REVISTA Ação Ergonômica

R. Ação Ergon., 17(2), 2023.
ISSN 2965-7318. doi: 10.4322/rae.v17n2.e202312

LEAN THINKING E FATORES HUMANOS: UMA PROPOSTA DE MODELO E APLICAÇÃO EM UM HOSPITAL

Cristoffer Rodrigues Poncini[1]*

Camilla Buttura Chrusciak [2]

Rosimeire Sedrez Bitencourt [3]

Osiris Canciglieri Junior[4]

Resumo

A aplicação do *Lean* pode alterar o modo como as pessoas trabalham e, quando a Ergonomia/Fatores Humanos não é devidamente observada, podem ocorrer impactos negativos tanto para o bem-estar humano dos trabalhadores quanto para o sistema de trabalho como um todo. Desta forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de integração entre uma forma de aplicação do *Lean* com a Ergonomia/Fatores Humanos, numa perspectiva macroergonômica, especificamente por meio de um modelo que integra o método DMAIC com a AMT. Para tanto realizou-se como uma pesquisa aplicada com objetivo exploratório. Esta pesquisa seguiu 3 etapas: i) Revisão da literatura; ii) Integração dos Métodos DMAIC e AMT; e iii) Caso experimental seguindo a estrutura proposta. O modelo desenvolvido contou com a utilização do *Lean*, por meio do DMAIC, e Ergonomia, por meio da AMT. Ao final foi aplicado o método proposto em um hospital universitário no setor de limpeza do centro cirúrgico, tendo ganhos em diversos aspectos. Recomenda-se a continuidade de estudos e intervenções que envolvam ambas as abordagens a fim de melhorar a eficiência e eficácia em organizações de serviços, como foi o caso do sistema de saúde onde o modelo proposto foi aplicado.

Palavras-chave: *Lean Thinking*; Fatores Humanos; DMAIC; AMT.

LEAN THINKING AND HUMAN FACTORS: A PROPOSED MODEL AND APPLICATION IN A HOSPITAL

Abstract

The application of Lean can change the way people work and, when Ergonomics/Human Factors is not properly observed, it can have negative impacts on both the human well-being of workers and the work system as a whole. Thus, this article aims to present a proposal for integrating a form of application of Lean with Ergonomics/Human Factors, from a macroergonomic perspective, specifically through a model that integrates the DMAIC method with AMT. To this end, it was carried out as an applied research with an exploratory objective. This research followed 3 stages: i) Literature review; ii) Integration of the DMAIC and AMT Methods; and iii) Experimental case following the proposed structure. The model developed included the use of Lean, through DMAIC, and Ergonomics, through AMT. In the end, the

[1]Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Núcleo SEEDS, PPGEPS.*cristoffer0087@gmail.com.
[2]Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Núcleo SEEDS, PPGEPS.
[3]Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Núcleo SEEDS, PPGEPS.
[4]Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Núcleo SEEDS, PPGEPS.

proposed method was applied in a university hospital in the cleaning sector of the surgical center, with gains in several aspects. It is recommended that studies and interventions involving both approaches continue in order to improve efficiency and effectiveness in service organizations, as was the case in the health system where the proposed model was applied.

Keywords: Lean Thinking; Human Factors; DMAIC; AMT.

1. INTRODUÇÃO

A Engenharia de Produção é uma área que age buscando a melhoria de processos trazendo maior eficiência ao sistema e menores custos, podendo contribuir para a área da saúde. Conforme a definição da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção) "compete à Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia". As ferramentas utilizadas para melhoria de processos são distribuídas nas diversas áreas de sua competência como a gestão de recursos financeiros, humanos e materiais, assim como na associação de técnicas de administração, conhecimentos de engenharia e fundamentos de economia (BATALHA, 2008).

Dentre as diversas ferramentas, filosofias e metodologias de melhoria, o *Lean* se destaca como uma filosofia que pode ser aplicada em diversas áreas com o objetivo de reduzir desperdícios e melhorar a eficiência do sistema. O *Lean* Manufacturing surgiu do Sistema Toyota de Produção (TPS), também conhecido como *Just-in-time* (JIT), e foi criado por Taiichi Ohno em 1945, que afirma que a base do TPS é absoluta eliminação do desperdício e o *Just-in-time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem quando são necessários e somente na quantidade necessária. Com base nessa filosofia, Womack e Jones (1996) aprofundaram seus conhecimentos na filosofia *Lean* e descrevem o *Lean Thinking* como uma estratégia de gestão de processos em áreas industriais e não industriais sendo uma forma universal de melhoria de sistemas.

O *Lean* aborda diversas ferramentas de análise e melhoria de processos. Uma das ferramentas utilizadas dentro dessa filosofia, que visa a melhoria do processo por meio de etapas e a solução de problemas dispostas de forma cíclica e contínua, é o DMAIC (*Define-Measure-Analyse-Improve-Control*). Segundo Garbuio (2010), o DMAIC passou a ser muito adotado dentro de projetos *Lean Six Sigma* por ser um método que utiliza processos simplificados com a capacidade de produzir melhorias de alta qualidade.

De acordo com Womack e Jones (1996), "o *Lean* altera o modo como as pessoas trabalham, mas nem sempre na forma como imaginamos, podendo os trabalhadores acharem o

trabalho bem mais estimulante, porém, ao mesmo tempo achar suas tarefas mais estressantes". Isso ocorre porque a filosofia *Lean* não contempla por completo a visão da Ergonomia/Fatores Humanos (EFH) aplicados aos trabalhadores envolvidos no processo.

De acordo com Iida (1997), o estado de estresse prolongado passa a influenciar no desempenho do trabalho, reduzindo a produtividade e a qualidade, podendo também aumentar os riscos de acidentes, absenteísmos e a rotatividade de trabalhadores. Neste contexto, os Fatores Humanos que incorporam o ambiente, posto de trabalho, organização do trabalho e o conteúdo do trabalho, trazem uma visão global do processo e do indivíduo a fim de otimizar o sistema de trabalho como um todo (GUIMARÃES, 2002).

A ergonomia é a ciência que estuda tais fatores (os Fatores Humanos) e, de acordo com a IEA (*International Ergonomics Association*) (2000), é a disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, contribuindo assim para o projeto de avaliação de trabalhos, tarefas, produtos, meio ambiente, visando torná-los compatíveis às habilidades, necessidades e limitações do ser humano. A ergonomia, de acordo com ABERGO (2019), possui 3 domínios de especialização, sendo: física, cognitiva e organizacional. Embora esses domínios sejam estudados separadamente, eles devem ser considerados em uma intervenção ergonômica de forma conjunta, como apresentado na Macroergonomia, proposta por Hendrick (1990).

Um método que considera esses domínios de forma conjunta como uma de suas premissas é a Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), proposta por Guimarães (2002), tendo como base o sistema sociotécnico, numa abordagem participativa. A AMT visa identificar, monitorar e alterar quaisquer situações que comprometam a qualidade de vida no trabalho, podendo se tornar um risco para a saúde do trabalhador e fonte de redução de produtividade.

Outra premissa da AMT é o enfoque participativo, que propõe a participação dos trabalhadores em todos os momentos do estudo. Segundo Nagamachi (1996), "se as pessoas na organização participam da tomada de decisões elas são capazes de experienciar a utilização de suas habilidades e julgamento". Como resultado, esse tipo de situação fornece às pessoas um sentimento de responsabilidade e comprometimento com a organização. Estudos de Leite *et al.* (2019) e Poncini *et al.* (2019) apontam a importância e efetividade da participação dos funcionários na aplicação da AMT, apresentando resultados mais realistas quanto a situação do trabalho.

1.1. Objetivo

Este estudo propõe uma forma de aplicação do *Lean* e de Fatores Humanos por meio da integração dos métodos DMAIC e AMT, utilizando tanto a filosofia e ferramentas do *Lean* quanto da ergonomia e, assim, apresentar a proposta em caso experimental prático.

1.2. Método

A fim de atender ao objetivo proposto realizou-se como uma pesquisa aplicada, de natureza quantitativa e objetivo exploratório (NASCIMENTO, 2016). A pesquisa seguiu 3 etapas: i) Revisão da literatura; ii) Integração dos Métodos DMAIC e AMT; e iii) Caso experimental seguindo a estrutura proposta.

2. Desenvolvimento, Resultados e Discussão

2.1. Integração dos Métodos

O estudo nas bases teóricas realizado na primeira etapa desta pesquisa foi o que propiciou o desenvolvimento do modelo. Este modelo contou com a utilização do *Lean*, com suas ferramentas e filosofias, atrelado aos estudos de Fatores Humanos, que considera os aspectos físicos, ambientais, cognitivos, organizacionais e sociais para a implementação de melhorias no sistema de trabalho. Cabe ressaltar que, não foi encontrado na literatura nenhuma aplicação explicita do DMAIC de forma conjunta com ferramentas de Fatores Humanos. Desta forma, a presente pesquisa apresenta meios desta aplicação conjunta representando uma contribuição para área da Engenharia de Produção e Ergonomia.

A modelo proposto foi dividido em 5 etapas que correspondem aos passos do DMAIC. Ainda, de forma a complementar a integração dos dois métodos (AMT e DMAIC) foram adicionadas etapas e ferramentas para cumprir com os estudos e pensamentos do *Lean* e de Fatores Humanos, como apresentado no Quadro 1.

Na etapa "*define*", o principal objetivo foi a definição do escopo do projeto. Para isso, o primeiro passo é identificar o problema ou oportunidade de melhoria. Na sequência deve ser realizada o levantamento de informações e análise do histórico do problema que a empresa vem enfrentando, o que condiz com a Fase 1 da AMT até a etapa de Levantamento de Demandas, buscando evidências que justifiquem a realização da pesquisa. Porém a AMT possui a Fase 0 que é o lançamento do projeto e desta forma será incorporada antes da Fase 1 a fim de se obter a integração completa da AMT com o DMAIC.

Já na etapa "*measure*", o objetivo é entender os processos e seu desempenho. Assim deve-se analisar os dados existentes, verificando sua confiabilidade e, definindo entre as alternativas de coletar novos dados ou usar dados já existentes, se são confiáveis e se retratam a realidade da empresa o que resulta no mesmo objetivo do restante da Fase 1 da AMT, ou seja, a priorização. No fim desta etapa do DMAIC, devem ser definidos os problemas focos encontrado na etapa anterior, para que fossem aprofundados nas etapas subsequentes.

A fase do "*analyse*" é a mais importante do método, pois nela é que as causas raízes do problema são identificadas. Assim como a Fase 2 da AMT (Diagnose) analisar as variáveis que geram desperdício de tempo e riscos ergonômicos e a partir delas, definir quais delas seriam causas fundamentais para a pesquisa. As causas fundamentais são as causas raízes consideradas prioritárias e que fazem parte do escopo do projeto, depois de definidas seguem para as próximas etapas do DMAIC.

A etapa "*improve*" foca em entender completamente as causas identificadas na etapa "*analyse*" com o intuito de controlar ou eliminar tais causas para atingir um desempenho otimizado. Nesta etapa são propostas possíveis soluções (Fase 3 da AMT) e a elaboração ou projetação (Fase 4 da AMT) dessas soluções juntamente com a tabela de custos e requisitos.

A última etapa, "*control*", responsável pela documentação e monitoramento também tem encontro com a Fase 5 da AMT que busca analisar as modificações propostas e realizar as alterações finais.

Quadro 1: Modelo proposto integrando DMAIC com AMT

Método DMAIC	**Método AMT**	**Ferramenta/Procedimentos**	**Objetivo**
Define	Identificação da demanda e contexto	Entrevistas	Definir qual o escopo do projeto e o contexto que ele é dado
	Fase 0 da AMT: Lançamento	Reunião	Apresentar os passos e objetivos das etapas do DMAIC e AMT
	Fase 1 da AMT: Levantamento de Demandas	Entrevistas	Identificar itens positivos e negativos do trabalho
Measure	Fase 1 da AMT: Priorização	Aplicação do questionário ABCORE (AMT)	Identificar os itens de demanda macroergonômica
		Análise estatística	Avaliar a confiabilidade, estabilidade e consistência dos dados.
		Análise dos gráficos (AMT)	Interpretar os itens de demanda prioritários
	Mapeamento do processo	Modelagem BPMN	Apresentar um diagrama de interações entre os sistemas
	Avaliação dos processos críticos	Observação Direta	Analisar os processos e seus modos operatórios
		Aplicação de questionário de riscos (AMT)	Analisar possíveis riscos ergonômicos
		Aplicação do Checklist de Couto	

Analyse	Fase 2 da AMT: Diagnose	Análise da iluminação e ruído	Realizar a aferição da intensidade de luz, intensidade sonora e frequência sonora
		Análise da temperatura	Realizar a aferição da temperatura, humidade e cálculo da temperatura relativa
		Análise de fatores bioquímicos	Identificar os EPI's se adequados em relação aos agentes bioquímicos
		RULA	Avaliar a postura adotada durante o trabalho
		NIOSH	Avaliar o custo ergonômico
		Análise antropométrica	Realizar a comparação entre as dimensões corporais do trabalhador com o ambiente de trabalho
		Entrevista sobre a organização do trabalho	Sanar dúvidas referente a interação do sistema com o ser humano
		Análise do processo de trabalho (APT)	Análise das tarefas que agregam valor durante o trabalho
		Fluxo de comunicação	Analisar o fluxo de comunicação entre os envolvidos no processo.
Método DMAIC	**Método AMT**	**Ferramenta/Procedimentos**	**Objetivo**
	Análise estatística	Análise de cluster de variáveis	Identificar as características comuns entre indivíduos e variáveis a fim de criar clusters de agrupamento por afinidade
	Análise das Causas raízes	Brainstorming	Discutir ideias referentes as causas dos problemas
		5 Porquês	Estratificar as causas raízes
Improve	Análise das possíveis soluções (Fase 3 da AMT)	Ishikawa	Propor possíveis soluções
		Brainstorming	
		Matriz de correlação de problemas e soluções	Realizar a correlação entre as possíveis soluções e problemas
	Fase 4 da AMT: Projetação	Descrição das propostas	Apresentar o detalhamento das propostas de soluções e seus benefícios.
	Planejamento de implantação	Tabela de Custos e Requisitos	Apresentar os requisitos e valores necessários para implantação das propostas
	Validação de propostas	Reunião	Apresentar e aprovar as propostas de soluções para implementação
	Proposição de fases futuras	5W1H	Apresentar em forma de plano de ação a continuidade do projeto

Fonte: Os autores, 2023.

2.2. Caso experimental

O presente estudo de caso experimental seguiu ao modelo proposto e foi conduzido em um Hospital Universitário de Curitiba de atendimento 100% público vinculado ao SUS, porém sua gestão é realizada por um grupo filantrópico. Este hospital é referência no atendimento ao trauma, em urgências e emergências cirúrgicas do município de Curitiba e Região Metropolitana. Os principais setores deste hospital são: Pronto Socorro, UTI (Unidade de Terapia Intensiva), Centro-Cirúrgico, internação e laboratórios. Todos estes setores atuam em conjunto para oferecer o melhor atendimento para os pacientes e de forma humanizada.

Um dos fatores básicos para um serviço de qualidade é a limpeza dos locais de atendimento. A limpeza e a desinfecção de superfícies são elementos que convergem para a sensação de bem-estar, segurança e conforto dos pacientes, profissionais e familiares nos serviços de saúde. Corroboram também para o controle das infecções relacionadas à assistência

à saúde, por garantir um ambiente com superfícies limpas, com redução do número de microrganismos, e apropriadas para a realização das atividades desenvolvidas nesses serviços.

Para tal, a equipe de higienização do hospital apresenta relevante papel na prevenção das infecções relacionadas à assistência à saúde, sendo imprescindível o aperfeiçoamento do uso de técnicas eficazes para promover uma limpeza e desinfecção de superfícies adequadas. A equipe do hospital em estudo integra um total de 15 profissionais divididos em dois turnos intercalados (matutino e noturno). Os setores que apresentam uma maior demanda de profissionais da limpeza são o Centro Cirúrgico (CC) e o Pronto Socorro (PS) pois funcionam de forma ininterrupta e com alto fluxo de atendimentos. Por conta disso, foram analisados os processos de trabalho da equipe de higienização para identificação de oportunidades de melhorias e proposição de soluções para tais oportunidades.

2.2.1. *Define*

A fim de identificar as demandas e extrair o contexto desse sistema, foram analisados os índices de absenteísmo e *turnover* da equipe de higienização do hospital e a taxa de infecções, também chamada de Taxa de IRAS (Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde), onde hospital cedeu os dados referentes ao período de janeiro de 2015 a agosto de 2019.

Ao analisar a Tabela 1, pode-se constatar os índices de absenteísmo e *turnover* dos funcionários da higienização são altos, o que pode comprometer o trabalho da equipe, levando em consideração que há um total de 15 pessoas no setor.

Tabela 1: Taxa de *turnover* e absenteísmo do hospital (equipe de higienização)

Mês	*Turnover* (pessoas/mês)	Absenteísmo (pessoas/mês)	Total (pessoas/mês)
Janeiro	2,40	4,20	6,60
Fevereiro	3,70	3,80	7,50
Março	1,20	2,10	3,30
Abril	4,80	2,10	6,90
Maio	1,20	2,00	3,20
Junho	1,20	2,70	3,90
Julho	5,00	2,01	7,01
Agosto	3,03	2,11	5,14

Fonte: Adaptado de HUC, 2019.

Em relação ao IRAS, essa taxa é calculada pelo nº episódios de infecções hospitalares no período/total de saídas (altas, óbitos, transferências), foi possível inferir que a taxa é instável e houve um aumento relativo em comparação com o mês anterior na grande maioria dos meses. Este dado enfatiza a importância do processo de limpeza e da equipe de higienização do

hospital, que possui relação direta com o controle de infecção, que é fator crítico de sucesso na prestação dos serviços hospitalares.

Após a análise dos dados históricos dos indicadores disponibilizados pelo hospital, pode-se definir como oportunidade de melhoria a proposta de uma solução que otimize os processos de limpeza realizados pela equipe de higienização, em prol de garantir cada vez mais um ambiente mais limpo para os pacientes. A fim de se obter uma maior assertividade e agilidade foi proposto trabalhar somente com a equipe de higienização do centro cirúrgico (CC) num primeiro momento.

Para entender melhor a organização do trabalho da higienização e a percepção dos outros departamentos envolvidos, foi realizado uma entrevista com a condenação e supervisão do CC e com a empresa terceirizada que administra a higienização do hospital.

As entrevistas foram realizadas de forma individual e, para cada entrevistado, questionado os entrevistados sobre a relações entre os departamentos com a equipe de higienização. As informações obtidas com estas entrevistas se complementam com os dados analisados para buscar quais os principais problemas, ainda preliminares, relacionados ao processo de limpeza.

Ao final, as questões que foram levantadas foram: i) atraso na limpeza de ambientes no momento da troca de turno; ii) trabalho prescrito não é cumprido; iii) equipe médica se contamina ao entrar em sala não esterilizada por não ter a informação; iv) baixa qualidade na limpeza, e; v) falta de mão de obra. Estes problemas foram tratados como preliminares e devem ser investigados e comprovados nas próximas fases.

Após a Fase 0 da AMT (Lançamento do projeto), foi realizado levantamento inicial dos problemas foi definido pelos IDEs (Índices de Demanda Ergonômica) de forma direta, através de entrevistas com os colaboradores do setor, e indireta, pela percepção do pesquisador e de especialistas. A observação direta é empregada em três etapas, com base no Design Macroergonômico definido por Fogliatto e Guimarães (1999).

Para a coleta inicial de dados foram realizadas entrevistas gravadas com 6 colaboradores. A gravação foi autorizada por todos os participantes e os mesmos não foram identificados. Em seguida, as declarações foram analisadas e foram elencados os pontos positivos e negativos citados pelos entrevistados. A ordem de menção de cada item é utilizada como peso de importância pelo recíproco da respectiva posição (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999). Assim a regra de priorização valoriza os primeiros itens mencionados, onde pôde se perceber que os 4 itens de maior importância foram a satisfação no trabalho, a necessidade de

subir e descer escadas, o relacionamento com os médicos e o revezamento nas atribuições de tarefas. As demais questões apresentam uma menor relevância comparada com as primeiras, mas todos os itens devem ser levados em consideração para elaboração dos questionários.

O levantamento indireto foi realizado por parte dos pesquisadores por meio de visitas em períodos alternados, considerando os turnos e escalas, possibilitando analisar e identificar problemas relacionados com as condições do ambiente, do posto de trabalho, da organização do trabalho e aspectos gerais da empresa.

2.2.2. *Mesure*

Esta etapa é dividida entre a Fase 1 da AMT (Aplicação dos questionários e priorização), o mapeamento dos processos envolvidos e a avaliação dos processos críticos. A partir dos resultados das análises direta e indireta por parte do pesquisador, foram elaborados 3 questionários. O primeiro questionário se dá em escala de satisfação, com base nos constructos do ABCORE (Ambiente, Biomecânico, Cognitivo, Organizacional e Empresa) propostos por Guimarães (2000) totalizando 50 questões. O segundo questionário se dá com base no modelo proposto por Guimarães (2000) adaptado do *Body Part Discomfort* (BPD) de Wilson e Corlett (1995), que busca de forma mais detalhada analisar o desconforto e as dores (Riscos) dos funcionários, levando em consideração as diferentes idades e características antropométricas. Por fim, o terceiro questionário, confeccionado a partir do primeiro questionário, se dá em escala de importância para as questões relacionadas aos constructos Ambiente, Posto de trabalho (Biomecânico) e Empresa. De maneira geral, enquanto as entrevistas geram dados qualitativos, os questionários geram dados quantitativos pois possuem escala contínua de 15 cm para os questionários de satisfação e importância e de 8 cm para o questionário Corlett.

A aplicação foi realizada em trios, duplas ou individualmente, dependendo da disponibilidade das colaboradoras. Os questionários foram aplicados com a população de 15 pessoas em um período de 15 dias e tabulados os dados das respostas. Para avaliar a confiabilidade e estabilidade dos dados, uma vez que esses são respondidos individualmente e por mensuração não escalonada, foi realizado o estudo do agrupamento por observações, coeficiente Alpha de Cronbach e a análise de estatística descritiva. Com os resultados verifica-se estabilidade e confiabilidade nas análises em todas as questões.

Para análise dos questionários foi calculado o grau de priorização de cada um dos requisitos, com base na satisfação e na importância de cada item dos questionários. Este

indicador foi gerado a partir da Equação 1 onde a priorização considera a discrepância entre a avaliação de importância e de satisfação de cada item do questionário.

Equação 1: Grau de priorização

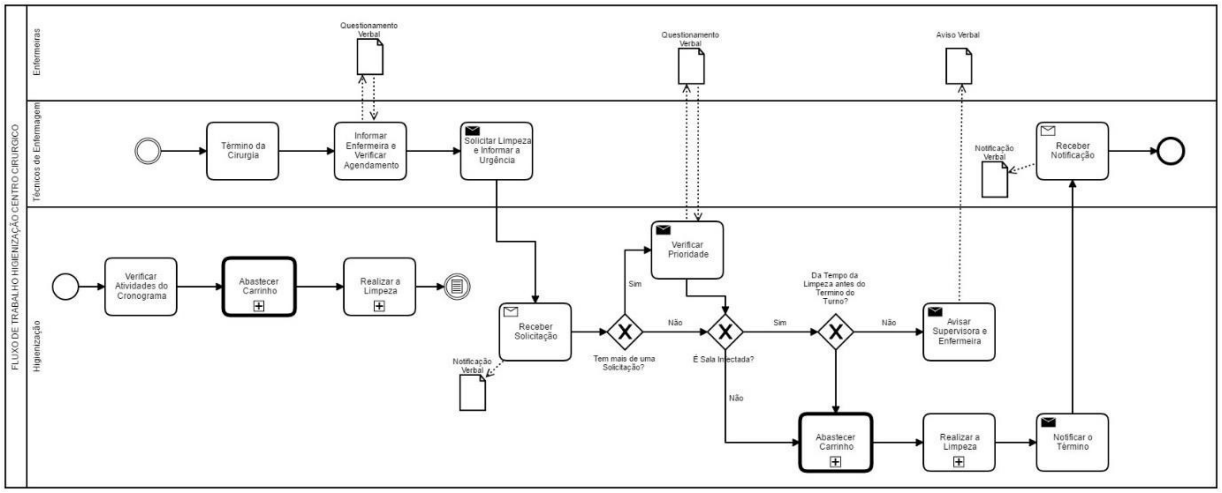
$$\text{Priorização} = \frac{((15 - Satisfação) * Importância)}{15}$$

Fonte: Guimarães *et al.*, 2000.

Para complementar a análise da priorização de cada requisito foram identificados os pontos críticos que correspondem a itens acima de 7,5, na escala de importância, e itens menores que 7,5, na escala de satisfação. Desta forma, as questões consideradas mais importantes, porém com baixa satisfação para os respondentes, foram em relação ao posto de trabalho, seguido das questões relacionadas a empresa. Nota-se que para o CC as questões que envolvem fatores físicos (posto de trabalho) (10,8) apresentaram maior insatisfação.

Após a análise dos gráficos, e para entender o fluxo de processos da equipe de higienização, foi realizado o mapeamento do fluxo de trabalho a partir das entrevistas com as colaboradoras, da análise do trabalho prescrito e das observações diretas realizadas pelo pesquisador. A Figura 1 apresenta o fluxo de trabalho da equipe de higienização do setor CC.

Figura 1: Mapeamento do processo de trabalho BPMN do setor CC



Fonte: Os autores, 2020.

O centro cirúrgico dispõe de um cronograma de tarefas para a equipe de higienização, porém não há a priorização de ambientes uma vez que o volume de ocorrências e salas para a limpeza é alta. Uma peculiaridade do setor é que para alguns tipos de cirurgia, as que possuem algum elemento contaminante, se fazem necessário um processo de limpeza mais criterioso e minucioso podendo levar até quatro vezes o tempo de uma limpeza normal.

O fato desta limpeza criteriosa demandar muito mais tempo para realização pode acarretar atrasos de outras atividades e, caso esteja próximo ao fim do turno atual, as salas não são limpas e a responsabilidade se transfere para a equipe seguinte. Além disso, todas as solicitações são realizadas totalmente de forma oral, mesmo quando há mais de uma demanda sendo requisitada, o que leva a equipe a ir até a sala de enfermagem para avaliação da prioridade das tarefas.

2.2.3. *Analyse*

Na fase *Analyse* é importante definir o porquê, onde e como os problemas acontecem, nos levando aos processos geradores de problemas. Com as análises realizadas na etapa *measure* foi possível levantar possíveis problemas a serem investigados e analisados a fim de determinar suas causas raízes.

Na Fase 2 da AMT (Diagnose) a fim de estratificar as reais causas de cada requisito foi planejado a aplicação de protocolos e ferramentas que detalham tais problemas. O Quadro 1 apresenta a relação das ferramentas aplicadas para cada fator do ABCORE.

Quadro 2: Ferramentas/procedimentos utilizados na diagnose em cada constructo do ABCORE

FERRAMENTAS/PROCEDIMENTOS	AMBIENTE	• Análise de Iluminação (LUX) • Análise do Ruído (Frequência/ Intensidade/ Duração) • Temperatura (Temperatura/ Variação/ Humidade) • Análise de Fatores Bioquímicos • Checklist de Couto
	BIOMECÂNICO	• NIOSH (Peso) • Análise Antropométrica (Estática e Dinâmica) • RULA • Questionário de Riscos • Checklist de Couto
	COGNITIVO	• Checklist de Couto • Análise de Agrupamento por Variáveis • Fluxo de Comunicação
	ORGANIZACIONAL	• Análise do Processo de Trabalho (APT) • Fluxo de Comunicação • Entrevista • Checklist de Couto
	RISCOS	• Checklist de Couto
	EMPRESA	• Pirâmide de Maslow • Entrevistas

Fonte: Os autores, 2020.

A aplicação destas ferramentas auxiliou no detalhamento dos possíveis problemas identificados facilitando na proposição das soluções. Considerando os problemas identificados até então nos constructos ambiental, biomecânico, cognitivo, organizacional, riscos e empresa foi possível identificar no processo de trabalho riscos de lesões por esforços repetitivos (LER)

e possíveis distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). Segundo Maeno *et al.* (2006), o que explica a alta prevalência desses desgastes é principalmente o fato de que grande parte das organizações se caracterizam pelo estabelecimento de metas e produtividade, a fim de aumentar a competitividade de mercado, mas esquecem de levar em conta os trabalhadores e seus limites físicos e psicossociais. Com essas metas, os trabalhadores são forçados a se adequarem às características organizacionais das empresas, levando a uma alta demanda de movimentos repetitivos, ausência e impossibilidade de pausas espontâneas, necessidade de permanência em determinadas posições inadequadas por tempo prolongado, tensão, estresse e outros fatores diretamente ou indiretamente ligados a fisionomia e capacidade funcional do trabalhador que contribuem grandemente para a existência de LER ou DORT (MAENO *et al.*, 2006).

Na análise do ambiente é indicado que a qualidade do ar e a temperatura possuem maior prioridade, na investigação de tais problemas, foi identificado que existem problemas na temperatura e na iluminação. Mesmo que exista um sistema de ventilação em funcionamento, este é ineficaz assim como a disposição e composição do sistema de iluminação.

A análise biomecânica, identificou uma maior priorização referente a dimensão dos materiais, postura e qualidade das ferramentas. Analisando a postura das funcionárias em diversas tarefas, foi apresentado maior risco nas atividades: limpeza da sala infectada, limpeza do chão e separação de materiais. Com a APT foi identificado no processo de limpeza do chão que o problema se dá na torção do pano e no agachamento necessário para tal ação. Já na limpeza das salas infectadas o estiramento que é necessário, somado ao processo de subir e descer de bancos e escadas para realização da limpeza do teto e das paredes, provoca um alto risco de LER e DORT além do desperdício de tempo.

Na análise cognitiva, considerando a aplicação do questionário e do checklist de Couto, como resultado pode-se concluir que o trabalho da equipe de higienização é cansativo, estressante, repetitivo e monótono. Grandjean (1998) aborda em seus estudos o trabalho monótono como um estado mental complexo que apresenta sintomas físicos e mentais, tais como, a letargia, a fadiga, a diminuição do estado de vigilância e o aumento do tempo de reatividade contribuindo assim para uma menor produtividade. Segundo Iida (2005), o trabalho estressante interfere no desempenho do trabalho. Guimarães (2002) apresenta ainda que algumas circunstâncias propiciam o estado de tédio como trabalhos repetitivos, associados a um baixo nível de dificuldade e atividades prolongadas.

Na organização do trabalho os itens de maior priorização foram a quantidade de pessoas para a realização do trabalho, o cronograma e o revezamento das tarefas. Utilizando a ferramenta APT foi evidenciado muito tempo gasto com trabalhos que não agregam valor a função de limpeza e ainda a falhas de comunicação entre a equipe médica/enfermagem e a equipe de higienização, levando a percepção das colaboradoras quanto a falta de quantidade de pessoas e o revezamento de tarefas inadequado. Tarefas como a limpeza em cima de armários, transporte de produtos e equipamentos, ou ainda a falta de equipamentos adequados para a realização de algumas tarefas mostra a ineficácia do trabalho de higienização frente ao excesso de trabalho irrelevante.

A comunicação das equipes de higienização com os demais departamentos em horários de pico fica comprometida, uma vez que foram identificadas até 4 demandas diferentes em um curto espaço de tempo, sendo necessário a memorização dessas demandas pelos colaboradores. Ainda demandas não urgentes como limpeza de banheiros, reposição de álcool, papel e outros são cobradas diversas vezes por enfermeiros/médicos diferentes, mesmo após já terem sido finalizadas.

No gráfico Empresa foram apresentados como itens de maior priorização a mudança de setor, seguido pela confiança na empresa para a resolução de problemas e a remuneração relativa ao trabalho. Em segunda aplicação de entrevistas para aprofundar esses temas foi identificado que a solicitação de mudança de setor é dada no pronto socorro e em alguns setores de internação. Tal fato é justificado pelo relacionamento de algumas funcionárias da higienização com médicos e enfermeiras ou ainda pelo estresse gerado no PS. A confiança na empresa é muito baixa pois, segundo as funcionárias, há muita demora ou negligência com a resolução de problemas. Ambas as questões citadas e a somadas a remuneração relativa ao trabalho estão relacionados com outras demandas, apresentadas anteriormente pelos constructos Ambiente, Posto de Trabalho e Organização de trabalho, pois a insatisfação gerada através de problemas nesses afetam diretamente a percepção da remuneração total relativa ao sistema de trabalho, assim como a falta de confiança na empresa.

É importante ressaltar que, os desgastes que vem de fatores ambientais, biomecânicos, organizacionais, de conteúdo de trabalho, entre outros, por serem desnecessários, tais como esperas, retrabalhos e transporte geram custos e não agregam valor ao sistema, devendo ser eliminados do processo. Desta forma foi possível elencar que os principais problemas que ocorrem com a equipe de higienização são: i) iluminação inadequada; ii) altas temperaturas ocasionando desconforto térmico; iii) equipamento atual não atende à necessidade; iv) equipamento atual apresenta risco ergonômico; v) execução de tarefas que não agregam valor

a higienização; vi) demora na realização das tarefas de limpeza; vii) esquecimento da realização das tarefas de limpeza; viii) solicitações repetidas de limpeza do mesmo local, e; ix) os serviços executados não atendem os critérios prescritos em qualidade.

A fim de estratificar as causas raízes dos problemas foi realizado um brainstorming seguido da ferramenta 5 Porquês para cada constructos ABCORE. Desta maneira, as causas raízes dos problemas são: i) não há repasses do governo federal para infraestrutura; ii) é necessário processos manuais para preparar os equipamentos; iii) características do equipamento e móveis mal dimensionadas; iv) não há um indicador de solicitação de limpeza de sala; v) não há um indicativo da sala estar limpa ou não; vi) falta estrutura e existem áreas de não contato que precisam ser limpas; vii) o turno de 8 horas termina as 17hrs; viii) há uma maior demanda para menos funcionário.

Devido a magnitude da primeira causa raiz e por não fazer parte do escopo deste projeto, este item foi deixado indicado para a instituição mantenedora do hospital para possíveis futuros investimentos.

2.2.4. *Improve*

Com a realização de um brainstorming, foi possível apresentar soluções que envolveram três principais aspectos: informação (I), adequação ergonômica de ferramentas (E) e tempo para limpeza (T), podendo algumas soluções possuírem mais de um aspecto. As soluções propostas foram: i) *kanban* de transporte da informação de sala limpa ou infectada (I); ii) revisão das escalas e horários da equipe de higienização (I/T); iii) aquisição de MOP industrial com balde espremedor e cabo extensível (E/T); iv) ajuste de altura do armário no DML (E); v) armário para armazenar materiais de limpeza na parte inferior do CC (E/T); vi) cobrir topo do armário dos vestiários do CC (E/T).

2.2.5. *Control*

Com as melhorias propostas foi reduzido o tempo de ciclo em 52,29%, eliminação de 12 horas mensais de atividades de não agregam valor, e ainda benefícios intangíveis como a redução e eliminação de atividades com riscos ergonômicos, balanceamento da carga de trabalho e a agregação da gestão visual. Ressaltou-se que, as melhorias propostas contribuem financeiramente para o hospital, tanto em eficiência de processo quanto na melhora das condições de trabalho e saúde das colaboradoras da higienização, uma vez que o ganho de tempo de limpeza impacta em todos os stakeholders, e portanto, com a agilização na liberação

de um ambiente infectado mais atendimentos podem ser realizados, e ainda corrobora para a atenuação de casos de infecções hospitalares (IRAS) e outras doenças. Todos os processos alterados foram documentados pelo departamento de qualidade do hospital, mas ainda não foi possível obter novos dados em relação ao *turnover*, absenteísmo e IRAS para comparação com dados anteriores.

3. Conclusão

Com esta pesquisa foi proposto um modelo que integra o *Lean* com Ergonomia/fatores humanos, por meio do DMAIC e AMT, respectivamente. Este modelo considera o *Lean*, com suas ferramentas e filosofias, atrelado aos estudos de Fatores Humanos, que considera os aspectos físicos, ambientais, cognitivos, organizacionais e sociais para a implementação de melhorias no sistema de trabalho. Este modelo foi aplicado em um estudo experimental em um hospital, o qual auxiliou o desenvolvimento de um processo mais eficaz, com menor tempo de ciclo, menos desperdícios e melhores condições de trabalho aos envolvidos. Recomenda-se a continuidade de estudos e intervenções que envolvam ambas as abordagens a fim de melhorar a eficiência e eficácia de empresas, também da área de serviços e, em especial em empresas da área hospitalar.

Agradecimentos

Os autores agradecem especialmente o apoio da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) - Escola Politécnica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS).

Referências

ABERGO. **O que é ergonomia**. Disponível em: <www.abergo.org.br>. Acesso em: 20 Out. 2019. BATALHA, Mário Otávio de. **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

Fogliatto, F. S.; Guimarães, L. B. de M. (1999). **Design Macroergonômico: uma proposta metodológica para o projeto de produto**. Produto e Produção, Porto Alegre.

GARBUIO, Paula Andrea da Rosa. **As diferenças na gestão das organizações que utilizam os modelos *lean* manufacturing, seis sigma e *lean* seis sigma como estratégia de operações**. 2010. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2010

GRANDJEAN, E. (1998). **Manual de ergonomia. Adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Artes médicas.

GUIMARÃES, L. B. de M. (2000). **Ergonomia de Processo 1**. 3 ed. Porto Alegre, RS, Federal University of Rio Grande do Sul - Graduate Program Graduation in Production Engineering.

GUIMARÃES, L. B. de M. (2004). **Ergonomia de Processo 2**. 4 ed. Porto Alegre, RS, Federal University of Rio Grande do Sul - Graduate Program Graduation in Production Engineering.

GUIMARÃES, Lia B. M**. Macroergonomia: Colocando conceitos em prática**. Vol. 1. Porto Alegre: UFRGS/FEENG, 2010.

GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Análise Macroergonômica do Trabalho – AMT. Modelo de implementação e avaliação de um programa de ergonomia da empresa**. 2002. Artigo não publicado

HENDRICK, H. W. **Macroergonomics: a system approach to interacting human factors with organizational design and management**. In: Annual conference of the human factors association of canada, 23, 1990, Otawa. **Proceedings Otawa: HFAC**

IEA. **What is ergonomics?** 2000. Disponível em: <http://www.iea.cc/browse.php?contID=what_is_ergonomics>. Acesso em: 04 out. 2019.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: E. Blücher, 4ª Ed., 1997 IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: E. Blücher, 2005

LEITE, L. O. M.; SASAKI, A. M.; CANCIGLIERI JUNIOR, O.; and BITENCOURT, R. S. (2019). **Análise macroergonômica do trabalho: estudo de caso no setor de faturamento de um hospital universitário do paraná**. In: XIX Congresso Brasileiro de Ergonomia

MAENO, Maria; SALERNO, Vera; ROSSI, Daniela A. G.; FULLER, Ricardo. (2006) **LER e DORT dor relacionada ao trabalho**. Disponível Em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_ler_dort.pdf >. Acesso em: Nov, 2019.

NAGAMACHI, M. (1996). **Relationship between Job Design, Macroergonomics, and Productivity**. International Journal of Human Factors in Manufacturing, Higashi-Hiroshima, v. 6, n. 4, p.309-322.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PONCINI, C. R.; BITENCOURT, R. S.; OKUMURA, M. L. M.; and CANCIGLIERI Junior, O. (2019). **Análise macroergonômica no laboratório de uma instituição de ensino superior do paraná**. In: XIX Congresso Brasileiro de Ergonomia e XII Fórum de Certificação do Ergonomista - ABERGO, 19 ed., Curitiba. Anais... . Curitiba: Scienza.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a cultura Seis Sigma**. Nova Lima: Werkema, 2004.

WILSON, J. R.; CORLETT, E. N. (Eds.). (1995). **Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology** (2nd ed.). Philadelphia, PA, USA: Taylor & Francis.

WOMACK, J. P.; BYRNE, A. P.; FIUME, O. J.; KAPLAN, G. S.; TOUSSANT, J.; MILLER, D. **Going *lean* in healthcare**. Innovation series 2005, Institute for Healthcare Improvement, 2005.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2004. WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. ***Lean* Thinking**: Banish Waste and Create Wealth in Your. New York: USA: Simon & Schuster, Inc., 1996