



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

José Tomás de Freitas Souto Gonçalves

**Melhoria do sistema de gestão da qualidade
numa empresa de componentes para motores**



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

José Tomás de Freitas Souto Gonçalves

**Melhoria do sistema de gestão da qualidade
numa empresa de componentes para
motores**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes

Outubro de 2016

DECLARAÇÃO

Nome: José Tomás de Freitas Souto Gonçalves

Endereço eletrónico: jfreitasg55@gmail.com

Telefone: 912377969

Bilhete de Identidade/Cartão do Cidadão: 13964377

Título da dissertação: Melhoria do sistema de gestão da qualidade numa empresa de componentes para motores

Orientador:

Professor Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes

Ano de conclusão: 2016

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Dedico a esta secção da minha dissertação a todos aqueles que me ajudaram a concluir esta importante etapa da minha vida e agradecer tudo que fizeram por mim.

Primeiramente quero agradecer ao Dr. José Carlos Freitas pela oportunidade que foi dada na SIMSEG.

Ao meu orientador na SIMSEG, o Engenheiro Jorge Cunha, pelo acompanhamento que me deu ao longo do projeto, pelo conhecimento partilhado e pelas inúmeras lições que me deu acerca do funcionamento de uma empresa.

A António Melo por ajudar a tornar o local de trabalho num lugar mais suportável.

Um enorme agradecimento a todos os colaboradores da SIMSEG por me acolherem.

Ao Engenheiro António Cepeda pela assistência nas fases iniciais deste projeto.

Num plano pessoal, quero agradecer à minha mãe, Graça, pela ajuda, pela paciência, pela eterna disponibilidade nos momentos mais difíceis e pela sua elevada influência no meu percurso como pessoa.

A todos os meus amigos, pelas suas opiniões, pontos de vista e auxílio em manter a minha sanidade mental ao longo dos percalços da vida.

À minha parceira por me lembrar, sempre, que apesar de tudo, vale a pena sofrer.

E por fim, um agradecimento muito especial ao Professor Doutor Eusébio Nunes, porque sem o seu incrível pragmatismo este projeto nunca teria sido levado a bom porto, pelo conhecimento que partilhou comigo, pelos inúmeros debates construtivos e pela sua disponibilidade e paciência durante a orientação desta dissertação.

A todos muito obrigado.

RESUMO

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho e desenvolvida em ambiente industrial na SIMSEG – Componentes para Motores, Lda., Este projeto surgiu da necessidade da empresa em obter a certificação do seu Sistema de Gestão da Qualidade, segundo a norma ISO 9001:2015.

O trabalho começa por uma análise ao Sistema de Gestão da Qualidade, com o auxílio de parceiros estratégicos e dos clientes da empresa, onde foi identificada uma serie de não conformidades. Através de uma revisão da literatura foi possível identificar um conjunto de filosofias, nomeadamente, o *Total Quality Management* e o *Lean Manufacturing*, e algumas das suas ferramentas que permitiram dar resposta a alguns dos desafios encontrados.

Ao longo do projeto recorre-se a um conjunto de ferramentas para dar resposta a estas não conformidades, e aos novos requisitos da norma ISO 9001:2015. Foi também desenvolvido um processo de Design e Desenvolvimento com base nas necessidades dos principais clientes da SIMSEG.

O principal contributo desta dissertação desenvolve-se em três pontos fundamentais: apresentar uma abordagem prática da implementação de ferramentas e metodologias para responder aos novos requisitos da norma ISO 9001:2015; criar de um processo de Design e Desenvolvimento, inspirado no Planeamento Avançado da Qualidade do Produto numa empresa que trabalha por encomenda; e identificar indicadores de desempenho relevantes para uma empresa do ramo metalomecânico.

PALAVRAS-CHAVE

ISO 9001:2015, Design e Desenvolvimento, Indicadores de Desempenho

ABSTRACT

The present dissertation was conducted as part of the Integrated Master's in Industrial Engineering and Management and it was developed in industrial environment at SIMSEG – Componentes para Motores, Lda., this project arose from the need of the company to acquire a certification of their Quality Management System under the ISO 9001:2015 norm.

This work begins with an analysis of the Quality Management System, with the help of strategic partners and clients of the company, where a set of non-conformities was found. A literature review permitted the assortment of a set of philosophies, namely, Total Quality Management and Lean Manufacturing, and some of their associated tools that allowed to give a response to the challenges that were identified.

Along the project a set of tools were developed in order to address the identified non-conformities, the new requirements of the norm and the development of a Design and Development process based on the needs of the key clients of SIMSEG.

This work offers a practical approach to implementing tools and methodologies with the goal of meeting the new requirements of the ISO 9001:2015; creation of a Design and Development process inspired in the Advanced Product Quality Planning on a company that functions under a Make by Order manufacturing system; identification of performance indicators in a company of the metalworking sector.

KEYWORDS

ISO 9001:2015, Design and Development, Performance Indicators

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1 Contexto e enquadramento.....	1
1.2 Objetivos e motivação.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação.....	3
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Normas de um sistema de gestão da qualidade.....	5
2.1.1 ISO 9001:2015.....	7
2.1.2 ISO/TS 16949.....	8
2.2 <i>Total Quality Management</i>	9
2.3 <i>Lean Manufacturing</i>	10
2.4 Metodologias e Ferramentas.....	11
2.4.1 Indicadores de desempenho.....	11
2.4.2 <i>Overall Equipment Efficiency (OEE)</i>	13
2.4.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	13
2.4.4 Avaliação da capacidade do processo.....	15
3. Diagnóstico da SIMSEG.....	19
3.1 História da SIMSEG.....	19
3.3 Equipa e Infraestruturas.....	20
3.4 Histórico do Sistema de Gestão da Qualidade.....	20
3.5 Não-conformidades relativas à Norma ISO 9001:2015.....	22
3.6 Interação com os clientes.....	23

3.7	Deficiências do sistema de gestão da qualidade implementado	24
4.	Atualização do Sistema de Gestão da qualidade.....	25
4.1	Manual de Gestão da Qualidade	25
4.2	Análise das Partes Interessadas	26
4.3	Gestão de Risco	28
4.4	Controlo da Informação documentada	29
4.5	Cadeia de Rastreabilidade	30
4.6	Criação do processo de Design e Desenvolvimento.....	32
4.6.1	Planeamento e definição de objetivos	32
4.6.2	Planeamento e desenvolvimento do produto.....	33
4.6.3	Planeamento e desenvolvimento do processo	33
4.6.4	<i>Measurement System Analysis</i>	34
4.6.5	Teste de Capacidade de Processo.....	36
4.6.6	Formalização do Processo de Design & Desenvolvimento	36
4.7	Reestruturação do processo de Gestão de Recursos.....	39
4.8	Mapa de Interação de processos	42
4.9	Identificação de novos indicadores de desempenho.....	42
4.9.1	Unidade de Maquinação de Segmentos	43
4.9.2	Unidade de Fundição.....	47
4.9.3	Gestão de Recursos	50
5.	Conclusões	53
5.1	Reflexão acerca do trabalho realizado.....	53
5.2	Trabalho Futuro	55
	Bibliografia.....	57
	Anexo I – Análise Partes Interessadas	61
	Anexo II – Desenho Técnico C1N	63
	Anexo III – Análise à Composição Química	65
	Anexo IV – Fluxograma.....	67
	Anexo V – FMEA de Processo	69
	Anexo VI – <i>Measurement System Analysis</i>	73
	Anexo VII – Teste de Capacidade.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Evolução Histórica da norma ISO 9001 (Fonseca, L.2006).....	6
Figura 2-Estrutura de camadas de indicadores (Parmenter,2007).....	12
Figura 3-Categorias de enquadramento, (Parmenter,2007)	12
Figura 4- <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	13
Figura 5-Amostra do catálogo da SIMSEG	20
Figura 6-Avaliação da SIMSEG	21
Figura 7- Excerto do Manual de Gestão da Qualidade	25
Figura 8- Cadeia de Rastreabilidade SIMSEG.....	31
Figura 9- Segmento C1N.....	32
Figura 10- Equipamento BL.....	35
Figura 11- Esquematização Gestão de Recursos.....	39
Figura 12- Mapa de Interação de Processos SIMSEG	42
Figura 13- Produção Ideal do Equipamento EM.....	44
Figura 14- Produção Ideal do Equipamento BL.....	44
Figura 15- Tempo Ideal de Ciclo do equipamento TSO	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Vantagens da implementação de um SGQ ISO 9001 (adaptado de Sampaio et al., 2009).....	6
Tabela 2- Etapas APQP.....	9
Tabela 3- Os oito desperdícios de um processo produtivo.....	11
Tabela 4- Tipos de FMEA (Adaptado de Stamatis,2003).....	14
Tabela 5- Escala exemplo FMEA.....	15
Tabela 6-Avaliação de capacidade de um processo produtivo.....	16
Tabela 7-Avaliação do Sistema de Medição.....	17
Tabela 8- Não conformidades apontadas pela XZ Consultores.....	22
Tabela 9- Exigências Hebmuller.....	23
Tabela 10- Mapa de Análise de Objetivos (Excerto).....	24
Tabela 11- Avaliação de Partes Interessadas.....	27
Tabela 12- Análise SWOT SIMSEG.....	28
Tabela 13 - Distribuição de Documentação.....	30
Tabela 14- PFMEA.....	34
Tabela 15- Teste %R&R.....	35
Tabela 16- Teste de Capacidade.....	36
Tabela 17- Fluxograma D&D.....	37
Tabela 18- Esquematização Design e Desenvolvimento.....	38
Tabela 19-Esquematização da Nova Gestão de Recursos.....	40
Tabela 20- Esquematização Recursos Humanos.....	41
Tabela 21- Calculo dos indicadores de Velocidade e Qualidade da EM.....	46
Tabela 22- Calculo dos indicadores de Velocidade e Qualidade da BL.....	46
Tabela 23- Calculo dos indicadores de Velocidade e Qualidade da TSO.....	46
Tabela 24- Rendimento de Processo.....	48
Tabela 25- Eficiência Fusão.....	49
Tabela 26- Produtividade Mão-de-Obra.....	49
Tabela 27- Enxerto do novo Mapa Análise de Objetivos.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

APQP – *Advanced Product Quality Planning*

D&D – Design e Desenvolvimento

FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*

IATF – *International Automotive Task Force*

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – *International Organization for Standardization*

JAMA – *Japan Automobile Manufacturers Association*

KPI – *Key Performance Indicator*

KRI – *Key Result Indicator*

OEE – *Overall Equipment Efficiency*

PFMEA – *Process Failure Mode and Effect Analysis*

PI – *Performance Indicator*

RMM – Recurso de Medição e Monitorização

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

SWOT – *Strengths Weaknesses Opportunities and Threats*

TPS – *Toyota Production System*

TQM – *Total Quality Management*

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e enquadramento

Esta dissertação foi desenvolvida em ambiente industrial e surge no âmbito do curso no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Escola de Engenharia da Universidade do Minho.

A empresa em estudo é do ramo metalomecânico, dedicada à produção de componentes de componentes para motor e outras peças técnicas. No período de tempo no qual foi realizado esta dissertação, a empresa encontra-se no processo de obtenção da certificação ISO 9001:2015 para sistemas de gestão da qualidade. Para isso, necessita de atualizar o seu sistema de gestão da qualidade para responder aos requisitos da referida norma.

Neste contexto a investigação a realizar tem como foco a melhoria do sistema de gestão da qualidade e, por consequência, do processo produtivo, fazendo uso de ferramentas/metodologias da filosofia *Total Quality Management* (TQM) e do *Lean Manufacturing* na empresa.

Consoante o contexto de cada organização, existem ferramentas e técnicas que geram melhores resultados que outras. Por isso, a fiabilidade no alcance de bons resultados é tanto maior quanto mais adequadas ao problema são as técnicas ou ferramentas utilizadas, no momento temporal da sua aplicação e na capacidade de execução de forma eficiente das potencialidades de cada técnica/ ferramenta (John, 1996). Saliente-se que muitas ferramentas e técnicas da qualidade foram, na sua maioria, originalmente desenvolvidas para resolver problemas de produção nas organizações (Zhao, Yeung, & Lee, 2004).

Womack, Jones, & Roos (1990) no seu livro “The Machine That Changed the World”, designam o sistema de produção da Toyota (Ohno, 1988) por Lean Manufacturing. Nestas publicações, os autores apresentaram um estudo de comparação do desempenho do sistema de produção das empresas de automóveis japonesas com as americanas. Os resultados desse estudo demonstraram que o desempenho da empresa japonesa, Toyota, era superior ao das empresas americanas.

De acordo com Dahlgaard & Dahlgaard-Park (2006), a utilização das filosofias TQM e *Lean Manufacturing* permite chegar à melhoria do sistema de gestão da qualidade e do sistema produtivo.

1.2 Objetivos e motivação

Este trabalho visa dar uma contribuição na melhoria do sistema de gestão da qualidade e organização do sistema produtivo de uma empresa metalomecânica de produção de componentes de motores tendo como objetivos mais específicos:

- Melhoria do Sistema de Gestão da Qualidade.
- Redução nos custos de fabrico.
- Aumento da produtividade.
- Apresentação de propostas futuras para melhoria do Sistema de Gestão da Qualidade e do sistema produtivo.

1.3 Metodologia de Investigação

Este projeto tem por base uma investigação com vários intervenientes em ambiente industrial, razão pela qual se optou pela metodologia *Action Research* para a sua realização. Esta metodologia consiste num processo de investigação onde há o envolvimento do investigador, interagindo com todas as pessoas envolvidas no projeto. Segundo Susman & Evered, (1978) define-se por 5 etapas chave: o diagnóstico, o planeamento de ações, a execução de ações, a avaliação da implementação de ações, e a especificação da aprendizagem.

Na primeira etapa deste projeto será realizada um diagnóstico da situação atual da empresa, onde serão recolhidos todos os indicadores considerados relevantes para o levantamento do estado atual do sistema de gestão da qualidade. Este estudo decorrerá em paralelo com uma revisão bibliográfica recorrendo a artigos científicos, dissertações e livros.

O diagnóstico da situação atual permitirá também a identificação de não conformidades do sistema de gestão da qualidade. Feita esta identificação, dever-se-ão procurar soluções alternativas ao funcionamento atual, determinando quais as ações passíveis de serem implementadas que permitirão melhorar o desempenho do sistema de produção. Nesta fase deverão ser definidas pormenorizadamente as metodologias que poderão suportar uma maior eficácia do sistema produtivo.

De seguida, e na sequência da determinação de quais as medidas a serem adotadas para a melhoria do processo produtivo, proceder-se-á ao planeamento e implementação das ações de melhoria selecionadas e à avaliação do seu impacto no desempenho real do processo.

Para finalizar o projeto será feita uma análise dos resultados obtidos e concluída a redação da dissertação.

Até à conclusão da investigação, será realizada uma análise crítica e consequente avaliação sistemática dos resultados, abordando os elementos chave que foram sendo alcançados, medindo a evolução real do sistema.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro destes, a Introdução, é feito o enquadramento do projeto, a apresentação dos objetivos e a descrição da metodologia de investigação adotada durante o desenvolvimento do trabalho.

No segundo capítulo, é feita uma revisão bibliográfica. Além disso, são explorados conceitos como o *Total Quality Management* e o *Lean Manufacturing* e as ferramentas associadas a estas duas filosofias que podem trazer benefícios ao sistema de gestão da qualidade da empresa onde foi realizado o projeto.

No capítulo três é feita uma breve apresentação da empresa onde é descrita a sua história, o seu funcionamento e um breve historial do seu sistema de gestão da qualidade. Paralelamente é efetuada uma descrição da situação atual do sistema de gestão da qualidade da SIMSEG, onde são identificadas deficiências com a assistência de parceiros como a XZ Consultores, interação com os clientes e através de análise crítica ao sistema.

No quarto capítulo são apresentadas, em detalhe, as alterações feitas ao sistema de gestão da qualidade da SIMSEG.

Finalmente, no último capítulo, é feita uma reflexão acerca do projeto, também se fez uma referência às dificuldades sentidas e apresentaram-se algumas propostas para trabalhos a desenvolver futuramente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No presente capítulo, é feito um enquadramento dos temas abordados ao longo do projeto, através de uma revisão da literatura existente. É efetuada uma reflexão acerca das normas associadas a sistemas de gestão da qualidade e às filosofias do *Total Quality Management* e do *Lean Manufacturing*, e as suas características e ferramentas associadas. Esta revisão bibliográfica permite fazer o paralelismo entre os conceitos científicos analisados e o que foi posto em prática durante o projeto na empresa.

2.1 Normas de um sistema de gestão da qualidade

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma organização mundial criada com o objetivo de conciliar as normas industriais de diversos países, facilitando deste modo trocas e transações entre eles. A elaboração destas normas é da competência dos comités técnicos da ISO, nos quais Portugal é representado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ).

Relativamente a Sistemas de Gestão da Qualidade, as normas da família ISO 9000 são os referenciais para a implementação de sistemas de gestão da qualidade, orientando organizações nas boas práticas da qualidade. Segundo Sampaio *et al.*, (2009) as vantagens da implementação de um sistema de gestão da qualidade podem ser classificadas como internas e externas. Na Tabela 1 encontram-se assinaladas as vantagens mais comuns que resultam da implementação de um sistema de gestão da qualidade, segundo a norma ISO 9001.

Tabela 1- Vantagens da implementação de um SGQ ISO 9001 (adaptado de Sampaio et al., 2009)

Vantagens Externas	Vantagens Internas
Acesso a novos mercados	Aumento de produtividade
Melhoria da imagem da organização	Diminuição de percentagem de produtos não conformes
Aumento da quota de mercado	Maior consciencialização para o conceito da qualidade
Ferramenta de marketing	Clarificação de responsabilidades e obrigações
Melhoria da relação com os clientes	Melhoria dos tempos de entrega
Aumento da satisfação dos clientes	Melhorias organizacionais internas
Melhoria na comunicação com os clientes	Diminuição de não conformidades
	Diminuição do número de reclamações
	Melhorias na comunicação interna
	Melhorias na qualidade do produto
	Vantagens competitivas
	Motivação dos colaboradores
	Diminuição dos níveis de sucata

As normas são sujeitas a revisões periódicas de forma a manter as normas atuais e relevantes à evolução das técnicas de gestão e ao ambiente industrial. A Figura 1 apresenta uma síntese histórica da evolução da norma ISO 9001.

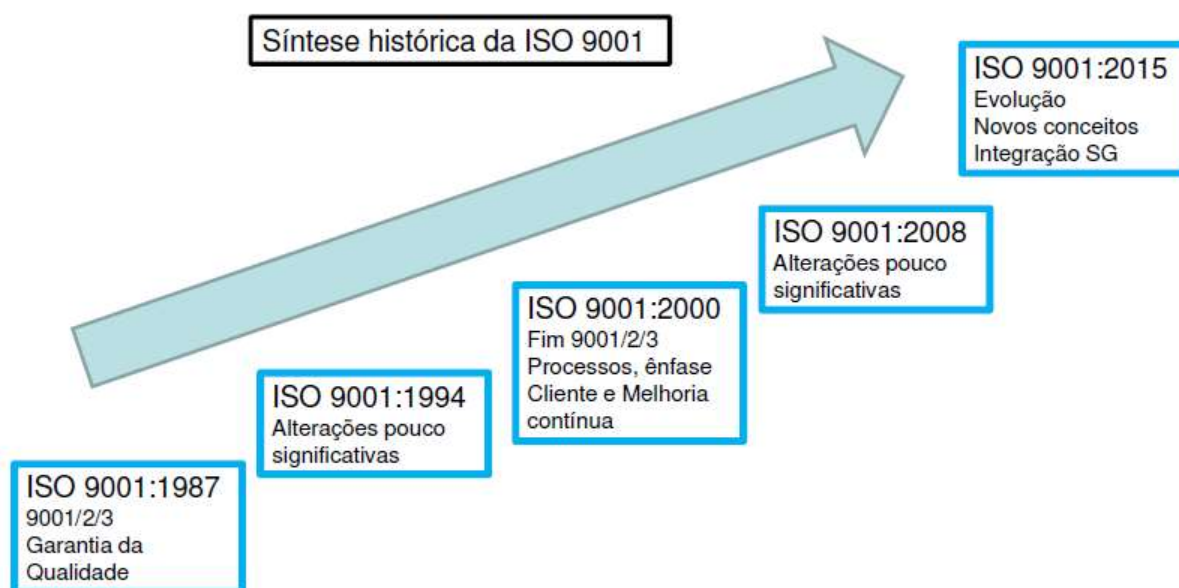


Figura 1- Evolução Histórica da norma ISO 9001 (Fonseca, L.2006)

A mais recente revisão da norma ISO 9001 ocorreu em 2015, tendo como objetivo ajudar uma organização a melhorar o seu desempenho global e a proporcionar uma base sólida para iniciativas de um desenvolvimento sustentável (NP EN ISO 9001:2015).

2.1.1 ISO 9001:2015

Uma das principais alterações da ISO 9001:2015 é a introdução do “Pensamento Baseado no Risco”. Apesar da prevenção e correção de ações indesejadas fazerem parte, desde sempre, da norma ISO 9001 (apenas se encontrava em alguns dos seus elementos), esta revisão veio alargar a abrangência deste conceito. Ou seja, nesta nova revisão, o pensamento baseado no risco é introduzido de uma maneira mais explícita e detalhada que nas versões anteriores.

O pensamento baseado no risco não apresenta o mesmo nível de exigência em todas as organizações. O risco de uma não conformidade não origina o mesmo tipo de consequências, em atividades distintas. Desta forma, em vez de definir um modelo único, a norma desafia as organizações a questionar o seu nível de risco, com o objetivo de criar um sistema de gestão da qualidade mais adaptado à sua atividade. Assim, elimina-se o requisito associado a ações preventivas.

Outra das grandes alterações é o conceito de “partes interessadas”. O conceito é introduzido no ponto 4.2 da norma, de forma a integrar o ambiente em que a organização está inserida e considerar como prioritários, na estratégia da empresa, determinados intervenientes, com a salvaguarda de que se deve apenas considerar “parte interessada” aquela que constitua, efetivamente, impacto atual ou potencial, na qualidade de serviços e bens.

Estas duas alterações constituem um dos principais elementos diferenciadores da nova revisão: a direção estratégica. O objetivo é conseguir integrar conceitos de gestão e sistemas de gestão da qualidade. Segundo Fonseca & Tomé, (2015) *“a norma ficará sem dúvida muito mais poderosa, mas representará um desafio acrescido para os gestores e auditores da qualidade. Com efeito, explicita-se agora que o Sistema de Gestão da Qualidade esteja integrado no negócio (Business).”*

A gestão e a liderança ganham, desta forma, uma maior importância. Uma análise à realidade onde a organização está inserida e a definição de um rumo estratégico relevante, tornam-se a chave para conseguir uma vantagem competitiva (Barney, 1991).

Em termos de princípios da qualidade existem algumas alterações de terminologia, pertinentes para esta dissertação: a “abordagem sistémica à gestão” passa a integrar a “abordagem ao

processo”; a “abordagem factual para a tomada de decisão” passa a chamar-se “tomada de decisão baseada na prova”.

Dentro da abordagem ao processo tornou-se necessário a criação de um processo de Design e Desenvolvimento de produto e uma ênfase à consideração do feedback de todos os processos e *stakeholders* envolvidos.

O manual de qualidade deixou de ser um documento obrigatório e foi dada uma especial atenção ao conceito de “informação documentada”. A norma concede uma maior liberdade às organizações na maneira como processam a sua documentação, mas exigindo sempre a relevância dessa informação, salvaguarda desta documentação e a sua gestão.

2.1.2 ISO/TS 16949

A ISO/TS 16949 foi concebida pelo grupo de estudo internacional da indústria automóvel (IATF), que inclui fabricantes da indústria automóvel, como *General Motors Company, BMW Group, Chrysler Group, Daimler AG, Fiat Group Automobile* e a *Ford Motor Company* e parceria com a associação japonesa dos construtores automóvel (JAMA) para desenvolver um padrão em conjunto com a ISO.

Esta norma é uma especificação técnica baseada na ISO 9000 que permite a implementação de métodos comuns e consistentes da qualidade para a indústria automóvel global, de modo a atingir níveis de classe mundial de qualidade do produto, produtividade, competitividade e melhoria contínua. As certificações permitem às empresas estabelecer unidades comuns de medições, facilitar a modulação entre partes e componentes do produto, aumentar a confiabilidade dos produtos e simplificar processos (Kartha, 2004).

A norma ISO/TS 16949 contém requisitos da família da norma 9001, como por exemplo, a abordagem por processos, melhoria contínua e requisitos de documentação, como também inclui, requisitos adicionais e específicos do sector automóvel (Hoyle, 2005).

Uma das características intrínsecas da ISO/TS 16949 é o Planeamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP); um processo definido por um sistema de desenvolvimento de produtos para a *General Motors, Ford, Chrysler* e os seus fornecedores. O plano desenvolvido por este sistema facilita a comunicação com todos os elementos envolvidos de modo a reagir atempadamente às irregularidades do processo ou produto. O APQP inclui métodos e controlos para serem utilizados na conceção do produto (Bobrek & Sokovic, 2005)

APQP é composto por um conjunto de 5 etapas catalogadas na Tabela 2:

Tabela 2- Etapas APQP

Etapas	Objetivos	Atividades
Planejar e definir Objetivos	Identificar necessidades e expectativas do cliente Planejar programa de qualidade Formular plano de garantia de produto	Fluxogramas preliminares Listar materiais Verificação das características especiais do produto Recolha de desenhos Verificação das Normas
Planeamento e desenvolvimento do produto	Criação de amostra/protótipo Avaliar viabilidade do projeto Definir parâmetros de aceitação	Especificar controlo de registo Especificar características da amostra para fins de controlo Identificar potenciais problemas
Planeamento e desenvolvimento do processo	Esquematizar o processo Planejar o controlo de qualidade para garantir as especificações Iniciar Plano de Análise dos Sistemas de Medição	Iniciar Plano de Análise dos Sistemas de Medição Ferramentas utilizadas: Process Flow-chart PFMEA Plano de Controlo
Validação do produto e do processo	Analisar Sistema de Medição Testar capacidade do sistema	Executar ensaios na produção Verificar as características críticas Ferramentas utilizadas: Teste Capacidade Measurement System Analysis
Avaliação e feedback	Validar processos Garantir reprodutibilidade Validar projeto	Avaliação do processo de fábrica Verificação de Documentação e Registos Planejar ações corretivas Ferramentas utilizadas: Checklist

2.2 Total Quality Management

O *Total Quality Management* (TQM) é uma filosofia de gestão integrada que tem como base a melhoria contínua da qualidade e dos processos, de modo a alcançar a satisfação dos consumidores. Existem estudos que evidenciam a existência de uma relação causa-efeito entre a aplicação das ferramentas TQM e a melhoria da *performance* das organizações (Karuppusami & Gandhinathan, 2006). Esta filosofia de gestão busca integrar todas as funções da organização de maneira a ir ao encontro das exigências do cliente e dos objetivos da organização.

O TQM olha para uma organização como um conjunto de processos e considera que o caminho para o sucesso passa por uma melhoria contínua de todos os processos, através da integração da experiência e conhecimento de todos os colaboradores, em relação às necessidades do cliente.

Esta filosofia assenta num conjunto de regras:

- Produzir bens e serviços de acordo com as necessidades do cliente;
- Identificar os problemas críticos do sistema;
- Decisões baseadas em factos;
- Gestão ao longo do processo;
- Prevenção e aprendizagem com os erros;
- Mudança e melhoria continua.

Para a implementação desta filosofia é necessário ter em conta os seguintes elementos:

- Empenho e Liderança da gestão- Traçar linhas de orientação, estabelecer um conjunto de políticas claras e estimulantes;
- Planeamento e Organização- Desenvolver uma estratégia clara e de longo prazo, estabelecer objetivos e prazos;
- Utilização de instrumentos e técnicas adequadas;
- Educação e formação;
- Motivação e envolvimento dos colaboradores;
- Avaliação e feedback (estabelecer indicadores chaves, internos e externos e monitorizá-los);
- Promover mudança cultural.

2.3 Lean Manufacturing

O *Toyota Production System* (TPS), designado por *Lean Manufacturing* por Womack *et. al.* (1990) é uma filosofia de gestão que aplica um conjunto de princípios e ferramentas com vista a eliminar desperdícios e responder eficazmente às necessidades dos clientes (Hines, & Taylor, 2000). Desperdício são todas as atividades que não acrescentam valor (Ohno, 1988).

Segundo (Melton, 2005) em qualquer sistema produtivo são identificados sete tipos de desperdícios: sobreprodução, espera, transportes, movimentação, inventários, processamento excessivo e defeitos. Diversos autores como Liker, (2003) e Ortiz, (2006) listam um oitavo desperdício: desperdício de capital humano.

Tabela 3- Os oito desperdícios de um processo produtivo

Desperdício	Descrição	Consequências
Sobreprodução	Produção de componentes sem encomenda prévia, o que provoca aumento nos custos de posse e transporte	Aumento de Stock Excesso de transportes e movimentos Consumo de recursos sem retorno financeiro Ocupação desnecessária de equipamentos.
Espera	Tempos mortos em que o operador está parado por motivos alheios ao próprio. Essa espera pode dever-se a faltas de material, atrasos, avarias, diferentes capacidades entre os postos, etc.	Operadores e Maquinas sem trabalho para executar Desperdício de recursos
Transporte	Todo o tipo de transporte de matérias entre diferentes processos e/ou etapas de armazenagem	Paragens Tempos de espera elevados
Movimentação	Movimentos desnecessários dos operadores no decorrer das suas atividades laborais.	Tempos de processamento mais elevados
Inventários	Excesso de matéria-prima, produtos intermédios ou produto final. Problemas escondidos pelo excesso de <i>stock</i> , como atrasos nas entregas, defeitos, longo <i>lead time</i> , etc.	Ocupação de espaços Custos de posse
Processamento Excessivo	Passos desnecessários durante o processo produtivo; falta de eficiência no processo devido a ferramentas em mau estado e/ou ao <i>design</i> do produto, o que pode causar defeitos e movimentos supérfluos; processos demasiados dispendiosos para produtos que não o justificam.	Tempos de processamento mais elevados Desgaste físico dos operadores Desgaste de equipamentos
Defeitos	Produção de artigos defeituosos, podendo originar sucata, retrabalho, reparações, inspeções, etc.	Consumo de recursos sem retorno financeiro Utilização desnecessária de recursos
Capital Humano	Não utilização apropriada das capacidades dos colaboradores.	Desmotivação da força de trabalho Perda de qualidade de informação para o processo de tomada de decisão. Perda de oportunidades de melhoria e aprendizagem

2.4 Metodologias e Ferramentas

Ambas as filosofias (TQM e *Lean Manufacturing*), abordadas nesta dissertação, dispõem de um conjunto de ferramentas e metodologias associadas que podem conduzir a uma melhoria significativa de um SGQ. Nas subsecções seguintes apresentam-se, detalhadamente, as ferramentas e metodologias identificadas como relevantes neste contexto.

2.4.1 Indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho servem para dar indicação do estado de determinado acontecimento e permitem à gestão a tomada de decisões baseadas em factos e não em opiniões, a possibilidade de fazer comparações da atividade em diferentes meses e/ou anos, avaliar as políticas implementadas, preparar orçamentos, avaliar alternativas e identificar problemas e oportunidades de melhoria (Pinto, 2013).

Parmenter (2007) aprofunda este tópico criando uma separação de tipos de indicadores de desempenho.

Key Result Indicators (KRIs) – Exibe, em perspectiva, o resultado do que foi feito.

Performance Indicators (PIs) – Representam o ponto atual da organização ou processo.

Key Performance Indicators (KPIs) – É um conjunto de medidas que se focam nos aspetos da performance organizacional que são críticos para o presente e futuro da empresa.

Estes indicadores funcionam num sistema de camadas, ilustradas na Figura 2, demonstrando que os KPIs são nucleares.

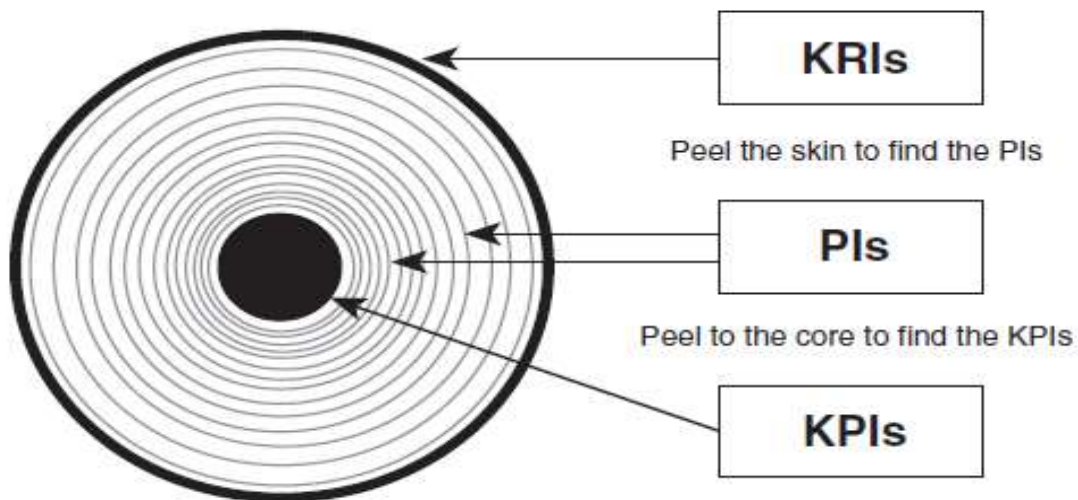


Figura 2-Estrutura de camadas de indicadores (Parmenter,2007)

Segundo o mesmo autor é necessário enquadrar estes indicadores num conjunto de 6 categorias, exemplificado na Figura 3, de forma a priorizar o que deve ser feito de forma a criar uma estratégia relevante com fins de aumentar os níveis de competitividade.



Figura 3-Categorias de enquadramento, (Parmenter,2007)

2.4.2 Overall Equipment Efficiency (OEE)

O OEE foi criado por Nakajima (1988) na *Toyota Production System* não apenas para medir o desempenho dos equipamentos, mas também como uma ferramenta para alcançar a melhoria contínua dos processos produtivos e dos próprios equipamentos.

O OEE pode ser considerado como um indicador de desempenho que mede de uma forma tridimensional, uma vez que tem em consideração três indicadores:

Disponibilidade – Tempo útil que o equipamento tem para produzir;

Velocidade – Eficiência do equipamento durante o seu funcionamento;

Qualidade – A qualidade dos produtos obtidos pelos processos.

O OEE é obtido pela multiplicação destes três fatores numéricos que estão descritos na Figura 4.

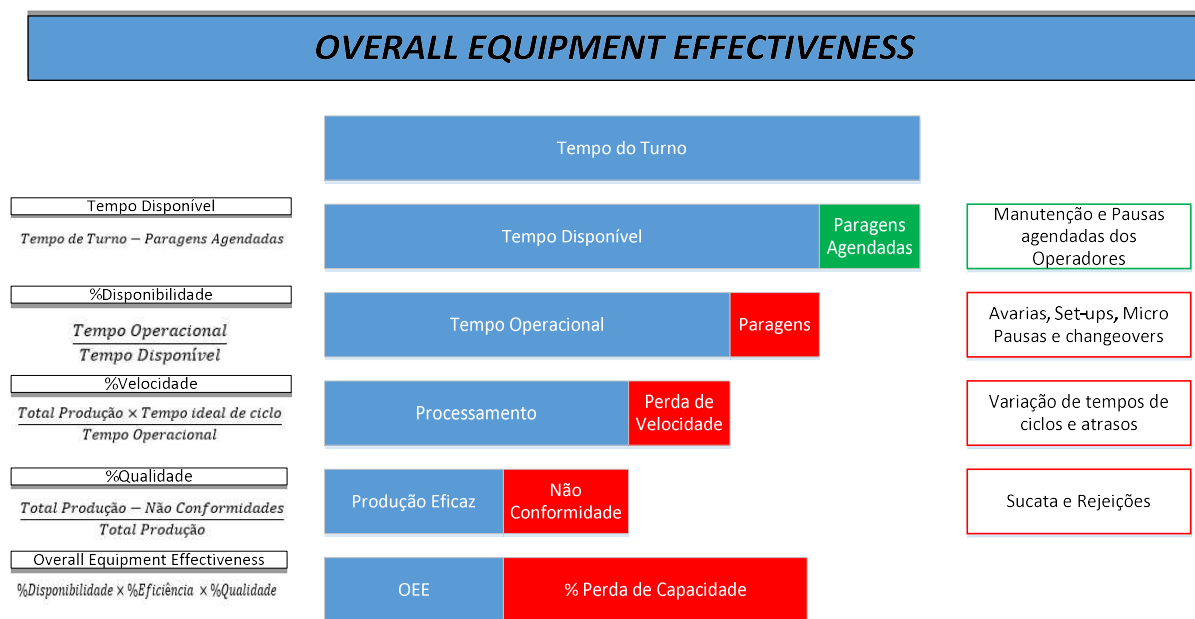


Figura 4- Overall Equipment Effectiveness

2.4.3 Failure Mode and Effect Analysis

O *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) é um procedimento sistemático para identificar modos de falha e para a avaliação das suas consequências. Esta ferramenta tem como objetivo evitar, através de uma análise de todos os possíveis modos de falha num sistema, processo, projeto e serviço ou bem, a ocorrência de falha.

O FMEA apresenta-se como um instrumento de análise de riscos que identifica os modos de falha e os impactos dos mesmos, antes destes ocorrerem (Maddox, 2005). O FMEA permite, também, identificar as ações corretivas necessárias para evitar falhas que atinjam o cliente, assegurando assim, maior durabilidade, qualidade e fiabilidade de um produto/serviço ou sistema (Stamatis, 2003).

A Tabela 4 apresenta uma descrição dos quatro tipos de FMEA.

Tabela 4- Tipos de FMEA (Adaptado de Stamatis,2003)

Tipo de FMEA	Descrição
Sistema	É usado para analisar o sistema e os subsistemas na fase de projeto e de concepção e foca-se nos modos de falha potenciais entre as funções do sistema causados por deficiências do sistema. Inclui inter-relações entre sistemas e elementos do sistema.
Projeto	É usado para analisar os produtos antes de estes serem libertados para o fabrico e foca-se nos modos de falha causados por deficiências de projeto.
Processo	É usado para analisar processos de fabrico e montagem e foca-se nos modos de falha causados por deficiências do processo ou de montagem.
Serviço	É usado para analisar os serviços antes de estes chegarem ao cliente e foca-se nos modos de falha (tarefas, erros, enganos) causados por deficiências do sistema ou do processo.

Para a criação de um FMEA é necessário, para cada falha potencial identificada, atribuir uma prioridade. Existem três componentes que ajudam a definir a prioridade das falhas:

Severidade (S) – é o indicador que se aplica ao efeito da falha. A avaliação da severidade é feita do ponto de vista do cliente, tentando perceber que influência cada falha pode ter no funcionamento do produto.

Ocorrência (O) – Representa a frequência esperada para uma falha.

Deteção (D) – É uma avaliação da probabilidade de detetar um modo de falha. A cada um destes 3 indicadores é atribuído um índice, numa escala de 1 a 10, sendo a pontuação atribuída a cada um destes componentes definida por critérios da responsabilidade do autor do FMEA. Porém, existem algumas *guidelines* para a definição destes critérios, como é exemplificado na Tabela 5.

Tabela 5- Escala exemplo FMEA

Componente	Pontuação = 1	Pontuação = 10
Severidade	O cliente mal percebe que a falha ocorre.	Coloca em risco a segurança do cliente.
Ocorrência	A frequência de ocorrer é remota.	A frequência de ocorrer é muito elevada.
Deteção	Modo de falha é facilmente detetado.	Modo de falha é praticamente impossível de ser detetado.

Após a definição da pontuação para cada um destes indicadores, estes valores são multiplicados para obter o Número de Prioridade de Risco (NPR) de cada modo de falha, como mostra a equação seguinte:

$$NPR = S \times O \times D$$

O NPR ajuda a definir prioridades entre os modos de falha e a estabelecer aqueles que devem ser submetidos a ações corretivas.

2.4.4 Avaliação da capacidade do processo

O objetivo do cálculo da capacidade de processo é determinar se este tem aptidão para produzir dentro das tolerâncias de especificação.

A capacidade de processo representa uma relação entre a largura dos limites de especificação e a variação atual do processo.

O valor do índice de capacidade de processo é expresso por um número, sendo este mais objetivo que texto e facilita a interpretação (Duret & Maurice, 2009).

Para a avaliação da capacidade de processo são utilizados dois índices Cp e Cpk.

Para o cálculo destes índices é necessário considerar amostras pequenas em intervalos de tempo regulares. Assim, a dispersão de valores a curto prazo será calculada a partir da média da variância estimada pela amostragem (Duret & Maurice, 2009).

Após os cálculos, a capacidade do processo, isto é, o resultado de Cp e Cpk são avaliados segundo a Tabela 6.

Tabela 6-Avaliação de capacidade de um processo produtivo

Valor do Índice de Capacidade	Avaliação
<1	Incapaz
Entre 1 e 1,33	Aceitável
>1,33	Capaz

2.4.5 Measurement System Analysis

O *Measurement System Analysis* (MSA) é um estudo que permite identificar os componentes de variação, no controlo e medição de um parâmetro.

Um dos principais testes associados a este estudo é o teste de Repetibilidade e de Reprodutibilidade (R&R). Este teste permite avaliar a capacidade de um sistema de medição de um determinado parâmetro, através de médias e amplitudes.

Repetibilidade representa a variação observada de uma pessoa com as mesmas condições (mesmo método e mesmo equipamento) repetindo a mesma medida de uma peça.

Reprodutibilidade representa a variação observada entre as médias dos resultados ao medir a mesma peça, com colaboradores diferentes.

A reprodutibilidade apresenta o erro “entre operadores”, geralmente atribuída à diferença entre os operadores que obtêm medições diferentes ao usar o mesmo equipamento (MacGregor & Kourti, 1995).

O teste R&R avalia a capacidade do sistema de medição através de 3 fatores:

VE – Repetibilidade ou a variação do equipamento.

VO – Reprodutibilidade ou a variação dos colaboradores

R&R – Combinação entre os dois fatores interiores.

Através do fator de R&R e do valor de variação total do processo é possível calcular %R&R.

O sistema de medição será avaliado pelos critérios descritos na Tabela 7:

Tabela 7-Avaliação do Sistema de Medição

Valor de %R&R	Avaliação e comentários
<10%	Aceitável
Entre 10% e 30%	Aceitável, mas deve ser alvo de escrutínio, especialmente por parte do cliente.
>30%	Inaceitável, é necessário intervir no sistema de medição

Decompondo os elementos do %R&R é possível obter, também, os valores de %VE e %VO (comparação entre os valores de VE e VO e a variação total do processo) que permitem tirar conclusões mais detalhadas acerca dos resultados obtidos por %R&R.

Exemplificando:

Se os valores de %VE em relação ao %VO forem mais elevados, indica que os problemas dentro do sistema de medição devem-se ao equipamento, sendo necessário uma intervenção no equipamento ou a substituição por um mais preciso.

Por outro lado, se os valores de %VO forem mais elevados, indica que o erro deve-se aos operadores, sendo aconselhado estabilizar as condições do processo, standardizar o respetivo processo ou até treinar os operadores.

3. DIAGNÓSTICO DA SIMSEG

Este capítulo refere-se à apresentação da empresa SIMSEG – Componentes para Motores, Lda., onde foi realizado o projeto e a uma análise da situação atual da empresa.

Nele é feita uma breve descrição da história da empresa, da sua gama de produtos, da sua equipa e infraestruturas e um histórico do seu sistema de gestão da qualidade. Paralelamente é efetuada uma descrição da situação atual do sistema de gestão da qualidade da SIMSEG, onde são identificadas as suas deficiências.

3.1 História da SIMSEG

A SIMSEG – Componentes para Motores, Lda. surge em 1999 associada ao Grupo Pachanco, tendo como objetivo a promoção e comercialização dos produtos do grupo. A SIMSEG dedicava-se à aquisição de produtos de qualidade, montando-os ou associando-os posteriormente aos produzidos, vendendo, desta forma, conjuntos completos com a marca e garantia da qualidade do Grupo Pachanco. Após a falência do Grupo Pachanco, a SIMSEG começou a produzir algumas das famílias de produtos do Grupo Pachanco, operando através do aluguer da massa falida do grupo e empregando os seus colaboradores.

Na atualidade, a SIMSEG tem como principal atividade a fundição e maquinação de segmentos e camisas para motores e equipamentos industriais. Funde, também, diversas peças, fazendo fundição ferrosa, cinzento, nodular e ferro ligado, por encomenda, cumprindo os requisitos pré-definidos pelos clientes, nomeadamente o desenho técnico fornecido e a composição química necessária às peças ou segmentos a fabricar.

3.2 Gama de produtos

A produção da SIMSEG divide-se em duas famílias de produtos, segmentos e camisas para motores e equipamentos industriais e peças em ferro fundido, cinzento e nodular.

A totalidade dos produtos fabricados nas instalações da SIMSEG é resultado de encomendas por parte dos clientes, sendo executados de acordo com os requisitos propostos por estes.

Na Figura 5-Amostra do catálogo da SIMSEG Figura 5 encontram-se representados alguns dos produtos da SIMSEG.



Figura 5-Amostra do catálogo da SIMSEG

3.3 Equipa e Infraestruturas

A SIMSEG tem, no total, cerca de 40 colaboradores, dado que emprega menos de 50 trabalhadores, encontra-se dentro da designação de Pequena e Média Empresa.

A SIMSEG possui ao seu dispor as infraestruturas necessárias para a sua área de atividade industrial, utilizando 3 unidades fabris: fundição de segmentos para motor e peças técnicas em diversos tipos de ferro; maquinaria de segmentos e fundição e acabamento de camisas para motor.

3.4 Histórico do Sistema de Gestão da Qualidade

O sistema de gestão da qualidade da SIMSEG reflete o seu histórico; quando a organização estava associada ao Grupo Pachancho, o seu sistema de gestão da qualidade encontrava-se


certificado pela ISO 9001:2004, com a falência do grupo, com a alteração do paradigma da SIMSEG e com as sucessivas reestruturações que a organização sofreu até à data, a SIMSEG herdou o SGQ do Grupo Pachancho; sistema de gestão da qualidade que ao longo do tempo foi sofrendo algumas alterações. Em 2012, foram feitos alguns esforços para certificar a organização pela ISO 9001:2008, porém, devido a outra reestruturação na direção da SIMSEG, a certificação foi considerada um projeto não prioritário, sendo dada mais prioridade ao dia a dia das operações, de maneira a garantir postos de trabalho.

Atualmente, a SIMSEG continua as suas operações com, contudo, as exigências do mercado, em que se encontra inserido, levaram a empresa a reunir esforços para a certificação pela ISO 9001:2015, visto que a sua não certificação é um dos pontos negativos na sua avaliação, por parte dos seus clientes (Figura 6).

10/11 21/12/14

Hebmüller GmbH
Rudolf-Diesel-Str. 7
D-40670 Meerbusch
Telefon: +49 2159 69 730 00
Telefax: +49 2159 69 730 01
hebmueLLer.technik@ht-amg.de

Sparkasse Neuss
Swift/BIC: WELA DE DN
IBAN: DE58 3055 0000 0000 1900 90
Commerzbank AG
Swift/BIC: DRES DE FF 300
IBAN: DE96 3008 0000 0142 6266 00



Hebmüller GmbH · Rudolf-Diesel-Str. 7 · D-40670 Meerbusch

SIMSEG Componentes para Motores Lda.
to hands: Mr. Antonio Melo
Lugar de Alagoa
Este S. Mamede
4711 Braga
PORTUGAL

Contact: Frauke Hohlbein
E-Mail: [REDACTED]
Meerbusch, 12.05.15 / fb

Supplier evaluation 01.01.-31.12.2014

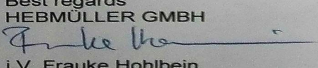
Dear Mr. Melo,

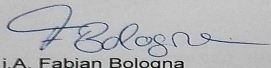
We carried out a supplier evaluation for the year 2014. You can see your results in the following table:

Assessed criteria	Values	Points/Result
Delivery reliability	[%] proportion: confirmed to delivered quantity of goods: 94 %	80
Quality	[%] proportion: complained to delivered value of goods: 0,5 %	80
Certificates	<i>planned</i>	50
Deviation in quantity	Quantity of over deliveries or/and under deliveries: 10	20
Service	<i>acceptable</i>	40
Total	<i>points for criteria were weighted and summed up to</i>	67
Classified as		B-supplier

✓ You are classified as a B-supplier.

Please present us appropriate measures, which will improve your supplier performance. We would be pleased to receive your answer within the next four weeks.

Best regards
HEBMÜLLER GMBH

i.V. Frauke Hohlbein


i.A. Fabian Bologna

UST-IdNr.: DE 120 680 722 · Amtsgericht: Neuss, HRB 4301 · GF: Jörg Hebmüller

www.hebmueLLer-technik.de

Figura 6-Avaliação da SIMSEG

3.5 Não-conformidades relativas à Norma ISO 9001:2015

Desde meados de 2015 que a SIMSEG se encontra a atualizar o seu sistema de gestão da qualidade de acordo com a norma ISO 9001:2015, com o auxílio da XZ Consultores.

Por motivos estratégicos, a SIMSEG optou por apenas certificar duas das suas unidades fabris: a unidade de fundição de segmentos e peças técnicas e a unidade de maquinaria de segmentos.

Até a data do início desta dissertação, o sistema de gestão da qualidade da SIMSEG já tinha sido atualizado em termos operacionais e tinha definido a maior parte dos seus processos. Porém, devido à falta de pessoal inteiramente dedicado à construção do sistema de gestão da qualidade, os aspetos relativos a pontos críticos, dentro da gestão de topo, ainda se encontravam por desenvolver.

As deficiências observadas encontram-se listadas na Tabela 8.

Tabela 8- Não conformidades apontadas pela XZ Consultores

Aspetos por desenvolver	Descrição
Análise das Partes Interessadas	Novo requisito da norma.
Gestão de Risco	Novo requisito da norma.
Controlo de informação documentada	O sistema de gestão da qualidade não apresentava meios de garantir a salvaguarda da documentação.
Mapa de Interação de Processos	Esquematização de como os processos da SIMSEG interagem entre si.
Cadeia de Rastreabilidade	Não existia dentro da documentação do sistema uma descrição do processo produtivo desde a entrada de uma encomenda por parte do cliente até à faturação.
Processo de Design e Desenvolvimento	Como a SIMSEG trabalha por encomenda, projeto fornecido pelo cliente, a organização nunca teve a necessidade de definir um processo desta natureza.

3.6 Interação com os clientes

Um dos principais clientes da SIMSEG é a Hebmuller Tecknik, uma empresa alemã que se especializa na produção de motores para diversos tipos de aplicações.

A Hebmuller, durante o decorrer desta dissertação, encontrava-se no procedimento de certificação pela ISO/TS 16949 e no desenvolvimento de um novo produto, em que um dos principais componentes é fornecido pela SIMSEG.

Como consequência, a Hebmuller começou a dar especial ênfase à relação com os seus fornecedores; no caso da SIMSEG, a sua não certificação e alguns componentes do seu sistema de gestão da qualidade constituem motivo de preocupação relativamente às ambições da Hebmuller.

Como a SIMSEG é um fornecedor de longa data e as dificuldades associadas à mudança de fornecedor não são negligenciáveis, a Hebmuller decidiu fornecer apoio, para harmonizar os sistemas de gestão da qualidade entre ambas as empresas.

Dada a natureza técnica da ISO/TS 16949, a Hebmuller fez uma série de exigências no que concerne ao sistema de gestão da qualidade referentes ao produto fornecido pela SIMSEG, para o seu novo projeto. Estas exigências encontram-se listadas na Tabela 9.

Tabela 9- Exigências Hebmuller

Exigências	Descrição
Certificado da composição do Produto	Análise à composição química do Produto
Estudo de capacidade do processo	Estudo de capacidade do processo relativo a característica chave do produto, Altura do Segmento
Measurement System Analysis	Avaliação dos instrumentos de medida relativos à altura do segmento
Plano de Controlo	Plano de controlo do Produto.
Process FMEA	FMEA do processo produtivo
Process Flow Chart	Esquematização das operações e postos de controlo relativos ao produto
Feasability Study	Um checklist para encerramento de projeto.

3.7 Deficiências do sistema de gestão da qualidade implementado

O sistema de gestão da qualidade da SIMSEG é constituído por 5 processos:

- Gestão da Organização
- Gestão Comercial
- Gestão de Recursos
- Produção
- Logística

Tendo em conta os requisitos da ISO 9001:2015, em termos de definição de objetivos, a Gestão de Recursos apresentava-se como um processo confuso tendo em conta a quantidade de tarefas associadas.

Foi também identificado no mapa de objetivos que a SIMSEG não possuía indicadores para algumas das suas atividades. A Tabela 10 é um excerto do Mapa de Objetivos da SIMSEG no início do projeto, como pode-se observar, não estão inteiramente identificados os indicadores para o processo de Produção.

Tabela 10- Mapa de Análise de Objetivos (Excerto)

Processo	Objetivos	Indicador/Métrica	Meta
Gestão de Recursos	Número de horas de formação por colaborador	Número total de horas de formação	> 15% x 35h / ano / colaborador
	Redução de Absentismo	Absentismo trabalhadores	<2%
	Taxa de disponibilidade máquinas	Horas paragens avaria / Horas disponíveis	Quantificação do nº horas em 2015
Produção	Redução na percentagem de peças defeituosas no processo de fabrico	Quantidade verificada em kg (2015-2014)/2015	< 10% relativo a 2014
		Quantidade verificada em UN (2015-2014)/2015	< 5% relativo a 2014
	Eficiência produção	Produtividade Fusão	Quantificação em 2015
		Produtividade Moldação	Quantificação em 2015
		Produtividade Retificação segmentos	Quantificação em 2015
Produtividade Torneamento oval segmentos	Quantificação em 2015		
Reclamações de Clientes qualidade produto	Rejeição nos Clientes %	Redução de 10%	

Esta tabela permite identificar a inexistência de métricas apropriadas para a avaliação dos indicadores e revelar que o processo de Gestão de Recursos engloba modalidades de gestão de recursos humanos e gestão de equipamentos que não deviam ser agrupadas dentro do mesmo processo, por serem bastante distintas entre si.

4. ATUALIZAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

Neste capítulo são apresentadas todas as modificações efetuadas no sistema de gestão da qualidade, tendo em conta as exigências da norma ISO 9001:2015, as exigências dos clientes da SIMSEG e as lacunas identificadas ao longo do projeto.

4.1 Manual de Gestão da Qualidade

Apesar de a ISO 9001:2015 não o exigir, foi tomada a decisão de permanecer com um Manual da Qualidade.

Este documento serve a organização como uma apresentação sumária da empresa e uma visão acerca do seu sistema de gestão da qualidade. Serve, também, como um documento central onde são apresentados todos os processos da organização; através da funcionalidade de criação de hiperligações do *Microsoft Word* permite associar cada um dos seus processos à sua respetiva documentação e explicitar a que pontos da norma estes dizem respeito. Este documento serve como uma ferramenta que permite não só analisar mais facilmente o sistema de gestão da qualidade, como torna o processo de avaliação do sistema mais célere. Na Figura 7 encontra-se um excerto do Manual da Qualidade onde são aplicadas estas ferramentas.

Gestão da Organização			Informação Documentada	Localização	Clausulas
Objetivos			<i>Manual de Gestão da Qualidade</i>		4.1/4.3/5.1/5.2/5.3/7.1/7.1.6 7.3/7.4/8.5.3
Estabelecer as atividades necessárias para a implementação dos Oito Princípios da Gestão da Qualidade (Orientação para o Cliente; Liderança; Envolvimento das pessoas; Gestão por Processos; Sistema de Gestão; Melhoria Contínua; Tomada de decisão baseada em factos; Benefícios mútuos com os Fornecedores), garantido o cumprimento dos requisitos da Norma de referência e a gestão e melhoria do Sistema de Gestão da Qualidade. Define igualmente a metodologia de controlo da informação documentada.			<i>Manual de Funções</i>		5.3/7.1.2/7.2
Atividades			<i>Procedimentos de Gestão da Qualidade</i>		
Entradas	Saídas		PGQ 01 Controlo de Informação Documentada	PGQ 01	4.4.2/7.5
<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento de Processos e Planeamento do SGQ Revisão do SGQ Definição da Informação Documentada Identificação e análise de situações indesejáveis Definição de objetivos, indicadores e metas Plano económico e de investimento Alterações Significativas no SGQ 	<p><u>Gerência</u></p> <p>Política da Qualidade</p> <p>Organigrama</p> <p>Atividade da Empresa</p> <p>Plano estratégico da empresa</p> <p><u>Legislação</u></p> <p>Requisitos regulamentares e legais sobre os produtos</p> <p><u>Todos os Processos</u></p> <p>Relatórios de auditorias anteriores</p> <p>Estrutura documental do Sistema de Gestão da Qualidade</p> <p>Requisitos</p> <p>Não conformidades</p> <p>Reclamações</p> <p>Causas de não conformidades</p> <p>Causas de reclamações</p> <p>Causas de potenciais problemas</p> <p>Avaliação da Satisfação do Cliente</p> <p>Causas de insatisfação dos clientes</p> <p>Dados sobre o desempenho do Sistema de Gestão da Qualidade</p>	<p><u>Clientes</u></p> <p>Resposta a clientes</p> <p><u>Todos os Processos</u></p> <p>Novos Objetivos para novos períodos temporais</p> <p>Ata de Revisão do SGQ</p> <p>Acompanhamento das alterações</p> <p>Definição do Plano de Auditorias</p> <p>Análise do desempenho do SGQ</p> <p><u>Gestão de Recursos</u></p> <p>Planeamento de Recursos</p>	<p>PGQ 02 Controlo de Produto Não Conforme e Ações Corretivas</p> <p>PGQ 03 Auditorias Internas</p> <p>PGQ 04 Gestão das Partes Interessadas</p> <p><i>Impressos</i></p> <p>Pasta de Impressos Gestão da Organização</p> <p><i>Mapa de Análise de Objetivos de Gestão</i></p> <p><i>PG01 Gestão da Organização</i></p>	<p>PGQ 02</p> <p>PGQ 03</p> <p>PGQ 04</p> <p>Impressos Gestão da Organização</p> <p>Mapa de Análise dos Objetivos de Gestão</p> <p>PG01</p>	<p>10.1/10.2</p> <p>9.2</p> <p>4.2/7.1.4</p> <p>6.3/9.1.3/9.3/10.3</p> <p>6.1/6.2/10.3</p> <p>4.4/6.3/9.3</p>
			<i>Responsabilidade: Jorge Cunha</i>		

Figura 7- Excerto do Manual de Gestão da Qualidade

4.2 Análise das Partes Interessadas

Para satisfazer este novo requisito da norma, foi criado um procedimento que tem como objetivo suportar a identificação e avaliação das Partes Interessadas Significativas da Empresa, isto é, pessoas, grupos ou organizações que afetam ou são afetadas, pelas suas atividades.

O procedimento foi concebido de forma a poder ser aplicado a todas as Partes Interessadas, de modo a garantir a obtenção de resultados consistentes que permitissem estabelecer uma sólida base, para a identificação do ambiente em que a SIMSEG está inserida. Este procedimento está dividido em duas etapas:

1 - Identificação das Partes Interessadas

A Identificação das Partes Interessadas internas e externas é realizada recorrendo a uma equipa de trabalho constituída por um membro da Gerência, pelos Responsáveis Departamentais e, se necessário, por entidades externas que a Gestão de Topo considerar necessárias, tendo em conta a escala, a natureza e a localização geográfica dos produtos, serviços e atividades da organização.

2 - Avaliação da Significância das Partes Interessadas

Para a avaliação da significância das Partes Interessadas foi criada uma matriz com as seguintes entradas:

-Partes Interessadas (Linhas);

-Critérios de avaliação (Colunas) - vínculo, influência, proximidade, dependência e representação, que são avaliados numa escala de 1 a 4, onde uma classificação de 1 é considerado “Muito baixo” e 4 “Forte”. Estes critérios possuem diferentes ponderações e são definidos da seguinte forma:

Vínculo (Ponderação 30%) – As partes interessadas com as quais a organização tem, ou poderá vir a ter no futuro, obrigações legais, financeiras ou operacionais na forma de regulamentos, contratos, políticas ou códigos de conduta (por exemplo, colaboradores, autoridades locais, sindicatos).

Influência (Ponderação 30%) – As partes interessadas que influenciam ou possam vir a influenciar a capacidade da organização atingir os seus objetivos, independentemente de as suas ações serem no sentido de facilitar ou de dificultar o seu desempenho (por exemplo, autoridades locais, acionistas e grupos de pressão).

Proximidade (Ponderação 15%) – As partes interessadas com as quais a organização interage mais, incluindo partes interessadas internas (por exemplo, colaboradores), as partes interessadas das quais a organização depende nas operações do quotidiano (por exemplo, autoridades locais, fornecedores locais ou empresas de trabalho temporário) e as partes interessadas que vivam na vizinhança das instalações da organização (permanente ou temporárias).

Dependência (Ponderação 15%) – As partes interessadas que estão direta ou indiretamente dependentes das atividades e produtos de uma organização, em termos económicos ou financeiros (por exemplo, empregador único na localidade ou fornecedor único de bens ou serviços) ou em termos de infraestrutura regional ou local (por exemplo, escolas, hospitais) e de satisfação de necessidades básicas (por exemplo, fornecimento de medicamentos, água ou eletricidade). Deve atender-se ao grau de dependência das partes interessadas, sendo de considerar as partes interessadas que mais dependem da organização (por exemplo, colaboradores e as suas famílias, clientes que dependem dos produtos da organização para a sua saúde, segurança ou sobrevivência de fornecedores).

Representação (Ponderação 10%) – As partes interessadas que através de disposições legais, estatutos, costumes ou cultura podem legitimamente reclamar e representar outros indivíduos (por exemplo representantes da comunidade local e de consumidores, associações sindicais, organizações não governamentais, "franchisados", etc). Estão incluídos os representantes das partes interessadas sem voz (exemplo, ambiente e gerações futuras).

É realizada uma análise às duas entradas da tabela, onde são avaliados os valores de classificação introduzidos, juntamente com a sua ponderação, resultando daí, a Classificação de cada uma das Partes Interessadas em Significativa ou Não significativa, conforme a Tabela 11.

Tabela 11- Avaliação de Partes Interessadas

Resultado	Classificação
1 a 2	Parte Interessada Não Significativa
3 a 4	Parte Interessada Significativa

Após a criação deste procedimento, foi feita a análise às partes interessadas da SIMSEG, chegando à conclusão que as partes interessadas significativas, ou seja, os principais *players* na SIMSEG são: Colaboradores, Sócios, Clientes, Fornecedores de seguros e serviços bancários e o Estado e Entidades Oficiais. A análise mais detalhada encontra-se no Anexo I.

4.3 Gestão de Risco

Como foi abordado no subcapítulo 2.1.1, o pensamento baseado no risco é uma das novas exigências da norma. O principal objetivo desta nova exigência é conduzir o sistema de gestão da qualidade para uma análise ao ambiente em que a organização está inserida para identificar riscos e oportunidades com a finalidade da organização planejar: ações para tratar estes riscos e oportunidades. A organização deve planejar como: integrar e implementar as ações nos processos do seu sistema de gestão da qualidade e avaliar a eficácia dessas ações (NP EN ISO 9001:2015).

Para obedecer a esta exigência da norma foi feita, com a ajuda de todos os responsáveis dos processos, uma análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (SWOT) da empresa.

A análise SWOT é uma ferramenta que permite fazer uma análise do ambiente, em que a organização está inserida e possibilita identificar as forças, fraquezas, oportunidades e riscos da organização. Segundo Houben, Lenie, & Vanhoof, (1999) esta análise pode ajudar pequenas e médias empresas a estabelecer sistemas baseados em conhecimento e factos.

Após um conjunto de reuniões foi estabelecida a seguinte matriz apresentada na Tabela 12:

Tabela 12- Análise SWOT SIMSEG

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none">Flexibilidade do processo produtivo relativo a quantidades e prazos.Proximidade aos mercados europeus.Proximidade a polos científicos e de investigação.Domínio da cadeia de produção da fundição até ao produto acabado.Equipa de colaboradores experientes na tecnologia necessária para a produção.	<ul style="list-style-type: none">Equipa de recursos humanos na área do desenvolvimento e pesquisa de novos produtos frágil.Falta de fluidez no contacto com clientes.Falta de capital para investimento.
Oportunidades	Riscos
<ul style="list-style-type: none">Grande capacidade de entrada em mercados de pequenas series e prazos curtos.Capacidade de entrada em mercados com bastantes especificações.Custos competitivos para pequenas series.Estabelecimento de protocolos de investigação com a comunidade académica local.	<ul style="list-style-type: none">Pouca capacidade de desenvolvimento de novos produtosConcorrência com produtores mais dinâmicos em termos de capital e pessoalPerda de contacto com clientesBaixa margem de lucro derivado de preços praticados por outros fabricantes

Após a identificação dos riscos e oportunidades, a organização deve estabelecer objetivos e indicadores para reduzir os riscos e tirar partido das oportunidades identificadas. Com os dados recolhidos na análise feita às partes interessadas estabelece-se uma estratégia.

4.4 Controlo da Informação documentada

“Para o controlo da informação documentada, a organização deve tratar as seguintes atividades, conforme aplicável:

1. Distribuição, acesso, recuperação e utilização;
2. Armazenamento e conservação, incluindo preservação da legibilidade;
3. Controlo de alterações;
4. Retenção e eliminação.” (NP EN ISO 9001:2015)

Para responder a este requisito da norma, em discussão com a Gerência e a XZ consultores, optou-se por criar duas versões do sistema de gestão da qualidade, apesar de iguais em termos de conteúdo, possuem propriedades diferentes:

1-Versão Consulta: Versão do Sistema de Gestão da Qualidade, onde é possível proceder à impressão e alteração de alguns conteúdos como suporte à gestão da qualidade, consoante o procedimento de controlo de registos.

2-Versão Editável: Versão do Sistema de Gestão da Qualidade onde é possível proceder a qualquer tipo de alteração, a ser utilizado em futuras revisões do sistema e como *backup* de segurança.

Foi decidido, como medida de segurança, utilizar os sistemas de informação disponíveis, como por exemplo, a plataforma *Google Drive*, que funciona como um serviço de armazenamento de informação em *cloud*, para proceder ao armazenamento do sistema de gestão da qualidade e a distribuição.

Assim, os únicos recursos necessários em papel são os impressos que são posteriormente arquivados e as instruções de trabalho que são distribuídas consoante os postos de trabalho.

Todas as restantes cópias dos documentos originais são consideradas cópias não controladas.

A versão atualizada de todos os documentos do Sistema de Gestão da Qualidade passaram a estar disponíveis nos seguintes postos (Tabela 13):

Tabela 13 - Distribuição de Documentação

Localização	Versão do Documento	
	<i>Versão Consulta</i>	<i>Versão Editável</i>
Sistema Informático da sede	✓	
Computador da unidade de Celeirós	✓	
Computador do responsável pelo Sistema de Gestão da Qualidade	✓	✓
Serviço de <i>Cloud</i> sob a responsabilidade da Gerência	✓	✓
Serviço de <i>Cloud</i> disponível para a utilização da organização	✓	

4.5 Cadeia de Rastreabilidade

Outro requisito da norma é identificar o trajeto de informação do seu produto desde que é feita uma encomenda até à faturação. Apesar de ser um procedimento intrínseco à organização, este não se encontrava documentado. Para colmatar esta lacuna foi feito um fluxograma que permite identificar esse trajeto e a interação entre as duas unidades fabris a certificar, a Unidade de Fundição e a Unidade de Maquinação de Segmentos (Figura 8).

Cadeia de Rastreabilidade SIMSEG

Fase

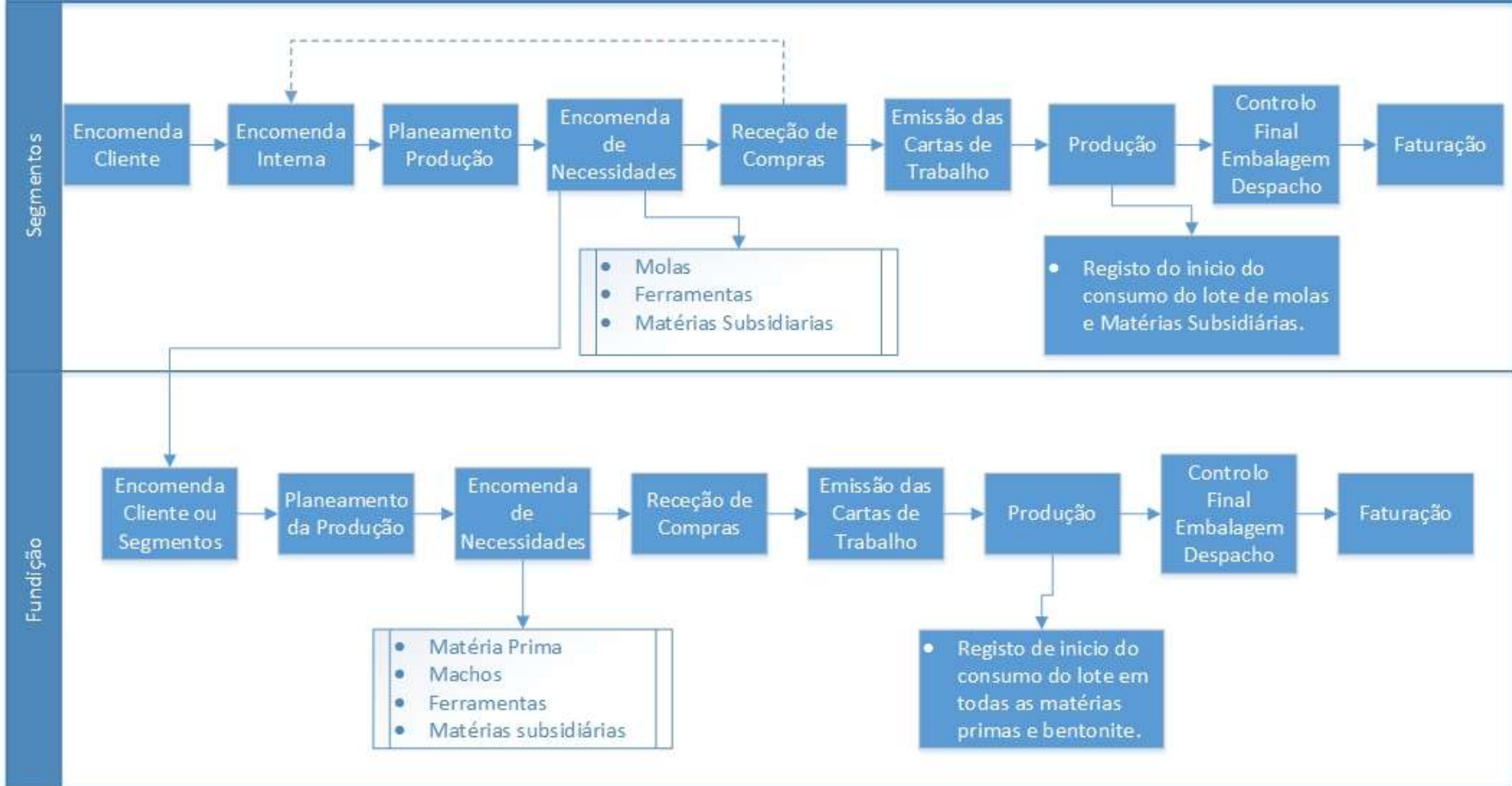


Figura 8- Cadeia de Rastreabilidade SIMSEG

4.6 Criação do processo de Design e Desenvolvimento

Este processo foi criado em parceria com a Hebmuller Technik resultando num projeto piloto que permitiu verificar a validade deste processo.

O projeto piloto consistiu na renovação e elaboração de documentação técnica relativa a dois segmentos do tipo C1N e a integração dos conhecimentos adquiridos no sistema de gestão da qualidade da SIMSEG.

Os segmentos do tipo C1N, conhecidos dentro da organização como “Baionetas”, são segmentos de compressão que têm como principal função promover a vedação dos gases da explosão, que se dá no cilindro, e auxiliar a manutenção da passagem do óleo lubrificante para dentro da câmara de combustão.

A principal característica deste tipo de segmento é a sua abertura, exemplificada na Figura 9, que funciona como um mecanismo de fecho assim que o segmento é instalado no pistão, garantindo assim maior estabilidade dentro do sistema pistão-segmento.



Figura 9- Segmento C1N

4.6.1 Planeamento e definição de objetivos

Para a execução deste projeto piloto, as principais exigências era garantir que o produto possuía 4 milímetros de altura (h) dentro dos limites de tolerância de $[-0,025...-0,010]$ mm, que o processo tem capacidade para produzir dentro destas especificações e verificar que o sistema de medição tinha capacidade para medir e monitorizar segmentos com uma altura de

3,5 mm, com o mesmo limite de tolerância no posto de trabalho onde é efetuada esta operação de maquinação.

Foram verificados os desenhos dentro da base de dados (Anexo II) e as normas a serem seguidas, também indicadas no desenho.

4.6.2 Planeamento e desenvolvimento do produto

Sendo este tipo de produto um dos principais produtos da SIMSEG e estando constantemente a ser produzido na unidade fabril, o projeto foi viabilizado sem qualquer tipo de problemas.

Foi, também, enviada uma amostra para a Hebmuller e o Certificado de Qualidade relativo à composição química (Anexo III).

4.6.3 Planeamento e desenvolvimento do processo

Nesta fase foram elaborados os fluxogramas do processo de fabrico dos dois segmentos do tipo C1N para identificar todas as operações a que os segmentos são submetidos e todas as fases de controlo de produto (Anexo IV). Com a informação recolhida foi iniciada a criação do PFMEA dos dois segmentos.

Foi concebida uma escala de severidade e de detetabilidade baseada nas informações obtidas na publicação “*Failure Mode and Effects Analysis*” da *Ford Motor Company* (2004) e em documentos internos de auditorias de qualidade por parte da *Renault*. A escala de ocorrência foi concebida a partir de uma estimativa do número de ocorrências do modo falha, no espaço de um mês.

Para identificar cada um dos modos falha, efeitos e causas foram efetuadas entrevistas aos operadores de cada um dos equipamentos, ao diretor comercial, ao diretor industrial e ao encarregado da unidade fabril de maquinação de segmentos. Por fim, em conjunto com o diretor industrial da SIMSEG foram atribuídas as pontuações relativas a cada um dos modos falha, em termos de Severidade e de Detetabilidade e, com os dados obtidos nas entrevistas, foi atribuído o valor de ocorrência.

Na Tabela 14, foram compiladas as operações com o valor de RPN mais elevado e as consequentes ações futuras a serem postas em prática e os valores expectáveis de RPN com estas ações. Tendo em conta a falta de recursos financeiros, a prática geral para redução

destes valores passou por aumentar a frequência de controlo, a versão completa do PFMEA está disponível no Anexo V.

Tabela 14- PFMEA

Operation	Failure Mode	Effect of Failure	S	Potential Cause(s)/Mechanism(s) of Failure	O	D	RPN	Recommended Actions	S	O	D	RP N
Grinding	Overgrinding	Excess of Vibration; Damage to the system	7	Wrong Set-Up Ring jammed in the machine	5	3	105	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	5	2	70
Grinding 2	Excess of material removal Width below the tolerance	Lack of tightness Excess of Vibration	7	Wrong Set-Up Variations on the behaviour of the machine Problems related to machine components(Millstone)	6	4	168	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	5	2	70
Milling	Non fulfilment of the tolerances	Difficult to assemble Lack of tightness Damage to the system	7	Wrong Set-Up Wearing of the milling disc	5	6	210	Increase frequency of control for 1 part every 200 Random Control of Specifications per batch	7	3	4	84
	Improper Milling	Damage to system High chance of breakability of the ring	8	Wrong Set-Up Inappropriate Tools	4	7	224	Increase frequency of control for 1 part every 200 Random Control of Specifications per batch	8	3	4	96
	Imprecision of the cut	Difficult to assemble Lack of tightness Damage to the system	7	Lack of sharpness of the milling disc Wrong Set-Up	4	7	196	Increase frequency of control for 1 part every 200 Random Control of Specifications per batch	7	4	3	84
External Turning	Excess of Closed Gap	Lack of tightness	7	Wrong Set-Up Parameters	4	4	112	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	4	3	84
	Improper Turning	Surface roughness Wearing	7	Wrong Set-Up Parameters	4	4	112	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	4	3	84
	Lack of Closed Gap	Difficult to assemble Damage to the system	7	Wrong Set-Up Parameters	4	4	112	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	4	3	84

Com base nas informações obtidas pelo PFMEA, foram transpostas essas informações para o plano do controlo e inseridas as alterações provenientes das conclusões tiradas a partir desta ferramenta.

4.6.4 Measurement System Analysis

Para a realização deste teste definiu-se uma amostra de dez peças devidamente numeradas e identificados três colaboradores para analisar as respetivas peças. Os colaboradores selecionados para este teste foram o encarregado da gestão de recursos, dentro da unidade

fábrica de maquinação de segmentos, o colaborador responsável pelo controlo final e o colaborador que efetua o controlo durante a operação de segunda retificação de faces (*Grinding 2*), a operação que lida com a característica da altura do segmento.

Cada colaborador realizou três medições em cada peça/amostra, sendo a sequência de medição diferente em cada ciclo de medição, todas as medições foram efetuadas no recurso de medição e monitorização à saída do equipamento BL(Figura 10).



Figura 10- Equipamento BL

Após compilados os dados, estes foram analisados e obtidos os seguintes resultados (Tabela 15):

Tabela 15- Teste %R&R

Repetibilidade		
	VE =	0,0025
		% VE = 28,2%
Reprodutibilidade		
	VO =	0,0003
		% VO = 3,1%
Repetibilidade & Reprodutibilidade		
	R&R =	0,0026
		% R&R = 28,4%
Varição		
	PV =	0,0086
		% PV = 95,9%
Varição Total		
	TV =	0,0090

Como o valor de %R&R se encontra entre 10% e 30% foram enviados os testes para a Hebmuller, para solicitar a aprovação desses valores.

Pode-se também concluir, devido à natureza deste teste que as principais causas para os valores serem tão elevados devem-se aos recursos de medição e monitorização utilizados.

A versão completa desta análise encontra-se disponível no Anexo VI.

4.6.5 Teste de Capacidade de Processo

Para a realização deste teste retiraram-se cinquenta peças, num período contínuo, visto que o processo não foi parado, nem ajustado, durante o intervalo de tempo em que foi retirada a amostra. Essas peças foram analisadas visualmente e após a sua validação, isto é, ausência de defeito, seguiram para uma análise dimensional. A análise dimensional foi efetuada através de um comparador de pontas largas com uma sensibilidade de 1µm.

Após a compilação dos dados, procedeu-se a uma análise obtendo os seguintes resultados:

Tabela 16- Teste de Capacidade

Operação:	Retificação Final (Grinding 2)
Equipamento:	BL
Cpk:	1,9365

Como os valores de Cpk se encontravam acima de 1,33 foi possível concluir que o processo tem capacidade para produzir dentro das especificações exigidas.

A versão completa desta análise encontra-se disponível no Anexo VII.

4.6.6 Formalização do Processo de Design & Desenvolvimento

De seguida, procedeu-se a formalização do processo dentro do sistema de gestão da qualidade, da SIMSEG.

Todos os processos do sistema de gestão da qualidade da SIMSEG encontram-se descritos num fluxograma (Tabela 17), com a respetiva descrição e registo, e são esquematizados através do procedimento sugerido pela ISO 9001:2015, listando as suas entradas e saídas com as atividades efetuadas durante o processo (Tabela 18).

Tabela 17- Fluxograma D&D

Fluxograma	Descrição	Registo	Resp.
<pre> graph TD Inicio([Início]) --> Entradas[Entradas de Requisitos do produto/processos para D&D] Entradas --> Planeamento[Planeamento de Ações de Design & Desenvolvimento] Planeamento --> Design[Design e Desenvolvimento do Projecto] Design --> Ensaio[Elaboração de Protótipos e/ou Ensaio] Ensaio --> Verificacoes[Verificações de D&D] Verificacoes --> Aprovada{Verificação foi Aprovada?} Aprovada -- Não --> Design Aprovada -- Sim --> Validacao[Validação e Saídas do D&D para o sistema produtivo] Validacao --> FIM([FIM]) </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definição dos requisitos intrínsecos ou atribuídos para a D&D. 2. Efetuar o planeamento da D&D. Definir as etapas de D&D, as revisões, as verificações e validação de cada etapa. Definir as responsabilidades e autoridades. 3. Realização das atividades definidas no planeamento 4. Efetuar o controlo das revisões e alterações de cada etapa de D&D. 5. Criação de protótipos e/ou Realização de ensaios aos novos processos. 6. Executar etapas de verificação das atividades de D&D. 7. Validação e aprovação das verificações de D&D. 8. Criação da documentação técnica (quando aplicável). Com fins de reprodutibilidade. 	<p>Mod.040 Mod 099 Mod 101</p>	<p>DI</p>

Tabela 18- Esquematização Design e Desenvolvimento

Design e Desenvolvimento		
Objetivos		
Criação e gestão de projetos para novos produtos, serviços e metodologias de trabalho.		
Atividades	Entradas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Análise de Capacidade do Sistema Produtivo • Elaboração e/ou Análise de documentação técnica. • Avaliação dos Recursos de Monitorização. • Avaliação de equipamentos e instalações. • Planeamento e Controlo de Protótipos e Ensaios. • Planeamento e validação das verificações relativas ao projeto. • Controlo de Revisões. 	<p><u>Gerência</u> Plano estratégico da empresa Requisitos regulamentares e legais sobre os produtos Lista de fornecedores aprovados</p> <p><u>Comercial e Cliente</u> Requisitos Especificações Informações</p> <p><u>Logística</u> Custos de Matérias-Primas, ferramentas e matérias subsidiárias Informações Detalhes do Planeamento de Produção</p> <p><u>Produção</u> Dados de Funcionamento Protótipos para análise Características do Sistema Produtivo</p> <p><u>Recursos Humanos</u> Dados da Formação</p> <p><u>Gestão de Recursos</u> Dados de Equipamentos Dados de RMM</p> <p><u>Fornecedores Externos</u> Ensaios Científicos Know-how</p>	<p><u>Comercial e Cliente</u> Dados de Orçamentação Novo Produto</p> <p><u>Produção</u> Mudanças no Sistema Produtivo Mudanças de Metodologia Ordem de Pré-serie/Protótipo Industrialização do Projeto</p> <p><u>Gestão de Recursos</u> Alteração nos planos de controlo de qualidade, calibração e manutenção Necessidades de RMM, equipamentos e instalações</p> <p><u>Logística</u> Mudanças de Metodologia Necessidades</p> <p><u>Recursos Humanos</u> Necessidades de formação Necessidades de colaboradores</p>
Design e Desenvolvimento		
Informação Documentada	Localização	Clausulas
<i>Manual de Gestão da Qualidade</i>		7.1.6/8.3.3/8.3.5
<i>Procedimentos de Gestão da Qualidade</i>		
PGQ 01 Controlo de Informação Documentada	PGQ 01	4.4.2/7.5/8.3.2
<i>Impressos</i>		
Pasta de Impressos Design e Desenvolvimento	Impressos Design e Desenvolvimento	8.3.1/8.3.4/8.3.6
<i>PG06 Design e Desenvolvimento</i>	PG 06	4.4.1/8.3
<i>Responsabilidade: Jorge Cunha</i>		

4.7 Reestruturação do processo de Gestão de Recursos

A Figura 11 representa a esquematização inicial do processo de Gestão de Recursos, através do procedimento sugerido pela ISO 9001:2015, listando as suas entradas e saídas com as atividades efetuadas durante o processo.

Gestão de Recursos		
Objetivos		
<p>Assegurar o controlo de todos os documentos relevantes para o Sistema de Gestão da Qualidade definindo regras para a sua elaboração, aprovação e distribuição. Estabelecer a metodologia e as responsabilidades pelo recrutamento, acolhimento e gestão da formação.</p> <p>Estabelece as regras de gestão dos recursos assegurando o seu controlo quanto á sua disponibilidade, distribuição, adequação e estabelece a gestão de equipamentos e EMM</p>		
Atividades	Entradas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação das necessidades de formação • Planeamento e realização da formação • Manutenção de equipamentos e ferramentas • Verificação/confirmação de EMM • Manutenção das Instalações 	<p><u>Gerência</u> Necessidades de novos colaboradores Necessidades de Instalações, equipamentos e EMM</p> <p><u>Legislação</u> Requisitos regulamentares e legais sobre os produtos</p> <p><u>Gestão e Revisão do Sistema</u> Processos do Sistema de Gestão</p> <p><u>Departamentos</u> Identificação de Necessidades de Formação</p> <p><u>Qualidade</u> Necessidades de Calibração</p> <p><u>Produção</u> Necessidades de manutenção</p> <p><u>Entidades Externas</u> Certificados de Calibração Certificados de Formação</p>	<p><u>Todos os Processos</u> Formação realizada Avaliação sobre a eficácia da formação</p> <p>Colaboradores aptos para as funções</p> <p>Máquinas, ferramentas e instalações adequados à prestação do serviço e realização do produto e EMMs</p>

Figura 11- Esquematização Gestão de Recursos

Como se pode observar colocam-se de todos os elementos ligados à produção sob o mesmo espectro, ou seja, Manutenção, Gestão de Recursos Humanos e Gestão dos Recursos de Medição e Monitorização. Esta agregação gera um conjunto de problemas:

- 1) Colocar a componente humana da organização ao mesmo nível das instalações e equipamentos;
- 2) Em termos de informação documentada, agregar no mesmo processo instruções de trabalho, impressos e certificados relativos a calibrações de equipamento, recrutamento de pessoal, treino de pessoal e manutenção, torna-se contraproducente;
- 3) Apesar da relação máquina-homem ser bastante importante, em ambiente fabril, é preciso estabelecer barreiras questionando se a máquina é a indicada para o processo de fabrico e se o operador é o mais indicado para esta máquina ou ferramenta;

- 4) Tendo em conta os fatores anteriores, torna-se difícil conceber indicadores para avaliar a competência do processo.

Posteriormente, o processo foi submetido a uma mudança que consistiu na separação da gestão de recursos em dois processos distintos:

Gestão de Recursos: um processo que gere instalações, ferramentas e manutenção de máquinas (Tabela 19).

Recursos Humanos: um processo para a gestão do recrutamento, identificação de lacunas de pessoal e de treino dos colaboradores (Tabela 20).

Tabela 19-Esquematisação da Nova Gestão de Recursos

Gestão de Recursos		
Objetivos		
Estabelece as regras de gestão dos recursos assegurando o seu controlo quanto á sua disponibilidade, distribuição, adequação e estabelece a gestão de equipamentos e RMM.		
Atividades	Entradas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção de equipamentos e ferramentas • Verificação/confirmação de RMM • Manutenção das Instalações 	<u>Gerência</u> Necessidades de Instalações, equipamentos e RMM <u>Legislação</u> Requisitos regulamentares e legais sobre os produtos <u>Qualidade</u> Necessidades de Calibração <u>Produção</u> Necessidades de manutenção <u>Entidades Externas</u> Certificados de Calibração Certificados de Formação	<u>Todos os Processos</u> Máquinas, ferramentas, instalações e RMMs adequados à prestação do serviço e realização do produto.
Gestão de Recursos		
Informação Documentada	Localização	Clausulas
Procedimentos de Gestão da Qualidade		
PGQ 01 Controlo de Informação Documentada	PGQ 01	4.4.2/7.1.5/7.5
Certificações	Certificados Calibração Interna Certificados Cabração Externa /Gabinete de Qualidade	4.4.1/7.1.5/7.2/7.3
Impressos		
Pasta de Impressos Gestão de Recursos	Impressos Gestão de Recursos	7.1.5
Instruções de Trabalho		
Pasta de Instruções de Trabalho Gestão de Recursos	Instruções de Trabalho Gestão de Recursos	7.1.5
PG02 Gestão de Recursos	PG02	4.4.1/7.1.5
Responsabilidade: António Carvalho/Simão Marques		

Tabela 20- Esquematização Recursos Humanos

Recursos Humanos		
Objetivos		
Estabelecer a metodologia e as responsabilidades pelo recrutamento, acolhimento e gestão da formação.		
Atividades	Entradas	Saídas
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação das necessidades de formação • Planeamento e realização da formação • Avaliação e recrutamento de novos colaboradores 	<u>Gerência</u> Necessidades de novos colaboradores <u>Legislação</u> Requisitos regulamentares e legais <u>Gestão e Revisão do Sistema</u> Processos do Sistema de Gestão <u>Departamentos</u> Identificação de Necessidades de Formação <u>Entidades Externas</u> Certificados de Formação	<u>Todos os Processos</u> Formação realizada Avaliação sobre a eficácia da formação Colaboradores aptos para as funções.
Recursos Humanos		
Informação Documentada	Localização	Clausulas
Procedimentos de Gestão da Qualidade		
PGQ 01 Controlo de Informação Documentada	PGQ 01	4.4.2/7.5
Manual de Funções		7.2
Certificações		
Certificados de Formação	Certificados de Formação	7.2
Impressos		
Pasta de Impressos Recursos Humanos	Impressos Recursos Humanos	7.2
Instruções de Trabalho		
Pasta de Instruções de Trabalho Recursos Humanos	Instruções de Trabalho Recursos Humanos	7.2
PG07 Recursos Humanos	PG07	4.4.1/7.2
Responsabilidade: Jorge Cunha		

4.8 Mapa de Interação de processos

Com a criação e a reestruturação dos processos do sistema de gestão da qualidade procedeu-se à esquematização do seu funcionamento.

Todos os processos da SIMSEG encontram-se representados na Figura 12, onde a Gestão da Organização, um processo que se encontra intrínseco à gerência, supervisiona os restantes e todos os processos têm como base as necessidades dos clientes e as partes interessadas.

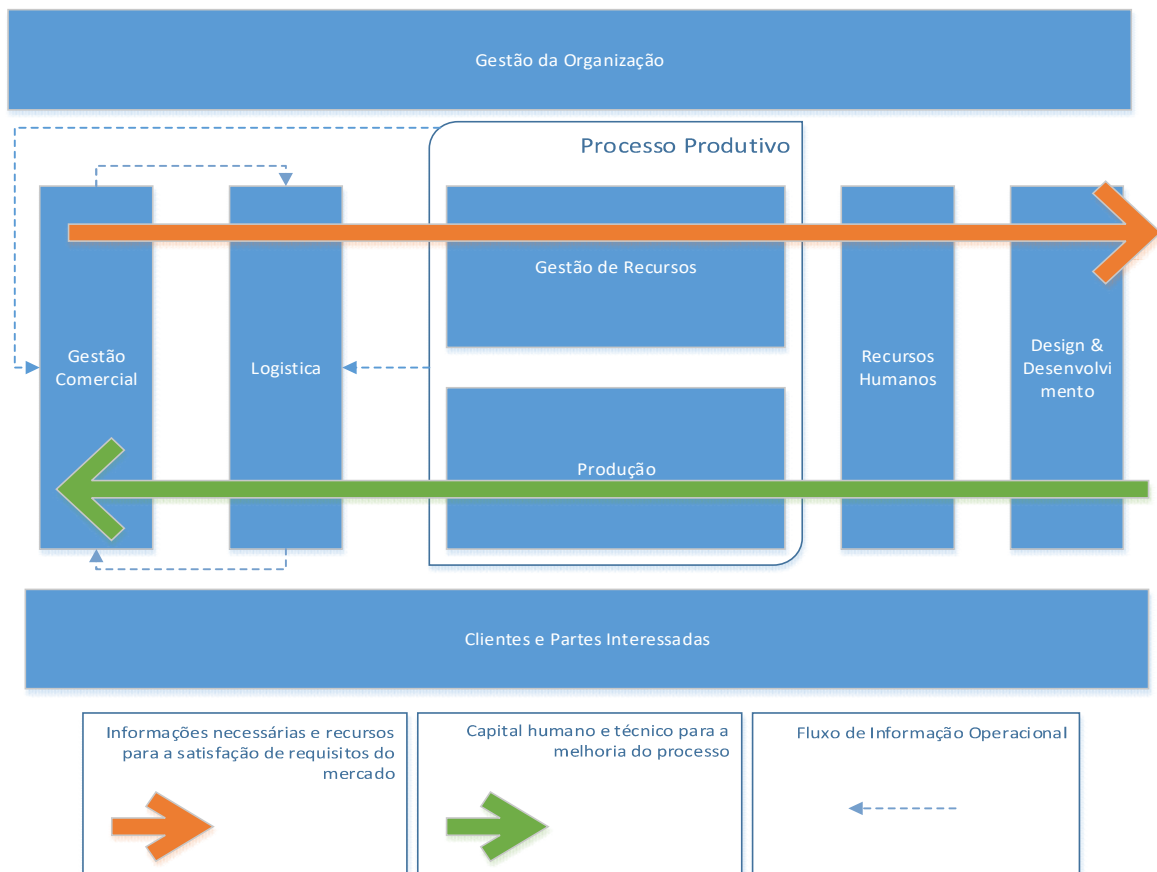


Figura 12- Mapa de Interação de Processos SIMSEG

4.9 Identificação de novos indicadores de desempenho

Uma das lacunas identificadas, no sistema de gestão da qualidade da SIMSEG foi a falta de indicadores para quantificar a produtividade e eficiência de alguns dos seus processos.

No que concerne o processo de Produção é necessário definir indicadores relativos aos dois subsistemas produtivos existentes: Maquinação de Segmentos e Fundição.

4.9.1 Unidade de Maquinação de Segmentos

A unidade de maquinação de segmentos funciona sob um *layout* em célula, onde são agrupadas máquinas que executam o mesmo tipo de tarefa. Dadas as características do sistema, foi escolhido como indicador o OEE porque segundo Braglia, Frosolini, & Zammori, (2009) este indicador permite avaliar e monitorizar o desempenho de um equipamento em relação ao seu potencial, para operar em condições ótimas.

O OEE é constituído por três indicadores: Disponibilidade, Velocidade e Qualidade. O sistema produtivo da SIMSEG apresenta uma lacuna que impossibilita o cálculo do indicador Disponibilidade e que consiste na ausência de um registo de manutenções. Sem este registo não é possível obter dados relativos às paragens não planeadas, registo esse que representa um dado importante para avaliar a eficiência do equipamento. Apesar deste entrave é possível calcular os indicadores de Velocidade e Qualidade.

Segundo a direção industrial da SIMSEG, as principais operações a serem analisadas em termos de produtividade são a “Retificação de Faces” e o “Torneamento Oval”, pois são operações comuns a todas as famílias de segmentos e são identificadas como pontos de estrangulamento, dentro deste sistema produtivo.

Foi necessário definir a produção ideal dos equipamentos associados às operações de “Retificação de Faces” e “Torneamento Oval”. A produção ideal que varia com o tempo ideal de ciclo de cada um destes equipamentos. Segundo Stamatis, (2010) o tempo ideal de ciclo pode ser definido pelo melhor tempo de ciclo observado ou por uma estimativa.

Foi definido como tempo ideal de ciclo os resultados de um estudo de trabalho feito em 2006, estes tiveram em conta a cronometragem de tempos de fabrico e o funcionamento ideal definido pelos manuais dos equipamentos estudados. Com base nestes dados foi definida a produção ideal de cada um dos equipamentos das operações “Retificação de Faces” e o “Torneamento Oval”.

Retificação de Faces

Para a retificação de faces é necessário estudar dois equipamentos, a EM e a BL; o tempo ideal de ciclo destes equipamentos depende de algumas variáveis relativas às características do produto.

Em relação à EM, o equipamento que lida com a primeira retificação, o tempo ideal de ciclo varia consoante a altura do segmento e o seu diâmetro. Na Figura 13 encontra-se listada a produção ideal deste equipamento.

IMSEG		Estudo de Trabalho/Produção Ideal				
Equipamento		EM				
Operadores		António M.C. Carvalho/ Maria Teresa Silva Armando G.Machado/José Paulo Araújo				

Unidades Por Hora

Altura(mm)	Diâmetro (mm)				
	40=<d<50	50=<d<80	80=<d<100	100=<d<120	120=<d<150
>=2,5	4500	3500	2750	2000	1350
2,5>h=>2	3000	2333	1375	1000	675
2>h=>1,75	2250	1750	1110	800	540
1,75>h=>1,5	1800	1400	916	666	450
1,5>h>1,2	1500	1166	785	571	385
h<=1,2	1285	1000	687	500	337

Figura 13- Produção Ideal do Equipamento EM

Quanto à BL, o equipamento que lida com a retificação final, o tempo ideal de ciclo varia consoante o diâmetro do segmento e se o segmento será posteriormente cromado. Na Figura 14, encontra-se listada a produção ideal deste equipamento.

IMSEG		Estudo de Trabalho/Produção Ideal	
Equipamento		BL	
Operadores		António M.C. Carvalho/ Maria Teresa Silva / Armando G.Machado	

Diâmetro (mm)	Unidades Por Hora	
	Não-Cromados	Cromados
40-50	9000	7200
50-65	7000	5600
80-100	5000	4000
100-120	4000	3200
120-150	2700	2160

Figura 14- Produção Ideal do Equipamento BL

Torneamento Oval

O torneamento oval é efetuado pelo equipamento TSO, cujo tempo ideal de ciclo varia consoante o diâmetro do segmento e conseqüentemente a sua produção ideal varia consoante a altura do segmento, devido às características de alimentação do equipamento.

Na Figura 15 encontram-se listados os tempos ideais de ciclo no equipamento TSO:

 Estudo de Trabalho/Tempo de Ciclo Ideal	
Equipamento	TSO
Operadores	António M.C. Carvalho/ Paula C.R. Mota Manuel J.Silva Sá/ Agripino J.R.Simões

Diametro (mm)	Tempo Ideal de Ciclo (minutos)
35-49	2,8
50-80	3,3
85-100	3,7
111-120	4,2

Figura 15- Tempo Ideal de Ciclo do equipamento TSO

A produção ideal deste equipamento é obtida pela seguinte equação:

$$\text{Unidades por Hora} = \left(3 \times \frac{70 \times \text{Altura do segmento}}{\text{Tempo ideal de ciclo}} \right) * 60$$

Após o cálculo da produção ideal de cada equipamento, foi criada uma plataforma que permitisse o cálculo do OEE sem sobrecarregar os organismos de gestão. Para tal, foi integrado nas folhas de *Excel*, onde é efetuado o controlo de produção, um conjunto de funções que permite calcular o OEE.

Tendo em conta a inexistência dos registos de manutenção, essencial para o cálculo do indicador da Disponibilidade, quando estes forem desenvolvidos será possível calcular o OEE na totalidade, devido às características da plataforma.

Nas Tabelas 21 e 22 estão representados os resultados obtidos dos indicadores de Velocidade e Qualidade do OEE dos equipamentos associados à operação de “Retificação de Faces”, no ano de 2015.

Tabela 21- Calculo dos indicadores de Velocidade e Qualidade da EM

Equipamento: EM	
Indicador	Resultados
%Velocidade	68,5%
%Qualidade	76,5%

Tabela 22- Calculo dos indicadores de Velocidade e Qualidade da BL

Equipamento: BL	
Indicador	Resultados
%Velocidade	37,3%
%Qualidade	76,7%

Na Tabela 23 estão representados os resultados obtidos dos indicadores de Velocidade e Qualidade do OEE relativo ao equipamento associado à operação de “Torneamento Oval”, no ano de 2015.

Tabela 23- Calculo dos indicadores de Velocidade e Qualidade da TSO

Equipamento: TSO	
Indicador	Resultados
%Velocidade	48,3%
%Qualidade	82,6%

Com estes indicadores é possível estabelecer um ponto de partida para projetos de melhoria contínua, com a finalidade de aumentar estes valores, tendo como base os valores ideais do indicador de Velocidade e de Qualidade que são, segundo Nakajima, (1988), da ordem dos 95% e 99%, respetivamente. Porém, é necessário estabelecer objetivos realistas a curto/médio prazo, consoante as capacidades atuais da organização

Quando forem desenvolvidos os registos de manutenção, será possível estabelecer as bases para o cálculo completo do OEE, pois este registo é fundamental para o cálculo do indicador

em falta: a Disponibilidade. Com o cálculo completo do OEE será possível determinar a real eficiência dos equipamentos e definir programas de melhoria mais competentes.

4.9.2 Unidade de Fundição

O maior problema associado à unidade de fundição é a complexidade do seu processo. O processo de fusão e moldagem está associado a um número de variáveis que dificultam identificar indicadores de desempenho.

Tendo estes dados em conta, foi decidido fazer uma investigação acerca das melhores práticas, dentro da atividade de fundição ferrosa, de maneira a identificar indicadores que possam ser implementados nesta fase, dentro dos recursos que a SIMSEG tem à sua disposição.

Num estudo de *benchmarking* feito pela *International Finance Corporation* (2010), que compara a performance de fundições na Rússia, com as fundições da União Europeia, foi possível identificar um conjunto de indicadores: Rendimento de Processo; Eficiência de Fusão; Produtividade da Mão-de-Obra. Estes indicadores podem ser implementados, num curto espaço de tempo, pela SIMSEG.

Rendimento de Processo/Consumo de Material: Consiste no rácio entre a quantidade de peças produzidas em relação à quantidade de metal produzido.

Na Tabela 24 foram calculados os valores para o ano de 2015, com esses dados será possível estabelecer dados de performance relativos ao consumo de materiais e estabelecer padrões de consumo.

Tabela 24- Rendimento de Processo

Mês	Total Forno (Kg)	Total Peças (Kg)	Rendimento de Processo	Rendimento de Processo a nível Europeu.	
				Valor Médio	Melhor Prática
Janeiro	55 420	26 237	47,34%	59,4%	64,1%
Fevereiro	58 320	29 470	50,53%		
Março	73 380	44 830	61,09%		
Abril	60 820	34 245	56,31%		
Maio	54 350	32 107	59,09%		
Junho	68 180	35 845	52,57%		
Julho	70 720	37 312	52,76%		
Agosto	18 660	10 093	54,03%		
Setembro	65 360	33 584	51,38%		
Outubro	66 680	30 584	45,87%		
Novembro	59 060	32 630	55,25%		
Dezembro	36 080	15 442	42,80%		
Média	57 253	30 198	52,40%		

Energia consumida na Fusão/Eficiência de Fusão: Quantidade de energia consumida em relação à quantidade de metal produzida.

Na Tabela 25, foram calculados os valores para o ano de 2015 e com esses dados será possível verificar o consumo de energia e, por exemplo, a rentabilidade de algumas intervenções que foram feitas na unidade de fundição, nomeadamente a aplicação de um equipamento de redução de picos energéticos.

Tabela 25- Eficiência Fusão

Datas de Faturação	Consumo Energético (Kw/h)	Total Forno (Toneladas)	Eficiência Fusão (Kw/h/Tonelada)	Eficiência Fusão a nível Europeu (Intervalo de Valores)	
				Valor Médio (Kw/h/Tonelada)	Melhor Prática (Kw/h/Tonelada)
9/12 a 8/1	65 647	40,270	1 630	550-625	540 - 620
9/1 a 8/2	94 063	58,460	1 609		
9/2 a 8/3	94 268	58,200	1 620		
9/3 a 8/4	112 906	69,940	1 614		
9/4 a 8/5	101 477	63,140	1 607		
9/5 a 8/6	95 345	56,140	1 698		
8/6 a 8/7	96 784	59,740	1 620		
9/7 a 8/8	114 780	77,600	1 479		
9/8 a 8/9	28 508	15,780	1 807		
9/9 a 8/10	108 243	72,360	1 496		
9/10 a 8/11	97 273	59,060	1 647		
9/11 a 8/12	98 610	36,080	2 733		
Média	92 325	55,564	1 713		

Estes valores tão desviados da média europeia devem-se à idade elevada dos equipamentos usados na fusão.

Produtividade de Mão-de-Obra: Quantidade de Horas*Homem utilizada no processo de moldação, em relação à quantidade de unidades produzidas.

Na Tabela 26 foram calculados os valores de Produtividade de Mão-de-Obra, no intervalo de tempo entre Janeiro de 2016 e Maio de 2016, este indicador permite avaliar a competência do trabalho, numa das principais atividades do processo da unidade de fundição.

Tabela 26- Produtividade Mão-de-Obra

Horas*Homem	Unidades Produzidas (Toneladas)	Produtividade de Mão-de-Obra (Horas*Homem/Tonelada)	Produtividade de Mão-de-Obra a nível Europeu (Intervalo de Valores)	
			Média (Horas*Homem/Tonelada)	Melhor Prática (Horas*Homem/Tonelada)
2316,5	138,503	16,72	19-37	12-27

4.9.3 Gestão de Recursos

Um dos principais problemas relativos ao processo de gestão de recursos é a dificuldade em estabelecer indicadores. Todavia, durante a fase da elaboração do processo de Design e Desenvolvimento, foi possível identificar uma ferramenta que podia fornecer um indicador relevante para atividade da gestão de recursos, relativamente à utilização dos recursos de medição e monitorização, o teste de %R&R.

A utilização do teste de %R&R e os seus componentes permitem avaliar, para uma determinada característica e recurso de medição e monitorização, o estado ou o desempenho dos recursos de medição e monitorização e as competências técnicas dos operadores na utilização destes recursos. Este teste vai fornecer mais dados à gestão acerca do estado dos equipamentos e se é necessário fornecer treino aos seus colaboradores.

Foi decidido fazer testes de %R&R aos seguintes equipamentos que lidam com características críticas dos produtos da SIMSEG:

- Comparadores de Pontas Largas;
- Micrómetros de Exteriores;
- Micrómetros de Interiores;
- Paquímetros.

4.9.4 Requalificação do mapa de objetivos

Depois de identificados os novos indicadores foi criado o novo mapa de objetivos e, respeitando os requisitos da norma ISO 9001:2015, identificados os objetivos estratégicos destes novos indicadores e a maneira como estes indicadores permitem reduzir os riscos e tirar proveito das oportunidades.

Na Tabela 27 encontra-se um excerto do novo mapa de análise objetivos, com incidência nos novos indicadores identificados.

Tabela 27- Excerto do novo Mapa Análise de Objetivos

Processo	Objetivo	Indicador	Meta	Objetivo Estratégico
Gestão de Recursos	Eficiência dos Recursos de Medição e Monitorização	%R&R Comparadores	Redução para valores <15%	Melhoria da capacidade de controlo de qualidade de produto. Reduzindo o risco de exposição à concorrência
		%R&R Micrómetros Interiores	Quantificação	
		%R&R Micrómetros Exteriores	Quantificação	
		%R&R Paquímetros	Quantificação	
Produção	Eficiência Produção	OEE EM	Aumento 5%	Aproveitamento da comunidade científica para estabelecer um projeto com potencial de aumento de produtividade, aumento da margem de lucro e aumento da competitividade.
		OEE BL	Aumento 15%	
		OEE TSO	Aumento 25%	
		Rendimento Processo	Aumento de 5%	Aumento da margem de lucro e aumento da competitividade
		Eficiência Fusão	Redução de 5%	Aumento da margem de lucro e aumento da competitividade
		Produtividade Mão-de-Obra	Aumento de 10%	Aumento da margem de lucro e aumento da competitividade

5. CONCLUSÕES

Neste último capítulo da dissertação é feito um balanço e reflexão acerca do trabalho realizado e o ambiente em que foi executado, seguido de propostas para o futuro com o objetivo de melhorar o processo produtivo, promovendo, assim, a melhoria contínua.

5.1 Reflexão acerca do trabalho realizado

Este trabalho centrou-se na identificação e aplicação de ferramentas para garantir o cumprimento dos requisitos da norma ISO 9001:2015 e a satisfação das necessidades do cliente.

Os requisitos da nova norma conduziram à introdução no sistema de gestão da qualidade um conjunto de procedimentos que conduziram a um melhor conhecimento do ambiente em que a empresa está inserida, explicitar a informação acerca do seu funcionamento e estabelecer métodos para salvaguardar informação do sistema de gestão da qualidade.

A interação com os clientes resultou na elaboração de um processo de Design e Desenvolvimento, necessário aos requisitos da norma ISO 9001:2015, e permitiu introduzir no sistema de gestão da qualidade um conjunto de ferramentas que são uteis para a avaliação do sistema produtivo, ferramentas como o *Process Failure Mode and Effects*, testes de avaliação de capacidade de processo e os testes de R&R, que proporcionaram novas abordagens à análise do sistema produtivo resultando na conceção de um processo com a influência de normas mais exigentes, como a ISO/TS 16949. A criação deste processo originou um aumento da confiança dos atuais clientes e pode potenciar relações com futuros clientes, com níveis de exigência mais elevados, em termos de desenvolvimento de novos produtos.

Simultaneamente foi feita uma avaliação crítica do sistema de gestão da qualidade atual que resultou numa reestruturação do sistema que permitiu harmonizar o funcionamento de certos processos e atribuir responsabilidades dentro dos processos.

No decorrer desta análise foram também identificadas algumas lacunas relativas às métricas utilizadas para avaliar os processos da SIMSEG, através de uma apreciação das componentes das duas unidades fabris, Fundição e Maquinação de Segmentos, foi possível identificar um conjunto de indicadores de performance para ambas as atividades.

Em relação à unidade de maquinação de segmentos, tendo em conta a sua elevada dependência de utilização de equipamentos, foi definido como indicador o *Overall Equipment Efficiency* por equipamento, nas operações assinaladas como essenciais à maquinação de segmentos. A falta dos registos de manutenção não permitiu calcular o indicador da Disponibilidade do OEE, contudo foi possível calcular os restantes: Velocidade e Qualidade. Apesar de os dados obtidos serem alarmantes comparativamente aos valores de excelência, a perceção destes valores pode ser o primeiro passo para uma melhoria significativa da performance da empresa.

Quanto à unidade de fundição, através de uma análise das melhores práticas associadas ao ramo de atividade, foi identificado um conjunto de indicadores de performance que podem ser aplicados a curto prazo, não sobrecarregando o atual processo de gestão, tanto em termos económicos, como de tempo; estes indicadores permitem avaliar a performance em atividades com um elevado fator humano associado e o consumo de matérias-primas.

A interação com clientes e os conhecimentos adquiridos ao longo do projeto, pela utilização de ferramentas mais avançadas, levou à introdução do teste %R&R como um indicador de performance na utilização dos recursos de medição e monitorização que são utensílios essenciais para o controlo da qualidade de produto, na atividade industrial competitiva na qual a SIMSEG opera.

Contudo, este trabalho não cumpriu alguns dos seus objetivos. Uma vez que não foram aplicadas medidas que incidissem diretamente no sistema produtivo, objetivos propostos tais como o aumento de produtividade e a redução custos não foram atingidos, pois todas as medidas aplicadas apenas incidiram em procedimentos de gestão.

Outro entrave na avaliação do trabalho feito foi o facto de a empresa, durante o projeto, ter sido submetida a mais um processo de reestruturação da gerência, isso resultou no adiamento da auditoria externa, a que a organização ia ser submetida, durante o decorrer do projeto, não permitindo uma avaliação das implementações aplicadas.

Apesar deste facto, a interação com os clientes e com a XZ Consultores deu indicações positivas aos esforços feitos para a melhoria deste sistema de gestão da qualidade.

5.2 Trabalho Futuro

A reestruturação da gerência apesar de ter pesado na avaliação deste projeto levou a uma mudança de paradigma na organização, pois a SIMSEG operava arrendando os ativos da massa falida do Grupo Pachancho. A mudança na gerência e a aquisição em definitivo destes ativos colocou, finalmente, um fim à insegurança laboral dos seus colaboradores.

Com esta mudança de paradigma, com o conhecimento adquirido ao longo do tempo e tirando proveito desta nova reestruturação poder-se-á iniciar um processo de melhoria contínua que vise garantir o futuro da empresa, elevando o funcionamento da SIMSEG a um novo patamar de uma maneira sustentada.

Ao longo deste projeto foi possível identificar os riscos a que a SIMSEG está exposta e as oportunidades que deve explorar; com base nestes dados a organização tem de definir uma estratégia sólida, refletindo acerca do seu estado atual e conceber uma visão para o seu futuro, continuando com a implementação do *Lean Manufacturing* e do *Total Quality Management* inculcando estas filosofias em todos os seus colaboradores.

No decorrer desta dissertação foi elaborado um conjunto de indicadores que permite avaliar o ponto atual do sistema produtivo; com base nestes dados, a SIMSEG deve promover intervenções no seu processo produtivo de forma a reduzir desperdícios com o objetivo de aumentar a produtividade e procurar a eficiência na utilização dos seus recursos.

A SIMSEG, também, deveria usufruir da sua proximidade geográfica com a Universidade do Minho, com a promoção de protocolos de estágio a fim de renovar os seus quadros e inserir novas dinâmicas dentro da organização uma vez que existe um potencial para aumentar a competitividade da SIMSEG e formar profissionais competentes, ao inserir a comunidade académica local numa empresa com possibilidades de melhoria numa área de atividade exigente.

BIBLIOGRAFIA

- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*. <http://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Bobrek, M., & Sokovic, M. (2005). Implementation of APQP-concept in design of QMS. In *Journal of Materials Processing Technology* (Vol. 162–163, pp. 718–724). <http://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2005.02.225>
- Braglia, M., Frosolini, M., & Zammori, F. (2009). Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML): An integrated approach to assess systems performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(1), 8–29. <http://doi.org/10.1108/17410380910925389>
- Dahlgaard, J. J., & Dahlgaard-Park, S. M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *The TQM Magazine*, 18(3), 263–281. <http://doi.org/10.1108/09544780610659998>
- Duret, D., & Maurice, P. (2009). *Qualidade Na Produção da Iso 9000 ao Seis Sigma. Qualité en Production*. LIDEL.
- Fonseca, L., & Tomé, J. (2015). A Futura Iso 9001:2015 (pp. 1–56).
- Ford Motor Company. (2004). Failure Mode and Effects Analysis.
- Hines, P., & Taylor, D. L. (2000). *Going Lean. Cardiff: Lean Enterprise Research Center*. (Vol. 9).
- Houben, G., Lenie, K., & Vanhoof, K. (1999). Knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium sized enterprises. *Decision Support Systems*, 26(2), 125–135. [http://doi.org/10.1016/S0167-9236\(99\)00024-X](http://doi.org/10.1016/S0167-9236(99)00024-X)
- Hoyle, D. (2005). *Automotive Quality Systems Handbook. Automotive Quality Systems Handbook*. <http://doi.org/10.1016/B978-075066663-3/50007-5>
- IFC. (2010). Resource Efficiency in the Ferrous Foundry Industry in Russia.
- Qualidade, I.P. (2014). NP EN ISO 9001:2015. *Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos*.
- John, W. (1996). A TQM life cycle case study. *The TQM Magazine*, 8(3), 35–45. Retrieved from <http://dx.doi.org.proxy1-bib.sdu.dk:2048/10.1108/09544789610118467>
- Kartha, C. P. (2004). A comparison of ISO 9000:2000 quality system standards, QS9000, ISO/TS 16949 and Baldrige criteria. *The TQM Magazine*, 16(5), 331–340. <http://doi.org/10.1108/09544780410551269>
- Karuppusami, G., & Gandhinathan, R. (2006). Pareto analysis of critical success factors of

- total quality management: A literature review and analysis. *The TQM Magazine*, 18(4), 372–385. <http://doi.org/10.1108/09544780610671048>
- Liker, J. K. (2003). The 14 Principles of the Toyota Way : An Executive Summary of the. *The 14 Principles of the Toyota Way : An Executive Summary of the*, 35–41.
- MacGregor, J. F., & Kourti, T. (1995). Statistical process control of multivariate processes. *Control Engineering Practice*, 3(3), 403–414. [http://doi.org/10.1016/0967-0661\(95\)00014-L](http://doi.org/10.1016/0967-0661(95)00014-L)
- Maddox, M. E. (2005). *Error apparent. Industrial Engineer: IE.*
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*. <http://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System. International Journal of Operations* (Vol. 4). <http://doi.org/10.1108/eb054703>
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. CRC Press. <http://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>
- Parmenter, D. (2007). *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs. Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*. <http://doi.org/978-0470545157>
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. (LIDEL, Ed.).
- S.Nakajima. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf. *Productivity Press, Cambridge, MA*.
- Sampaio, P., Saraiva, P. &, & Rodrigues, A. (2009). ISO 9001 certification research: questions, answers and approaches. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26(1), 38–58. <http://doi.org/10.1108/02656710910924161>
- Stamatis, D.H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. American Society For Quality, Quality Press, Milwaukee*. <http://doi.org/10.2307/1268911>
- Stamatis, D. H. (2010). *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the scientific merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582–603. <http://doi.org/10.2307/2392581>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production. World*. [http://doi.org/10.1016/0024-6301\(92\)90400-V](http://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V)

Zhao, X., Yeung, A. C. L., & Lee, T. S. (2004). Quality management and organizational context in selected service industries of China. *Journal of Operations Management*, 22(6), 575–587. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2004.08.003>

ANEXO I – ANÁLISE PARTES INTERESSADAS

Partes Interessadas		Vinculo	Influencia	Proximidade	Dependência	Representação	
		30%	30%	15%	15%	10%	Média
Internas							
Colaboradores		4	4	4	4	1	4
Sócios		4	4	4	3	4	4
Externas							
Clientes		4	4	4	4	1	4
Fornecedores Regulares	Matérias-primas e Matérias Subsidiárias	2	4	3	4	1	2
	Serviços Relacionados à Produção	2	4	3	4	1	2
	Seguros Obrigatórios	4	4	3	4	3	4
	Serviços Bancários	4	3	3	3	3	3
	Serviços Logísticos	2	4	3	2	1	2
	Outros Serviços	3	3	3	3	1	2
Fornecedores Esporádicos		1	2	2	3	1	1
Sindicatos		2	2	2	3	3	2
Família dos Colaboradores		1	2	3	3	1	1
Comunidade		2	2	2	3	1	2
Associações Empresariais		3	2	2	3	1	2
Instituições (Escolas e Universidades)		2	3	2	3	1	2
Estado e Entidades Oficiais		4	4	3	3	3	3

ANEXO II – DESENHO TÉCNICO C1N

Y (5 : 1) X (5 : 1)



Markierung / mark: [REDACTED]

Bemerkung / notes:

1. Tangentialkraft / tangential force F_t
2. Hakenstoss links oder rechts zulässig / right or left lock step joint alternatively
3. Alle Maße vor Phosphatierung / all dimensions are before coating

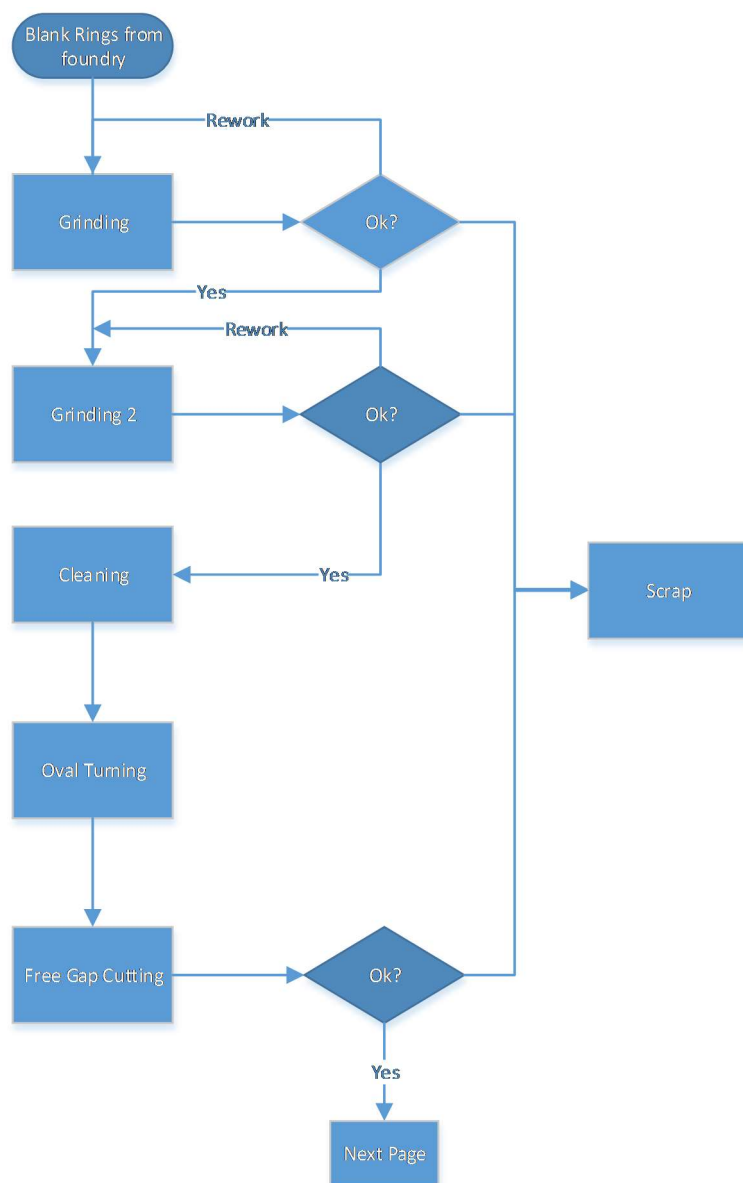
Ring im montierten Zustand / drawing shows ring compressed		Maßstab / scale:	1 : 1	Gewicht / weight:
Fehlende Spezifikation nach / missing specifications according to DIN 34118		Werkstoff / material: Std. GG		
Oberflächenbehandlung / surface treatment: P: allseitig phosphatiert, Schichtdicke max. 2 µm, dient als Rostschutz / all sides phosphated, coating layer thickness max. 2 µm, for rust prevention				
	Datum	Name		
	Gezeichnet 13.04.2016	[REDACTED]		
	Kontrolliert 13.04.2016	[REDACTED]		
 AG Neuss, HRB 4301 - GF: Jörg Hebmüller www.hebmueller-technik.de		R-Ring DIN [REDACTED] SH P		1
		105024		A4

ANEXO III – ANÁLISE À COMPOSIÇÃO QUÍMICA

		CERTIFICADO DE QUALIDADE QUALITY CERTIFICATE									
CERTIFICADO DE CONFORMIDADE COM A ENCOMENDA CERTIFICATE OF COMPLIANCE WITH THE ORDER			Nº 060 / 2016								
			EN 10 204 - 3.1								
DATA <i>DATE</i>	08-03-2016	Factura <i>BL N°</i>									
CLIENTE <i>CUSTOMER</i>	HEBMULLER	ENCOMENDA Nº Schedule 51 ORDER N°	Pos 74043								
Peça / Part Referência / Reference Material / Material Quantidade / Quantity Marcação / Marking	Aros 8540 HT 108545 CIN 85 x 3,5 x 2,9 Ferro fundido cinzento FPS10										
Composição Química / Chemical Composition (%)											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mg	V	Ni	Mo
<i>Norma / Standard</i>											
Vazamento nº / Cast nº											
03401	3,80	2,76	0,64	0,50	0,05	0,17	0,23	—	—	—	—
Análise Metalográfica / Metalographic Analysis - de acordo com norma DIN EN ISO 1561 / ISO 945-1											
	Matriz <i>Matrix</i>	Tipo/Tamanho Grafite <i>Graphite type/size mm</i>	Nodularidade % <i>Nodularity %</i>	Ferrite % <i>Ferrite %</i>	Perlite % <i>Pearlite %</i>						
<i>Norma / Standard</i>	Perítica	Lamelar fina		≤ 5							
Vazamento nº / Cast nº											
03401	Perítica	Lamelar fina		≤ 5							
Propriedades Mecânicas / Mechanical Properties					DIN EN ISO 6508-1						
	Resistência Tracção N/mm² <i>Tensile Strength N/mm²</i>	Limite elástico N/mm² <i>Yield Strength N/mm²</i>	Alongamento % <i>Elongation %</i>	Dureza HRB <i>Hardness HRB</i>							
<i>Norma / Standard</i>				96 - 106							
Vazamento nº / Cast nº											
03401				101 - 103							
Certificamos que o fornecimento foi controlado, e está em conformidade com os requisitos. We declare, that, after controls, the supplies listed comply with the contract requirements.											
Assinatura / Signature											
											

ANEXO IV – FLUXOGRAMA

PROCESS FLOW CHART				Rev. n.º	20.04.2016
Serial Number:		Dimensions	88 x 4 x 3	Page 1 of 2	
Product Code:	HT 108805	Source Type	C1NP	Observations/Comments:	
Drawing/Sample Code:	108805			More details about the control points are available in the control plan.	
Product Type:	R-RING SH P				



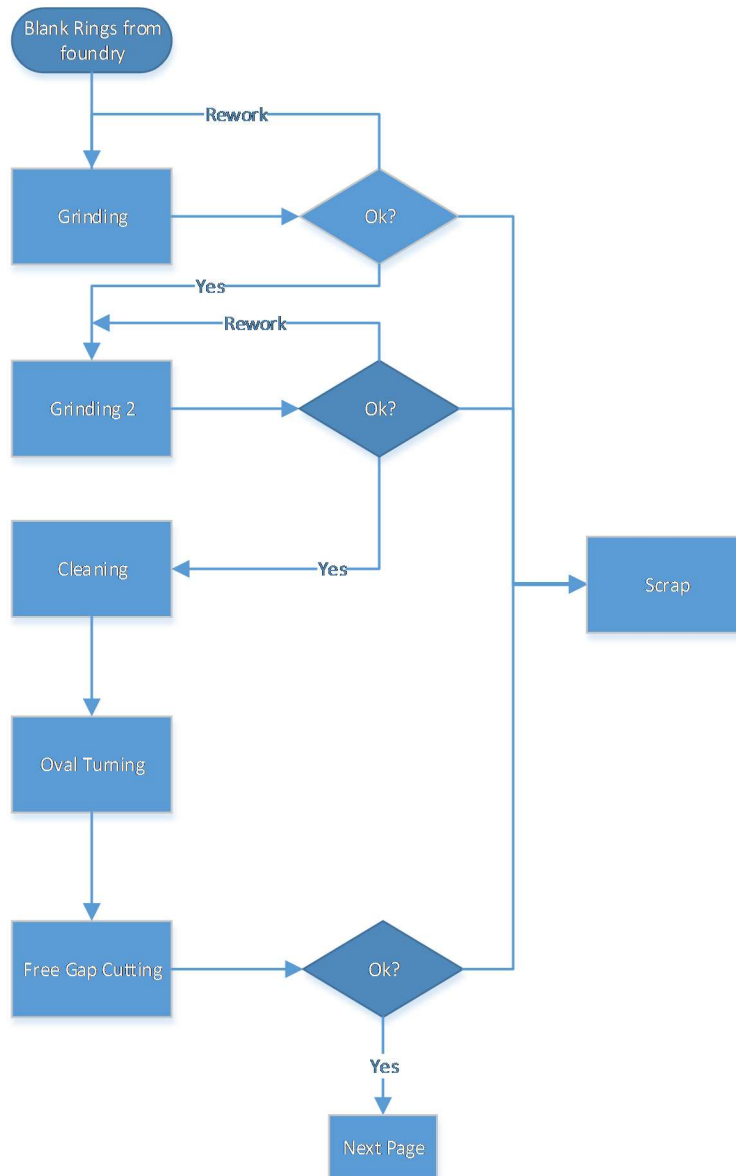


PROCESS FLOW CHART

Rev. n.º0 20.04.2016

Page 1 of 2

Serial Number:		Dimensions	88 x 4 x 3	Observations/Comments: More details about the control points are available in the control plan.
Product Code:	HT 108805	Source Type	C1NP	
Drawing/Sample Code:	108805			
Product Type:	R-RING SH P			



ANEXO V – FMEA DE PROCESSO

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS				Rev. n.º 0	20.04.2016
System:	Production	FMEA Nº2		Observations/Comments: Scale of occurrence on a level of events by month.	
Item:	Ring	Productive Unit:	Piston Ring Unit		
Model/Var:	HT 108805	Made By:	Jorge Cunha José Tomás Gonçalves		
Team:	Quality	FMEA Date(Original):	20.04.2016		

Operation	Failure Mode	Effect of Failure	S	Potential Cause(s)/Mechanism(s) of Failure	O	D	RPN	Recommended Actions	S	O	D	RPN
Grinding	Overgrinding	Excess of Vibration; Damage to the system	7	Wrong Set-Up Ring jammed in the machine	5	3	105	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	5	2	70
Grinding 2	Width over the tolerance	Difficult to assemble Non compatible with component feeders	6	Wrong Set-Up Variations on the behaviour of the machine Problems related to machine components(Millstone)	4	4	96					
	Excess of material removal Width below the tolerance	Lack of tightness Excess of Vibration	7	Wrong Set-Up Variations on the behaviour of the machine Problems related to machine components(Millstone)	6	4	168	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	5	2	70
	Surface roughness out of the specifications	Wearing of the surface in contact with the ring; Damage to the system Lack of tightness	6	Wrong Set-Up Problems related to machine components(Millstone)	2	3	36					
Cleaning	Over drying	Stains	5	Wrong procedure	1	1	5					
Oval Turning	Wrong value of roundness	Lack of tightness Reduction of the ring's life-cycle	7	Wrong Set-Up Wrong calculation of parameters	2	4	56					

Operation	Failure Mode	Effect of Failure	S	Potential Cause(s)/Mechanism(s) of Failure	O	D	RPN	Recommended Actions	S	O	D	RPN
Free Gap Cutting	Overcutting	Lack of tightness	6	Wrong Set-Up Wrong calculation of parameters	5	6	180	Increase frequency of control for 1 part every 400	6	4	4	96
	Lack of Cutting	Difficult to assemble Disturbance in the following operations	5	Wrong Set-Up Wrong calculation of parameters	5	6	150	Increase frequency of control for 1 part every 400	5	4	5	100
1st Internal Turning	Overturning	Variations in the tangential force	5	Wrong Set-Up Wearing of the chisels	3	3	45					
	Improper Turning	Tangential Force not Uniform Difficult to assemble Lack of tightness	6	Wrong Set-Up Wearing of the chisels	4	4	96					
	Non uniform Radial Wall Thickness	Tangential Force not Uniform Difficult to assemble Lack of tightness	6	Wrong Set-Up Wearing of the chisels	4	4	96					
Grooving	Excess of Closed Gap	Lack of tightness Disturbance in the following operations	6	Wrong Set-Up	3	5	90					
	Lack of Closed Gap	Difficult to assemble Disturbance in the following operations	6	Wrong Set-Up	3	5	90					
Branding	Improper/Lack of Branding	Wrong product identification Aesthetics	3	Wrong Set-Up Inappropriate Tools	1	1	3					
	Excessive/Lack of Puncture force	Lack of legibility Aesthetics	3	Wrong Set-Up	1	1	3					


Operation	Failure Mode	Effect of Failure	S	Potential Cause(s)/Mechanism(s) of Failure	O	D	RPN	Recommended Actions	S	O	D	RPN
Milling	Non fulfilment of the tolerances	Difficult to assemble Lack of tightness Damage to the system	7	Wrong Set-Up Wearing of the milling disc	5	6	210	Increase frequency of control for 1 part every 200 Random Control of Specifications per batch	7	3	4	84
	Improper Milling	Damage to system High chance of breakability of the ring	8	Wrong Set-Up Inappropriate Tools	4	7	224	Increase frequency of control for 1 part every 200 Random Control of Specifications per batch	8	3	4	96
	Imprecision of the cut	Difficult to assemble Lack of tightness Damage to the system	7	Lack of sharpness of the milling disc Wrong Set-Up	4	7	196	Increase frequency of control for 1 part every 200 Random Control of Specifications per batch	7	4	3	84
External Turning	Excess of Closed Gap	Lack of tightness	7	Wrong Set-Up Parameters	4	4	112	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	4	3	84
	Improper Turning	Surface roughness Wearing	7	Wrong Set-Up Parameters	4	4	112	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	4	3	84
	Lack of Closed Gap	Difficult to assemble Damage to the system	7	Wrong Set-Up Parameters	4	4	112	Increase frequency of control for 1 part every 400	7	4	3	84

Operation	Failure Mode	Effect of Failure	S	Potential Cause(s)/Mechanism(s) of Failure	O	D	RPN	Recommended Actions	S	O	D	RPN
2nd Internal Turning	Overturning	Variations in the tangential force	5	Wrong Set-Up Wearing of the chisels	4	3	60					
	Improper Turning	Tangential Force not Uniform Lack of tightness	6	Wrong Set-Up Wearing of the chisels	3	4	72					
	Non uniform Radial Wall Thickness	Tangential Force not Uniform Lack of tightness	6	Wrong Set-Up Wearing of the chisels	5	4	120	Increase frequency of control for 1 part every 400	6	4	4	96
	Lack of Turning	Difficult to assemble	6	Wrong Set-Up Wearing of the chisels	4	4	96					
Cleaning, Phosphate Coating and Oil Protection	Deficient Cleaning	Corrosion	7	Contamination of the cleansing bath Wrong Procedure	2	5	70					
	Deficient Protection	Corrosion	7	Contamination of the oil Wrong Procedure	2	5	70					
	Deficient Coating	Corrosion Difficult to assemble Stains	7	Wrong Procedure	3	6	126	Control 5 parts per batch before and after coating	7	2	6	84
Packing	Damaged Package	Corrosion Damage to the ring	7	Wrong Procedure	2	2	28					
	Wrong Label	Wrong product identification	7	Wrong Procedure	2	5	70					

ANEXO VI – MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS

Measurement System Analysis											Data do Ensaio	11/mar/16
Produto	85,15 x 3,5 x 3,4			RMM	Comparador			Operador A:	Paula			
Característica	Width(h)			Nº RMM	C.090			Operador B:	Armando			
Especificação	3,5 [-0,022...-0,01]			Escala	1µm			Operador C:	Carvalho			
Operador / Nº Medição	Amostra										Média	
1. A 1	3,481	3,479	3,48	3,481	3,477	3,478	3,481	3,479	3,484	3,48	3,4800	
2. 2	3,481	3,479	3,48	3,481	3,479	3,479	3,482	3,478	3,484	3,48	3,4803	
3. 3	3,481	3,48	3,48	3,48	3,477	3,478	3,483	3,479	3,484	3,48	3,4802	
4. Média	3,481	3,479	3,480	3,481	3,478	3,478	3,482	3,479	3,484	3,480	$\bar{X}_a = 3,4802$	
5. Amplitude	0	0,001	0	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0	0	$\bar{R}_a = 0,0008$	
6. B 1	3,48	3,48	3,48	3,48	3,479	3,479	3,482	3,48	3,482	3,48	3,4802	
7. 2	3,481	3,479	3,48	3,48	3,478	3,48	3,482	3,48	3,483	3,48	3,4803	
8. 3	3,482	3,479	3,479	3,481	3,479	3,48	3,481	3,479	3,482	3,48	3,4802	
9. Média	3,481	3,479	3,480	3,480	3,479	3,480	3,482	3,480	3,482	3,480	$\bar{X}_b = 3,4802$	
10. Amplitude	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	$\bar{R}_b = 0,0010$	
11. C 1	3,481	3,479	3,479	3,48	3,478	3,479	3,484	3,48	3,484	3,48	3,4804	
12. 2	3,481	3,479	3,479	3,479	3,477	3,479	3,484	3,48	3,484	3,482	3,4804	
13. 3	3,481	3,479	3,479	3,48	3,478	3,479	3,484	3,478	3,483	3,482	3,4803	
14. Média	3,481	3,479	3,479	3,480	3,478	3,479	3,484	3,479	3,484	3,481	$\bar{X}_c = 3,4804$	
15. Amplitude	0	0	0	0,001	0,001	0	0	0,002	0,001	0,002	$\bar{R}_c = 0,0007$	
16. Amostra - Média (\bar{X}_p)	3,481	3,479	3,480	3,480	3,478	3,479	3,483	3,479	3,483	3,480	$\bar{X} = 3,4803$ $R_p = 0,0053$	
Status:	Validada				17. $\bar{R} = (\bar{R}_a + \bar{R}_b + \bar{R}_c)$						$\bar{R} = 0,0008$	
- Número Operador:	3	ok			18. $\bar{X}_{Diff} = \text{Max}\bar{X} - \text{Min}\bar{X}$						$\bar{X}_{Diff} = 0,0002$	
- Número Amostras:	10	ok			19. $UCLR = \bar{R} * D_4$		$D_4 = 2,58$				$UCLR = 0,0021$	
- Número Medições:	3	ok			20. $LCLR = \bar{R} * D_3$		$D_3 = 0$				$LCLR = 0,0000$	
Dados estatísticos:	$\bar{R} = 0,0008$			$\bar{X}_{Diff} = 0,0002$			$R_p = 0,0053$					
Repetibilidade												
$EV = \bar{R} * K1$				$K1 = 3,05$				$\% EV = 100 [EV / TV]$				
$= 0,0025$								$= 28,2\%$				
Reprodutibilidade												
$AV = \sqrt{(\bar{X}_{Diff} * K2)^2 - (EV^2 / nr)}$				$K2 = 2,7$				$\% AV = 100 [AV / TV]$				
$= 0,0003$				$nr = 30$				$= 3,1\%$				
Repetibilidade & Repordutibilidade												
$R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$								$\% R\&R = 100 [R\&R / TV]$				
$= 0,0026$								$= 28,4\%$				
Varição												
$PV = R_p * K3$				$K3 = 1,62$				$\% PV = 100 [PV / TV]$				
$= 0,0086$								$= 95,9\%$				
Varição Total												
$TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2}$												
$= 0,0090$												

ANEXO VII – TESTE DE CAPACIDADE

		ESTUDO ESTATÍSTICO										Folha 1 de 1							
CARACTERÍSTICA: Width=4mm					PEÇA: 92,5 x 4 x 4					UNIDADE: 0									
ESPECIFICAÇÃO		MIN.: 3,978		MÁX.: 3,99 mm		MÉDIA: 0													
TIPO DE LOTE: Normal			CLIENTE:				OPERAÇÃO: Grinding 2												
MEIO DE MEDIÇÃO: Comparator						CÓDIGO: 74415													
Escala: 1 μ m		QUANT.:				DATA: 11/03/2016			AMOSTRA: 50										
DADOS																			
1	3,984	11	3,985	21	3,984	31	3,984	41	3,985	51		61		71		81		91	
2	3,985	12	3,987	22	3,985	32	3,986	42	3,985	52		62		72		82		92	
3	3,987	13	3,985	23	3,984	33	3,985	43	3,984	53		63		73		83		93	
4	3,985	14	3,987	24	3,984	34	3,984	44	3,986	54		64		74		84		94	
5	3,985	15	3,985	25	3,985	35	3,985	45	3,986	55		65		75		85		95	
6	3,987	16	3,985	26	3,986	36	3,985	46	3,985	56		66		76		86		96	
7	3,987	17	3,986	27	3,984	37	3,985	47	3,985	57		67		77		87		97	
8	3,985	18	3,984	28	3,985	38	3,986	48	3,984	58		68		78		88		98	
9	3,985	19	3,985	29	3,985	39	3,985	49	3,984	59		69		79		89		99	
10	3,985	20	3,986	30	3,985	40	3,984	50	3,984	60		70		80		90		100	
RESULTADOS																			
Média		:		3,98		Máx. / Min.		:		3,987 / 3,984									
Desvio Padrão		:		0,00089		Amplitude		:		0,00350									
6-SIGMA		:		0,00534		Cp/Cpi		:		2,2474 / 0,44									
						Cpk		:		1,9365									