



# (FRAMEWORK PARA MELHORIA DE PROCESSOS A PARTIR DA INTEGRAÇÃO DO LEAN A DA GESTÃO DE RISCOS) Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis

**Gabriel Fogliarini Segatto (UFSM)**  
[gabriel.segatto@acad.ufsm.br](mailto:gabriel.segatto@acad.ufsm.br)

**Marlon Soliman (UFSM)**  
[marlon.soliman@ufsm.br](mailto:marlon.soliman@ufsm.br)

*A gestão de riscos é uma disciplina gerencial que vem sendo amplamente adota por organizações de diversos segmentos, dado a sua capacidade de identificar, avaliar e responder aos mais diversos tipos de riscos aos quais as organizações estão expostas. Nesse sentido, iniciativas de melhorias de processo, que ocorrem de maneira formal ou informal em todas as organizações, precisam ser reinterpretadas a luz da gestão de riscos, de modo a se garantir a compatibilidade e coerência entre as diversas ações de gerenciamento que são realizadas simultaneamente. Assim, essa pesquisa teve como objetivo testar a aplicação de um framework concebido para integrar o lean e a gestão de riscos. O framework proposto contempla nove etapas de execução subdivididos em quatro fases: (i) iniciação; (ii) contextualização; (iii) análise de riscos; e (iv) implementação, além do monitoramento e controle para a melhoria contínua. O framework foi aplicado no processo de manutenção de aparelhos de ar-condicionado de uma instituição pública de ensino superior, onde a ferramenta mostrou-se capaz de identificar dezoito riscos no caso analisado, os quais foram classificados e avaliados de acordo com sua probabilidade e impacto. Após, respostas aos riscos foram elaboradas a partir da seleção de práticas lean adequadas em cada caso. Conclui-se, assim, que o framework proposto é capaz de integrar etapas típicas da implementação lean e da gestão de riscos em um único método de trabalho, facilitando a compatibilização das duas abordagens nas organizações.*

*Palavras-chave: Lean, Gestão de riscos, Melhoria de processos.*

## 1. Introdução

A gestão de riscos é a disciplina gerencial que tem por objetivo identificar, avaliar, reduzir, monitorar e controlar os mais diversos tipos de riscos aos quais as organizações estão expostas (MALIK; ZAMAN; BUCKBY, 2020). Nesse sentido, a gestão de riscos vem evoluindo de uma visão restrita dos riscos “puros”, que são passíveis de securitização e são associados à resultados indesejáveis das corporações (e.g. seguro contra furto de mercadorias), para uma visão mais moderna e abrangente, onde o risco se refere a quaisquer eventos com probabilidade de ocorrência e que causam impacto no negócio, positivo ou negativo (FRAME, 2003). Assim, a gestão de riscos atualmente utiliza conhecimentos e ferramentas para gerenciar, por exemplo, riscos associados ao negócio (e.g. entrada de novos concorrentes, perda de mercado, credibilidade da marca); riscos de projetos; riscos operacionais (e.g. ruptura de estoques, vazamento de produtos perigosos, atrasos de entrega); riscos técnicos (e.g. desvios de qualidade, quebra de equipamentos, orçamentação falha); riscos financeiros (e.g. falta de liquidez, inadimplência); riscos de mercado (e.g. variações de preços, taxas cambiais, inflação); riscos políticos (e.g. tensões políticas internacionais, crises econômicas, regulamentações), entre outros (FRAME, 2003; MCSHANE, 2018).

Essa visão abrangente da gestão de riscos passou se tornar o modo em comum de se pensar a gestão de diversos aspectos das organizações. De fato, as últimas revisões ocorridas nas normas ISO de sistemas de gestão, tais como a ISO 9.001:2015 (sistemas de gestão da qualidade), passaram a apresentar uma estrutura unificada baseada na gestão de riscos, incorporando requisitos de que os riscos associados à cada sistema sejam identificados e tratados conforme as diretrizes apresentadas na norma ISO 31.000:2018 (HUTCHINS, 2018). Assim, nota-se uma tendência clara para que as organizações tomem por base a gestão de riscos como filosofia integradora para o gerenciamento dos diferentes sistemas organizacionais (ZIMON; MADZÍK, 2019). Como consequência, iniciativas de melhorias de processo, que ocorrem de maneira formal ou informal em todas as organizações, precisam ser reinterpretadas a luz da gestão de riscos, de modo a se garantir a compatibilidade e coerência entre as diversas ações de gerenciamento que são realizadas simultaneamente.

Desse modo, princípios e práticas enxutas (*lean*), amplamente utilizadas para a redução do desperdício e melhoria dos sistemas produtivos nas organizações também precisam ser compatibilizados com a adoção de políticas e sistemas de gerenciamento de riscos. O *lean* é uma filosofia de administração de sistemas produtivos com origem na indústria automotiva na década de 90’, mas que atualmente é utilizada em ambientes produtivos dos mais diversos

segmentos, tais como construção civil, saúde, indústria aeronáutica, agricultura e indústria de manufatura em geral (SOLIMAN; SAURIN, 2017).

Assim, o problema de pesquisa que surge é: como integrar a gestão de riscos e o *lean* para, de maneira coordenada, reduzir os riscos e os desperdícios nos processos produtivos? Com base no problema levantado, essa pesquisa tem como objetivo testar a aplicação de um *framework* concebido para integrar o *lean* e a gestão de riscos.

## 2. Referencial teórico

### 2.1. Gestão de riscos

A origem da gestão de riscos está associada à uma função gerencial nas grandes organizações, sendo uma sistemática adotada a fim de integrar e lidar com os possíveis riscos apresentados durante a execução dos seus processos (MALIK; ZAMAN; BUCKBY, 2020). De fato, organizações de todos os tipos (i.e. públicas, privadas, com ou sem fins lucrativos) estão sujeitas à riscos de diversas naturezas, para os quais precisam estar preparadas para responder proativamente (FRAME, 2003).

Formalmente, um risco pode ser definido em termos de probabilidade de ocorrência e impacto no negócio. Essa definição permite que as organizações tracem estratégias para lidar com potenciais eventos de eventos de risco, estimando a probabilidade e o impacto de cada evento, e elaborando respostas para tanto (OLSON; WU, 2017). Um exemplo de evento poderia ser a ocorrência de quebra de um equipamento em uma indústria, onde há uma probabilidade que pode ser predita a partir de dados históricos e o impacto que pode ser medido em volume perdido de produção durante o tempo médio de reparo.

Na literatura, os principais modelos e referências para a gestão de riscos são o *Enterprise Risk Management—Integrating with Strategy and Performance*, publicado originalmente em 2004 e posteriormente revisado em 2017 pelo *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – COSO* (PREWETT; TERRY, 2018), e a norma ABNT NBR ISO 31000:2018 - Gestão de riscos – Diretrizes (ABNT, 2018). Nota-se que em ambas abordagens, é comum a existência de etapas dedicadas à identificação de riscos, avaliação, e implementação de respostas aos riscos, além de etapas dedicadas ao monitoramento e revisão de riscos para a melhoria contínua.

## 2.2. A filosofia enxuta (*lean*)

A filosofia enxuta, mais conhecida pelo termo em inglês *lean*, tem sua origem no Japão a partir da década de 1950 com o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2004), que serviu de base para que diversas outras empresas do ramo automobilístico adotassem mais adiante os mesmos princípios e práticas desenvolvidos pela companhia japonesa (SETH; SETH; DHARIWAL, 2017). Esse sistema surgiu das necessidades que o Japão vivia no momento, após a II Guerra Mundial, em que precisava se reconstruir internamente. Os princípios e práticas *lean*, no entanto, só foram difundidos para o resto do mundo a partir da década de 90' resultado de cinco anos de pesquisa liderada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (WOMACK; JONES; ROSS, 1991).

A filosofia *lean* aborda os processos da organização a partir da perspectiva do cliente e baseia-se no princípio de eliminar os desperdícios a fim de se otimizar as operações, tornando-as mais confiáveis, aumentando a qualidade e diminuindo o custo (SHAH; WARD, 2007). Para tanto, os princípios fundamentais da gestão *lean* são: especificação do valor, identificação da cadeia de valor, fluxo contínuo, produção puxada e busca da perfeição (WOMACK; JONES, 2003). Atualmente, o *lean* dispõe de uma variedade de ferramentas para combater estes desperdícios, onde cada ferramenta possui um objetivo e uma finalidade específica, permitindo uma vastidão de aplicações da metodologia em diferentes segmentos de mercado (ANAND; KODALI, 2010; PURUSHOTHAMAN; SEADON; MOORE, 2020).

## 3. Metodologia

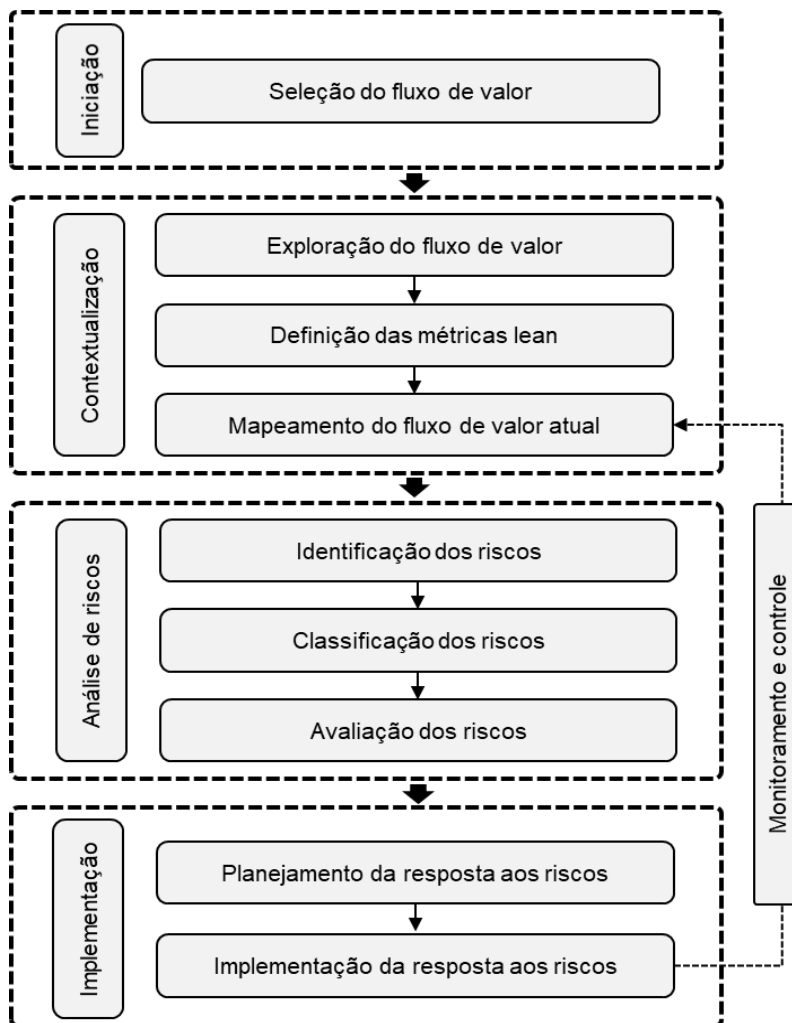
### 3.1. Abordagem de pesquisa

Esta pesquisa foi realizada de acordo com a abordagem proposta pela *Design Science Research* (DSR). A DSR é uma abordagem onde a geração de conhecimento se dá por meio da experiência, ou seja, os pesquisadores devem solucionar um problema prático específico enquanto desenvolvem um artefato que emerge como uma contribuição científica (HOLMSTROM; KETOKIVI; HAMERI, 2009). Assim, nesta pesquisa o artefato produzido é o framework para a integração do *lean* a da gestão de riscos.

### 3.2. Framework para integração do *lean* e da gestão de riscos

O framework proposto para a integração do *lean* e da gestão de riscos é composto por nove etapas divididas em quatro fases, além do monitoramento e controle, conforme detalhado na Figura 1.

Figura 1 - Framework para integração do lean e da gestão de riscos



A fase de iniciação tem por objetivo selecionar o fluxo de valor em que o framework será aplicado. Após, a fase contextualização tem objetivo exploratório, proporcionando profundo entendimento sobre o processo em análise. Já na fase de análise de riscos, os riscos inerentes ao processo são identificados, classificados e avaliados, para que na fase seguinte (implementação) sejam elaboradas e implementadas as respostas aos riscos. O monitoramento e controle sucede a implementação, e implica que o fluxo de valor passa a ser gerenciado de modo a proporcionar a melhoria contínua, sendo periodicamente remapeado e os riscos reavaliados.

### 3.3. Instanciação do *framework*

#### 3.3.1. Estudo de caso

O teste do *framework* proposto foi realizado junto à Pró-Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA) de uma instituição pública de ensino superior. A escolha deste ambiente como

estudo de caso de seu pelos critérios de: (i) conveniência (YIN, 2013), visto que os pesquisadores já possuíam contato com colaboradores daquele setor; e (ii) criticidade (FLYVBJERG, 2011), uma vez que se a validade do *framework* não puder ser comprovada neste setor que possui típicos fluxos de valor de prestação de serviços (atendimento à chamados de manutenção), então o *framework* não poderá ser considerado válido para outros casos semelhantes.

### 3.3.2. Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio dos procedimentos de análise documental e entrevistas. A análise documental se deu por meio de documentos públicos disponibilizados eletronicamente, especialmente diagramas de processos já mapeados usando a notação *Business Process Model and Notation* (BPMN). Documentos adicionais foram solicitados pelos pesquisadores para melhor entendimento do caso estudado, como notas de empenho, planilhas de dados e visualização de telas de sistemas.

Já as entrevistas foram realizadas com representantes dos setores que compõem o fluxo de valor analisado. Quatro pessoas foram entrevistadas em um total de sete sessões, com duração aproximada de sessenta minutos cada. Adicionalmente, três sessões foram ainda realizadas para validação e refino de informações conforme necessidades que surgiram durante a pesquisa. As entrevistas foram realizadas de modo semiestruturado, o que permitiu coletar tanto dados estruturados (e.g. estimativas de tempos de espera e de processamento) como dados qualitativos do contexto e exemplos de situações típicas e atípicas. Todas as entrevistas foram realizadas através de videoconferência (limitação imposta pela pandemia de COVID-19) e foram gravadas para permitir retornar aos dados sempre que necessário.

### 3.3.3. Análise de dados

Os dados foram analisados por meio da análise de conteúdo. Para tanto, os pesquisadores retornaram diversas vezes aos dados brutos para extrair trechos ilustrativos que representassem evidências de riscos presentes no caso estudado. Os extratos foram então agrupados de acordo com a similaridade (e.g. dois extratos que se referem a mesma situação foram agrupados) e, a partir disso, os riscos do processo emergiram e foram redigidos pelos pesquisadores nos formatos “substantivo + verbo (particípio) + complemento” (e.g. diagnóstico executado incorretamente) ou “substantivo + adjetivo + complemento” (e.g. Informações incompletas no chamado).

Para a análise do processo, a ferramenta utilizada foi o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) (LOCHER, 2011; ROTHER; SHOOK, 1999). O MFV permite verificar o arranjo do fluxo do processo e do fluxo de informações, de modo a evidenciar desperdícios.

Para a classificação dos riscos, os pesquisadores utilizaram a estrutura “6M’s” do diagrama de Ishikawa (REZENDE, 2006) (medida; mão de obra; máquina; material; meio ambiente; e método) para categorizar os riscos identificados. A mesma estrutura foi utilizada posteriormente pelos pesquisadores para relacionar práticas *lean* à cada um dos “M’s”, como forma de orientar a elaboração das respostas aos riscos. Para a avaliação dos riscos, utilizou-se a “matriz de probabilidade e impacto”, também conhecida como “matriz de risco” (OSBORNE, 2012). Para tanto, três níveis de riscos foram utilizados: baixo (faixa verde); moderado (faixa amarela); e alto (faixa vermelha). As escalas utilizadas para avaliação de probabilidade e impacto são apresentadas na Tabela 1. Para a probabilidade, em específico, pediu-se que os entrevistados reportassem a estimativa de ocorrência do risco considerando os chamados de manutenção abertos nos últimos seis meses.

Tabela 1 – Escalas de probabilidade e impacto utilizadas

Escala	Probabilidade	Impacto
Muito baixo	1 a 20%	O impacto é percebido de maneira restrita em pontos isolados do processo e pode ser resolvido sem urgência e sem o consumo de recursos adicionais.
Baixo	21 a 40%	O impacto é percebido de maneira restrita em pontos isolados do processo, potencialmente gerando pequenos atrasos e consumindo alguns recursos adicionais, mas que não demandam urgência na resolução.
Moderado	41 a 60%	O impacto é percebido em um conjunto de etapas do processo, potencialmente gerando atrasos significativos e consumindo recursos adicionais notáveis, com potencial de agravamento da situação dentro de poucos meses.
Alto	61 a 80%	O impacto é percebido em muitas etapas do processo, gerando atrasos que comprometem de sobremaneira a qualidade do serviço prestado, consumindo muitos recursos adicionais para ser solucionado e com potencial de agravamento da situação dentro de poucas semanas.
Muito alto	81 a 100%	O evento interrompe o processo de modo generalizado, impedindo a execução da grande maioria das atividades, consumindo muitos recursos adicionais para ser solucionado e demandando máxima urgência na resolução.

## 4. Resultados

### 4.1. Seleção do fluxo de valor

O caso estudado (PROINFRA) possui atualmente quinze macroprocessos identificados e mapeados. Para o teste do *framework* proposto, escolheu-se o subprocesso “manutenção de ar-condicionado”, o qual pertence ao macroprocesso “gestão de ar-condicionado”. A escolha deste

subprocesso como o fluxo de valor para a aplicação do *framework* se deve a complexidade e necessidades de melhoria verificadas pela equipe de pesquisadores e representantes da PROINFRA, uma vez que os reparos costumam levar vários dias para serem concluídos, envolvendo diversos setores e sistemas de informação.

#### **4.2. Exploração do fluxo de valor**

Inicialmente, definiu-se o escopo do fluxo de valor selecionado para este estudo, estabelecendo-se limites para o início e o fim do processo. Para tanto, considerou-se como início do processo o instante em que uma solicitação de manutenção é recebida. Esta solicitação é então avaliada pelo Núcleo de Infraestrutura da unidade acadêmica a qual o usuário do equipamento pertence. O Núcleo de Infraestrutura realiza uma primeira avaliação do pedido e o encaminha para a PROINFRA. Na PROINFRA, a solicitação é encaminhada para um técnico responsável que fará o diagnóstico in loco do problema. Com base neste diagnóstico, será decidido se o equipamento poderá ser consertado pela própria PROINFRA (problemas mais simples), ou se uma empresa terceirizada escolhida e qualificada por meio de edital (licitação) será acionada (caso mais típico). Após o reparo, o equipamento é então verificado e o chamado de manutenção encerrado. No entanto, nos casos em que a intervenção da empresa terceirizada é necessária, o fluxo de valor só se encerra após a finalização das etapas financeiras e administrativas, como o lançamento de registros nos sistemas da instituição e a execução do recurso (pagamento) à empresa terceirizada.

#### **4.3. Definição das métricas *lean***

Para avaliar o desempenho do fluxo de valor selecionado, quatro indicadores básicos foram selecionados conforme destaca-se na Tabela 2.

Nota-se da Tabela 2 que estes indicadores foram estimados e não medidos. Esta limitação deu-se em razão da impossibilidade do acompanhamento da execução do processo. De qualquer forma, a estimativa de indicadores é uma prática aceitável para versões preliminares do mapeamento do fluxo de valor (KEYTE; LOCHER, 2005).



Tabela 2 – métricas *lean* utilizadas no mapeamento do fluxo de valor

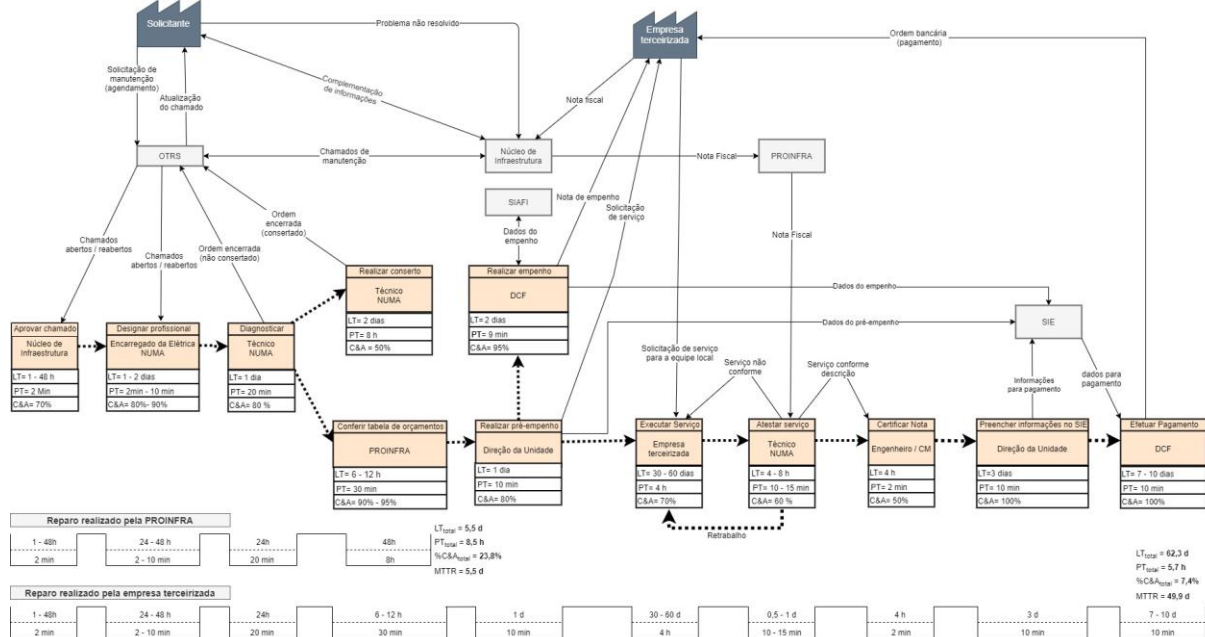
Indicador	Finalidade	Métrica
Tempo de processo (PT)	Avaliar o tempo de agregação de valor para uma determinada atividade.	Tempo médio estimado para concluir uma atividade, do início ao fim, descontado as interrupções.
Tempo de atravessamento (LT)	Avaliar o tempo necessário para conclusão de uma determinada atividade.	Tempo médio estimado entre o instante que uma atividade está disponível para ser executada até o momento em que é dada por finalizada.
Correto e Completo (%C&A)	Avaliar a qualidade do trabalho realizado em uma determinada atividade-fornecedora na perspectiva da atividade-cliente.	Percentual estimado de vezes que a atividade pode ser executada sem necessitar corrigir ou complementar o trabalho recebido das etapas precedentes.
Tempo médio de reparo (MTTR)	Avalia o tempo necessário para que o usuário possa voltar a utilizar o equipamento danificado.	Tempo médio estimado para que o uso do equipamento possa ser reestabelecido.

#### 4.4. Mapeamento do fluxo de valor

O mapeamento do fluxo de valor atual para o processo de manutenção de aparelhos de ar-condicionado está ilustrado na Figura 2.

Nota-se, a partir da Figura 2, que o fluxo de valor pode apresentar duas situações típicas: (i) reparo realizado pela PROINFRA; ou (ii) reparo realizado pela empresa terceirizada. Para a situação (i), o MTTR é igual ao  $LT_{total}$  do processo (5,5 d), visto que não há atividades administrativas adicionais após o reparo. Para os casos (ii) e (iii), o  $LT_{total}$  (62,3 d) leva em conta as atividades administrativas que ocorrem após o reparo, sendo assim superior ao MTTR (49,9 d).

Figura 2 – Mapeamento do fluxo de valor atual para o processo de manutenção de aparelhos de ar-condicionado



#### 4.5. Identificação e classificação dos riscos

A análise de conteúdo das entrevistas permitiu evidenciar dezoito riscos associados ao processo. A Tabela 3 resume os riscos identificados, o ponto de ocorrência no MFV e a classificação conforme a estrutura 6M's.

Tabela 3 – Riscos identificados e classificados para o processo de manutenção de aparelhos de ar-condicionado

Código	Risco	Ponto de ocorrência no MFV	Classificação do risco (6M's)
R1	Diagnóstico executado incorretamente	“Diagnosticar”	Mão de obra
R2	Reparo executado incorretamente pela empresa terceirizada	“Executar serviço”	Mão de obra
R3	Tempo contratual de reparo (30 dias) excedido pela empresa terceirizada	“Executar serviço”	Método
R4	Informações incompletas no chamado	Comunicação entre solicitante e OTRS	Método
R5	Nota fiscal apresentada com informações ausentes	“Certificar nota”	Mão de obra
R6	Pré-empenho tramitado com informações insuficientes	“Realizar pré-empenho”	Mão de obra
R7	Orçamento enviado com detalhes e informações ausentes	Entre “Diagnosticar” e “Conferir tabela de orçamento”	Mão de obra

R8	Sequência de atendimento de solicitações alterada por mudanças de prioridade	"Designar profissional"	Método
R9	Acesso impossibilitado ao local onde o equipamento está instalado	"Diagnosticar"; "Realizar Concerto"; "Executar serviço"	Método
R10	Contato não retornado por parte da empresa terceirizada	Entre “Executar serviço” e “Certificar nota”	Método
R11	Peças de manutenção indisponíveis no almoxarifado	“Executar serviço”	Material
R12	Ordens de serviço duplicadas	Comunicação entre solicitante e OTRS	Mão de obra
R13	Equipamentos antigos impossibilitados de serem reparados	“Realizar concerto”; “Executar serviço”	Máquina
R14	Recursos humanos impossibilitados de acompanhar todos os serviços	“Executar serviço”	Mão de obra
R15	Serviço inspecionado pelo usuário sem a presença do técnico	“Atestar serviço”	Mão de obra
R16	Chamado reaberto por reaparecimento de defeito	Após “Atestar serviço”	Medida
R17	Nota fiscal não certificada pela PROINFRA	“Efetuar pagamento”	Método
R18	Solicitações de serviço acumuladas em diversos estágios do processo	“Executar serviço”	Método

Nota-se, da Tabela 3 que metade dos riscos identificados estão associados à “mão de obra”, o que indica severas deficiências no processo quanto a disponibilidade deste recurso e/ou imperícia na execução do trabalho por parte das pessoas envolvidas.

#### 4.6. Avaliação dos riscos

Para a avaliação dos riscos, inicialmente verificou-se o apetite ao risco da organização a partir da construção de uma matriz probabilidade e impacto (matriz de riscos), conforme apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Matriz de riscos

	Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto	
Muito Alto	Baixo	Moderado	Alto	Alto	Alto	Probabilidade
Alto	Baixo	Moderado	Moderado	Alto	Alto	
Moderado	Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Alto	
Baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Alto	
Muito baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado	Alto	
	Impacto					

Tomando-se por base a matriz construída e o apetite ao risco indicado pelas escalas “baixo” (verde), “moderado” (amarelo) e “alto” (vermelho), a avaliação dos riscos foi realizada a partir do julgamento emitido pelos entrevistados quanto à probabilidade e o impacto percebido para cada um dos eventos listados na Tabela 3. Os descritores da escala utilizada variam de “muito baixo” a “muito alto”, conforme apresentado anteriormente na Tabela 1, e o resultado desta etapa está sumarizado na Tabela 4.

Tabela 4 – Avaliação dos riscos identificados para o processo de manutenção de aparelhos de ar-condicionado

Risco (Código)	Probabilidade	Impacto	Risco avaliado	Risco (Código)	Probabilidade	Impacto	Risco avaliado
R1	Muito baixo	Moderado	Baixo	R10	Muito baixo	Muito Alto	Alto
R2	Muito baixo	Muito Alto	Alto	R11	Muito baixo	Alto	Moderado
R3	Muito baixo	Alto	Moderado	R12	Muito baixo	Moderado	Baixo
R4	Baixo	Moderado	Moderado	R13	Muito baixo	Baixo	Baixo
R5	Muito Alto	Muito Baixo	Baixo	R14	Moderada	Moderado	Moderado
R6	Muito baixo	Alto	Moderado	R15	Muito baixo	Baixo	Baixo
R7	Muito baixo	Alto	Moderado	R16	Muito baixo	Alto	Moderado
R8	Muito baixo	Moderado	Baixo	R17	Muito baixo	Muito Baixo	Baixo
R9	Muito baixo	Muito Alto	Moderado	R18	Muito baixo	Alto	Moderado

Dos dezoito riscos identificados, sete podem ser classificados como “baixo” e não requerem atenção imediata, sendo que os demais devem ser reduzidos, evitados ou compartilhados, em específico os dois riscos avaliados como “alto”.

#### 4.7. Planejamento da resposta aos riscos

Para o planejamento das respostas aos riscos, os pesquisadores propuseram inicialmente uma matriz genérica de relacionamento entre práticas *lean* e suas possíveis implicações em cada um dos 6M’s. Por exemplo, o 5S é uma prática que permite melhorar a gestão de materiais e contribui para a organização do ambiente de trabalho (LOCHER, 2011), sendo portanto possível relacioná-lo aos “M’s” material e meio ambiente. Da mesma forma, o Andon é uma prática para acionar a cadeia de ajuda quando anormalidades são identificadas nas máquinas ou o método de trabalho não pode ser cumprido (LIKER; MEIER, 2005). A Tabela 5 apresenta a matriz elaborada a partir da análise de vinte e cinco práticas *lean* citadas na literatura.

Tabela 5 – Relações entre práticas *lean* e os 6 “M’s”

Práticas <i>lean</i> *	Medida	Mão de obra	Máquina	Material	Meio Ambiente	Método
5S				X	X	
Andon			X			X
Análise de gargalo			X	X		X
Fluxo contínuo		X	X	X	X	X
Gemba	X	X	X	X	X	X
Heijunka	X	X	X	X	X	X
Hosin Kanri	X				X	
Jidoka			X			X
Just-in-time			X	X		X
Kaizen	X	X	X	X	X	X
Kanban				X		
Indicadores chave de desempenho (KPI)	X					
Muda	X	X	X	X	X	X
Overall Equipment Effectiveness (OEE)	X		X			
Plan, Do, Check, Act (PDCA)	X	X	X	X	X	X
Poka-Yoke		X	X			X
Análise de causa raiz (RCA)	X	X	X	X	X	X
Single-Minute Exchange of Dies (SMED)			X			X
Seis grandes perdas	X		X			
Objetivos SMART	X				X	
Trabalho padronizado		X				X
Takt time			X	X		X
Manutenção produtiva total (TPM)			X			
Mapeamento do fluxo de valor (MFV)	X	X	X	X	X	X
Gestão visual					X	

\*Fonte: adaptado de Purushothaman; Seadon; Moore (2020)

Partindo-se da matriz apresentada na Tabela 5, elaborou-se então o plano de resposta para os riscos previamente identificados, classificados e avaliados no fluxo de valor de manutenção de unidades de ar-condicionado. O plano seguiu a tipologia trazida por Coso (2017), onde as respostas possíveis aos riscos são “aceitar”; “reduzir”; “evitar”; e “compartilhar”. As práticas *lean* recomendadas foram selecionadas com base na classificação do risco na estrutura 6M (Tabela 3) e no relacionamento conceitual entre práticas *lean* e os 6M’s (Tabela 5). Assim, o plano de resposta aos riscos integrando a utilização de práticas *lean* está demonstrado na Tabela 6, onde a justificativa para a seleção das práticas *lean* também são apresentadas

Tabela 6 – Planejamento da resposta aos riscos integrando a utilização de práticas *lean*

Risco	Classificação do risco (6M’s)	Risco avaliado	Resposta	Práticas Lean recomendadas	Justificativa
<b>R1.</b> Diagnóstico executado incorretamente	Mão de obra	Baixo	Aceitar	-	-
<b>R2.</b> Reparo executado incorretamente pela empresa terceirizada	Mão de obra	Alto	Reduzir	Análise de causa raiz (RCA); <i>Poka-Yoke</i>	A análise de causa raiz pode revelar as principais razões para o insucesso dos reparos. <i>Poka-yokes</i> devem ser projetados para impedir a recorrência de erros.
<b>R3.</b> Tempo contratual de reparo (30 dias) excedido pela empresa terceirizada	Método	Moderado	Reduzir	<i>Takt time</i> ; Trabalho padronizado; <i>Andon</i>	A padronização do trabalho permite projetar o cumprimento das atividades dentro do <i>Takt</i> requerido, mitigando os atrasos. <i>Andons</i> podem ser utilizados para indicar a ocorrência de problemas, buscando correção antes que o tempo seja extrapolado.
<b>R4.</b> Informações incompletas no chamado	Método	Moderado	Evitar	<i>Poka-yoke</i>	<i>Poka-yokes</i> podem ser utilizados para impedir a ocorrência de informações faltantes.
<b>R5.</b> Nota fiscal apresentada com informações ausentes	Mão de obra	Baixo	Aceitar	-	-

<b>R6.</b> Pré-empenho tramitado com informações insuficientes	Mão de obra	Moderado	Evitar	<i>Poka yoke</i>	Poka-yokes podem ser utilizados para impedir a ocorrência de informações faltantes.
<b>R7.</b> Orçamento enviado com detalhes e informações ausentes	Mão de obra	Moderado	Evitar	<i>Poka yoke</i>	Poka-yokes podem ser utilizados para impedir a ocorrência de informações faltantes.
<b>R8.</b> Sequência de atendimento de solicitações alterada por mudanças de prioridade	Método	Baixo	Aceitar	-	-
<b>R9.</b> Acesso impossibilitado ao local onde o equipamento está instalado	Método	Moderado	Reduzir	<i>Single-Minute Exchange of Dies (SMED)</i>	Técnicas de <i>setup</i> rápido (SMED) podem ser utilizadas para separar atividades internas e externas, de modo que problemas com acesso sejam resolvidos antes da chegada dos técnicos.
<b>R10.</b> Contato não retornado por parte da empresa terceirizada	Método	Alto	Reduzir	<i>Takt time;</i> <i>Trabalho padronizado;</i> <i>Andon</i>	Definições de tempos para a resposta de contatos e de rotinas padronizadas de retorno de comunicações para reduzir falhas no processo. <i>Andons</i> podem ser utilizados para sinalizar potenciais atrasos.
<b>R11.</b> Peças de manutenção indisponíveis no almoxarifado	Material	Moderado	Reduzir	<i>Kanban</i>	O controle de peças no almoxarifado com <i>Kanbans</i> facilita a reposição do inventário antes que ocorra a ruptura dos estoques.
<b>R12.</b> Ordens de serviço duplicadas	Mão de obra	Baixo	Aceitar	-	-

<b>R13.</b> Equipamentos antigos impossibilitados de serem reparados	Máquina	Baixo	Aceitar	-	-	
<b>R14.</b> Recursos humanos impossibilitados de acompanhar todos os serviços	Mão de obra	Moderado	Reduzir	Trabalho padronizado; <i>Heijunka</i>		O trabalho padronizado traz previsibilidade à rotina, que pode ser nivelada ( <i>heijunka</i> ) de modo que os recursos humanos consigam acompanhar todos os serviços, agregando mais valor ao processo.
<b>R15.</b> Serviço inspecionado pelo usuário sem a presença do técnico	Mão de obra	Baixo	Aceitar	-	-	
<b>R16.</b> Chamado reaberto por reaparecimento de defeito	Mão de obra	Moderado	Reduzir	Análise de causa raiz (RCA); Trabalho padronizado; Poka-yoke		A análise de causa raiz pode revelar as principais razões para o insucesso dos reparos. Trabalho padronizado e <i>Poka-yokes</i> devem ser projetados para impedir e recorrência de erros.
<b>R17.</b> Nota fiscal não certificada pela PROINFRA	Método	Baixo	Aceitar	-	-	
<b>R18.</b> Solicitações de serviço acumuladas em diversos estágios do processo	Método	Moderado	Reduzir	Mapeamento do fluxo de valor (MFV); <i>Takt time</i> ; análise de gargalo; <i>heijunka</i> ; trabalho padronizado		O MFV pode revelar pontos de acúmulos de ordens de serviço ao longo do processo. A partir do <i>takt time</i> projetado, o nivelamento ( <i>heijunka</i> ) pode ser estabelecido e garantido por meio da eliminação dos gargalos e do trabalho padronizado.

Nota-se, da Tabela 6, que a resposta os riscos avaliados como “baixo” é “aceitar”. Portanto, não foram selecionadas práticas *lean* para estes. Para os demais riscos, as respostas planejadas são do tipo “reduzir” ou “eliminar”, onde esses objetivos podem ser atingidos por meio da implementação das práticas *lean* selecionadas.



#### 4.8. Implementação, monitoramento e controle

Para a implementação das respostas ao risco, devem ser elaborados e executados projetos *kaizen* na organização, seguindo a lógica PDCA. Para tanto, os *kaizens* devem ser desdobrados em planos de ação 5W2H, onde define-se claramente a intervenção a ser realizada em termos de “o quê?”, “por que?”, “quem?”, “onde?”, “quando?”, “como?” e “quanto?”. Devido às limitações desta pesquisa, no entanto, essa etapa não pode ser realizada no caso estudado.

Uma vez que as respostas aos riscos tenham sido implementadas, é necessário que os riscos permaneçam sob constante monitoramento e controle ao longo do tempo. A ocorrência de algum dos riscos deve ser registrada e ações corretivas devem ser tomadas, para fins de verificação da eficácia das respostas adotadas. Da mesma forma, o MFV deve ser reconduzido periodicamente para subsidiar novas análises de riscos e projetos adequados de respostas aos riscos que forem identificados.

#### 5. Conclusão

Esta pesquisa teve como objetivo testar a aplicação de um *framework* concebido para integrar o *lean* e a gestão de riscos, contribuindo para a melhoria de processos produtivos e, concomitantemente, auxiliando na redução de riscos. O *framework* proposto é composto de nove etapas e foi instanciado no processo de manutenção de unidades de ar-condicionado de uma instituição pública de ensino superior. O teste do *framework* revelou que a ferramenta foi capaz de identificar dezoito riscos no caso analisado, dos quais dois mostraram-se como riscos “altos”; nove como moderados e sete como baixos. Para os dezoito riscos identificados, classificados e avaliados, ferramentas *lean* foram propostas como meios de responder aos riscos que receberam classificação como “moderados” ou “altos”.

Os resultados desta pesquisa demonstram que a integração da gestão de riscos com a melhoria *lean* de processos pode ser um caminho promissor para as organizações que precisam buscar a eficiência em seus processos e, ao mesmo tempo, gerenciar o risco frente a cenários de complexidade, variabilidade, incerteza e volatilidade. Conclui-se, portanto, que a integração do *lean* e da gestão de riscos pode ser operacionalizada pelo *framework* proposto, unificando-se em um único método de trabalho etapas típicas da implantação *lean* (i.e. mapeamento do fluxo de valor e proposição de melhorias) com etapas típicas da avaliação de riscos (i.e. identificação, classificação e avaliação do risco).

Limitações desta pesquisa devem ser destacadas. Primeiro, por se tratar de um estudo de caso único, é possível que o *framework* precise ser adaptado em contextos diferentes do avaliado por

esse estudo. Além disso, esse trabalho não contemplou a etapa de implementação das melhorias propostas, limitando assim a extensão da pesquisa e dos resultados. Sugere-se, como trabalhos futuros, que o *framework* seja testado em outros cenários, bem como seja previsto a incorporação de processos de auditoria de riscos como etapas complementares ao *framework* proposto.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR ISO 31000:2018 Gestão de riscos - Diretrizes**. [s.l.] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), 2018.

ANAND, G.; KODALI, R. Development of a framework for implementation of lean manufacturing systems. **International Journal of Management Practice**, v. 4, n. 1, p. 95–116, 2010.

COSO. **Gerenciamento de Riscos Corporativos - Estrutura Integrada Sumário Executivo Estrutura**. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, 2017.

FLYVBJERG, B. Case Study. In: DEZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **The Sage Handbook of Qualitative Research**. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2011. p. 301–316.

FRAME, J. D. **Managing Risks in Organizations: a guide for managers**. 1. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2003.

HOLMSTROM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A.-P. Bridging Practice and Theory : A Design Science Approach. **Decision Science**, v. 40, n. 1, p. 65–87, 2009.

HUTCHINS, G. **ISO 31000:2018 Enterprise Risk Management**. Portland: Certified Enterprise Risk Manager Academy, 2018.

KEYTE, B.; LOCHER, D. A. **The Complete Lean Enterprise: Value Stream Mapping for Administrative and Office Processes**. 1. ed. New York: Productivity Press, 2005.

LIKER, J. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill Education, 2004.

LIKER, J.; MEIER, D. **The Toyota Way Fieldbook**. New York: McGraw-Hill Education, 2005.

LOCHER, D. **Lean Office and Service Simplified: The Definitive How-To Guide**. 1. ed. New York: Productivity Press, 2011.

MALIK, M. F.; ZAMAN, M.; BUCKBY, S. Enterprise risk management and firm performance: Role of the risk committee. **Journal of Contemporary Accounting and Economics**, v. 16, n. 1, p. 100178, 2020.

MCSHANE, M. Enterprise risk management: history and a design science proposal. **Journal of Risk Finance**, v. 19, n. 2, p. 137–153, 2018.

OLSON, D. L.; WU, D. **Enterprise Risk Management Models**. 2. ed. Berlin: Springer, 2017.

OSBORNE, A. **Risk Management Made Easy**. London: Bookboon, 2012.

PREWETT, K.; TERRY, A. COSO’s Updated Enterprise Risk Management Framework- A Quest For Depth And Clarity. **Journal of Corporate Accounting & Finance**, v. 29, n. 3, p. 16–23, jul. 2018.

PURUSHOTHAMAN, M. BABU; SEADON, J.; MOORE, D. Waste reduction using lean tools in a multicultural environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 265, p. 121681, 2020.

REZENDE, D. A. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 1999.

SETH, D.; SETH, N.; DHARIWAL, P. Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study. **Production Planning and Control**, v. 28, n. 5, p. 398–419, 2017.

SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785–805, 1 jun. 2007.

SOLIMAN, M.; SAURIN, T. A. Lean production in complex socio-technical systems: A systematic literature review. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 45, p. 135–148, 2017.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Productivity Press, 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **The machine that changed the world**. New York: Productivity Press, 1991.

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods**. 5. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2013.

ZIMON, D.; MADZÍK, P. Standardized management systems and risk management in the supply chain. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 37, n. 2, p. 305–327, 2019.