

CONIC·SEMESP **13º Congresso Nacional de Iniciação Científica**

Anais do Conic-Semesp. Volume 1, 2013 - Faculdade Anhanguera de Campinas - Unidade 3. ISSN 2357-8904

TÍTULO: VIABILIDADE DE UMA BANCADA EXPERIMENTAL DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE PEÇAS POR CÂMERA, ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE COMPARAÇÃO APLICADO A INDÚSTRIA METALÚRGICA

CATEGORIA: EM ANDAMENTO

ÁREA: ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS

SUBÁREA: ENGENHARIAS

INSTITUIÇÃO: FACULDADE DE JAGUARIÚNA

AUTOR(ES): HENRIQUE VAZAN, CARLOS ANDRE BATISTA SANTANA, RODRIGO FUSTINONI QUINALIA

ORIENTADOR(ES): EDNERT RAFAEL ROZIN TUCCI

Realização:



Apoio:





FACULDADE DE JAGUARIÚNA

Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
<http://www.faj.br> – e-mail: engcontrole@faj.br



**FACULDADE
JAGUARIÚNA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

HENRIQUE VAZAN

**Jaguariúna
2013**



FACULDADE DE JAGUARIÚNA

Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
<http://www.faj.br> – e-mail: engcontrole@faj.br

CONTROLE E AUTOMAÇÃO DE EQUIPAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE PEÇAS POR CÂMERA, ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE COMPARAÇÃO APLICADO A INDÚSTRIA METALÚRGICA

VIABILIDADE DE UMA BANCADA EXPERIMENTAL DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE PEÇAS POR CÂMERA, ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE COMPARAÇÃO APLICADO A INDÚSTRIA METALÚRGICA

HENRIQUE VAZAN - RA: 0901427

RESUMO

O presente estudo visa à construção de uma bancada experimental envolvendo controle e automação para a avaliação de peças por câmera, através de um método de comparação na inspeção e seleção de produtos usinados através de imagens capturadas por câmera, com foco na otimização do processo de inspeção, provocando assim um aumento na disponibilidade fabril, tornando as empresas do setor de serviços de usinagem mais competitivas. Para a realização deste estudo, pretende-se utilizar ferramentas auxiliares de projeto, na confecção dos desenhos mecânicos e elétricos (o CAD), para a comunicação e interpretação das imagens, *software* específico para esta função entre outros. Espera-se que o mecanismo seja capaz de atingir as propostas indicadas neste estudo e que a redução dos tempos atualmente dispensados para a avaliação metrológica, sejam canalizadas para um aumento da produtividade..

1. INTRODUÇÃO

Atualmente há um grande número de produtos importados disponíveis no mercado brasileiro. Esses produtos são os mais variados possíveis e atingem desde a indústria do vestuário até a mais alta tecnologia abrangendo eletroeletrônico entre outros. De maneira gradativa esses produtos têm feito parte da realidade das pessoas, que deixam de consumir produtos projetados e fabricados no nosso país para adquirir um importado que apresenta um menor custo. Esse é um fator cada vez mais preocupante, pois as indústrias brasileiras têm encontrado dificuldades para se manter no mercado devido à concorrência e são elas que empregam essa mesma população consumidora destes produtos.

Pode-se afirmar que o aumento da importação (Figura 1), principalmente dos produtos chineses, tem gerado um processo de desindustrialização.

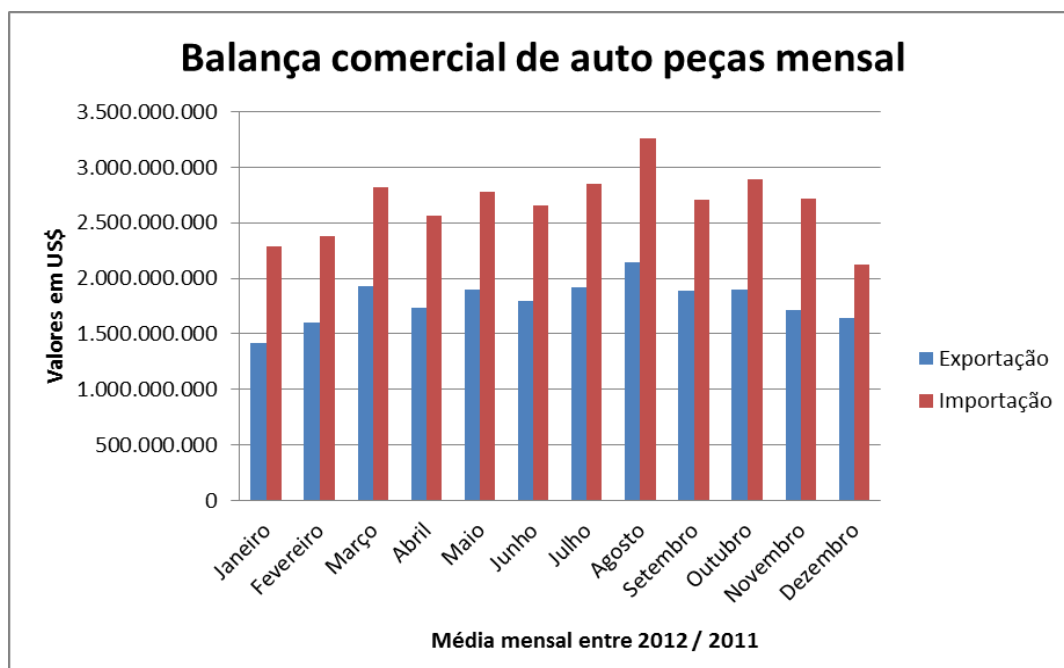


Figura 1: Gráfico Balança Comercial de Exportação / Importação
Fonte: (Revista Novo Meio, ano 20. Fevereiro 2013)

Pensando nisso, o governo brasileiro tem oferecido propostas para incentivar o consumo, reduzindo impostos e criando novas regras para produtos importados principalmente da área automotiva.

Já na área da usinagem a concorrência entre as indústrias prestadoras de serviço está cada vez mais acirrada e pode-se notar uma desvantagem em relação à importação. Por isso, percebe-se que é de grande importância se pensar numa forma de otimizar os processos fabris, focando a redução nos custos para continuar participando da competitividade no mercado de forma mais igualitária possível.

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) demonstra uma preocupação dos alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação com este assunto e se propõe a desenvolver uma bancada automática de inspeção visual que auxiliará na disponibilidade operacional.

Especificamente neste TCC serão detalhadas as etapas de elaboração e montagem da parte estrutural, pneumática e de captura de sinais.

Trabalhando em equipe, com divisão de tarefas, o propósito é aumentar os conhecimentos na área de automatização industrial a fim de entender todo o processo existente para que ela aconteça de forma a auxiliar o desenvolvimento das indústrias brasileiras atuais e a concorrência com os produtos importados.



FACULDADE DE JAGUARIÚNA

Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
<http://www.faj.br> – e-mail: engcontrole@faj.br

A instalação de câmeras envolve todo um processo de mecanização da indústria e é preciso ressaltar que requer estudos e planejamento prévio:

Deve-se ressaltar também que a instalação de sistemas de inspeção visual automáticos nas linhas de produção influencia a cultura da organização. Defeitos que antes eram ignorados ficam em evidência quando o sistema começa a rejeitar peças não conformes. Isto costuma trazer desconfortos entre o pessoal de produção e o de controle de qualidade, situação que deve ser analisada caso a caso para se determinar a conveniência – ou não – de rever os critérios (parâmetros) de inspeção (FIALHO, 2011, P. 2).

Daí a importância de um trabalho de conclusão de curso com base em pesquisa bibliográfica voltada a aplicabilidade de processo de automatização na indústria de usinagem para que a mesma possa manter-se no mercado competitivo.

Uma das formas de reduzir o tempo gasto na fabricação é a automatização através da imagem gerada por câmera de alta definição que dá uma resposta rápida e confiável no controle dimensional dos produtos. Com essas câmeras, além de redução do tempo é possível obter um resultado mais preciso, com quantidade menor de mão-de-obra, assim a automatização na inspeção significa maior disponibilidade de tempo para a produção em si, mantendo ou aumentando a qualidade do produto. Assim a indústria pode reduzir ou até mesmo acabar com a desvantagem existente em relação à concorrência.

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como principal foco fornecer dados que justifiquem a redução do tempo utilizado para inspeção do produto tanto para aprovação no início da produção como para a liberação para os clientes. Essa redução faz-se necessária para tornar a competitividade das empresas prestadoras de serviço na área de usinagem mais vantajosa uma vez que reduzindo o tempo é possível reduzir também o custo do produto.

DESCRIÇÃO DO PRÉ-PROJETO

Descrição

A inspeção por câmeras é um sistema computacional para diversos fins, inclusive na indústria metalúrgica. Destinada normalmente à garantia e controle da qualidade, tornando-se uma ótima ferramenta na redução de desperdícios, pois, trata-se de um processo rápido, inteligente e seguro. Com a função de inspeção, faz a análise da imagem através da comparação, a fim de identificar algum ponto não conforme na peça, caso este ocorra, o sistema de processamento comanda através de um sinal digital o sistema de descarte, que por meio de um mecanismo pneumático retira a peça defeituosa da esteira (Figura 2).

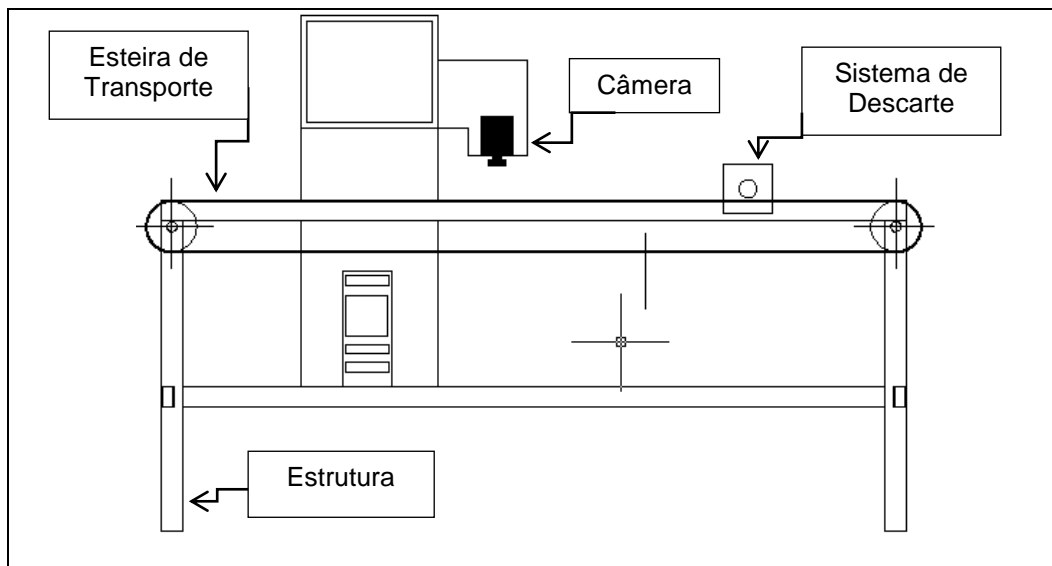


Figura 2: Sistema de Inspeção com descarte do produto não conforme

Os itens a serem desenvolvidos neste TCC é projetar e desenvolver uma bancada experimental, envolvendo a estrutura, sistema pneumático e sensores (Figura 3) conforme cronograma (Anexo A).

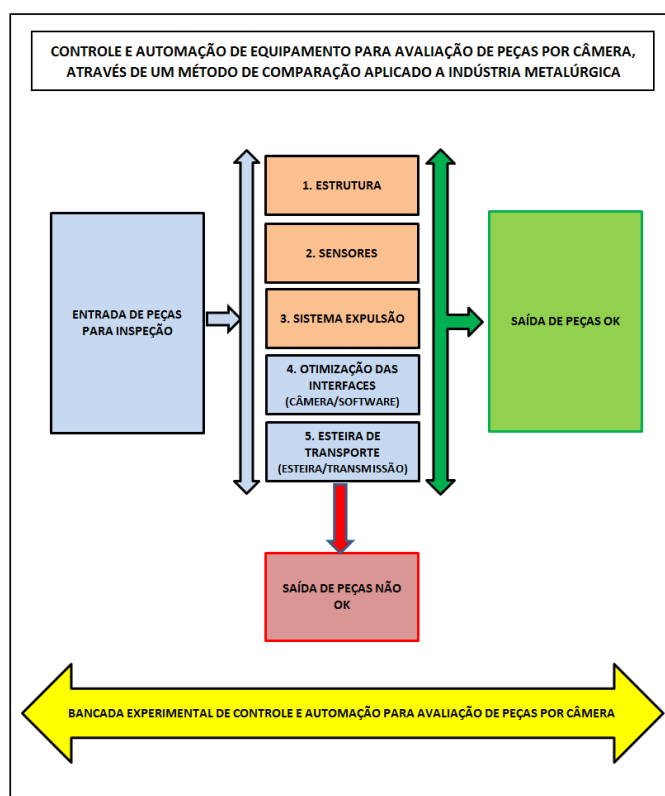


Figura 3 – Diagrama de bloco do projeto geral

Conforme indicado no diagrama de bloco:

1. Estrutura:

Trata-se da estrutura, na qual está previsto a colocação dos suportes de fixação para os componentes envolvidos.

2. Sensores:

Responsáveis pela captura de sinais e envia-los para a tomada de uma ação. Quando o atuador pneumático for acionado, no final do curso deste, um sensor fará a leitura do final de curso, indicando assim a peça foi retirada da linha e o atuador pode ser recuado.

3. Sistema Expulsão:

Responsável pela expulsão da peça não conforme. Assim que receber o sinal da câmera indicando que a peça não está de acordo com o padrão estabelecido, um atuador pneumático será acionado e descartará a mesma em uma caixa vermelha (*scrap*).

METODOLOGIA

De acordo com WEEKS (1996), a aquisição e processamento de uma imagem segue uma sequência que pode ser expressa conforme a representação genérica da Figura 4, onde são apresentadas as principais operações realizadas no tratamento de uma imagem.

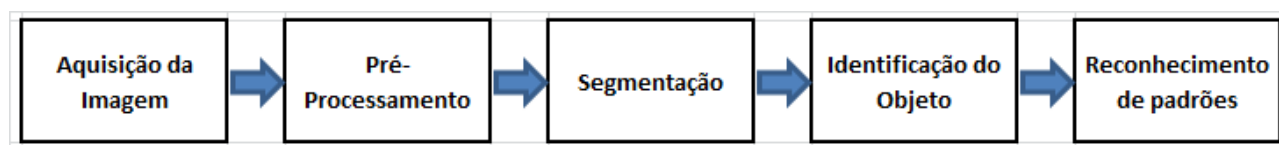


Figura 4: Sequência de Ações para Aquisição e Processamento de uma imagem.
Fonte: (Fundamentals of Electronic Image Processing)

Para a análise dos sistemas envolvidos utilizou-se a técnica chamada mapa da mente ou mapa mental, vide anexo 1, de acordo com professor Passos (2006), é uma técnica que permite concentrar conteúdos complexos, ordenar ideias e organizar tarefas em forma de esquema, usando poucas palavras, cores e imagens. Assumindo a forma de árvore ou teia, diz-se que são compostos por ramos ou nós, conforme a metáfora usada.

Como mencionado anteriormente, neste TCC serão apresentados os sistemas de expulsão, estrutura e sensores, os quais foram extraídos do Mapa da Mente geral, conforme anexo B.

Materiais Envolvidos:

(3) Sistema de expulsão: Responsável pela expulsão de peças não conforme. Após a captura da imagem, caso a peça não esteja de acordo com os padrões estabelecidos de “peça boa”, a mesma será deslocada para caixa não conforme (vermelha) através do sistema de expulsão (cilindro pneumático). Os materiais foram selecionados conforme Figura 5.

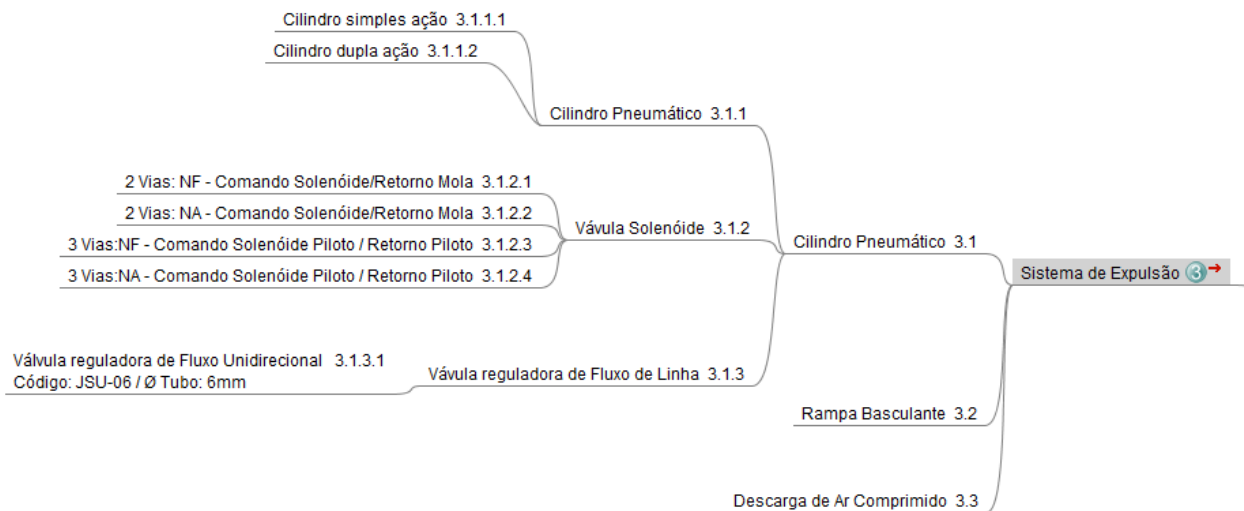


Figura 5 – Mapa da mente: Sistema de Expulsão

3.1.1 - Cilindro Pneumático

3.1.1.1 – Cilindro de Simples Ação - Justificativa:

- Baixo custo
- Fácil interface com válvula solenoide
- Disponibilizado por patrocinador

3.1.2 - Válvula Solenoide

3.1.2.1 - 2 Vias: NF - Comando Solenoide / Retorno Mola – Justificativa:

- Baixo custo
- Fácil interface com o sistema (somente um sinal)
- Disponibilizado por patrocinador

3.1.3 - Válvula reguladora de Fluxo de Linha – Justificativa:

- Baixo custo
- Fácil utilização
- Disponibilizado por patrocinador

(4) Sensores: Responsável por sinalizar o posicionamento da peça e liberar a câmera para a captura da imagem



Figura 6 – Mapa da mente: Sensor

4.1 – Sensores sem contato

4.2.1- Digital

4.2.1.2 Capacitivo – Justificativa

- Detecta qualquer tipo de material

(5) Bancada: Estrutura na qual serão montados todos os sistemas, prevendo assim suportes e furações necessárias para a fixação dos mesmos.



Figura 7 – Mapa da mente: Bancada

5.1 – Estrutura

5.1.1 – Metalon

5.1.1.1 - 50 x 30 mm – Justificativa:

- Boa resistência

5.2 – Suportes

5.2.1 – Cantoneira

5.2.1.1 - 25 x 25 mm – Justificativa:

- Boa resistência
- Fácil manipulação

5.3 – Pintura

5.3.1 – Esmalte Sintético

5.3.1.2 - Spray – Justificativa:

- Fácil e pronto para aplicação
- Disponibilizado por patrocinador

Lista de Materiais detalhada baseada no detalhamento acima apresentado (Figura 8)

Sistema	Item	Descrição	Modelo	Qtde	Un.
Sistema de Expulsão	01	Cilindro normalizado ESNU / simples ação com retorno por mola DIN 6432	ESN / Ø12 / Conexão M5	1	pç
	02	Válvula Solenóide 5/2 Vias: NA - Comando Solenóide / Retorno Mola	Conexão M5	1	pç
	03	Válvula reguladora de Fluxo Unidirecional	JSU-06 / Ø Tubo: 6mm	2	pç
	04	Mangueira Poliuretano (PU)	PUN - Ø6mm	3	m
	05	Conexão rápida QS-B, padrão - em "L"	Ø 6 / Conexão M5	4	pç
	06	Silenciador "U"	Conexão M5	2	pç
	07	Fio 1,0mm		3	m
Sensor	08	Sensor Capacitivo DC 3 fios caixas tubulares - M8 x 1	BCS M08T4E1-PSM15C-EP02	2	pç
	09	Contator Auxiliar 24 VCC	3RH1122-1BB40 (Siemens)	1	pç
	10	Sensor Red Switch	M8 x 1	1	pç
Bancada	09	Tubo Metalon 50 x 30mm	Parede de 1,2mm	16	m
	10	Cantoneira 25 x 25mm	Espessura 3mm	3	m
	11	Spray cor preta	-	2	lata
	12	Eletrodo Revestido	Ø 3mm	1	kg

Figura 8 – Lista de Materiais

Funcionalidade – Aplicabilidade

Este tipo de equipamento tem aplicação em vários seguimentos, como na indústria alimentícia, farmacêutica, de bebida, enfim, pode ser aplicado na maioria dos processos. Sua principal utilização é na inspeção, por exemplo, na verificação do posicionamento e a qualidade dos rótulos, volume de líquidos, posicionamento de tampas de frascos entre outras.

As partes apresentadas neste TCC, como a estrutura, sensores e pneumática, tem aplicações diversas, como nas indústrias, em residências, veículos, enfim, estão presentes em nosso dia a dia, tornando assim o desenvolvimento destes ainda mais interessantes, como é apresentado a seguir:

- Estrutura (Figura 9):
 - Coberturas
 - Pórticos
 - Bancadas

- Mezaninos...

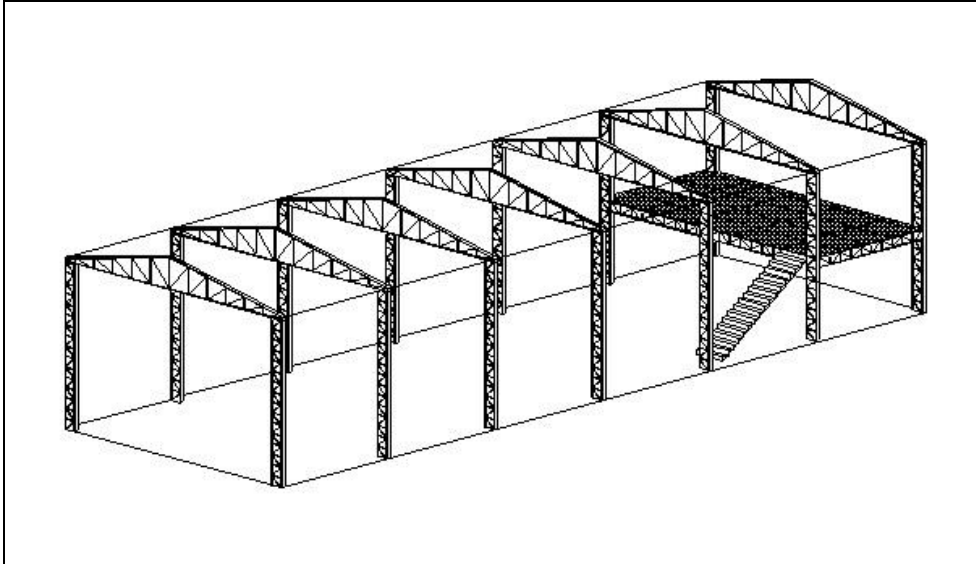


Figura 9: Aplicação de estrutura metálica

Fonte: (<http://www.google.com.br/imgres?q=estrutura+metalica&hl=pt>)

- Sensores (Figura 10):
 - Praças de pedágio (sem parar)
 - Veículos
 - Alarmes
 - Máquinas...



Figura 10: Diversas aplicações de sensores em nosso ambiente
Fonte: (<http://mecattec.blogspot.com.br/2011/07/sensores.html>)

- Pneumática (Figura 11):
 - Mecanismos das portas dos ônibus

- Suspensões automotivas
- Automações...

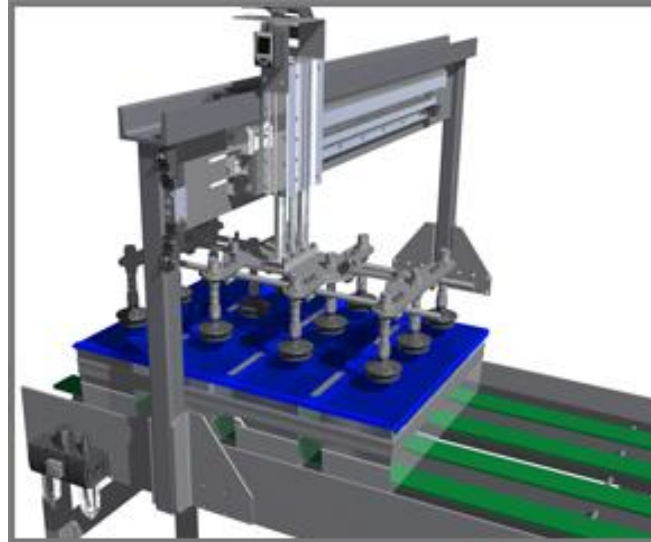


Figura 11: Aplicações de sistema pneumático na automação
Fonte: (<http://www.grupo-esi.com/services-industry-03.php?lang=pt>)

Estes sistemas estão integrados com outros sistemas desenvolvidos pela equipe do TCC, o qual está dividido em três partes conforme apresentadas na Figura 12.

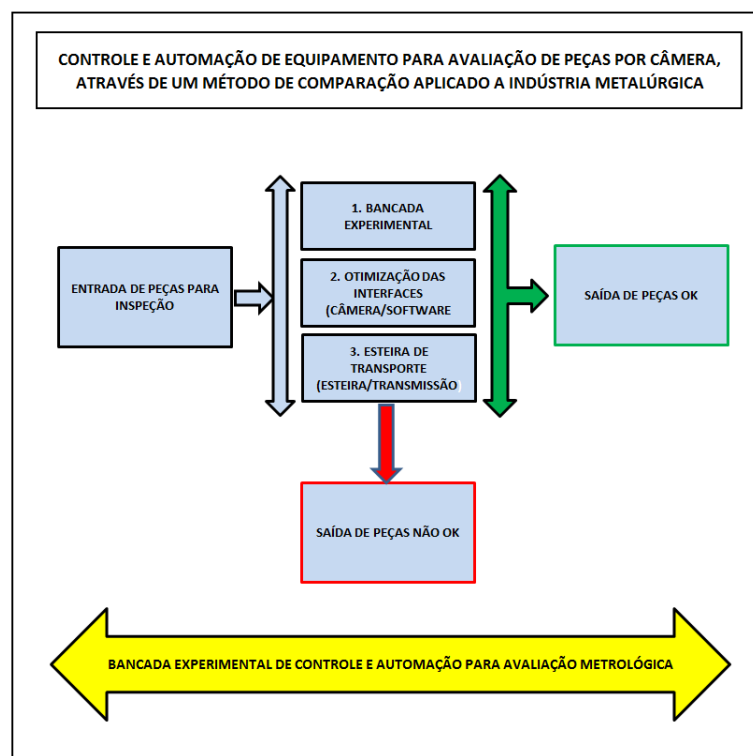


Figura 12: Diagrama Geral

1. Bancada experimental (estrutura, sensores e pneumática), desenvolvida neste TCC
Responsável: Henrique Vazan
2. Otimização das Interfaces (software e câmera)
Responsável: Rodrigo F. Quinalia
3. Esteira de Transporte (esteira e transmissão)
Responsável: Carlos A. B. Santana

A utilização deste equipamento será no controle por comparação de peças usinadas, onde serão levantadas as geometrias dos produtos a serem inspecionados e os pontos controlados como, ausência de uma operação, um furo, por exemplo, rebarbas e/ou imperfeições.

O produto, ao passar por uma esteira, terá sua imagem captada e enviada a um software que fará a comparação com a imagem padrão. Produtos conforme (dentro do especificado) seguirão para serem dispensados em caixa para embalagem, caso contrário, peças não conforme, logo em próxima estação serão dispensadas em uma caixa vermelha (peças refugadas) conforme apresentado no fluxograma (Figura 13).

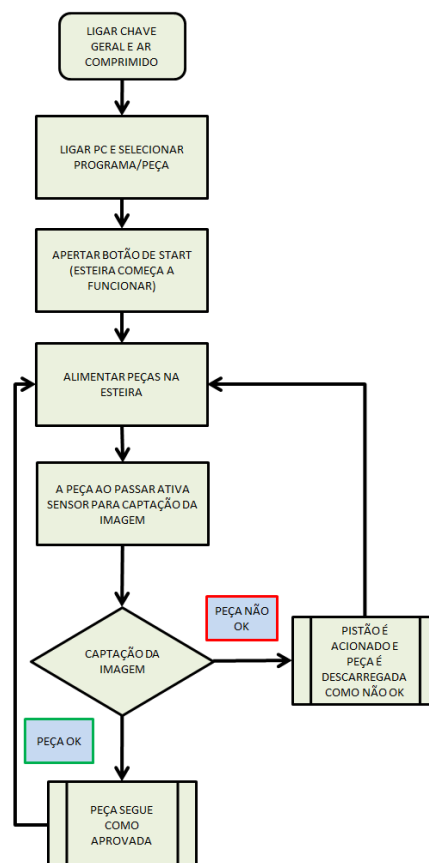


Figura 13 – Fluxograma

Fundamentação Teórica

Para desenvolver o projeto será necessário utilizar conhecimentos teóricos em elétrica, eletrônica, pneumática e mecânica, conhecimentos estes adquiridos durante o curso e também serão necessárias consultas a obras que envolvem estes assuntos.

Os sistemas envolvidos neste TCC serão desenvolvidos utilizando softwares específicos para cada caso, indicado a seguir:

- Sistema de Expulsão e Sensores:

Este sistema envolve elétrica e pneumática, cujo projeto é apresentado através do *software FluidSIM* (Figura 14), disponibilizado pela empresa Festo.

Funcionamento: Quando receber o sinal de peça não conforme, fechará a chave B1 e o circuito elétrico selará (S2), acionando assim a válvula solenoide (Y1) e liberando a passagem do ar comprimido para o cilindro. Quando este atingir o final de curso, um sensor (S2) fará esta leitura, abrindo o selo (S2) e retornando o cilindro.

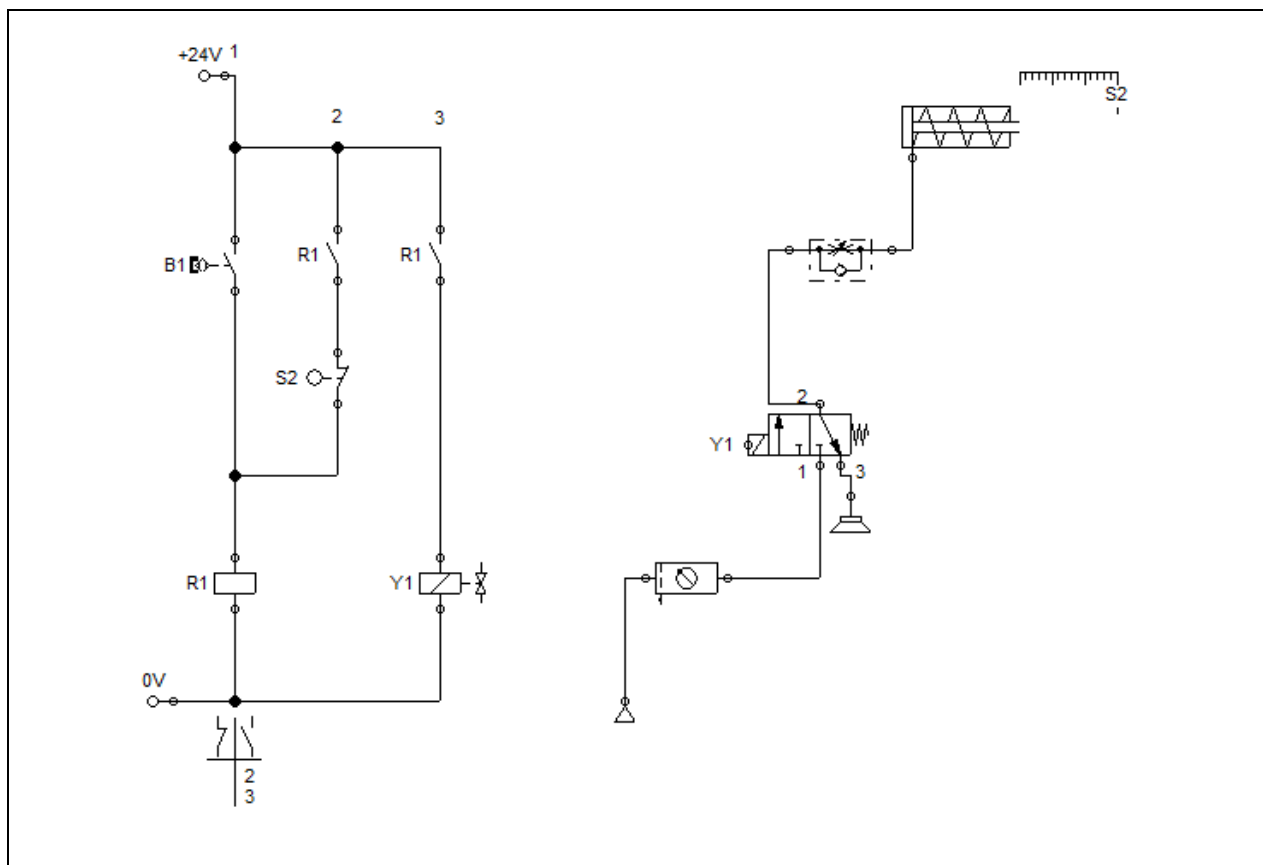


Figura 14 – Projeto Elétrico-Pneumático

Quando da utilização de sistema pneumáticos deve-se conhecer a pressão de alimentação, pois é fundamental para o cálculo da força de atuação do cilindro pneumática de simples ação (Figura 15):

Força do Atuador:

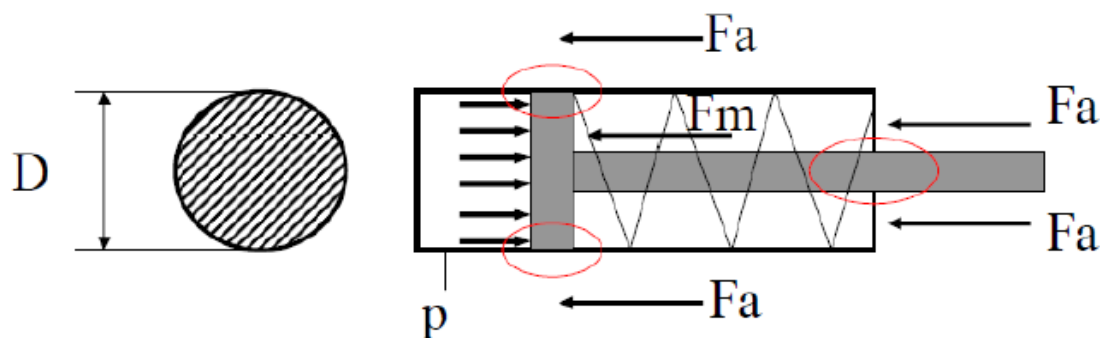


Figura 15 – Atuador de Simples Ação

Cálculo da Força de Avanço Real do atuador (1):

$$F_{av_{real}} = F_{av} - F_a - F_m \quad (1)$$

Onde:

- Fav = Força de avanço teórico (kgf)
- Fa = Força de atrito (kgf)
- Fm = Força da mola
- P = Pressão de trabalho (bar)
- D = Diâmetro do êmbolo
- d = Diâmetro da haste (cm)
- A = Área do embolo (cm²)
- a = Área da haste (cm²)

Nota: Fa = 3 a 20% da Fav – Geralmente utilizado 10%

Com a aplicação da fórmula no atuador a ser utilizado neste sistema, com uma pressão de rede de 6 bar, a força do atuador calculada é de 4,73 kgf, força esta suficiente na aplicação de expulsão das peças selecionas.

- Estrutura:

Basicamente envolve tubos metálicos de secção retangular, a qual foi desenvolvida através do *software* AUTOCAD (Figura 16).

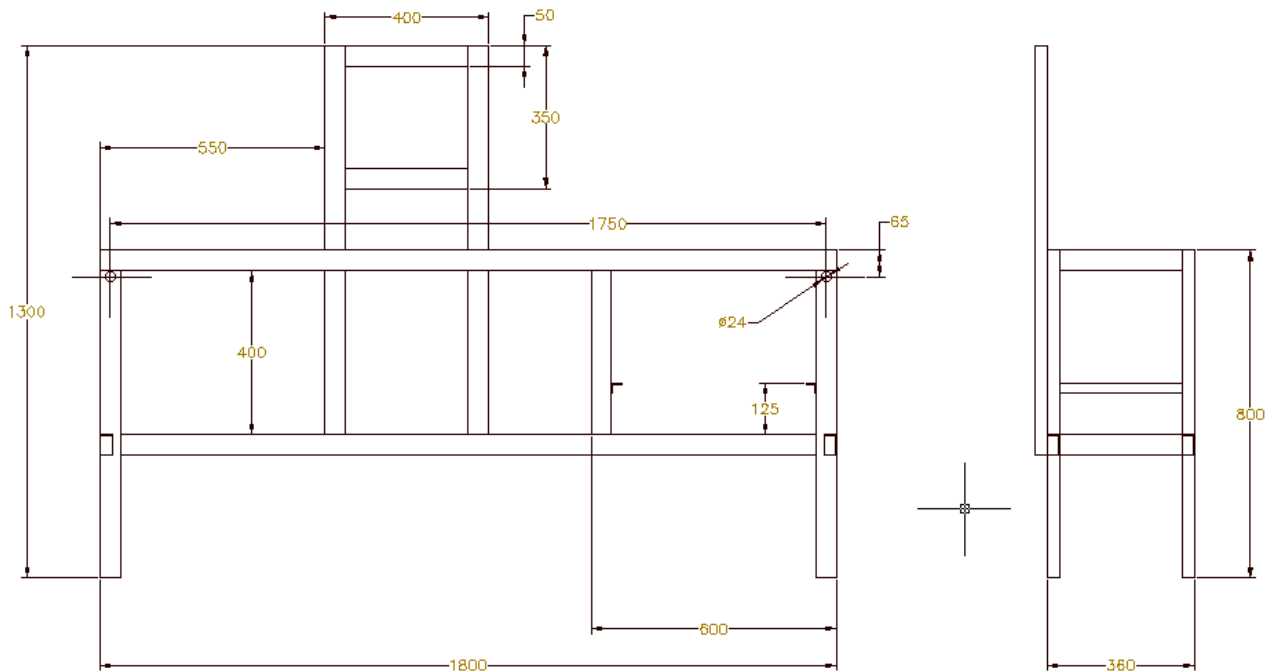


Figura 16 – Projeto da Estrutura

Na seleção do material para uma estrutura, deve-se levar em consideração os tipos de forças que estará sujeita, no caso da estrutura deste TCC a força que será detalhada é a:

Tensão de Flexão (2):

$$\sigma = \frac{M_z - Y}{I} \quad (2)$$

Onde:

- σ = Tensão de flexão [Pa]
- M_z = Momento máxima em torno do eixo z [Nm]
- y = Distancia máxima entre o centro geométrico da seção transversal e a superfície de flexão [m]
- I = Momento de inércia [m⁴]

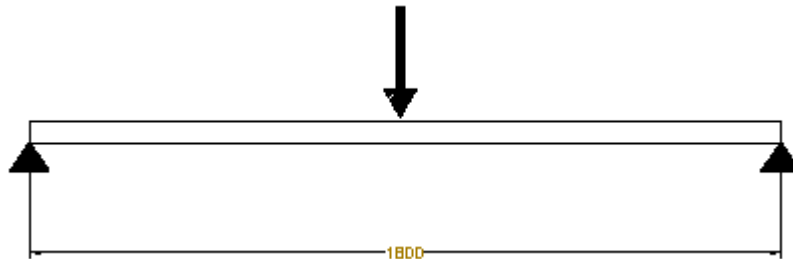


Figura 17: Detalhe da aplicação da força

Para cálculo do I:

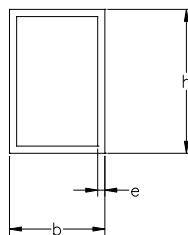


Figura 16: Seção transversal do metalon

$$I = \frac{e \cdot h^2}{3} + b \cdot e \cdot h \quad (3)$$

Para: $h = 50 \text{ mm} \Rightarrow 0,05 \text{ m}$
 $e = 2 \text{ mm} \Rightarrow 0,002 \text{ m}$
 $b = 30 \text{ mm} \Rightarrow 0,03 \text{ m}$

Resultados obtidos

Os resultados esperados são que os sistemas desenvolvidos neste TCC, estrutura, captação de sinais e o sistema de expulsão, contribuam de forma que o objetivo central seja atingido, ou seja, integrado com todos os sistemas, atinja a redução de tempos direcionados à inspeção dos produtos com aumento de produtividade dentro da indústria de serviços na área de usinagem.



FACULDADE DE JAGUARIÚNA

Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
<http://www.faj.br> – e-mail: engcontrole@faj.br

BIBLIOGRAFIA

DIEESE, Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Desindustrialização: conceito e a situação do Brasil**. 2011. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D3052393E013055A36C450E9D/dieese_nt100.pdf> Acesso em: 07 out. 2012

FIALHO, Nívio. **A aplicação do sistema de inspeção visual na indústria**. 2011. Disponível em: <<http://unidigital.com.br/artigos/a-aplicacao-dos-sistemas-de-inspecao-visual-na-industria-6/>>. Acesso em: 09 mar. 2013

LABCIV. **A aplicação do sistema de inspeção visual na indústria**.. Disponível em: <http://www.labciv.eng.uerj.br/m4/cap1_1.pdf>. Acesso em: 07 maio 2013


PASSOS, Antonio. **Como Fazer Mapas Mentais**. 2006. Disponível em: <[HTTP://antoniopassos.com/blog/?p=26](http://antoniopassos.com/blog/?p=26)>. Acesso em: 23 mar. 2013.

MSPC, Informações Técnicas. **Resistência dos materiais V-30**. Disponível em: <[HTTP://www.mspc.eng.br/matr/resmat0530.shtml](http://www.mspc.eng.br/matr/resmat0530.shtml)>. Acesso em: 18 maio 2013

UNIPAC, Lafaiete Instituições de Ensino Superior. **Trabalho de Conclusão de Curso – TCC**. Disponível em: <<http://www.unipaclafaiete.edu.br/2012/attachments/article/106/Regulamento%20Trabalho%20de%20Conclusão%20de%20Curso.pdf>> Acesso em: 18 out. 2012.

WEEKS, ARTHUR R. JR.; **Fundamentals of Electronic Image Processing**, SPIE/IEEE. Series on Imaging Science & Engineering, IEEE PRESS, 1996.

ANEXO A - Cronograma

 FACULDADE JAGUARIÚNA <small>Engenharia de Controle e Automação</small>	Cronograma Pré TCC: CONTROLE E AUTOMAÇÃO DE EQUIPAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE PEÇAS POR CÂMERA, ATRAVÉS DE UM MÉTODO DE COMPARAÇÃO	Pré - TCC																		
		Folha	1 de 1																	
		07	14	21	28	07	14	21	28	04	11	18	25	02	09	16	23	30	06	
		fev-13				mar-13				abr-13				mai-13				jun-13		
Atividades	Orientação para TCC	█																		
	Divisão dos Sistemas Envolvidos	█																		
	Definição do Título Geral e Individual				█															
	Resumo / Introdução				█															
	Descrição (Materiais envolvidos)				█															
	Orientação								█											
	Entrega dos formulários								█											
	Desenhos e Esquemas																			
	Orientação																			
	Orientação																			
	Orientação																			
	Entrega TCC																			
	Entrega Poster																			

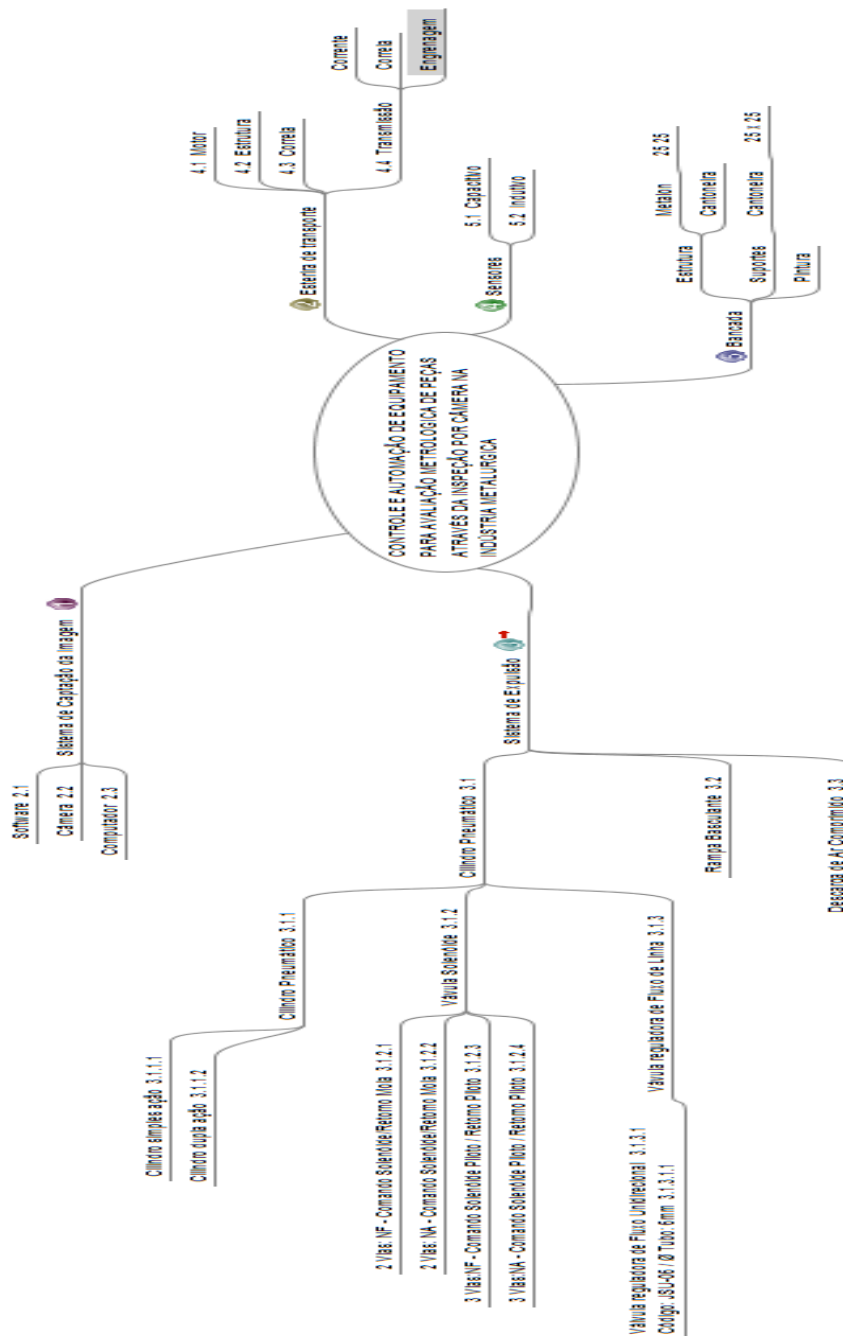
Não Letivo

Concluído

Planejado

Legenda:

ANEXO B - Mapa da mente geral





FACULDADE DE JAGUARIÚNA

Campus I: (19) 3837-8800 – Rua Amazonas, 504 – Jardim Dom Bosco
Campus II: (19) 3837-8500 – Rod. Adhemar de Barros – Km 127 – Pista Sul
Jaguariúna – SP – 13.820-000
<http://www.faj.br> – e-mail: engcontrole@faj.br