



***Lean Thinking* y Factores Humanos: una propuesta de modelo y aplicación en un hospital**

Cristoffer Rodrigues Poncini – Pontificia Universidad Católica de Paraná, Núcleo SEEDS, PPGEPS – Curitiba – PR – Brasil – cristoffer0087@gmail.com

Camilla Buttura Chrusciak - Pontificia Universidad Católica de Paraná, Núcleo SEEDS, PPGEPS – Curitiba – PR – Brasil – butturacamilla@gmail.com

Rosimeire Sedrez Bitencourt – Pontificia Universidad Católica de Paraná, Núcleo SEEDS, PPGEPS – Curitiba – PR – Brasil – rosimeire.bitencourt@pucpr.br

Osiris Canciglieri Junior – Pontificia Universidad Católica de Paraná, Núcleo SEEDS, PPGEPS – Curitiba – PR – Brasil – osiris.canciglieri@pucpr.br

Resumen

La aplicación de *Lean* puede cambiar la forma en que las personas trabajan, y cuando la ergonomía / factores humanos no se observa adecuadamente, pueden ocurrir impactos negativos tanto en el bienestar humano de los trabajadores como en el sistema laboral en su conjunto. Así, este artículo tiene como objetivo presentar una propuesta para la integración de una forma de aplicación de *Lean* con Ergonomía/Factores Humanos, desde una perspectiva macroergonómica, específicamente a través de un modelo que integra el método DMAIC con AMT. Para ello, se llevó a cabo como una investigación aplicada con un objetivo exploratorio. Esta investigación siguió 3 etapas: i) Revisión de la literatura; ii) Integración de los Métodos DMAIC y AMT; y iii) Caso experimental siguiendo la estructura propuesta. El modelo desarrollado se basó en el uso de *Lean*, a través de DMAIC, y Ergonomía, a través de AMT. Al final, el método propuesto en un hospital universitario se aplicó en el sector de limpieza del quirófano, con avances en varios aspectos. Se recomienda continuar con los estudios e intervenciones que involucran ambos enfoques para mejorar la eficiencia y eficacia en las organizaciones de servicios, tal como fue el caso del sistema de salud donde se aplicó el modelo propuesto.

Palabras clave: *Lean Thinking*; Factores Humanos; DMAIC; AMT.

1. Introducción

La Ingeniería de Producción es un área que trabaja para mejorar los procesos, aportando mayor eficiencia al sistema y menores costos, y puede contribuir al área de la salud. De acuerdo con la definición de ABEPRO (Asociación Brasileña de Ingeniería de Producción) "La Ingeniería de Producción es responsable por el diseño, implementación, operación, mejora y mantenimiento de sistemas integrados de producción de bienes y servicios, involucrando hombres, materiales, tecnología, información y energía". Las herramientas utilizadas para la mejora de procesos se distribuyen en las diversas áreas de su competencia, como la gestión de los recursos financieros, humanos y materiales, así como en la asociación de técnicas de gestión, conocimientos de ingeniería y fundamentos de economía

(BATALHA, 2008).

Entre las diversas herramientas, filosofías y metodologías de mejora, *Lean* se destaca como una filosofía que se puede aplicar en varias áreas con el objetivo de reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia del sistema. *Lean Manufacturing* surgió del Sistema de Producción de Toyota (TPS), también conocido como *Just-in-time* (JIT), y fue creado por Taiichi Ohno en 1945, quien afirma que la base del TPS es la eliminación absoluta de desperdicios y *Just-in-time* significa que, en un proceso de flujo, las piezas correctas necesarias para el ensamblaje llegan a la línea de ensamblaje cuando se necesitan y solo en la cantidad necesaria. A partir de esta filosofía, Womack y Jones (1996) profundizaron en el conocimiento de la *filosofía Lean* y describen el *Lean Thinking* como una estrategia de gestión de procesos en áreas industriales y no industriales, siendo una forma universal de mejora de sistemas.

Lean aborda varias herramientas para el análisis y la mejora de procesos. Una de las herramientas utilizadas dentro de esta filosofía, que tiene como objetivo mejorar el proceso a través de pasos y resolver problemas dispuestos de forma cíclica y continua, es DMAIC (*Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar*). De acuerdo con Garbuio (2010), DMAIC se ha adoptado ampliamente dentro de los proyectos *Lean Six Sigma* porque es un método que utiliza procesos simplificados con la capacidad de producir mejoras de alta calidad.

Según Womack y Jones (1996), "*Lean* cambia la forma en que las personas trabajan, pero no siempre de la manera que imaginamos, y los trabajadores pueden encontrar el trabajo mucho más estimulante, pero al mismo tiempo encontrar sus tareas más estresantes". Esto se debe a que la *filosofía Lean* no contempla completamente la visión de la Ergonomía/Factores Humanos (EFH) aplicada a los trabajadores involucrados en el proceso.

Según Iida (1997), el estado de estrés prolongado comienza a influir en el rendimiento laboral, reduciendo la productividad y la calidad, y también puede aumentar los riesgos de accidentes, ausentismo y rotación de trabajadores. En este contexto, los Factores Humanos que incorporan el entorno, el lugar de trabajo, la organización del trabajo y el contenido del trabajo, aportan una visión global del proceso y del individuo con el fin de optimizar el sistema de trabajo en su conjunto (GUIMARÃES, 2002).

La ergonomía es la ciencia que estudia dichos factores (los Factores Humanos) y, según la IEA (*International Ergonomics Association*) (2000), es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un

sistema, contribuyendo así al proyecto de evaluar el trabajo, las tareas, los productos, el entorno, con el objetivo de hacerlos compatibles con las habilidades, necesidades y limitaciones del ser humano. Ergonomía según ABERGO (2019), tiene 3 dominios de especialización, a saber: físico, cognitivo y organizacional. Aunque estos dominios se estudian por separado, deben ser considerados en una intervención ergonómica conjunta, tal como se presenta en Macroergonomía, propuesta por Hendrick (1990).

Un método que considera estos dominios juntos como una de sus premisas es el Análisis Macroergonómico del Trabajo (TMA), propuesto por Guimarães (2002), basado en el sistema sociotécnico, en un enfoque participativo. AMT tiene como objetivo identificar, monitorear y cambiar cualquier situación que comprometa la calidad de vida en el trabajo, que puede convertirse en un riesgo para la salud del trabajador y una fuente de reducción de la productividad.

Otra premisa del AMT es el enfoque participativo, que propone la participación de los trabajadores en todos los momentos del estudio. Según Nagamachi (1996), "si las personas de la organización participan en la toma de decisiones, son capaces de experimentar el uso de sus habilidades y juicio". Como resultado, este tipo de situación proporciona a las personas un sentido de responsabilidad y compromiso con la organización. Los estudios de Leite *et al.* (2019) y Poncini *et al.* (2019) señalan la importancia y efectividad de la participación de los trabajadores en la aplicación del AMT, presentando resultados más realistas respecto a la situación laboral.

1.1. Gol

Este estudio propone una forma de aplicar *Lean* y Factores Humanos a través de la integración de los métodos DMAIC y AMT, utilizando tanto la filosofía como las herramientas de Lean y ergonomía y, así, presentar la propuesta en un caso experimental práctico.

1.2. Método

Para cumplir con el objetivo propuesto se realizó como una investigación aplicada, de carácter cuantitativo y de carácter exploratorio (NASCIMENTO, 2016). La investigación siguió 3 etapas: i) Revisión de la literatura; ii) Integración de los Métodos DMAIC y AMT; y iii) Caso experimental siguiendo la estructura propuesta.

2. Desarrollo, Resultados y Discusión

2.1. Integración de Métodos

El estudio de las bases teóricas realizado en la primera etapa de esta investigación fue lo que llevó al desarrollo del modelo. Este modelo se basaba en el uso de *Lean*, con sus herramientas y filosofías, vinculadas a los estudios de los Factores Humanos, que considera los aspectos físicos, ambientales, cognitivos, organizacionales y sociales para la implementación de mejoras en el sistema de trabajo. Cabe destacar que no se encontró en la literatura una aplicación explícita de DMAIC junto con las herramientas de Factores Humanos. Por lo tanto, la presente investigación presenta medios de esta aplicación conjunta que representan una contribución al área de la Ingeniería de Producción y Ergonomía.

El modelo propuesto se dividió en 5 pasos que corresponden a los pasos del DMAIC. Asimismo, con el fin de complementar la integración de los dos métodos (AMT y DMAIC), se agregaron pasos y herramientas para cumplir con los estudios y pensamientos de *Lean* y Factores Humanos, como se muestra en el Gráfico 1.

En la etapa de "*definición*", el objetivo principal fue definir el alcance del proyecto. Para ello, el primer paso es identificar el problema u oportunidad de mejora. A continuación, se debe realizar el levantamiento de información y análisis de la historia de la problemática que viene enfrentando la empresa, el cual es coherente con la Fase 1 del AMT hasta la etapa de Relevamiento de Demandas, buscando evidencias que justifiquen la realización de la investigación. Sin embargo, AMT tiene la Fase 0, que es el lanzamiento del proyecto y por lo tanto se incorporará antes de la Fase 1 con el fin de obtener la integración completa de AMT con DMAIC.

En la etapa de "*medición*", el objetivo es comprender los procesos y su rendimiento. Así, se deben analizar los datos existentes, verificando su fiabilidad y, definiendo entre las alternativas de recogida de nuevos datos o utilizando los datos existentes, si son fiables y si retratan la realidad de la empresa, lo que se traduce en el mismo objetivo que el resto de la Fase 1 del AMT, es decir, la priorización. Al final de esta etapa del DMAIC, se deben definir los problemas encontrados en la etapa anterior, de manera que puedan profundizarse en las etapas posteriores.

La fase de "*análisis*" es la más importante del método, ya que es en esta fase cuando se identifican las causas fundamentales del problema. Así como la Fase 2 del AMT (Diagnóstico), analizar las variables que generan pérdidas de tiempo y riesgos ergonómicos y, en base a ellas, definir cuáles de ellas serían causas fundamentales para la investigación. Las causas raíz son las causas raíz consideradas prioritarias y que forman parte del alcance del proyecto, una vez

definidas pasan a las siguientes etapas del DMAIC.

El paso de "*mejora*" se centra en comprender completamente las causas identificadas en el paso de "*análisis*" con el fin de controlar o eliminar esas causas con el fin de lograr un mejor rendimiento optimizado. En esta etapa se proponen posibles soluciones (Fase 3 del AMT) y la elaboración o diseño (Fase 4 del AMT) de estas soluciones junto con el cuadro de costos y requerimientos.

La última etapa, "*control*", responsable de la documentación y seguimiento también cumple con la Fase 5 del AMT, que busca analizar las modificaciones propuestas y realizar los cambios finales.

Tabla 1: Modelo propuesto de integración de DMAIC con AMT

Método DMAIC	Método AMT	Herramientas/Procedimientos	Gol
<i>Establecer</i>	Identificación de la demanda y el contexto	Entrevistas	Definir el alcance del proyecto y el contexto en el que se le da
	AMT Fase 0: Lanzamiento	Reunión	Presentar los pasos y objetivos de las etapas DMAIC y AMT
	AMT Fase 1: Encuesta de Demanda	Entrevistas	Identificar los elementos positivos y negativos del trabajo
<i>Medir</i>	Fase 1 de AMT: Priorización	Aplicación del cuestionario ABCORE (AMT)	Identificar los elementos de demanda macroergonómicos
		Análisis estadístico	Evalúe la fiabilidad, estabilidad y coherencia de los datos.
		Análisis de gráficos (AMT)	Interpretar los elementos de demanda prioritarios
	Mapeo de procesos	Modelado BPMN	Presentar un diagrama de interacciones entre sistemas
	Evaluación de procesos críticos	Observación directa	Analizar los procesos y sus modos de funcionamiento
<i>Analizar</i>	AMT Fase 2: Diagnóstico	Aplicación del cuestionario de riesgos (AMT)	Analice los posibles riesgos ergonómicos
		Aplicación de la lista de verificación de Couto	
		Análisis de iluminación y ruido	Medir la intensidad de la luz, la intensidad del sonido y la frecuencia del sonido
		Análisis de temperatura	Mida la temperatura, la humedad y calcule la temperatura relativa
		Análisis de factores bioquímicos	Identificar los EPP, si procede, en relación con los agentes bioquímicos.
		RULA	Evaluar la postura adoptada durante el trabajo
		NIOSH	Evalúe el costo ergonómico

		Análisis antropométrico	Comparar las dimensiones corporales del trabajador con el entorno laboral
		Entrevista sobre la organización del trabajo	Responder preguntas sobre la interacción del sistema con el ser humano
		Análisis de Procesos de Trabajo (APT)	Análisis de las tareas que aportan valor durante el trabajo
		Flujo de comunicación	Analizar el flujo de comunicación entre los involucrados en el proceso.
Método DMAIC	Método AMT	Herramientas/Procedimientos	Gol
	Análisis estadístico	Análisis de conglomerados de variables	Identificar características comunes entre individuos y variables con el fin de crear clústeres de clústeres por afinidad
	Análisis de Causa Raíz	Lluvia de ideas	Discutir ideas sobre las causas de los problemas
		5 porqués	Estratificar las causas raíz
<i>Mejorar</i>	Análisis de posibles soluciones (AMT Fase 3)	Ishikawa	Proponer posibles soluciones
		Lluvia de ideas	
		Matriz de Correlación de Problemas y Soluciones	Realizar la correlación entre posibles soluciones y problemas
	AMT Fase 4: Diseño	Descripción de las propuestas	Presentar los detalles de las soluciones propuestas y sus beneficios.
	Planeación de la implementación	Tabla de costos y requisitos	Presentar los requisitos y valores necesarios para la implementación de las propuestas
	Validación de propuestas	Reunión	Presentar y aprobar propuestas de soluciones para su implementación
Propuesta de fases futuras	5W1H	Presentar en forma de plan de acción la continuidad del proyecto	

Fuente: Los autores, 2023.

2.2 Caso experimental

El presente estudio de caso experimental siguió el modelo propuesto y fue realizado en un Hospital Universitario de Curitiba con atención 100% pública vinculada al SUS, pero su gestión es realizada por un grupo filantrópico. Este hospital es referencia en la atención de traumatologías, urgencias y urgencias quirúrgicas en la ciudad de Curitiba y en la Región Metropolitana. Los principales sectores de este hospital son: Sala de Emergencias, UCI (Unidad de Cuidados Intensivos), Centro Quirúrgico, hospitalización y laboratorios. Todos estos sectores trabajan en conjunto para ofrecer la mejor atención a los pacientes y de forma humanizada.

Uno de los factores básicos para un servicio de calidad es la limpieza de los lugares de servicio. La limpieza y desinfección de superficies son elementos que convergen en la sensación de bienestar, seguridad y confort de pacientes, profesionales y familiares en los servicios de salud. También contribuyen al control de las infecciones asociadas a la atención sanitaria, al

garantizar un entorno con superficies limpias, con reducción del número de microorganismos, y adecuado para el desarrollo de las actividades desarrolladas en estos servicios.

Para ello, el equipo de higiene del hospital juega un papel importante en la prevención de infecciones relacionadas con la asistencia sanitaria, y es fundamental mejorar el uso de técnicas eficaces que favorezcan la limpieza y desinfección de las superficies adecuadas. El equipo hospitalario objeto de estudio cuenta con un total de 15 profesionales divididos en dos turnos intercalados (mañana y noche). Los sectores que tienen mayor demanda de los profesionales de la limpieza son el Centro Quirúrgico (CC) y la Sala de Urgencias (ER) porque trabajan de manera ininterrumpida y con un alto flujo de atención. Debido a esto, se analizaron los procesos de trabajo del equipo de limpieza para identificar oportunidades de mejora y proponer soluciones a dichas oportunidades.

2.2.1 *Establece*

Con el fin de identificar las demandas y extraer el contexto de este sistema, se analizaron las tasas de ausentismo y *rotación* del equipo de limpieza del hospital y la tasa de infección, también llamada tasa de IRAS (Infecciones Asociadas a la Atención Sanitaria), donde el hospital proporcionó datos para el período de enero de 2015 a agosto de 2019.

Al analizar la Tabla 1, se puede observar que los índices de ausentismo y *rotación* de los empleados de limpieza son altos, lo que puede comprometer el trabajo del equipo, teniendo en cuenta que hay un total de 15 personas en el sector.

Tabla 1: *Rotación* hospitalaria y tasa de absentismo (personal de limpieza)

Mes	Volumen de negocios (personas/mes)	Absentismo (personas/mes)	Total (personas/mes)
Enero	2,40	4,20	6,60
Febrero	3,70	3,80	7,50
Marzo	1,20	2,10	3,30
Abril	4,80	2,10	6,90
Mayo	1,20	2,00	3,20
Junio	1,20	2,70	3,90
Julio	5,00	2,01	7,01
Agosto	3,03	2,11	5,14

Fuente: Adaptado de HUC, 2019.

En cuanto a la IRAS, esta tasa se calcula por el número de episodios de infecciones

hospitalarias en el período/salidas totales (altas, muertes, traslados), se pudo inferir que la tasa es inestable y hubo un aumento relativo en comparación con el mes anterior en la gran mayoría de los meses. Estos datos enfatizan la importancia del proceso de limpieza y del equipo de limpieza del hospital, que está directamente relacionado con el control de infecciones, que es un factor crítico de éxito en la prestación de servicios hospitalarios.

Tras analizar los datos históricos de los indicadores puestos a disposición por el hospital, se puede definir como una oportunidad de mejora la propuesta de una solución que optimice los procesos de limpieza realizados por el equipo de limpieza, con el fin de garantizar cada vez más un entorno más limpio para los pacientes. Con el fin de obtener una mayor asertividad y agilidad: se propuso trabajar solo con el equipo de limpieza del centro quirúrgico (SC) en un primer momento.

Para comprender mejor la organización del trabajo de higiene y la percepción de los demás departamentos involucrados, se realizó una entrevista con la convicción y supervisión del CC y con la empresa tercerizada que gestiona la limpieza del hospital.

Las entrevistas se realizaron de forma individual y, para cada entrevistado, se preguntó a los entrevistados sobre la relación entre los departamentos y el equipo de limpieza. La información obtenida de estas entrevistas se complementa con los datos analizados para buscar los principales problemas, aún preliminares, relacionados con el proceso de limpieza.

Al final, las cuestiones que se plantearon fueron: i) retraso en la limpieza de los ambientes en el momento del cambio de turno; ii) no se cumple el trabajo prescrito; iii) el personal médico se contamina al ingresar a una habitación no estéril porque no tiene la información; iv) baja calidad de la limpieza, y; v) Falta de mano de obra. Estos problemas se trataron como preliminares y deben ser investigados y comprobados en las próximas fases.

Tras la Fase 0 del AMT (Lanzamiento del proyecto), se realizó un relevamiento inicial de los problemas y se definió por los IDEs (Índices de Demanda Ergonómica) de forma directa, a través de entrevistas con empleados del sector, e indirectamente, a través de la percepción del investigador y especialistas. La observación directa se utiliza en tres etapas, con base en el Diseño Macroergonómico definido por Fogliatto y Guimarães (1999).

Para la recolección inicial de datos, se realizaron entrevistas grabadas a 6 empleados. La grabación fue autorizada por todos los participantes y no fueron identificados. A continuación, se analizaron las declaraciones y se enumeraron los puntos positivos y negativos mencionados por los entrevistados. El orden de mención de cada ítem es utilizado como peso de importancia

por el recíproco de la posición respectiva (FOGLIATTO; GUIMARÃES, 1999). Así, la regla de priorización valora los primeros ítems mencionados, donde se pudo observar que los 4 ítems más importantes fueron la satisfacción laboral, la necesidad de subir y bajar escaleras, la relación con los médicos y la rotación en las asignaciones de tareas. Las otras preguntas son menos relevantes en comparación con las primeras, pero todos los ítems deben ser tenidos en cuenta para la elaboración de los cuestionarios.

La encuesta indirecta fue realizada por los investigadores a través de visitas en períodos alternos, considerando turnos y escalas, posibilitando el análisis e identificación de problemas relacionados con las condiciones del entorno, el lugar de trabajo, la organización del trabajo y aspectos generales de la empresa.

2.2.2 Medición

Esta etapa se divide entre la Fase 1 del AMT (Aplicación de cuestionarios y priorización), el mapeo de los procesos involucrados y la evaluación de los procesos críticos. A partir de los resultados de los análisis directos e indirectos de la investigadora, se elaboraron 3 cuestionarios. El primer cuestionario se entrega en una escala de satisfacción, basada en los constructos de ABCORE (Environment, Biomechanical, Cognitive, Organizational and Company) propuestos por Guimarães (2000) con un total de 50 preguntas. El segundo cuestionario se basa en el modelo propuesto por Guimarães (2000) adaptado del *Body Part Discomfort* (BPD) de Wilson y Corlett (1995), que busca analizar con más detalle el malestar y el dolor (Riesgos) de los empleados, teniendo en cuenta las diferentes edades y características antropométricas. Finalmente, el tercer cuestionario, realizado a partir del primer cuestionario, se da en una escala de importancia para las preguntas relacionadas con los constructos Medio Ambiente, Estación de Trabajo (Biomecánica) y Empresa. En general, mientras que las entrevistas generan datos cualitativos, los cuestionarios generan datos cuantitativos porque tienen una escala continua de 15 cm para los cuestionarios de satisfacción e importancia y de 8 cm para el cuestionario de Corlett.

La aplicación se realizó en tríos, parejas o individualmente, dependiendo de la disponibilidad de los colaboradores. Los cuestionarios se aplicaron a la población de 15 personas durante un período de 15 días y se tabularon los datos de las respuestas. Para evaluar la confiabilidad y estabilidad de los datos, ya que se responden de manera individual y por medición no escalonada, se realizó el estudio de agrupamiento por observaciones, coeficiente

Alfa de Cronbach y análisis estadístico descriptivo. Con los resultados se verifica la estabilidad y fiabilidad en los análisis en todas las preguntas.

Para el análisis de los cuestionarios se calculó el grado de priorización de cada uno de los requisitos, a partir de la satisfacción e importancia de cada ítem de los cuestionarios. Este indicador se generó a partir de la Ecuación 1, donde la priorización considera la discrepancia entre la evaluación de importancia y la satisfacción de cada ítem del cuestionario.

Ecuación 1: Grado de priorización

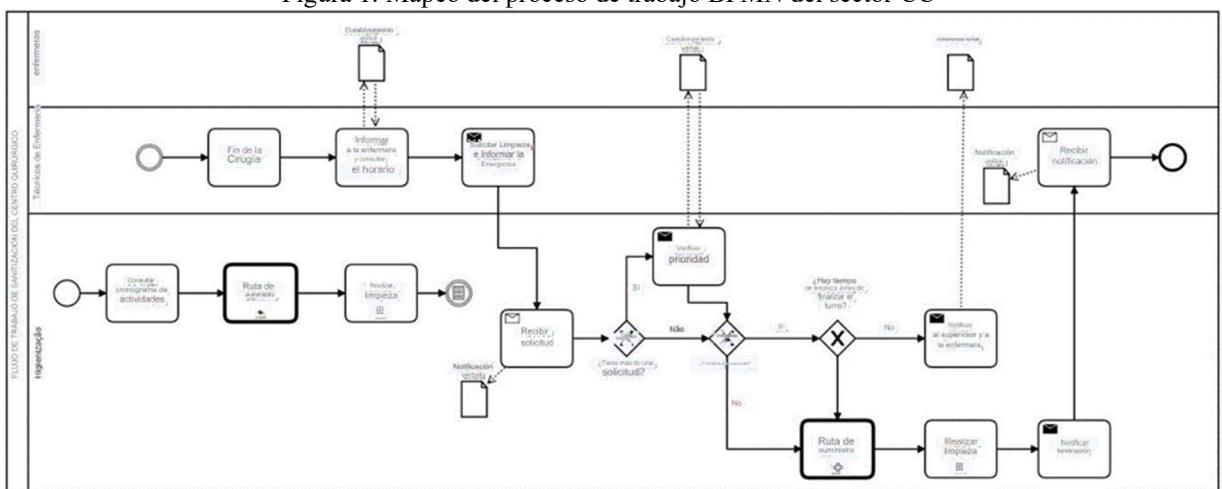
$$\text{Priorización} = \frac{((15 - \text{Satisfacción}) * \text{importancia})}{15}$$

Fuente: Guimarães *et al.*, 2000.

Para complementar el análisis de la priorización de cada requisito, se identificaron puntos críticos, que corresponden a ítems por encima de 7,5 en la escala de importancia, y por debajo de 7,5 en la escala de satisfacción. Así, las preguntas consideradas más importantes, pero con baja satisfacción para los encuestados, se relacionaron con el ámbito laboral, seguidas de las preguntas relacionadas con la empresa. Se observa que para el CS, las preguntas que involucran factores físicos (puesto de trabajo) (10,8) presentaron mayor insatisfacción.

Después de analizar los gráficos, y con el fin de comprender el flujo de proceso del equipo de limpieza, se mapeó el flujo de trabajo a partir de entrevistas con los empleados, análisis del trabajo prescrito y observaciones directas realizadas por el investigador. La figura 1 muestra el flujo de trabajo del equipo de limpieza en el sector CC.

Figura 1: Mapeo del proceso de trabajo BPMN del sector CC



Fuente: Elaboración propia, 2020.

El centro quirúrgico tiene un cronograma de tareas para el equipo de limpieza, pero no

hay priorización de ambientes ya que el volumen de ocurrencias y salas para la limpieza es alto. Una peculiaridad del sector es que para algunos tipos de cirugía, aquellas que tienen algún elemento contaminante, es necesario un proceso de limpieza más cuidadoso y exhaustivo, que puede llevar hasta cuatro veces el tiempo de una limpieza normal.

El hecho de que esta limpieza cuidadosa requiera mucho más tiempo para llevarla a cabo puede provocar retrasos en otras actividades y, si está cerca del final del turno actual, las habitaciones no se limpian y la responsabilidad se transfiere al siguiente equipo. Además, todas las solicitudes se realizan de forma totalmente oral, incluso cuando hay más de una demanda lo que lleva al equipo a acudir a la sala de enfermería para valorar la prioridad de las tareas.

2.2.3 Analizar

En la fase de *Análisis* es importante definir el porqué, dónde y cómo ocurren los problemas, llevándonos a los procesos que los generan. Con los análisis realizados en la etapa de *medición*, se logró plantear posibles problemas a investigar y analizar para determinar sus causas raíz.

En la Fase 2 del AMT (Diagnóstico), con el fin de estratificar las causas reales de cada requerimiento, se planificó la aplicación de protocolos y herramientas que detallan dichos problemas. En el gráfico 1 se presenta la lista de herramientas aplicadas para cada factor ABCORE.

Gráfico 2: Herramientas/procedimientos utilizados en el diagnóstico en cada constructo ABCORE

HERRAMIENTAS/PROCEDIMIENTOS	MEDIO AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de iluminación (LUX) • Análisis de ruido (frecuencia/ intensidad/ duración) • Temperatura (Temperatura/ Variación/ Humedad) • Análisis de factores bioquímicos • Lista de verificación de Couto
	BIOMECÁNICA	<ul style="list-style-type: none"> • NIOSH (Peso) • Análisis Antropométrico (Estático y Dinámico) • RULA • Cuestionario de Riesgos • Lista de verificación de Couto
	COGNITIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de verificación de Couto • Análisis de agrupación de variables • Flujo de comunicación
	ORGANIZATIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de Procesos de Trabajo (APT) • Flujo de comunicación • Entrevista • Lista de verificación de Couto
	RIESGOS	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de verificación de Couto

EMPRESA	<ul style="list-style-type: none"> • Pirámide de Maslow • Entrevistas
---------	---

Fuente: Elaboración propia, 2020.

La aplicación de estas herramientas ayudó en el detalle de los posibles problemas identificados, facilitando la propuesta de soluciones. Teniendo en cuenta los problemas identificados hasta el momento en los constructos ambientales, biomecánicos, cognitivos, organizacionales, de riesgo y de empresa, fue posible identificar riesgos de lesiones por esfuerzo repetitivo (RSI) y posibles trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) en el proceso de trabajo. Según Maeno *et Todos*. (2006), lo que explica la alta prevalencia de estos burnouts es principalmente el hecho de que la mayoría de las organizaciones se caracterizan por el establecimiento de metas y productividad, con el fin de aumentar la competitividad en el mercado, pero olvidan tener en cuenta a los trabajadores y sus límites físicos y psicosociales. Con estos objetivos, los trabajadores se ven obligados a adaptarse a las características organizativas de las empresas, lo que conlleva una alta demanda de movimientos repetitivos, ausencia e imposibilidad de descansos espontáneos, la necesidad de permanecer en ciertas posiciones inadecuadas durante mucho tiempo, tensión, estrés y otros factores directa o indirectamente ligados a la fisionomía y capacidad funcional del trabajador que contribuyen en gran medida a la existencia de RSI o WMSD (MAENO y cols., 2006).

En el análisis del ambiente se indica que la calidad del aire y la temperatura tienen mayor prioridad, en la investigación de este tipo de problemáticas, se identificó que existen problemas en la temperatura y la iluminación. Incluso si hay un sistema de ventilación en su lugar, es ineficaz, así como el diseño y la composición del sistema de iluminación.

El análisis biomecánico identificó una mayor priorización en cuanto al tamaño de los materiales, la postura y la calidad de las herramientas. Al analizar la actitud de los empleados en varias tareas, se presentó un mayor riesgo en las actividades: limpieza de la habitación infectada, limpieza del piso y separación de materiales. Con la APT, se identificó en el proceso de limpieza del suelo que el problema se produce en la torsión de la tela y en la sentadilla necesaria para dicha acción. En la limpieza de habitaciones infectadas, los

estiramientos que son necesarios, sumados al proceso de subir y bajar bancos y escaleras para limpiar el techo y las paredes, provoca un alto riesgo de RSI y WMSD, además de perder tiempo.

En el análisis cognitivo, considerando la aplicación del cuestionario y la lista de verificación de Couto, como resultado, se puede concluir que el trabajo del equipo de limpieza es agotador, estresante, repetitivo y monótono. Grandjean (1998) aborda el trabajo monótono en sus estudios como un estado mental complejo que presenta síntomas físicos y mentales, como letargo, fatiga, disminución del estado de vigilancia y aumento del tiempo de reactividad, contribuyendo así a una menor productividad. Según Iida (2005), el trabajo estresante interfiere con el rendimiento laboral. Guimarães (2002) también muestra que algunas circunstancias favorecen el estado de aburrimiento, como el trabajo repetitivo, asociado a un bajo nivel de dificultad y actividades prolongadas.

En la organización del trabajo, los ítems con mayor prioridad fueron el número de personas para realizar el trabajo, el horario y la rotación de tareas. Utilizando la herramienta APT, se evidenció una gran cantidad de tiempo dedicado a trabajos que no agregan valor a la función de limpieza, así como fallas de comunicación entre el equipo médico/de enfermería y el equipo de limpieza, lo que llevó a la percepción de los colaboradores sobre la falta de personas y la inadecuada rotación de tareas. Tareas como la limpieza en la parte superior de los armarios, el transporte de productos y equipos, o incluso la falta de equipos adecuados para llevar a cabo algunas tareas muestran la ineficacia del trabajo de limpieza frente a un exceso de trabajo irrelevante.

La comunicación de los equipos de limpieza con los demás departamentos en las horas punta se ve comprometida, ya que se identificaron hasta 4 demandas diferentes en un corto período de tiempo, lo que hace necesario que los empleados memoricen estas demandas. Las demandas no urgentes, como la limpieza de baños, la reposición de alcohol, papel y otras, también son cobradas varias veces por diferentes enfermeras/médicos, incluso después de que ya se hayan completado.

En el gráfico de la empresa, el cambio de sector se presentó como los ítems con mayor prioridad, seguido de la confianza en la empresa para resolver problemas y la remuneración relacionada con el trabajo. En una segunda aplicación de entrevistas para profundizar en estos temas, se identificó que la solicitud de cambio de sector se da en el servicio de urgencias y en algunos sectores de hospitalización. Este hecho se justifica por la relación de algunos empleados

de limpieza con médicos y enfermeras o incluso por el estrés generado en la sala de emergencias. La confianza en la empresa es muy baja porque, según los empleados, hay mucha demora o negligencia en la resolución de problemas. Tanto las cuestiones mencionadas como la remuneración añadida relacionada con el trabajo se relacionan con otras demandas, previamente presentadas por los constructos Entorno, Puesto de Trabajo y Organización del Trabajo, debido a que la insatisfacción generada por problemas en estos afecta directamente la percepción de la remuneración total relacionada con el sistema de trabajo, así como la falta de confianza en la empresa.

Es importante recalcar que el desgaste que proviene de los contenidos ambientales, biomecánicos, organizacionales, laborales, entre otros, porque son innecesarios, como esperas, retrabajos y transportes, generan costos y no agregan valor al sistema, y deben ser eliminados del proceso. De esta manera, se pudo enumerar que los principales problemas que se presentan con el equipo de limpieza son: i) iluminación inadecuada; ii) Altas temperaturas causando molestias térmicas; iii) el equipo actual no satisface la necesidad; iv) los equipos actuales presentan riesgos ergonómicos; v) ejecución de tareas que no agregan valor a la higiene; vi) retraso en la realización de las tareas de limpieza; vii) olvidarse de realizar tareas de limpieza; viii) reiteradas solicitudes de limpieza del mismo lugar, y; ix) los servicios prestados no cumplen con los criterios de calidad prescritos.

Con el fin de estratificar las causas raíz de los problemas, se llevó a cabo una lluvia de ideas seguida de la herramienta de los 5 porqués para cada constructo ABCORE. Por lo tanto, las causas fundamentales de los problemas son: i) no hay transferencias del gobierno federal para infraestructura; ii) se requieren procesos manuales para preparar el equipo; iii) características de equipamiento y mobiliario mal dimensionadas; iv) no hay un indicador de solicitud de limpieza de la habitación; v) no hay indicación de si la habitación está limpia o no; vi) hay una falta de estructura y hay áreas sin contacto que necesitan ser limpiadas; vii) el turno de 8 horas termina a las 17 horas; viii) Hay una mayor demanda de menos empleados.

Debido a la magnitud de la primera causa raíz y por no formar parte del alcance de este proyecto, este ítem se dejó indicado a la institución patrocinadora del hospital para posibles inversiones futuras.

2.2.4 Mejorar

A través de una lluvia de ideas, fue posible presentar soluciones que involucraban tres aspectos principales: información (I), adecuación ergonómica de las herramientas (E) y tiempo

de limpieza (T), y algunas soluciones pueden tener más de un aspecto. Las soluciones propuestas fueron: i) *kanban* para el transporte de información de habitaciones limpias o infectadas (I); ii) revisión de los horarios y horarios del equipo de limpieza (I/T); iii) adquisición de MOP industrial con cubo escurrido y cable extensible (E/T); iv) ajuste de la altura del gabinete en el DML (E); v) armario para almacenar los materiales de limpieza en la parte inferior del CC (E/T); vi) Cubrir la parte superior del vestuario del CC (E/T).

2.2.5 Control

Con las mejoras propuestas, se redujo el tiempo de ciclo en un 52,29%, se eliminaron 12 horas mensuales de actividades no agregadas y también se obtuvieron beneficios intangibles como la reducción y eliminación de actividades con riesgos ergonómicos, el equilibrio de la carga de trabajo y la agregación de la gestión visual. Se enfatizó que las mejoras propuestas contribuyen económicamente al hospital, tanto en la eficiencia de los procesos como en la mejora de las condiciones de trabajo y salud de los empleados de limpieza, ya que la ganancia en tiempo de limpieza impacta a todos los interesados, y por lo tanto, con la agilidad en la liberación de un ambiente infectado, se pueden realizar más servicios, y también corrobora la mitigación de casos de infecciones hospitalarias (IRAS) y otras enfermedades. Todos los procesos modificados han sido documentados por el departamento de calidad del hospital, pero aún no se han podido obtener nuevos datos sobre *rotación*, absentismo e IRAS para compararlos con los datos anteriores.

3. Conclusión

Con esta investigación se propuso un modelo que integra *Lean* con factores Ergonómicos/humanos, a través de DMAIC y AMT, respectivamente. Este modelo considera *Lean*, con sus herramientas y filosofías, vinculadas a los estudios de los Factores Humanos, que considera aspectos físicos, ambientales, cognitivos, organizacionales y sociales para la implementación de mejoras en el sistema de trabajo. Este modelo se aplicó en un estudio experimental en un hospital, lo que ayudó al desarrollo de un proceso más efectivo, con menor tiempo de ciclo, menos desperdicio y mejores condiciones de trabajo para los involucrados. Se recomienda continuar con los estudios e intervenciones que involucran ambos enfoques para mejorar la eficiencia y la eficacia de las empresas, también en el área de servicios y, especialmente, en las empresas del área hospitalaria.

GRACIAS

Los autores agradecen especialmente el apoyo de la Pontificia Universidad Católica de Paraná (PUCPR) - Escuela Politécnica - Programa de Posgrado en Ingeniería de Producción y Sistemas (PPGEPS).

4. Referencias

- 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, Pontificia 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, Ottawa. **Proceedings Ottawa: 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.; CANGIOLIERI 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://bvsm.s.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 CANGIOLIERI 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