



Proposta e Implementação Para o Aumento da Qualidade no Processo de Solda Robótica

Jenifer Karine Lopes de Oliveira ¹
Stephane Marzano Marques Souza Panzera²
Alessandro Márcio Martins Dias³

FEAMIG – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

Resumo

Um novo conceito de produção está sendo moldado com o aparecimento da Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial, que tem como objetivo de cada vez mais aprimorar o desempenho, buscando novas tecnologias de modo que aumente a rentabilidade, diminua o tempo de processamento e aumente a qualidade e a eficiência de seus processos. Assim, as empresas estão em uma busca constante destes recursos para que não percam suas vantagens competitivas. Quando se trata de solda, os processos produtivos se readequaram com a utilização de robôs de solda. Porém, mesmo que estes recursos sejam o que há de novo no mercado, sempre é necessário o acompanhamento destes resultados e a melhoria constante dos processos.

Palavras-chave: Robô de Solda; Qualidade; Processo de Solda.

¹ Graduanda em Engenharia de Produção, jeniferkaarine@gmail.com

² Graduanda em Engenharia de Produção, marzanos@yahoo.com.br

³ Mestre em Administração, alessandro.martins@feamig.br



Introdução

Em uma empresa, seja qual for o seu ramo a confiabilidade é definida como a probabilidade em que, em um período de tempo determinado e com condições operacionais especificadas, um equipamento, sistema ou componente realizará sem falhas o que foi programado (NBR-5462/1994).

A necessidade da confiabilidade em produtos ou serviços já é antiga, aliada à busca constante pela redução de custos e a necessidade da eliminação do retrabalho, para isso, os robôs podem auxiliar em alguns processos. A utilização destes, já é comumente usada no processo de solda em diversos segmentos. No Brasil ainda é novidade e estas máquinas são trazidas de outros países.

Apesar de se tratar de máquinas programadas para nunca falhar, é necessário o acompanhamento rotineiro da execução destas atividades, para a atualização de seu software e até mesmo o aprimoramento de seus desempenhos, ou seja, a melhoria contínua.

Este estudo tem o objetivo de propor soluções de melhoria para o robô de solda e implementá-las na empresa (X)⁴, que em seu processo de solda do braço *boom* e *dipper*, apresentou irregularidade no cordão de solda, gerador de retrabalho.

As etapas para o alcance do objetivo foram divididas em: Identificar os problemas relacionados ao robô de solda; Identificar as possíveis causas relacionadas aos problemas; Elaborar propostas para tratar as causas; Implementação das propostas.

⁴Foi adotado o nome fictício de empresa (X) para organização em estudo, para que não haja exposição da marca da empresa.



Metodologia

O tipo de pesquisa que foi utilizado neste estudo é aplicado, com objetivos para alcance de retornos qualitativos. Com o intuito de buscar analisar, interpretar, e identificar as causas das falhas do processo que se relacionam com a situação-problema o projeto foi classificado como explicativo. O estudo de caso tem como universo a empresa (X), e a unidade de análise foi o processo de soldagem robótica do braço *boom* e *dipper*, que possibilitou a coleta de dados pelo grupo de estudo através de observação simples.

Mapa – Síntese

O mapa síntese demonstrado na tabela 1, tem o objetivo de apresentar a relação dos objetivos específicos com a metodologia aplicada nessa pesquisa para implementação da proposta para aumento da qualidade no processo de solda robótica.

Tabela 1 – Mapa Síntese.



Objetivos Específicos	Autores de referências para atender aos objetivos	Tipo de pesquisa (Meios)	Instrumento de coleta de dados	Tratamento e análise de dados
Identificar os problemas relacionados ao robô de solda	Campos, 1999 Paladini, 2012 Lélis, 2012 Yamashina, 2007	Pesquisa de campo	Relatórios e planilhas disponibilizados pela empresa com dados	Análise descritiva das variáveis quantitativas e uso de porcentagem
Identificar as possíveis causas relacionadas aos problemas	Paladini, 2012 Yamashina, 2007	Pesquisa de campo	Check List (Figura 3); Análise Alimentação de arame (Tabela 2); Análise Braço do Robô (Tabela 3)	Análise descritiva das especificações do robô e usa de ferramentas de qualidade
Elaborar propostas para tratar as causas	Trindade et. al., 2000 Lisbôa e Godoy, 2012	Pesquisa de campo	5W2H Tabela 4, 5,6,7 e 8	Descrição das propostas obtidas através da análise dos dados e estratificação das falhas
Implementação o das propostas	Corrêa et al., 2007 SLACK et al.,2007 Paladini,2012	Pesquisa de campo	Tabela 9 - Análise e troca de material	Análise descritiva dos tratamentos e análise de conteúdo

Fonte: Elaborado pelos autores 2019, adaptado de DIAS, 2016.

Resultado e Discussão

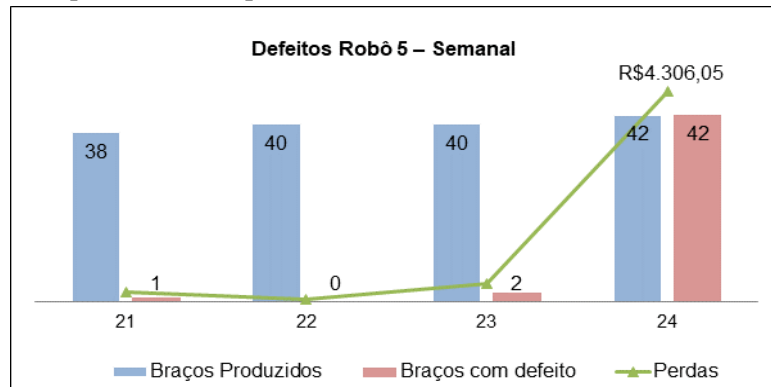
De acordo com Correia (2002), mapear o processo auxilia a perceber fontes de desperdício, tornando as decisões sobre fluxo de trabalho visíveis, de modo em que possa discuti-las, adicionando conceitos, técnicas enxutas e de melhoria.

Identificar os Problemas Relacionados ao Robô de Solda



Os colaboradores envolvidos no processo de solda robótica do dipper e boom, verificaram que na máquina da empresa X, na semana 24, 100% das peças apresentavam irregularidade do cordão de solda, acarretando uma perda de R\$4.306,05.

Figura 1 – Análise quantitativa do problema.



Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

Para o início da análise, foi realizado o Genba (5G) pelo grupo de estudo no posto de trabalho em questão para a identificação do problema.

Figura 2 – Análise do problema e fenômeno estudado



Fonte: Adaptado pelos Autores (2019).

Com a ocorrência do problema, eram necessárias 4 horas de retrabalho para que a peça passasse pelas etapas de lixa, ressolda, e o retoque na pintura devido às marcas ocasionadas pela lixadeira.

Identificar as Possíveis Causas Relacionadas aos Problemas

Para a identificação das possíveis causas relacionadas ao fenômeno, foi realizado o 5G aprofundado, com os 4M's (mão de obra, método, material e máquina).



Figura 3 – Check list dos padrões básicos de qualidade.

5G Padrões Processos CORDÃO DE SOLDA IRREGULAR						Máquina Robô X				
ID	Padrão	Objetivo	Análise 4M				Especificado	Real	Ok	Ko
1	Fluxo de gás no bocal da tocha	Proteger a poça de fusão	x				17 - 19 L/min	18 L/min	✓	
2	Calibração da tocha	Manter o posicionamento correto da tocha	x				45°	45°	✓	
3	Fluxo de água	Resfriamento da tocha	x				≥0,9 L/min	1,4 L/min	✓	
4	Diâmetro do arame	Garantir a qualidade do arame				x	1,2 mm + 0,01 - 0,04	1,18 mm	✓	
5	Funcionamento Módulo CRM	Controlar os eixos do robô	x				LED Verde Aceso e Tensão 24V	LED Verde Aceso e Tensão 24V	✓	
6	Funcionamento PCIF	Realizar interface da CPU com PHG	x				LED Verde Aceso e Tensão 24V	LED Verde Aceso e Tensão 24V	✓	
7	Funcionamento MBASE	Realizar interface com entradas e saídas digitais	x				LED Verde Aceso e Tensão 24V	LED Verde Aceso e Tensão 24V	✓	
8	Funcionamento da Placa do seguidor de junta da máquina de solda	Corrigir o posicionamento da tocha em relação à junta	x				LED Verde Aceso, 24V, e conectores plugados	LED Verde Aceso, 24V, e conectores plugados	✓	
9	Funcionamento da Memória do Robô (CF)	Gerenciar os recursos do sistema	x				LED Verde Aceso, 24V e conectores plugados	LED Verde Aceso, 24V e conectores plugados	✓	
10	Funcionamento da Placa de expansão	Realizar interface com MBASE	x				LED Verde Aceso e Tensão 24V	LED Verde Aceso e Tensão 24V	✓	
11	Software atualizado	Garantir o controle do movimento do braço do robô	x				Versão atualizada 7.23	Versão 7.25	✓	
12	Funcionamento CPU	Realizar interface com placas PCIF, MBASE e Placa de expansão	x				Informações no PHG	Informações no PHG	✓	
13	Conduite da barrica até alimentador	Guiar o arame	x				Passagem do arame 1,2mm	Passagem livre do arame 1,2mm	✓	
14	Estado do cabo positivo	Enviar corrente para da máquina para o cabeçote	x				Continuidade elétrica e fixação	Continuidade elétrica e fixação	✓	
15	Estado do cabo negativo	Enviar corrente da máquina para dispositivo	x				Continuidade elétrica e fixação	Falha na fixação		✗
16	Corrente	Controlar a transferência de metal e a taxa de fusão do eletrodo	x				250 - 260 A	253 A	✓	
17	Tensão	Garantir o modo de deposição correto do material	x				27,5V	27,5V	✓	
18	Corrente do motor	Monitorar o esforço do motor	x				0,5 - 1,2 A	0,6 A	✓	
19	Conjunto roldanas e engrenagens	Tracionar o arame	x				Diâmetro min. do canal 38,0 mm	Diâmetro do canal 38,1 mm	✓	
20	Passagem do arame no bico de saída	Guiar o arame	x				Passagem desobstruída do arame 1,2mm	Passagem desobstruída	✓	
21	Estado da graxa cobreada	Aumentar a área de contato de aterramento	x				Isenta de impurezas e lubrificado	Isenta de impurezas e lubrificado	✓	
22	Estado do cabo da tocha	Conexão entre máquina e tocha	x				Vida útil 5600 horas	Cabo com 1162 horas	✓	
23	Estado da tocha	Realizar a solda	x				Canais desobstruídos e o-rings isentos de desgaste	Canais desobstruídos e o-rings isentos de desgaste	✓	

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019).



Na verificação do check list, foi percebido que o estado do cabo negativo do robô, que tem a finalidade de enviar corrente da máquina para o dispositivo, deveria ter continuidade elétrica e fixação correta, porém havia uma falha na fixação do mesmo.

O cabo quando aberto, apresentava carbonização de boa parte de sua estrutura, sendo assim um motivo para que houvesse o mal funcionamento do circuito de potência, acarretando a falta de instabilidade do arco, gerando a solda fora de posição.

A verificação do item não constava no plano de manutenção da máquina, já que não haviam registros anteriores de quebra.

Para que seja possível verificar as demais possíveis causas relacionadas à solda irregular, os sistemas e subsistemas foram listados e as possíveis causas foram mapeados de acordo com as especificações do equipamento. Os sistemas na visão macro de um robô de solda, são divididos em: alimentação de arame e circuito de potência, sensores, software e regulagens, braço do robô. As etapas de verificação destes sistemas auxiliam na estratificação das possíveis causas.

Os sub sistemas são divididos em gás, sistema de refrigeração, alimentação de arame, circuito de potência, sensores, painel de controle, braço do robô, software e regulagens.

De acordo com Mello (2005), para se gerenciar um processo é indispensável visualizá-lo. Desta forma, todos os subsistemas da máquina foram separados, com o intuito de compreender qual poderia possuir maior impacto no processo produtivo, definindo as prioridades.

A alimentação de arame e o braço do robô deveriam ter sua situação estudada. Estes tiveram seu propósito, componentes, princípios de funcionamento e especificações detalhadas. Os parâmetros de foram verificados de acordo com as especificações do equipamento.

Tabela 2 – Análise Alimentação de Arame.

Alimentação de Arame
Componentes
1) Canais de passagem do arame
2) Tracionadores mecânicos
3) Componentes da tocha



Parâmetros de controle	Resultado	Analisar e aplicar contramedidas	Definir consequências se as contramedidas não forem aplicadas
Canal de passagem 1,2 mm (+ 0,03)	Guia de saída do alimentador com desgaste irregular 1.9mm – NOK	Modificação do material da guia de saída	Alimentação de arame incorreta, arame com velocidade não uniforme
Ø mínimo do canal da roldana = 38,0mm	Ø do canal da roldada = 38,1mm – OK	N/A	N/A
Canal de passagem 1,2 mm (+ 0,03)	Passagem do arame 1.2mm – OK	N/A	N/A

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

O bico de saída do alimentador apresentava desgaste irregular, o especificado era de 1.2mm e o encontrado foi de 1.9 mm.

O desgaste se encontrava na extremidade do bico. Este fato, acarretou na redução de 8% da velocidade do robô. Ao analisar o material utilizado na peça, foi percebido que se tratava de latão, e a dureza desse material de acordo com a sua função, não era a ideal, e a tendência seria um desgaste rápido, reduzindo a vida útil.

Tabela 3 – Análise Braço do Robô

Braço do Robô			
Componentes 1) Eixos 2) Engrenagens 3) TCP			
Parâmetros de controle	Resultado	Analisar e aplicar contramedidas	Definir consequências se as contramedidas não forem aplicadas
Referência correta dos eixos 1 a 6	Eixos referenciados corretamente – OK	N/A	N/A



Folga nas engrenagens = 0,1 mm	Engrenagens com folga de 0,1mm – OK	N/A	N/A
Zeramento dos eixos (absolute zero) – Inclinação máxima de 0,05°	Eixos com inclinações de até 12° – NOK	Zeramento mecânico com inclinômetro	TCP errado, seam-tracking com funcionamento incorreto

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

Todos os eixos foram mapeados analisadas as configurações para que fosse possível nortear a tomada de decisão.

O braço do robô apresentava inclinações de até 12° em seus eixos, sendo que o parâmetro limitava a 0,05°. Assim, ao realizar a solda com o eixo desconfigurado, o cordão de solda se deformava.

Ao analisar o processo, foi identificado também que ao chegar no final da barrica de arame, o robô, que não detectava a falta de insumo, parava. No momento em que o operador do posto realizava a operação manual para o abastecimento, ocorriam micro colisões no bico fundido, que eram imperceptíveis para o operador.

Após o recolhimento dos dados, as ações para a confiabilidade do processo foram propostas.

Elaborar Propostas Para Tratar as Causas

De acordo com os dados levantados, foram traçadas ações que auxiliem no alcance dos objetivos deste trabalho. O plano foi definido através da ferramenta 5W2H, que segundo Trindade et. al. (2000) tem o objetivo de esclarecer o que será tratado, e as partes envolvidas as etapas a serem realizadas, os responsáveis e os prazos.

Tabela 4 – Plano de Ação A.

O que?	Troca do cabo negativo
Onde?	Na parte inferior do robô de solda, abaixo do cabo positivo
Por que?	O cabo que tem a finalidade de enviar corrente da máquina para o dispositivo, estava com falha na fixação e carbonizado



Como?	Realizar uma parada programada na máquina, para que seja realizada a troca
Quem?	Pelo Manutentor responsável por robô de solda
Quando?	Até o dia 31/11/2018
Quanto?	Não se aplica

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

Tabela 5 – Plano de Ação B.

O que?	Modificação do material da guia da saída
Onde?	No bico de saída do alimentador
Por que?	Guia de saída do alimentador com desgaste irregular 1.9mm
Como?	Realizar uma parada programada na máquina, para que seja realizada a troca, com o auxílio da engenharia de manufatura, uma vez que haverá alteração nas especificações do ítem utilizado na máquina
Quem?	Pelo Manutentor responsável por robô de solda, e o engenheiro de manufatura responsável pela linha de solda
Quando?	Até o dia 07/01/2019
Quanto?	R\$ 54,95

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

Tabela 6 – Plano de Ação C.

O que?	Zeramento mecânico com inclinômetro
Onde?	Nos eixos 3, 4, 5 e 6
Por que?	Eixos com inclinações de até 12°
Como?	Será aproveitado o tempo de manutenção programada para realizar o zeramento mecânico dos eixos
Quem?	O analista de programação robótica
Quando?	Até o dia 14/02/2019
Quanto?	Não se aplica

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

Tabela 7 – Plano de Ação D.

O que?	Inserir sistema anti micro colisão
--------	------------------------------------



Onde?	Computador do robô
Por que?	No momento em que o operador do posto realizava a operação manual para o abastecimento da barrica de arame, ocorriam micro colisões no bico fundido, danificando o mesmo
Como?	Será aproveitado o tempo de manutenção programada para realizar a programação, juntamente com a balança que compõe o novo sistema
Quem?	O analista de programação
Quando?	Até o dia 20/02/2019
Quanto?	Não se aplica

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

Tabela 8 – Plano de Ação E

O que?	Verificação dos resultados encontrados
Onde?	No processo de soldagem robótica do braço boom e dipper
Por que?	Verificar se as ações propostas foram capazes de tratar as causas dos problemas
Como?	O grupo de estudo acompanhará a produção, e verificar se ainda há a ocorrência da fabricação de peças defeituosas
Quem?	O grupo de estudos
Quando?	Até o dia 08/03/2019
Quanto?	Não se aplica

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

Definidas as ações, responsáveis e prazos a serem cumpridos, todas foram acompanhadas e suas análises detalhadas.

Implementação das Propostas

Todas as ações propostas no plano de ação foram realizadas de acordo com os estudos realizados, para o alcance da qualidade no processo de solda robótica. Os planos de ação foram detalhados separadamente.



Após cada implementação, foram realizadas as verificações dos indicadores de desempenho. Segundo Corrêa et al. (2007), este processo de quantificação da eficiência e da eficácia é de extrema importância para a análise das ações tomadas em uma operação. Plano de Ação A) Para que fosse possível tratar a falta de fixação do cabo que apresentava descontinuidade elétrica e carbonização de boa parte de sua estrutura, geradores da falta de instabilidade do arco e conseqüentemente a solda fora de posição, foi preciso realizar a troca do item.

Após a engenharia de manufatura informar as especificações do cabo ao setor responsável pela manutenção industrial, foi realizada uma parada programada na máquina de solda para a troca do cabo pelo mantenedor responsável.

Ainda com o equipamento parado, foi realizado o monitoramento da micro resistência elétrica no conector, com utilização de um microohmmetro, bem como a verificação da temperatura do cabo com o auxílio de um termostato, para que fosse possível validar se a troca do cabo foi eficaz. Todos os testes realizados foram positivos.

Plano de Ação B) Foram realizadas diversas análises que verificaram a viabilidade da troca do alimentador de arame que apresentava desgaste. A primeira análise realizada juntamente com o setor de Engenharia do Produto e Manufatura, foi a especificação do material utilizado, e qual seria um possível substituinte.

Figura 4 – Dureza de alguns materiais

Material	HB
Aço 0,15 a 0,25% C	110 a 130
Aço 0,25 a 0,45% C	130 a 155
Aço 0,40 a 0,60% C	165 a 185
Aço 0,80% C Recozido	210
Aço Temperado	500
Níquel	61 a 70
Alumínio 99% Recozido	23
Latão (90% Cu, 10 Zn)	52

$$\downarrow Q = K \frac{F_N}{\uparrow H}$$

Q – Taxa de desgaste
K – Severidade do desgaste
FN – Força aplicada
H – Dureza do material desgastado

Materiais disponíveis:
Aço SAE 4140
Aço SAE 1045

Fonte: Callister, (2000).



De acordo com a dureza, foi analisada a possibilidade da troca de material para o Aço Temperado SAE 1045. Dados como custo da peça, custo mão de obra para a troca do item ao longo do ano, e a vida útil foram considerados para a tomada de decisão.

Tabela 9 – Análise Troca de Material

Análise	Latão	Aço 1045 Temperado
Custo	R\$ 32,44	R\$ 82,02
Vida útil	1200 horas	7200 horas
Homem hora de troca	R\$ 6,83	R\$ 6,83
Trocas no período de 1 ano	4	0,67
Custo total	R\$ 157,08	R\$ 59,53

Q e H inversamente proporcionais
H – 7,5x maior
Q – 7,5x menor
 $1.200h \times 7,5 = 9.000h$
Coeficiente de segurança 20%
 $9.000 \times 0,8 = 7.200h$

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019)

De acordo com os resultados, o alimentador de latão poderia ser substituído por aço SAE 1045, já que possui alta resistência mecânica, elevada temperabilidade, além de apresentar menor custo.

Foi realizada uma parada programada na máquina para que fosse possível realizar a troca do alimentador.

Após realizada a troca, foi realizada a medição da nova velocidade de solda, que voltou a ser de acordo com as especificações da máquina de 10m/min, o resultado foi positivo.

Plano de Ação C) Os eixos 3, 4, 5 e 6 que apresentavam inclinações desconfiguradas que chegavam até 12°, passaram pelas propostas de melhoria.

Durante o processo de manutenção programada, os eixos foram zerados mecanicamente com o auxílio de um inclinômetro utilizado pelo analista de programação responsável pelo processo de solda. Com esta medida foi possível chegar a zero o índice de inclinação em todos os eixos do robô.

Plano de Ação D) As micro colisões que ocorriam no bico fundido, sempre que a barrica de arame chegava ao fim durante a solda do braço, passaram por propostas de melhoria para que fossem zeradas as colisões.



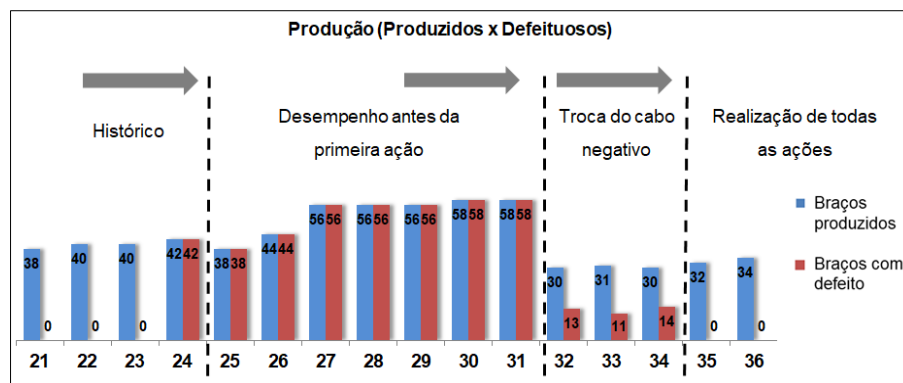
Durante o processo de manutenção programada, uma balança foi adicionada ao robô para que medisse o peso da barrica de arame que estava em operação no robô.

Foi adicionada uma programação ao mesmo, de forma que leia a quantidade de arame disponível para que seja realizada a operação. Caso a barrica de arame tenha peso < 12 kg, o robô emite um alerta para que o operador realize o reabastecimento da barrica.

No sistema, assim que reabastecido o arame, a balança identifica o novo peso, sendo possível que o operador selecione a opção “Barrica Substituída”, e o robô começar a operação. Ou seja, para as peças soldadas pelo robô, está eliminada a possibilidade de o mesmo parar por falta de insumo, conseqüentemente, ocorrer a colisão.

Plano de Ação E) Após a realização de todas as ações propostas, o grupo de estudos realizou o acompanhamento do número de peças produzidas para a verificação dos resultados propostos, se os mesmos possibilitaram a eliminação de peças defeituosas.

Figura 5– Produção (Produzidos x Defeituosos).



Fonte: Adaptado pelos Autores (2019).

De acordo com as melhorias propostas, a partir da semana 35 não foram detectadas peças defeituosas no sistema de produção, conseqüentemente reduzindo a zero a quantidade de horas de retrabalho.

Os benefícios e custos para empresa foram verificados, para que fosse possível analisar se o projeto foi ou não viável para a empresa.

Todos os cálculos consideram os gastos que a empresa teria, caso o problema continuasse a decorrer no período de um ano.



Caso a conta matemática (benefício-custo) resulte em um valor positivo, significa que os benefícios foram maiores. Se o resultado for negativo, a empresa gastou muito para resolver o problema, que não era viável ser solucionado naquele momento.

Tabela 10 – Análise dos custos e benefícios.

Descrição dos benefícios do projeto
Custo retrabalho
Planejamento Anual 1.700 Máquinas x R\$ 41,10 Valor Homem Hora x 4 horas de retrabalho = R\$ 279.480
Redução de mão de obra para a troca da solda guia
Valor Homem Hora troca Latão R\$ 6,83 x 4 vezes ao ano = R\$ 27,32
Valor Homem Hora Aço 1045 R\$ 6,83 X 0,67 vezes ao ano = \$4,58
Redução = 27,32 - 4,58 = R\$ 22,74
Redução no custo do material da solda guia
Custo Latão R\$ 32,44 x 4 trocas ao ano = 129,76
Custo Aço R\$82,02 x 0,67 trocas ao ano = 54,95
Redução = 129,76 - 54,95 = R\$ 74,81
Descrição dos custos do projeto
Horas de realização do projeto = 185 horas x 41,10 = R\$ 7.603,50
Fabricação do conector de aço temperado = R\$82,02
Benefícios - Custos = (279.480+22,74+74,81) - (7.603+82,02) = R\$ 271.892,53 ao ano

Fonte: Adaptado pelos Autores (2019).

É possível verificar que, de acordo com as melhorias realizadas, o projeto possibilitou uma redução para a empresa de R\$ 271.892,53 ao ano, que seriam os gastos gerados pela falta de qualidade no processo de solda robótica.

Todos os resultados alcançados neste trabalho tiveram suas medidas padronizadas e adicionadas ao processo operacional padrão.



Conclusão

Com base no estudo de caso apresentado, podemos observar a necessidade de fusão do conceito de melhoria contínua aos processos de produção, e que sempre é possível aprimorar o desempenho de cada etapa até que se chegue ao número mínimo de defeitos, ou até mesmo que seja totalmente eliminado.

Podemos concluir que através das tratativas propostas, há uma melhoria nos índices de peças boas produzidas, sendo possível contribuir com a eliminação do retrabalho, e realocar este processo que já não é mais necessário devido a eliminação dos defeitos, sendo possível verificar ao final do estudo, que todas as alterações propostas possibilitaram a redução de custos anual para a empresa de R\$ 271.892,53.

A metodologia WCM, que tem foco a melhoria contínua utilizada pela empresa X contribuiu para que fosse possível uma estratificação aprofundada e concisa para as tomadas de decisão. Esta além de proporcionar a experiência apresentada, agregou diversos fundamentos de extrema importância para a vida profissional dos integrantes do projeto, contribuindo com a disponibilização de informações, integrando-os ao mundo corporativo e aos diversos processos de ponta que a mesma possui.

Nota-se que, o trabalho em equipe é de extrema importância. O fluxo de informações tem que ser claro tanto para os envolvidos diretamente na operação que auxiliam na coleta de dados, quanto para os receptores que devem transformar estes em informação, para que no final, se torne possível o alcance dos objetivos.



Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5462. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade Total: padronização de empresas**. Belo Horizonte: EDG, 1999.

CORREIA, Kwami S. A. **Mapeamento de processo: uma abordagem para análise de processo de negócio**. Curitiba, 2002.

Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR10_0451.pdf>. Acessado em: 02 out.2018

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operação**, 2º ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DIAS, Alessandro Márcio Martins. **Gestão das expectativas das partes interessadas: Um estudo da percepção dos profissionais em gestão de projetos**. 2016. Dissertação Mestrado em administração – Fundação Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2016.

LISBÔA, Maria da Graça Portela; GODOY, Leoni Penteadó. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**. Florianópolis, 2012. Disponível em: <<http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/1585/pdf>>. Acessado em 13 nov.2018.

MELLO, Carlos Henrique. **Mapeamento dos processos em serviços: estudo de caso em duas pequenas empresas da área de saúde**. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep0207_0556.pdf>. Acessado em: 02 out.2018

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade – Teoria e Prática** – 3º edição. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2012.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

TRINDADE, C.; REZENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTORIO, M. L. **Ferramentas da qualidade – aplicação na atividade florestal**. Viçosa, Editora UFV, 2000, 124p.

YAMASHINA, H. Challenge to world-class manufacturing. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 17, n. 2, 2000