



Mestrado em Gestão de Sistemas e Tecnologias de Informação

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O
RECURSO À ROBÓTICA.

Elaborado por:

Rui Dias

N. 201528280

Orientador

Prof. Doutor Mário Macedo

Barcarena

Julho, 2017

Universidade Atlântica

Mestrado em Gestão de Sistemas e Tecnologias de Informação

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O
RECURSO À ROBÓTICA.

Elaborado por:

Rui Dias

N. 201528280

Orientador

Prof. Doutor Mário Macedo

Resumo

Este artigo descreve um estudo de requisitos necessários para a utilização de robótica na indústria automóvel, características e também a sua influência na indústria. O principal objetivo do recurso a um processo de robótica na indústria é reduzir a intervenção humana em processos de repetição, reduzindo também desta forma, custos operacionais e sempre focado na garantia da homogeneidade do produto, além de aumento da capacidade operacional.

No entanto pode-se resumir as vantagens da utilização de robôs industriais da seguinte forma:

- Flexibilidade;
- Alta produtividade;
- Melhor qualidade dos produtos;
- Aumento da qualidade da vida humana, pelo desempenho de tarefas indesejadas.

Os robôs industriais não se parecem connosco, mas fazem algum do nosso trabalho, substituindo-nos no desempenho de tarefas desagradáveis e nocivas.

Dependendo da aplicação e especificações da indústria, existem diferentes tipos de robôs industriais assim como diferentes configurações.

Existem vários tipos de robôs industriais: robôs não servos, robôs servos, robôs programáveis e robôs programáveis por computador.

Um robô não servo é utilizado para movimentar e colocar objetos, pode pegar um objeto, transportar o objeto e colocá-lo para baixo.

Um robô servo apresenta um gama de recursos adicionais derivado à utilização de manipuladores e executores, apêndices robóticos que são os braços e as mãos do robô, conferindo-lhe maior flexibilidade e maior movimento.

Um robô programável armazena comandos numa base de dados, o que significa que pode repetir uma ação num predeterminado número de vezes.

Um computador robô programável é essencialmente um robô servo que pode ser controlado remotamente, através do recurso a um computador

O que é transversal a todos eles é sem sombra de dúvida a necessidade de segurança em toda a área de atuação. Existem normas Europeias que de alguma forma descrevem todos os tópicos a reter sobre a necessidade de análise de risco e sua mitigação.

A segurança é uma vertente que está a ser tida em elevada consideração nesta fase de implementação da robótica colaborativa, neste relatório essa mesma vertente foi tida em

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

consideração e como tal foi elaborada uma análise profunda sobre a segurança na organização do posto de trabalho.

Com a finalidade de validar toda a análise executada assim como a consulta das normas e diretivas, foi acompanhado em todas as fases de desenvolvimento, um protótipo real de uma unidade robótica para a inserção de pinos em conectores na indústria automóvel.

Palavras-chave: Indústria; Padronização; Processo; Robótica; Segurança

Abstract

This report describes a study of requirements required for the robotics utilization in the automotive industry, features and their influence in the industry. The main objective of using a robotic process in the industry is to reduce human intervention in repetitive processes, reducing operational costs and always focused on product homogeneity guarantee and in the operational capacity increasing level.

However, the advantages of using industrial robots can be summarized as follows:

- Flexibility;
- High productivity;
- Better product quality;
- Increase the quality of human life by performing unwanted tasks.

Industrial robots do not look like us, but they do some of our work, replacing us in unpleasant and harmful tasks.

Depending on the application and industry specifications, there are different types of industrial robots as well as different configurations.

There are several types of industrial robots: non-servo robots, servo robots, programmable robots and computer-programmable robots.

A non-servo robot is used to move and place objects, it can grab an object, carry the object, and put it down.

A servo robot has a range of additional features derived from the use of manipulators and implementers, robotic appendages that are the arms and hands of the robot itself, giving it greater flexibility and greater movement.

A programmable robot stores commands in a database, which means that it can repeat an action in a predetermined number of cycles.

A programmable robot computer is essentially a servo robot that is remotely controlled remotely by a computer

What is transverse to all of them is the needed of security throughout the area of action. There are European standards that somehow describe all need topics to be checked about risk analysis and its mitigation.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Security is a topic that is being taken into account in this phase of implementation of collaborative robotics. In this report, the same aspect has been taken into account and as well, an in-depth analysis of security during the work place organization creation.

In order to validate all of the analysis performed as well as the consultation of the norms and directives, a real prototype of a robotic unit for the pins insertion in connectors for the automotive industry was followed at all of the development stages.

Keywords: Industry; Standardization; Process; Robotics; Safety

Lista de Abreviaturas

VAL – Valor Atual Líquido

TIR – Taxa Interna de Retorno de um projeto de investimento, é uma medida relativa que mostra quanto rende um projeto de investimento.

PhD – PhD é a sigla para Philosophiæ Doctor, ou Doutor da Filosofia. É o último e mais alto título acadêmico recebido por um indivíduo.

EU – União Europeia, uma união económica e política de vários estados-membros independentes situados principalmente na Europa

RS232 – (também conhecido por EIA RS-232C ou V.24) é um padrão de protocolo para troca serial de dados binários entre um DTE (terminal de dados, de Data Terminal equipment) e um DCE (comunicador de dados, de Data Communication equipment). É comumente usado nas portas seriais dos PCs

SWOT – ou Análise FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) (em português). A Análise SWOT é um sistema simples para posicionar ou verificar a posição estratégica da empresa no ambiente em questão

ISO – é a sigla de International Organization for Standardization, ou Organização Internacional para Standardização, em português.

ISO / TS – ISSO seguida de TS, “Technical Specifications” ou especificações Técnicas (em português) é uma especificação técnica ISSO.

EX ANTE - significa realizar um estudo de base do processo atual ou estabelecer indicadores

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O
RECURSO À ROBÓTICA.

Índice

Resumo	1
Abstract.....	3
Lista de Abreviaturas.....	5
Índice	7
Índice de Figuras	8
Índice de Tabelas.....	9
1. Questão de Investigação.....	11
2. Objetivos.....	12
3. Metodologias a adotar.....	13
3.1. Desenho do Estudo	15
3.2. Métodos de Recolha de dados	16
4. Revisão da Literatura.....	17
4.1. Normas.....	19
5. Investigação - Desenho e detalhe do Protótipo	23
5.1. Avaliação da viabilidade económica do modelo.....	23
5.2. Avaliação da viabilidade económica do modelo (Fornecedores)	26
5.1. Modelo de desenvolvimento (Validação do conceito).....	28
5.2. Plano de Validação do modelo	35
5.3. Testes e resultados.....	37
5.4. Registo de teste e libertação do protótipo	38
5.5. Melhoria continua, upgrades futuros.....	45
5.6. Análise de Risco	46
5.7. Desenho da unidade de trabalho.....	49
6. Conclusão.....	51
7. Referências Bibliográficas	53
8. Anexos.....	57

Índice de Figuras

Figura 1 - Diagrama simplificado de um sistema de controlo automático	11
Figura 2 - Esquema conceptual do desenho do estudo	15
Figura 3 - Diagrama do método de recolha de dados	16
Figura 4 - Esquemática de normas	21
Figura 5 - Gráfico de Custos vs Ganhos	24
Figura 6 - Eixos	27
Figura 7 - Diagrama do desenho e detalhe do protótipo	28
Figura 8 - Metodologia 6M.....	33
Figura 9 - Página base dados conhecimento	34
Figura 10 - Etapas básicas em estudo de capacidade)	35
Figura 11 - Forme de teste e recolha de dados	37
Figura 12 - Exemplo de gráfico de análise	38
Figura 13 - Especificação do cliente.....	38
Figura 14 - Valores do Bom produto - Operador e Robô	39
Figura 15 - Valores do Robô	39
Figura 16 - Valores do Operador	39
Figura 17 - Gráfico valores do operador.....	40
Figura 18 - Gráfico valores do Robô	40
Figura 19 - Esquema de simulação de erros	41
Figura 20 - Quadro de Valores dos Erros – Robô	41
Figura 21 - Quadro de Valores dos Erros – Operador	41
Figura 22 - Sensor de profundidade ZG2	42
Figura 23 - Dados estatísticos do sensor ZG2	42
Figura 24 - Valores dos erros – Operador	43
Figura 25 - Valores dos erros – Robô	43
Figura 26 - Gráfico comparação Operador & Robô	44
Figura 27 - Barra Eléctrica	45
Figura 28 - Análise de Risco	47
Figura 29 - Organização posto trabalho preliminar	48
Figura 30 - Organização posto trabalho Final	48
Figura 31 - Esquemas para a organização do posto de trabalho	49

Índice de Tabelas

Tabela 1- Metodologias vs Objetivos	13
Tabela 2 – Normas	20
Tabela 3 - Ganhos com o recurso ao robô	23
Tabela 4 - Gastos com o recurso ao robô	24
Tabela 5 - Calculo de Fluxos de Caixa a 4 anos	24
Tabela 6 – Fornecedores	26
Tabela 7 - Comparação de Fornecedores.....	27
Tabela 8 - Resumo Comparação	44
Tabela 9 - Análise de Risco	46

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O
RECURSO À ROBÓTICA.

1. Questão de Investigação

Quais os requisitos para um modelo de automação de processos na indústria automóvel?

Existem inúmeras atividades que se repetem diariamente, algumas por centenas de vezes ou mesmo milhares, especialmente no contexto industrial. Estas ações podem ser otimizadas com recurso à robótica, após análise da fiabilidade, do espaço e dos processos críticos com a finalidade de os redesenhar e adequar à utilização de robôs.

Especificamente é de salientar que a automação é, através de produtos/processos padronizados e com alto grau de repetibilidade, tentar obter maior produtividade no processo, consumindo menos recursos e produzindo em menos tempo.

Viabilidade Financeira da Automação

Terá de ser executada uma análise aos processos ou atividades a fim de se adotar ou não pela automação, o investigador deve sempre debruçar-se sobre o tema com recurso a uma análise de viabilidade financeira. Se por um lado é efetuado um investimento inicial em software de automação, máquinas e formação, por outro lado, é esperada uma redução nos custos de produção. O objetivo dessa mesma análise será tomar a decisão mais adequada sobre o projeto de automação.

Segundo, (Rosário, José Maurício, 2009), a automação industrial pode ser entendida como uma tecnologia que, de alguma forma, integra três áreas:

A eletrónica: -> responsável pelo hardware.

Disponibiliza os motores, a sua atuação e a eletrónica indispensável para o controle e automação das cadeias de produção;

A mecânica: -> forma dos dispositivos mecânicos (atuadores)

Máquinas que possibilitam transformar matérias primas em produtos “acabados”.

A informática: -> responsável pelo software que irá controlar o sistema.

Através das arquiteturas de bases de dados e redes de comunicação, permite disponibilizar as informações a todos os níveis da organização.

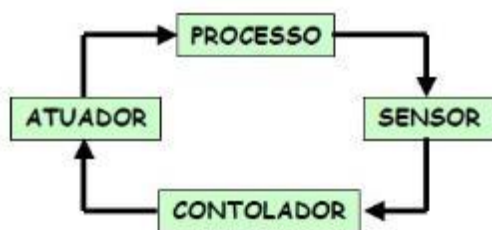


Figura 1 - Diagrama simplificado de um sistema de controlo automático
(Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgURYAL/fundamentos-automacao-industrial>)

2. Objetivos

Com a finalidade de atingir o requisito principal que é a resposta à questão de investigação, será necessário desenvolver 5 objetivos específicos, para esse fim diversas metodologias de investigação têm de ser abordadas, como espelhado de forma associativa na tabela 1.

Objetivo 1 – Modelar o processo ex ante.

Objetivo 2 – Desenvolver o modelo robótico.

Objetivo 3 – Avaliar a viabilidade económica do modelo.

Objetivo 4 – Desenvolver o protótipo.

Objetivo 5 – Validar o protótipo.

Modelar o processo atual.

No meio empresarial a automação é efetivamente uma aposta válida, especificamente o foco deste projeto é a colocação de pinos plásticos / silicone em conectores, o processo é executado numa prensa de 2 T, onde se tem de colocar o pino na posição correta e de seguida a inserção.

Atualmente, na europa, são executados 545 000 ciclos que podem ser alvo de automação. O operador insere cada um dos pinos em orifícios específicos nos conectores. O tempo de ciclo é de aproximadamente 5 segundos. Existem adicionalmente erros no produto final derivado ao cansaço gerado pelas atividades repetitivas o que obriga a atividade extra de correção de erros.

Desenvolver o modelo robótico.

Com o recurso à automação espera-se reduzir o tempo de processamento para 2.5 segundos.

Antes -> 545 000 inserções / 5 segundos por cada dá o total de 2 725 320 segundos

Depois -> 545 000 inserções / 2.5 segundos por cada dá o total de 1 362 660 segundos

Delta -> 2 725 320 segundos menos 1 362 660 segundos dá 1 362 660 segundos

1 Hora → 60 minutos → 3600 segundos (1 362 660:3600 = 379 h)

O tempo de processamento será uma das mais importantes métricas a avaliar para se aferir o desempenho do projeto.

A quantidade de produtos não conforme e a sua variação, que será verificada com base na análise de Cmk, serão outras métricas a controlar.

3. Metodologias a adotar

Tabela 1- Metodologias vs Objetivos
(Proposta do Autor)

Objetivo →	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5
Metodologia de Investigação ↓					
Dados secundários	X				
Dados Primários		X			
Metodologia Estudo de tempos			X	X	X
Metodologia 6M's				X	
Entrevistas de grupo focal (focus group)			X	X	
Protótipagem					X

Ter-se-á foco numa abordagem quantitativa, pois pretende-se analisar benefícios que são normalmente representados em valores, algo quantitativo, como redução do nível de risco, benefícios financeiros, fiabilidade e análise estatística dos resultados.

Utilizar-se-á a metodologia mencionada em, (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2004), na página 135, que é a de Estudo de tempo.

Algumas regras gerais, para a análise dos tempos produtivos são:

- definir etapas pequenas que não sejam demoradas, mas suficientemente longas que possam ser medidas.

- se o operador executa atividades paralelas ao equipamento, separar as respetivas atividades em dois elementos neutros.

- Definir os atrasos do operador e do equipamento em elementos separados.

Conforme mencionado em, («Estudo de tempos, movimentos e métodos - Jurandir Peinado e Alexandre R. Graeml», sem data), a Engenharia de Métodos, também denominada de estudo de tempo e movimento, surgiu através do trabalho realizado por duas pessoas:

- Frederick W. Taylor: Formado em engenharia, Taylor foi considerado o precursor da administração científica e da engenharia de produção. É uma das figuras mais questionáveis da história da industrialização. Entre as suas contribuições estão à criação do aço rápido, análise da fabricação de metais, estudo de tempos, uso de métodos científicos para a sistematização do trabalho, descanso no trabalho. Estudo clássico realizado por Taylor: investigações sobre o uso da pá.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

- Franke Lillian Gilbreth: Franke Lillian Gilbreth nasceu em 1878 e faleceu em 1972, Franke foi a primeira engenheira a ter um PhD. E foi a primeira psicóloga industrial e junto com o seu marido, Frank Gilbreth foram considerados os precursores da engenharia industrial. O empenho de ambos na análise dos movimentos e de tempo por ter tido algo haver com fato de possuírem uma família muito grande.

Na vertente da tipologia do processo de investigação, pretende-se recorrer ao dedutivo, pois após a teoria estabelecida e teoricamente representada, todas as variáveis serão testadas e representadas.

Será criado um protótipo e com o mesmo serão recolhidos dados na fase de teste de prototipagem, os mesmos dados serão então tratados e estatisticamente analisados a fim de dar robustez a conclusões retiradas do projeto devidamente justificadas.

A metodologia adotada foi adicionalmente baseada na pesquisa e registo de dados e conceitos relacionados com a temática em discussão, realizou-se um levantamento bibliográfico referente ao tema proposto, incluindo normas e especificações técnicas. Após a fundamentação teórica foi realizada a análise do processo em ambiente laboratorial e fabril. Nessa análise, foram observadas as variáveis associados ao projecto e registadas informações e dados relevantes para a realização e discussão no presente relatório.

3.1. Desenho do Estudo

Esquema conceptual.

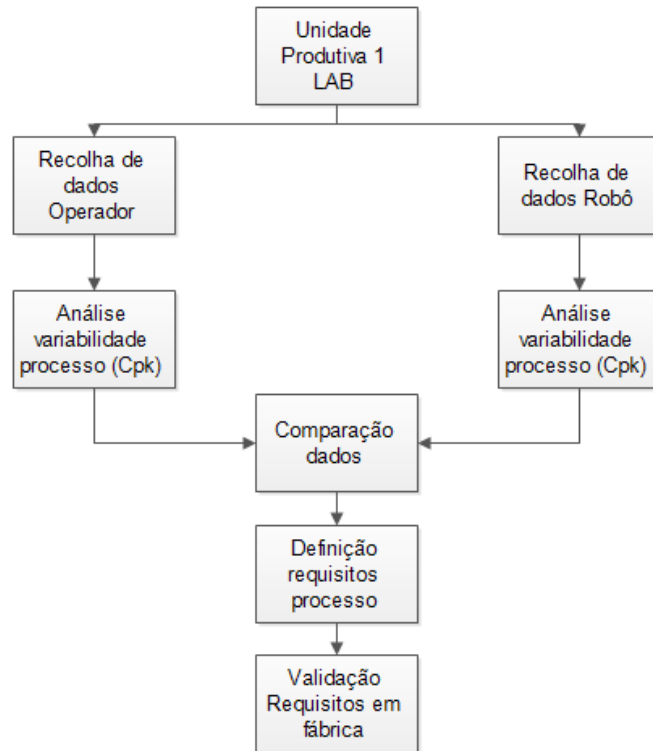


Figura 2 - Esquema conceptual do desenho do estudo (Proposta do autor)

3.2. Métodos de Recolha de dados

Existem dados gerais sobre o tema, nomeadamente que benefícios a automação de um processo de fabrico gera, nesta vertente a recolha de dados será feita através de dados secundários ou seja são dados obtidos através da consulta de relatórios e estudos, definição disponível em, (Aguirre, Ferrière, & Raucent, 1997).

Especificamente relacionado com o protótipo e com o processo de automação específico os dados serão recolhidos pelo investigador, ou seja, são dados primários.

O processo de validação como mencionado em («ISO 13849-2:2012(en), Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation», sem data, p. 13849) será seguido de acordo com o seguinte fluxograma.

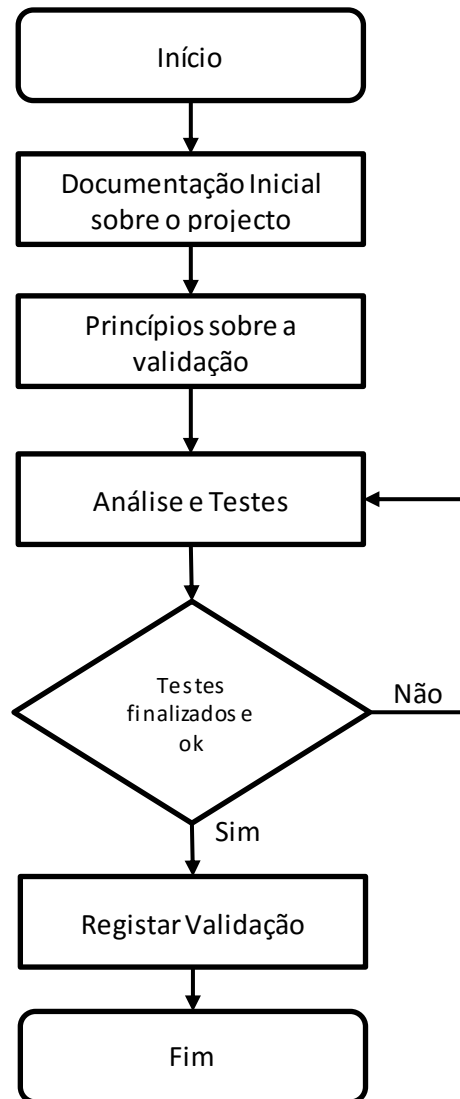


Figura 3 - Diagrama do método de recolha de dados
(Fonte: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:13849:-2:ed-2:v1:en>)

4. Revisão da Literatura

Estão disponíveis diversas fontes de informação ligadas à robótica, de salientar que a impressionante marcha dos robôs está a revolucionar as metodologias de trabalho para o futuro, («Home - IFR International Federation of Robotics», sem data).

A previsão, baseada em, («IFR Press Release - IFR International Federation of Robotics», sem data), é que em 2018, estarão ao serviço no meio industrial cerca de 1.3 milhões de robôs.

Como mencionado em, («exameinformatica | Estaremos a discutir os direitos dos robôs dentro de 10 anos?», sem data), onde descreve um dos tópicos da feira de robótica em Lisboa, “Web Summit”, a utilização e o desenvolvimento associado à robótica tem sido alvo de um crescimento exponencial.

A previsão controversa que a inteligência artificial e os robôs vão se capazes de substituir humanos em todo o tipo de funções dentro de poucos anos foi apresentada no palco principal do Web Summit. Onde Sophia, que *“é um robô, ou melhor, uma plataforma de desenvolvimento que tem por objetivo criar robôs humanoides. E o “pai” de Sophia, Ben Goertzel, esteve no palco a demonstrar como a Inteligência Artificial (IA) e a robótica já chegaram a um estado de desenvolvimento que permite a interação em linguagem natural. Sophia foi capaz de responder a perguntas complexas e até de apresentar expressões faciais realistas. Mais, Sophia defendeu que os robôs devem ter direitos. Certamente uma reação programada pela equipa de Ben Goertzel, um dos inventores e autores mais conhecidos no campo da IA e robótica.”*

Ben defende ainda que a interação entre humanos e robôs é uma das garantias que as máquinas não vão aniquilar os criadores, *“os robôs vão funcionar um pouco como nós e ajudar quem os ajudar”*. Bem é também da opinião que os robôs devem de ter direitos, apesar de o que se preveja num futuro assim não tão longínquo é que os robôs vão ser em tudo fisicamente e visualmente indistinguíveis dos seres humanos, como tal os direitos vão acabar por surgir naturalmente.

Apesar de ser um negócio em expansão, existem disponíveis algumas normas criadas com o intuito de tentar de alguma forma definir diretivas na utilização e desenvolvimento de robôs, («ISO 13482», sem data), especifica requisitos e orientações para o desenho inerentemente seguro, medidas de proteção e informação para uso de robôs de cuidados pessoais.

A norma, («ISO/TS 15066», sem data), especifica requisitos de segurança para sistemas de robô industrial de colaboração e ambiente de trabalho, e complementa os requisitos e orientação sobre o funcionamento do robô industrial de colaboração estabelecidas na norma, («ISO 10218-1», sem data).

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Adicionalmente é imprescindível definir os requisitos necessários associados à sua utilização em substituição do operador humano, assim como o “business case” associado ao potencial projeto.

Não estando disponíveis as variáveis a ter em consideração, espera-se com este estudo providenciar um modelo que direcione o investigador para as variáveis a ter em consideração na escolha do robô mais indicado, com o recurso adicionalmente a um estudo de caso assertivo.

Os diversos modelos de robôs a ter em consideração para o estudo de caso podem ser consultados em, (“Products - IFR International Federation of Robotics,” n.d.).

Apesar de existirem diversos estudos de casos ligados à robótica todos eles são sobre montagem e /ou pintura de automóveis, pois como mencionado em, («Robots emancipados vão andar pelas fábricas e decidir o que fazer!», sem data), os grandes robôs que através de um bailado sincronizado, vão introduzindo e soldando peças ou pintando e polindo carroçarias nas fábricas de automóveis são uma imagem já banalizada de décadas. No entanto de salientar que nenhum é especificamente ligado ao processo, ou processamento de um produto, («Case Studies - IFR International Federation of Robotics», sem data).

O processo a ser estudado é a colocação de pinos plásticos em conectores elétricos para a industrial automóvel.

4.1. Normas

As normas só por si não descrevem soluções técnicas específicas, mas formulam efetivamente exigências que permitem diferentes abordagens técnicas. A padronização de atividades e / ou processos contribuem para uma rápida difusão do conhecimento, por exemplo, na área de transferência de tecnologia da ciência para a indústria, assim como na industrialização de novos produtos, software, equipamentos ou serviços.

Assim, a competitividade das empresas aumenta efetivamente. Os padrões promovem adicionalmente o aumento da inovação assim como a capacidade de comercialização de novos produtos inerentes da inovação. A diferença entre invenção e inovação, é que a inovação acontece quando a invenção é colocada em produção, quando a mesma entra no mercado e acrescenta valor sobre as mais variadas formas.

A ISO é uma organização internacional independente, não-governamental, com uma associação de 163 organismos nacionais de normalização. Através dos seus membros, reúne especialistas para partilhar conhecimentos e desenvolver normas internacionais voluntárias, baseadas em consenso e que sejam relevantes para o mercado, que apoiem a inovação e proporcionem soluções para os desafios globais. Também mencionado em, («About ISO», sem data), os padrões Internacionais fazem efetivamente as coisas funcionarem. Eles fornecem especificações de classe mundial para produtos, serviços e sistemas, com a finalidade de garantir qualidade, segurança e eficiência. São desta forma imprescindíveis para agilizar o comércio internacional.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Toda a informação disponível na tabela foi transcrita na íntegra diretamente das respetivas diretivas / normas.

Tabela 2 – Normas
(Proposta do Autor)

NOME	DATA	ESPECIFICAÇÃO	INFORMAÇÃO A RETER
DIRECTIVA 1999/5/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO	9 de Março de 1999	Relativa aos equipamentos de rádio e equipamentos terminais de telecomunicações e ao reconhecimento mútuo da sua conformidade	Considerando que se deve evitar que os equipamentos de rádio e equipamentos terminais de telecomunicações não apresentem riscos evitáveis para a saúde.
DIRECTIVE 2006/42/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL From: Official Journal of the European Union 09.06.2016	17 Maio 2006	Relativa às máquinas e que altera a Diretiva 95/16/EC (Refundir)	O fabricante da máquina ou o seu mandatário deve garantir que uma avaliação de risco é realizada, a fim de determinar os requisitos de saúde e segurança que se aplicam à máquina. O fabricante ou o seu mandatário deve:
			Determinar as limitações da máquina, o que inclui a utilização prevista e a má utilização razoavelmente previsível.
			Identificar os perigos que podem ser originados pela máquina e as situações perigosas associadas.
			Avaliar os riscos, tendo em conta a gravidade de eventuais lesões ou danos para a saúde e a probabilidade de sua ocorrência.
			Avaliar os riscos, com vista a determinar se é necessária a sua mitigação, em conformidade com o objetivo da presente diretiva.
			Eliminar os perigos ou mitigar os riscos associados a esses perigos através da aplicação de medidas de proteção.
			As máquinas devem de ser equipadas com um dispositivo de comando que permita a máquina atingir com a devida segurança a paragem completa. A ordem de paragem da máquina deve ter prioridade sobre as ordens de arranque.
			Cada máquina deve ser acompanhada de instruções na língua ou línguas oficiais comunitárias do Estado-Membro em que o bem é colocado no mercado e / ou colocadas em serviço. O compartimento da bateria deve ser concebido e construído de tal forma a impedir o eletrólito de ser expulso sobre o operador em caso de capotamento ou tombamento e para evitar a acumulação de vapores nos locais ocupados pelos operadores.
DIRECTIVE 2014/30/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL From: Official Journal of the European Union 29.03.2014	26 Fevereiro 2014	Relativa à harmonização das legislações dos Estados-Membros respeitantes à compatibilidade eletromagnética	A documentação técnica deve especificar os requisitos aplicáveis e abrangentes, se tal for relevante para a avaliação, o projeto, o fabrico e o funcionamento do aparelho. A documentação técnica deve, sempre que aplicável, pelo menos ser constituída, pelos seguintes elementos.
			Uma descrição geral do equipamento.
			Desenhos do projeto e de fabrico e esquemas de componentes, subconjuntos, circuitos, etc. .
			As descrições e explicações necessárias para a compreensão dos referidos desenhos e esquemas e do funcionamento do aparelho.
			Descrições e explicações necessárias para a compreensão dos referidos desenhos e esquemas e do funcionamento do aparelho
			Relatórios de teste.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Esquemática das normas associadas à diretiva máquinas, da EU, fundamentado por, («Higiene e Segurança no Trabalho», sem data).

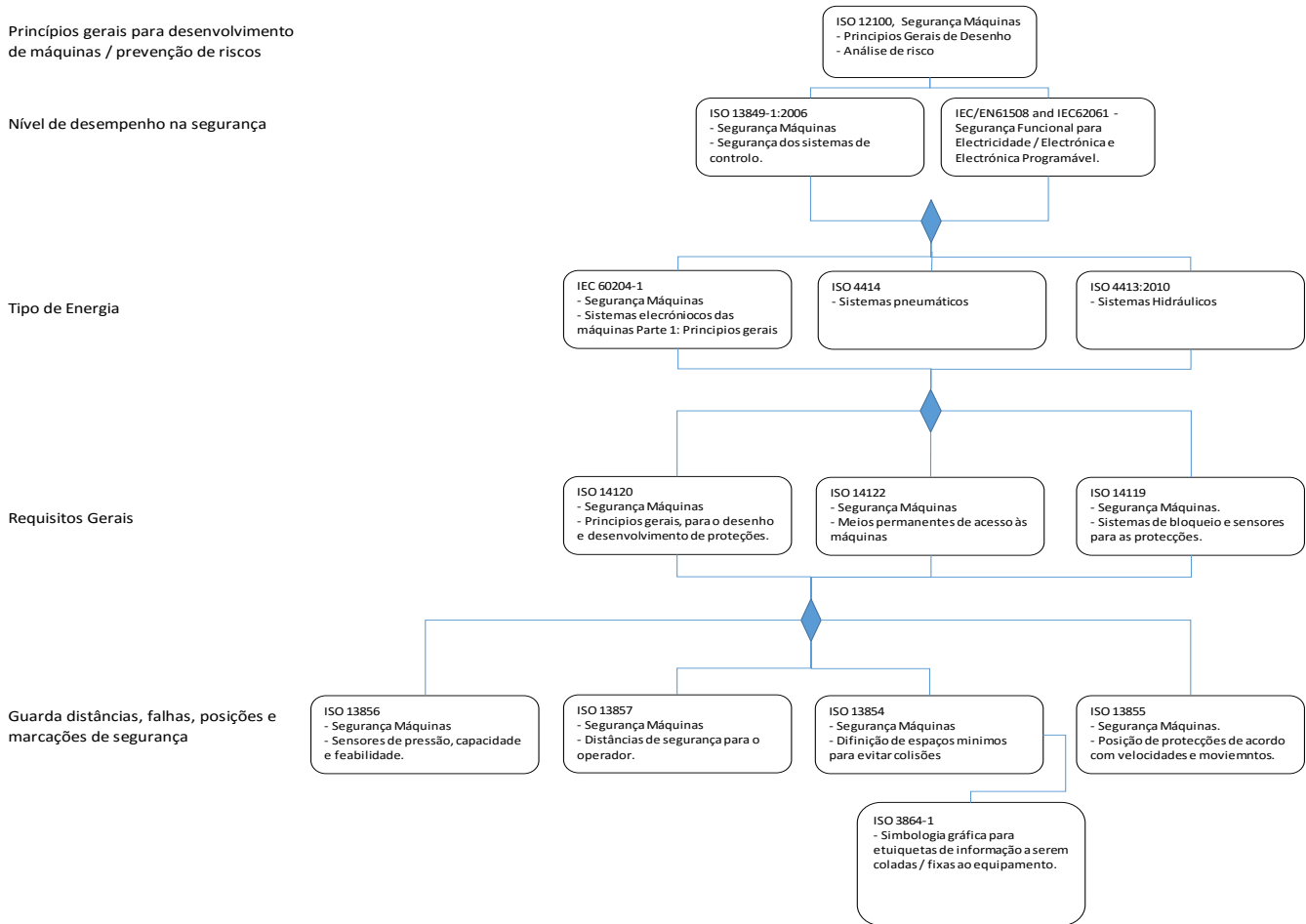


Figura 4 - Esquemática de normas
(Fonte: Documentação empresarial)

Após a análise detalhada de diversas ISO, onde foi possível retirar pontos específicos com ligação ao projeto em desenvolvimento, como mencionado na tabela 1, a que foca com mais detalhe as especificações técnicas associadas ao risco e sua análise é sem sombra de dúvida a ISO / TS 15066, pois é direcionada para o desenvolvimento e implementação de Robôs e sistemas robotizados, nomeadamente robôs colaborativos. Desta forma é a formula mencionada nessa norma que será abordada de seguida a fim de direcionar sequencialmente um projeto de desenvolvimento e implementação de sistemas robóticos com a efetiva análise de risco.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

A distância de paragem do robô é determinada de acordo com a ISO 10218-1:2011. A mesma (S_p), pode ser descrita pela seguinte fórmula:

$$S_p(t_0) = S_h + S_r + S_s + C + Z_d + Z_r$$

Onde:

$S_p(t_0)$ - É a distância de proteção protetora no tempo zero.

S_h - É a contribuição para a distância de segurança atribuída à localização do operador.

S_r - É a contribuição para a distância de segurança atribuída ao tempo de reação do robô.

S_s - É a contribuição para a distância de segurança devido à distância de paragem do robô.

C - É a distância de intrusão, conforme definido na ISO 13855, é a distância que uma parte do corpo pode entrar no campo de atuação antes de ser detetada.

Z_d - É a incerteza de posição do operador na área de atuação, medido pelo dispositivo de deteção, resultante da tolerância de medição do sistema de deteção.

Z_r - É a incerteza de posição do robô resultante do nível de precisão do sistema de medição de posição do robô.

Desta análise pode nascer o completo redesenho do sistema ou da área de trabalho onde o robô estará em execução, ou a escolha de um robô e periféricos diferentes dos utilizados.

De salientar que a análise de risco terá de ter em consideração vários tópicos fundamentais, nomeadamente:

- Identificar as condições onde potencialmente o operador terá contacto físico com o robô.
- Avaliar o nível de risco que está inerente a esse contacto.
- Desenvolver uma área de trabalho onde esse contacto será esporádico e até mesmo que possa ser evitado.
- Definir métodos de mitigar o risco inerente ao possível contacto até ao nível aceitável.

Na norma ISO / TS 15066, página 23 e 24, nas tabelas A.1 e A.2, é possível consultar os valores máximos de força e pressão que os diversos pontos do corpo humano pode suportar.

Após a análise anterior pode concluir-se que a uma das grandes preocupações nas diretivas europeias é sem sombra de dúvidas a análise de risco e os principais perigos que advêm da automação de processos. É imperativo que se analisem os riscos nas suas variadas vertentes, se descrevam as potenciais causas, associando-lhes um valor de severidade e por consequência que se definam ações a fim de os mitigar.

5. Investigação - Desenho e detalhe do Protótipo

5.1. Avaliação da viabilidade económica do modelo

Respondendo diretamente ao terceiro objetivo, a fim de analisar a fiabilidade financeira do projecto o seguinte caso de negócio ou cenário foi elaborado. De salientar que o objetivo para “payback” para este tipo de desenvolvimento será no máximo 3 anos.

Segundo, («Avaliação de Projectos Imagem de Investimento», sem data), que referencia, João Soares et al. (2007, p. 14-16), os investimentos podem ser categorizados de acordo com diferentes critérios. Neste caso específico este modelo de projecto enquadra-se em duas tipologias:

Investimentos de inovação, e Investimentos estratégicos.

Investimentos de inovação: perante a mudança nas preferências e na exigência dos consumidores, a empresa opta por diversificar a sua atividade através da produção de novos produtos.

Investimentos estratégicos: enquadram-se no plano estratégico da empresa a longo prazo, com o objetivo de assegurar o futuro da mesma. Nesta fase, consideram-se investimentos que permitam reduzir o risco do negócio, e ao mesmo tempo expandir a atividade.

Tomam-se como exemplos: diversificação de atividades e integração vertical – que permite absorver as margens da cadeia de valor como aumentar a dimensão da empresa ou aquisição de concorrentes.

Referente a este projecto específico entende-se que será um investimento estratégico.

Com a finalidade de obter um output o mais assertivo possível, pois continua a tratar-se de uma estimativa financeira, tem de se ter em consideração as seguintes premissas:

Tempo de ciclo de um operador -> 5 segundos

Tempo de ciclo do robô -> 2.5 segundos

Custo hora de um operador -> 7.5 €

Custo hora de um técnico especializado -> 15.0€

Analisando a unidade produtiva “A”, baseando os cálculos na informação atrás mencionada:

Tabela 3 - Ganhos com o recurso ao robô
(Proposta do Autor)

Unidade Productiva A	Seconds	Minutes	Hours	Cost (Operator)	Cost (Operator - Year)
Sem o recurso ao rôbo - Tempo de Produção	2.725.320	45.422	758	5.685,00 €	68.220,00 €
Com o recurso ao rôbo - Tempo de Produção	1.362.660	22.711	379	2.842,50 €	34.110,00 €
Tempo ganho & respectivos Custos	1.362.660	22.711	379	2.842,50 €	34.110,00 €

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

O tempo produtivo ganho com o recurso ao robô será de 379 horas, o que se traduz num ganho de aproximadamente 35 000.00€ anuais.

Tabela 4 - Gastos com o recurso ao robô
(Proposta do Autor)

Custos	Unidade Productiva A	Uma vez	Contínuo por ano
	Rôbo com toda a organização do posto de trabalho	30.000,00 €	
	Manutenção do rôbo (1 hora por semana)		30,00 €
	Instalação e Treino (2 semanas 8h * 5 dias)	1.200,00 €	
	Outros custos		- €
	Total de custos no primeiro ano	31.560,00 €	
	Total de custos nos anos seguintes + (uma semana por ano de suporte central)		960,00 €

Os gastos representam no primeiro ano um investimento inicial de aproximadamente 32.000,00€. Nos anos seguintes prevê-se um gasto de aproximadamente 1.000,00€, onde se contempla a manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

Com base nos valores calculados o VAL, é de 51.000,00€, como tal é facilmente entendível que o projecto é um excelente projecto de investimento. A taxa de interesse (custo oportunidade) foi de 15%, no calculo do VAL e respetiva TIR.

Tabela 5 - Calculo de Fluxos de Caixa a 4 anos
(Proposta do Autor)

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
Custos	28.690,91 €	793,39 €	721,26 €	655,69 €	655,69 €
Ganhos	- €	31.009,09 €	28.190,08 €	25.627,35 €	25.627,35 €
Cash Flow's	- 28.690,91 €	30.215,70 €	27.468,82 €	24.971,65 €	24.971,65 €

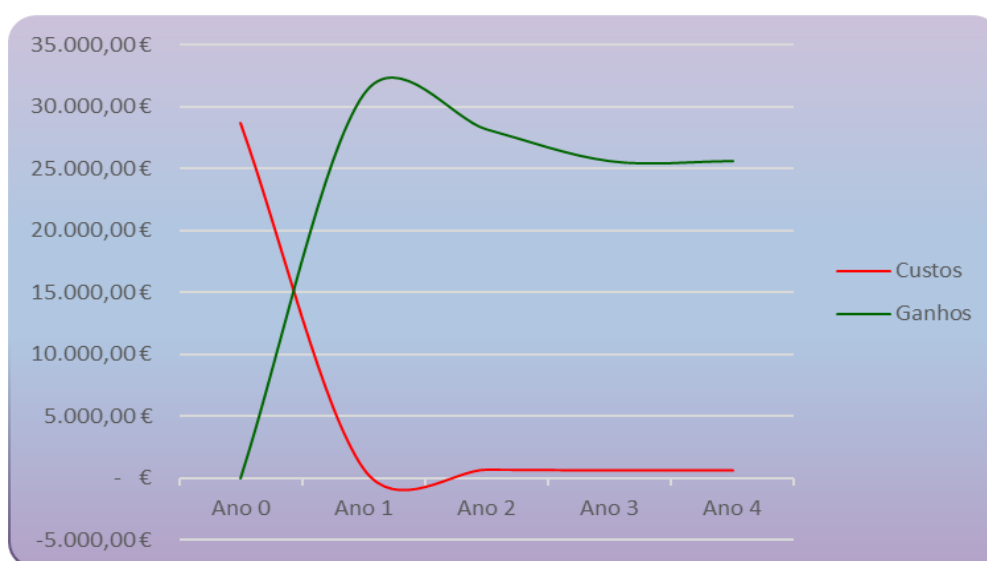


Figura 5 - Gráfico de Custos vs Ganhos
(Proposta do Autor)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

A nível simplificado o VAL, é a soma de todas as entradas e saídas de dinheiro durante a vida útil de um projecto atualizada para o momento presente.

A fórmula de cálculo do VAL é:

$$VAL = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+t)^i}$$

Onde:

(Cfi = fluxo de caixa no ano i / t = taxa de desconto, pode ser o custo oportunidade)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

5.2. Avaliação da viabilidade económica do modelo (Fornecedores)

Existem diversos fornecedores no mercado para integrar este tipo de tecnologia, o produto final não existe, mas todos os componentes estão disponíveis, a fim de verificar a potencialidade dos fornecedores e a sua robustez foi elaborada uma análise a todos eles. Como a análise SWOT não se enquadrava diretamente neste projecto específico, optou-se por entrevistas estruturadas, para que fosse possível concluir efetivamente os pontos fortes e fracos, mas substituiu-se as ameaças por preferências de marcas de robô e as oportunidades por valor estimado do modelo.

A informação na tabela 2, foi obtida através dessas mesmo entrevistas com os potenciais fornecedores, nas instalações da organização.

Tabela 6 – Fornecedores
(Proposta do Autor)

Empresa	Preferências de Marcas de Robôs	Pontos Forte	Pontos fracos	Valor Estimado
Fornecedor A	Indiferente mas com mais experiência em ABB	Experiência em robótica Empresa média com presença em vários mercados. Boa estrutura para poder vir a dar suporte técnico aos robôs.	Apresentemente apenas avança com um valor predefinido e não apresentou cotação para avançar com o projeto. Empresa com ambições a vir vender o robô a outras empresas, findo o acordo de confidencialidade.	80,000.00€
Fornecedor B	Prefere OMRON, pois tem elevada experiência.	Empresa com experiência em automação (fez robô utilizado anteriormente na empresa). Empresa flexível e de baixo custo de desenvolvimento. Empresa sem ambição de venda a outras empresas.	Empresa pequena e apenas nacional, com pouca capacidade de apoio noutros países. Atualmente tem volume de encomendas considerável e assim tem a disponibilidade de desenvolvimento limitada, no entanto dizem que não é problema.	60,000.00€
Fornecedor C	Indiferente.	Empresa com muita experiência em automação já com produtos existentes na empresa.	Problemas de gestão Empresa tipicamente um pouco cara.	40,000.00€

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Fornecedor D	Vende Epson e suporta Epson	Epson parece-nos bem à frente na qualidade dos robôs. Qualidade do produto e de serviço. Localizada mesmo ao lado da nossa empresa.	Poderá ter algum atraso no suporte pois tem recursos limitados.	13,000.00€
Fornecedor E	Vende Omrom e suporta Omrom	Empresa multinacional de grande dimensão	Ainda desconhecida para nós. No primeiro contacto não se mostrou aberta a desenvolvimento em parceria.	27,000.00€

Foram analisados ainda ao nível mais técnico os fornecedores “D” e “E”:

Tabela 7 - Comparação de Fornecedores (Proposta do Autor)

#	Tópico	D		E		Observações
		Detalhe	Pontuação 1- Pior 2- Melhor	Detalhe	Pontuação 1- Pior 2- Melhor	
01	Rapidez da programação	-	2	-	1	
02	Para com o contacto humano	-	2	-	1	
03	Pacote de Software	Tudo incluído	2	Venda por pacotes	1	
04	Preço (600mm)	LS6 (13 000.00€)	2	27 000.00€	1	
05	Preço do controlador	6 camaras (4 100.00€)	2	8 camaras (5 000.00€)	1	
06	Velocidades de Eixos	Eixo L1e L2 6,8 mm/s Eixo L3 1,1 mm/s.	2	3 Eixo 1,1 mm/s.	1	
07	Precisão	Horizontal repeatability L1, L2 ±0.02mm Vertical repeatability L3 ±0.01mm	2	Horizontal repeatability XY ± 0.017mm Vertical repeatability Z ± 0.003 mm	1	
08	Peso transportável (capacidade)	6.0 Kg	2	5.5 Kg	1	
09	Peso do robô	17.0 Kg	2	41.0 Kg	1	
10	Capacidade de distancia -> Horizontal	600 mm	1	600 mm	2	
11	Capacidade de distancia -> Vertical	200 mm	1	210 mm	2	
12	Base extra de suporte	Sim	1	Não	2	Omron tem de se confirmar, o de 800 não precisa mas o de 600 pode eventualmente precisar.
Total			21		15	
Rating			44%		31%	

Derivado às variáveis analisadas, preço, disponibilidade, parceria para desenvolvimento e nível de conhecimentos dos seus recursos humanos, a escolha recaiu no fornecedor D.

Dentro do portefólio o robô Epson, de 4 eixos tipo Scara modelo LS6 com 600mm de braço é o mais indicado. Esquema baseado em, («Drawing & Design & Technical & Info», sem data):

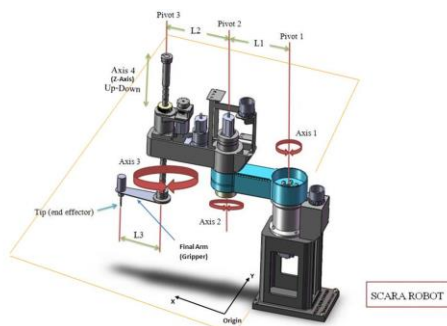


Figura 6 - Eixos
(Fonte: <http://www.servovision.com>)

5.1. Modelo de desenvolvimento (Validação do conceito)

A fim de validar o conceito, o desenvolvimento de um protótipo é fundamental, como definido no quarto objetivo do projecto para responder à questão de investigação. Com base em, { Standard Handbook of Machine Design.pdf, n.d.}, definir um fluxo representativo dos passos a dar e que metodologias optar, sejam elas na definição de variáveis a medir, sejam no correto fluxo de teste e definição de atividades associadas ao desenvolvimento de equipamentos.

A fim de desenhar o processo de prototipagem de equipamentos de forma a torna-los robustos e assertivos numa fase O mais embrionária possível, o seguinte fluxo de atividades foi criado.

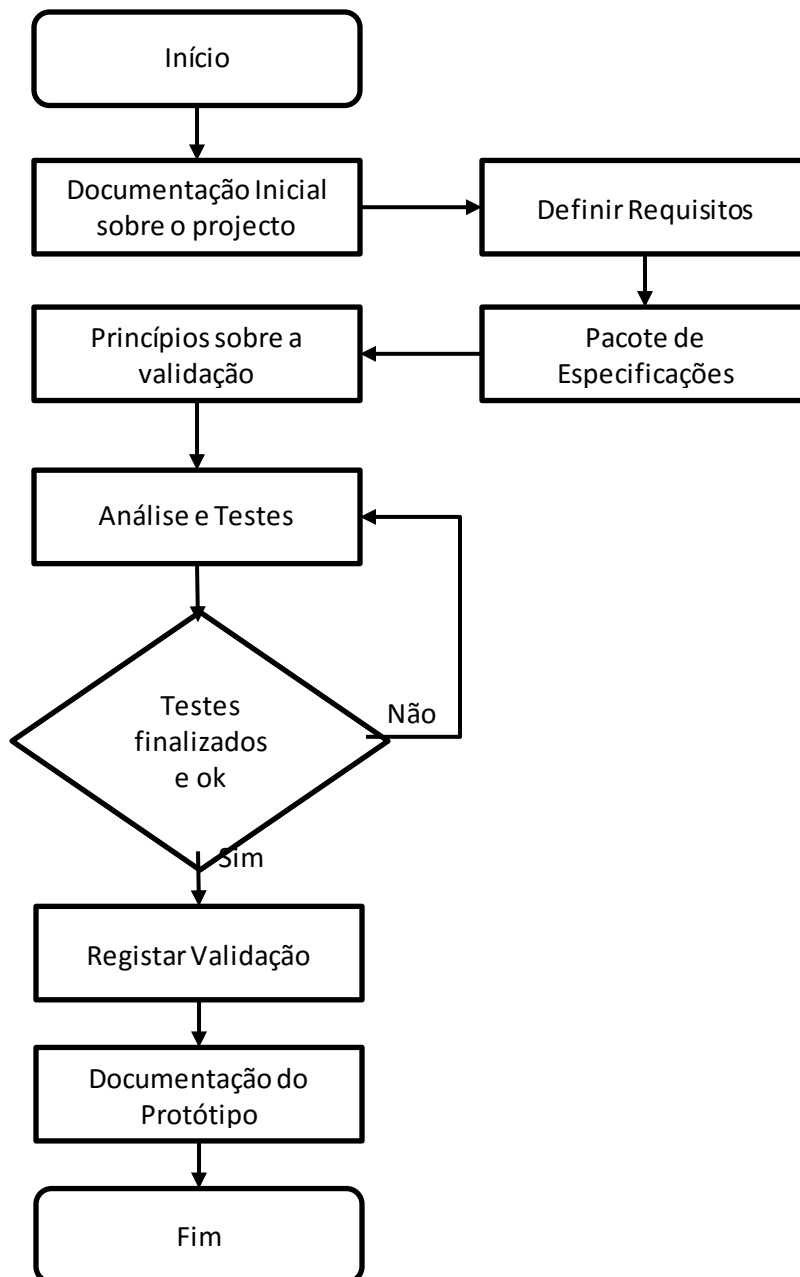


Figura 7 - Diagrama do desenho e detalhe do protótipo (Fonte: Standard Handbook of Machine Design.pdf)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Requisitos / especificações do modelo

As entrevistas de grupo focal constituem uma técnica a utilizar nesta fase pois é onde são descritos os requisitos gerais do equipamento, o que é necessário fazer e as principais restrições assim como potenciais melhorias ao processo atual.

Requisitos iniciais e imprescindíveis no primeiro protótipo:

- 1) O Robô deve de ser o mais standard possível e de simples replicação. Os braços devem de ser adequados ao projeto a ser desenvolvido.
- 2) O processo de inserção deve de ser no máximo de 4 segundos, sendo este tempo igualmente alvo de potenciais melhorias, com o desenvolver do projeto.
- 3) A alimentação dos pinos de inserção deve de ser fiável e rápida, os mesmos devem de ser colocados o mais perto possível das garras do robô, até se possível alimenta-los diretamente nesse local.
- 4) Tem de existir flexibilidade suficiente para que possam ser processados outros pinos assim como outros conectores, pequenas adaptações podem ser toleradas.
- 5) O tempo máximo admissível para a reconfiguração do robô para se adaptar a diferentes pinos e, ou conectores, é de 5 minutos, no entanto espera-se melhorias nesta vertente.
- 6) O tempo produtivo sem necessidade de reabastecer matéria prima, espera-se que seja no mínimo 3 horas.
- 7) O fornecedor tem de garantir o fornecimento de peças de reposição por um período nunca menor que 12 anos.
- 8) O robô deve de estar equipado com sensores de medição de força e posição a fim de detetar anomalias e por consequência a paragem imediata se algum dos parâmetros ser detetado como anómalo.
- 9) O posto de trabalho deve de ser equipado com uma UPS (Fonte de energia ininterrupta), onde será ligado o robô como o seu controlador.
- 10) Deve de existir documentação técnica, assim como manual de operação, plano de manutenção, instruções de trabalho, lista de peças de reposição, análise de risco e certificação europeia.
- 11) Deve de existir um Sistema de visão, a fim da área de trabalho ser completamente controlada.
- 12) O robô deve de ter ligação RS232, (A comunicação entre a placa controladora e o computador é assegurada por uma porta série RS232), a fim de ser conectado a software de suporte remoto.
- 13) Tem de existir um ficheiro de registo das posições do robô, assim como velocidades e ocorrência, estes dados serão analisados estatisticamente para que a fiabilidade do robô seja controlada e ajustada se necessário.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Pacote de especificações

São registados os requisitos funcionais e não funcionais para o equipamento, onde se define também os critérios sobre segurança assim como os parâmetros a serem analisados na análise de risco.

Princípios sobre a validação dos requisitos

Definir a metodologia a utilizar para avaliar o equipamento, eventualmente com o recurso à análise estatística:

Cmk (Baseado em, («Avaliação da Capabilidade de Máquina - Índices Estatísticos Cm e Cmk», sem data), a avaliação da capacidade de máquina, além de avaliar-se a variabilidade total permitida às peças com a tolerância natural de fabricação, verifica-se, também, a posição do processo em relação aos limites (superior e inferior) da especificação. Assim, o valor de Cmk deve ser igual ou superior a 1 para o processo ser considerado capaz.).

Desvio padrão (De acordo com, («Tabelas de frequência», sem data), O desvio padrão é uma medida de dispersão usada com a média. Mede a variabilidade dos valores à volta da média. O valor mínimo do desvio padrão é 0 indicando que não há variabilidade, ou seja, que todos os valores são iguais à média),

Média, (Como mencionado em, («:: Médias - Só Matemática ::», sem data) a média é a medida de posição mais utilizada e a mais intuitiva de todas).

Distribuição normal fundamentado em, («A distribuição Normal», sem data), a distribuição Normal é a mais familiar das distribuições de probabilidade e também uma das mais importantes em estatística. Esta distribuição tem uma forma de sino.

Tempo de ciclo e comparação com o anterior assim.

"Business case" ou em português, caso de negócio, como mencionado em, (1 & Profile, sem data) a lógica do caso de negócio é que, sempre que os recursos, como dinheiro ou esforço, são consumidos, eles devem estar em apoio a uma necessidade de negócio específica e o seu retorno considerado.

Análise e Testes para o desenvolvimento do modelo

Testar o protótipo de acordo com o método de validação definido. Efetuar adicionalmente uma análise de risco e criar um relatório com base na metodologia 6M, para potenciais erros detetados durante a fase de validação.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Registar Validação.

Criação e registo de documentação de libertação do equipamento assim como resultados das variáveis analisadas.

Elaboração de um caderno de encargos ou de outro tipo de documento onde estejam todos os requisitos associados ao projeto assim como as variáveis a analisar e por consequência os benefícios. Instruções de trabalho, planos de manutenção e manuais de treino têm igualmente de ser criados, nesta fase.

Inserir toda a documentação e registos do teste, na base de dados de conhecimento da organização.

Documentação do Protótipo

A fim de industrializar de forma clara, robusta e inequívoca, existem diversos documentos mínimos que têm obrigatoriamente de ser criados, num projeto de desenvolvimento.

- 1) Especificações do Produto - Requisitos do cliente, regras a serem seguidas Princípios de validação.
- 2) Validação do Produto - O procedimento de validação do produto, que tipo de testes têm de ser feitos, como se definem os parâmetros de produção.
- 3) Especificações de Operação do processo - Nas especificações do processo estão as regras que têm de ser seguidas, os pontos chave a serem controlados e tolerâncias do processo.
- 4) Armazenamento - Informação relacionada com a maneira como se guarda o equipamento, como se empacota e como se envia para outras unidades de fabrico, são abordadas neste documento.
- 5) Esquemática do Processo - Aqui mencionam-se as regras a serem seguidas para o início do processo, que recursos a ter e a organização da área de trabalho.
- 6) Validação do Processo - A maneira como se valida o processo, imaginando uma máquina que é usada para a produção, aqui está a regra para verificar se a máquina está em condições de produzir ou não.
- 7) Controlo do Processo - Neste documento estão as regras e pontos a controlar antes de iniciar a produção ou execução do serviço, é idêntico a uma lista de controlo a fim de verificar se tudo está conforme.
- 8) Ajudas visuais com os standards do produto – Documento com imagens de um bom produto, um produto mesmo que não esteja bom, mas que ainda assim se encontra dentro da tolerância e como tal pode ser usado e por fim imagens de um mau produto.
- 9) Instruções para Reparação - Informação relacionado com a reparação de um produto defeituoso quando detectado a tempo.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

- 10) Análise dos modos de falha e seus potenciais efeitos** - O PFMEA é sabido que é uma ferramenta imprescindível a qualquer processo ou serviço, pois é onde estão espelhados os potenciais modos de falha assim como os controlos existentes e os possíveis efeitos dessa falha assim como a severidade do modo de falha, dependendo da consequência do mesmo.
- 11) Equipamento** - Aqui são registados todos os documentos relacionados com o equipamento, onde fazem parte:
Certificado Europeu, Análise de risco, Manual do fornecedor, Lista de peças de reposição, Parâmetros a serem utilizados, um filme do equipamento em operação, um documento onde menciona o contato do fornecedor com o respetivo preço de referência, um ficheiro com todos os testes que foram feitos em laboratório e uma análise estatística ao desempenho do respetivo equipamento.
- 12) Instruções de Instalação** – Documento com os passos que se devem seguir para instalar o equipamento de forma efetiva e sem erros.
- 13) Instruções de Trabalho** - Criação de instruções de trabalho para todos os equipamentos e serviços, com o passo a passo e flow charts de como se executa um setup correto e que níveis de controlo se devem de ter assim como se deve proceder para evitar riscos de segurança na operação do equipamento em questão.
- 14) Manutenção** - Planos de manutenção para todos os equipamentos, com os passos a seguir para manutenções corretivas e preventivas e os prazos para a execução da manutenção preventiva.
- 15) Treino** - Manuais de treino com especificações para cada departamento, nomeadamente com tópicos separados de acordo com o treino a providenciar. Por exemplo o departamento de qualidade não terá o mesmo treino que o departamento de manutenção.
- 16) Higiene & segurança** - Análise de risco que foi feita ao equipamento e que normas foram vistas assim como que proteções físicas ou não se devem garantir para o equipamento e sua manutenção.
- 17) Ambiente** - Informação sobre que tipo de desperdícios advém do processo e a maneira como os tratar. Por exemplo os restos de madeira devem de ser separados do plástico, e do metal.
- 18) Auditoria “Sistema Operativo do Processo”** - Lista com todos os tópicos associados ao processo e fim de ser possível uma auditoria na unidade de produção com o intuito de confirmar se os procedimentos estão ou não a serem seguidos. A lista de pontos a serem auditados devem de ser criados tendo em atenção os riscos identificados no PFMEA e seguindo a metodologia “6M”.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

a. Metodologia 6M:

Baseado em, (Sabino, sem data) a metodologia 6M tem como definição:

6M	DESCRIÇÃO
MÉTODO	Procedimentos, manuais, instruções de trabalho
MATÉRIA PRIMA	Especificações, fornecedores, toxicidade
MÃO DE OBRA	Treinamento, motivação, habilidades
MÁQUINAS	Manutenção, proteções, condições inseguras
MEDIÇÃO	Verificação, instrumentos
MEIO AMBIENTE	Relações interpessoais, clima, sujeira

Figura 8 - Metodologia 6M

(Fonte: <http://www.radardeprojetos.com.br/2015/10/o-que-sao-os-6m-no-diagrama-de-causa-e.html>)

Pode ser obtido um formulário vazio para utilizar no seguinte link:

<https://docs.google.com/uc?authuser=0&id=0B-KNt--M1I3WG1SZG5LaI85WUE&export=download>

Método: Neste ponto devem de estar as melhores práticas e procedimentos a utilizar para executar a atividade.

- Deve de ser questionado se a forma de trabalho influenciou o problema.

Matéria Prima: Deve de mencionar as causas referentes ao material utilizado.

- Deve-se questionar se o material utilizado tem influência na atividade, se o mesmo é de qualidade, ou se provém de um fornecedor autorizado.

Mão de obra: Aqui menciona-se atitudes e dificuldades por parte dos funcionários.

- Tem de se questionar se o colaborador está preparado e tem o treino adequado, se tem a atitude adequada ou ainda se tem falta de experiência.

Máquinas: Neste ponto encontram-se as possíveis causas que envolvem tudo que está relacionado com os equipamentos.

- Deve confirmar-se se há problemas com as máquinas e equipamentos em geral.

Medição | Medidas: Nesta categoria são abordadas as causas sobre os instrumentos de medida e a sua calibração.

- Tem de se questionar se as métricas utilizadas para medir o processo são as adequadas.

Meio Ambiente: Nesta categoria estão os pontos relacionados com o local, o calor, o layout, a poluição, a falta de espaço.

- Deve de se perceber se há influência do meio ambiente em eventuais problemas.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Com a elaboração dos documentos mencionados anteriormente a gestão de conhecimento é garantida, tendo efectivamente a certeza que todos os colaboradores têm o mesmo tipo de conhecimento. Adicionalmente recomenda-se reuniões mensais com principal ênfase no tópico de lições aprendidas, desta forma providencia-se igualmente a motivação necessária de se transformar conhecimento tácito em conhecimento explícito.

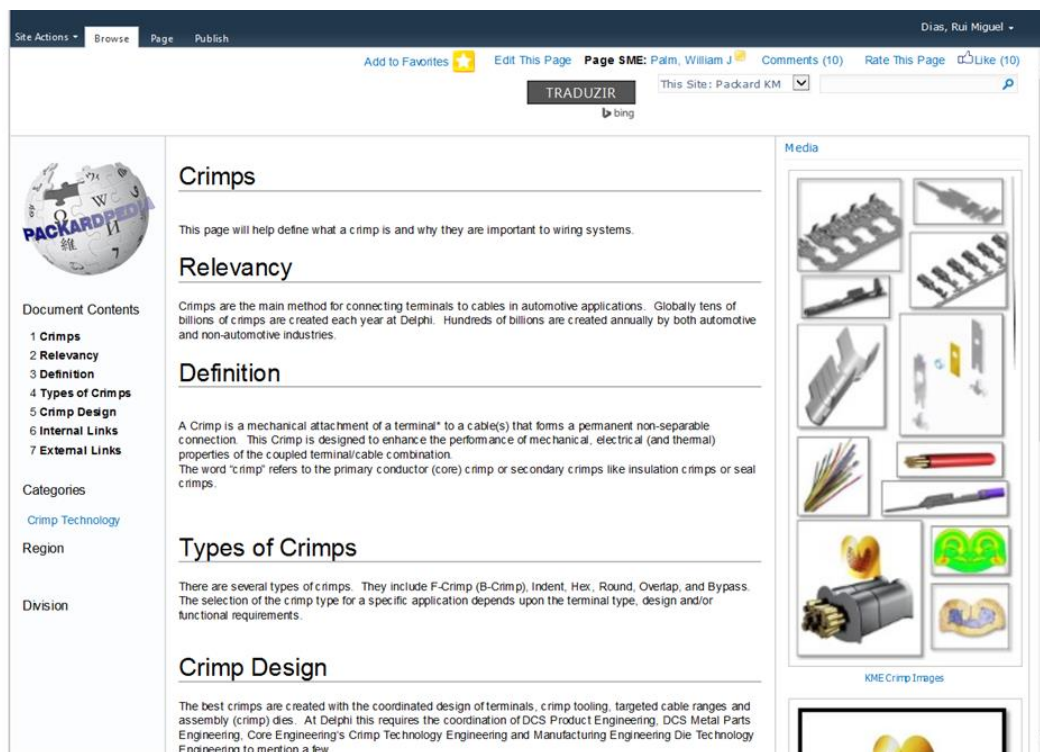


Figura 9 - Página base dados conhecimento
(Fonte: Organização onde o autor trabalha – Delphi -)

5.2. Plano de Validação do modelo

Estudos de validação dos processos têm como principal finalidade avaliar se um determinado processo consegue produzir produtos conforme os requisitos pré-definidos. Estes estudos são executados nas fases iniciais de produção de um novo produto ou processo e têm como finalidade obter uma avaliação preliminar do desempenho do respectivo processo. O método consiste em analisar uma amostra de produtos processados em condições normais de operação, avaliar a estabilidade estatística ou a previsibilidade a fim de determinar a capacidade de o processo em estudo gerar produtos de acordo com as especificações.

Baseado em, («Avaliação da Capacidade de Máquina - Índices Estatísticos C_m e C_{mk} », sem data), de seguida as etapas básicas de um estudo de capacidade.

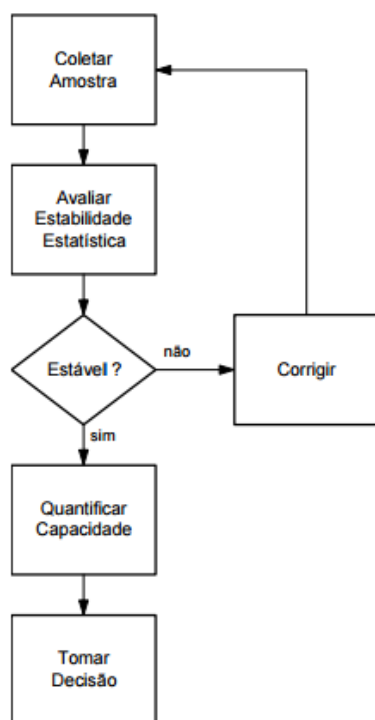


Figura 10 - Etapas básicas em estudo de capacidade)
(Fonte: <http://www.vanzolini.org.br/download/Valida%C3%A7%C3%A3o.pdf>)

Num estudo de validação, com exceção da própria máquina, o ideal é que as variáveis do processo tais como, materiais, mão-de-obra, métodos, meio de medição e meio ambiente, sejam mantidas fixas durante o teste. O objetivo é avaliar fundamentalmente a variabilidade que pode ser imputada ao equipamento produtivo, constituído pela máquina, ferramentas e dispositivos associados.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Cmk (Capacidade da Máquina) é recomendado nos casos de especificações unilaterais, onde inexistem LIE (Limite Inferior Estipulado) ou LSE (Limite Superior Estipulado), ou quando a média do processo não pode ser centralizada na especificação por problema de engenharia ou, ainda, devido a um elevado custo de alteração ou ajuste. No índice Cmk, além de avaliar-se a variabilidade total permitida às peças com a tolerância natural de fabricação, verifica-se, também, a posição do processo em relação aos limites (superior e inferior) da especificação. Assim, o valor de Cmk deve ser igual ou superior a 1 para o processo ser considerado capaz. Este índice é, também, conhecido pelo nome de capacidade de máquina.

O índice Cmk é utilizado para avaliar a capacidade de máquinas.

Onde:

L_{ip} - limite inferior de especificação

L_{Sp} - limite superior de especificação

Símbolo do sigma - desvio-padrão do processo (população)

μ = média

O índice Cmk é definido como:

$$Cmk = \min \left[\frac{m\u00e9dia - LSp}{3\sigma}, \frac{Lip - m\u00e9dia}{3\sigma} \right]$$

Onde:

C_{mi} (capabilidade da máquina sobre o limite inferior), é calculado pela seguinte fórmula:

$$C_{mi} = \frac{\mu - LIE}{3\sigma}$$

C_{ms} (capabilidade da máquina sobre o limite superior), é gerado pelo seguinte cálculo:

$$C_{ms} = \frac{LSE - \mu}{3\sigma}$$

Se C_{mi} for menor que C_{ms}, então Cmk será igual a C_{mi}. Caso contrário, Cmk será igual a C_{ms}. Informação baseada em, («Avaliação da Capabilidade de Máquina - Índices Estatísticos C_m e Cmk», sem data).

Formulas utilizadas para calcular a média e o desvio padrão:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \qquad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m\u00e9dia)^2}{N}}$$

5.3. Testes e resultados

Documentação dos Parâmetros

As condições do teste devem de ser sempre documentados, nomeadamente os dados de regulação da máquina, do processo e mesmo ambientais, pois devem de ser sempre passíveis de serem sempre comprováveis. Respondendo desta forma ao quinto objetivo, a validação do modelo foi executada e registada, tendo sido observados os seguintes resultados.

Amostra

Conforme os processos são utilizados 50 peças (ideal 100 ou até mais).

Criação de amostras

- para a criação de amostras, a máquina deverá estar em ciclo normal de produção, devidamente aquecida e estabilizada.
- produzir 100 peças boas em sequência e simular 5 erros de inserção, com 3 medidas diferentes.
- não são permitidos quaisquer tipos de ajustes e interrupções durante a criação das amostras.
- não são permitidas mudanças (ferramentas, mão de obra, material, método ou local) durante a criação das amostras.
- as peças devem ser numeradas pela sequência com que foram produzidas.

Exemplo do forme criado para o efeito de teste:

#	Values	Good Crimps			Limit	AVG+3*STDEV	AVG-3*STDEV
		Z	X	Y			
1	37	-4	4,97171	1,5E-05	125	65,78296445	126
2	37	-3,91919	5,67372	2,1E-05	125	65,78296445	126
3	72	-3,83838	6,37572	2,9E-05	125	65,78296445	126
4	48	-3,75758	7,07773	3,9E-05	125	65,78296445	126
5	49	-3,67677	7,77973	5,3E-05	125	65,78296445	126
6	40	-3,59596	8,48174	7,1E-05	125	65,78296445	126
7	40	-3,51515	9,18374	9,5E-05	125	65,78296445	126
8	34	-3,43434	9,88575	0,00013	125	65,78296445	126
90	36	3,19191	67,4502	0,00028	125	65,78296445	126
91	44	3,27272	68,1522	0,00022	125	65,78296445	126
92	52	3,35353	68,8542	0,00017	125	65,78296445	126
93	36	3,43434	69,5562	0,00013	125	65,78296445	126
94	21	3,51514	70,2582	9,5E-05	125	65,78296445	126
95	36	3,59595	70,9602	7,1E-05	125	65,78296445	126
96	38	3,67676	71,6622	5,3E-05	125	65,78296445	126
97	52	3,75757	72,3642	3,9E-05	125	65,78296445	126
98	37	3,83838	73,0662	2,9E-05	125	65,78296445	126
99	34	3,91918	73,7682	2,1E-05	125	65,78296445	126
100	39	3,99999	74,4702	1,5E-05	125	65,78296445	126
max	72,1						
min	20,5						
AVG	39,721						
STDEV	8,68732						
N	100						

Y=NORMALDIST
X=Z*STDEV+AVG

Figura 11 - Forme de teste e recolha de dados (Proposta do Autor)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Exemplo do gráfico gerado pelos dados inseridos no forme de teste:

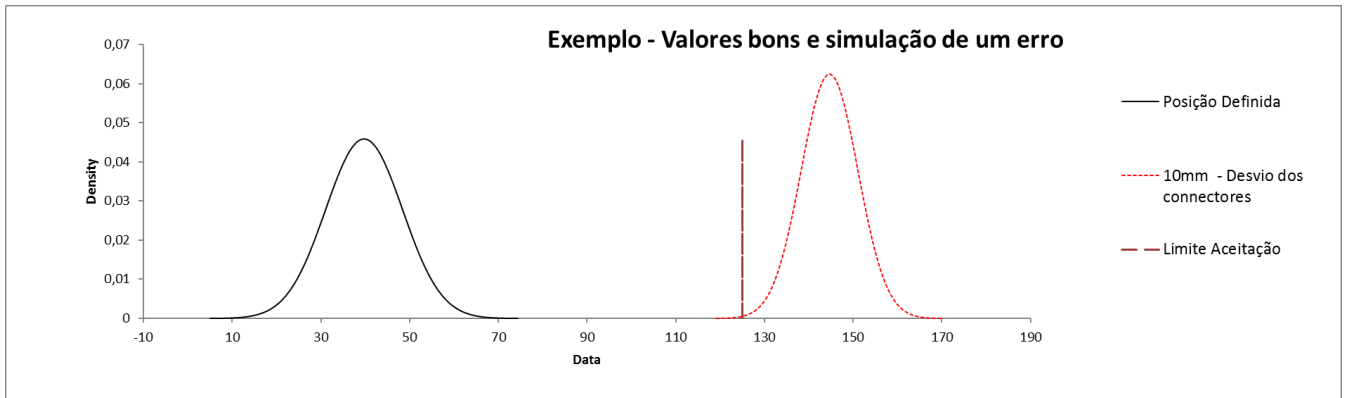


Figura 12 - Exemplo de gráfico de análise (Proposta do Autor)

Pelo gráfico pode-se verificar que ao desviar os conectores de posição o robô detecta o desvio e dá erro de posição, não danificando desta forma o produto, pois o erro acontece antes da inserção.

5.4. Registo de teste e libertação do protótipo

Na norma do cliente está expresso que para o teste específico de validação do protótipo, os requisitos são efetivamente:

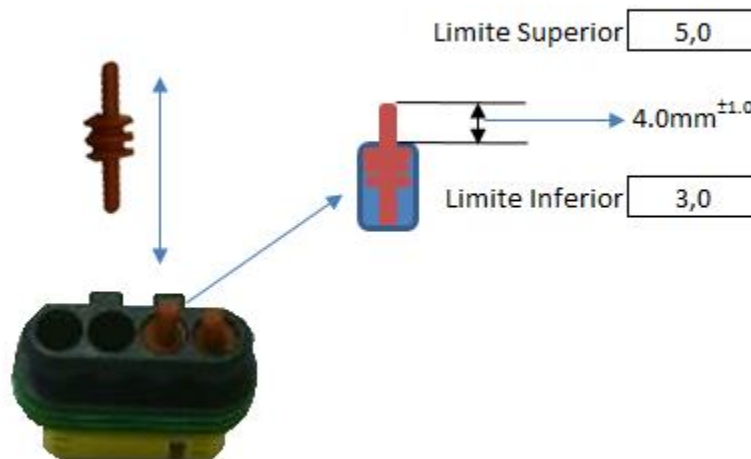


Figura 13 - Especificação do cliente (Proposta do Autor)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Com a finalidade de comprovar a estabilidade do protótipo foram criadas 100 amostras de produto bom pelo operador e outras 100 pelo robô. Ambos os lotes foram medidos tendo como principal foco o requisito do cliente.

Bons Productos feito pelo Operador	001	4,2	026	4,2	051	3,9	076	4,3
	002	4,2	027	4,2	052	3,8	077	3,8
	003	3,8	028	4,2	053	4,2	078	3,8
	004	3,9	029	3,8	054	3,9	079	3,9
	005	4,2	030	3,9	055	4,2	080	4,2
	006	4,1	031	4,1	056	4,2	081	4,3
	007	3,9	032	4,1	057	4,2	082	4,1
	008	3,8	033	3,9	058	3,8	083	3,9
	009	3,8	034	3,8	059	3,9	084	3,8
	010	4,2	035	3,9	060	4,2	085	3,9
	011	3,9	036	3,8	061	4,2	086	4,2
	012	3,8	037	4,2	062	3,8	087	4,3
	013	4,3	038	4,1	063	3,9	088	4,3
	014	4,3	039	4,2	064	4,2	089	3,8
	015	4,3	040	4,2	065	4,1	090	3,8
	016	4,1	041	3,9	066	3,8	091	4,2
	017	3,9	042	3,9	067	3,9	092	3,7
	018	3,8	043	3,8	068	3,8	093	3,9
	019	3,8	044	4,3	069	3,8	094	4,3
	020	3,8	045	4,2	070	4,2	095	4,3
	021	3,9	046	4,2	071	4,3	096	3,9
	022	4,2	047	4,2	072	3,9	097	4,2
	023	4,1	048	3,8	073	4,1	098	3,9
	024	3,9	049	3,8	074	4,2	099	4,3
	025	3,8	050	3,9	075	4,3	100	4,2

Bons Productos feito pelo Robô	001	4,1	026	4,0	051	3,9	076	4,0
	002	4,0	027	4,0	052	4,0	077	4,0
	003	4,1	028	4,1	053	4,1	078	4,1
	004	3,9	029	4,0	054	3,9	079	3,9
	005	4,0	030	3,9	055	4,0	080	4,0
	006	4,1	031	4,1	056	4,0	081	4,1
	007	3,9	032	4,1	057	4,1	082	4,0
	008	4,1	033	3,9	058	4,0	083	3,9
	009	4,0	034	4,0	059	3,9	084	4,0
	010	4,1	035	3,9	060	4,0	085	3,9
	011	3,9	036	4,0	061	4,0	086	4,0
	012	4,0	037	4,0	062	4,1	087	4,1
	013	4,0	038	4,1	063	3,9	088	4,1
	014	4,0	039	4,0	064	4,0	089	4,0
	015	4,1	040	4,0	065	4,1	090	4,0
	016	4,1	041	4,0	066	4,0	091	4,1
	017	3,9	042	3,9	067	3,9	092	4,0
	018	4,0	043	4,0	068	4,0	093	3,9
	019	4,0	044	4,1	069	4,0	094	4,1
	020	4,0	045	4,0	070	4,0	095	4,0
	021	3,9	046	4,1	071	4,1	096	3,9
	022	4,1	047	4,1	072	3,9	097	4,0
	023	4,1	048	4,0	073	4,1	098	3,9
	024	3,9	049	4,0	074	4,0	099	4,1
	025	4,0	050	3,9	075	4,1	100	4,0

Figura 14 - Valores do Bom produto - Operador e Robô (Proposta do Autor)

Existe uma maior dispersão dos valores medidos no produto efetuado pelo operador.

Valor Minimo	3,9
Valor Maximo	4,1
Média	4,007
Desvio padrão	0,0724638
Cmk	4,567799

Figura 15 - Valores do Robô (Proposta do Autor)

Valor Minimo	3,7
Valor Maximo	4,3
Média	4,027
Desvio padrão	0,1907118
Cmk	1,7006462

Figura 16 - Valores do Operador (Proposta do Autor)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Como se pode analisar de forma gráfica a mesma dispersão, é notória durante a criação de gráficos de distribuição normal:

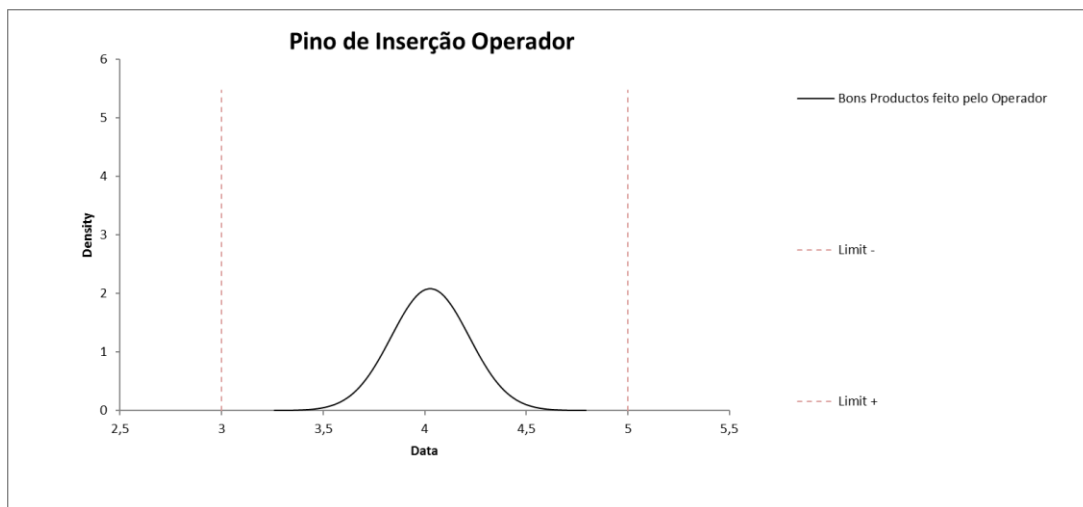


Figura 17 - Gráfico valores do operador
(Proposta do Autor)

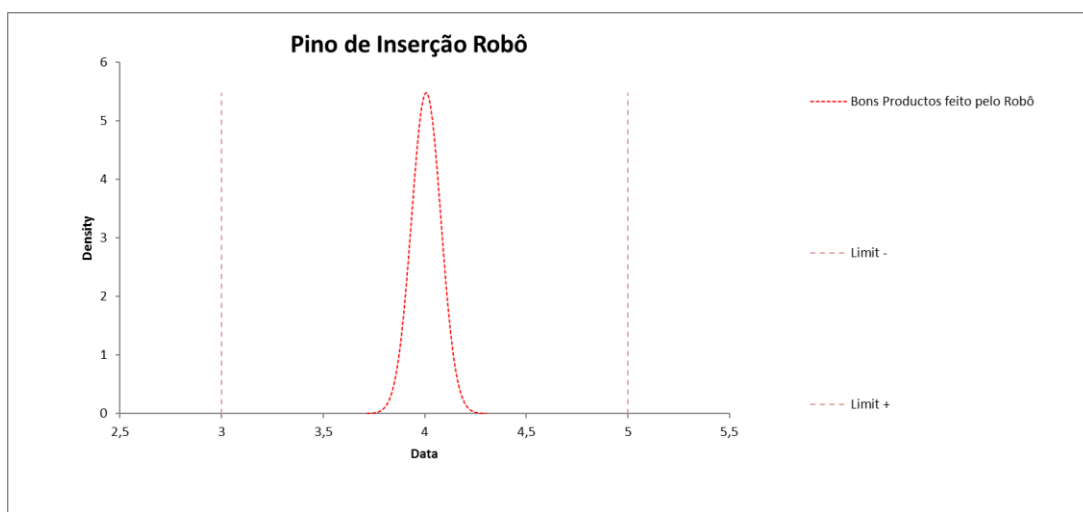


Figura 18 - Gráfico valores do Robô
(Proposta do Autor)

Ao verificar o desvio padrão de ambos os testes pode concluir-se que o mesmo ou seja a amplitude / variação dos valores medidos é 163% superior quando efetuada pelo operador, existindo desta forma maior variação do processo e inerentemente maior disco de qualidade.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Com a estabilidade dos valores obtidos clarificada e registada, foram simulados possíveis erros produtivos.

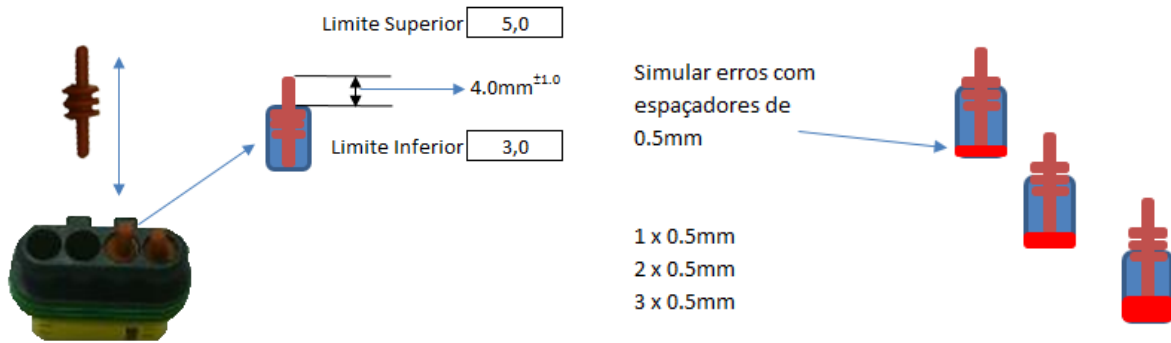


Figura 19 - Esquema de simulação de erros (Proposta do Autor)

Foram criados calções espaçadores de 0.5mm, e colocados dentro do conector, nomeadamente, em cinco conectores colocaram-se 1 espaçador, no segundo lote de 5 conectores foram colocados dois e no último lote foram colocados 3 espaçadores. Tendo o resultado das medições e detecção durante a produção, o seguinte:

Erro	1	2	3	4	5
1 x 0.5mm	4,9	5,1	4,9	5,0	5,1
2 x 0.5mm	5,5	5,6	5,7	5,6	5,7
3 x 0.5mm	6,0	6,1	6,0	6,2	6,2

Figura 21 - Quadro de Valores dos Erros – Operador (Proposta do Autor)

Erro	1	2	3	4	5
1 x 0.5mm	4,5	4,6	4,5	4,7	4,6
2 x 0.5mm	5,2	5,3	5,2	5,2	5,4
3 x 0.5mm	5,8	5,7	5,7	5,8	5,7

Figura 20 - Quadro de Valores dos Erros – Robô (Proposta do Autor)

Os valores a vermelho foram detectados durante a produção, de salientar que os problemas do operador foram corrigidos de imediato e os do robô pararam o mesmo e informaram o técnico sobre o erro.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

O robô está equipado com o sensor de profundidade da Omron ZG2.

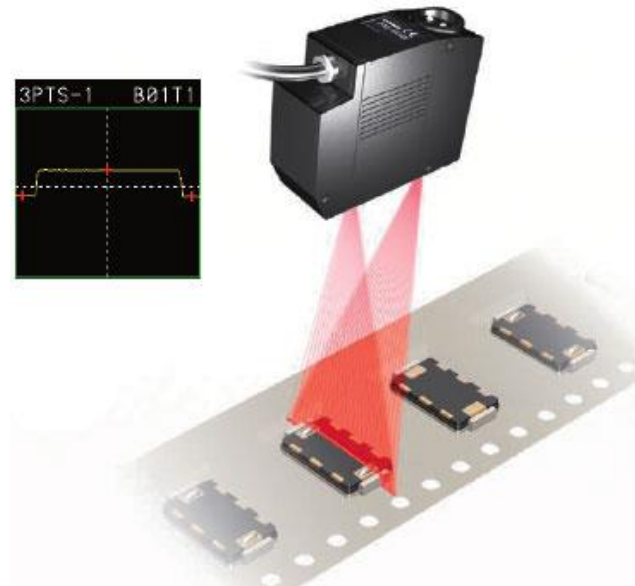


Figura 22 - Sensor de profundidade ZG2
(Fonte: <https://www.ia.omron.com/products/family/2041/>)

O sensor ZG2, associa o custo ao benefício e fiabilidade, sendo um sensor indicado para a finalidade que é medir a profundidade e posição.

E possível registar os valores de medição e dados do perfil / tolerâncias.

Os dados podem ser carregados num computador a partir de um cartão de memória ou via comunicação série, podendo os mesmos serem utilizados para análise do histórico de produção, monitorizar possíveis tendências ou analisar simplesmente os defeitos ocorridos.



Figura 23 - Dados estatísticos do sensor ZG2
(Fonte: <https://www.ia.omron.com/products/family/2041/>)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Em seguida pode verificar-se no gráfico a dispersão dos valores dos erros simulados

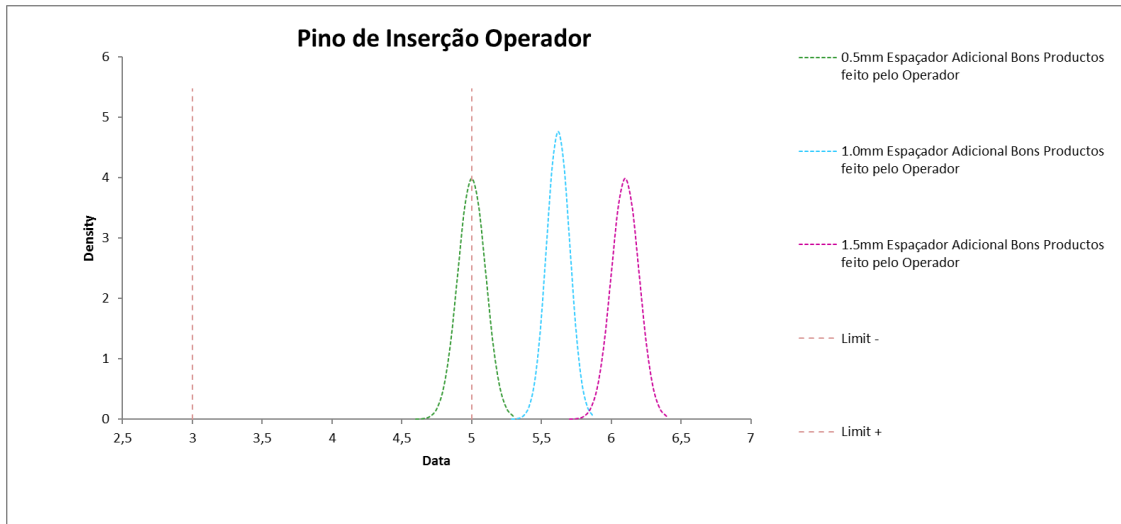


Figura 24 - Valores dos erros – Operador (Proposta do Autor)

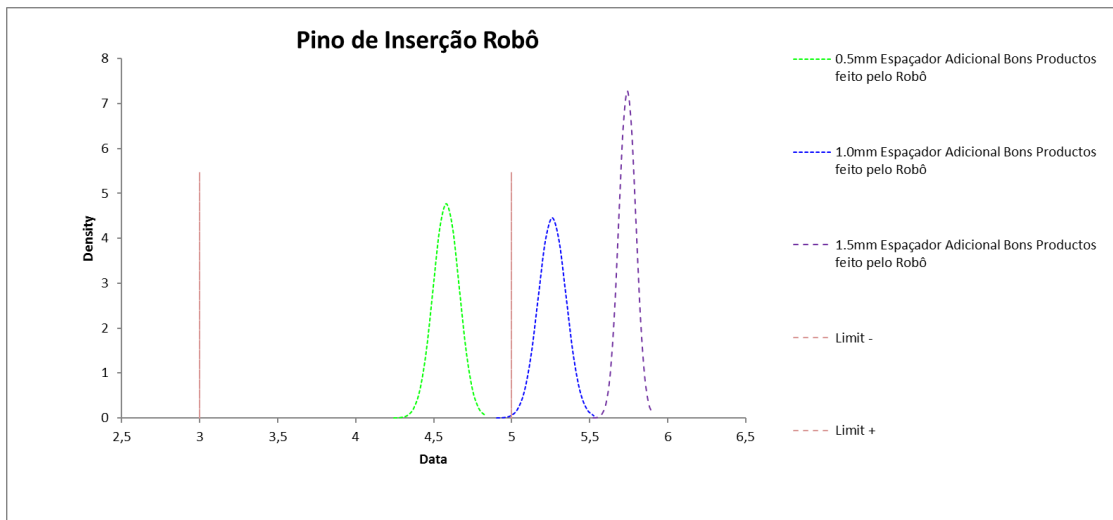


Figura 25 - Valores dos erros – Robô (Proposta do Autor)

No gráfico 21, referente ao operador pode verificar-se que existe mais dispersão quando comparado com o gráfico 22, que representa os valores obtidos das amostras executadas pelo robô.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Em seguida pode verificar-se todos os valores obtidos sejam referentes às amostras do operador, sejam referentes às amostras executadas pelo robô, onde facilmente se verificam as discrepâncias na estabilidade final do produto.

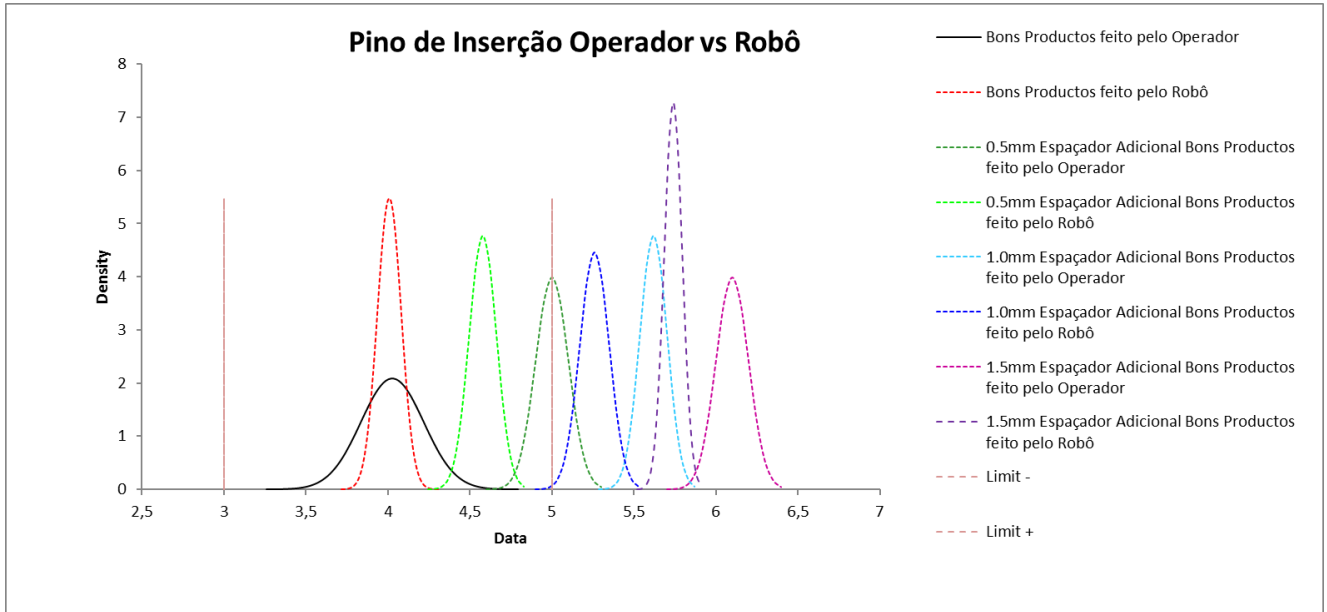


Figura 26 - Gráfico comparação Operador & Robô (Proposta do Autor)

Adicionalmente à representação gráfica os valores obtidos dos cálculos estatísticos representam também eles o nível de melhoria na utilização do robô para este projeto específico.

Tabela 8 - Resumo Comparação (Proposta do Autor)

Tópico	Operador	Robô
Eficiência na detecção de erros	47%	87%
Cmk	1,7	4,6
Desvio Padrão	0,191	0,072

Validando-se desta forma o protótipo e todos os dados presentes no relatório, de forma robusta e inequívoca.

5.5. Melhoria contínua, upgrades futuros

Com a finalidade de aumentar a versatilidade da unidade desenvolvida, pretende-se-á adicionar uma barra elétrica na parte superior da proteção acrílica onde a câmara de visão se deslocará, controlando desta forma mais que um ponto.

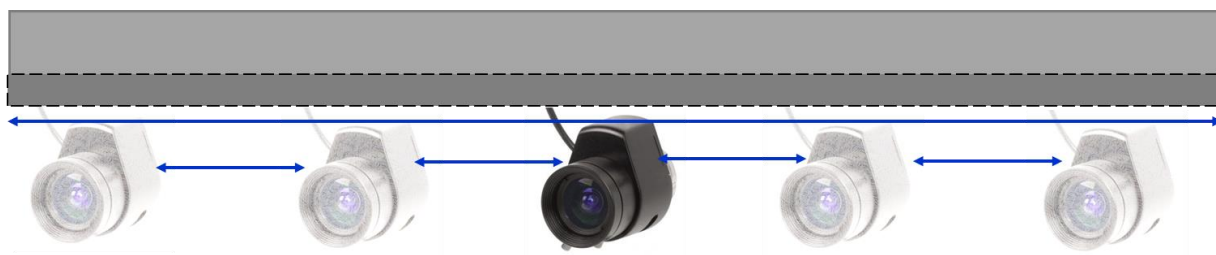


Figura 27 - Barra Elétrica
(Proposta do Autor)

5.6. Análise de Risco

Um fator importante é efetivamente uma análise de risco ao projeto onde serão identificados os riscos assim como medidas de mitigação dos mesmos.

$$S_p(t_0) = S_h + S_r + S_s + C + Z_d + Z_r$$

Tabela 9 - Análise de Risco
(Proposta do Autor)

	1	2	3
S_h	Operador completamente fora da área do robô	Parte do corpo do operador na mesma área do robô	Operador na mesma área do robô
S_r	O robô para exatamente à entrada de uma área partilhada.	O robô para exatamente à entrada de uma área partilhada, mas derivado à inercia tem uma variação sempre com a mesma distância.	O robô não para sempre na mesma posição, não sendo possível o cálculo correto da posição de paragem.
S_s	O robô para à entrada de uma área partilhada e só avança após confirmação.	O robô não para antes de entrar numa possível área partilhada mas confirma se existe risco.	O robô não para antes de entrar numa possível área partilhada nem confirma se existe risco.
C	É possível introduzir um dedo na área de atuação do robô.	É possível introduzir uma mão na área de atuação do robô.	É possível introduzir um braço na área de atuação do robô.
Z_d	O sistema de deteção, deteta efetivamente sem erro a exata posição do operador.	O sistema de deteção, deteta efetivamente a posição do operador, mas com variação.	O sistema de deteção, deteta efetivamente a posição do operador, mas com variação e atraso associado.
Z_r	O sistema de deteção, interpreta a todo o momento a exata posição do robô.	O sistema de deteção, interpreta a todo o momento a posição do robô, mas com variação em distância e tempo.	O sistema de deteção, interpreta a posição do robô, mas em intervalos de tempo e com variação em distância e tempo.

De salientar que a análise de risco terá de ter em consideração vários tópicos fundamentais, nomeadamente:

- Identificar as condições onde potencialmente o operador terá contacto físico com o robô.
- Avaliar o nível de risco que está inerente a esse contacto.
- Desenvolver uma área de trabalho onde esse contacto será esporádico e até mesmo que possa ser evitado.
- Definir métodos de mitigar o risco inerente ao possível contacto até ao nível aceitável.

De seguida uma tabela baseada em, (Chase et al., 2004).

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

ANÁLISE DE RISCO

Empresa	Equipa de análise	Nº. Do Documento
Contacto	Rui Dias Nº201528280 // Elementos das equipas de: - H&S / Manutenção / Departamento de Treino / Recursos Humanos	Editado por:
Software		Data Criação
Descrição		Verificado:

no.	Actividade	Potenciais Riscos	Potenciais Efeitos	Nível de Risco	Respostas / Medidas preventivas Para minimizar o Risco	Potencial nível de Risco após implementação da acção preventiva.	Responsável
				<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100px; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, red); margin-bottom: 2px;"></div> 1=Baixo - 1 x semana (Sem feridos, só danos mínimos Materiais) 2=Medio - 1 x mês (feridos, danos grandes, mas reparáveis) 3=Alto - 1 x Ano (Morte, incapacidade, danos materiais)			
1	Actividades humanas na mesma área de actividade do robô	Injúrias físicas porque parte do corpo do operador na mesma área do robô	Perca de dias de trabalho	2	a) Implementação de cortinas de laser b) Fechar toda a área com proteções acrílicas c) Instalação de Switch's em todos os lados da proteção.	1	Direcção e Equipa de desenvolvimento.
			Injúrias físicas graves mas reparáveis	2		1	
		Operador na mesma área do robô	Injúrias físicas graves, não reparáveis	3		1	
			Morte ou incapacidade permanente	3		1	
		Inserção da mão na área de atuação do robô.	Injúrias físicas graves, não reparáveis, perda de membros	3		1	
		Inserção da mão na área de atuação do robô.	Injúrias físicas graves, não reparáveis, perda de membros	3		1	
		O sistema de deteção, deteta efetivamente a posição do operador, mas com variação.	Injúrias físicas graves mas reparáveis	2		1	
		O sistema de deteção, deteta efetivamente a posição do operador, mas com variação e atraso associado.	Injúrias físicas graves, não reparáveis	3		1	
		O sistema de deteção, interpreta a todo o momento a posição do robô, mas com variação em distancia e tempo.	Injúrias físicas graves mas reparáveis	3		1	
O sistema de deteção, interpreta a posição do robô, mas em intervalos de tempo e com variação em distancia e tempo.	Injúrias físicas graves, não reparáveis	3	1				
2	Paragem do Robô	O robô para exatamente à entrada de uma área partilhada, mas derivado à inercia tem uma variação sempre com a mesma distância.	Injúrias físicas graves mas reparáveis	2	a) Aumentar a área de segurança b) Parar o robô numa posição anterior	1	Direcção, Equipa de Programação e Equipa de Desenvolvimento
			Perigo de colisão, danos materiais	1		1	
		O robô não para sempre na mesma posição, não sendo possível o calculo correto da posição de paragem.	Injúrias físicas graves mas reparáveis	2		1	
			Perigo de colisão, danos materiais	1		1	
		O robô não para antes de entrar numa possível área partilhada mas confirma se existe risco.	Injúrias físicas graves mas reparáveis	2		1	
			Perigo de colisão, danos materiais	1		1	
		O robô não para antes de entrar numa possível área partilhada nem confirma se existe risco.	Injúrias físicas graves,	3		1	
Morte ou incapacidade permanente	3		1				

Figura 28 - Análise de Risco
(Fonte: Operations Management for Competitive Advantage, pag.284)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

De acordo com a análise de risco, as alterações implementadas podem ser vistas nas seguintes imagens:

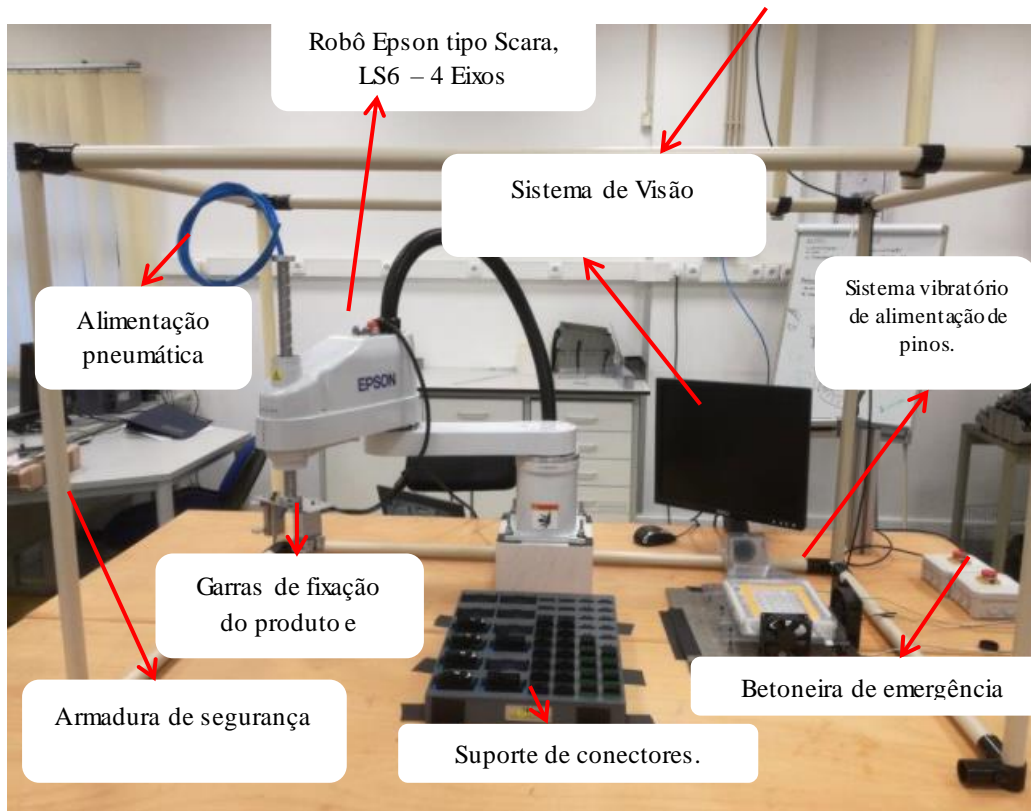


Figura 29 - Organização posto trabalho preliminar (Proposta do autor)



Figura 30 - Organização posto trabalho Final (Proposta do autor)

5.7. Desenho da unidade de trabalho

Nos seguintes esquemas é possível visualizar a estação de trabalho como um todo.

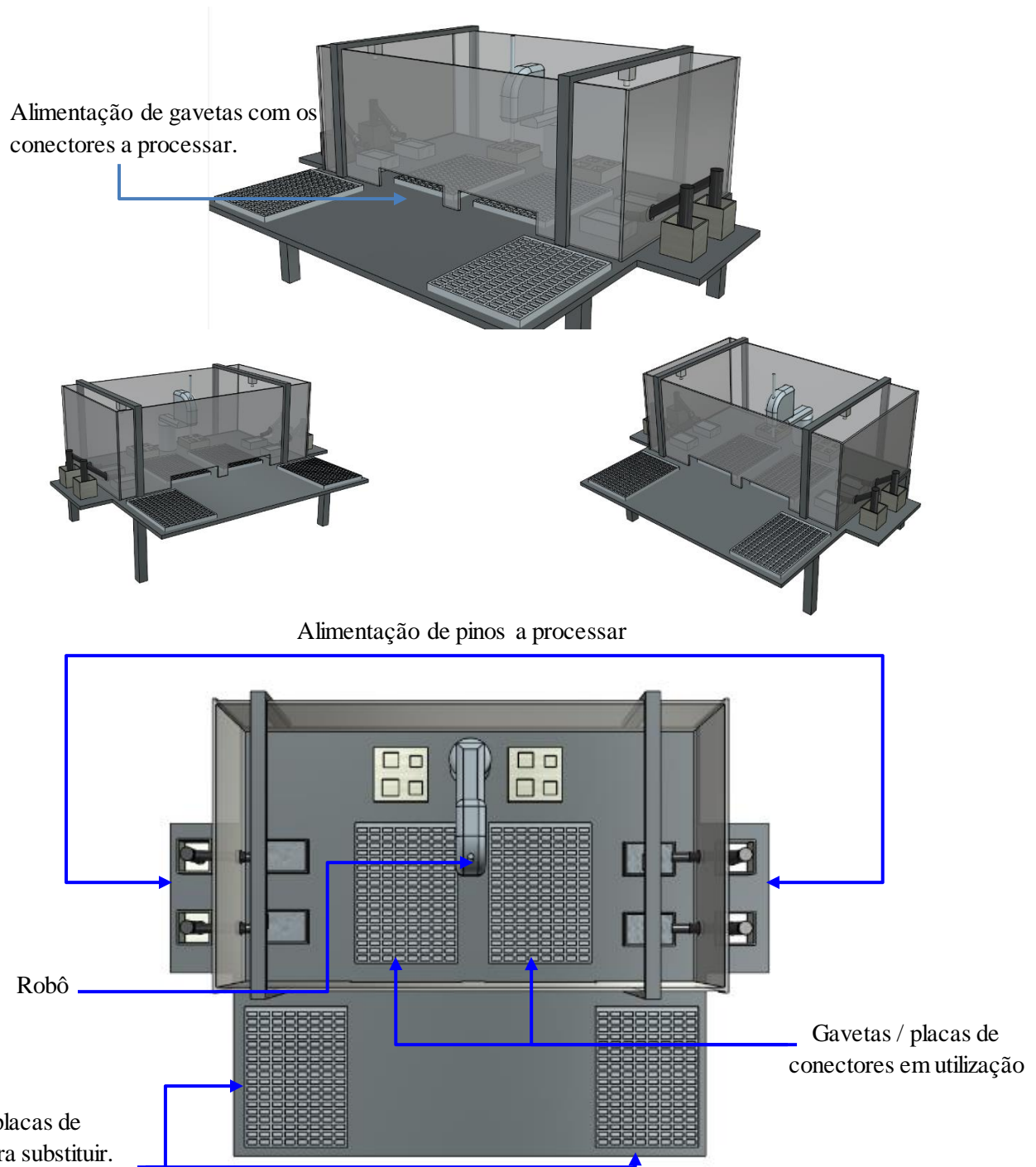


Figura 31 - Esquemas para a organização do posto de trabalho (Proposta do autor)

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O
RECURSO À ROBÓTICA.

6. Conclusão

A globalização é responsável por diversas modificações e por consequentes adaptações no mundo, influenciando a política, as relações sociais, o desenvolvimento tecnológico, entre outras. Um desses fatores que é especificamente alvo da globalização é a intensa automação com o recurso aos robôs na produção industrial.

As indústrias estão, cada vez mais a introduzir nos seus processos de fabrico, robôs. Esses mesmos robôs são programados para executar movimentos rápidos, padronizados e eficazes, aumentando, assim, a produção final, tanto em quantidade como em qualidade, pois o produto final tem menos variação durante o processo de fabrico.

A automação é claramente o caminho a seguir, apesar de ainda existir caminhos a desbravar, já existem no mercado soluções que ao serem integradas podem apresentar soluções industriais com elevado potencial.

Este estudo visa mostrar o desenvolvimento da tecnologia, assim como ser um guia na documentação necessária, esperando estimular a criatividade e o raciocínio lógico através de atividades competitivas no meio industrial.

Esperando que seja adicionalmente uma ferramenta de consulta para todos os novos projetos de automação tendo como base as normas e diretivas a ter em consideração, a análise de risco e consulta financeira do potencial projecto.

Que os profissionais do ramo possam adquirir mais conhecimentos e experiências que estimulam o interesse em aprender cada vez mais e a crescer como profissionais na área em que se inserem.

Relacionado com o protótipo desenvolvido e o produto a processar, potencializa-se a qualidade e quantidade de produção minimizando o custo inerente ao processo fabril.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O
RECURSO À ROBÓTICA.

7. Referências Bibliográficas

- 1, R. S. J. R. S. J., & Profile, 805 Points 2 2 0 Recent Achievements Rated «A» for Awesome Blogger II New Blogger View. (sem data). O que é um Caso de Negócio (Business Case)?
Obtido 24 de Outubro de 2016, de
<https://blogs.technet.microsoft.com/ronaldosjr/2010/12/22/o-que-um-caso-de-negocio-business-case/>
- A distribuição Normal. (sem data). Obtido 24 de Outubro de 2016, de
<http://leg.ufpr.br/~shimakur/CE003/node30.html>
- About ISO. (sem data). Obtido 2 de Dezembro de 2016, de <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>
- Aguirre, E., Ferrière, L., & Raucant, B. (1997). Robotic assembly of wire harnesses: Economic and technical justification. *Journal of Manufacturing Systems*, 16, 220–231.
[https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(97\)88890-5](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(97)88890-5)
- :: Médias - Só Matemática :: (sem data). Obtido 24 de Outubro de 2016, de
<http://www.somatematica.com.br/fundam/medias.php>
- Avaliação da Capabilidade de Máquina - Índices Estatísticos C_m e C_{mk} . (sem data). Obtido 24 de Outubro de 2016, de
<http://www.dataalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info83/83.html>
- Avaliação de Projectos Imagem de Investimento: Elaboração de um Estudo de Viabilidade Económico-Financeira - PDF. (sem data). Obtido 26 de Março de 2017, de
<http://docplayer.com.br/2134692-Avaliacao-de-projectos-imagem-de-investimento-elaboracao-de-um-estudo-de-viabilidade-economico-financeira.html>
- Case Studies - IFR International Federation of Robotics. (sem data). Obtido 9 de Junho de 2016, de
<http://www.ifr.org/industrial-robots/case-studies/?bl=91>

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2004). *Operations Management for Competitive Advantage* (tenth Edition). McGraw - Hill.

Drawing & Design & Technical & Info. (sem data). Obtido 23 de Janeiro de 2017, de <http://www.servovision.com/Used%20&%20New%20Robot%20-%20Robo%20Work%20In%20Robot/Scara%204X%20B11/Drawing%20&%20Design%20&%20Technical%20&%20Info.html>

Estudo de tempos, movimentos e métodos - Jurandir Peinado e Alexandre R. Graeml. (sem data).

Obtido 2 de Março de 2017, de

https://issuu.com/jurandir_peinado/docs/capitulo2?reader3=1

exameinformatica | Estaremos a discutir os direitos dos robôs dentro de 10 anos? (sem data). Obtido

13 de Novembro de 2016, de [http://exameinformatica.sapo.pt/web-summit/2016-11-09-](http://exameinformatica.sapo.pt/web-summit/2016-11-09-Estaremos-a-discutir-os-direitos-dos-robos-dentro-de-10-anos-)

[Estaremos-a-discutir-os-direitos-dos-robos-dentro-de-10-anos-](http://exameinformatica.sapo.pt/web-summit/2016-11-09-Estaremos-a-discutir-os-direitos-dos-robos-dentro-de-10-anos-)

Higiene e Segurança no Trabalho. (sem data). Obtido 3 de Janeiro de 2017, de

[http://www1.ipq.pt/pt/normalizacao/ferramentaspme/hst/Pages/Higiene-e-](http://www1.ipq.pt/pt/normalizacao/ferramentaspme/hst/Pages/Higiene-e-Seguran%C3%A7a-no-Trabalho.aspx)

[Seguran%C3%A7a-no-Trabalho.aspx](http://www1.ipq.pt/pt/normalizacao/ferramentaspme/hst/Pages/Higiene-e-Seguran%C3%A7a-no-Trabalho.aspx)

Home - IFR International Federation of Robotics. (sem data). Obtido 9 de Junho de 2016, de

<http://www.ifr.org/>

IFR Press Release - IFR International Federation of Robotics. (sem data). Obtido 9 de Junho de

2016, de <http://www.ifr.org/news/ifr-press-release/survey-13-million-industrial-robots-to-enter-service-by-2018-799/>

ISO 13849-2:2012(en), Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2:

Validation. (sem data). Obtido 24 de Outubro de 2016, de

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:13849:-2:ed-2:v1:en>

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

ISO 10218-1:2011 - Robots and robotic devices -- Safety requirements for industrial robots -- Part 1: Robots. (sem data). Obtido 9 de Junho de 2016, de

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=51330

ISO 13482:2014 - Robots and robotic devices -- Safety requirements for personal care robots. (sem data). Obtido 9 de Junho de 2016, de

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=53820

ISO/TS 15066:2016 - Robots and robotic devices -- Collaborative robots. (sem data). Obtido 9 de Junho de 2016, de

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=62996

Robots emancipados vão andar pelas fábricas e decidir o que fazer! (sem data). Obtido 13 de

Novembro de 2016, de <http://www.aquelamaquina.pt/noticias/actualidade/detalhe/-robots-emancipados-va-andar-pelas-fabricas-e-decidir-o-que-fazer.html>

Rosário, José Maurício. (2009). *Automação Industrial* (1.^a ed.). São Paulo: Editora Baraúna.

Sabino, P. por G. (sem data). O que são os 6M no diagrama de causa e efeito? Obtido de

<http://www.radardeprojetos.com.br/2015/10/o-que-sao-os-6m-no-diagrama-de-causa-e.html>

Tabelas de frequência. (sem data). Obtido 24 de Outubro de 2016, de

<http://stat2.med.up.pt/cursop/glossario/dpadrao.html>

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O
RECURSO À ROBÓTICA.

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL COM O RECURSO À ROBÓTICA.

8. Anexos

Anexo nº.	Nome	Data	# Páginas	Observações
I	1999_5_EC_radio frequencias.pdf	7-4-1999	19	ANEXO VII A marcação CE de conformidade consiste nas iniciais «CE»
II	2006_42_EC_Risk Assessment.pdf	9-6-2006	63	ANNEX I Essential health and safety requirements relating to the design and construction of machinery.
III	2014_30_EU.pdf	29-03-2014	28	ANNEX I Electromagnetic disturbance generated does not exceed the defined value.
IV	ANSI-RIA R15.06-2012_Robot and Robot Systems.pdf	15-06-1999	164	American National Standard for Industrial Robots and Robot Systems - Incorporating: ISO 10218-1& ISO 10218-2
V	EN_1175_1_Analise de comparação Normas EU.pdf	23-11-2010	272	Comparação de normas entre a China e a Europa
VI	EN_ISO_13849-1.2008.pdf	13-07-2008	103	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems
VII	EN_ISO_13855_Distancia Segurança.pdf	05-05-2010	29	Software de calculo de distância de segurança. UNI EN ISSO 13855:2010
VIII	ISO 10218_eBook-V2-VF-Risk-AssessmentRobots	05-03-2016	20	eBook: COLLABORATIVE ROBOTS RISK ASSESSMENT, AN INTRODUCTION
IX	ISO TS 15066 - Robots and robotic devices_Collaborative robots.pdf	15-02-2016	40	This Technical Specification specifies safety requirements for collaborative industrial robot systems and the work environment,
X	Software the programação Scara vs Omron	13-06-2017	21	Documento não publicado, elaborado no decorrer do projecto

MODELO PARA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS NA INDUSTRIA AUTOMÓVEL COM O
RECURSO À ROBÓTICA.