

DISEÑO DE MEJORA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COOPERRECIBLU IMPLEMENTANDO HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS Y DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Yazmín María Vásquez Jiménez – yazmin.vj05@gmail.com

Departamento de Engenharia de Produção e Design – FURB Universidade Regional de Blumenau
Rua São Paulo, 3250 - 89030-000 - Blumenau - SC

Joel Dias da Silva – joels@furb.br

Departamento de Engenharia de Produção e Design – FURB Universidade Regional de Blumenau

Carina Henkels – chenkels@furb.br

Departamento de Engenharia de Produção e Design – FURB Universidade Regional de Blumenau

Resumo: Este trabajo trata sobre el rediseño del proceso de selección de residuos sólidos llevado a cabo en la Cooperativa de los Trabajadores Recolectores de Materiales Reciclables de Blumenau, en Santa Catarina, Brasil, con el objetivo de lograr un incremento en el volumen de material aprovechado para ser reciclado, mediante un análisis de la situación actual de acuerdo con el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Se identifica que aproximadamente más del 50% del material recibido mensualmente en la cooperativa, no cumple con las características para ser reciclado, además se identifican otros problemas de operación tales como cuellos de botella en el proceso, cargas de trabajo desiguales y actividades que no generan valor a las operaciones, y que inciden en el porcentaje de utilización de los recursos, el cual para varios de los recursos no alcanza el 85% establecido como objetivo. Parte de las soluciones propuestas son: el rediseño del proceso de selección y de prensado de los materiales que considera la adquisición de nuevos equipos con los cuales se espera lograr un mejor balance de las operaciones, una reducción del Takt time del 9,99%, y abastecer una demanda 10% mayor a la provista actualmente, para obtener un incremento de las utilidades del 12,5% mensuales.

Palabras clave: Residuos sólidos, selección de residuos, análisis de situación, rediseño de proceso, PHVA



IMPROVEMENT PROJECT FOR WASTES SORTING PROCESS IN COOPERRECIBLU BY IMPLEMENTING METHOD ENGINEERING TOOLS AND LEAN MANUFACTURING

Abstract: This paper is about the redesign of the wastes sorting process carried out at Cooperative of Collectors of Recyclable Materials of Blumenau, Santa Catarina, Brazil, with the aim of achieving the volume increase of material used to be recycled, through the current situation analysis according to PHVA cycle (Plan, Do, Verify, Act) for his acronym in Spanish. It was identified that approximately 50% of the material received monthly at the cooperative, does not have the characteristics to be recycled. In addition, were identified other operational problems such as bottlenecks in the process, designated workloads and activities that do not value to the process, that affects the use percentage of the resources, which for several of them does not reach the 85% established as a target. The solutions proposed are: process redesign of selection and pressing operations of materials, this considers the acquisition of new equipment with which it is expected to achieve a better balance of operations, the takt time reduction in 9.99% and supply a demand 10% higher than the current demand, to obtain a profit increase of 12.5%

Keywords: Solid Wastes, situation analysis, process redesign, PDCA

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas para las actuales gestiones públicas es donde depositar la gran cantidad de residuos generados en un país donde la mayor parte de estos terminan dispuestos en los vertederos a cielo abierto. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Saneamiento Básico (PNSB) por sus siglas en portugués, realizada en el año 2017 por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) también por sus siglas en portugués, se estima que sólo el 22,6% de los municipios brasileños posee, de alguna forma, programas sociales para la disposición de los residuos sólidos (IBGE, 2017).

Por este motivo el municipio de Blumenau que cuenta con una población total aproximada de 309,011 habitantes, y 247,21 toneladas/día de residuos generados, mediante la Ley 12.305 del 2010, establece la Política Nacional de Residuos Sólidos (PNRS) que se suma al Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PMGIRS), con el fin de identificar áreas y posibilidades de trabajo para grupos socialmente excluidos como las brinda la creación de la Cooperativa de Recolectores de Materiales Reciclables de Blumenau COOPERRECIBLU; además estos programas tienen el objetivo de identificar mejores procedimientos operativos e indicadores de desempeño; para la recolección, transporte y asignación de los residuos (Blumenau, 2016).

Cabe mencionar que desde la implementación del programa se recogen aproximadamente 500 toneladas de material reciclable por mes (SAMAE, 2019). Sin embargo, después del proceso de selección solamente el 32,6% del total de material que arriba a la central es procesado y vendido, el 12,2% es vendido como material a granel a otras centrales de selección del municipio y el 55,2% restante corresponde a material no aprovechable que es enviado al relleno sanitario. En vista de lo anterior y con el aumento de la preocupación por las condiciones ambientales y sociales, surge como alternativa, la posibilidad de filiación asociativa y cooperativa con organizaciones que actúan en el sector, principalmente por medio de convenios o concesiones del poder público municipal, responsable de la recolección y destino de los desechos. Es así como La Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares de la Universidad Regional de Blumenau ITCP/FURB en busca de tratar estos problemas sociales implementa acciones alternativas desde la perspectiva de la Economía Solidaria (ES), buscando acompañar, capacitar y asesorar los emprendimientos que buscan una nueva forma de generar trabajo como es el caso de la COOPERRECIBLU.



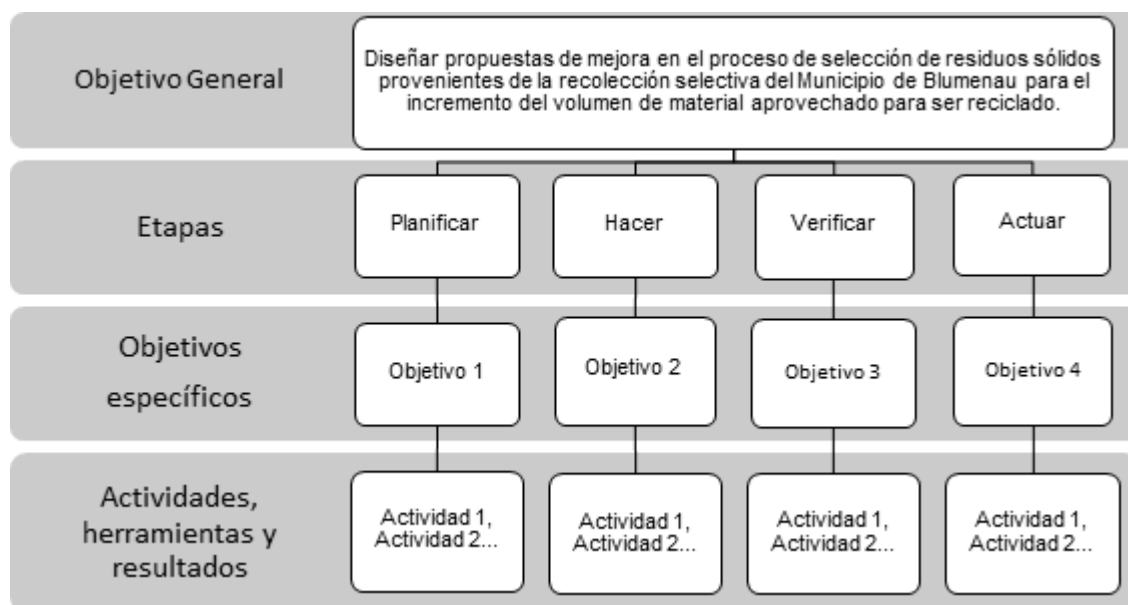
Según Lopes (2006), es importante resaltar también que el tema de la disposición de residuos sólidos es un asunto que va más allá que solo recolectar todo y luego llevarlo a un botadero, es necesario minimizar la generación de residuos sólidos, diseminar el consumo consciente en la población, desarrollar nuevas tecnologías de tratamiento y reaprovechamiento de cada material e incluir en estas alternativas a las personas que viven de esta actividad.

Por lo tanto, este trabajo surge de la inquietud de estudiar las dificultades a las que se enfrentan los trabajadores de esta cooperativa en el día a día y que desempeñan una labor de gran impacto en la sociedad; para así analizar el proceso de selección e identificar las posibles mejoras con el fin de optimar las condiciones de los trabajadores y a su vez optimizar el proceso de selección de residuos, logrando un aumento en el volumen del material recolectado.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para la realización del estudio se utiliza el modelo metodológico representado en la Figura 1, el cual inicia con un objetivo principal, cuyo alcance se compone de cuatro etapas primordiales de acuerdo con el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), estas etapas se encuentran asociadas a un objetivo específico que a su vez se asocia a diferentes actividades, herramientas y resultados que hacen posible su cumplimiento.

Figura 1. Modelo metodológico



Las secciones que conforman el modelo de la Figura No.1 se detallan una a una en el Cuadro 1 con sus respectivos objetivos, actividades, herramientas y resultados esperados. Aquí se puede observar que la etapa de planificación tiene como finalidad la comprensión de la situación actual de la cooperativa para así determinar la línea de acción del proyecto y delimitar el alcance por medio de herramientas como diagrama de flujo y análisis FODA. Posteriormente se ejecutan actividades como visitas técnicas y toma de tiempos del proceso que permiten elaborar mapas de flujo de valor, diagramas hombre-máquina y otros que hacen posible el cálculo de indicadores para determinar cuáles son las áreas más vulnerables que requieren de la toma de acción inmediata para mejorar su ejecución en beneficio de los trabajadores y sus intereses.



Cuadro 1. Cuadro metodológico, metodología PHVA.

Etapas	Objetivo	Actividades	Herramientas	Resultado Esperado
Planificar	Caracterizar el proceso de selección de residuos sólidos del Municipio de Blumenau para la comprensión de las tareas, actividades y variables críticas del proceso.	Reuniones periódicas con profesores supervisores y asesor industrial Visita técnica inicial a SAMAE Observación del área de trabajo y proceso de selección de los residuos.	Lluvia de ideas Diagrama de Gantt Diagrama de Flujo Análisis FODA	Delimitación del problema Definición de objetivos Determinación del alcance Determinación de la línea de acción del proyecto
Hacer	Medir el desempeño de las variables críticas identificadas en el proceso de selección de residuos sólidos para la identificación de oportunidades de mejora	Revisión de literatura. Trabajo de campo (medición de tiempos) Elaborar fundamentación teórica. Documentación Reuniones de equipo Visitas técnicas a la cooperativa Efectuar cálculos pertinentes Recolección de datos.	Cronómetro Mapeo del proceso (VSM) Diagrama de distribución de la planta Libros, revistas, artículos Diagramas hombre-máquina Diagrama de proceso de las operaciones	Oportunidades de mejora
Verificar	Analizar las oportunidades de mejora del proceso de selección de residuos para la identificación de las causas raíz asociadas	Visitas técnicas Análisis de Datos	Hoja programada de Excel	Determinación de causas raíz Beneficios por obtener a partir de las propuestas de mejora planteadas
Actuar	Elaborar un plan de implementación de las propuestas de mejora para garantizar una ejecución eficiente del proyecto.	Diseñar plan de implementación	Diagrama de Distribución en planta propuesto VSM futuro Técnica 5s	Plan de implementación



En la fase de verificación se llevan a cabo una serie de cálculos y procedimientos para dar una mejor visibilidad del impacto que tienen los hallazgos identificados en las etapas anteriores y de esta manera enfocar los esfuerzos ellos que resulten potencialmente más beneficiosos tanto para el proceso como para los ejecutores. En última instancia se llega a la fase donde se debe actuar, aquí se concreta un plan de implementación de las propuestas de solución identificadas para garantizar una efectiva ejecución de estas y alcanzar los beneficios planteados.

3. RESULTADOS

1. Rediseño operación de selección de residuos sólidos.

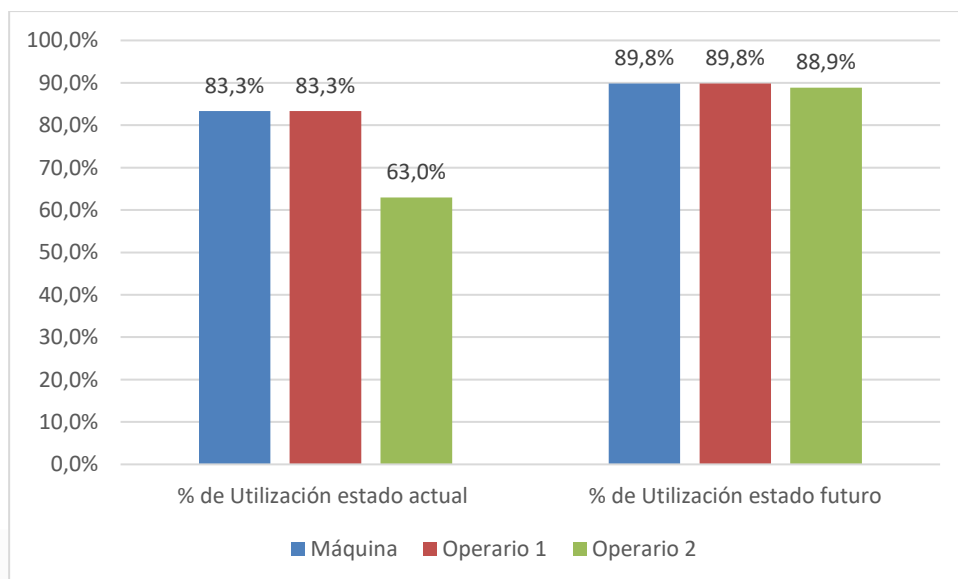
El Cuadro 2 muestra que para todos los recursos de la operación de selección de residuos sólidos al implementar las propuestas de mejora se espera un impacto positivo con respecto al tiempo de actividad de los recursos, pues todos presentaran un incremento de este, siendo el operario 2 quien presente el incremento mayor, específicamente del 29,2% con relación al estado actual.

Cuadro 2 - Comparación de tiempos de actividad entre estado actual y propuesto para los recursos en la operación de selección de residuos.

Recurso	Tiempo de actividad (min), Estado Actual	Tiempo de actividad (min), Estado Futuro	Aumento del Tiempo de actividad
Máquina	45	48,5	7,2%
Operario 1	45	48,5	7,2%
Operario 2	34	48	29,2%

En la Figura 2 se puede observar que para el proceso de selección de residuos sólidos para el estado futuro se espera un mejor balance en cuanto al porcentaje de utilización de los recursos el cual presenta además un aumento significativo.

Figura. 2 - Gráfico de barras para el porcentaje de utilización del estado presente y futuro de los recursos en la operación de selección de residuos.



En el Cuadro 3 se puede apreciar que para el estado futuro es esperado un incremento en las actividades ejecutadas del 21,21% y a su vez una reducción significativa en el desplazamiento del operario pasando de 240 metros recorridos a 131 metros, cabe mencionar que la distancia recorrida por el operario fue determinada por medio de la aplicación para dispositivos móviles StepApp que mide el número de pasos recorridos de acuerdo con parámetros estándar.

Cuadro 3 - Resumen de los beneficios obtenidos a partir del rediseño propuesto para la operación de selección de materiales reciclables.

	Estado actual	Estado Futuro	Beneficio obtenido
Número de actividades	26	33	aumento 21,21%
Desplazamiento	240	131	disminución 45,42%

2. Rediseño operación de prensado de residuos sólidos.

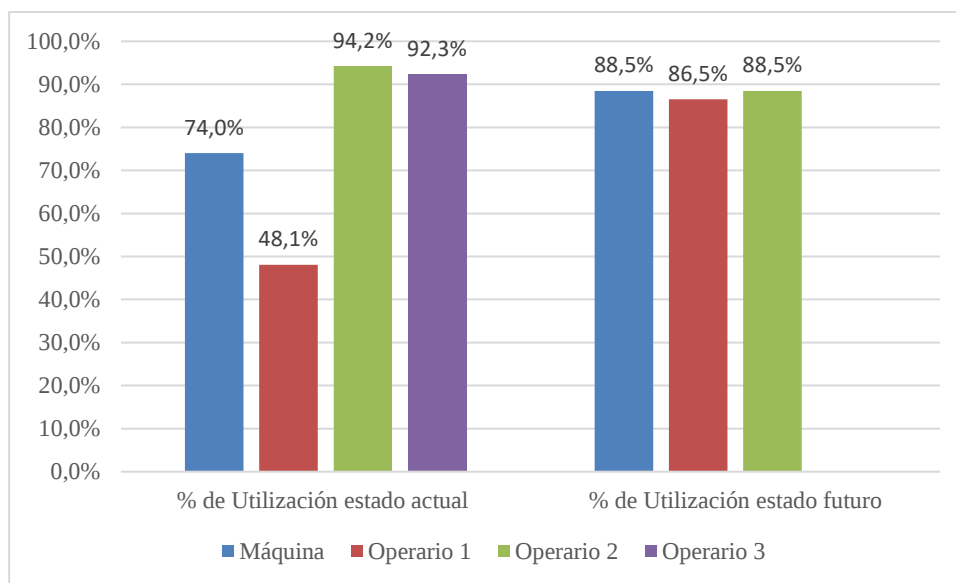
En el Cuadro 4 se puede observar que para la operación de prensado de materiales reciclables la mayoría de los recursos en el estado futuro presentará un aumento significativo en su tiempo de actividad a excepción del operario 2 que tendría una disminución del 6,1% en dicho tiempo, sin embargo, este recurso presentará un tiempo de actividad muy próximo al del operario 1, permitiendo así un mejor balance de las cargas de trabajo ya que para el estado actual las cargas estaban distribuidas de manera desigual tal y como se puede observar en la Figura 3. Además, para el estado futuro de esta operación será posible prescindir de uno de los recursos y continuar ejecutando las operaciones, con un impacto positivo en el tiempo de actividad de la máquina y el operario, pues estos aumentarán un 16,3% y un 44,4% respectivamente con relación al estado actual.

Cuadro 4 - Comparación de tiempos de actividad entre estado actual y propuesto para los recursos en la operación de prensado de residuos.

Recurso	Tiempo de actividad (min), Estado Actual	Tiempo de actividad (min), Estado Futuro	Aumento del Tiempo de actividad
Máquina	19,25	23	16,3%
Operario 1	12,5	22,5	44,4%
Operario 2	24,5	23	-6,1%
Operario 3	24	0	N/A



Figura 3 - Gráfico de barras para el porcentaje de utilización del estado presente y futuro de los recursos en la operación de prensado de residuos



En el Cuadro 5 se puede apreciar que es esperada una disminución de las actividades que no agregan valor del 55,36% y a su vez una reducción significativa en el desplazamiento del operario pasando de 1511,4 metros recorridos a 217,4 metros, lo cual representa una reducción del 85,61% en el desplazamiento con respecto al estado actual de la operación.

Cuadro No.5 - Resumen de los beneficios obtenidos a partir del rediseño de la operación de prensado en la selección de materiales

	Estado actual	Estado Futuro	Beneficio obtenido
Número de actividades	56	25	Disminución 55,36%
Desplazamiento	1511,4	217,4	Disminución 85,61%

3. Rediseño en el mapeo de flujo de valor.

En el Cuadro 6 se observa que a partir de las mejoras propuestas el Lead Time disminuirá en un 22,8% con respecto al estado actual y el Takt time un 9,99% pasando de 53,3 minutos por paca a 48 minutos con lo cual se espera también un aumento significativo en la productividad.



Cuadro 6 - Comparación entre estado actual y futuro del Lead Time y Takt Time

	Estado Actual	Estado Futuro	Tiempo Reducido
Lead Time	107,3 min	82,83 min	22,80%
Takt Time	53,3 min/fardo	48 min/fardo	9,99%

4. Impacto económico.

De acuerdo con datos proporcionados por la cooperativa las ventas mensuales promedio rondan los R\$75.000 de los cuales se obtiene una utilidad aproximada de R\$49.000, a partir de estos datos y con base en las soluciones propuestas donde se espera que las ventas alcancen los R\$83.000 mensuales para obtener una utilidad final de R\$55.349 tal y como se muestra en el estado de resultados del Cuadro 7, con dicha utilidad el proyecto estaría incrementando las ganancias mensuales en un 12,5% aproximadamente con respecto al estado actual.

Cuadro 7 Estado de Resultados

Estado de Resultados		
Ventas	R\$	83.000,00
Costos de ventas (-)	R\$	22.559,00
PIS (0,65%) (-)	R\$	539,50
COFINS (3%) (-)	R\$	2.490,00
Utilidad bruta	R\$	57.411,50
Gastos Administrativos (-)	R\$	850,00
Gastos operacionales (-)	R\$	496,00
Utilidad de Operación	R\$	56.065,50
Gastos por depreciación (-)	R\$	716,67
Utilidad neta antes de impuestos	R\$	55.348,83
Impuesto/renta (0%) (-)	R\$	-
Utilidad neta	R\$	55.348,83

4. CONSIDERACIONES FINALES

La operación de selección de los materiales fue identificada como la operación donde se presenta el cuello de botella del proceso productivo. Con la implementación de las soluciones de mejora en la gestión de la producción se espera lograr un mejor equilibrio de las cargas de trabajo de los operarios, de modo que el porcentaje de utilización para cada uno de los recursos alcance el 85%.

Para el proceso de selección se espera un aumento en la utilización del 29,2% del operario que se encarga de la disposición de los residuos, de un 7,2% para los operarios que laboran a lo largo de la banda transportadora, y también de un 7,2% para la utilización de la máquina. A partir del análisis económico que usa como criterio de decisión el VAN y el periodo de recuperación se concluye que las propuestas de solución son económicamente viables.



Al ser el proceso de selección de los residuos un proceso manual este representa el cuello de botella mayor en la operación, por lo que para futuros proyectos se recomienda enfocar los esfuerzos en la búsqueda de soluciones de mejora en esta etapa específica del proceso. Se recomienda estudiar la factibilidad de incluir un tercer turno en el proceso para aprovechar de una mejor manera la capacidad de los equipos adquiridos.

Para estudios futuros en la cooperativa se recomienda la implementación del método de las 5s con el fin de lograr un ambiente de calidad en el lugar de trabajo, fortaleciendo la motivación y cohesión grupal, para despertar un mayor interés y buena voluntad en el desempeño de las diversas tareas por parte de los trabajadores, y así promover la autodisciplina y responsabilidad lo cual contribuirá de manera positiva al crecimiento de la organización y también analizar alternativas para incrementar la recolección exclusiva de cartón, debido a que este es un material que se puede vender a un muy buen precio y que debido a sus características no necesita pasar por el proceso de selección a través de la banda transportadora, pues existe un subproceso de preselección donde este material es separada lo cual permite que el tiempo en la operación cuello de botella disminuya.

REFERÊNCIAS

Blumenau, S. B. (Junio de 2016). **Revisão do plano municipal de Saneamento**. Obtenido de <https://pmsbblumenau.files.wordpress.com/2016/02/1-pmsb-blumenau-volume-vi_produto-2_0516_r1.pdf> Acesso em 07 set. 2024

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos municípios brasileiros: Saneamento básico, Aspectos gerais da gestão da política**. Obtenido de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Web site: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101610.pdf?fbclid=IwAR0MlC4d3XYO2xwbMTESLQNzkVPxm5fkSFZVwUFA1ADVZHr9rfg57z1xy6I>>. Acesso em 07 set. 2024

Lopes, L. Gestion y Gerenciamiento Integrados de lo Residuos Sólidos Urbanos. Obtenido de Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-01102008-162337/pt-br.php>>. Acesso em 07 set. 2024

