



Kevin Samorinha Fernandes

Melhoria do método de inspeção de qualidade na indústria de borracha

Dissertação Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial
Setembro 2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Melhoria do método de inspeção de qualidade na indústria de borracha

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Improvement of the quality inspection method in the rubber industry

Autor

Kevin Samorinha Fernandes

Orientador

Professor Doutor Pedro Neto

Júri

Presidente Professor Doutor Luís Miguel D. Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Doutor Cristóvão Silva
Professor da Universidade de Coimbra
Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto
Professor da Universidade de Coimbra

Orientador Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto
Professor da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



A. Henriques II, S.A.

Coimbra, setembro, 2017

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.”

Henry Ford

Aos meus pais.

Agradecimentos

Relativamente a todo o meu percurso académico, quero dar os meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram para o sucesso desta etapa da minha vida. Correndo o risco de injustamente não mencionar algum dos contributos quero deixar expresso os meus agradecimentos:

Ao orientador desta dissertação o Doutor Professor Pedro Mariano Simões Neto, pela orientação prestada, pelo incentivo e apoio que sempre demonstrou.

Ao coordenador de curso Doutor Professor Cristóvão Silva, pela sua disponibilidade durante todos estes anos de curso, pelo seu incentivo e igualmente pelo seu apoio na elaboração deste trabalho.

A todos os docentes que leccionaram as aulas que frequentei, sem eles não era possível chegar aqui.

A todos os amigos e colegas de curso que de uma forma directa ou indirecta, contribuíram, ou auxiliaram na elaboração do presente trabalho, pela paciência, atenção e força que prestaram em momentos menos fáceis durante todo este percurso académico, quero lhes agradecer também pelos bons momentos que passamos juntos na linda cidade de Coimbra.

Não poderia deixar de agradecer à empresa de estágio A Henriques, pelo acolhimento, hospitalidade, amizade e profissionalismo que me ensinaram a ter durante estes últimos meses.

À minha namorada, Ana Raquel, por toda a paciência, pela motivação e incentivo que me deu durante esta última etapa do meu percurso académico.

E por final à Minha Família, em especial aos Meus Pais, ao Meu Irmão e aos Meus Avós, um enorme obrigada por acreditarem sempre em mim, naquilo que faço e por todos os ensinamentos de vida. Espero que esta etapa, que agora termino, possa retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que, constantemente, me oferecem. A eles, dedico todo este trabalho.

Muito Obrigado.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivos melhorar e uniformizar os métodos de inspeção da qualidade por parte dos colaboradores da A.Henriques II.

Na fase inicial, o processo de inspeção foi analisado através de estudos de Repetibilidade e Reprodutibilidade (R&R), focando-se apenas numa só referência. Os resultados obtidos, tal como esperado, foram negativos, motivando assim a elaboração deste projeto. Inicialmente apenas um dos colaboradores apresentou capacidades de inspecionar a referência tal como pretendido.

Para alcançar os objetivos traçados, foram implementadas algumas estratégias, tais como: um método de inspeção, que teve por base a formação dada a colaboradores, de modo a que esta se tornasse mais eficaz no centro de operações. O resultado foi a criação de tabelas de amostras padrão cujos colaboradores têm acesso quando inspecionam a peça em questão.

Após a fase de formação, repetiu-se o mesmo estudo feito anteriormente para quantificar a melhoria obtida. Sendo que quatorze colaboradores ficaram habilitados a inspecionar esta referência.

Outra estratégia, ainda focada na inspeção desta referência, foi alterar o fluxograma de todo o processo, implementando uma inspeção a 100 % na produção, sendo que anteriormente apenas era feita inspeção de hora a hora. Isto permitiu aumentar a qualidade da inspeção e ainda reduzir desperdícios na produção.

Durante a elaboração deste projeto, o objetivo foi atingindo já que foi possível, através da melhoria na inspeção, acompanhar e melhorar o processo de produção no sector de injeção.

Palavras-chave: Gestão da qualidade; Estudos R&R; Inspeção.

Abstract

The present report had as objectives to improve and standardize the methods of inspection in the quality by the employees of A.Henriques II.

In the initial phase, the inspection process was analyzed through Repeatability and Reproducibility studies, only focus in one reference. The results, as expected, were negative, who motivating the elaboration of this report. Initially, only one of the employees had the ability to inspect the reference as intended.

To achieve the objectives outlined, some strategies were implemented, such as: a method of inspection based on the training to employees, so that it became more effective in the center of operations. The result was the creation of standard sample tables whose employees have access when they inspect the part in question.

After the training phase, the same study done previously was repeated to quantify the improvement obtained. On these phase fourteen employees are able to inspect this reference.

Another strategy, still focus on the inspection of this reference, was to change the flowchart of the whole process, implementing at 100% inspection in the production, being previously only a hour inspection done. This has made it possible to increase the quality of the inspection and to reduce waste in production.

In the end, the objective was achieved since it was possible, through the improvement in inspection, to monitor and improve the production process in the injection sector

Keywords Quality management; R&R Studies; Inspection.

ÍNDICE

Índice de Figuras	xii
Índice de Tabelas.....	xiv
Siglas	xvi
1. Introdução.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Apresentação da empresa	2
2. Enquadramento Teórico	4
2.1. MSA Estudos R&R por atributos	4
3. Acções Implementadas.....	6
3.1. Situação inicial	6
3.2. Melhoria.....	13
3.2.1. No método de inspeção	13
3.2.2. No fluxograma do processo.....	15
3.3. Situação final	18
4. Conclusões	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
ANEXO A.....	25
ANEXO B	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - exemplos de peças produzidas na AH	2
Figura 2 - Exportação AH	3
Figura 3 - Foto referência H-18400.....	6
Figura 4 - Quantidade de peças aprovadas e rejeitadas.....	7
Figura 5 - Eficiência 1º Estudo.....	11
Figura 6 - Taxa erro para o cliente 1º Estudo	11
Figura 7 - Taxa de falso alarme 1º Estudo	12
Figura 8 - Kappa entre avaliadores e referência padrão	13
Figura 9 - Defeito a ser rejeitado.....	14
Figura 10 - Defeito a ser aprovado	14
Figura 11 - Fluxograma inicial.....	15
Figura 12 - Fluxograma situação final	17
Figura 13 - Eficiência 2º Estudo.....	19
Figura 14 – Taxa erro para o cliente 2º Estudo	19
Figura 15 - Taxa de falso alarme 2º Estudo	20
Figura 16 - Kappa entre avaliadores e a referência padrão	21

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios de classificação	5
Tabela 2 - Método de registrar informação	8
Tabela 3 - Resultados 1º Estudo.....	10
Tabela 4 - Kappa 1º Estudo.....	12
Tabela 5 - Mão-de-obra necessária situação inicial	16
Tabela 6 - Mão-de-obra necessária situação final	17
Tabela 7 - Resultados 2º Estudo.....	18
Tabela 8 - Kappa 2º Estudo.....	20
Tabela 9 - Comparação entre resultados do 1º e 2º estudo.....	22
Tabela 10 - Comparação de valores de Kappa entre 1º e 2º estudo	22

SIGLAS

AH – A. Henriques II

Aic's – Artigos para a indústria do calçado

Ai's – Artigos industriais técnicos

MSA – *Measurement Systems Analysis*

PME – Pequena Média Empresa

R&R – Repetibilidade e Reprodutibilidade

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

O mercado atual encontra-se em constante mudança, onde a competitividade é cada vez mais elevada, forçando as empresas a uma constante evolução e desenvolvimento para se manterem competitivas. A AHenriques, sendo umas das maiores produtoras do país de componentes técnicos em borracha, tem sido forçada a acompanhar esta tendência.

Este documento descreve todo o projeto que se desenvolveu nesta empresa a fim de melhorar a inspeção numa secção que influencia toda a produção. O projeto baseou-se na inspeção de uma das peças mais problemáticas da AH, sendo o objetivo principal uniformizar os critérios de inspeção dos colaboradores, melhorar a eficiência dos mesmos e consequentemente melhorar a qualidade das peças entregues ao cliente.

Este projeto dividiu-se em três fases, na primeira fase (secção 3.1), selecionou-se qual a primeira referência na qual o projeto estaria focado, selecionou-se também o grupo de colaboradores que iriam ser avaliados e fez-se se um estudo para apurar o ponto de situação inicial. Aqui o objetivo foi verificar qual a eficiência dos colaboradores em avaliar a peça e também qual a concordância nas respostas entre eles.

Na fase seguinte (secção 3.2), foi dada formação ao grupo em questão, implementando-se um procedimento de inspeção. Reforçou-se também a informação anteriormente fornecida aos colaboradores acerca da peça e elaborou-se uma ajuda visual, com tipos de defeitos na peça que deveriam aprovar ou rejeitar.

Por último (secção 3.3 e 4), repetiu-se os estudos anteriores ao mesmo grupo de colaboradores e mediu-se a melhoria obtida pretendida.

Ainda relacionado com a referência em causa e a sua inspeção, este projeto também permitiu avaliar e melhorar o fluxo de todo o processo. Desde a produção até a expedição, foi possível acompanhar e melhorar o processo de produção no setor de injeção da AH.

1.2. Apresentação da empresa

A AHenriques é uma PME familiar especializada em produtos técnicos em borracha. Fundada em 1911, inicialmente como produtora de chapéus, começou a produção de artigos técnicos em borracha no ano de 1940. Situada em São João da Madeira, no distrito de Aveiro, conta com a colaboração de 130 funcionários, na sua maioria residentes na área.

A estratégia da AHenriques passa por crescer numa perspetiva de melhoria contínua que permita atingir a satisfação e aumentar o grau de confiança dos seus clientes. Passa também por encontrar soluções tecnológicas que vão de encontro às necessidades de engenharia dos seus clientes.

Devido ao vasto conhecimento em produtos técnicos em borracha, a AHenriques consegue apresentar no seu portefólio de produtos artigos de injeção, compressão, extrusão e revestimento de peças metálicas (Figura 1).



Figura 1 - exemplos de peças produzidas na AH

A AHenriques conta com diversos fornecedores de matéria-prima certificados pela norma ISO 9001, utilizando no seu processo produtivo borrachas naturais e artificiais. A AH encontra-se organizada por setores de produção sendo eles a injeção, compressão e a extrusão. Internamente os produtos são denominados por Ai's e por Aic's. Os Ai's são os

artigos industriais técnicos e Aic's os artigos para a indústria do calçado. Nos últimos 21 anos a produção de peças produzidas por injeção de borracha aumentou significativamente, em 1995 representavam 57% da produção total e hoje em dia representam 93% do volume de vendas. Dentro destes, 50 % destinam-se para a indústria automóvel. A indústria automóvel tem um peso significativo para a AHenriques sendo de grande importância conseguir adaptar-se ao elevado nível de exigência desse setor industrial. Cerca de 80% da produção da AH destina-se a exportação (Figura 2).

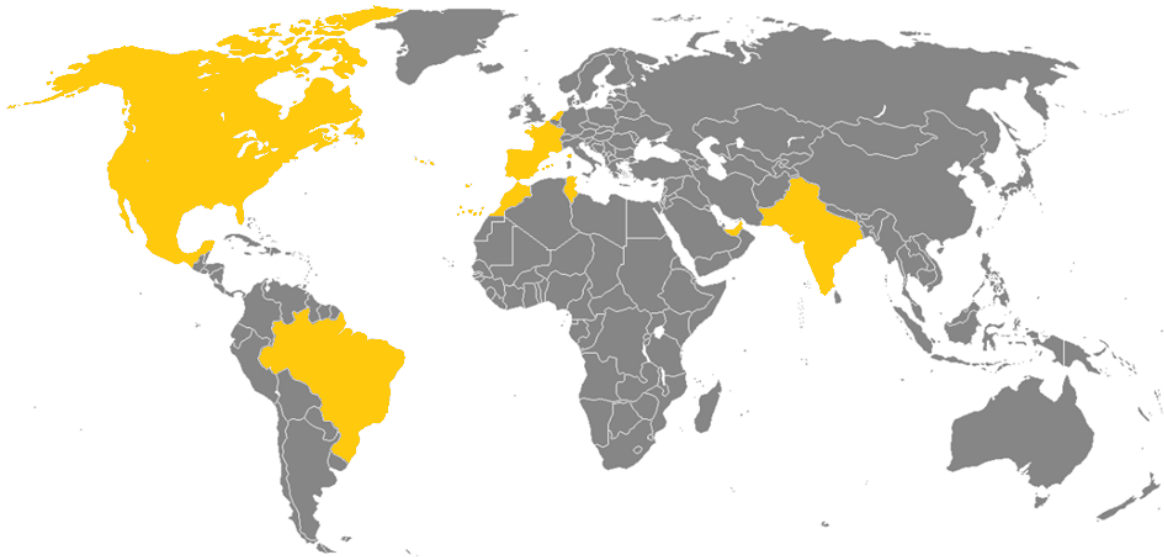


Figura 2 - Exportação AH

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. MSA Estudos R&R por atributos

Uma análise de sistema de medição MSA, é um componente essencial para qualquer processo de melhoria de qualidade, esta análise tenta interpretar a variação de um sistema de medição. Os sistemas de medição podem ser por variáveis ou por atributos, os sistemas de medição por atributos são compostos por um número finito de categorias, ao contrário dos sistemas de medição por variáveis. Isto é, as medições neste sistema são ordinais e podem ter várias respostas possíveis como: muito bom, bom, suficiente, mau e muito mau. Ou ainda, e mais comum, apenas duas respostas possíveis, passa/ não passa.

Os objetivos deste tipo de estudo é verificar:

- A coerência do avaliador em manter sempre as mesmas respostas em todos os ensaios;
- Se as respostas do avaliador coincidem com os requisitos pretendidos;
- A concordância entre avaliadores;

Para elaboração de estudos R&R é necessário escolher uma amostra cujo tamanho pode variar com o tipo de produto a ser avaliado. Geralmente está contido entre 40 a 50 peças e dentro da amostra devem ainda existir peças aprovadas e peças rejeitadas, ou ainda peças que estejam próximas dos limites de aceitação e de rejeição. O aconselhável é ter 25% das peças próximas desse limite.

Para a realização do estudo é necessário formar no mínimo grupos de 3 avaliadores para depois ser possível avaliar a concordância entre eles. Cada avaliador repete 3 vezes o ensaio, de modo a verificar a coerência do avaliador em manter a mesma resposta para cada peça.

De acordo com o manual elaborado pelo grupo Chrysler LLC em conjunto com a Ford Motor Company e com a General Motors Corporation, os resultados podem ser classificados com alguns indicadores distintos, um deles, o Kappa (de Cohen) que é utilizado

para medir o acordo entre as respostas dadas por dois avaliadores na classificação do mesmo objeto, também é utilizado para verificar o acordo entre as respostas dadas e a referência padrão. Quando este indicador tem o valor de “1” significa um acordo perfeito e o valor de “0” indica que o acordo que possa existir é totalmente aleatório. Este indicador apenas pode ser calculado caso as variáveis em questão utilizem a mesma escala. Outros indicadores são a eficiência do avaliador, a taxa de falha e a taxa de falso alarme, em que estes são divididos em três intervalos de classificação como apresentado na (Tabela 1).

Tabela 1 - Critérios de classificação

Critérios de classificação			
Decisão do Sistema de Medição	Eficiência	Taxa de falha	Taxa de falso alarme
Capaz de inspecionar	>90%	<2%	<5%
Parcialmente capaz, pode necessitar de melhoria	>80%	<5%	<10%
Necessita de formação para ser inspetor	<80%	>5%	>10%

3. ACÇÕES IMPLEMENTADAS

3.1. Situação inicial

O primeiro passo para elaborar este projeto foi selecionar a peça que iríamos utilizar para o estudo. Neste caso escolheu-se a que de certa forma é a mais complexa da produção: a referência H-18400 (Figura 3). É uma peça para a indústria automóvel, mais precisamente para o sistema de admissão de ar para um dos automóveis da marca JEEP, cujo grau de exigência em relação à qualidade é elevado.



Figura 3 - Foto referência H-18400

O segundo passo foi selecionar a amostra, determinar o tamanho, o tipo de defeitos, a quantidade de peças rejeitadas e aprovadas, e a quantidade de peças próximas a estas decisões, isto é, peças que os avaliadores poderão ter dúvidas se devem rejeitar ou não a peça.

No primeiro estudo realizado, foram selecionadas 50 peças, das quais 30 eram aprovadas e 20 rejeitadas, estando algumas próximas do limite aceitável (Figura 4).

Quantidade de peças aprovadas e rejeitadas

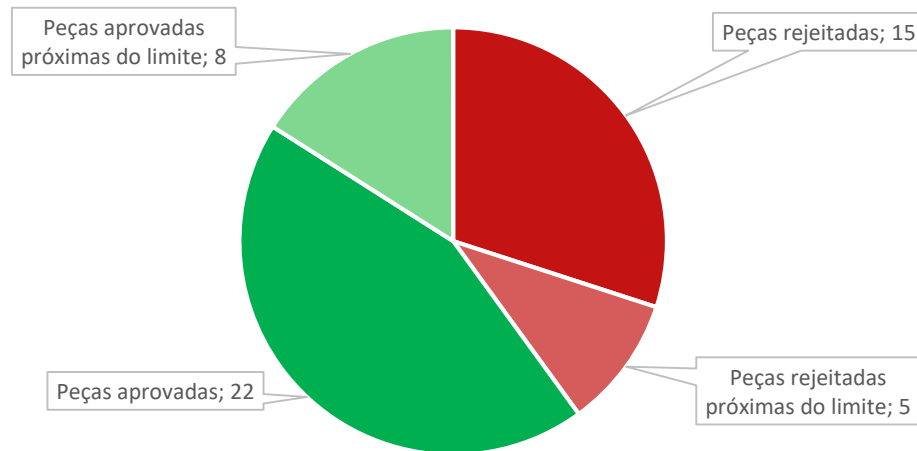


Figura 4 - Quantidade de peças aprovadas e rejeitadas

Em seguida foi necessário criar grupos de 3 avaliadores. Neste caso, foram selecionados todos os avaliadores que estavam, até agora, habilitados a inspecionar esta referência, um total de 18 colaboradores.

Após selecionar a peça, a amostra e o grupo de avaliadores, foi necessário prosseguir o ensaio e registrar as respostas dadas. Para facilitar o tratamento de dados, foi essencial registrar numa tabela todas as respostas, sendo a resposta “0” quando o avaliador rejeita a peça, e “1” quando aprova. Após efetuar o ensaio três vezes a cada colaborado transformou-se todos os dados na informação que pretendíamos avaliar. Em seguida podemos verificar uma breve explicação dos cálculos efetuados.

Na tabela seguinte, (Tabela 2), está apresentada a forma como foram tratadas as respostas de um par de avaliadores, sendo que este passo foi repetido três vezes para cada grupo de três avaliadores.

Tabela 2 - Método de registo informação

		B		Total
		Rejeitadas	Aprovadas	
A	Rejeitadas	Número de peças rejeitadas em comum	Número de peças que o avaliador B aprovou e o avaliador A rejeitou	Número de peças que o avaliador A Rejeitou
	Aprovadas	Número de peças que o avaliador A aprovou e o avaliador B rejeitou	Número de peças aprovadas em comum	Número de peças que o avaliador A aprovou
Total		Número de peças que o avaliador B Rejeitou	Número de peças que o avaliador B aprovou	Número total de peças

Após obter os dados reais foi necessário determinar a distribuição de dados, isto é, calcular as probabilidades de o par de avaliadores concordarem ou discordarem nas respostas a cada peça. Em seguida estão apresentadas equações (i)(ii) para estimar o número de peças que ambos os avaliadores rejeitam, no entanto foram calculadas as probabilidades para ambas as categorias e para cada par de avaliadores.

$$p_{A \text{ rejeitar}} = \frac{n^{\circ} \text{ peças rejeitadas por A}}{\text{Numero total de peças}} \quad (i)$$

$$p_{B \text{ rejeitar}} = \frac{n^{\circ} \text{ peças rejeitadas por B}}{\text{Numero total de peças}} \quad (ii)$$

Uma vez que as respostas dos dois avaliadores são independentes, a probabilidade de eles concordarem que uma peça é rejeitada é dada por (iii):

$$p(A_{\text{rejeitar}} \cap B_{\text{rejeitar}}) = p_{A \text{ rejeitar}} \times p_{B \text{ rejeitar}} \quad (iii)$$

Assim sendo, o número estimado de peças que ambos rejeitaram é calculada por
(iv)

$$n_e = n^{\circ} \text{ total de peças} \times p(A_{\text{rejeitar}} \cap B_{\text{rejeitar}}) \quad (iv)$$

As probabilidades têm de ser calculadas para depois se determinar o valor de Kappa. A equação que permite determinar o kappa é a seguinte (v)

$$Kappa = \frac{Pr - Pe}{1 - Pe} \quad (v)$$

Sendo que (vi)(vii):

$$Po = \frac{n^{\circ} \text{ real de rejeitadas em comum} + n^{\circ} \text{ real de aprovadas em comum}}{n^{\circ} \text{ total de peças}} \quad (vi)$$

$$Pe = \frac{n^{\circ} \text{ est. de rejeitadas em comum} + n^{\circ} \text{ est. de aprovadas em comum}}{n^{\circ} \text{ total de peças}} \quad (vii)$$

Após se verificar a concordância entre avaliadores é necessário avaliar a concordância entre as respostas do avaliador e a resposta pretendida. Os cálculos são semelhantes ao passo anterior, apenas se alternam os dados do segundo avaliador pelos dados da referência padrão.

Por fim é calculada a eficiência de cada operador (viii) a taxa de falha, peças que deveriam ter sido rejeitadas e não aprovadas (erro para o cliente) (ix), a taxa de falso alarme, e as peças que deveriam ter sido aprovadas e não rejeitadas (erro para o fornecedor) (x).

$$Eficiência = \frac{n^{\circ} \text{ de peças com resposta correta nos 3 ensaios}}{n^{\circ} \text{ total de peças}} \quad (viii)$$

$$\text{Taxa de falha} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de peças que o avaliador aprovou erradamente}}{\text{n}^{\circ} \text{ total de peças rejeitadas}} \quad (\text{ix})$$

$$\text{Falso alarme} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de peças que o avaliador rejeitou erradamente}}{\text{n}^{\circ} \text{ total de peças aprovadas}} \quad (\text{ix})$$

Em seguida pode-se ver a média de todos os resultados do primeiro estudo realizado (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados 1º Estudo

Média dos resultados		
Eficiência	Erro para o cliente	Erro para o fornecedor
78.3%	14.3%	10.9%

De acordo com a Tabela 1 da secção 2.1, em todos os 3 pontos, a conclusão geral que se retira é que todos os colaboradores necessitam de formação para estarem habilitados a inspecionar esta referência com eficácia. No entanto, nos gráficos que se seguem podemos observar mais detalhadamente os resultados.

EFICIÊNCIA

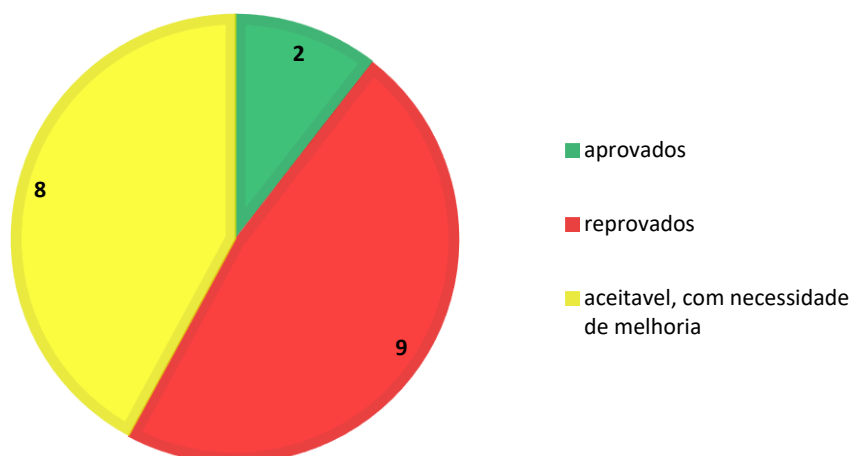


Figura 5 - Eficiência 1º Estudo

Em relação à eficiência (Figura 5), dois dos colaboradores apresentaram bons resultados, com eficiência maior ou igual a 90%; oito colaboradores apresentaram eficiência entre 80% e 90% e os restantes colaboradores apresentaram valores inferiores a 80%. Isto significa que no total apenas 2 colaboradores não necessitam de melhoria em relação à sua eficiência.

ERRO PARA O CLIENTE

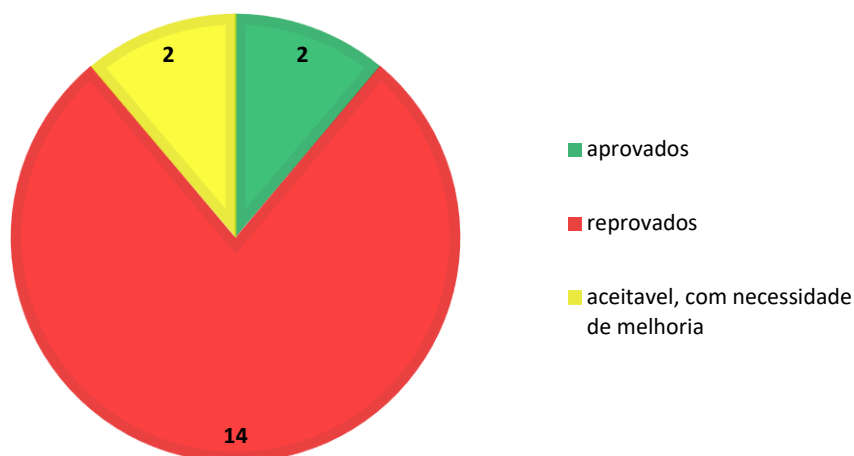


Figura 6 - Taxa erro para o cliente 1º Estudo

Analisando agora a taxa de peças que foram aprovadas pelos colaboradores, mas que deveriam ter sido rejeitadas (Figura 6), dois dos colaboradores apresentaram resultados bons, com taxa inferior a 2%, dois colaboradores apresentaram valores entre 2% e 5%, os

restantes colaboradores apresentam valores superiores a 5%. Em relação à taxa de falha para o cliente, apenas dois colaboradores não necessitam de melhoria.

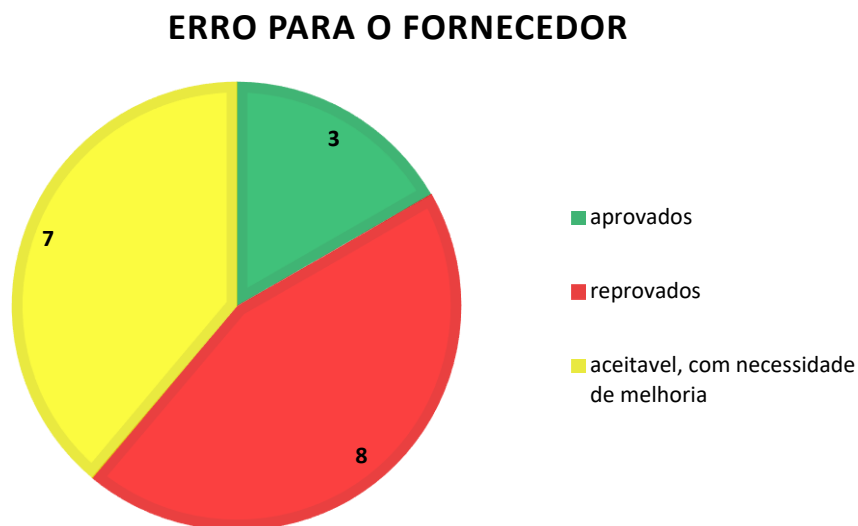


Figura 7 - Taxa de falso alarme 1º Estudo

Analisando a taxa de peças que foram rejeitadas pelos colaboradores, mas que deveriam ter sido aprovadas (Figura 7), três dos colaboradores apresentaram bons resultados, com taxa inferior a 5%, sete colaboradores apresentaram valores entre 5% e 10%, os restantes colaboradores apresentam valores superiores a 10%, o que significa que apenas três colaboradores não necessitam de melhoria em relação à taxa de falso alarme.

Analisando a concordância entre avaliadores (Tabela 4), utilizando o indicador Kappa, a média neste primeiro estudo foi de 0,61, o que significa que a concordância entre avaliadores foi relativamente reduzida, sendo que 1 seria concordância perfeita.

Tabela 4 - Kappa 1º Estudo

Valores médios Kappa	
Entre avaliadores	De acordo com a referência padrão
0,61	0,73

Avaliando o valor médio de Kappa entre avaliadores e a referência padrão, verifica-se que este é melhor do que a concordância entre colaboradores, no entanto ainda está relativamente baixo. Em seguida estão apresentados os números de colaboradores e respectivos valores de Kappa (Figura 8).

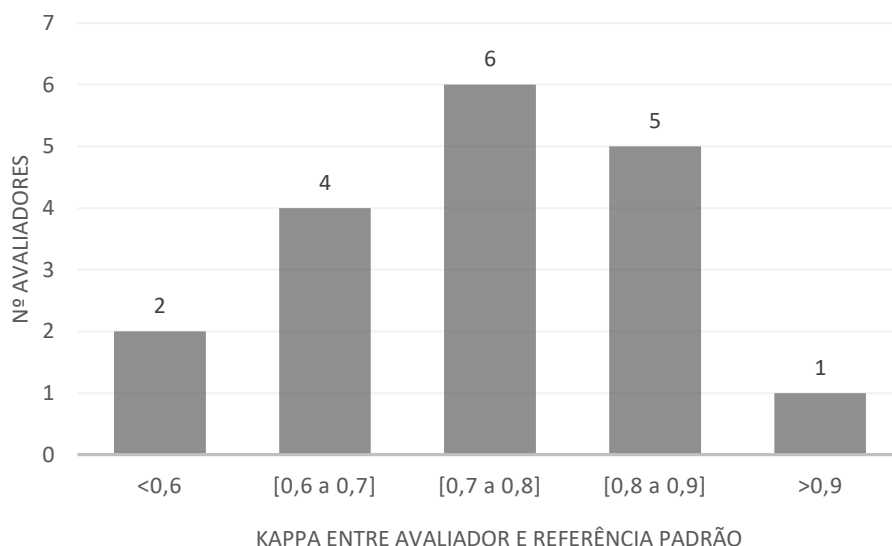


Figura 8 - Kappa entre avaliadores e referência padrão

No gráfico é possível verificar que a maioria dos avaliadores têm um indicador Kappa entre 0.6 e 0.9. A conclusão que se pode retirar com a realização deste primeiro estudo, é que a situação inicial é bastante negativa. Observando caso a caso, apenas um colaborador mostrou capacidades para estar habilitado a inspecionar esta referência.

3.2. Melhoria

3.2.1. No método de inspeção

Como apresentado na seção anterior, os resultados obtidos do primeiro estudo revelam que, em exceção a um colaborador que apresentou bons resultados em todos os indicadores, todos os restantes necessitam de melhoria. Para tal, foi dada formação a todos os operadores que realizaram o estudo anterior, baseando-se em dois objetivos: primeiro esclarecer o grau de exigência do cliente em aceitar ou não pequenos defeitos estéticos. Segundo objetivo, elaborar um procedimento de inspeção mais eficaz, capaz de inspecionar

a peça de modo a detetar não só problemas estéticos, mas também defeitos que possam influenciar o funcionamento da peça.

Para alcançar o primeiro objetivo, elaborou-se uma tabela à qual todos os colaboradores têm acesso, incluí fotos de todos os tipos de defeitos que a peça possa ter, distinguindo: defeitos que podem seguir para o cliente; e defeitos que não podem seguir, e neste caso reforça-se os limites aceitáveis para cada um deles. Nas figuras seguintes está exemplificado essa distinção, na Figura 9, está apresentado um exemplo de um defeito que se deve rejeitar, e na Figura 10 um exemplo aceitável.



Figura 9 - Defeito a ser rejeitado



Figura 10 - Defeito a ser aprovado

Para apoiar a tabela elaborada, foram guardadas as peças identificando cada defeito para ajudar na formação dos atuais e futuros colaboradores.

Em segundo, foi criado um procedimento para a inspeção desta referência, no qual se definiu uma sequência para inspecionar, focada em diferentes pontos da peça. Começando pela zona de encaixe exterior, seguida pela restante zona exterior da peça com especial atenção nos pontos de rebarbagem, e por fim, caso a peça não tenha nenhum defeito rejeitável nos pontos anteriormente inspecionados, é feita a inspeção na zona interior da peça. Após aprovação da peça e rebarbagem da mesma, também se elaborou um procedimento de embalagem [anexo A].

3.2.2. No fluxograma do processo

Com objetivo de melhorar o controlo da produção e evitar percentagens altas de refugo, o fluxograma do processo foi alterado, em seguida está apresentado o fluxograma inicial (Figura 11).



Figura 11 - Fluxograma inicial

No processo inicial, na produção apenas existia controlo periódico da qualidade das peças, era feito uma vez por hora durante os 3 turnos, ou seja, aproximadamente 15 % da produção era inspecionada. Com este método, a probabilidade de falhar a inspeção era maior pois eram vistas menos peças, e nos intervalos de tempo em que

não era feita nenhum controlo, as peças também poderiam ter defeitos, o que, consequentemente aumentava a percentagem de refugo.

Em seguida é apresentada a mão-de-obra necessária para o processo inicial por turno (Tabela 5).

Tabela 5 - Mão-de-obra necessária situação inicial

Mão-de-obra por turno		
Tarefa	Nº operadores	Horas
Produção/1ª Rebarbagem	2	16
Controlo hora a hora	0.25	2
Inspeção/rebarbagem/embalamento (900 peças)	2	16
Total (horas)		34

Para efetuar o controlo de hora a hora, o colaborador que exercia esta tarefa demorava 15 minutos, incluindo a deslocação do seu posto habitual até à produção, ou seja, por turno 2 horas.

Com este procedimento eram necessárias 34 horas de mão-de-obra. Em relação à taxa de refugo total era de 6.8%, valores relativos à produção entre a semana 14 à semana 25 de 2017.

Em seguida apresenta-se o novo fluxograma do processo, em que se antecipou a rebarbagem final, e a inspeção na produção passou a ser a 100% ao contrário das 15% iniciais (Figura 12).



Figura 12 - Fluxograma situação final

Na tabela seguinte está apresentada a mão-de-obra necessária para este novo procedimento (Tabela 6)

Tabela 6 - Mão-de-obra necessária situação final

Mão-de-obra por turno		
Tarefa	Nº operadores	Horas
Produção + 1ª Rebarbagem	2	16
Inspeção na produção + rebarbagem final	1	8
Inspeção final + embalamento (900 peças)	1,5	12
Total (horas)		36

Com este novo procedimento são necessárias 36 horas de mão-de-obra, mais duas horas de mão-de-obra do que na situação inicial, no entanto, em relação à taxa de refugo total, esta diminuiu para 4.5%, valores relativos à produção entre a semana 25 à semana 36 de 2017.

A principal razão para esta diminuição tão elevada com este novo processo, deve-se ao facto do controlo ser contínuo e quando existe alguma anomalia, é rapidamente detetável e é tomada uma medida de correção imediata.

3.3. Situação final

Para avaliar a melhoria conseguida com a formação dada foi repetido o estudo a todos os colaboradores que receberam formação. Para a realização deste segundo estudo foram utilizadas as mesmas peças do estudo anterior. Em seguida estão apresentados os resultados obtidos (Tabela 7).

Tabela 7 - Resultados 2º Estudo

Média dos resultados		
Eficiência	Erro para o cliente	Erro para o fornecedor
93.4%	2.1%	3.3%

De acordo com a Tabela 1 da secção 2.1, os valores médios obtidos relativos à eficiência e à taxa de erro para o fornecedor, estão dentro do intervalo pretendido para os colaboradores ficarem habilitados à inspeção desta referência. No entanto, em relação à taxa de falha de erro para o cliente, os valores obtidos revelam que ainda é preciso melhoria. Os valores apresentados na tabela referem a média dos dezoito colaboradores avaliados, ou seja, é necessário observar caso a caso para se pode tirar conclusões corretas. Em seguida estão apresentados os gráficos onde se pode observar mais detalhadamente os resultados aqui falados.

EFICIÊNCIA

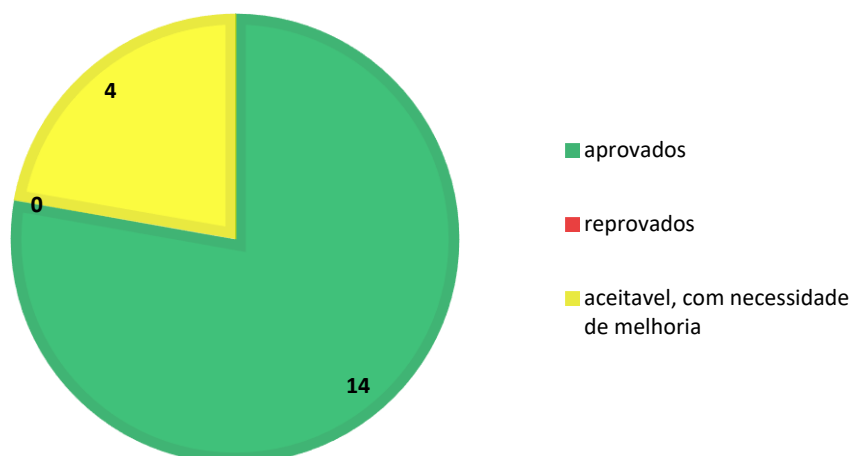


Figura 13 - Eficiência 2º Estudo

Em relação à eficiência (Figura 13), catorze dos colaboradores apresentaram bons resultados, com eficiência maior ou igual a 90%, quatro colaboradores apresentaram eficiência entre 80% e 90%. Neste estudo nenhum dos colaboradores apresentaram valores de eficiência inferior a 80%, o que significa que quatro colaboradores necessitam de melhoria em relação à sua eficiência.

ERRO PARA O CLIENTE

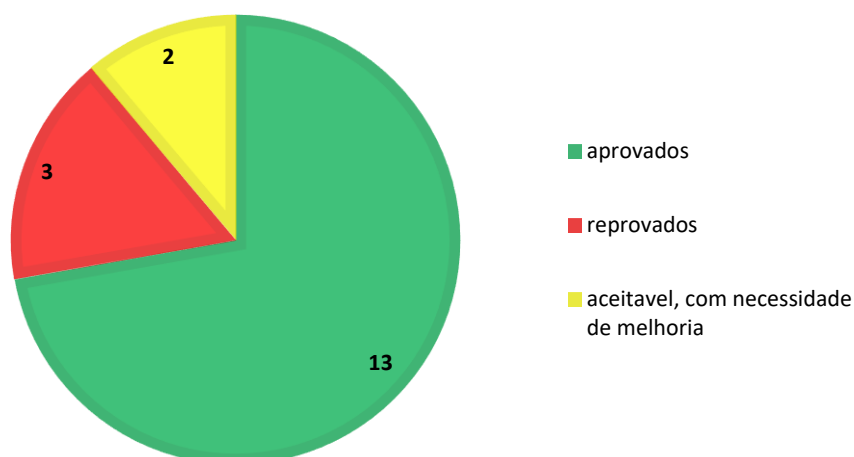


Figura 14 – Taxa erro para o cliente 2º Estudo

Analisando a taxa de peças que foram aprovadas pelos colaboradores, mas que deveriam ter sido rejeitadas (Figura14), treze dos colaboradores apresentaram bons

resultados, com taxa inferior a 2%, dois colaboradores apresentaram valores entre 2% e 5% e três colaboradores apresentam valores superiores a 5%, o que significa que cinco colaboradores necessitam de melhoria em relação a taxa de falha para o cliente.

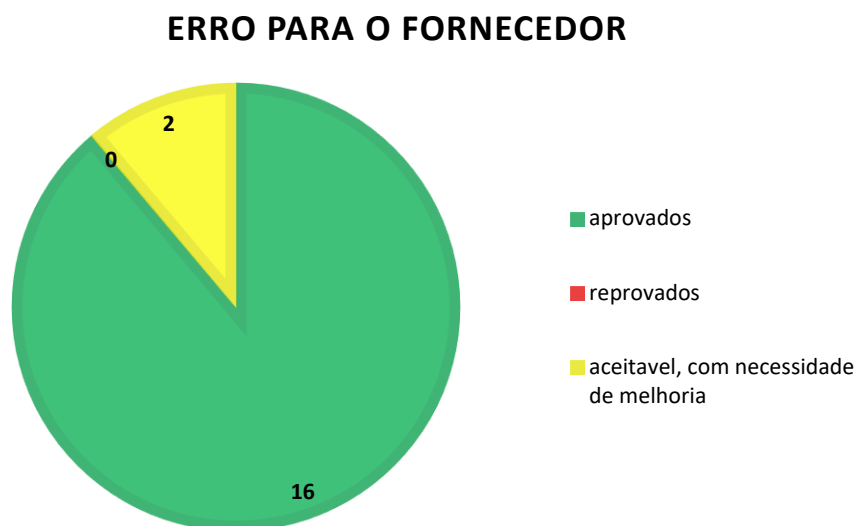


Figura 15 - Taxa de falso alarme 2º Estudo

Analisando a taxa de peças que foram rejeitadas pelos colaboradores, mas que deveriam ter sido aprovadas (Figura 15), apenas dois colaboradores apresentaram uma taxa superior a 5%, os restantes colaboradores apresentaram valores entre 0% e 5%, o que significa que apenas dois colaboradores necessitam de melhoria em relação a taxa de falso alarme.

Analisando a concordância entre avaliadores (Tabela 8), utilizando o indicador Kappa, a média neste estudo foi de 0,89, o que significa que os avaliadores tiveram uma boa concordância, sendo que 1 seria concordância perfeita.

Tabela 8 - Kappa 2º Estudo

Valores médios Kappa	
Entre avaliadores	De acordo com o padrão pretendido
0,89	0,95

Avaliando o valor médio de Kappa entre avaliadores e a referência padrão, verifica-se que este é melhor do que a concordância entre colaboradores, está próximo do valor máximo. Em seguida estão apresentados os números de colaboradores e respectivos valores de Kappa (Figura 16).

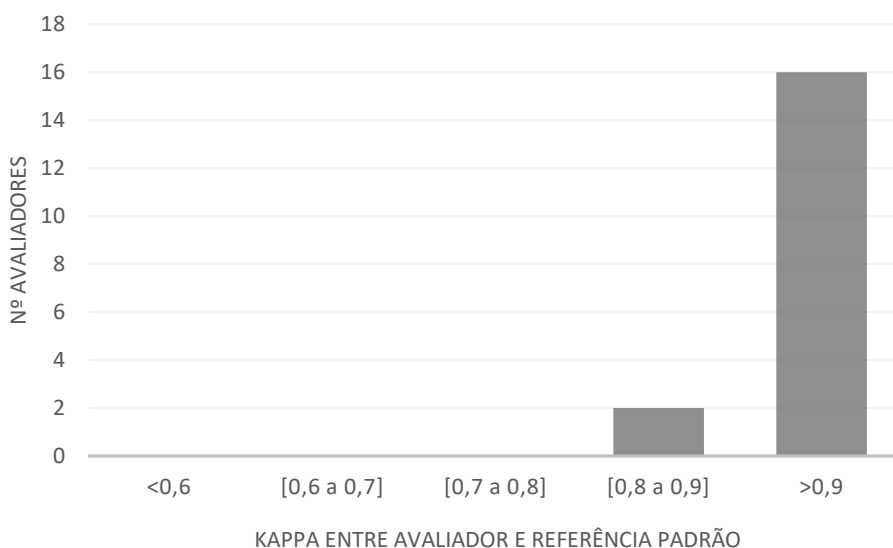


Figura 16 - Kappa entre avaliadores e a referência padrão

No gráfico é possível verificar que apenas dois colaboradores apresentaram um valor de Kappa entre 0,8 e 0,9, os restantes apresentaram valores próximos do máximo.

Concluindo, e analisando caso a caso, podemos verificar que neste último estudo houve uma melhoria já que doze colaboradores mostraram estarem habilitados para inspecionar esta referência.

Nas tabelas apresentadas em seguida, podemos observar a melhoria alcançada com a ação de formação dada aos colaboradores (Tabela 9 e Tabela 10).

Tabela 9 - Comparação entre resultados do 1º e 2º estudo

	Média dos resultados		
	Eficiência	Erro para o cliente	Erro para o fornecedor
Situação Inicial	78.3%	14.3%	10.9%
Situação Final	93.4%	2.1%	3.3%
Melhoria	15.1%	12.2%	7.6%

Tabela 10 - Comparação de valores de Kappa entre 1º e 2º estudo

	Valores médios Kappa	
	Entre avaliadores	De acordo com a referência padrão
Situação Inicial	0,61	0,73
Situação Final	0,89	0,95
Melhoria	0,28	0,22

4. CONCLUSÕES

O projeto desenvolvido tinha como objetivo melhorar e uniformizar os métodos de inspeção dos colaboradores da AHenriques, este focou-se em dois pontos essenciais, sendo eles uniformizar os critérios entre colaboradores e melhorar o método de inspeção.

Após ter sido feito um estudo para apurar a situação inicial, foi feita uma ação de formação aos colaboradores, por fim repetiu-se o mesmo estudo feito inicialmente para verificar a melhoria alcançada. Inicialmente, apenas um colaborador mostrou estar habilitado a inspecionar, depois da ação de formação, doze colaboradores apresentaram capacidades para inspecionar a referência. Contudo verificando caso a caso, dois operadores apresentaram valores próximos aos doze colaboradores aprovados, decidindo-se assim que também estariam habilitados para inspecionar a referência. Numa fase inicial foi feita uma inspeção à amostragem das peças aprovadas por estes dois colaboradores. Os restantes quatro colaboradores, deixaram de inspecionar esta referência, obtendo assim o resultado e a conclusão final esperada. São perfeitamente evidentes as melhorias tanto qualitativas como quantitativas obtidas com esta ação de formação, aplicada aos colaboradores.


Com este estudo percebeu-se que futuramente, a melhoria da empresa passará por propor o mesmo tipo de estudos e de ações de formação, para cada família de produtos produzidos pela AH, com o objetivo de melhorar a inspeção de todas as referências, facilitar a gestão e a organização dos colaboradores disponíveis na secção de inspeção e de modo a formar futuros colaboradores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chrysler Group LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, (2010),
“Measurements Systems Analysis”, Reference Manual, Fourth Edition.

N. Baudet, J. L. Maire, M. Pillet (2012), “The visual inspection of product surfaces”,
Food Quality and Preference.


ANEXO A

Edição	1	MÉTODOS DE OPERAÇÃO	
Revisão	0		
Data	30/03/17		
Página	5		
Designação	H-18400	Método Operatório de Inspeção Final	

Nota: Para inspeção final utilizar as ajudas visuais e caso seja necessário utilizar as tabelas de defeitos

1ª Fase Inspeccionar a peça



Edição	1	MÉTODOS DE OPERAÇÃO	
Revisão	0		
Data	30/03/17		
Página	5		
Designação	H-18400		
Método Operatório de Inspeção Final			

1ª Fase Inspeccionar a peça



4º Verificar Rasgos, fissuras ou pré-vulcanizados no exterior

5º Verificar rebarba Interior



5º Verificar existência de rasgos, fissuras ou gretas no Interior


2ª Fase Rebarbar/Limpar a peça



1º Retirar o excesso de rebarba exterior

2º Retirar o excesso de rebarba Interior



Edição	1	MÉTODOS DE OPERAÇÃO	
Revisão	0		
Data	30/03/17		
Página	5		
Designação	H-18400		
Método Operatório de Inspeção Final			

2ª Fase Rebarbar/Limpar a peça



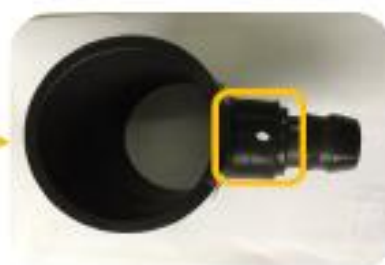
3º Retirar o excesso de rebarba no casquilho




4º Remover excesso de rebarba na parte superior e inferior da peça



5º Limpar as peças com o utensílio adequado



6º Confirmar a inspeção de todas as peças com o marcador branco

Edição	1	MÉTODOS DE OPERAÇÃO	
Revisão	0		
Data	30/03/17		
Página	5		
Designação	H-18400	Método Operatório de Inspeção Final	

3ª Fase Embalar

1º Colocar 16 peças (8 em baixo + 8 em cima) na extremidade da caixa
Total=16




2º Colocar + 16 peças (8 em baixo + 8 em cima) na extremidade da caixa
Total=32

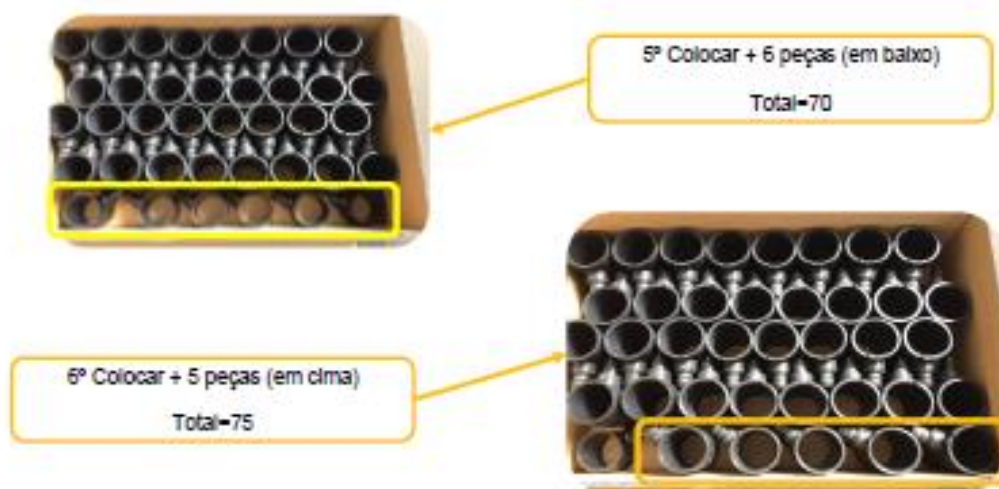


3º Colocar + 16 peças (8 em baixo + 8 em cima) na extremidade da caixa
Total=48



4º Colocar + 16 peças (8 em baixo + 8 em cima) na extremidade da caixa
Total=64

Edição	1	MÉTODOS DE OPERAÇÃO	
Revisão	0		
Data	30/03/17		
Página	5		
Designação	H-18400		
Método Operatório de Inspeção Final			

3ª Fase Embalar

Elaborado

Aprovado

Ficheiro
Formação

ANEXO B (LAYOUT POSTO DE INSPEÇÃO)

MÉTODOS DE OPERAÇÃO



Edição	0
Revisão	0
Data	09/03/2017
Folha	1/1

Designação: Posto de Inspeção

Motivo da alteração:



1	Instrução de trabalho
2	Cesto NOK
3	Etiquetas / Registo defeitos
4	Peças a inspecionar
5	Peças inspecionadas
6	Cesto OK / balança
7	Tabela de qualificações

Elaborado

Aprovado

Ficheiro
Manuais

IMP. 1.2.1.01/B