os colaboradores possuem polivalência e podem trabalhar em diferentes funções na célula, existindo incentivos para o desenvolvimento desta polivalência				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input checked="" type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input checked="" type="radio"/> Nota 10

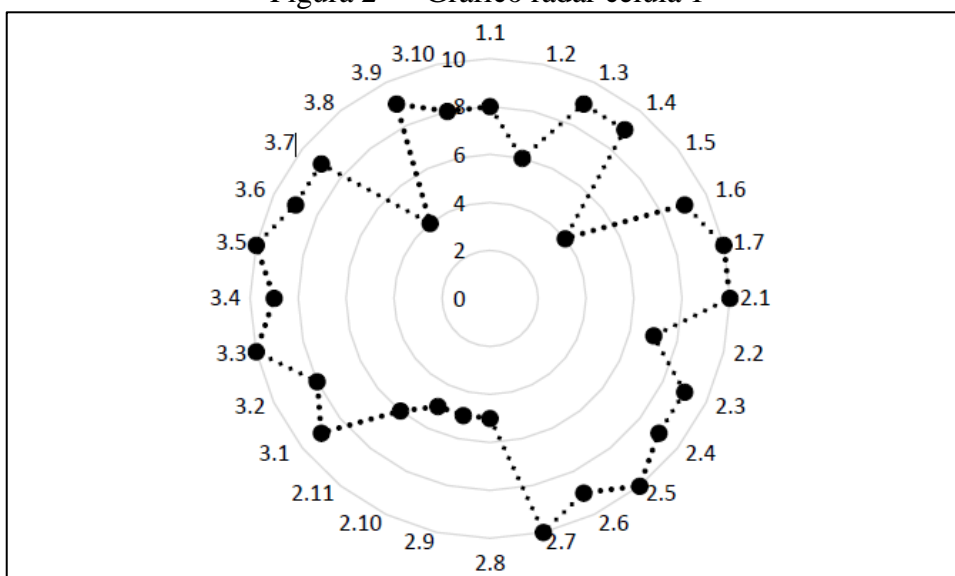
Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

O modelo foi validado em uma empresa do ramo do automotivo, onde foram mensuradas duas células de manufatura *lean*. Ambas se dedicam ao mesmo processo de fabricação de *calipers* de freio, porém atendem veículos diferentes. A planilha, contendo os parâmetros de validação, que serão abordados no próximo tópico, se mostraram adequadas para as duas células de manufatura, e ambas apresentaram um resultado satisfatório em

relação aos graus de maturidade, contendo alguns pontos que necessitem de melhoria, sendo aqueles que receberam menores pontuações.

Na Figura 2 é apresentada as notas atribuídas através da avaliação da célula 1, a célula possui nove postos de trabalhos e o número de funcionários variam de 3 a 8, dependendo do *takt time*.

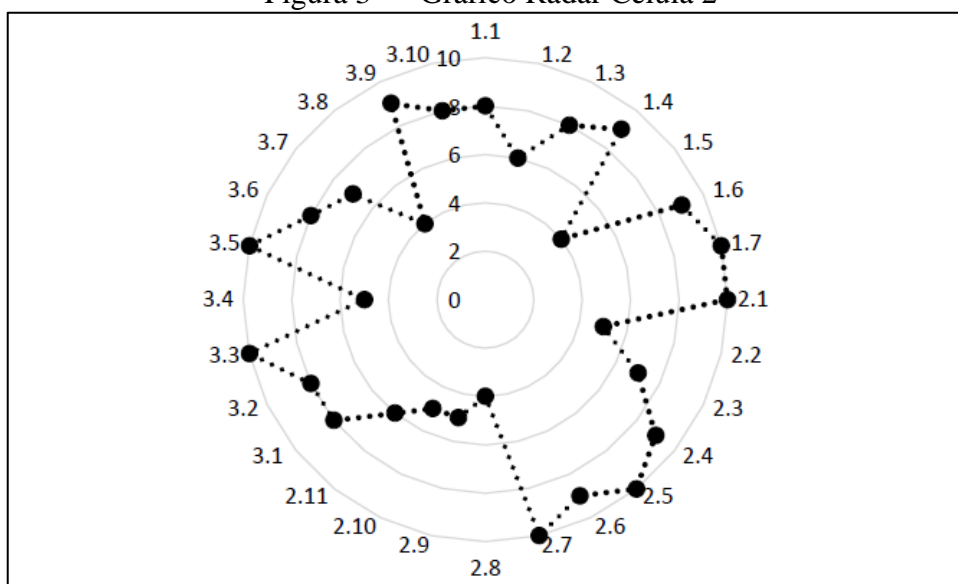
Figura 2 – Gráfico radar célula 1



Fonte: Adaptado de Rampasso (2017)

A Figura 3 é mostra os valores atribuídos a célula 2, onde é composta por pessoas e robôs e os produtos de deslocam entre os postos de trabalhos através de uma esteira. O número de funcionários varia de 7 a 9 de acordo com o *takt*.

Figura 3 – Gráfico Radar Célula 2



Fonte: Adaptado de Rampasso (2017)

Os números que estão em torno do gráfico correspondem aos parâmetros definidos pela autora e os números de 0 a 10 são os níveis que cada uma pode estar inserida. Além dos resultados no gráfico é possível determinar os graus de maturidade global do processo avaliado e em cada construto.

2.2.2 Escolha do modelo de avaliação de maturidade

Para a escolha do modelo de avaliação foram considerados alguns critérios importantes: praticidade na coleta de dados, metodologia da definição dos critérios e ter como foco a avaliação em células de manufatura. Considerando os modelos citados no trabalho, entre eles o que mais se destaca é o da autora Rampasso (2017), pois se trata da avaliação de células de manufatura *lean*, tendo como método de coleta de dados no *software* MS Excel®.

O método de coleta permite que seja realizada de maneira simples, pelo próprio gestor e pode ser aplicada em diferentes células. O resultado mostrado de forma gráfica permite uma visualização mais clara, agilizando a identificação das ineficiências em relação as práticas *lean*, podendo serem tratadas de forma ágil pelo gestor da célula.

Além dessas características, o trabalho da autora se mostrou bem estruturado em relação a definição dos critérios de avaliação que serão mostrados no próximo tópico. Sendo que os critérios foram definidos através da literatura baseada nas práticas *lean*. Para realizar a divisão dos construtos foi realizado um painel com especialistas em *lean production*, onde participaram doutores em engenharia de produção e gestores industriais, além de realizar pesquisas com gestores de células.

2.3 DEFINIR VARIÁVEIS PARA MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES RELEVANTES

Rampasso (2017), através da revisão da literatura identificou 37 parâmetros relacionados a diversos temas. A autora dividiu esses parâmetros nos seguintes temas: habilidade dos colaboradores; conhecimento dos colaboradores; aspectos decorrentes da existência de líderes, grau de autonomia conferido aos colaboradores, comunicação e compartilhamento de informações, qualidade e melhoria contínua e configuração da célula.

Os Quadros 1 ao 7 mostram os parâmetros definidos pela autora, através da revisão da bibliografia e que é usado para medir o grau de maturidade em células de manufatura.

Quadro 1 – Dimensões referente a “Aspectos decorrentes da existência de líderes na célula”

Parâmetros	Referências
Os colaboradores da célula são totalmente capacitados em técnicas para a solução de problemas	CULLINANE et al., 2014; DETTY; YINGLING, 2000; HUNTER; BLACK, 2007; KACH et al., 2014; OHNO, 1997; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)
Os colaboradores possuem polivalência e podem trabalhar em diferentes funções na célula	(ALONY; JONES, 2008; ANDERSON-CONNOLLY et al., 2002; CULLINANE et al., 2014; HASLE, 2014; HASLE et al., 2012; HUNTER; BLACK, 2007; HUNTER; BULLARD; STEELE, 2004; HYER; BROWN, 1999; KACH et al., 2014; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; MCDONALD et al., 2009; MCWILLIAMS; TETTEH, 2009; MOLLEMAN; SLOMP; ROLEFES, 2002; PARKER, 2003; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)
Existem incentivos para o desenvolvimento da polivalência dos colaboradores	(ALONY; JONES, 2008; CORIAT, 1994; HELOANI, 2012)

Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

Quadro 2 – Dimensões referente a “Conhecimento dos colaboradores que atuam na célula”
(continua)

Parâmetros	Referências
Os colaboradores possuem conhecimento apurado sobre a família de produtos processada pela célula	(AALAEI; DAVOUDPOUR, 2016; AGHAZADEH et al., 2011; AL-MUBARAK; KHUMAWALA; CANEL, 2003; AL KATTAN, 2005; ANGRA; SEHGAL; NOORI, 2008; ARORA; HALEEM; SINGH, 2013; ASKIN; SELIM; VAKHARIA, 1997; BAYRAM; ŞAHIN, 2016; CHAN; LAM; LEE, 1999; CHANG; WU; WU, 2013; DEEP; SINGH, 2015; FARDIS; ZANDI; GHEZAVATI, 2013; HUNTER; BULLARD; STEELE, 2004; HYER; BROWN, 1999; LEE; CHIANG, 2002; MCWILLIAMS; TETTEH, 2009; MOHAMMADI; FORGHANI, 2014; NOURI, 2016; PAPAIOANNOU; WILSON, 2010; PATTANAIK; SHARMA, 2009; PIENKOWSKI; MACZKA; KRZYZANOWSKI, 2005; RAFIEE et al., 2011; RAMINFAR et al., 2013; ROTHER; SHOOK, 2012; SAKHAI et al., 2016; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; WU et al., 2007; ZOLFAGHARI; LOPEZ; LOPEZ ROA, 2006)
A polivalência procura gerar não só um alargamento de funções, mas também o enriquecimento das habilidades dos colaboradores	(ALONY; JONES, 2008; PARKER, 2003)
Colaboradores dominam os conceitos associados à filosofia	(AALAEI; DAVOUDPOUR, 2016; DEIF, 2012b; HUNTER; BLACK, 2007; MONDEN, 2015;

(conclusão)

<i>lean</i> de tempo padrão, tempo de ciclo e <i>takt-time</i> .	PEINADO; GRAEML, 2007; RAFIEE et al., 2011; ROTHER; SHOOK, 2012; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)
Colaboradores dominam os conceitos associados à filosofia <i>lean</i> de balanceamento de células e de nivelamento das células	(AGHAZADEH et al., 2011; AL KATTAN, 2005; LEE; CHIANG, 2002; LIKER, 2005; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; MCWILLIAMS; TETTEH, 2009; METTERNICH; BECHTLOFF; SEIFERMANN, 2013; NOURI, 2016; OHNO, 1997; PATTANAIK; SHARMA, 2009; SHINGO, 1996)
Os colaboradores conhecem os requisitos exigidos pelo cliente final em relação ao produto que está sendo produzido pela célula em determinada ocasião	(ALONY; JONES, 2008; CULLINANE et al., 2014; MCWILLIAMS; TETTEH, 2009; RODRÍGUEZ et al., 2016)
Sempre existe um colaborador capacitado para assumir qualquer função dentro da célula em situações atípicas	(MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; WOMACK; JONES; ROOS, 2004)

Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

Quadro 3 – Dimensões referente a “Aspectos decorrentes da existência de líderes na célula”

Parâmetros	Referências
O relacionamento entre os colaboradores que atuam na célula é harmônico	(ALONY; JONES, 2008)
Os líderes das equipes conhecem bem as variabilidades plausíveis para a produção da célula	(DEIF, 2012a)
Os líderes das equipes gerenciam as habilidades existentes e das necessárias para o desenvolvimento de cada colaborador	(MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)

Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

Quadro 4 – Dimensões referente a “Grau de autonomia conferido aos colaboradores da célula” (continua)

Parâmetros	Referências
Os colaboradores sabem de maneira clara até que ponto possuem autonomia para a tomada de decisões	(JADHAV; MANTHA; RANE, 2014; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; PAMPANELLI; FOUND; BERNARDES, 2014; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; WOMACK; JONES; ROOS, 2004)
Os colaboradores têm autonomia para parar ciclos de trabalho caso evidenciem problemas	(BROWN; O’ROURKE, 2007; HUNTER; BLACK, 2007; HUNTER; BULLARD; STEELE, 2004; HYER; BROWN, 1999; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; MONDEN, 2015; OHNO, 1997; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)

(conclusão)

Os colaboradores possuem autonomia para reconfigurar ciclos de trabalho sempre que notarem problemas ou defasagem	(BHAT, 2008)
---	--------------

Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

Quadro 5 – Dimensões referente a “Comunicação e compartilhamento de informações entre colaboradores”

Parâmetros	Referências
O nível de comunicação entre os colaboradores que atuam na célula é excelente	(AGHAZADEH et al., 2011; HYER; BROWN, 1999; MOLLEMAN; SLOMP; ROLEFES, 2002; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)
O nível de compartilhamento de informações entre os colaboradores que atuam na célula é excelente	(HYER; BROWN, 1999)

Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

Quadro 6 – Dimensões referente a “Melhoria Contínua e Qualidade na Célula” (continua)

Parâmetro	Referências
O grupo de colaboradores que atua na célula desenvolve CCQs de forma totalmente voluntária	(BLAGA; JOZSEF, 2014; HASLE et al., 2012; HELOANI, 2012; ISHIKAWA, 1993; MONDEN, 2015)
São constantemente realizadas melhorias na célula em função dos princípios do 5S e desperdícios segundo a filosofia <i>lean</i>	(CHAUHAN, 2012; LIKER, 2005; RODRÍGUEZ et al., 2016; SHINGO, 1996; WOMACK; JONES, 1998)
Os projetos de melhoria contínua desenvolvidos na célula procuram envolver de forma sinérgica processos clientes e processos fornecedores da célula	(ALONY; JONES, 2008; CONTI et al., 2006; HASLE, 2014; HASLE et al., 2012; HUNTER; BLACK, 2007; JADHAV; MANTHA; RANE, 2014; JURAN, 2009; LI; FOUND, 2016; PAMPANELLI; FOUND; BERNARDES, 2014; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; WOMACK; ARMSTRONG; LIKER, 2009)
Parâmetros associados às ergonômias física e cognitiva são avaliados e aperfeiçoados na célula	(ALONY; JONES, 2008; ANDERSON-CONNOLLY et al., 2002; AREZES; DINIS-CARVALHO; ALVES, 2015; BROWN; O’ROURKE, 2007; CONTI et al., 2006; CULLINANE et al., 2014; DE HAAN; NAUS; OVERBOOM, 2012; HASLE, 2014; HASLE et al., 2012; KOUKOULAKI, 2014; MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016; MOYANO-FUENTES; SACRISTÁN-DÍAZ, 2012; PARKER, 2003; PEINADO; GRAEML, 2007; RODRÍGUEZ et al., 2016; SEPPÄLÄ; KLEMOLA, 2004; STERLING; BOXALL, 2013; TANIMIZU; ISHII; YOKOTANI, 2014; VIDAL, 2011; WOMACK; ARMSTRONG; LIKER, 2009)
A célula de produção é	

(conclusão)

constantemente avaliada em relação à sustentabilidade ambiental	ABNT, 2015; EPA, 2007; PAMPANELLI; FOUND; BERNARDES, 2014)
Todos os postos de trabalho da célula apresentam à disposição dos funcionários procedimentos padrão atualizados para serem utilizados em caso de dúvidas	(CONTI et al., 2006; DETTY; YINGLING, 2000; HASLE, 2014; HASLE et al., 2012; HUNTER; BLACK, 2007; LIKER, 2005; MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; MONDEN, 2015; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; WOMACK; ARMSTRONG; LIKER, 2009)
A manutenção dos equipamentos/ferramentas utilizados nos postos de trabalho da célula toma por base os princípios da TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>)	(BAKRI et al., 2012; CALADO, 2011; CONTI et al., 2006; CULLINANE et al., 2014; MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; RODRÍGUEZ et al., 2016; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; SHEN, 2015; WOMACK; ARMSTRONG; LIKER, 2009)

Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

Quadro 7 – Dimensões referente a “Configuração da Célula”

(continua)

Parâmetros	Referências
A célula trabalha com o conceito de fluxo de peças (preferencialmente "one piece flow")	(DEIF, 2012b; DETTY; YINGLING, 2000; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; MCWILLIAMS; TETTEH, 2009; METTERNICH; BECHTLOFF; SEIFERMANN, 2013; PATTANAIK; SHARMA, 2009; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)
Os tempos padrão definidos a priori para os processos da célula são realmente observados na prática	(PEINADO; GRAEML, 2007)
O layout projetado para a célula demonstra-se adequado para diferentes ciclos produtivos desenvolvidos pelos colaboradores	(AALAEI; DAVOUDPOUR, 2016; ARORA; HALEEM; SINGH, 2013; ASKIN; SELIM; VAKHARIA, 1997; CHAN; LAM; LEE, 1999; CHANG; WU; WU, 2013; DEEP; SINGH, 2015; DETTY; YINGLING, 2000; HUNTER; BLACK, 2007; HUNTER; BULLARD; STEELE, 2004; HYER; BROWN, 1999; LEE; CHIANG, 2002; METTERNICH; BECHTLOFF; SEIFERMANN, 2013; MOYANO-FUENTES; SACRISTÁN-DÍAZ, 2012; PAPAIOANNOU; WILSON, 2010; RAFIEE et al., 2011; RAMINFAR et al., 2013; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; TANIMIZU; ISHII; YOKOTANI, 2014; WU et al., 2007; ZOLFAGHARI; LOPEZ; LOPEZ ROA, 2006)
Os processos mais críticos da célula (operações restritivas) são conhecidos, constantemente gerenciados e melhorados	(BROWN, 2015; ERENAY et al., 2015; PEINADO; GRAEML, 2007)
A célula consegue produzir	(ANGRA; SEHGAL; NOORI, 2008; CONTI et al., 2006; DEIF, 2012b; DETTY; YINGLING, 2000;

(conclusão)

diferentes produtos da mesma família em um mesmo turno (<i>Heijunka</i>)	HUNTER; BLACK, 2007; KACH et al., 2014; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; MOYANO-FUENTES; SACRISTÁN-DÍAZ, 2012; OHNO, 1997; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; WOMACK; ARMSTRONG; LIKER, 2009)
Existem ciclos de trabalho pré-definidos e conhecidos pelos colaboradores que possibilitam atender diferentes <i>takt-times</i>	(ROTHER; HARRIS, 2008; ROTHER; SHOOK, 2012; YANG; GAO, 2016)
A célula sempre consegue atender a diferentes <i>pitches</i> de produção do cliente	(ROTHER; SHOOK, 2012)
Existem quadros de gestão à vista por meio do qual os colaboradores podem acompanhar o desempenho da célula em questão de forma global e comparativa	(DEIF, 2012b; DETTY; YINGLING, 2000; GODINHO FILHO; FERNANDES, 2004; HYER; BROWN, 1999; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; MOYANO-FUENTES; SACRISTÁN-DÍAZ, 2012; PAMPANELLI; FOUND; BERNARDES, 2014; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)
A célula atua por meio da disparada de <i>kanbans</i>	(BHAT, 2008; CONTI et al., 2006; CULLINANE et al., 2014; DETTY; YINGLING, 2000; HASLE, 2014; HASLE et al., 2012; HUNTER; BLACK, 2007; HUNTER; BULLARD; STEELE, 2004; KACH et al., 2014; MCWILLIAMS; TETTEH, 2009; OHNO, 1997; ROTHER; SHOOK, 2012; SHINGO, 1996)
A célula possui dispositivos visuais (Andon) que permitem paralisar a operação e mobilizar equipes em prol de soluções	(LIKER, 2005; OHNO, 1997; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; WOMACK; JONES; ROOS, 2004)
Análises em relação a possibilidades de aplicação de dispositivos à prova de erro são feitas e, quando pertinentes, tais dispositivos são aplicados	(AGHAZADEH et al., 2011; CONTI et al., 2006; DETTY; YINGLING, 2000; HASLE, 2014; HASLE et al., 2012; KACH et al., 2014; MAASOUMAN; DEMIRLI, 2016; MARODIN; TORTORELLA; SAURIN, 2014; OHNO, 1997; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011; SHINGO, 1996; WOMACK; ARMSTRONG; LIKER, 2009)
As áreas de operação, circulação e corredores de movimentação estão corretamente definidas.	(PEINADO; GRAEML, 2007; SAURIN; MARODIN; RIBEIRO, 2011)

Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

Segundo Rampasso (2017), após painel com especialistas, alguns itens citados acima se fundiram devido suas similaridades e resultou em 28 parâmetros para mensurar células de manufaturas.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Nesta etapa é apresentado o cenário atual do tema proposto e posteriormente são descritas cada etapa para o desenvolvimento da aplicação da ferramenta de medição de maturidade *lean*.

3.1 CENÁRIO ATUAL

O objeto de estudo é uma empresa que atua na produção de tratores, caminhões, chassis, utilitários 4x4, motores e grupos geradores, trata-se de uma empresa de grande porte situada na cidade de Caxias do Sul, onde conta com três unidades fabris. Atualmente a empresa utiliza algumas ferramentas da filosofia *lean* em seus processos, dentre eles estão *Kaizen*, VSM, 5S's, TPM, *Kanban* e Operação Padrão. Essas ferramentas foram adotadas a fim de implementar a melhoria contínua nos processos produtivos, como montagem e fabricação.

A metodologia *Kaizen* é amplamente disseminada entre as fábricas, desde 2013 a ferramenta é aplicada na empresa. Durante cinco anos foram realizados em torno de 30 eventos *Kaizen* e em média 500 melhorias concluídas. Estes eventos *Kaizen* são organizados através de um calendário anual, os temas são classificados entre quatro prioridades: segurança, qualidade, produtividade e prazo de entrega.

Kaizen é uma ferramenta considerada importante para a empresa em relação à melhoria contínua, sendo aplicada tanto em área fabril quanto administrativa. Para padronizar a metodologia entre as fábricas foi elaborado o Manual do *Kaizen*, onde se encontra o passo a passo do decorrer do evento, conceitos, formatos e metodologia, a fim de trazer mais confiabilidade a ferramenta. A empresa conta também com um Comitê de Manufatura, que tem como objetivo disseminar a filosofia *lean* entre as unidades, multiplicar ferramentas implementadas e também desenvolver a implementação de outras ferramentas na empresa.

A ferramenta 5S começou a ser desenvolvida em 2005, com foco na área fabril, apenas 11 anos depois as práticas começaram a ser disseminadas para as áreas administrativas, hoje ela é aplicada em todos os setores da empresa. O método de controle das práticas é uma auditoria a cada dois meses. A auditoria é realizada por auditores selecionados pelo coordenador, pessoa responsável pela gestão da ferramenta. Os auditores são funcionários de diversas áreas da empresa, sendo assim, é possível que cada área seja auditada por pessoas de áreas diferentes.

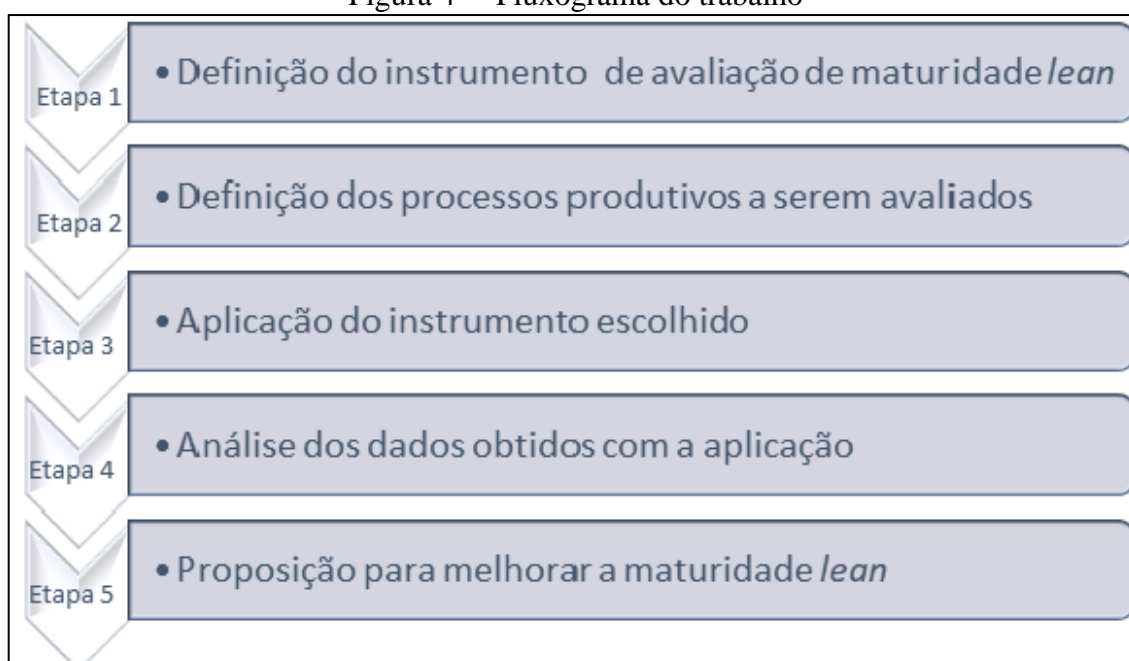
A ferramenta 5S é uma das principais práticas adotadas na empresa e seus resultados são mostrados através de indicadores visuais posicionadas em todos os setores, onde indica o resultado da auditoria, sendo o sinal amarelo o indicativo dois a três itens não conforme, verde até um item não conforme e vermelho quatro ou mais itens não conformes. Os resultados também são informados através dos murais e via e-mail. Uma estratégia utilizada pela empresa para envolver as áreas no programa é entregar um troféu itinerante, onde a cada dois meses é exposto na área que obtiver melhores resultados.

Além das duas principais práticas citadas acima, outras ferramentas da filosofia *lean* como Operação Padrão, VSM, TPM e *Kanban*, foram implementadas em linhas de montagem e processos de fabricação de forma pontual, a fim de alcançar melhorias, mas não são dominadas pela empresa como as demais. Isso se deve a cultura *Bottom-up*, onde as iniciativas de implementação partem de baixo para cima, ou seja, não faz parte da estratégia da empresa adotar as metodologias do pensamento enxuto, o que torna a busca pela melhoria através das ferramentas muito dependente dos responsáveis de cada processo.

3.2 PROPOSTA DE TRABALHO

Para a obtenção dos resultados deste trabalho, definiu-se etapas com a finalidade de atingir o objetivo geral e os objetivos específicos. A Figura 4 apresenta as etapas, em sua ordem de execução.

Figura 4 – Fluxograma do trabalho



Fonte: O Autor (2018).

Na etapa 1, foi definido o instrumento de avaliação de maturidade *lean*, através da revisão bibliográfica acerca dos modelos de avaliação existentes e foi avaliada as dimensões para mensurar os processos produtivos. Para este trabalho será utilizada as dimensões citadas pela autora Rampasso (2017) que estão descritas no tópico 2.4, onde são mencionadas as dimensões divididas em construtos. Essas dimensões estão inseridas em uma planilha disponibilizada pela autora utilizando o *software* MS Excel®, onde também estão informadas cinco escalas de aplicação de cada dimensão.

Na etapa 2, para a escolha dos processos a serem medidos foram definidos critérios que atendam a realidade de aplicação dentro da empresa levando em consideração o cenário atual. Como exemplo de critério pode-se citar: indicadores de qualidade como refugo e retrabalho; métricas de produtividade como OEE; análises de capacidade versus demanda, etc. Com a definição dos processos será possível aplicar a ferramenta de avaliação.

Na etapa 3, foi aplicada a avaliação no processo escolhido na etapa 2. Para uma efetiva aplicação do instrumento, é importante conhecer os parâmetros definidos por Rampasso (2017), com isso, foi necessário a leitura das referências descritas em cada parâmetro, afim de evidenciar as práticas e auxiliar a identificação de cada nível.

Na etapa 4, com os dados gerados através da aplicação da avaliação de maturidade, será realizada uma análise qualitativa e quantitativa dos dados obtidos. Através dos gráficos gerados diretamente na planilha de aplicação, foi possível verificar os dados quantitativos, mostrando facilmente as notas atribuídas a cada parâmetro e qualitativamente foram analisados com o intuito de propor melhorias e levantar evidências dos parâmetros na célula.

Na etapa 5 com a análise dos dados da avaliação foi possível propor melhorias em torno dos processos, levando em consideração os pontos mais críticos mostrados no gráfico radar, sendo eles o de menor valor. Assim podendo contribuir para o aumento do grau de maturidade e fazendo com que cheguem cada vez mais perto da excelência.

4 RESULTADOS

Este capítulo aborda o desenvolvimento da proposta de implementação, conforme citado no tópico 3.2, respeitando o fluxograma representado na Figura 4, com o objetivo de aplicar uma avaliação para mensurar o nível de maturidade das práticas *lean*. Também apresenta os resultados e a conclusão.

4.1 DEFINIÇÃO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE *LEAN*

Foi realizada uma pesquisa em livros e artigos sobre métodos de avaliação de maturidade *lean*, e conforme o tópico 3.2 o modelo escolhido para a aplicação é o da autora Rampasso (2017). O modelo é composto por 28 parâmetros definidos através da literatura trazendo como objetivo a mensuração das práticas em células de manufatura. Cada parâmetro da avaliação é composto por uma escala de 0 a 10 em cinco níveis. Entende-se que o grau 10 significa conceitos *lean* bem implementados, graus intermediários com conceitos o mais próximo possível da maturidade e grau 0 descarta qualquer conceito *lean* na célula. No Quadro 8 é mostrado atributos associados a cada um dos cinco níveis definidos pela autora Rampasso (2017), sendo possível atribuir a nota de acordo com a aplicação nas práticas na célula.

Quadro 8 – Atribuições aos níveis de maturidade

Nível 5	O parâmetro está totalmente desenvolvido, é reconhecido como de excelência. Ainda assim, o mesmo é analisado criticamente buscando-se oportunidades de melhorias e outras inovações. Atribua nota 9 ou 10, segundo sua percepção.
Nível 4	O parâmetro é aplicado de forma sistemática na célula, observam-se ganhos decorrentes de sua melhoria com tendência positiva rumo a excelência, ainda assim com possibilidades de refinamento. Atribua nota 7 ou 8, segundo sua percepção.
Nível 3	O parâmetro é aplicado de forma sistemática na célula. Ainda assim, observam-se instabilidades frequentes em sua aplicação. Atribua nota 5 ou 6, segundo sua percepção.
Nível 2	O parâmetro é considerado na análise da célula, porém de maneira informal e irregular. Atribua nota 3 ou 4, segundo sua percepção.
Nível 1	É dada pouca ou nenhuma atenção a esse parâmetro. Quando desenvolvidas, atividades de melhoria são dispersas e raras. Atribua nota 0, 1 ou 2, segundo sua percepção.

Fonte: Adaptado de Rampasso (2017).

A avaliação é aplicada através do *software* MS Excel®, conforme Anexo A onde estão distribuídos os 28 parâmetros em 3 construtos sendo eles: configuração da célula,

conhecimento e habilidade dos colaboradores e qualidade e melhoria contínua. O grau de maturidade é calculado através da Equação 1 mostrada abaixo:

$$MAT = 0,215 \times CC + 0,262 \times CHC + 0,523 \times QMC \quad (1)$$

A equação foi definida através do *software* SmartPLS e os fatores de cada construto corresponde a contribuição que cada um tem em relação ao grau de maturidade da célula.

Cada nível é composto por duas notas que permitem um ajuste fino na resposta, no final do questionário são mostrados os resultados das médias de cada um dos três construtos e o grau de maturidade. Ao separar as médias de cada construto é possível analisar o que obter a menor média, interferindo no resultado geral da célula.

4.2 DEFINIÇÃO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS A SEREM AVALIADOS

O processo definido para aplicação foi uma célula de montagem de chassis médios, composta por 10 montadores sendo um deles o montador especializado, equipes de revisores e um analista de processo que é responsável pela manutenção e criação de roteiros de produção, atendimento da célula em caso de problemas de montagem, criação de instruções de trabalho, implementação de melhorias e todas as demais atividades relacionadas a célula.

Segundo Rampasso(2017), para a escolha de processos a serem medidos deve-se levar em consideração, caso a empresa obtém células de manufatura que atuam com os conceitos *lean*, deve-se tomar como base a melhor célula. Desta forma o processo escolhido é o que obtém mais conceitos implementados em relação às demais células de montagem que se encontram na empresa. Assim, podendo considera-la como parâmetro para as demais.

A célula monta chassis para ônibus e caminhões a partir de 10 PBT (Peso Bruto Total), chegando até 17 PBT. Nesta linha também foi inserido um produto na configuração leve, que possui PBT abaixo de 10 toneladas para aproveitar a capacidade da linha.

A célula possui 7 estágios, iniciando na montagem do quadro chassi, acoplamento de eixos, pintura do chassi, montagem do sistema de freio, motor, sistema elétrico, tubos hidráulicos e pneumáticos e abastecimento dos fluídos, respectivamente. Após a montagem é realizada a revisão do produto e posteriormente a sua expedição. No Anexo B é mostrado o *layout* da célula mensurada.

A célula atende encarroçadores com os chassis, concessionários e clientes finais com os caminhões, permitindo que a célula atenda diversos modelos e conseqüentemente *takt time*, se tornando flexível dependendo do pedido do cliente.

Conforme foi citado no capítulo 3, um dos critérios para a escolha do processo é a aplicação de indicadores relacionados a produtividade, qualidade, entre outros. A célula é mensurada por cinco principais indicadores, sendo eles: produtividade, auditoria de processos, auditoria de produto, aderência de entrega e sucateamento.

O indicador de produtividade está diretamente ligado a carga-máquina sendo um percentual da relação de horas disponíveis e horas pagas (produzidas), que estão previstas em roteiros de montagem e ordens de retrabalho.

O indicador de aderência de entrega significa o que foi efetivamente montado e entregue a expedição do plano mestre de montagem. A célula conta também com o indicador de sucata que significa o valor monetário máximo para sucateamento, tendo como base o percentual em função do faturamento mensal da empresa.

Além dos indicadores citados a cima existe também os indicadores de auditoria de processo, realizada em célula de montagem, onde é feita a verificação do produto que está em processo e o mesmo é comparado com a documentação disponível (roteiro de montagem, instrução de trabalho, entre outros meios de informação sobre o item) e outros fatores levantados no roteiro de auditoria. A pontuação da célula é a relação dos pontos realizados e os pontos máximos que podem ser atingidos (100 pontos).

A célula conta também com um indicador de auditoria de produto, onde são pontuados itens não conformes no produto final. Cada demérito é pontuado conforme a criticidade do item encontrado.

Abaixo, nas Tabelas 1, 2 e 3 são demonstrados os resultados referentes ao mês de setembro de 2018 da linha de chassis médios dos indicadores de produtividade, auditoria de processo e aderência de entrega.

Tabela 1 – Indicadores Linha Midi

Indicadores Linha Midi	Meta %	Realizado (%)
Produtividade	75	71,73
Auditoria de Processo	98	99,10
Aderência de Entrega	98	71

Fonte: O Autor (2018).

Tabela 2 – Indicador Auditoria Produto

Indicador Linha Midi	Meta (Pontos)	Realizado (Pontos)
Auditoria de Produto	9	6

Fonte: O Autor (2018).

Tabela 3 – Indicador Sucateamento

Indicador Linha Midi	Meta (R\$)	Realizado (R\$)
Sucateamento	130	86,04

Fonte: O Autor (2018).

Após evidenciar esses pré-requisitos, é possível considerar a célula de montagem de chassis médios uma célula apta para a aplicação da avaliação do grau de maturidade, tendo em vista também que a célula é contemplada por conceitos *lean* descritos no capítulo 2.

4.3 APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO ESCOLHIDO

O modelo foi aplicado pela autora deste trabalho, considerando que o modelo de avaliação exige que o auditor tenha um conhecimento mais aprofundado dos conceitos *lean*. Para reforçar essa ideia, cada parâmetro foi analisado de acordo com as referências descritas pela Rampasso (2017), realizando a leitura para o entendimento e aprofundamento de cada um dos 28 parâmetros.

Embora um dos objetivos da escolha desse modelo seja a facilidade da aplicação até mesmo pelo gestor da célula de manufatura, é imprescindível que o mesmo tenha um conhecimento mais apurado dos conceitos *lean*.

Pode-se considerar também que a leitura realizada tem como objetivo diminuir ou até mesmo eliminar a subjetividade do auditor em relação aos parâmetros, auxiliando na identificação dos níveis atribuídos ao processo através de critérios já estabelecidos na literatura e levando em consideração a maneira que a ferramenta está estruturada na empresa.

A aplicação foi realizada conforme já citado no tópico anterior, em uma linha de chassis médios, tendo em vista que dentre os demais processos é o que mais se destaca em relação a implementação das ferramentas da filosofia *lean*. Para obter um entendimento mais prático em relação a cada parâmetro foi realizada uma troca de ideias entre os profissionais diretamente e indiretamente ligados a célula. Na empresa objeto de estudo os gestores de célula denominam-se Montadores Especializados, eles têm o domínio de todos os processos e gerenciam a produção em nível operacional. Essa conversa visou esclarecer algumas dúvidas acerca de ferramentas implementadas e entender o dia a dia dessas atividades.

Além de profissionais ligados a célula foi imprescindível que houvesse nivelamento de informações acerca de assuntos relacionados à manutenção, programação, engenharia de processos e qualidade, com analista de manutenção, programador da célula, planejadores de

processos e analista/auditor de qualidade, respectivamente. A entrevista visou identificar e conhecer melhor os conceitos atribuídos a esses setores em relação ao modelo aplicado.

No Quadro 9 é mostrado um resumo dos profissionais entrevistados, suas atividades, tempo e modo de entrevista.

Quadro 9 - Característica das entrevistas

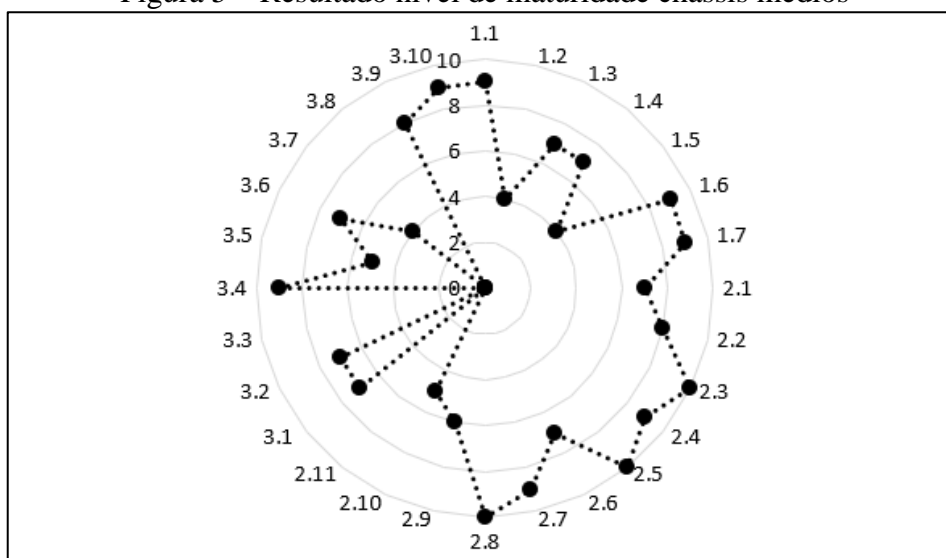
Setor	Atividade	Encontro	Duração (Min.)
Célula	Especializado de montagem	Individual	Aprox. 60
Programação	Analista de Programação		
Qualidade	Analista/ Auditor de Qualidade		
Processo	Planejador de Processo		
Manutenção	Analista de Manutenção	Telefone	Aprox. 10

Fonte: O Autor (2018).

A aplicação de modelo ocorreu em 5 dias ao todo, considerando as entrevistas o intervalo se excedeu aos 15 minutos estipulados por Rampasso (2017). Para obter um maior entendimento das estratégias de implementação de conceitos associados ao *lean* da empresa, foram revistos também procedimentos internos para corroborar com os parâmetros descritos no modelo de avaliação.

Na Figura 5 é mostrado o resultado obtido pela avaliação do processo de montagem de chassis médios. No gráfico é possível observar a irregularidade nos parâmetros do construto CC que estão entre os 3.1 a 3.10, onde consequentemente obteve a menor nota entre os demais construtos. É possível observar também estabilidade nos construtos CHC e QMC, que consequentemente obtiveram notas maiores. Desta forma, pode-se considerar o gráfico radar uma ferramenta visual importante para análise, visto que se constata pontos mais instáveis nas aplicações permitindo uma gestão visual clara de parâmetros que obtiveram menores notas e que devem ser compreendidas. Nos próximos tópicos são analisados os pontos críticos e também são sugeridas propostas de melhorias para obter o aumento do grau de maturidade na célula avaliada.

Figura 5 – Resultado nível de maturidade chassis médios



Fonte: O Autor (2018).

Na Figura 6, são mostrados os resultados obtidos com a avaliação, constatando os dados gerados no gráfico radar. O gráfico e os valores dos construtos são gerados a partir da aplicação pela planilha do modelo.

Figura 6 – Médias dos Construtos e Grau de Maturidade Geral

Constructos	1. Conhecimento e Habilidade dos Colaboradores	2. Qualidade e Melhoria Contínua	3. Configuração da célula
Médias	7,00	7,36	5,60
Grau de Maturidade =			6,88

Fonte: O Autor 2018.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS DA APLICAÇÃO

A célula de montagem obteve um grau de maturidade de 6,88 através das médias calculadas em cada construto, sendo respectivamente CHC; 7,00, QMC; 7,36 e CC; 5,60. O grau de maturidade da célula se mostrou acima das expectativas, considerando que a mesma obteve um resultado acima de 60% o que pode evidenciar que algumas práticas levantadas no modelo se fazem presente na célula, além da instabilidade de alguns parâmetros serem aplicadas de forma sistemática.

Para um melhor entendimento dos resultados, no Apêndice A é mostrado um quadro resumo atribuindo aos parâmetros as notas recebidas, evidências das notas e comentários e

proposições em parâmetros com notas inferiores a 10, visto que o último nível é considerado como de excelência.

Para os itens citados no Anexo 2 foram levados em consideração a aplicabilidade na célula, sendo que em alguns conceitos não se aplicam diretamente ao dia-a-dia da empresa e não se tem domínio sobre os mesmos. Notas no nível 5 em 35% dos parâmetros foram definidas através da importância dada dentro da organização e seu impacto dentro da célula.

Para os demais itens com notas intermediárias e iguais a zero foram levadas em consideração a forma de implementação podendo ser de forma sistemática ou não, e que não obtém nenhum indício na célula de montagem.

4.5 PROPOSIÇÃO PARA MELHORAR MATURIDADE *LEAN*

A partir da elaboração do quadro resumo citado no tópico 4.4, foi elaborada uma síntese de cada construto, analisando os resultados e propondo medidas para o amadurecimento dos parâmetros. Para resultados insatisfatórios foi considerado pela autora deste trabalho os níveis de 1 a 3 onde há instabilidades em suas implementações, e resultados satisfatórios são os níveis que obtém instabilidade na implementação e ganhos decorrentes da sua aplicação.

No Construto CHC a célula obteve 71% das notas em níveis considerados bons, levando em consideração a atribuição dada pelo modelo, onde parâmetros que obtiveram notas nos níveis os parâmetros são aplicados de forma sistemática tendo uma tendência positiva dentro da célula e com possibilidade de refinamento. Os 29% dos parâmetros dentro do construto CHC, obteve notas em níveis considerado insatisfatórios, sendo evidenciada a irregularidade na aplicação.

Pontos críticos relacionado a este construto se baseiam principalmente no envolvimento e treinamento de colaboradores em relação aos conceitos *lean* e ferramentas da qualidade para a identificação da causa raiz dos problemas. O amadurecimento desses parâmetros é possível através da retomada de treinamentos e a continuidade da implementação do trabalho padrão na célula.

O construto QMC, considerado um fator importante para a maturidade da célula, obteve 73% das notas consideradas boas e com oportunidade de melhorias e 27% em níveis insatisfatórios. Foi identificado que o parâmetro relacionado a sustentabilidade ambiental não está presente na célula, recebendo a nota zero. Parâmetro relacionado a TPM foi avaliado

através de práticas exercidas pelo setor de manutenção. Como exemplo manutenção preventiva, preditiva e corretiva, mas não a torna um conceito dominado pelos colaboradores, que, segundo a literatura baseia-se que o colaborador deve realizar os procedimentos básicos de manutenção em equipamentos presentes na célula. O parâmetro relacionado a ergonomia física e cognitiva também obteve uma nota em nível considerado instável devido a não aplicabilidade constante de análises ergonômicas e cognitivas, onde ficam evidentes possibilidades de melhorias.

O construto CC obteve a menor nota, todos os níveis foram evidenciados nesse construto. Isso se deve a fatores que atualmente não são aplicados na célula e não se tornam necessários ou que embora sejam evidenciadas na célula, a aplicação é realizada de forma irregular levando em considerando o cenário atual, onde não há fluxo suficiente para enxergar as operações restritivas e gerenciá-las e a produção por disparada *Kanban* dentro de *pitches* conhecido pelos colaboradores, este último foi mensurado a partir da implementação do sistema *Kanban* para abastecimento de estoque, e apenas de fixadores. O parâmetro relacionado ao *Andon*, sendo um meio importante para abater problemas ocorridos durante o processo.

É possível vincular *Andon* com o gerenciamento das operações restritivas, podendo um complementar a outra, pois conforme a literatura os dispositivos *Andon* visam mostrar os problemas a fim de que sejam resolvidos de forma efetiva e desta forma pode-se também identificar processos críticos e melhorá-los. Para este construto evidenciou-se 50% das notas em níveis considerados bons com possibilidades de ajustes e 50% em níveis insatisfatórios.

No Apêndice C, encontra-se a planilha de plano de ação para os parâmetros que impactaram nos resultados da avaliação e consequentemente, ao serem implementados afetaram os demais parâmetros para que sejam aprimorados.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo identificar e realizar a aplicação de um modelo de avaliação de maturidade das práticas *lean*, em uma célula de montagem de chassis médios de uma montadora de veículos automotores, considerando a importância da avaliação das práticas com o intuito de conhecê-las efetivamente e gerenciá-las.

Os objetivos específicos foram cumpridos em sua totalidade, onde em alguns pontos houveram adequações para atender o cenário atual da empresa em que o modelo foi aplicado. O trabalho iniciou com a revisão bibliográfica acerca de modelos para a mensuração do nível de maturidade, onde foi identificado o modelo da Rampasso (2017), que permite que a célula seja mensurada de acordo com princípios da filosofia *lean* através do *software* MS Excel®.

Para aplicar a ferramenta ficou evidente a necessidade de o auditor ter conhecimentos dos conceitos *lean* a fim de identificá-los na célula e saber atribuir as notas conforme o grau de implementação. Para isso foi realizada a leitura de autores propostos em cada parâmetro do modelo. Desta forma a avaliação foi realizada pela autora deste trabalho.

Com a aplicação, foi possível identificar que a célula mensurada possui um grau de maturidade *lean* de 6,88, em uma escala de 0 a 10. Com a análise de todos os parâmetros foi possível identificar práticas existentes consideradas como excelência com possibilidades de refinamento e também parâmetros inexistentes na célula.

Após a avaliação ficou evidente que em todos os itens, exceto os que obtiveram nota 10, é possível propor melhorias para atingir um grau maior de maturidade, mas também fica evidente a importância de haver treinamentos acerca da filosofia *lean*, pois para haver uma boa aderência dos conceitos é necessário mostrar aos colaboradores a relevância e os benefícios que essas práticas trazem ao dia a dia da manufatura e, conseqüentemente, na vida dos colaboradores. Para isso é necessária a adesão da empresa ao modelo e avaliar se está de acordo com suas estratégias.

Assim, diante do trabalho apresentado, é possível considerar a aplicação da avaliação para as demais células e posteriormente a implementação deste modelo na empresa, visando contribuir a disseminação dos conceitos entre os colaboradores através de treinamentos e sendo possível gerar auditores capazes de aplicar a avaliação de forma sistemática.

Como sugestão para trabalhos futuros, será dada continuidade no desenvolvimento do manual de aplicação, conforme Apêndice B, que permite que o auditor faça a avaliação na célula. Para minimizar a subjetividade sugere-se que sejam atribuídos critérios específicos

para cada pergunta (variável), a fim de trazer mais confiabilidade e fácil identificação de cada parâmetro.

6 REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BAKRI, A., AHMAD, R., MOHD, N., RAHIM, A. R. A. Boosting Lean Production via TPM. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 65, n. 65, p. 485–491, 2012.
- BRUIN, T., FREZZE, R., ROSEMAN, M., KULKARNI U. **Understanding the main phases of developing a maturity assessment model**. (2005).
- CARVALHO, M. M. de; PALADINI, E. P. (Coord.). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- CONTADOR, José Celso. Células de manufatura. **Production**, v. 5, n. 1, p. 45-64, 1995.
- DENNIS, P. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- FISHER, Da M.. **The Business Process Maturity Model A Practical Approach for Identifying Opportunities for Optimization**. 2004. Disponível em: <<https://www.bptrends.com/the-business-process-maturity-model-a-practical-approach-for-identifying-opportunities-for-optimization/>>. Acesso em: 17 maio 2018.
- FORNO, A. J. D., PEREIRA, F. A., FORCELLINI, F. A., KIPPER, L. M., Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 72, n. 5-8, p. 779-790, 2014.
- GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time: autonomia e zero defeitos**. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 1996.
- GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **Lean enterprise self-assessment tool**, Version 1.0. Cambridge, MA: Lean Aerospace Initiative, MIT. 2001
- LIKER, J. K. **A cultura Toyota: a alma do modelo Toyota**. Porto Alegre Bookman 2009.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LOBO, R. N. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Erica, 2010.
- LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MAASOUMAN, M. A.; DEMIRLI, K. Development of a lean maturity model for operational level planning. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 83, n. 5-8, p. 1171-1188, 2016.

MARTINS, P. G. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao Just-in-time**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Saraiva, 2012.

MOURA, R. A.; BANZATO, E.. **Redução do tempo de setup: (troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas)**. 2. ed. São Paulo: IMAM Editora e Comércio LTDA, 2003.

NAKAJIMA, S. **INTRODUCTION TO TPM: Total Productive Maintenance**. Portland, Or: Productivity Press, 1988.

NIGHTINGALE, Deborah J.; MIZE, Joe H. Development of a lean enterprise transformation maturity model. **Information Knowledge Systems Management**, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2002.

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

PAULK, M. **Capability maturity model for software**. Software Engineering Institute Pittsburgh, 1993.

RAMPASSO, I. S. **Validação de um modelo para mensurar a maturidade de células de manufatura lean**. 2017. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson, 2004. Disponível em: <<https://ucsvirtual.ucs.br/startservico/PEA/>>. Acesso em: 17 maio 2018.

ROTHER, M. **Toyota Kata: gerenciando pessoas para Melhoria, Adaptabilidade e Resultados Excepcionais**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ROTHER, M.; SHOOK, J.; LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean, 2004.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F.. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 3, p.449-462, dez. 2008.

SCHONBERGER, R. **Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade**. 4. ed., rev. São Paulo: Pioneira, 1993. (Coleção novos umbrais).

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e processos** – princípios e práticas de impacto estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TUBINO, D. F. **Manufatura enxuta como estratégia de produção**: a chave para a produtividade industrial. São Paulo: Atlas, 2015.

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

APÊNDICE A – QUADRO RESUMO DE EVIDÊNCIAS E PROPOSIÇÕES

Item	Nota	Motivo	Proposição
1.1. Os colaboradores possuem conhecimento apurado sobre a família de produtos processada pela célula	9	O processo atende diversas famílias e todas são identificadas com roteiros padrão de cada uma delas, as famílias são divididas em PBT, sendo elas identificadas na descrição do produto.	Para melhorar a implementação e torná-la mais desenvolvida, é possível que novos colaboradores inseridos na célula recebam treinamentos e se inteirem das famílias, visto a importância de identificar os modelos existentes em sua célula de trabalho, até mesmo identificar procedimentos e documentos a serem seguidos conforme cada família.
1.2. Os colaboradores da célula são totalmente capacitados em técnicas para a solução de problemas	4	Atualmente, apenas os colaboradores que atuam nos programas de melhoria contínua obtiveram o treinamento para utilização das ferramentas de solução de problemas (ISHIKAWA e 5 PORQUÊS).	Colaboradores devem receber treinamentos para serem capazes de analisar a causa raiz do problema e solucioná-los. Sendo isso um dos pontos chaves do Sistema Toyota de Produção tendo um resultado satisfatório na solução de problemas ocorridos na célula.
1.3. Os colaboradores possuem polivalência e podem trabalhar em diferentes funções na célula, existindo incentivos para o desenvolvimento desta polivalência	7	Colaboradores recebem treinamentos em outros estágios do processo através de uma matriz de habilidade, onde há o monitoramento dos estágios em que os colaboradores estão aptos. Esta atividade gerenciada pelos responsáveis da célula está estagnada devido à redução de mão de obra e a baixa demanda.	A polivalência nas células de manufatura se faz necessário para se obter melhores resultados em relação flexibilidade dos colaboradores. Sendo capazes de trabalhar em diferentes estágios do processo. A literatura menciona que todos os colaboradores devem receber treinamento em todas as operações, havendo rotatividade diária na célula. Além de incentivos concedidos pela empresa aos colaboradores que ajudam na aderência da multifuncionalidade.
1.4. A polivalência procura gerar não só um alargamento de funções, mas também o enriquecimento dos colaboradores			

<p>1.5. Os colaboradores dominam os conceitos associados à filosofia <i>lean</i> (tempo padrão, tempo de ciclo, <i>takt time</i>; tipos de desperdícios, balanceamento de células, etc.)</p>	4	<p>Colaboradores possuem o conhecimento básico dos conceitos da filosofia <i>lean</i> através de folhas de trabalho padrão disponíveis nos estágios, porém, de apenas de uma família não sendo regra para os demais produtos.</p>	<p>Atribuir a folha de operação padrão às demais famílias, disponibilizando juntamente com os roteiros de produção e realizar a manutenção desses conceitos com os colaboradores. Como forma de aprimorar o conceito é importante que folhas de operação padrão façam parte do escopo das auditorias de processo.</p>
<p>1.6. Os colaboradores conhecem os requisitos exigidos pelo cliente final em relação ao produto que está sendo produzido pela célula em determinada ocasião</p>	9	<p>Além de roteiros de produção de cada família disponíveis na célula, quando existe a necessidade de produtos com especificações que não são de série ou normais do processo, são disponibilizados documentos mostrando o que deve ser incluído, substituído ou excluído do produto. Esse documento denomina-se Autorização Temporária e está previsto no procedimento interno da empresa. A autorização temporária é liberada pelo setor de vendas, repassado a engenharia de produto e disponibilizado a célula de montagem através do setor de programação.</p>	<p>Observa-se possíveis melhorias na forma de disponibilizar as informações de alterações que determinado cliente solicitou. Podendo ser mais clara e sempre que houver a possibilidade de haver imagens, desenhos ou procedimentos anexa-los ao documento, facilitando o entendimento de todos os colaboradores.</p>

<p>1.7. Sempre existe um colaborador capacitado para assumir qualquer função dentro da célula em situações atípicas</p>	<p>9</p>	<p>Para a célula de montagem existe o operador especializado que tem um conhecimento amplo de todas as operações realizadas, assim podendo substituir algum colaborador ausente.</p>	<p>Neste parâmetro, a literatura aborda que deve ter disponível um operador que substitua alguma falta atípica dentro da célula. Atualmente o líder acaba virando um operador fixo devido à falta de mão de obra. Sobrecarregando o líder, conseqüentemente atividades ligadas a liderança da célula ficam em segundo plano.</p>
<p>2.1. Existem quadros de gestão à vista por meio dos quais colaboradores podem acompanhar o desempenho da célula em questão de forma global e comparativa</p>	<p>7</p>	<p>Existem quadros de gestão a vista contendo indicadores de produtividade, absenteísmo, sucateamento, auditorias de processos e auditorias de produto.</p>	<p>Dimensionar células separadamente é um ótimo meio para controlar ineficiências, a literatura menciona que inserir as metas de produção diária, especificamente, mostrando o andamento da produção e evidenciando o motivo de não atendimento, é possível gerir os processos críticos de forma mais eficiente propondo melhorias para o atingimento das metas estipuladas pela empresa.</p>

<p>2.2. O grupo de colaboradores que atua na célula desenvolve Círculos de Controle da Qualidade (CCQs) de forma totalmente voluntária</p>	8	<p>Atualmente a célula conta com grupos de melhorias, o que cabe associar com o CCQ. Pois são grupos formados por membros de diversas áreas e de forma voluntária. Para sugestão de melhoria é considerado as categorias como segurança, qualidade, ergonomia, redução de custo, levando em consideração a estratégia da empresa proposta para prática.</p>	<p>Como já constatado no parâmetro 1.2, é importante para os grupos e demais envolvidos em propostas de melhorias a reciclagem ou até mesmo a aplicação de treinamentos acerca de ferramentas que o próprio programa de melhoria contínua exige em análises da causa raiz e também colaborando para a validação da ideia.</p>
<p>2.3. São constantemente realizadas melhorias na célula em função dos princípios do 5S e desperdícios segundo a filosofia <i>lean</i></p>	10	<p>Princípios dos 5S's são auditados em célula, de forma sistemática a cada 2 meses. Sendo realizada em todos os setores, tanto fabris quanto administrativos resultados da auditoria ficam expostos através de uma sinaleira, identificando a célula com a cor correspondente aos pontos obtidos, podendo ser vermelho (7 ou mais itens não conformes), amarelo (4 a 6 itens não conforme) e verde (até 3 itens não conforme). Questões relacionadas a motivação também é atribuída à ferramenta através de entrega de troféus a setores com melhores pontuações.</p>	-

<p>2.4. Os projetos de melhoria contínua desenvolvidos na célula procuram envolver de forma sinérgica processos clientes e processos fornecedores da célula</p>	9	<p>Ferramentas de melhoria contínua buscam interagir várias áreas. Nos eventos <i>Kaizen</i> as equipes são compostas por diversos setores que podem contribuir para a melhoria do processo. O envolvimento de processos clientes ou fornecedores ocorrem de acordo com a necessidade.</p>	<p>O envolvimento dos processos fornecedores e clientes é muito importante para uma melhoria efetiva, porém, há casos de representantes dessas áreas não conseguirem participar em 100% dos eventos devido a pouca mão de obra. Cabe aos multiplicadores ressaltarem a importância do envolvimento de todos e a total entrega ao que se propõe a melhoria contínua.</p>
<p>2.5. Técnicas de inspeção por amostragem são utilizadas na análise dos componentes que alimentam postos de trabalho da célula e/ou na conferência de produtos finais dela resultantes</p>	10	<p>Materiais recebidos na empresa contam com a inspeção através de parâmetros no sistema de gestão, onde itens ao darem entrada no sistema automaticamente são informados se é necessário a inspeção ou não. Há casos também de produtos que são auditados a cada intervalo de entrada, onde é possível verificar se o item contém alguma divergência e, caso houver, o mesmo retorna a inspeções regulares conforme classificação determinada pelo procedimento interno. Existem inspeções visuais, testes com equipamentos (frenômetro, dinamômetro e teste de pista) em 100 % dos produtos prontos.</p>	-

<p>2.6. São gerados registros documentados para problemas ocorridos na célula e as experiências passadas são utilizadas em ações posteriores</p>	7	<p>Atualmente quando ocorrem problemas críticos durante a montagem as ocorrências são levantadas no mesmo momento através de contato com o planejador da linha, sendo problemas de qualidade o representante da área é solicitado para averiguação. Demais problemas/sugestões/melhorias são inseridos em uma planilha para análise do planejador responsável. Há também uma reunião semanal com setores de qualidade, engenharia de processos e engenharia de produto para acompanhamento de problemas ocorridos em linha de montagem que necessitem de análise da engenharia de produto.</p>	<p>A literatura não menciona melhores métodos ou maneiras de registrar problemas ocorridos em células de montagem. Mas ao verificar as informações levantadas no dia a dia, a maneira que é tratada e solucionada, nota-se que deve melhorar justamente a questão do histórico de ações e soluções em que foram propostas de forma paliativa.</p>
<p>2.7. Todos os postos de trabalho da célula apresentam à disposição dos funcionários procedimentos padrões atualizados para serem utilizados em caso de dúvidas</p>	9	<p>Procedimentos são dispostos através de pastas identificadas em cada estágio de montagem. Há um sistema que gerência essas instruções de trabalho, para registros de atualizações, número de revisões, elaboradores e determinar fluxo de aprovação para diversos usuário, conforme necessidade. As instruções de trabalho estão referenciadas nos roteiros de montagem nas operações em que se aplicam para auxiliar em casos de dúvidas dos montadores.</p>	<p>Em alguns casos, levando em consideração pontos levantados em auditorias de processos onde se constatou ou a falta de referenciamento ou até mesmo a desatualização da instrução, se ve a possibilidade de fazer uma revisão de todas as instruções dispostas na célula, visando produtos com mais frequência em processo para atacar em um primeiro momento. Visando atualização de procedimentos e levantando a necessidade de criação de novas instruções de trabalho. Vale considerar que esse é um processo contínuo, onde se vê bastante oportunidade de evoluir.</p>

<p>2.8. São realizadas auditorias regulares para verificar a conformidade da célula com os procedimentos padrões estabelecidos segundo princípios da qualidade e da filosofia <i>lean</i></p>	10	<p>Auditorias de processos são realizadas regularmente, onde são auditados produtos em montagem, verificando se a célula está trabalhando de acordo com a documentação, roteiros de montagem, lista de materiais e instruções de trabalhos. Ao serem encontradas divergências, um plano de ação deve ser respondido com a solução para o tal problema encontrado. Há um indicador que demonstra o resultado global de toda a fábrica e são disponibilizados nos quadros de gestão a vista.</p>	-
<p>2.9. Parâmetros associados às ergonômias física e cognitiva são avaliados e aperfeiçoados na célula</p>	6	<p>Ergonomia física e cognitivas são avaliadas através de procedimentos internos da empresa. A ergonomia física é um item avaliado nas auditorias de 5S's.</p>	<p>A literatura aborda a importância de avaliar fatores ergonômicos e cognitivos para que problemas causados por mal posicionamento de materiais, equipamentos, distância percorridas, iluminação colaboram para o aumento do stress do colaborador. Também pode-se atribuir a este parâmetro análises de esforços submetidos aos colaboradores. Para a ergonomia cognitiva é avaliado a relação de atribuições de responsabilidades aos colaboradores, estímulo, <i>feedback</i>, entre outros.</p>
<p>2.10. A manutenção dos equipamentos/ferramentas utilizados nos postos de trabalho da célula toma por base os princípios do TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>)</p>	5	<p>Equipamentos instalados na célula, como pontes rolantes, cabine de pintura, dispositivos de abastecimento, mesa de aperto e gravador de chassi, contam com a manutenção periódica pelo setor da manutenção. As periodicidades das manutenções corretivas, preditivas e preventivas estão previstas em um procedimento interno da empresa.</p>	<p>Segundo a literatura, é importante inserir nas atividades de rotinas dos operadores a manutenção de equipamentos disponíveis na célula, realizando limpezas, pequenos reparos e lubrificação, seguindo um procedimento padronizado. Desta forma traz mais autonomia a célula em relação a manutenção e conservação dos equipamentos.</p>

<p>2.11. A célula de produção é constantemente avaliada em relação à sustentabilidade ambiental</p>	0	<p>A célula não é avaliada em relação a sustentabilidade.</p>	<p>Para inserir o conceito de sustentabilidade é necessário trazer o assunto a tona para os colaboradores através de treinamento, conscientização, reuniões diárias ou até mesmo uma equipe para gerenciar as iniciativas em relação a sustentabilidade. A literatura aborda relações intrínsecas entre <i>lean</i> e sustentabilidade ambiental através da redução de desperdícios, sendo considerada a primeira etapa para se tornar “Verde”. Ao propor iniciativas como monitorar a geração de resíduos, consumo de água, energia elétrica e produtos químicos em determinados períodos, preferencialmente mês, é possível levantar dados, rever processos, propor melhorias com o objetivo de reduzir impactos ambientais na célula.</p>
<p>3.1. A célula trabalha com o conceito de fluxo de peças (preferencialmente "<i>one piece flow</i>")</p>	7	<p>A célula atua como fluxo unitário de peça, visando atender o tempo de ciclo mesurado e estipulado no sistema de cada estágio em que o produto percorre. Também é evidenciado que não há estoque do produto entre os processos e segue um fluxo contínuo.</p>	<p>Para atingir melhores resultados neste parâmetro, é necessário atribuir o conceito base do fluxo unitário de peças, o mapeamento de fluxo de valor, para identificar as perdas e elimina-las e consequentemente diminuindo o <i>lead time</i>.</p>
<p>3.2. Os tempos padrões definidos a priori para os processos da célula são realmente observados na prática</p>	7	<p>Todas as operações possuem tempos padrões definidos, mas não analisados na prática. Conforme vão surgindo alterações de montagem o processo não é cronometrado, por isso os tempos podem estar próximos ou não do definido inicialmente.</p>	<p>Tempos padrões podem ser analisados de forma mais sistemática, atualmente não há mão-de-obra focada a cronometragem, mas são atividades importantes para a manutenção dos tempos registrados no sistema de gestão.</p>

<p>3.3. Existem ciclos de trabalho pré-definidos e conhecidos pelos colaboradores que possibilitam atender diferentes <i>takt times</i></p>	0	<p>Não existem ciclos de trabalhos pré-definidos para atender diferentes <i>takt time</i>.</p>	<p>Conforme a literatura, a importância de haver ciclos de trabalhos pré-definidos é para que diferentes <i>takt time</i> sejam atendidos pela célula. Atualmente esse conceito não se aplicaria devido à proximidade de tempos entre os produtos da mesma família, desta forma não impacta no atendimento da demanda.</p>
<p>3.4. O <i>layout</i> projetado para a célula demonstra-se adequado para diferentes ciclos produtivos desenvolvidos pelos colaboradores</p>	9	<p>O layout mostra-se adequado para atender os produtos fabricados na célula. Embora não seja flexível, a mesma foi projetada a fim de aderir a montagem de todas as famílias de produto.</p>	<p>Através das literaturas abordadas neste parâmetro, autores mencionam a flexibilidade da célula de se adequar em diferentes ciclos produtivos, é possível que através de estudos possam trazer mais flexibilidade a célula ao absorver novos projetos, porém como a configuração é por produto, a mesma atende os requisitos e atende todas as famílias direcionadas a célula de montagem.</p>
<p>3.5. Os processos mais críticos da célula (operações restritivas) são conhecidos, constantemente gerenciados e melhorados</p>	5	<p>Devido a falta de mão-de obra especializada para ajustes de tempos e cronometragens, considerando também a baixa demanda onde os processos críticos não são evidenciados, os mesmos não são gerenciados com frequência.</p>	<p>Visando a importância para um gerenciamento correto, considerando o impacto direto com a produtividade, se faz necessário um acompanhamento mais assíduo, gerando indicadores com metas diárias de montagem auxiliando na identificação de processos gargalos e possibilitando melhorias nos processos restritivos. Cabe ressaltar que tempos definidos no sistema de gestão tomam como base apenas um produto da família, pois seguem uma similaridade de componentes e processos de montagem.</p>

<p>3.6. A célula consegue produzir diferentes produtos da mesma família em um mesmo turno (<i>Heijunka</i>)</p>	7	<p>A célula permite que sejam montados diferentes produtos da mesma família no mesmo turno. Porém, devido à falta de componentes o nivelamento de produção é não aplicado, pois se produz apenas o que há componentes em estoque, desta forma a quantidade produção diária alterna.</p>	<p>O parâmetro é identificado na célula, o que impacta no nível de aplicação é a falta de peças, sendo necessário adaptar a liberação ou a disparada dos produtos com que há disponível em estoque.</p>
<p>3.7. A célula atua por meio da disparada de <i>kanbans</i> dentro dos <i>pitches</i> de produção definidos e conhecidos por todos</p>	4	<p>O conceito Kankan é utilizado apenas em fixadores (parafusos, porcas, arruelas) em todos os estágios do processo. O conceito de <i>pitch</i> não é aplicado na célula, visto que o cliente não estipula o tamanho mínimo do lote a ser produzido. Também levando em consideração que processos clientes não determinam quantidade mínima de produção.</p>	<p>A empresa aplica o conceito Kankan apenas em fixadores. Para os demais componentes não se aplicam. Embora a empresa conte com um sistema específico para abastecimento é necessário investimento ainda não mensurado para a implementação desse conceito. Segundo a literatura <i>pitch</i> é a relação do <i>takt time</i> do produto com o tamanho do lote exigido pelo cliente, devido a isso esse conceito não se faz necessário na célula atualmente.</p>
<p>3.8. A célula possui dispositivos visuais (<i>Andon</i>) que permitem paralisar a operação e mobilizar equipes em prol de soluções</p>	0	<p>Conceito não identificado na célula.</p>	<p>O objetivo do <i>Andon</i>, segundo a literatura, é aciona-lo em casos de problemas na célula. Assim chamando o líder ou uma equipe de suporte para resolver o problema e não o deixando seguir para o processo seguinte sem que seja resolvido. Evidencia-se a importância deste conceito, visto que problemas de montagem, qualidade ou manutenção são previstos em célula, desta forma com <i>Andon</i> esses problemas seriam resolvidos de forma emergencial.</p>

<p>3.9. Análises em relação a possibilidades de aplicação de dispositivos à prova de erro são feitas e, quando pertinentes, tais dispositivos são aplicados</p>	8	<p>Processos críticos de montagem demandam gabaritos a prova de erros, a fim de garantir a especificação exigida do produto e evitar problemas de qualidade e assegurar a segurança para o cliente. Com isso, dispositivos e plano de ações que eliminem falhas são elaborados através do FMEA (ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA DE PROCESSO)</p>	<p>A ferramenta é prevista em procedimento interno da empresa, sendo um item avaliado em auditorias externas, porém, a análise não é aplicada conforme previsto em procedimento, onde menciona a aplicação em itens que tenham uma demanda constante durante um período estipulado. Atualmente como há a sobrecarga dos planejadores de processos que efetuam essa atividade na célula não há essa periodicidade na análise, mas obtém-se ganhos decorrentes na aplicação de itens considerados críticos ou quando aplicados. Para elevar o grau do parâmetro é possível dizer que não há uma proposta de melhoria imediata, visto que os responsáveis por realizar as análises na célula não possuem disponibilidade devido a falta de mão de obra no setor de engenharia de processos, tendo que priorizar assuntos urgentes para que o fluxo de montagem siga sem interrupções.</p>
<p>3.10. As áreas de operação, circulação e corredores de movimentação estão corretamente definidas</p>	9	<p>Todas as áreas são demarcadas. O layout com as demarcações corretas são itens verificados nas auditorias do 5S's.</p>	<p>Parâmetro aplicado na célula, porém com algumas instabilidades, visto que na literatura as demarcações são para a fácil localização de componentes atribuídos a célula e delimitar a área necessária para a produção, também é considerado um item de segurança demarcando áreas de riscos. Para obter uma nota mais elevada deve-se levar em consideração a questão da manutenção das áreas demarcadas, que devem estar sempre visíveis e serem respeitadas.</p>

APÊNDICE B – MANUAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

**MANUAL DE
AVALIAÇÃO
DE MATURIDADE
*LEAN***

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico radar4

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	64
2	OBJETIVOS	64
3	RESPONSÁVEL.....	64
4	PROCESSOS MENSURADOS	64
5	DESCRIÇÃO DO MÉTODO	64
6	FORMA DE PREECHIMENTO	66

1 INTRODUÇÃO

A aplicação da ferramenta de avaliação do nível de maturidade nas práticas *lean*, traz a melhoria contínua através mensuração das práticas em linhas e /ou células de manufatura.

Nível de maturidade é um patamar definido de evolução de um processo, e esses níveis visam estabelecer e aprimorar a capacidade dos processos.

2 OBJETIVOS

A ferramenta para avaliação das práticas *lean* consiste em avaliar o nível de maturidade em células/linhas de produção. A avaliação contempla 28 parâmetros distribuídos em 3 construtos onde abordam diversos temas acerca das atividades de uma célula de produção. O objetivo dessa avaliação é conhecer as práticas aplicadas e propor melhorias acerca dos parâmetros que apresentam baixas pontuações buscando o aumento do nível de maturidade através da melhoria contínua.

3 RESPONSÁVEL

A responsabilidade da aplicação da avaliação é do gestor ou responsável da célula/linha de produção.

4 PROCESSOS MENSURADOS

Processos que atribuem as práticas *lean* em seu dia-dia, métricas de produtividade como OEE, análise de capacidade versus demanda e indicadores de refugo ou retrabalho.

5 DESCRIÇÃO DO MÉTODO

A ferramenta é aplicada em processos que operam segundo a filosofia *lean*. O método de aplicação é através do *software* MS Excel®, e nesta planilha constam os parâmetros para a avaliação que é dividida em 5 níveis de maturidade, No quadro 1 são mostrados os níveis e a descrição para auxiliar na percepção do auditor no momento da avaliação.

Quadro 1 Níveis de maturidade

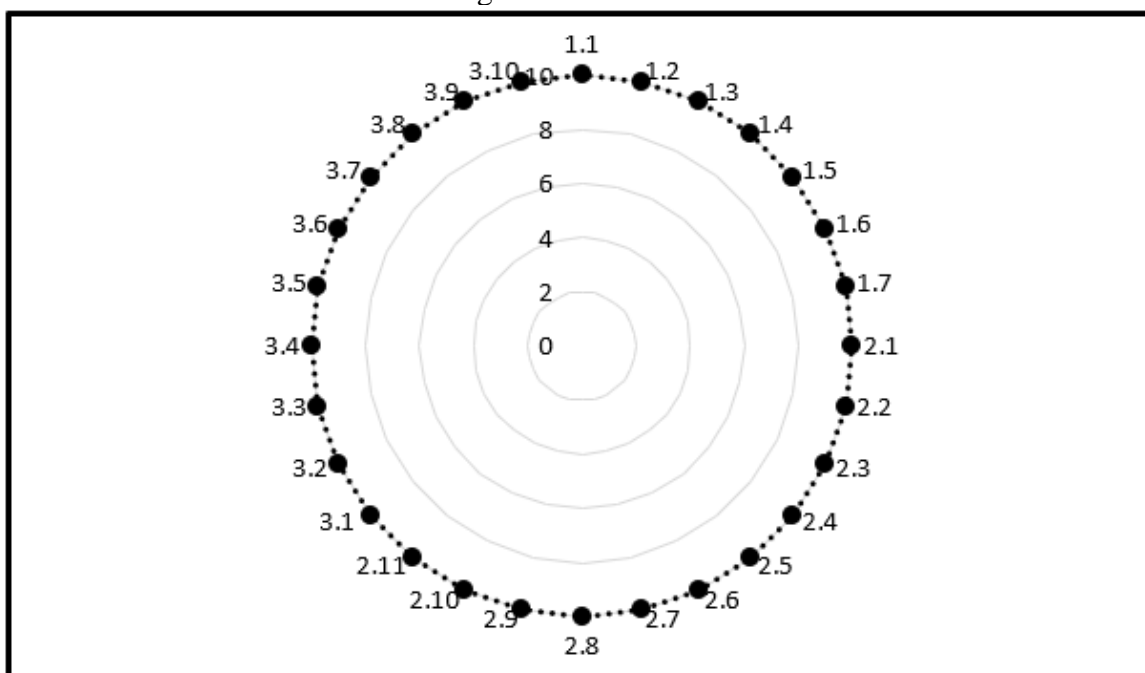
Nível 5	O parâmetro está totalmente desenvolvido, é reconhecido como de excelência. Ainda assim, o mesmo é analisado criticamente buscando-se oportunidades de melhorias e outras inovações. Atribua nota 9 ou 10, segundo sua percepção.
Nível 4	O parâmetro é aplicado de forma sistemática na célula, observam-se ganhos decorrentes de sua melhoria com tendência positiva rumo a excelência, ainda assim com possibilidades de refinamento. Atribua nota 7 ou 8, segundo sua percepção.
Nível 3	O parâmetro é aplicado de forma sistemática na célula. Ainda assim, observam-se instabilidades frequentes em sua aplicação. Atribua nota 5 ou 6, segundo sua percepção.
Nível 2	O parâmetro é considerado na análise da célula, porém de maneira informal e irregular. Atribua nota 3 ou 4, segundo sua percepção.
Nível 1	É dada pouca ou nenhuma atenção a esse parâmetro. Quando desenvolvidas, atividades de melhoria são dispersas e raras. Atribua nota 0, 1 ou 2, segundo sua percepção.

Fonte: O autor (2018)

Após inserir os dados, a planilha informará o grau de maturidade global da célula/processo avaliado e em forma de gráfico radar as notas atribuídas a cada parâmetro.

O gráfico radar tem como objetivo mostrar de forma mais visual possível os pontos a serem melhorados. A análise do gráfico deverá ser feita de dentro para fora, trazendo os parâmetros com as notas mais baixas em primeiro lugar.

Figura 1 – Gráfico radar



Fonte: O Autor 2018

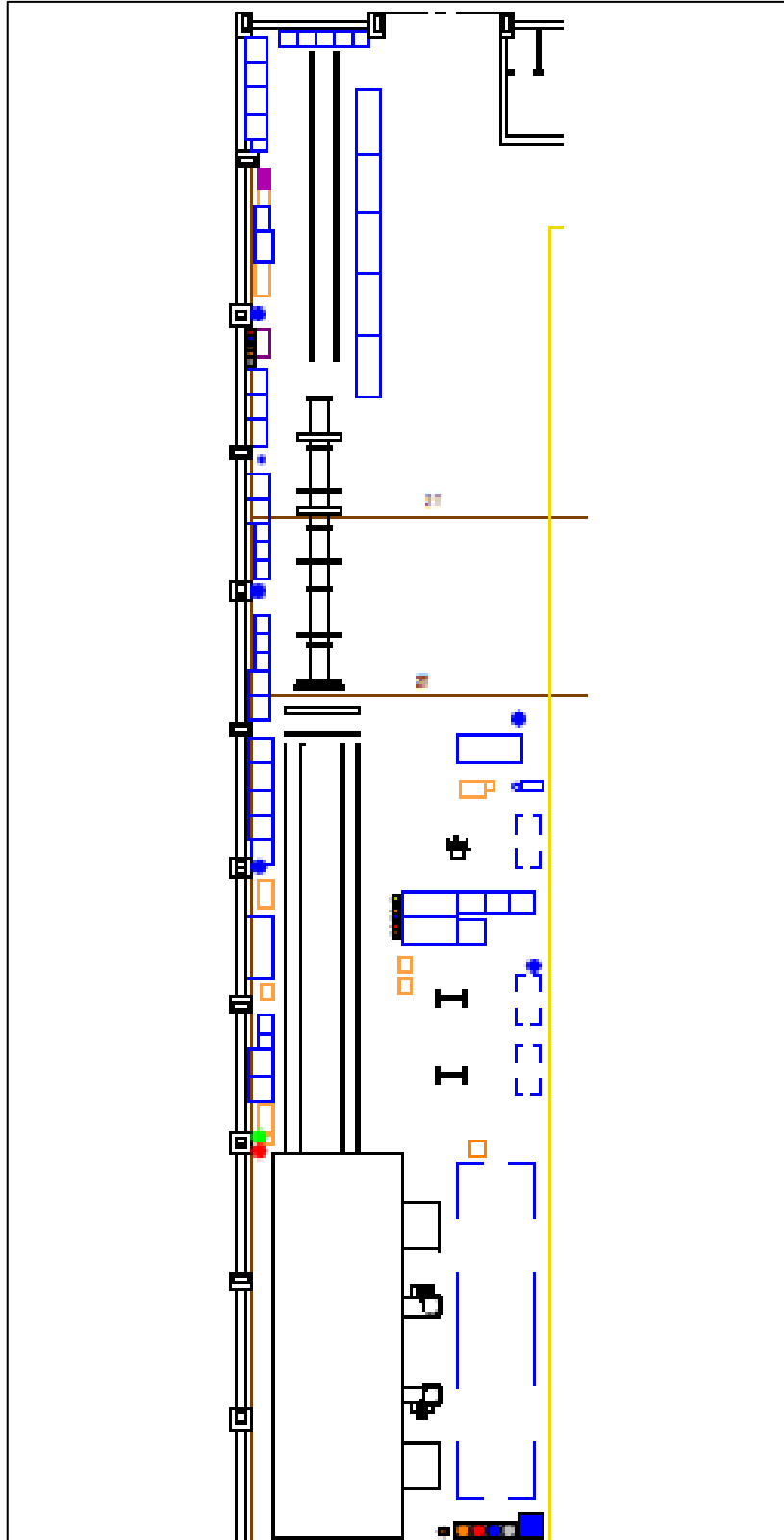
6 FORMA DE PREECHIMENTO

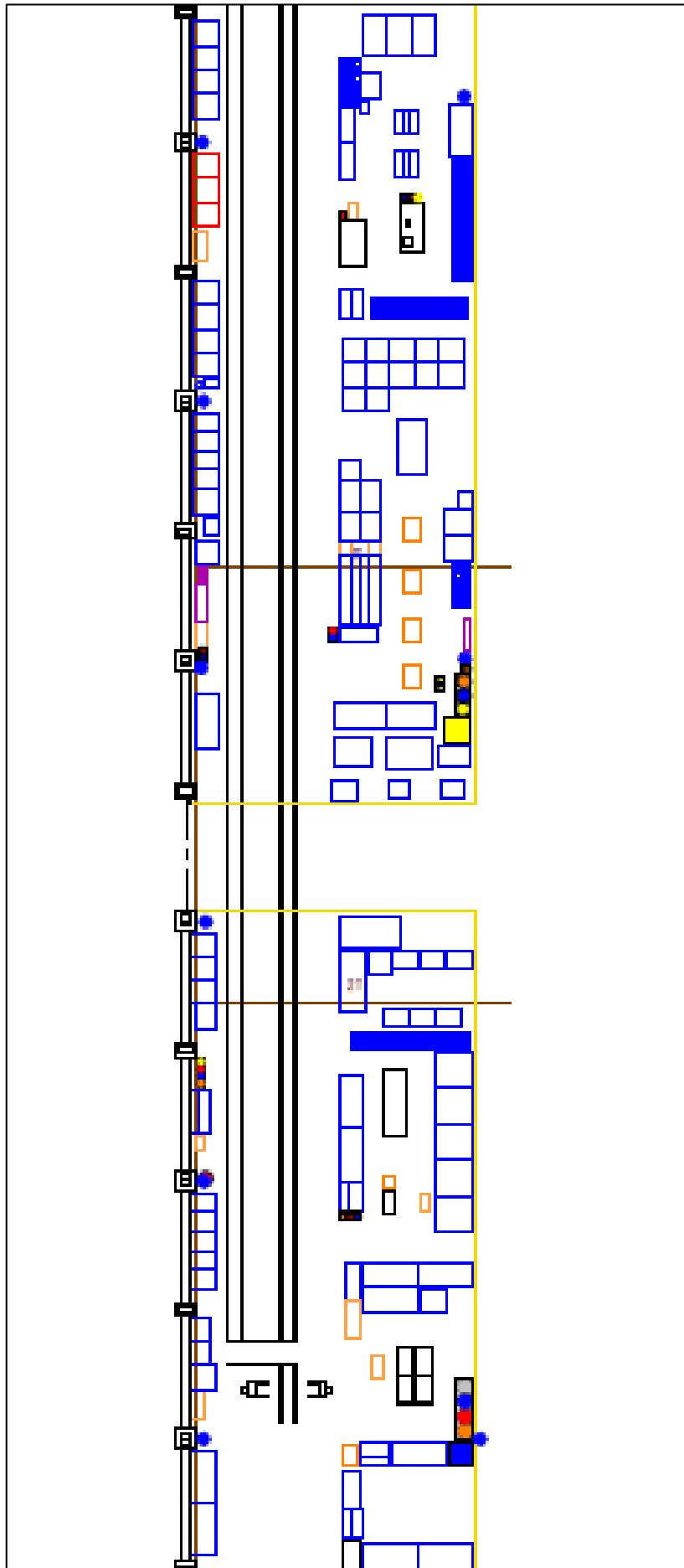
O preenchimento da avaliação será através da planilha, com os parâmetros descritos. O auditor deve escolher apenas uma das opções, sendo elas de 0 a 10 dividida em 5 níveis, conforme descritas no tópico anterior, dependendo da percepção do auditor

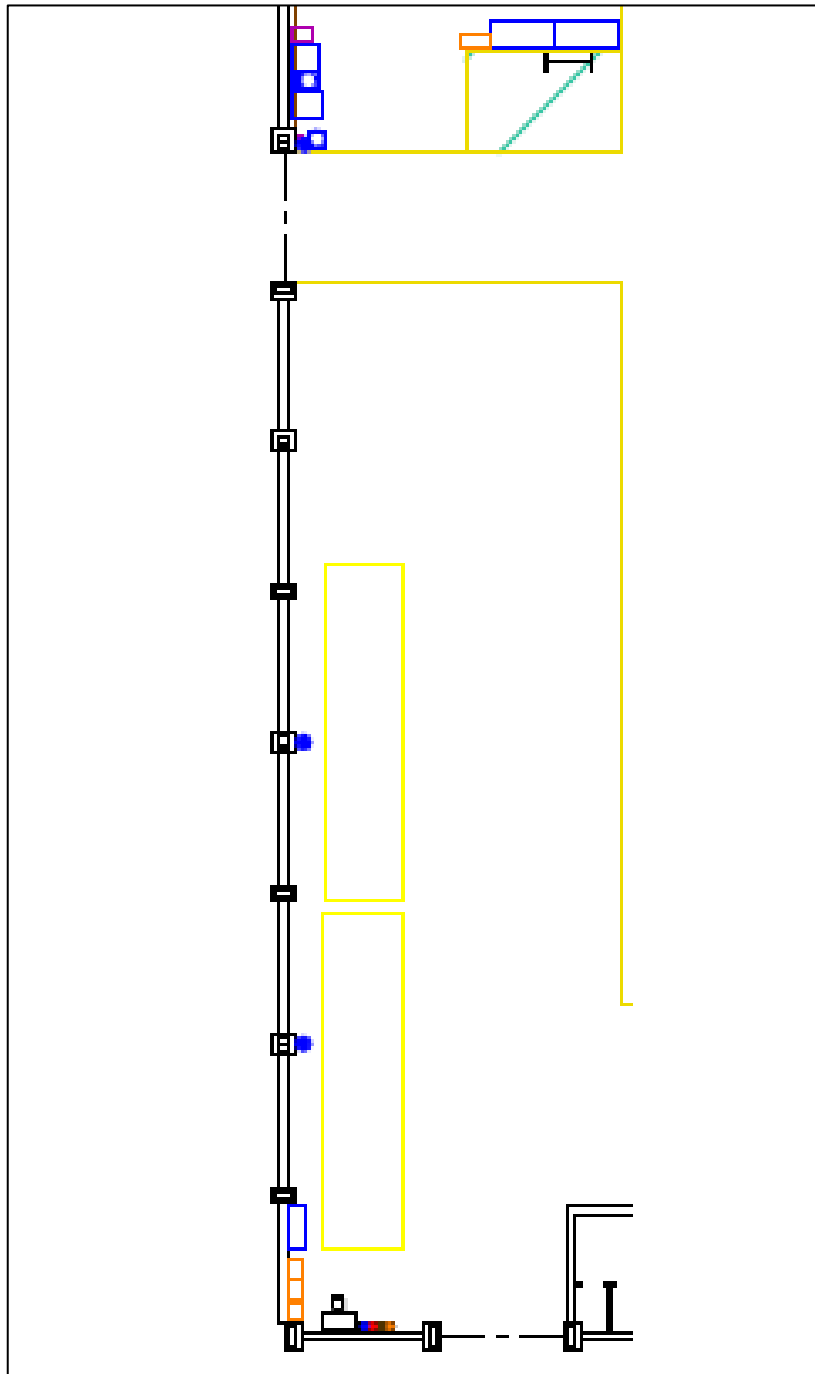
APENDICE C – PLANILHA DE PLANO DE AÇÃO

PLANO DE AÇÃO							
5W					2H		Status
O quê? (<i>What?</i>)	Porque? (<i>Why?</i>)	Onde? (<i>Where?</i>)	Quem? (<i>Who?</i>)	Quando? (<i>When?</i>)	Como? (<i>How?</i>)	Quanto custa? (<i>How much?</i>)	
Implementar dispositivo <i>Andon</i>	Melhorar identificação e resolução de problemas	Linha de Chassis Médios	Planejador(a) da linha.	Até 06/2019	Comprando o dispositivo e contratando empresa para a implementação	R\$ 291,32	Pendente
Colaboradores com conhecimento para solução de problemas	Mais autonomia aos colaboradores para tomada de decisão e conhecimento das causas raízes dos problemas ocasionados em células.	Linha de Chassis Médios	Planejador(a) da linha/ Qualidade.	Até 06/2019	Treinando colaboradores apresentando as ferramentas para detectar causas raízes.	-	Pendente
Manutenção/Implementação da folha de operação padrão para as demais famílias produzidas dentro da célula.	Aprimorar os conceitos <i>lean</i> dentro da célula de montagem	Linha de Chassis Médios	Planejador(a) da linha.	Até 06/2019	Realizando estudo de operação padrão para demais produtos.	-	Pendente

ANEXO 1 – LAYOUT CÉLULA MANUFATURA







ANEXO 2 – PLANILHA DE APLICAÇÃO NÍVEL DE MATURIDADE

1. Conhecimento e Habilidade dos Colaboradores

1.1. Os colaboradores possuem conhecimento apurado sobre a família de produtos processada pela célula										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input checked="" type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

1.2. Os colaboradores da célula são totalmente capacitados em técnicas para a solução de problemas										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input checked="" type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

1.3. Os colaboradores possuem polivalência e podem trabalhar em diferentes funções na célula, existindo incentivos para o desenvolvimento desta polivalência										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input checked="" type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

1.4. A polivalência procura gerar não só um alargamento de funções, mas também o enriquecimento dos colaboradores										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input checked="" type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

1.5. Os colaboradores dominam os conceitos associados à filosofia lean (tempo padrão, tempo de ciclo, takt-time; tipos de desperdícios, balanceamento de células, etc.)										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input checked="" type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

1.6. Os colaboradores conhecem os requisitos exigidos pelo cliente final em relação ao produto que está sendo produzido pela célula em determinada ocasião										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input checked="" type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

1.7. Sempre existe um colaborador capacitado para assumir qualquer função dentro da célula em situações atípicas										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input checked="" type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

2. Qualidade e Melhoria Contínua

2.1. Existem quadros de gestão à vista por meio dos quais colaboradores podem acompanhar o desempenho da célula em questão de forma global e comparativa										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input checked="" type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

2.2. O grupo de colaboradores que atua na célula desenvolve Círculos de Controle da Qualidade (CCQs) de forma totalmente voluntária										
Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input checked="" type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

2.3. São constantemente realizadas melhorias na célula em função dos princípios do 5S e desperdícios segundo a filosofia				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input checked="" type="radio"/> Nota 10

2.4. Os projetos de melhoria contínua desenvolvidos na célula procuram envolver de forma sinérgica processos clientes e processos fornecedores da célula				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input checked="" type="radio"/> Nota 9 <input type="radio"/> Nota 10

2.5. Técnicas de inspeção por amostragem são utilizadas na análise dos componentes que alimentam postos de trabalho da célula e/ou na conferência de produtos finais dela resultantes				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input checked="" type="radio"/> Nota 10

2.6. São gerados registros documentados para problemas ocorridos na célula e as experiências passadas são utilizadas em ações posteriores				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input checked="" type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input type="radio"/> Nota 10

2.7. Todos os postos de trabalho da célula apresentam à disposição dos funcionários procedimentos padrões atualizados para serem utilizados em caso de dúvidas				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input checked="" type="radio"/> Nota 9 <input type="radio"/> Nota 10

2.8. São realizadas auditorias regulares para verificar a conformidade da célula com os procedimentos padrões estabelecidos segundo princípios da qualidade e da filosofia lean				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input checked="" type="radio"/> Nota 10

2.9. Parâmetros associados às ergonomias física e cognitiva são avaliados e aperfeiçoados na célula				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input checked="" type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input type="radio"/> Nota 10

2.10. A manutenção dos equipamentos/ferramentas utilizados nos postos de trabalho da célula toma por base os princípios do TPM (Total Productive Maintenance)				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input checked="" type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input type="radio"/> Nota 10

2.11. A célula de produção é constantemente avaliada em relação à sustentabilidade ambiental				
Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<input checked="" type="radio"/> Nota 0 <input type="radio"/> Nota 1 <input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3 <input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5 <input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7 <input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9 <input type="radio"/> Nota 10

3. Configuração da Célula

3.1. A célula trabalha com o conceito de fluxo de peças (preferencialmente "one piece flow")

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input checked="" type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.2. Os tempos padrões definidos a priori para os processos da célula são realmente observados na prática

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input checked="" type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.3. Existem ciclos de trabalho pré-definidos e conhecidos pelos colaboradores que possibilitam atender diferentes takt-

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input checked="" type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.4. O layout projetado para a célula demonstra-se adequado para diferentes ciclos produtivos desenvolvidos pelos colaboradores

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input checked="" type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.5. Os processos mais críticos da célula (operações restritivas) são conhecidos, constantemente gerenciados e melhorados

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input checked="" type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.6. A célula consegue produzir diferentes produtos da mesma família em um mesmo turno (Heijunka)

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input checked="" type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.7. A célula atua por meio da disparada de kanbans dentro dos pitches de produção definidos e conhecidos por todos

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input checked="" type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.8. A célula possui dispositivos visuais (Andon) que permitem paralisar a operação e mobilizar equipes em prol de soluções

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input checked="" type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.9. Análises em relação a possibilidades de aplicação de dispositivos à prova de erro são feitas e, quando pertinentes, tais dispositivos são aplicados

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input checked="" type="radio"/> Nota 8	<input type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10

3.10. As áreas de operação, circulação e corredores de movimentação estão corretamente definidas

Nível 1			Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
<input type="radio"/> Nota 0	<input type="radio"/> Nota 1	<input type="radio"/> Nota 2	<input type="radio"/> Nota 3	<input type="radio"/> Nota 4	<input type="radio"/> Nota 5	<input type="radio"/> Nota 6	<input type="radio"/> Nota 7	<input type="radio"/> Nota 8	<input checked="" type="radio"/> Nota 9	<input type="radio"/> Nota 10