

Série dos Seminários de Acompanhamento à Pesquisa

Melhoria de desempenho de sistemas produtivos *engineer-to-order* por meio de uma implementação da abordagem LSS

Autor:

Philippe Simões

Série dos Seminários de Acompanhamento à Pesquisa

Número 38 | 05 2022

Melhoria de desempenho de sistemas produtivos engineer-to-order por meio de uma implementação da abordagem LSS

Autor: Philipe Simões

Orientador: Luiz Felipe Scavarda (PUC-Rio)
Coorientadora: Taciana Mareth (UNISINOS)

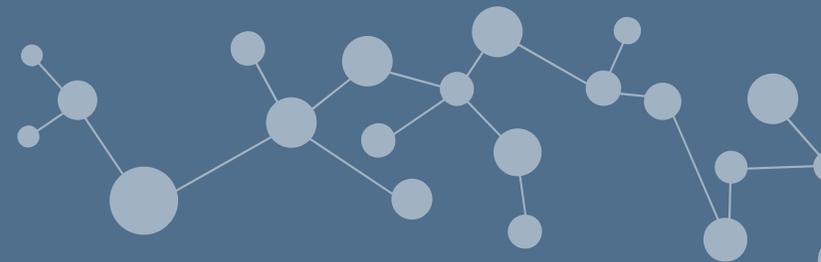
CRÉDITOS:

SISTEMA MAXWELL / LAMBDA
<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/>

Organizadores: Fernanda Baião / Soraida Aguilar

Layout da Capa: Aline Magalhães dos Santos

1 Introdução



Lean Six Sigma & Desempenho Organizacional

- A união das abordagens Six Sigma e Lean Manufacturing;
- Benefícios da abordagem LSS são: redução de estoque e de custos; busca a satisfação máxima do cliente; tempo de ciclo e lead time reduzidos; processos livres de defeitos; e melhoria da produtividade (SINGH e RATHI, 2019);
- Desafios de adaptação das suas ferramentas, conceitos e filosofias a novos setores (PAGLIOSA et al., 2019; ANTONY et al., 2017);
- O processo de implementação vem ganhando muito espaço entre os assuntos abordados pelos acadêmicos (YADAV e DESAI, 2016).



LSS em sistemas Engineer-to-order

- As ferramentas, filosofias e conceitos LSS precisam ser adaptadas a um sistema onde cada produto é único e produzidos para um cliente específico (CHIERA et al., 2021).
- Apesar da importância dos sistemas produtivos ETO (Carvalho et al., 2016), a literatura carece de estudos focados na adaptação do processo de LSS.
- Não foi encontrado nenhum trabalho que desenvolveu um modelo de implementação de LSS para sistemas produtivos ETO a partir da combinação os FCS com os conceitos de maturidade enxuta;



Objetivos & Limitação

Objetivo Geral:

- Melhorar o desempenho de organizações ETO através de uma implementação do LSS.
- Pergunta de pesquisa: Como implementar com sucesso o LSS em sistemas produtivos ETO?

Objetivos Específicos

- Identificação e análise dos FCS em LSS;
- Identificação e análise de MM e seus elementos em práticas enxutas;
- Estruturação do framework para implementação do LSS para ETO.

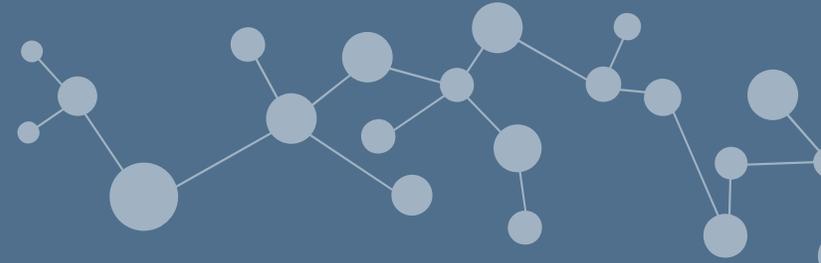
Limitações

- A validação do modelo é limitada a uma única organização.
- O modelo será analisado a partir de um nível específico de maturidade.



2

Referencial Teórico



Fatores Críticos de Sucesso na implementação do LSS

- Aspectos críticos para o sucesso de qualquer programa, empresa ou organização (Rockart, 1979)
- Diversos estudos já comprovaram que são altas as chances de falha na implementação direta da estrutura LSS sem conhecer os FCS (ALBLIWI et al., 2014; DE JESUS et al., 2015; WALTER e PALADINI, 2018; PATEL et al., 2019; SWARNAKAR et al., 2020);
- “Engajamento da alta gerência” “Processo de formação/treinamento em LSS” e diversos outros podem ser encontrados literatura;
- Métodos de decisão multicritério (MCDM), com participação de experts no assunto (SINGH e PANT, 2021), são uteis como métodos de pesagem de modo a identificar a importância relativa dos FCS no processo de implementação através de painéis ou questionários com experts em LSS (YADAV et al., 2018; PANDEY et al., 2018).



O ciclo de maturidade do processo de implementação do LSS

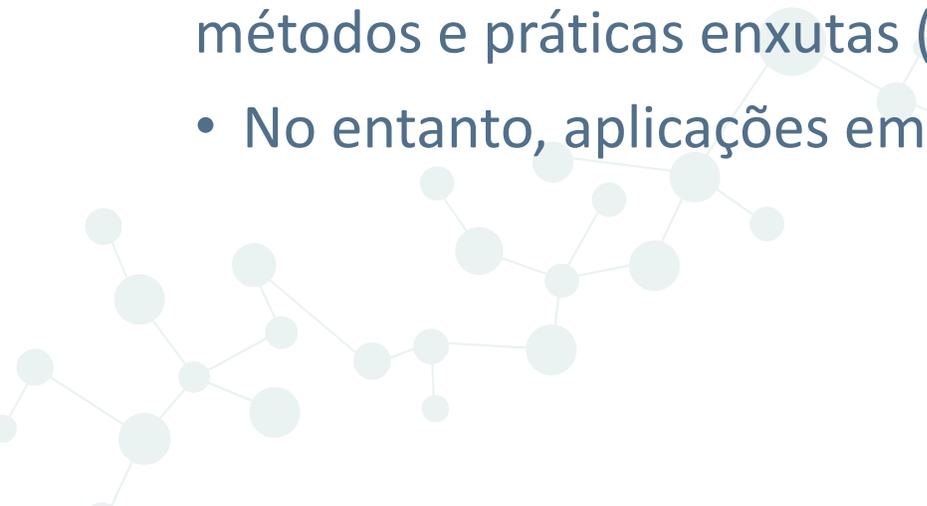
- Modelos de Maturidade (MM) podem auxiliar a implementação de abordagens como o LSS (Jørgensen et al., 2007),
- Fraser et al. (2002) classificaram os MM em três tipos: Grade de Maturidade, Híbridos e CMM:
 - O primeiro fornece uma descrição qualitativa de cada área de processo e é mais comum para gestão de processos ou área de conhecimento.;
 - Já o segundo, além das atividades e dimensões serem descritas, avaliam essas atividades por meio de questionários e classificam a organização em um nível de maturidade;
 - Por fim, o último tipo se refere a modelos que possuem uma arquitetura específica e formal, inspirados nos CMM. Os modelos da família CMM definem objetivos e práticas a serem realizadas em cada nível, para cada área de conhecimento.



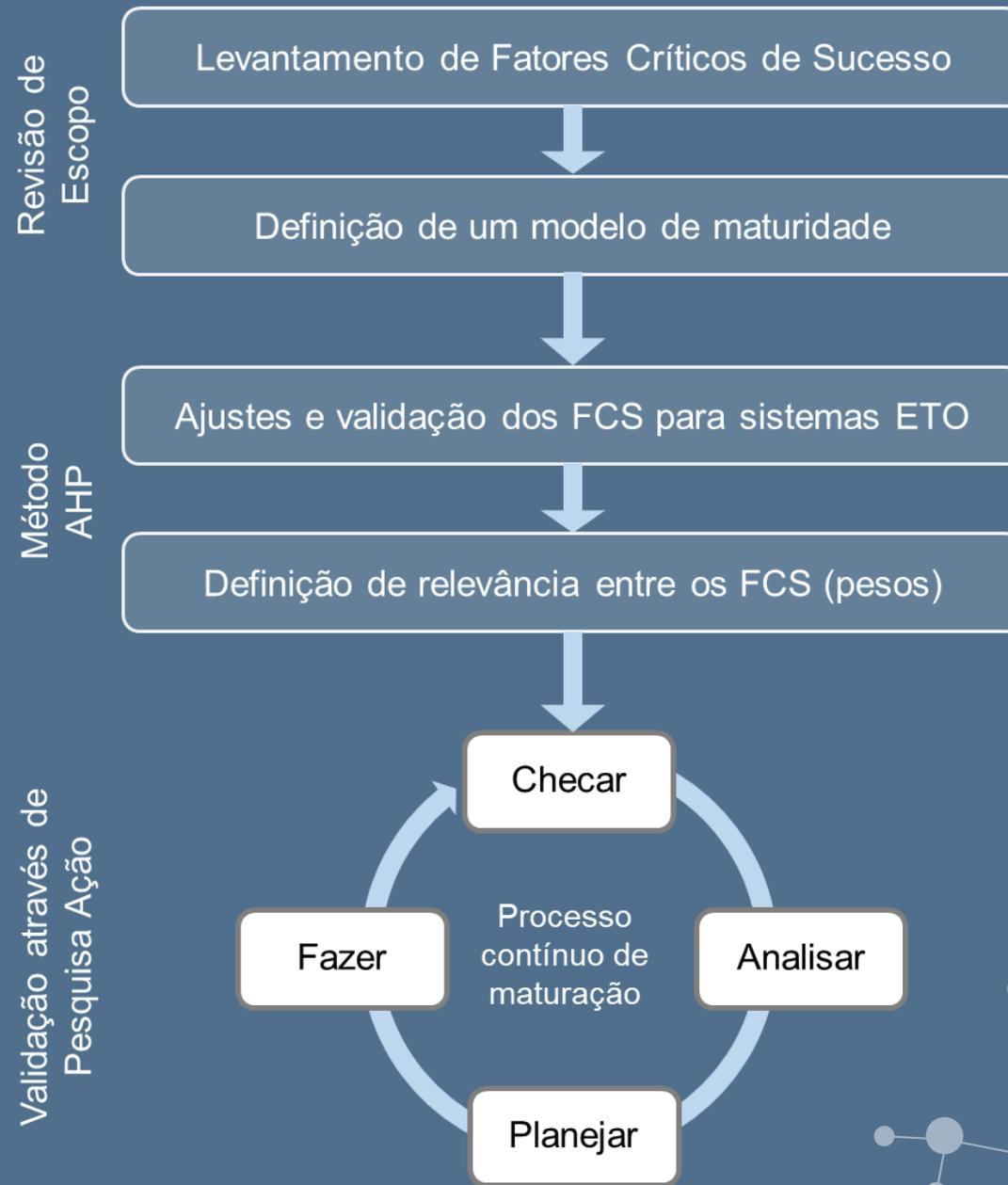
Gaps encontrados na literatura



- Embora os FCS sejam largamente utilizados em LSS, poucos trabalhos discutem soluções de melhoria contínua para uma implementação com maior sucesso (YADAV et al., 2018).
- Diversos trabalhos tenham desenvolvido modelos de implementação, mas são raros aqueles que oferecem um portfólio de melhorias para empresas com base em seu nível de maturidade (SOARES et al., 2021);
- Dado as diferenças nos sistemas produtivos, há um crescente interesse em adaptar métodos e práticas enxutas (BIRKIE et al., 2016).
- No entanto, aplicações em cenários de ETO ainda são escassas (CHIERA et al., 2021).

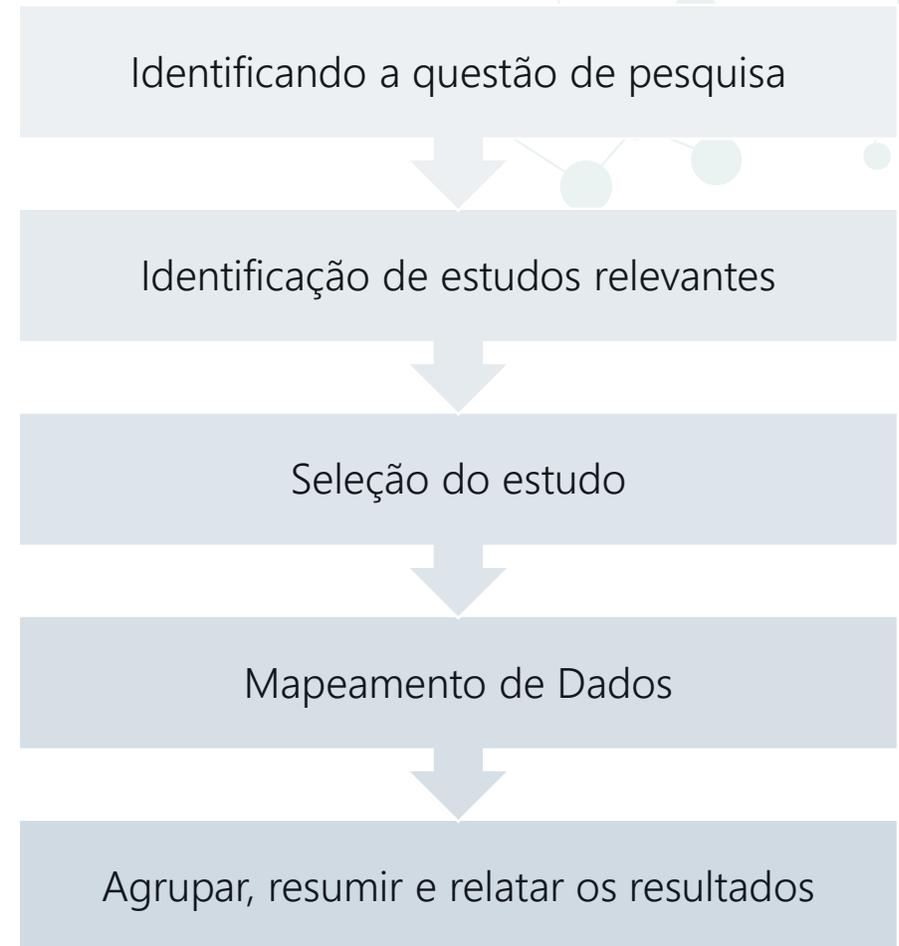


3 Metodologia



Revisão de Escopo

- Objetivo de examinar a extensão, o alcance e a natureza da aplicação de FCS e MM que impulsionam o sucesso de implementação de LSS pelas organizações;
- Alcançar esses objetivos em um espaço de tempo relativamente curto, se comparado com uma revisão sistemática completa (Arksey e O'Malley, 2005),
- Fluxogramas PRISMA, estrutura que permite a ilustração do processo de revisão (PAGE et al., 2021).



Etapas metodológicas sugeridas por
Armstrong et al. (2011)

Desenvolvimento do questionário de avaliação da maturidade LSS

- O método AHP é utilizado neste trabalho para estruturação hierárquica de FCS e para estabelecer relevância entre esses fatores em relação ao sucesso da implementação de LSS em sistemas ETO.
- Colaboraram com este estudo 7 especialistas, todos certificados Black Belt ou Master Black Belt, engenheiros que possuem clareza nas diferenças entre o ETO para os demais sistema de produção.



Definição da estrutura hierárquica

- Avaliação dos FCS por meio do método Item-Objective Congruence (IOC) (Turner e Carlson, 2003);
 - Todos os fatores são classificados como “Pouco relevante”, “Relevante” ou “Essencial”, representando as pontuações “-1”, zero e “+1”, respectivamente (Turner e Carlson, 2003). IOC aceitável, considerado acima de 0,75.
- Atribuição dos FCS a dimensões: a estatística Kappa de Fleiss (Fleiss, 1971)
 - Os valores de Kappa variam de zero a 1 – quanto mais próximo de um, maior é a concordância do grupo, sendo 1 indicando a concordância absoluta e zero quando não há concordância alguma.



Cálculo de prioridades pelo método AHP

- Comparação par-a-par

Para auxiliar nos processos estatísticos, todos os cálculos são realizados pela linguagem R, por meio do pacote “ahpsurvey”.

Tabela 1 - Escala de Saaty, adaptada de Saaty (2000)

Valores numéricos	Definição
1	Levemente mais importante
3	Moderadamente mais importante
5	Muito mais importante
7	Muito fortemente mais importante
9	Extremamente mais importante
2,4,6,8	Valores intermediários

$$\Rightarrow M_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & a_{nij} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{nii} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow M_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & a_{nij} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{nii} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow M_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & a_{nij} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{nii} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Agregação Individual de Prioridades (AIP)

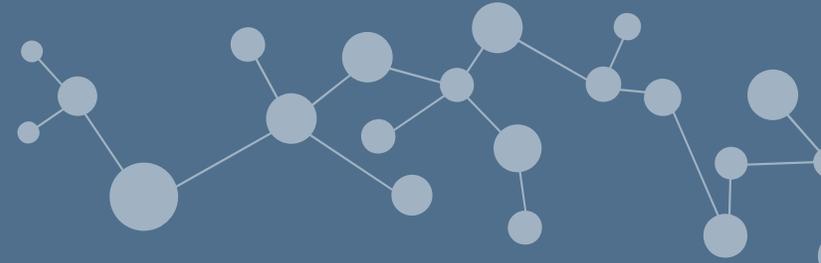
Pesquisa-Ação

- Através da pesquisa-ação, o autor deste trabalho passa a fazer parte da equipe de implementação de LSS junto a direção da empresa colaboradora
- Para a validação e ajustes no Modelo de Implementação de LSS em sistemas ETO, este estudo desenvolveu uma Pesquisa-Ação junto ao Grupo Globo, uma empresa brasileira do setor midiático.
- “Pesquisa científica de ganho mútuo” *versus* “Contrato de prestação de serviço”
- A pesquisa-ação segue o ciclo *Check-Action-Plan-Do* (CAPDo)



4

Resultados das Revisões de Escopo



FCS na implementação de LSS

- A utilização dos FCS em LSS como um objeto de análise vem sendo intensificada na literatura (SIMÕES & SCAVARDA, 2021);
- A pesquisa revelou que diversos estudos buscam quantificar os FCS com o objetivo de construir rankings de priorização ou comparação;
- O artigo atualiza a síntese dos fatores e expõe as metodologias utilizadas na última década.



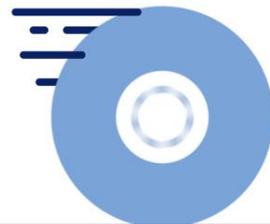
Fatores Críticos de Sucesso em LSS

FATOR CRÍTICO	DESCRIÇÃO	REFRÊNCIAS
1. Engajamento da alta gerência	<p>A alta gerência deve atuar como principal impulsionador principal na implementação do LSS, comunicar aos funcionários sobre as metas organizacionais, se envolver, liderar e se comprometer a conduzir à cultura LSS.</p>	<p>DOUGLAS et al. (2015); NAROTTAM et al. (2020); SWARNAKAR et al. (2020); DE LA VEGA et al. (2020); SONY et al. (2020); ALI et al. (2020); LAUREANI e ANTONY (2018a); ABU et al. (2015); ALBLIWI et al. (2014); RAY et al. (2012); HILTON e SOHAL (2012); SETIJONO et al. (2012); JEYARAMAN e TEO (2010); PAPIC et al. (2017); PATEL et al. (2019); YADAV et al. (2018a); RAVAL et al. (2018a); MURALIRAJ et al. (2018); YADAV e DESAI (2017b); ALHURAISH et al. (2017); YADAV e DESAI (2017a); YADAV e DESAI (2016); ANTONY et al. (2019); MUSTAPHA et al. (2019); WALTER e PALADINI (2019); STANKALLA et al. (2018); LAUREANI e ANTONY (2018b); YADAV et al. (2018b); RAVAL et al. (2018b); MURALIRAJ et al. (2018); SREEDHARAN et al. (2018b); SREEDHARAN et al. (2018a)</p>
2. Processo de formação/treinamento em LSS	<p>Um programa de treinamento deve ser bem estruturado para promover conhecimentos relacionados à qualidade e habilidades de resolução de problemas a todos os funcionários. Esses skills irão desenvolver um programa de LSS de sucesso.</p>	<p>DOUGLAS et al. (2015); NAROTTAM et al. (2020); SWARNAKAR et al. (2020); DE LA VEGA et al. (2020); SONY et al. (2020); ALI et al. (2020); ABU et al. (2015); ALBLIWI et al. (2014); RAY et al. (2012); HILTON e SOHAL (2012); SETIJONO et al. (2012); PATEL et al. (2019); YADAV et al. (2018a); RAVAL et al. (2018a); MURALIRAJ et al. (2018); YADAV e DESAI (2017b); ALHURAISH et al. (2017); YADAV e DESAI (2017a); YADAV e DESAI (2016); ANTONY et al. (2019); MUSTAPHA et al. (2019); WALTER e PALADINI (2019); STANKALLA et al. (2018); LAUREANI e ANTONY (2018b); YADAV et al. (2018b); RAVAL et al. (2018b); SREEDHARAN et al. (2018b); SREEDHARAN et al. (2018a)</p>
3. Cultura de mudança organizacional	<p>A Cultura Organizacional da empresa deve incentivar a Mudança, de modo a promover um ambiente de trabalho que não seja resistente, mas ao contrário, seja propenso a aderir a boas mudanças.</p>	<p>DOUGLAS et al. (2015); SWARNAKAR et al. (2020); SONY et al. (2020); ALI et al. (2020); RAY et al. (2012); HILTON e SOHAL (2012); SETIJONO et al. (2012); PATEL et al. (2019); YADAV et al. (2018a); RAVAL et al. (2018a); MURALIRAJ et al. (2018); YADAV e DESAI (2017b); ALHURAISH et al. (2017); YADAV e DESAI (2017a); YADAV e DESAI (2016); ANTONY et al. (2019); MUSTAPHA et al. (2019); WALTER e PALADINI (2019); STANKALLA et al. (2018); LAUREANI e ANTONY (2018b); YADAV et al. (2018b); MURALIRAJ et al. (2018); SREEDHARAN et al. (2018a)</p>

(verifique o artigo para versão completa)

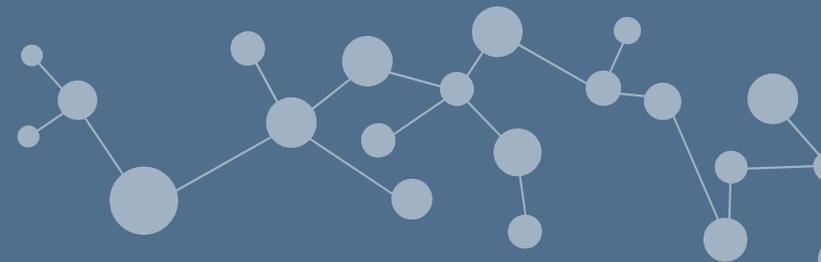
MM na implementação de LSS

- Há uma diversidade de modelos – desenvolvidos como guideline na implementação de abordagem LSS – surgindo na literatura recente.
- Os principais parâmetros constituintes dessas estruturas são os FCS em abordagens enxutas, KPI's de performance e Princípios Enxutos.
- A adaptação do LSS a novos sistemas produtivos implica na atualização desses parâmetros, podendo assim, originar novos modelos (SIMÕES et al, 2022).
- Ao verificar a síntese dos MME existentes na literatura e seus parâmetros, o modelo desenvolvido por Moya et al. (2019) foi selecionado como base para esta pesquisa.



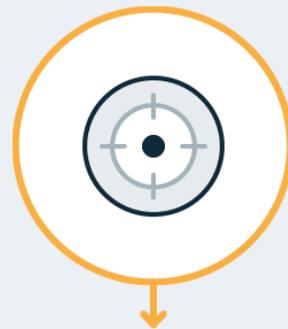
5

A maturidade enxuta no contexto ETO

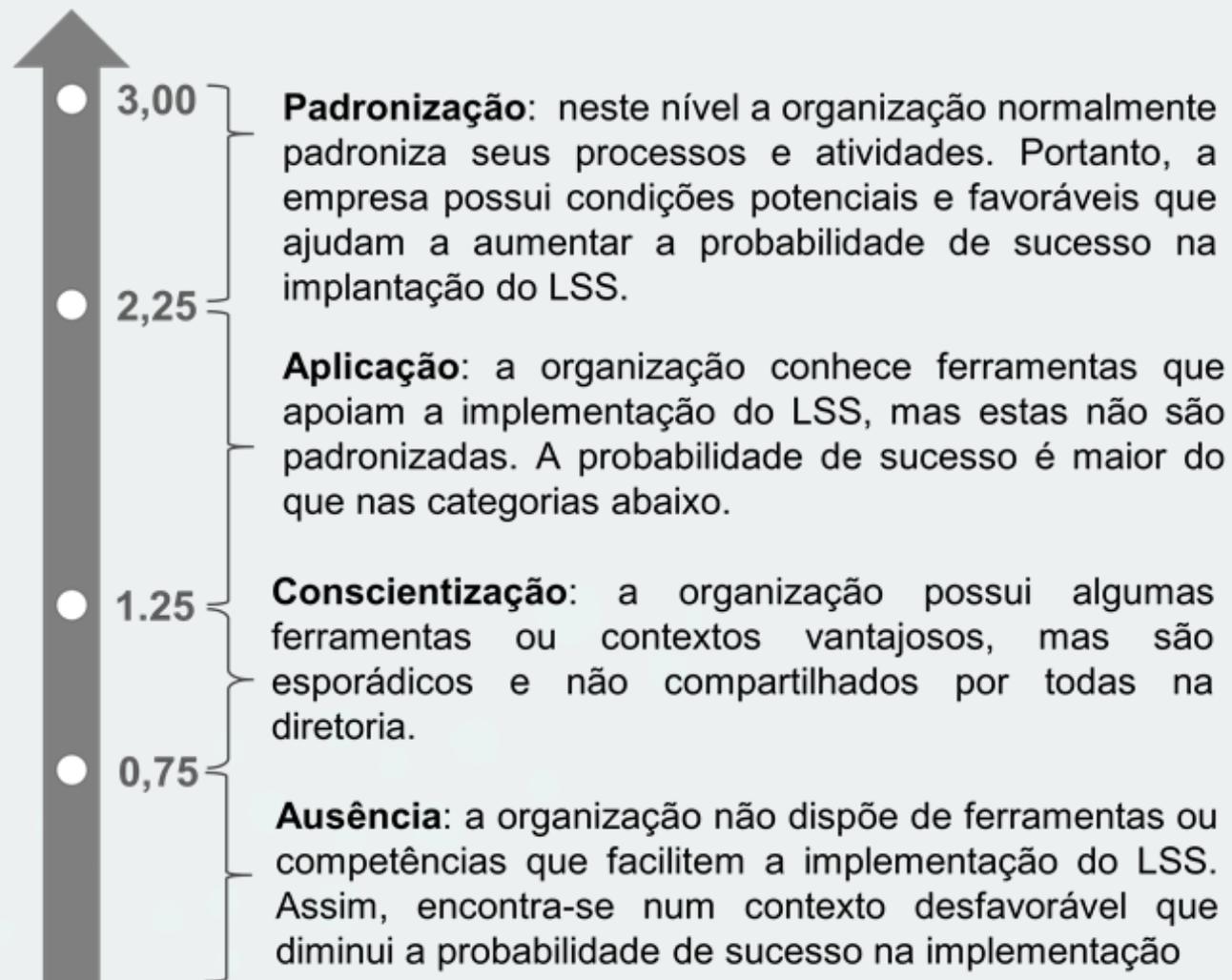


Definição do Modelo de Maturidade em LSS

- Moya et al. (2019): estrutura que utiliza os FCS como critérios do método AHP para mensurar o nível de maturidade LSS em PME.
- Os autores desenvolveram uma ferramenta para avaliar e comparar o nível de maturidade enxuta de organizações na França e no Chile.
- A definição das dimensões – utilizadas na estruturação hierárquica dos FCS – foi feita com base no modelo de Moya et al. (2019).
- O MM está sendo adaptado ao cenário de organizações ETO.



Lean Six Sigma Global Index (LSSGI)



O modelo adaptado por Moya et al. (2019) estabelece uma relação entre a escala e um índice contínuo, utilizando o método AHP.



Definição dos parâmetros de avaliação

1. Alinhamento da implementação com a estratégia do negócio;
2. Governança de metas estratégicas relacionados a implementação do Lean Six Sigma;
3. Identificação de projetos estratégicos;
4. Cultura de melhoria contínua presente em todos os colaboradores da organiza;
5. Disseminação da Cultura Lean Six Sigma pela alta gerência;
6. Processo de treinamento de ferramentas Lean;
7. Sistema de medição estruturado para gestão da qualidade (orientada a dados);
8. Sustentabilidade dos projetos e melhorias realizadas;
9. Processo de certificação Lean Six Sigma;
10. Sistema de gestão da padronização de processos críticos ;
11. Acompanhamento interdepartamental da produção (visão sistêmica).



Definição dos parâmetros de avaliação

Dimensão	Resposta	Kappa
Estratégia Organizacional	Alinhamento da implementação com a estratégia do negócio	1.0000
	Governança de metas estratégicas relacionados a implementação do <i>Lean Six Sigma</i>	1.0000
	Identificação de projetos estratégicos	1.0000
Cultura Organizacional	Cultura de melhoria contínua presente em todos os colaboradores da organiza	1.0000
	Disseminação da Cultura <i>Lean Six Sigma pela</i> alta gerência	1.0000
Gestão de Pessoas	Processo de certificação <i>Lean Six Sigma</i>	0.8193
	Processo de treinamento de ferramentas <i>Lean</i>	0.8193
Gestão de Processos	Sistema de gestão da padronização de processos críticos	1.0000
	Sistema de medição estruturado para gestão da qualidade (orientada a dados)	1.0000
	Sustentabilidade dos projetos e melhorias realizadas	1.0000
	Acompanhamento interdepartamental da produção (visão sistêmica)	0.8193



Minitab®

Kappa de Fleiss satisfatório
($> 0,7$)

Cálculo dos pesos dos critérios de avaliação

- Foram calculados os pesos de cada dimensão fator em relação a solução do problema principal: obter sucesso na implementação do LSS em sistemas ETO;
- O mesmo foi feito para estimar a relevância de cada fator, dando origem a 35 matrizes de julgamentos;
- O índice de consistência foi calculado para cada matriz elaborada e nenhum deles apresentou inconsistência (IC<10%).

Dimensão	Dimensão	Fator Crítico	Relevância	Relevância na Dimensão
D1 - Estratégia Organizacional	Estratégia Organizacional	Alinhamento da implementação do <i>Lean Six Sigma</i> a estratégia da EP	40%	47%
		Identificação de projetos estratégicos	42%	
		Governança de metas estratégicas relacionados a implementação do <i>Lean Six Sigma</i>	14%	
		Governança de metas estratégicas relacionados a implementação do <i>Lean Six Sigma</i>	14%	
D2 - Cultura Organizacional	Cultura Organizacional	Disseminação da Cultura <i>Lean Six Sigma</i> pela alta gerência (EP)		84%
		Cultura de melhoria contínua presente em todos os colaboradores da EP		16%
D3 - Gestão de Pessoas	Gestão de Pessoas	Processo de treinamento de ferramentas <i>Lean</i>		81%
		Processo de certificação <i>Lean Six Sigma</i>		19%
D4 - Gestão de Processos	Gestão de Processos	Acompanhamento interdepartamental da produção (visão sistêmica)		54%
		Sustentabilidade dos projetos e melhorias realizadas		24%
		Sistema de medição estruturado para gestão da qualidade (orientada a dados)		15%
		Sistema de gestão da padronização de processos críticos e definição de papéis e responsabilidades		7%



Pacote
ahpsurvey

Mensuração do Lean Six Sigma Global Index

- As avaliações qualitativas de cada fator devem ser correlacionadas a valores quantitativos, de acordo com a escala do indicador LSSGI, que vai de 0 até 3. Assim, as respostas que indicarem os níveis 1, 2, 3 ou 4 contam como 0, 1, 2, ou 3 pontos para o LSSGI, respectivamente.

Identificação de projetos estratégicos

1º nível

Não é feito nenhum tipo de seleção para identificação de projetos estratégicos

2º nível

Existem reuniões esporádicas para a identificação de projetos de melhoria, mas não existe uma metodologia bem estruturada para isso.

3º nível

Existem reuniões para a identificação de projetos e algumas metodologias são utilizadas nesse processo

4º nível

Existe uma governança bem estruturada e padronizada para a identificação de projetos através do desdobramento de metas do Planejamento Estratégico



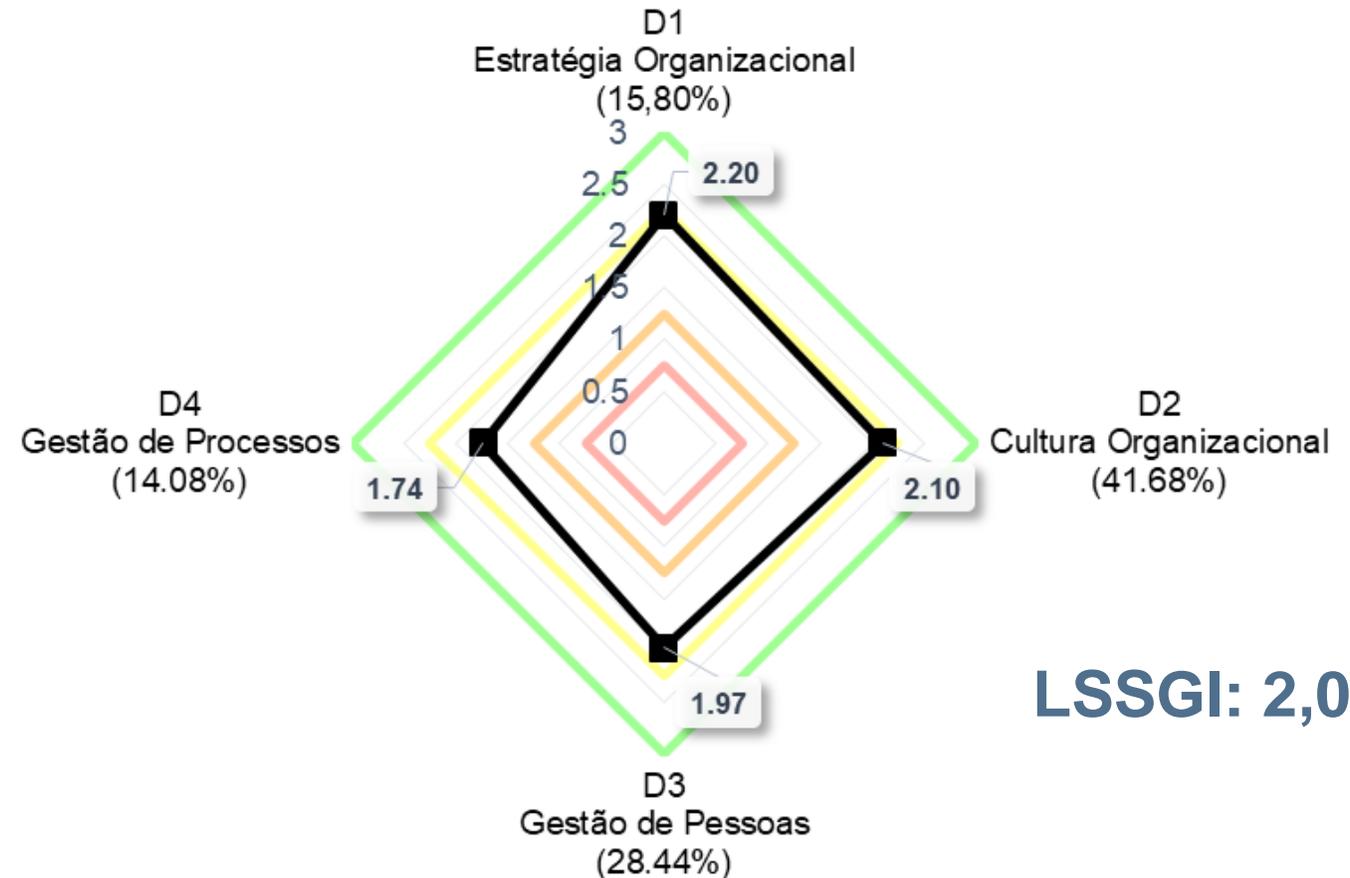
Pesquisa Ação: rodada no ciclo de melhoria contínua

A maturidade enxuta no contexto ETO



Check: Aplicação da avaliação de maturidade

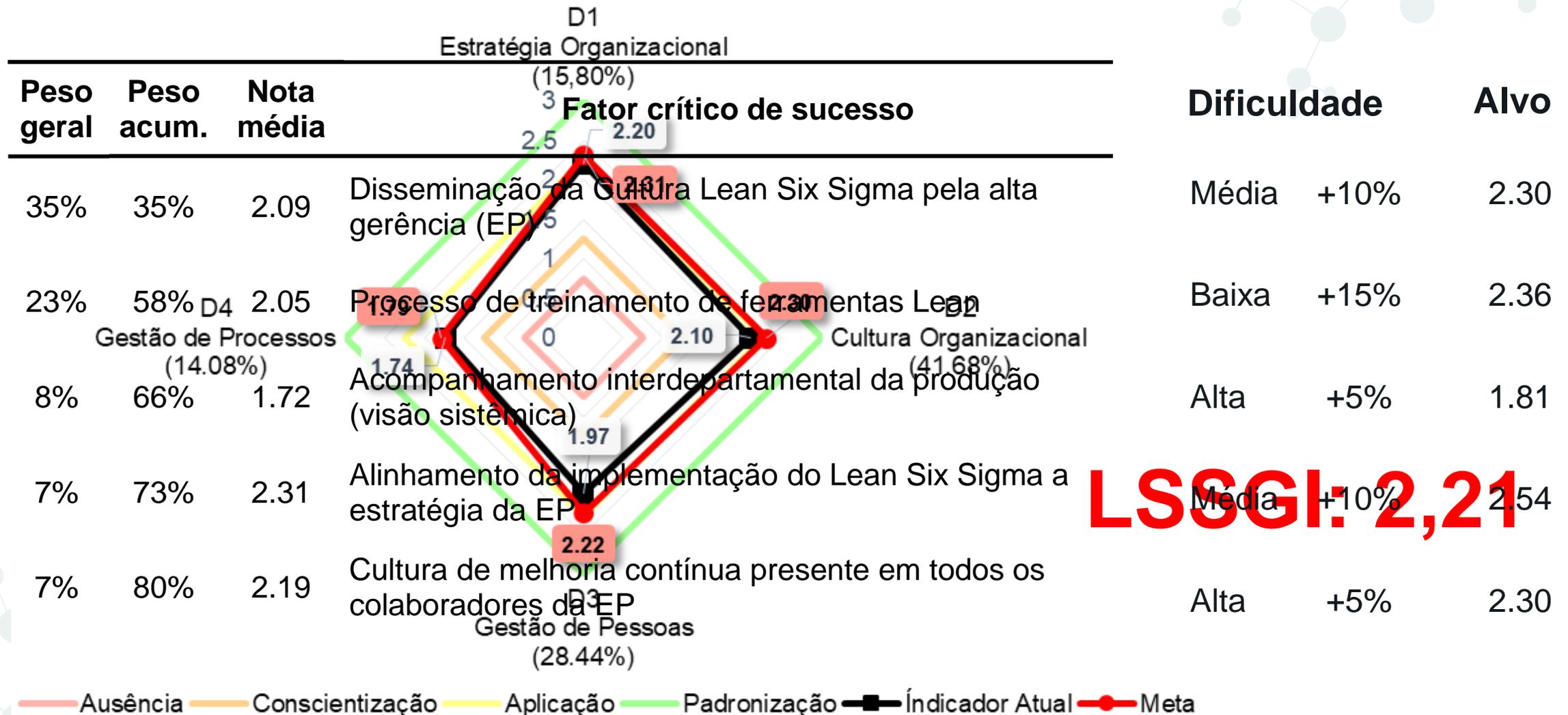
- A organização colaboradora desta pesquisa acompanhou todo processo de desenvolvimento da ferramenta de avaliação de maturidade LSS.
- Estratégia adotada para a divulgação top-down: em cinco níveis hierárquicos: gerência, coordenação, supervisão, especialistas e analistas entre 5 departamentos da gerencia de produção;
- As dimensões foram alavancadas ou prejudicadas por poucos fatores



LSSGI: 2,03

— Ausência — Conscientização — Aplicação — Padronização — Indicador Atual

Analyze: Nível de maturidade enxuta



Analyze : Aplicação da avaliação de maturidade

- O fator “Acompanhamento interdepartamental da produção (visão sistêmica)” apresentou uma nota baixa (1,0) para o gerente e os coordenadores do dpto1.
- O fator “Processo de treinamento de ferramentas Lean” obteve notas abaixo da media no dpto2 (1,76).
- A “Disseminação da Cultura Lean Six Sigma pela alta gerência” é baixa na percepção de todos no dpto5 e dos analistas do dpto3.
- O fator “Alinhamento da implementação do Lean Six Sigma a estratégia da organização” não está claro para os coordenadores dos dpto1 e dpto4.
- A “Cultura de melhoria contínua presente em todos os colaboradores” é baixa na visão dos supervisores do dpto2 e para os coordenadores do dpto1.

Próximos Passos

Cenário I

Workshop: vamos falar sobre Lean na EP!

Reunião com Gerentes, Coordenadores e Comitê da Qualidade para discussão sobre os 5 fatores principais;

Objetivo é discutir os índices de maturidade gerados e definir planos de ação;

Cada Fator deve conter ações mapeadas para sua alavancagem, sendo elas de curto, médio ou longo prazo.

Cenário II

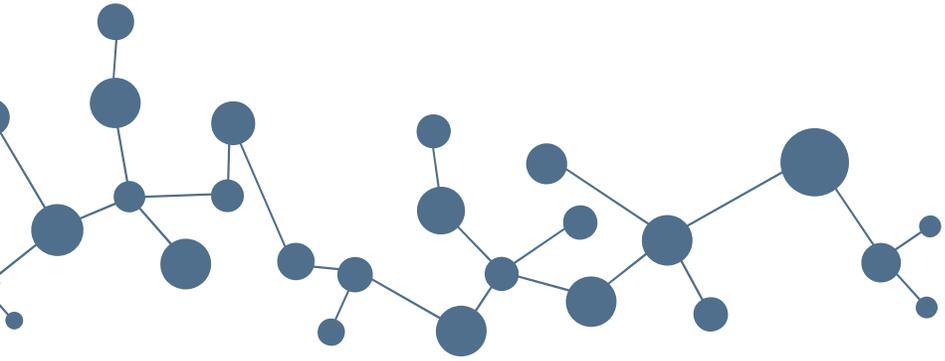
Reuniões focais: cada fator deve ser tratado onde sua nota foi baixa

Cada fator teve uma gerência ou um cargo com menor nota. A ideia é marcar reuniões separadas com os responsáveis por esses apontamentos para entender como podemos melhorar.

Dessas reuniões, da mesma forma, serão mapeados planos de ação, para alavancagem da maturidade LSS, sendo elas de curto, médio ou longo prazo.



Vamos aumentar o nível de maturidade para facilitar a implementação do LSS na EP



Obrigado!