



Improvement of the process of fixing the wiring socket on the instrument panel for motorcycles

Luiz Carlos Ferreira de Lima¹, Jandecy Cabral Leite², Roberto Tetsuo Fujiyama³

^{1,2}M.Sc., Departamento de Pesquisa, Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM).

(luiz105@yahoo.com.br)

²Dr., Departamento de Pesquisa, Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM).

(jandecy.cabral@itegam.org.br)

³Dr., Faculdade de Engenharia Mecânica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal do Pará (UFPA). (fujiyama@ufpa.br)

ABSTRACT

The use of Sockets for preparation of lamps, either for residential or industrial use, has been suffering a considerable change through the years their its physical model and in the raw material used for their manufacture, motivating the industries to search amodel of Socket in favor of a quality management and a continuous improvement. This article aims to analyze the manufacturing process of the instrument panel for two-wheeled vehicle (motorcycles), looking for improvements in the process of fixation of the wiring Socket in the inferior case of the instrument panel. The used method was the qualitative and quantitative, guided by the technique of case study in the production process of the assembly line of the instrument panel. The obtained results showed a reduction in the time of the process from 40 sec to 16 sec, representing an improvement of 24 sec in the indicator of the time, beyond a direct reduction in the production cost of the instrument panel, resulting in an annual financial gain of (USD 40.794,46) with a return of the invested capital in a period of seven months, and the improvement of the manufacturing process.

Keywords: Use of Socket, Physical model, Type of Raw Material, Manufacturing Process.

Mejora del proceso de fijación del Socket de cableado en el panel de instrumentos para motocicletas

RESUMEN

El uso de Sockets para acondicionamiento de lámparas ya sea para uso residencial o industrial, han venido sufriendo con el pasar de los años considerables cambios, ya sea en su formato físico o en la materia prima empleada en su fabricación, lo que ha motivado a las industrias a buscar un modelo de Socket en pro de una gestión de calidad y de una mejoría continua. Este artículo tiene por objetivo el análisis del proceso de fabricación del panel de instrumentos para vehículos de dos ruedas (Motocicletas), buscando mejorías en el proceso de fijación del Socket del cableado en la carcasa inferior del panel de instrumentos. El método utilizado fue el cualitativo y el cuantitativo, orientado por la técnica de estudio de caso en el proceso productivo de la línea de montaje del panel de instrumentos. Los resultados obtenidos mostraron una reducción del tiempo del proceso de 40 seg para 16 seg, representando una mejoría de 24 seg en el tiempo del indicador, además de una reducción directa en el costo de producción del panel de instrumentos, resultando en una ganancia financiera anual de 40.794,46 USD, con un retorno del capital invertido en un período de siete meses y la mejora del proceso de fabricación.

Palabras clave: Uso de Socket, Modelo Físico, Tipo de Materia Prima, Proceso de Fabricación.

I. INTRODUCCION

En el sector automotriz, por ejemplo, específicamente en los vehículos de dos ruedas, el uso de sockets para el

acondicionamiento de las bombillas requiere de una tecnología diferenciada, que atienda a las necesidades eléctricas y mecánicas exigidas para mantener la estabilidad y fijación de las lámparas

utilizadas en el sistema de iluminación y señalización, ya sea en los faros e intermitentes o en el panel de instrumentos de los vehículos automotores. La realización de actividades para mejorar la calidad y la eficiencia del proceso fabril, amplía la capacidad productiva de las empresas, lo que en las condiciones de competitividad, tiende a estimular los procesos en el sentido de la creación de valor con referencia al cliente, empresa (proceso) o toda la cadena productiva [1].

La presente investigación se justifica en la busca de un modelo de Socket para las lámparas, que venga a satisfacer la exigencia, ya sea del proceso o del diseño, lo que ha motivado a las industrias a adoptar diferentes metodologías, enfoques y herramientas que posibiliten implantar una gestión de calidad y programas para las mejoras continuas, buscando la oferta de productos con tecnología avanzada, relacionándolos con el aumento de la productividad y la reducción del costo en el precio final de su producto. Como contribución y relevancia en el proceso fueron identificadas las mejoras en el montaje de la fijación del Socket del panel de instrumentos y la reducción del costo del precio final del producto. Como innovación se presenta la mejora del modelo físico del Socket usado en lámparas utilizadas en la fabricación del polo de dos ruedas (motocicletas).

El empleo de elastómeros usados en la fabricación de los Sockets para lámparas del panel de instrumentos de vehículos de dos ruedas requiere algunas orientaciones, principalmente de las relacionadas con las normas internacionales de la ISO 14001, donde los resultados muestran que si los requisitos de la ISO 14001 se tornaran parte de las prácticas diarias de la organización, la estandarización del tratamiento de las cuestiones ambientales de la organización seguirá estando en un primer plano, y consecuentemente conducirá a un mejor desempeño ambiental de la organización[2]. Es necesario añadir que, según informaciones de la ABNT [3], una certificación es un conjunto de actividades desarrolladas por un organismo independiente de la relación comercial con el objetivo de certificar públicamente por escrito, que determinado producto, proceso o servicio está en conformidad con los requisitos especificados, esos requisitos pueden ser nacionales e internacionales. Por tanto, se entiende que el sector productivo requiere de una mayor atención en el ámbito organizacional, visto que “a administración da produção trata de la manera por la cual las organizaciones producen bienes y servicios [4].

Al investigar el proceso de una empresa fabricante de paneles de instrumentos, localizada en el Polo Industrial de Manaus (PIM), la cual es abastecedora de piezas para la Moto Honda de la Amazonia y la Yamaha de la Amazonia, fue observado que esta empresa presentaba en una de sus etapas de montaje, más específicamente en el montaje de los Sockets de las lámparas de señalización en las cavidades de la carcasa interna del panel de instrumentos, un alto grado de dificultad por parte del operador para la realización de su actividad, bien como, del uso de artificios empleados para la mejora de este proceso. Más de que resolver el problema, todo problema es una oportunidad de mejora [5].

Finalmente, la investigación se caracteriza con la siguiente formulación del problema identificado: *¿Cómo alterar el modelo físico del Socket para la adecuación del proceso de manufactura?*

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II.1 TECNOLOGÍAS EMPLEADAS

La demanda del mercado es un factor crítico en el ambiente de negocios en los días de hoy, competencias feroces en el mercado entre empresas de porte necesitan de estrategias flexibles para sus productos y procesos [6]. Por su parte, el concepto de simplicidad en una empresa está asociado con procesos y soluciones de tecnología, cuyas características y procedimientos son estrictamente necesarios para satisfacer las necesidades específicas de requisitos que son fáciles de implementar, mantener y utilizar, además de ser desarrollado dentro del cronograma [7]. Hay varias iniciativas que pueden ser puestas en práctica para intentar reducir los costos en una organización: reducirla fuerza de trabajo, tercerizar operaciones, optimización de procesos, entre otros [8].

La agilidad es un factor crítico de éxito para los fabricantes en un ambiente global volátil y exige que los funcionarios monitoreando su desempeño puedan reaccionar rápidamente a las turbulencias. Así, el suministro de informaciones completas sobre todos los niveles de jerarquía es necesario [9]. Debido a un mundo cada vez más globalizado, la fabricación industrial enfrenta constantemente concurrencia creciente en un ambiente altamente turbulento y volátil. Así, estructuras ágiles de la empresa son un factor crítico de éxito para los fabricantes [10]. Dentro de las tecnologías empleadas en la fabricación de equipos para vehículos de dos ruedas (Motocicletas), se destaca la fabricación del panel de instrumentos, lo cual comprende varias etapas, a saber: inyección plástica, impresión del mostrador, inserción automática de componentes, proceso de montaje final de las piezas y la prueba de inspección visual y funcional, conforme se muestra en la figura 1.

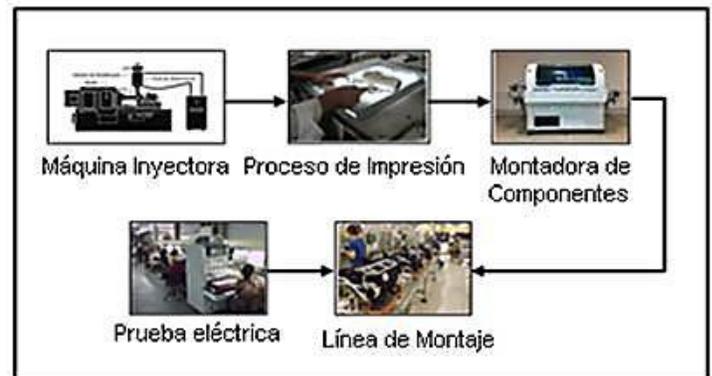


Figura 1. Etapas de montaje del panel de instrumentos. Fuente: Los autores, 2015.

II.2 INYECCIÓN PLÁSTICA

En el proceso de inyección plástica, los tipos de resinas empleados en la producción de piezas, están de acuerdo con la función que cada una irá a desempeñar en el conjunto panel de instrumentos. En la producción de la carcasa interna, la cual recibirá la fijación del socket, la resina empleada en este proceso es el Polipropileno blanco (PP), el cual ofrece buena resistencia al impacto, atóxico, baja absorción de humedad, buena estabilidad térmica, además de fácil maquinado. La industria de materiales plásticos es una de las industrias de mayor crecimiento del mundo

siendo clasificada como una de las industrias de billones de dólares [11]. Con la evolución de la industria petroquímica, los polímeros termoplásticos se destacan en función de la producción económica y la facilidad con que son procesados en la forma fundida. Este hecho se debe al proceso de transformación que consiste en calentar granos de polímeros hasta que la masa resultante adquiera suficiente viscosidad que permita su escurrimiento en las herramientas que darán forma al producto [12].

II.3 PROCESO DE IMPRESIÓN

La segunda etapa de fabricación del panel de la motocicleta comprende el proceso de impresión (*Print*) del mostrador de velocidades (*Speed*) y del mostrador de combustible (*Fuel*), donde se emplean tintas vinílicas por presentar alta resistencia a la intemperie, excelente adherencia aliada al alto brillo. Las propiedades de la tinta como dureza, resistencia a la absorción, resistencia a álcalis, retención del color, brillo, flexibilidad de la película y adhesión y adhesión, son gobernadas básicamente por la resina empleada en el proceso [13]. En el proceso de impresión del mostrador del velocímetro el número de etapas de pintura puede variar entre 9 e 13 veces, dependiendo del modelo a ser impreso.

II.4 INSERCIÓN AUTOMÁTICA DE COMPONENTES

El montaje en superficie posee dos tecnologías: la primera es el montaje de los componentes utilizando adhesivo (cola a base de resina de epóxido). En este proceso, el PCI pasa por el horno de refusión para curar el adhesivo antes de seguir para la máquina de soldadura por ondas (*wavesolder*). La otra tecnología es el montaje utilizando pasta de soldadura, en que los componentes son soldados por el derretimiento de la soldadura en el horno de refusión (*reflowsolder*) [14]. Las tecnologías utilizadas en los procesos en cuestión pueden ser evidenciadas en el proceso productivo de la empresa investigada, como se muestra en la figura 1.

II.5 LÍNEA DE MONTAJE

La fase de montaje del panel de instrumentos comprende el agrupamiento de las partes e piezas que compondrán el panel como un todo, es en esta fase que el producto (panel de instrumentos) tomará forma a través del proceso en línea. Este tipo de proceso es adecuado para producciones con características de alto volumen, realizadas por estaciones de trabajo conectadas unas a otras [15]. Cada una de las etapas antes citadas posee su grado de dificultad y complejidad, pero por el hecho de ser tema de este trabajo, a partir de ahora se la dará énfasis al proceso de montaje de la fijación del Socket en los orificios de la carcasa inferior del panel de instrumentos.

II.6 PROCESO DE FIJACIÓN DEL SOCKET

Monitoreando el proceso de fijación del cableado del *socket* se observó que este se subdividía en dos otros procesos, siendo el primero responsable por la preparación de la carcasa inferior, la cual recibiría la fijación del Socket. En este primer momento es realizada la aplicación de silicona líquida en los bordes de las cavidades de la carcasa inferior, lo cual tiene por objetivo aliviar la

fuerza de fricción que ocurre debido al contacto entre la pared de la carcasa y el Socket de la lámpara. Para la realización de este proceso el operador hace uso de una espátula con la punta cubierta por una esponja vegetal la cuales sumergida en un recipiente conteniendo silicona líquida, donde en seguida, es realizada la aplicación de la silicona en los bordes de los orificios de la carcasa como se muestra en la figura 2.

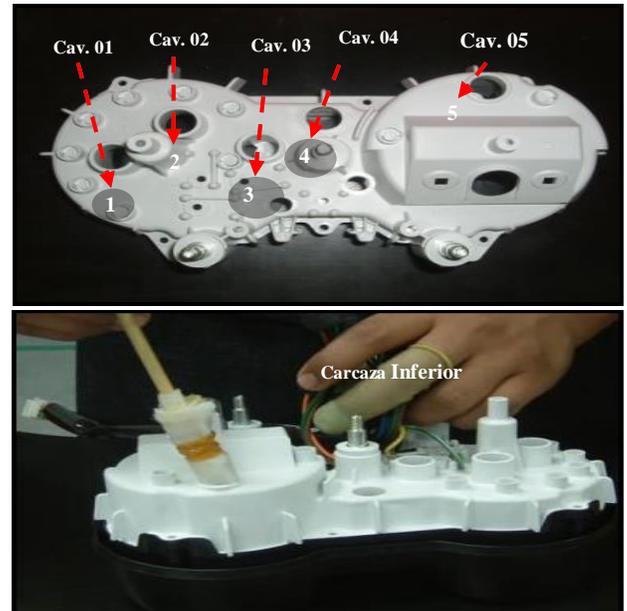


Figura 2. Fijación del Socket: a) Carcasa interna; b) Aplicación de Silicona. Fonte: Los autores, 2015.

La segunda etapa del proceso consiste en el montaje (encaje) de los *Sockets* en las cavidades de la carcasa inferior del panel de instrumentos, donde con la aplicación de la silicona en los bordes de los orificios de la carcasa, el operador hacía uso de una fuerza moderada para poder realizar el encaje del *Socket* en su debido lugar (orificio), como se muestra en la figura 3.

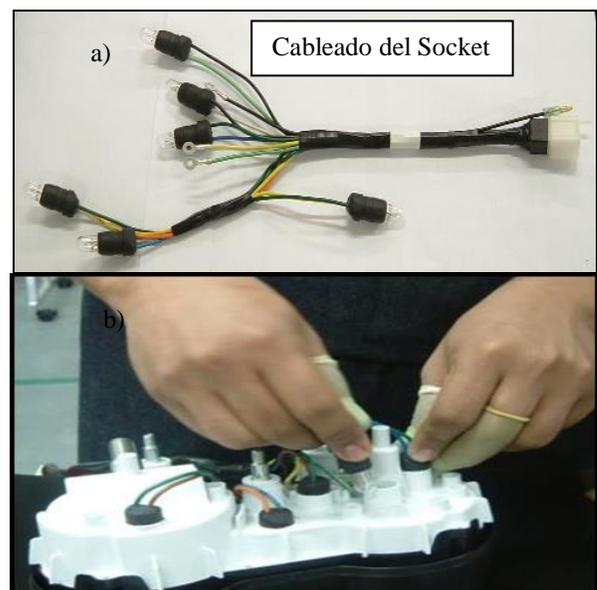


Figura 3. Fijación del cableado a) Cableado del socket; b) Proceso de fijación.

A pesar de los recursos empleados en la realización de este proceso, el apartamiento de funcionarios ocasionado por lesiones por esfuerzos repetitivos (LER) provenientes de su actividad diaria era inevitable, lo que de una forma u otra afectaba directamente en el desempeño de la línea de producción y por consiguiente, en el costo final del producto. Las enfermedades, particularmente aquellas desencadenadas o agravadas por el trabajo, son comúnmente tenidas como controlables por el trabajador. Es como si la enfermedad fuese de alguna forma, voluntaria y reveladora del individuo pasivo, que tiene que disculparse por estar enfermo [16].

En la busca de una solución para el problema, dos propuestas fueron evaluadas: la primera en la tentativa de aumentar el diámetro del orificio de la carcasa, lo que obviamente, aliviaría la fuerza de fricción proporcionando menor resistencia en el momento del encaje de los Sockets y un mayor confort para el operador. Después del estudio de esta propuesta se encontraron tres factores que impidieron su aplicación: la negativa por parte del centro de desarrollo e investigación de la matriz, el costo para el re trabajo del herramental de la pieza (carcasa), y la más agravante, por esta medida atender apenas al modelo en la línea de producción, no se aplica a los nuevos modelos.

La segunda propuesta sería desarrollar un nuevo modelo de Socket que pudiese ofrecerla misma aplicabilidad y funcionalidad, con diferencias apenas en lo concerniente a la no necesidad del uso de artificios (silicona) para facilitar su montaje, considerando no solamente el aspecto operacional y humano, sino también el *Cost Down* en el precio del producto final. Estas primicias hicieron que se siguiese el presupuesto teórico-metodológico de la historia oral y del análisis textual discursivo, buscándose obtener resultados satisfactorios que contemplasen los esfuerzos empleados en el atendimento a la solicitud de la empresa, en este caso, la mejora del proceso y la reducción de costo, el que nos remitió a la busca de informaciones vía trabajos descriptivos, libros publicados e Internet.

En el contexto mercadológico actual, se observa una constante exigencia por la innovación y la calidad, sin que las exigencias por un precio accesible sean menospreciadas. Teniéndose en consideración estas cuestiones la preocupación primordial del proyecto era desarrollar un modelo de *Socket* con el mejor costo beneficio posible, ya que las dimensiones y formato empleado en la construcción del producto en cuestión (*Socket*), no ofrecía estas condiciones, conforme se muestra en la figura 4.

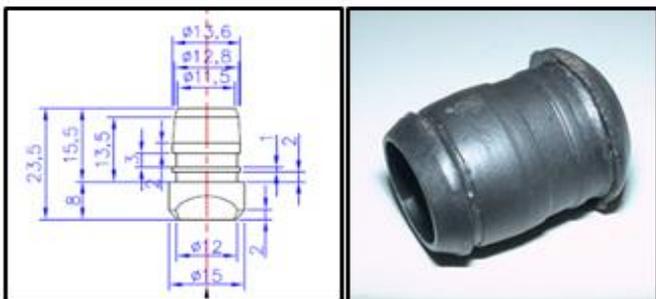


Figura 4. Croquis y foto de la pieza socket. Fonte: Los autores, 2015.

II.7 FASES DEL PROYECTO

Las gomas o elastómeros son materiales de gran importancia hoy en día, los cuales han alcanzado su espacio en diversas aplicaciones, donde una gran variedad de gomas con diferentes composiciones y propiedades se encuentran disponibles en el mercado. Según cuenta la historia, el primer contacto con la goma se produjo cuando los primeros europeos desembarcaron en la América del sur y encontraron a los lugareños jugando con la pelota hecha de un material bruto extraído de un árbol, que después de la eliminación de su cáscara, liberaba un líquido lechoso y pegajoso, que cuando se dejaba a la intemperie se convertía en una liga de goma.

La industria americana motivó a desarrollar un método de producción de cauchos sintéticos a gran escala, con la producción centrada principalmente en SBR (estireno-butadieno), base para la fabricación de neumáticos [17]. Este estudio científico en el área de las gomas sintéticas permitió el desarrollo de otros tipos de cauchos, tales como los Nitrílicos (NBR), a base de Neopreno, Silicona, Poliuretano, y Etileno propileno (EPDM, EPM), entre otros.

La goma de *etileno-propileno-dieno* Monómero (EPDM), pertenece al grupo general de las gomas de etileno-propileno, la cual comprende dos variedades: los copolímeros y los terpolímeros. La producción comercial del EPDM sólo fue posible después del surgimiento de catalizadores a base de Aluminio-Vanadio, utilizados en el proceso de polimerización. Las gomas de etileno-propileno -EPM y EPDM, se introdujeron en 1962 en los Estados Unidos, aunque la producción comercial solo comenzó en el año 1963. Los copolímeros se refieren generalmente como gomas o cauchos "EPM", en el que las letras "E" y "P" significan, respectivamente, etileno y propileno, mientras que la letra "M" significa que la goma tiene una cadena del tipo polimetileno.

EIPEM, también llamado EPR o APK es por tanto una goma obtenida por copolimerización del etileno y del propileno. Tiene alto peso molecular, es amorfa y saturada y, por ser saturada, sólo puede ser vulcanizada con peróxidos orgánicos.

A la temperatura ambiente, el polietileno se comporta como un plástico cristalino, pero cuando se calienta, el mismo pasa a través de una fase "elastomérica". Habiendo interferencia en la fase de cristalización del polietileno, o sea, si durante el proceso de cristalización se incorporan en su cadena elementos que impidan la cristalización, la temperatura de fusión y la fase elastomérica pueden ser reducidas para valores inferiores a la temperatura ambiente. Las propiedades pueden variar en función de sus fases constituyentes, de sus cantidades relativas, de la interacción matriz-refuerzo y de la geometría de la fase dispersa, es decir, de su forma, tamaño, distribución y orientación [18].

II.8. VULCANIZACIÓN

La vulcanización es un proceso de reticulación por el cual la estructura química de la goma, materia prima, es alterada mediante la conversión de las moléculas del polímero independiente. La reacción de vulcanización es un proceso irreversible, donde las conexiones formadas entre las cadenas de la goma dan lugar a

Ed. 005. VOL 002 – ISSN 2447-0228 (online)

estructuras de red tridimensionales. Las cadenas de caucho se reticulan en varios puntos a lo largo de su longitud, no permitiendo el movimiento independiente de las mismas. El Proceso de vulcanización convierte los líquidos viscoelásticos a sólidos viscoelásticos con alta elasticidad. La vulcanización convierte un entrelazamiento viscoso de moléculas de cadena larga con una red elástica en tres dimensiones, uniendo químicamente (reticulación) estas moléculas en varios puntos a lo largo de la cadena, como se muestra en la Figura 5.

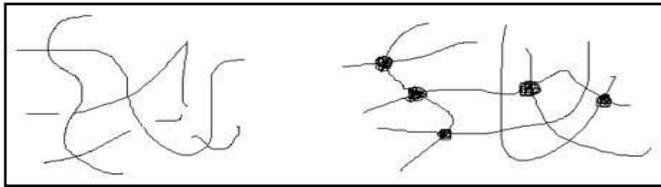


Figura 5 - Proceso de reticulación molecular. Fuente: Los autores, 2015.

La goma es conducida a un estado en el cual las propiedades elásticas son conferidas o restablecidas o mejoradas en una gama grande de temperaturas. Este proceso es a veces aplicado para la obtención de productos rígidos (ebonita) usando de 25 a 40 phr de azufre. Así, estos materiales pueden sufrir una considerable deformación bajo tensión, mientras que después de la liberación de la tensión, la goma retornará a su forma inicial, recuperando la energía almacenada durante la deformación [19].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología adoptada en este trabajo fue a través de un estudio de caso específico, siendo complementada por los procedimientos operacionales de levantamiento de datos en la empresa, obteniendo informaciones técnicas en el plano de fábrica, y entrevistas con técnicos y operadores envueltos en el proceso productivo fabril. El método es un conjunto de reglas y normas a través de las cuales se busca una verdad o la detección de errores en la tentativa de alcanzar una finalidad deseada [20]. En el ámbito económico-financiero, se hace necesaria la proyección del período de producción de los modelos que hacen uso de la pieza Socket, donde los resultados obtenidos muestran que este proyecto presenta viabilidad económica, generando flujos potenciales de lucro e de caja a lo largo del período de vida útil del modelo, así como de indicadores que miden su eficiencia económica de forma positiva.

III.1 IDENTIFICANDO EL PROBLEMA: INDICADORES DEL PROCESO

Fue elaborado un Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa), para analizarlas posibles causas del problema y fue identificado que la causa apuntada en el método guía, es la causa raíz del problema de la investigación. Las demás causas presentadas en el diagrama de causa e efecto fueron evaluadas y se concluyó que no presentaban problemas, estaban de acuerdo con el proceso de montaje, como se muestra en la figura 6. Las herramientas de la calidad son técnicas utilizadas en los procedimientos y en el gerenciamiento de la Gestión de la Calidad, que permiten el análisis de hechos y datos

estructurados para la toma de decisión con mayor probabilidad de adecuación a la situación analizada [21].

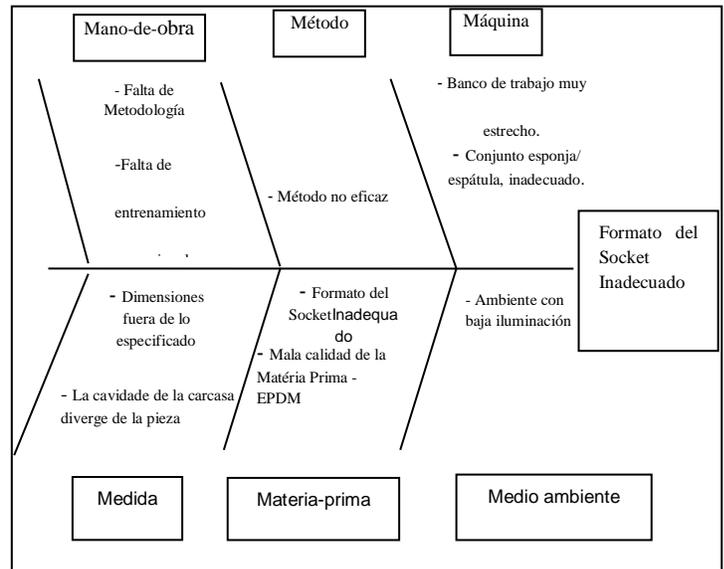


Figura 6 - Diagrama de causas y efecto. Fuente: Los autores, 2015.

III.2 ELABORACIÓN DEL PLANO DE ACCIÓN.

A partir de la identificación de la causa apuntada en la guía del método del Diagrama de Causas y Efecto, fue elaborado el plan de acción para programar e implementar la mejoría en el proceso de fabricación, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1- Plano de Acción

Que hacer (What)	Por qué hacer (Why)	Cómo hacer (How)	Cuándo hacer (When)	Dónde hacer (Where)	Quién va a hacer (Who)	Cuanto Cuesta hacer (How Much)
Fabricar nuevo modelo de Socket	Mejorar el proceso de montaje del Socket cableado	Modificar el modelo del Socket	A partir de Marzo de 2013	En la empresa de Maquinado - São Paulo	Equipo de proyectistas de la empresa contratada	R\$ 0,16
Fabricar Nuevo Herramental (Molde)	Atender Nuevo Diseño de la Pieza	A través del Proceso de Maquinado	A partir de Agosto de 2013	En la empresa de Maquinado - São Paulo	Equipo de proyectistas de la empresa contratada	R\$ 56.840,00
Acompañar Try Out en el abastecedor	Garantizar el Cumplimiento de las Exigencias del Proyecto	Participando de la Fase de Elaboración del Proyecto	Después de la Fabricación del Molde	En la empresa de Maquinado - São Paulo	Luiz Carlos y Miembros del CQ e Eng ^a	R\$ 6.300,00

Fonte: Los autores, 2015.

III.3 EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Al analizar que los costos de producción constituyen uno de los principales instrumentos de planeamiento y control de procesos de producción, se buscó completar a través de coeficientes técnicos el costo inserido en el proceso de montaje del cableado del *Socket*. La contabilidad de costos tiene como foco conductor la determinación del costo unitario de producción y servicio [22].

Considerando que tal criterio utiliza todos los elementos directa o indirectamente ligados a la actividad realizada en esta operación, este justifica su utilización por ser el método adecuado para responder preguntas “como” e “por qué”, o todavía, cuando el

foco del estudio se encuentra en fenómenos insertados en algún contexto de la actividad realizada, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2- Descriptivo sobre costo con mano de obra e insumos.

Turno	Ctd. Operador	Costo/mes con M.O	Costo/Año (Operador)	Costo/Año (Silicona)	Costo/Año (Esponja Vegetal)	Costo/Año (Espátula)
1º Turno	2	R\$ 4.952,00	R\$ 59.424,00	R\$ 42,50	R\$ 36,20	R\$ 19,70
2º Turno	2	R\$ 5.264,56	R\$ 63.174,72	R\$ 42,50	R\$ 36,20	R\$ 19,70
3º Turno	2	R\$ 5.473,62	R\$ 65.683,44	R\$ 42,50	R\$ 36,20	R\$ 19,70
Total →		R\$ 15.690,18	R\$ 188.282,16	R\$ 127,50	R\$ 108,60	R\$ 59,10
Total General →		R\$ 204.267,54				

Fonte: Los autores, 2015.

III.4 CAPACIDAD PRODUCTIVA X NECESIDADES DE PIEZAS

La producción de paneles de instrumentos para motocicletas viene sufriendo oscilaciones de mercado, el que nos remitió a un estudio sobre la capacidad de atendimento a la línea de producción versus la cantidad de cavidades necesaria. La variabilidad existe en todos los sistemas de producción y puede causar un gran impacto en su desempeño [23]. Uno de los factores de mayor impacto sobre el costo final de un molde es el número de cavidades, el cual debe ser definido considerándose el costo final de la pieza inyectada y de la producción necesaria en cierto período. Para este estudio se consideró no solamente el atendimento a la cartera del cliente de la empresa fabricante del panel, sino también de la necesidad de abastecimiento de las asistencias técnicas (ASTECH), donde esta obligatoriedad está descrita en contrato de abastecimiento. Después de la evaluación del escenario quedó evidenciado que habría la necesidad de la construcción de un único molde con un total de 100 cavidades, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3 - Demostrativo de Producción x Productividad

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Socket	Modelo	Producción Panel/Año	ASTECH	Panel/Año (C+D)	Ctd de Socket/ Panel	Ctd de Socket/Año (E*F)	Precio/Pieza (Socket)	Costo/Año (G*H)
	BRZ-150	163.269	5.400	168.669	4	674.676	R\$ 0,20	R\$ 134.935,20
PI-020	XGT-100	136.700	440	137.140	4	548.560	R\$ 0,20	R\$ 109.712,00
	JVS-200	127.800	360	128.160	4	512.640	R\$ 0,20	R\$ 102.528,00
	GRY-120	130.430	500	130.930	5	654.650	R\$ 0,20	R\$ 130.930,00
Total -		558.199	6.700	564.899		2.390.526		R\$ 478.105,20

Fonte: Los autores, 2015.

III.5 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Después de una exhaustiva investigación de mercado local donde no fue logrado el éxito en la identificación de potenciales abastecedores, se optó por la busca en otras regiones del País, donde factores como *Know-how*, *estructura física de la empresa*, *máquinas* y *equipamientos*, fueron factores determinantes para esta decisión. Después pesquisas realizadas con abastecedores del Estado de São Paulo, Rio Grande do Sul y Rio de Janeiro, fueron identificados dos abastecedores que atendían más a las exigencias del proyecto, siendo uno del estado de São Paulo y otro de Rio

Grande do Sul. Después de la definición de los potenciales abastecedores, fueron realizado contactos con los mismos, teniendo por objetivo el envío de un término de confidencialidad y sigilo para la apreciación y declaración, donde solamente después del envío de ese término debidamente declarado, es que sería realizado el envío del diseño de la pieza para la apreciación y posterior emisión de propuesta presupuestaria.

III.6 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

De acuerdo a las propuestas presupuestarias, fue realizado el estudio de viabilidad económica y financiera que tuvo por objetivo evaluar el plan de inversión a ser realizado, demostrando la viabilidad o inviabilidad del proyecto. En cuanto al método de análisis de datos, se adoptó el análisis cuantitativo, ya que se trataba de un estudio de viabilidad de un proyecto, el cual envuelve análisis de datos referentes a costos, dispensas, lucro operacional, etc. El tratamiento de los datos se llevó a cabo mediante el uso del programa Microsoft Excel, por medio de las herramientas disponibles en el programa. Se utilizó el referencial o marco teórico, el cual trajo al estudio fuentes teóricas, que dieron soporte al análisis de los datos colectados y que permitió definir entre las propuestas presentadas la que mejores condiciones ofrecía al proyecto, en este caso la propuesta del abastecedor "B", como se presenta en la tabla 4, y se muestra en la figura 7.

Tabla 4 - Propuesta Presupuestaria- Molde

Nombre	Nº cavidad	Forma de Pago	Precio del Molde	Precio / Pieza
Suministrador "A"	100	(50% Pedido) (50% (Entrega)	R\$ 52.000,00	R\$ 0,21
Suministrador "B"	100	(40% Pedido) (30% Elaboración de la muestra) (30% Aprobación de Pieza)	R\$ 48.420,00	R\$ 0,16
Suministrador "C"	100	(40% Pedido) (30% Elaboración de muestras) (30% Aprobación de Pieza)	R\$ 58.500,00	R\$ 0,19

Fonte: Los autores, 2015.

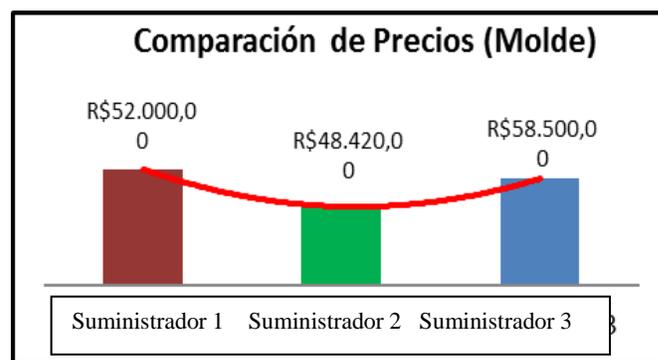


Figura 7. Comparación de precios. Fonte: Los autores, 2015.

De forma sistemática fue elaborado un flujo para evaluar el estudio económico, permitiendo la colecta de datos que atendiese las necesidades del proyecto, evitando un larga pérdida de tiempo con por menores, se ha visto que las pérdidas económicas traídas por el alto costo de producción no permitía alargar más todavía este estudio. El flujo para la realización del estudio económico fue trazado como se muestra en la figura 8.

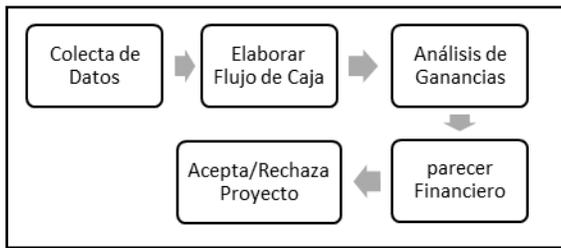


Figura 8. Flujo del estudio económico. Fuente: Los autores, 2015.

El proceso de evaluación económica buscó identificar si el proyecto expresaba el potencial de generación futura de ganancias para la empresa, valorando el valor de mercado de la pieza *Socket* y el impacto económico que está pueda tener en el precio final del producto (panel), teniendo como foco principal su capacidad de generar resultados financieros para la organización. Así, de acuerdo con la guía PMBOK, del inglés *Project Management Body of Knowledge*, un proyecto es definido como un esfuerzo temporario que busca generar un producto, servicio o resultado exclusivo, constituyendo parte esencial del planeamiento estratégico de una organización [24]. Fue verificado el histórico de éxito técnico del potencial abastecedor comparado con la complejidad, especificidad y su capacidad productiva para el atendimento de cartera, así como, el tiempo de existencia de la empresa en el mercado, valorizándose la experiencia en la fabricación de moldes y producción de piezas plásticas.

III.7 METODOLOGÍA APLICADA EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN

La sistemática empleada en la evaluación de cada fase de este trabajo fue basada de acuerdo al diagrama mostrado en la figura 6, donde el cumplimiento de plazos, realización de pruebas y elaboración de informes y/o dictámenes evaluativos, compete a cada sector en la elaboración y emisión del mismo, siendo estos sumados en un único flujograma, como se muestra en la figura 9.

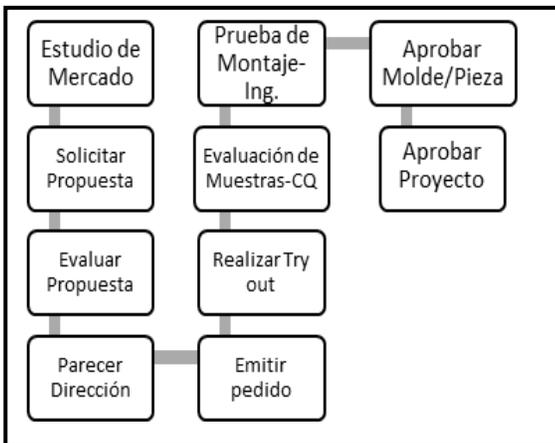


Figura 9. Flujo de actividades. Fuente: Los autores, 2015.

IV. RESULTADOS E DISCUSIONES

IV.1 MODELAJE DEL PRODUCTO

Por ser este un proyecto desarrollado a partir de un estudio de caso, donde uno de los objetivos era la búsqueda por el *Cost*

Down, tuvimos que limitarnos apenas a la elaboración de un dibujo de la pieza en formato 2D, como se muestra en la figura 10.

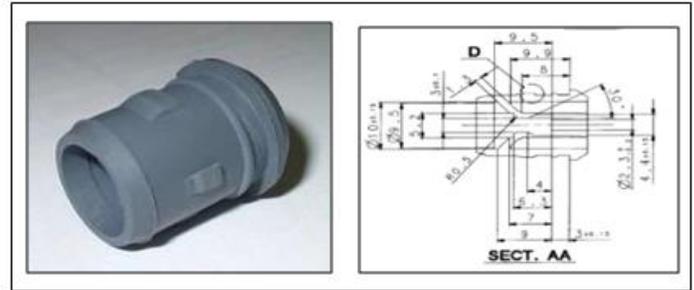


Figura 10. Dibujo de la pieza socket. Fuente: Los autores, 2015.

En acuerdo firmado junto a la empresa fabricante del molde quedó definido que esta con las dispensas para la construcción del mismo, como contra partida, el valor gasto en la construcción del molde sería depreciado en el precio final de la pieza por un período de tres años. Es bueno destacar que antes de la aprobación de esta propuesta, hubo la necesidad de un estudio sobre su impacto en el valor final del producto, se ha visto que un costo más en esta fase de negociación podría colocar el proyecto en *check*. Para esta evaluación fue elaborada una planilla en Excel, donde fueron imputados datos informativos en cuanto al volumen de producción por año, precio del molde, número de cavidades y precio de la pieza sin y con depreciación, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5 - Análisis de Costo

ANÁLISIS DE COSTO - MOLDE					
Código Producto=	PN - 03014	Descripción=	Socket Rubber	Origen=	Nacional
Producción Año=	564.899	Precio / Pieza =	R\$ 0,16	Gasto Anual con el Producto=	R\$ 90.383,84
N° Cavidades=	100	Costo Molde=	R\$ 42.420,00	Costo del Molde p/ Pieza=	R\$ 0,015
Vida Útil Molde=	5	Ctd de piezas=	2.824.495	Costo del Flete p/ Pieza (8,5)=	R\$ 0,013
AMORTIZACIÓN					
Amortización p/año	3	Ctd de piezas=	1.694.697	Amortización p/ pieza	R\$ 0,025
Como amortización el precio final de R\$ 0,16 , será pago hasta alcanzar 1.694.697 unidades. Después el precio de la pieza pasa a ser R\$ 0,16 y por todo el tiempo de vida del herramental.				Precio Final p/ Pieza	R\$ 0,19

Fonte: Los autores, 2015.

IV.2 FABRICACIÓN DEL MOLDE

En la construcción de un molde deben ser seguidas algunas reglas básicas, casi siempre particulares de cada proyecto, cuya primera y una de las más importantes, se considera que todas las características dimensionales y especificaciones técnicas de la pieza serán transferidas para el molde. La etapa de fabricación del molde es la principal, y representa un gran impacto en el costo final del producto, el cual está influenciado por el costo de construcción y satisfacción de las exigencias determinadas por el tipo de producto obtenido por los moldes y matrices [25]. Debido a la ausencia de un proyecto el cual pudiese ofrecer mayores condiciones de análisis por parte del fabricante del molde, nos tocó apenas realizar el envío de una muestra física del *Socket*

actual, pues este constituirá la parte más importante del rol de informaciones necesarias al proyectista, donde a partir de estas informaciones serán definidos puntos importantes, tales como: punto de inyección, líneas de cerramiento, lado de extracción del producto, forma de extracción (tornillos, placas, láminas), necesidad de elementos móviles como gavetas, tornillos inclinados entre otros requisitos.

IV.3 REALIZACIÓN DE TRY-OUT

Teniendo en cuenta lo antes acordado un equipo técnico de la empresa fabricante del panel, fue designado para acompañarla realización del *try out* en la empresa fabricante del molde, estando este equipo compuesto por técnicos del sector de control de calidad, inyección plástica e ingeniería. El objetivo de este equipo era evaluar la prueba práctica de funcionamiento del molde, la definición de parámetros referente a la inyección de piezas, un punto de equilibrio para un proceso estable, elaboración de muestras, así como informaciones de condiciones en que el mismo fue realizado. Durante el Try-out puede ser observado que en los dos agujeros de la pieza *socket* por donde irán a pasar los cables, presentaba una deformación en su borde, hecho este presente en las cavidades número 11, 16 y 38, como se muestra en la figura 11.



Figura 11 - Deformación en los bordes del agujero guía.

Aunque esta deformación en los bordes de los agujeros guías señalizadas encima pueda parecer irrelevante, ella demuestra la importancia de elaborar un proyecto de calidad, el cual demuestra no solamente la necesidad de atención a las especificaciones técnicas de las piezas, sino también de la obligatoriedad en obtener piezas con calidad confiable. Después de la evaluación de las inconformidades quedó evidenciado que el problema de la deformación en los bordes de los agujeros guías de los cables fue causado por las rebabas existentes en los pernos del molde, así como, por el bisel también existente en la superficie de los pernos guía, como se muestra en la figura 12.

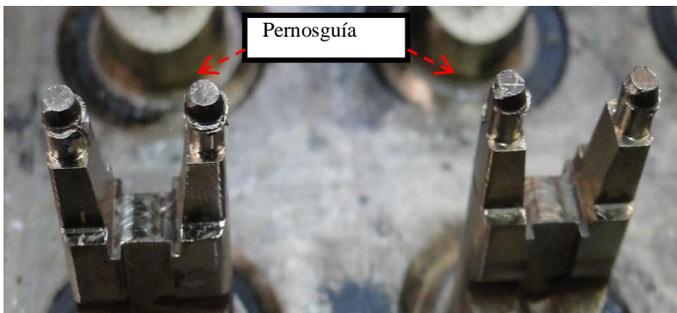


Figura 12. Rebarba y achatamiento de los pernos guía. Fonte: Los autores, 2015.

Los problemas antes citados fueron causados por una falla durante el proceso de fresado de las piezas, donde la descentralización de los pernos en relación a los agujeros de las cavidades número 11, 16 y 38, provocaron el escurrimiento del material (Acero), formando las rebabas y el achatamiento en la superficie de los pernos guía. El fresado es uno de los procesos de maquinado más empleados en la industria de manufactura, debido a su elevada tasa de remoción de material y por su carácter versátil, tanto por las diversas geometrías de superficies generadas, como por las herramientas aplicadas en el proceso [26], como se muestra en la figura 13.



Figura 13. Proceso de fresado. Fonte: Los autores, 2015.

IV.4 RESULTADOS ALCANZADOS

Los resultados positivos alcanzados en el proyecto contribuyeron a la mejoría del proceso de montaje de panel de instrumentos de una empresa del polo industrial de Manaus, así como, a una reducción del costo en el precio final de su producto, como se presenta en la tabla 6.

Tabla 6 - Resultados Alcanzados

Turno	Total operador	Custo/mês com mão obra	Custo/Ano (Operador)	Custo/Ano (Silicone)	Custo/Ano (Esponja)	Custo/Ano (Espátula)
1º Turno	1	R\$ 2.476,00	R\$ 29.712,00	R\$ 42,50	R\$ 36,20	R\$ 19,70
2º Turno	1	R\$ 2.632,28	R\$ 31.587,36	R\$ 42,50	R\$ 36,20	R\$ 19,70
3º Turno	1	R\$ 2.736,81	R\$ 32.841,72	R\$ 42,50	R\$ 36,20	R\$ 19,70
Total →		R\$ 7.845,09	R\$ 94.141,08	R\$ 127,50	R\$ 108,60	R\$ 59,10
Total Geral →			R\$ 102.281,37			
Resumo Geral.						
Custo Antes →		R\$ 204.267,54				
Custo Atual →		R\$ 102.281,37				
Mérito/Ano →			R\$ 101.986,17			

Fonte: Los autores, 2015.

V. CONCLUSIONES

En esta sección se muestran, resumidamente, algunas consideraciones sobre los principales asuntos tratados en el trabajo, mostrando como los objetivos establecidos fueron alcanzados. El principal objetivo propuesto para este artículo fue sistematizar el conocimiento sobre la tecnología de fabricación del panel de instrumentos para vehículos de dos ruedas (Motocicletas), más específicamente, sobre la optimización del proceso de fijación del cableado del Socket. Con el fin de atender

a ese objetivo principal fueron propuestos otros tres temas, tales como: el surgimiento de la goma, la materia prima EPDM en el proceso de maquinado del molde, todos con un breve enfoque. Por tanto, se concluye que la optimización de los procesos fabriles es y pueden ser cada día mejorados, siempre que para esto sean ofrecidas oportunidades e inversiones en el material humano, pieza fundamental en el desarrollo de cualquier organización. En cuanto a lo observado en las obras del estudio de caso, y también, de otras obras visitadas durante este trabajo, se pudo constatar que la mayoría de las fallas ocurridas tanto en el proceso de fabricación como en el proceso de montaje, tuvieron sus orígenes en las etapas de elaboración del proyecto. Esta investigación no elimina todos los aspectos relevantes sobre la optimización del proceso de fijación del cableado del Socket, dada la complejidad del asunto. Por tanto, se sugieren algunos otros temas para la continuidad de la investigación, tales como:

- a) Estudio para la aplicación de nuevas materias primas en la fabricación del Socket;
- b) Análisis comparativo de la viabilidad técnico-económica entre la tecnología de lámpara y la de uso de diodo emisor de luz (LED);
- c) Estudio de la automatización del proceso de fijación del cableado del Socket;
- d) Estudio para la mejoría de las actividades que exigen esfuerzos repetitivos, sugiriendo la rotación entre operadores de la misma línea.

VI. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Federal de Pará (UFPA) y al Instituto de Tecnología Galileo de la Amazonia (ITEGAM) por el apoyo dado a esta investigación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Kaplan, R.S, Norton D.P., **Strategic znakarta wynikow**, PWN, Warszawa, 2001.
- [2] Link, S.; Naveh, E. **Engineering Management**, IEEE Transactions on. Publication Year: 2006, Page(s): 508 - 519 (sobre ISO14001).
- [3] **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**. NBR ISO 14000: Sistemas de Gestão Ambiental: Especificação e Diretrizes para uso. Rio de Janeiro, 1996a.
- [4] Slack, Nigel, Chambers, Stuart e Johnston, Robert. **Administração da produção**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- [5] Liker, J. K.; Meier, D. **O modelo Toyota: Manual de Aplicação**. Ed. Bookman. 2007.
- [6] Chang, M.C., Chiu, Y.H., 2007. **The analysis of a price war strategy under market demand growth**. Economic Modelling 25, 868-875.

- [7] Martín Dario Arango-Serna. **Enterprise architecture as tool for managing operational complexity in organizations**. Dyna – Medellín. 81 (185), pp. 227-234. June, 2014.
- [8] Javier Valencia. **Analytical model to dertermine optimal production lots considering several productive and logistics factors**. Dyna – Medellín. 81 (184), pp. 62-70. April, 2014.
- [9] Gröger Christoph, Hillmann Mark., Friedemann Hahn, Mitschang Bernhard., Westkämper Engelbert. **The Operational Process Dashboard for Manufacturing**. Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems. Procedia CIRP 7. p. 205–210. 2013.
- [10] Westkämper E. **Turbulente sumfeld von unternehmen**. In: westkämper e, zahn e, editors. *Wandlungsfähigeproduktionsunternehmen.Das stuttgarternnehmensmodell*. Berlin: springer 2009, pp. 7 23.
- [11] Hassan, Hamdy, Regnier, Nicolas., Le Bot, Ce´ dric., Defaye, Guy. **3D study ofcooling system effect on the heat transfer during polymer injection molding**. PessacCedex, France, Artigo; 2009.
- [12] Pouzada, A. S., Cunha, A. M. **Processamento de termoplásticos**. Portugal, Artigo, 1998.
- [13] Fazenda, J.M.R. **Tintas Imobiliárias de qualidades: o livro de rótulo da Abrafati**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2008.
- [14] Shu, M. H.; Hsu, B. M.; Hu, M. C. **Optimal combination of soldering conditions of BGA for halogen-free and lead-free SMT-green processes**. n.52, p.2690–2700, 2012.
- [15] Correa, Henrique L. **Administração de Produção e Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica/ Henrique L. Corrêa, Carlos A. Corrêa. – 2. ed. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2007.**
- [16] Carneiro Sam. **Saúde do trabalhador público: questão para a gestão de pessoas – a experiência na Prefeitura de São Paulo**. *Revista do ServiçoPúblico*2006; 57(1): 23-49.
- [17] White, L. J.; Kwang-Jea, K. **Thermoplastic and Rubber Compounds: Technology and Physical Chemistry**. Munich: Carl Hanser Publishers, 2008.
- [18] Sheikh-Ahmad, Y. J. **Machining of Polymer Matrix Composites**. 1ª edição.ed. London: Springer, 2009.
- [19] Verdejo, R. et al. **Vulcanization Characteristics and Curing Kinetics of Rubber-Organoclay Nanocomposites**. In: Galimberti, M. *Rubber-Clay Nanocomposites: Science, Technology, and Applications*. 1ª Edição. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc., 2011. Cap. 9, p. 275-303.
- [20] Alyrio, R.D. **Metodologia Científica**. PPGEN: UFRRJ, 2008.
- [21] Digrocco, Jesner Ricardo. **Ferramentas da Qualidade. Administadores**, São Paulo, 19, nov. 2008. Disponível em:

http://www.administradores.com.br/comunidades/ferramentas_da_qualidade/395/. Acesso em: 10 set. 2009.

[22] Padoveze, C. L. **Curso Básico Gerencial de Custos**. 2ª ed., São Paulo: Thomson, 2006.

[23] Hopp, W. & M. L. **Spearman. Factory Physics**. Boston: Irwin, 2001.

[24] (PMI) Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 4ª ed. Pennsylvania: Autor, 2008.

[25] Bonetti, Ivandro. **Contribuições para desenvolver o conhecimento das operações de desbaste de moldes e matrizes com ênfase em fresamento no sentido axial**. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Sociedade Educacional de Santa Catarina - Instituto Superior Tupy, Joinville, 2008.

[26] Machado, Álisson Rocha et al. **Teoria da usinagem dos materiais**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.