

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

EDSON LUIZ SCHON JUNIOR

**DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE GASES POR TERMOGRAFIA EM
TUBOS DE AEROSSÓIS DURANTE O PROCESSO DE ENVASE**

**PONTA GROSSA
2018**

EDSON LUIZ SCHON JUNIOR

**DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE GASES POR TERMOGRAFIA EM
TUBOS DE AEROSSÓIS DURANTE O PROCESSO DE ENVASE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELE como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo pelo Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Mezzadri.

**PONTA GROSSA
2018**



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Ponta Grossa
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial



TERMO DE APROVAÇÃO

**DETECÇÃO DE VAZAMENTO DE GASES POR TERMOGRAFIA EM TUBOS DE
AEROSSÓIS DURANTE O PROCESSO DE ENVASE**

por

EDSON LUIZ SCHON JUNIOR

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 06 de dezembro em 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Tecnologia em Automação Industrial. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Felipe Mezzadri
Orientador(a)

Prof. Dr. Frederic Conrad Janzen
Membro Titular

Prof. Dr. Josmar Ivanqui
Membro Titular

Prof. Dr. Josmar Ivanqui
Responsável pelos TCC

Prof. Dr. Felipe Mezzadri
Coordenador do Curso

— O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso —

RESUMO

SCHON JR, Edson Luiz. **Detecção de vazamento de gases por termografia em tubos de aerossóis durante o processo de envase**. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2018.

Este trabalho apresenta um estudo acerca da termografia e sua aplicação para identificação de tubos aerossóis problemáticos no processo produtivo. Para tanto foram instalados equipamentos detentores desta tecnologia na linha de envase de uma empresa fabricante destes produtos, bem como os *softwares* necessários. O objetivo principal foi verificar e comprovar o método da termografia comparado ao tradicional método com banho-maria para a detecção dos tubos problemáticos. São verificadas, vantagens, eficiência e possibilidade de homologação do método junto ao órgão regulador nacional. O questionamento levantado para este instrumento justifica-se pela incessante busca de melhoria e redução de espaço físico ocupado pelo banho-maria, custo de produção e conseqüentemente do preço final do produto a ser praticado no mercado, atentando-se a competitividade deste. No decorrer do estudo, foi identificada que a termografia é funcional e responde perfeitamente ao que é proposto, no que diz respeito à detecção de tubos aerossóis com vazamento, além de trazer diversas melhorias, entre elas redução de espaço físico na produção, expurgo automático dos tubos problemáticos, maior segurança aos funcionários e aos clientes, redução de uso de recursos naturais, possibilidade de gerar relatórios momentâneos com os dados quantitativos e qualitativos dos produtos retirados na linha de envase.

Palavras-chave: Termografia, tubos aerossóis, detecção de vazamento.

ABSTRACT

SCHON JR, Edson Luiz. **Detection of gas leakage by thermography in aerosol tubes during the packaging process**. 39 p. Final Course Work (Higher Course of Technology in Industrial Automation). Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa. 2018.

This work presents a study to identify problematic aerosol tubes in the production process through thermography. Thermographic cams were installed in the packaging line of an aerosol plant, which communicated with FTP software. Proving the thermography method and comparing it with the traditional “bath-water” method was the main objective of the work. Advantages, efficiency and homologation of the method with the national regulatory body are investigated. The incessant search for improvements, reduction of the physical space occupied by the water bath, cost of production, competitiveness and final price, are taken into account for the application of thermographic technology. It has been identified that the thermography is functional and responds perfectly to the detection of leaky aerosol tubes, bringing several improvements, among them: reduction of the physical space in the production, automatic purging of problematic tubes, greater safety for employees and customers, reduction of the use of natural resources, possibility to generate momentary reports with the quantitative and qualitative data of the products withdrawn in the packing line.

Keywords: Thermography, aerosol tubes, leak detector.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Comparação entre tubos aerossóis normais e com vazamento	20
Figura 3 – Software com a interface de alarme da câmera FLIR AX8.	22
Figura 4- Configuração do alarme na interface da câmera FLIR AX8.....	23
Figura 5- Configuração do FTP	24
Figura 6- Imagem termográfica de tubo com problema no recrave da válvula.....	25
Figura 7- Interface do <i>Filezilla</i> utilizado como <i>FTP Client</i>	26
Figura 8- Indicação do campo da pasta do servidor.....	26
Figura 9- Representação do Banco de dados FTP.	27
Figura 10- <i>LADDER</i> para contagem de tubos envasados.....	28
Figura 11- <i>LADDER</i> da contagem de descarte por Termografia.....	28
Figura 12- <i>LADDER</i> da contagem de tubos expulsos pela balança.....	29
Figura 13- Interface de visualização do sistema supervisório.	30
Figura 14- Comunicação entre CLP e sistema supervisório.....	30
Figura 15- Configuração das tags dos displays.....	31

LISTA DE SIGLAS

CI	Circuitos Integrados
CLP	Controlador Lógico Programado
CMOS	<i>Complementary Metal Oxide- semiconductor (Semicondutor de metal-oxido compementar)</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning (Planejamento de recursos da empresa)</i>
FEA	Federação Européia de Aerossol
FTP	<i>File Transfer Protocol (Protocolo de transferência de arquivos)</i>
MOS	<i>Metal Oxide- semiconductor (Semicondutor de metal-oxido)</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
TCP	<i>Transmission Control Protocol (Protocolo de controle de transmissão)</i>
TTL	<i>Transistor–transistor logic (Logica transistor-transistor)</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	HIPÓTESE	9
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1	Objetivo Geral	9
1.2.2	Objetivo Específico	9
1.3	JUSTIFICATIVA	10
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	11
2.1	TERMOGRAFIA	11
2.2	CAMERA FLIR AX8	13
2.3	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMAVEL (CLP)	14
2.4	SISTEMA SUPERVISÓRIO	16
2.5	PROCESSO DO BANHO-MARIA EM TUBOS DE AEROSSOL	17
3	DESENVOLVIMENTO	20
3.1	CÂMERA FLIR AX8 PARA DETECÇÃO DE VAZAMENTO DOS GASES	20
3.2	DEFINIÇÃO DE ALARMES	22
3.3	MONITORAMENTO TERMOGRÁFICO DA LINHA DE ENVASE	24
3.4	EXPULSÃO DOS TUBOS PROBLEMÁTICOS	25
3.5	TRANSFERÊNCIA DAS IMAGENS PARA BANCO DE DADOS	25
3.6	PROJETO DO SISTEMA SUPERVISÓRIO DO PROCESSO	27
3.7	COMPARAÇÃO DO SISTEMA TERMOGRÁFICO AO BANHO MARIA	31
4	CONCLUSÃO	34
	BIBLIOGRAFIAS	36
	APÊNDICE 1: DIAGRAMA ELÉTRICO DO PAINEL DE COMANDO DO PROJETO TERMOGRÁFICO	38

1 INTRODUÇÃO

Visto que o cenário econômico nacional atual está cada vez mais competitivo, é de suma importância que as empresas mantenham a busca pela redução de custos dos seus produtos e conseqüentemente de seu preço praticado no mercado, porém, sem afetar a qualidade dos mesmos. Uma das maneiras de se alcançar esse objetivo é a utilização de tecnologia no processo produtivo, a qual acaba reduzindo os gastos extras que iriam para processos manuais.

Por não ter interação direta da mão de obra com o produto evita danos na embalagem e, conseqüentemente, possibilitando a concordância com os conceitos ambientais de como melhor aproveitamento da matéria-prima, preservando os recursos naturais e garantindo maior eficiência energética da unidade fabril. Devido as identificações e possibilidades de economia e eficiência, quanto a identificação de tubos problemáticos, é estudado neste instrumento se o método de identificação termográfico é superior em determinados itens em relação ao método de banho-maria, e caso haja superioridade buscar-se-á validar o método junto as agências reguladoras.

A implementação da tecnologia de detecção termográfica para vazamento de gases se apresenta como o “estado da arte” atual, ou seja, contém o mais alto nível de desenvolvimento tecnológico com precisão e eficiência de resultados. Apresenta maior segurança do processo em relação ao método anteriormente usado e ultrapassado do banho-maria. Este método consiste em submergir cada tubo de aerossol até chegar a temperatura de pelo menos 50°C afim de testar a integridade do recipiente essa tecnologia necessita de um grande investimento devido as banheiras ocuparem muito espaço fabril, requerem um elevado consumo de energia para manter a temperatura da água, pessoas treinadas para detectar os vazamentos e constante supervisão das medidas de segurança durante a sua operação.

O desenvolvimento do estudo tem como estrutura e pontos chaves, a implantação da câmera termográfica na linha de envase, geração de imagens e alarmes, desenvolvimento de um sistema de expulsão de tubos com defeito, geração de histórico, validação do sistema termográfico e comparação deste sistema com o banho-maria.

Para tanto, foi realizado um experimento na empresa objeto de estudo deste instrumento, com o emprego dos devidos equipamentos. Posteriormente, foram

realizados testes, que por sua vez apresentaram a eficiência desta tecnologia na identificação de tubos aerossóis com vazamento, bem como seu expurgo automático. A alimentação de banco de dados possibilita a empresa ter facilmente relatórios com a quantidade de tubos problemáticos, além da identificação de qual foi o problema apresentado com data e hora específicas. As diversas empresas do ramo poderão se beneficiar com o desenvolvido deste projeto pioneiro e alternativo ao que atualmente é regulamentado, trazendo à área progresso e avanço tecnológico.

O trabalho foi desenvolvido sob o formato de um estudo de caso, referindo-se à elaboração de um estudo específico e pioneiro no grupo de aerossol. O estudo foi amplamente incentivado pela empresa, a qual tem como missão fornecer soluções em aerossol com agilidade, qualidade, respeito, segurança e sustentabilidade.

1.1 HIPÓTESE

A identificação de vazamentos em tubos aerossóis com a termografia pode se apresentar como a forma mais eficiente empregada.

A termografia pode ser aplicada nas linhas de envase, integrando equipamentos *On-Line*, devido à suas dimensões reduzidas, e reduzindo risco de segurança nessas áreas.

A execução deste projeto contribui, portanto, com a redução dos custos, redução de espaço físico, redução de mão de obra, agilidade do processo produtivo, redução ou até extinção de falhas que asseguram a segurança dos funcionários e dos futuros clientes consumidores do produto, como também para a sociedade em geral com a preservação e redução de recursos naturais antes empregados no método banho-maria.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto em desenvolver essa tecnologia pioneira no ramo industrial aerossol, comprovar se este é superior ao método atualmente utilizado.

1.2.2 Objetivo Específico

- Estudar o funcionamento da câmera termográfica;
- Aplicar a câmera termográfica na linha de envase;

- Comparar o sistema termográfico com o sistema em Banho Maria;
- Validar o sistema termográfico;
- Gerar imagens e alarmes;
- Desenvolver um sistema de expulsão de tubos com defeito;
- Gerar históricos.

1.3 JUSTIFICATIVA

Visto a eficiência apresentada na identificação dos tubos imperfeitos com o monitoramento termográfico, pelo fato de ser realizado durante todo o dia de trabalho, este processo e projeto servirá como meio de validação a uma tecnologia alternativa ao método banho-maria que é atualmente utilizado e regulamentado pelo órgão fiscalizador, essa substituição apresentará redução de espaço físico para o processo de qualificação dos tubos, bem como redução ou até extinção de erros na identificação do vazamento.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho tem início seguindo do capítulo dois alguns conceitos sobre os primeiros usos da termografia, sendo eles na medicina e militares, explicação sobre a câmera termográfica utilizada na implementação do método alternativo ao banho-maria, sobre os Clipes, sistemas supervisórios e o processo do banho-maria.

O capítulo 3 aborda os estudos e testes e resultados práticos obtidos no desenvolvimento do estudo de caso, sendo ele subdividido ao estudo da câmera FLIR AX8 na detecção de vazamento de gases, definição dos alarmes, monitoramento da linha de envase, a criação e modo de expulsão dos tubos problemáticos, a transferência das imagens coletadas pela câmera até o banco de dados, projeto do sistema supervisório do processo e a comparação entre o novo método e o banho-maria para validação do estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Serão expostos neste item, alguns conhecimentos que se relacionam e norteiam a termografia, em especial sua aplicação para identificação de tubos aerossóis com vazamento, bem como conhecimentos básicos sobre o método banho-maria.

2.1 TERMOGRAFIA

Segundo BRIOSCHI (2002), conforme citado por LOMAX (1979), desde os primórdios da história, os filósofos e médicos gregos como: Platão, Aristóteles, Hipocrates e Galeno, se fascinaram com a relação entre o calor e a vida, no entanto a origem do calor humano não era questionada, apenas os meios pelos quais o calor de dissipava é que eram especulados, sendo a respiração um meio de resfriamento considerado óbvio, pois a temperatura do ar exalado era visivelmente mais quente.

Ainda de acordo com BRIOSCHI (2002) *apud* GERSHON-COHEN (1964) os antigos conceitos de calor corporal voltaram à tona em 1592 quando o astrônomo Galileu descobriu e desenvolveu o primeiro termômetro de ar, o instrumento era rudimentar e dava somente indicadores grosseiros das mudanças de temperatura sem escalas de medidas, além disso sofria alterações pela pressão atmosférica. Mais tarde o termômetro sofreu alterações por Sanctorius, que dividiu o seu próprio e descreveu-o em grandes detalhes. Em 1659, Boullian, apresentou uma nova modificação ao termômetro introduzindo mercúrio dentro de um tubo de vidro. Mais tarde, Fahrenheit, Celsius e Joule contribuíram com o desenvolvimento de escalas termográficas. Só em 1754, Anton de Haden estabeleceu e publicou as observações de temperatura corporal e suas variedades na febre, seguido de James Currie, que também registrou e relacionou mudanças de temperatura com doenças febris, mais tarde suas ideias foram aprimoradas por Wunderlich.

Conseguimos observar com base nos relatos acima que no ramo médico a termografia se desenvolveu exponencialmente e continua em progresso. A termografia pode também ser utilizada para outros meios como por exemplo em instalações elétricas, como forma de manutenção preditiva e garantindo maior aproveitamento energético.

Para ALBUQUERQUE *et al.* (2011):

Agir com manutenção preditiva significa atuar com técnicas específicas, sobre parâmetros de condição e desempenho, com a finalidade de permitir o maior tempo possível de operação do equipamento, antes que falhe, proporcionando aumento de produção e faturamento.

ALBUQUERQUE *et al.* (2011) *apud* LAFRAIA (2001), diz ainda que a “manutenção preditiva é aquela executada antes da falha, face o conhecimento das condições operacionais, determinadas pelo monitoramento contínuo”. O objetivo principal desta manutenção é determinar o momento mais apropriado em caso de necessidade de intervenção, evitando desmontagens desnecessárias para inspeção e permitindo usar toda vida útil dos componentes. Uma das ferramentas mais importantes da manutenção preditiva de inspeção, que está sendo amplamente utilizada em várias atividades industriais é a termografia, visto que apresenta eficiência de recursos e equipamentos com preços acessíveis no mercado atual. A termografia vem inclusive contribuindo para o aumento da confiabilidade e segurança em instalações e processos produtivos.

Segundo ALBUQUERQUE *et al.* (2011), a termografia pode ser empregada com intuito de prevenir através do monitoramento, objetivando assegurar o bom funcionamento dos equipamentos das empresas que a utilizam, e conseqüentemente diminuir custos, otimizar o emprego da mão de obra e materiais, bem como aperfeiçoar a segurança no trabalho.

No que se refere a produção termográfica, BRIOSCHI (2002) cita que em meados do século XIX, quem produziu em papel a primeira termografia foi o Sir. John Herschel e, na mesma época foi desenvolvido o balômetro, aparelho que é capaz de detectar o calor radiante dos objetos vivos à distância superior a 400 metros, por Langley. A tecnologia avançou após a Segunda Guerra Mundial, porém era restrita à uso militar.

Com o passar dos anos a evolução desse método deu um grande salto, hoje por exemplo os equipamentos médicos, militares, câmeras e até celulares como o CAT S60 da Caterpillar possuem e usufruem dessa tecnologia. Devida a constatação de eficiência e vasta tecnologia de recursos da termografia em processos de controle preditivo é que se pretende neste instrumento aplicar tal método na identificação de tubos aerossóis com vazamento, prevenindo e evitando acidentes de trabalho, acidentes causados ao consumidor final, atrelando ainda a melhoria na produtividade e redução de custos.

2.2 CAMERA FLIR AX8

Segundo site da empresa FLIR, a mesma foi fundada em 1978, com o intuito de desenvolver sistemas termográficos infravermelhos de baixo custo e de alto desempenho com aplicações aéreas. O sistema termográfico é responsável por detectar o calor emitido pelas pessoas, materiais e objetos, e através das câmeras infravermelhas o operador consegue ver na escuridão total, locais com neblina e através de poluentes do ar, como a fumaça. No final dos anos 80, a empresa começou a expandir sua tecnologia termográfica infravermelha, desenvolvendo sistemas para laboratórios e câmeras portáteis para aplicações comerciais, esses setores por sua vez precisam de uma qualidade de imagem superior, assim como uma ampla capacidade de medição de temperatura (SYSTEMS Flir®, 2018).

Ainda de acordo com o site da empresa FLIR, o sistema de temperatura AX8 auxilia ao evitar interrupções não planejadas, de serviço e falhas de equipamentos mecânicos e elétricos, ao combinar imagens térmicas com câmeras visuais, de forma compacta e acessível para monitorar continuamente a temperatura e emitir alarmes automáticos quando esta última for excedida, como por exemplo em gabinetes elétricos, áreas de processo de fabricação, centro de dados, armazéns de refrigeração, instalações de armazenamento, etc. A câmera AX8 mede apenas 54 x 25 x 95 mm, o que facilita sua instalação em áreas de espaço restrito, ela pode fornecer vídeos ao vivo de todas as instalações e emitir alarmes automatizados, além de ser compatível com Ethernet / IP e Modbus TCP, para que os resultados de análise e alarme possam ser facilmente compartilhados com um CIs Circuitos Integrados

CLP (Controlador Lógico Programado).

Vista a fácil aplicação e os resultados que a câmera AX8 da FLIR é capaz de gerar, que são basicamente os necessários para a implantação do método termográfico na identificação de tubos aerossóis com vazamento, a mesma foi escolhida e selecionada para aplicação no projeto deste instrumento, trazendo e atendendo, portanto, as informações adequadas e esperadas no processo.

utilizam de transistores bipolares comuns, para a elaboração de circuitos integrados digitais. Existem vantagens e desvantagens na utilização do CMOS, dependendo de sua aplicação; os fabricantes, no entanto, estão sempre em busca para reduzir ou eliminar as diferenças entre as duas tecnologias de transistores, aumentando a velocidade e reduzindo o consumo.

Ainda segundo Braga, os transistores CMOS são bastante frágeis e delicados, por existir uma fina camada de oxido que isola a comporta do substrato, que é extremamente sensível a descargas elétricas.

Vê-se que a programação dos Circuitos Integrados exige um grande conhecimento técnico do programador, que ao mexer com CMOS deve tomar bastante cuidado no contato com o dispositivo, visto que o mesmo é extremamente volátil e qualquer descuido com a proteção adequada queima e o inutiliza, por ter baixa imunidade à estáticos. Este tipo de tecnologia tem baixo consumo de energia e permitem em um único chip uma alta densidade de funções lógicas, tornando-se, portanto, umas das tecnologias mais utilizadas em circuitos integrados.

Os Circuitos integrados da família TTL segundo Braga, foram originalmente desenvolvidos pela empresa *Texas Instruments*, mas atualmente muitos fabricantes de semicondutores o produzem. Essa tecnologia possui duas séries: uma específica para componentes de uso militar e outra para uso comercial.

REIS (2016), descreve que a tecnologia da família TTL, utiliza no geral transistores bipolares, enquanto que a família CMOS se utiliza de transistores de campo. Segundo o autor ambas as tecnologias possuem vantagens e desvantagens, por isso devem ser estudadas para cada aplicação em separado. Em resumo, a família TTL tem como principal desvantagem o alto consumo de energia, justamente por ser construído com transistores bipolares, além disso sua velocidade de operação é limitada, ocorrendo um atraso de propagação entre as duas portas lógicas, causando um impacto negativo caso seja necessária uma alta velocidade entre essas portas. Já a família CMOS apresenta um baixo consumo energético, e são bastante indicados e utilizados em dispositivos portáteis, pelo consumo elétrico ser um ponto crítico, além disso a passagem de um nível lógico ao outro é muito mais rápido que na família TTL. A desvantagem nessa tecnologia, no entanto, é a vulnerabilidade, pois esses circuitos são facilmente danificados pela eletricidade estática.

Independente da família tecnológica escolhida ser a TTL ou CMOS, os Circuitos Integrados dominam hoje a maior parte dos controles de processos industriais, que

antes eram automatizados através da reles, a qual é basicamente presente em sistemas e empresas com processos mais antigos. Esse domínio vem se apresentando tanto pela facilidade de programação, quanto pela alta velocidade. Com esses controladores pode-se fazer aquisição de dados de todos os equipamentos que possam transmitir sinais analógicos de 0 a 24v ou valores digitais 0 e 1.

2.5 SISTEMA SUPERVISÓRIO

MOTT (2012), nos diz que em meados das décadas de 70 e 80, o avanço da eletrônica e o surgimento dos microprocessadores tornaram o computador essencial nos processos produtivos industriais, e concomitantemente a isso houve o surgimento e necessidade dos sistemas supervisórios, que são basicamente os responsáveis por capturar e armazenar em um banco de dados, informações sobre o processo de produção, sendo que tais informações são obtidas através de sensores.

Ainda para MOTT (2012), existem algumas vantagens ao se utilizar de um sistema supervisório no processo de produção industrial, que são: análise de tendências (através do histórico de informações presentes no banco de dados, tornando possível tomar ações para maximizar a produção na planta); alarmes (sinaliza em tempo real falhas na produção e as armazena no banco de dados para futuras consultas); operação remota no processo; geração de relatório e gráficos; aumentar a disponibilidade da planta (permite identificar falhas, devida as informações em tempo real, e com isso otimizar o processo para que funcione o maior tempo possível sem paradas).

Segundo JURIZATO e PEREIRA (2003), os Sistemas Supervisórios são vistos como sistemas que monitoram em tempo real os processos executados na planta fabril, esses sistemas são empregados com a finalidade de possibilitar a identificação de falhas no processo, muitas vezes antes mesmo que aconteçam efetivamente.

Nos dias de hoje, conforme prescrito por JURIZATO e PEREIRA (2003), os sistemas de automação industrial atingiram patamares bastante complexos, fazendo com que a experiência humana não seja mais suficiente para construir modelos bem definidos e eficientes, para tanto o planejamento da arquitetura do sistema é provavelmente o aspecto mais importante. O *software* denominado de supervisório, é então o caminho e a tecnologia mais indicada para visualizar e operacionalizar qualquer processo industrial ou comercial. A parte humana no processo, passou a ser o trabalho de projetista ao criar as telas gráficas, desde as configurações dos

comandos até a indicação de operacionalização da planta com maior facilidade, variando conforme o processo a ser controlado.

Os sistemas supervisórios vêm, ao longo dos últimos anos, ganhando espaço em praticamente todos os segmentos de controle e monitoração, onde até então seu uso era inviável, seja pelo preço dos sistemas (que eram totalmente importados), seja pela falta de profissionais habilitados em projetá-los e implementá-los. (JURIZATO; PEREIRA, 2003, p. 106)

Conforme JURIZATO e PEREIRA (2003), a viabilidade dos sistemas supervisórios veio com o desenvolvimento da tecnologia nacional nesse setor, bem como a fácil implantação que exige pouco investimento em *hardware e software*, bem como a não obrigatoriedade de profissionais treinados no exterior para realizar manutenções.

Para o projeto da termografia na análise de vazamentos em tubos de aerossol, o sistema supervisório é essencial na validação e constatação do processo, afinal a tela gráfica, será a responsável por indicar a quantidade de tubos expulsos e aprovados na linha de produção, histórico desses produtos por lote, e manter as informações no banco de dados da empresa, para futuras consultas, soluções e melhoras na produtividade.

2.6 PROCESSO DO BANHO-MARIA EM TUBOS DE AEROSSOL

De acordo com a *Metal Oxide- semiconductor (Semicondutor de metal-óxido)*

ONU (Organização das Nações Unidas), todo tubo envazado com aerossol deve ser submetido à um banho de água quente ou outro método alternativo aprovado pelo órgão regulador que possa garantir os mesmos requisitos, afim de garantir a segurança, ao verificar a integridade física da estanqueidade e resistência do aerossol.

Os parâmetros para ensaio em banho-maria atribuídos pela

Metal Oxide- semiconductor (Semicondutor de metal-óxido)

ONU são os seguintes:

[...] 1. A temperatura da água e a duração do ensaio devem ser tais que a pressão interna atinja aquela que seria obtida a 55°C (50°C, se a fase líquida não ultrapassar 95% do conteúdo do aerossol a 50°C). Se o conteúdo for sensível ao calor, ou se o recipiente do aerossol for feito de material plástico que amoleça à temperatura de ensaio, a temperatura do banho deve ficar entre

55°C e 60°C, mas, adicionalmente, a cada 2 mil recipientes, um (1) deve ser submetido a ensaio, a uma temperatura mais elevada.

2. Não deve ocorrer nenhum vazamento nem deformação permanente em um aerossol. Só é aceitável no caso de recipientes plásticos que podem sofrer deformação por amolecimento, desde que não exista vazamento [...].

Com base na observação da linha de produção da empresa Baston, o processo de verificação através do banho-maria necessita de um colaborador 100% atento na avaliação dos tubos, além de exigir um amplo espaço físico. Por se tratar de um processo que demanda recursos humanos, é passível de apresentar um expressivo número de erros, afinal uma pequena falta de atenção pode acabar validando um produto com defeito, pois em alguns casos a temperatura da água dilata o tubo aerossol e pode ocorrer a vedação e estancamento do furo, fazendo com que o produto seja aprovado, e só venha a ser identificado o problema no destino final, que são os consumidores.

Ainda através de observação da linha de produção da empresa em que o projeto será aplicado, identifica-se a possibilidade de acúmulo residual de água nas fendas das latas e válvulas e mesmo adotando um processo de passagem de ar comprimido para a retirada desses resíduos, alguns acabam permanecendo nos tubos e ocasionam ferrugem e oxidação.

Segundo a regulamentadora FEA, os banhos de água quente não devem ser desligados quando cheios com latas, na sequência ao banho deve-se imediatamente direcionar as latas para uma estação de ar-explosão, coberta para remover a água do copo da válvula e latas e, seguir para uma mesa de acumulação. A mesa deve ser mantida bastante vazia de modo que, se ocorrer um problema as latas no tanque quente possam ser suavemente descarregadas sobre a mesa de acumulação, evitando assim o sobreaquecimento.

O banho a quente (Banho-maria) é muito criticado e os principais apontamentos são o grande espaço físico utilizado, consumo de água e energia, questões de segurança durante o processo e posterior, inadequação para testar o vazamento de produtos sensíveis ao calor, questões com detecção manual de vazamento e assim por diante. Devido a identificação desses pontos não favoráveis a esta técnica e o grande avanço da tecnologia, vê-se a importância de buscar métodos alternativos, que apresentem mais eficiência tanto para assegurar custos mais baixos, quanto maior segurança na linha de produção e entrega de um produto confiável ao consumidor. Desde que se consiga homologar junto aos órgãos reguladores, o

método que identifica o vazamento de tubos aerossóis através da termografia apresenta-se como uma opção, por através do emprego de tecnologia permitir a redução de custos, reduzindo o espaço físico necessário para tal análise, redução de mão de obra e desperdício de materiais, proporcionando também maior agilidade na linha produtiva, armazenamento de dados dos produtos que apresentaram defeito permitindo a identificação e melhora, maior confiabilidade de qualidade do produto entregue ao consumidor final, e economia de recursos naturais.

3 DESENVOLVIMENTO

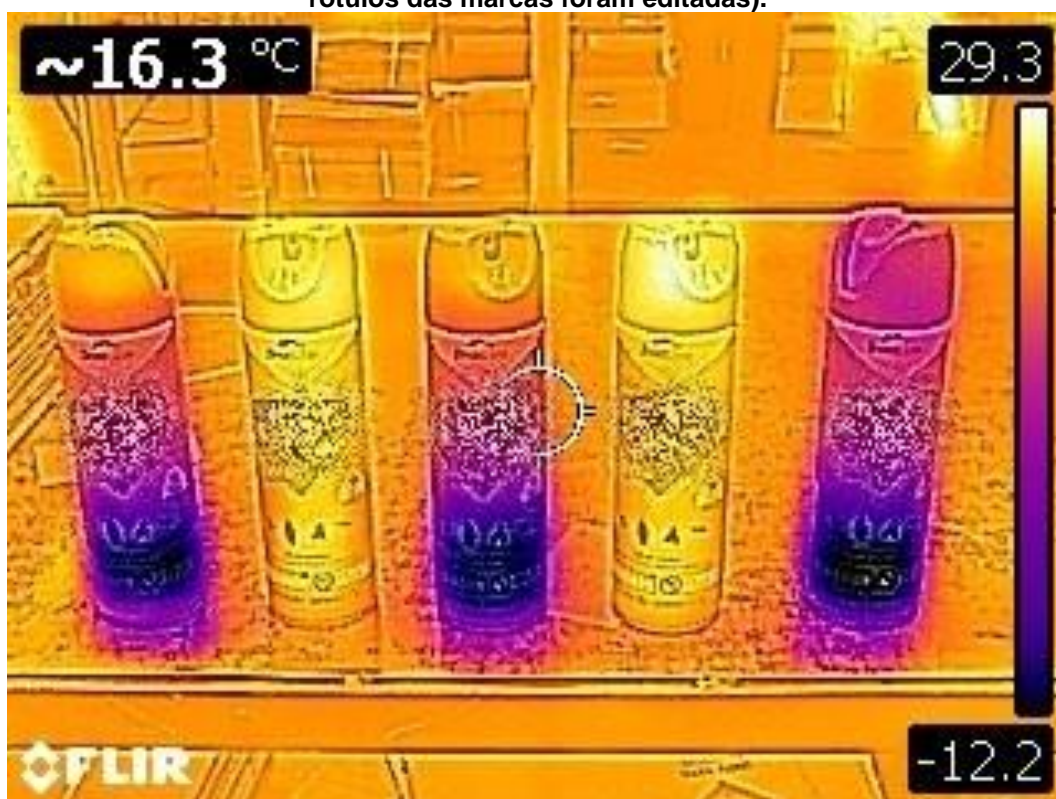
Nesta seção serão apresentados os estudos, testes e resultados práticos de cada etapa da implantação da termografia na identificação de vazamentos em tubos aerossóis, dentre elas: os equipamentos utilizados, funções internas do sistema e programação.

3.1 ESTUDO DA CÂMERA FLIR AX8 PARA DETECÇÃO DE VAZAMENTO DOS GASES

Para as primeiras análises de tubos com vazamento utilizando câmeras termográficas, sendo elas a FLIR C2 e TG165 observou-se que os tubos que continham vazamento de gases apresentaram temperaturas inferiores aos tubos normais, o que também ocorreu quando utilizada a FLIR AX8.

A Figura 1 representa a comparação de tubos normais com tubos que apresentam micro furos. O tubo com vazamento apresentou temperaturas de -12.2°C , sendo visível o congelamento do meio externo do tubo de aerossol.

Figura 1- Comparação entre tubos aerossóis normais e tubos aerossóis com vazamento (os rótulos das marcas foram editadas).



Fonte: Elaborada e editada pelo Autor.

Com base após as análises iniciais realizados com as três câmeras, foi possível definir que a câmera FLIR AX8 é a melhor solução para os fins desse projeto é, devido apresentar as configurações internas necessárias para o bom funcionamento do processo. Dentre essas configurações, encontram-se a geração de alarmes, a possibilidade de ajuste do range de temperatura, a definição de acionamento em temperaturas maiores ou menores que o *setpoint*, fácil comunicação com CLP, envio de imagens ao banco de dados.

A cada acionamento dos alarmes, a câmera captura a imagem do tubo com problema e envia um sinal 24Vcc para um CIs Circuitos Integrados

CLP S7-1200 que interpreta o sinal e aciona uma solenoide de ar comprimido para retirada do tubo. As imagens capturadas são enviadas a um servidor FTP

File Transfer Protocol (Protocolo de transferência de arquivos)

Para testar a robustez da câmera FLIR AX8, foi posta à prova funcionando o tempo todo e constantemente monitorada para averiguar se a velocidade de processamento variava com a eficiência da rede ethernet da empresa sem perder a conexão.

Figura 2- Câmera FLIR AX8.



Fonte: FLIR AX8 Marine Thermal Monitoring System¹

¹ Disponível em: < <http://www.pysystems.ca/product-reviews/products/flir-ax8-marine-thermal-monitoring-system/>> Acesso em: 18 de setembro de 2018.

3.2 DEFINIÇÃO DE ALARMES

A ativação dos alarmes foi realizada utilizando a diferença de temperatura ambiente definida. A cada sinal de alarme, um sinal 24Vcc é enviado ao CIs

Circuitos Integrados

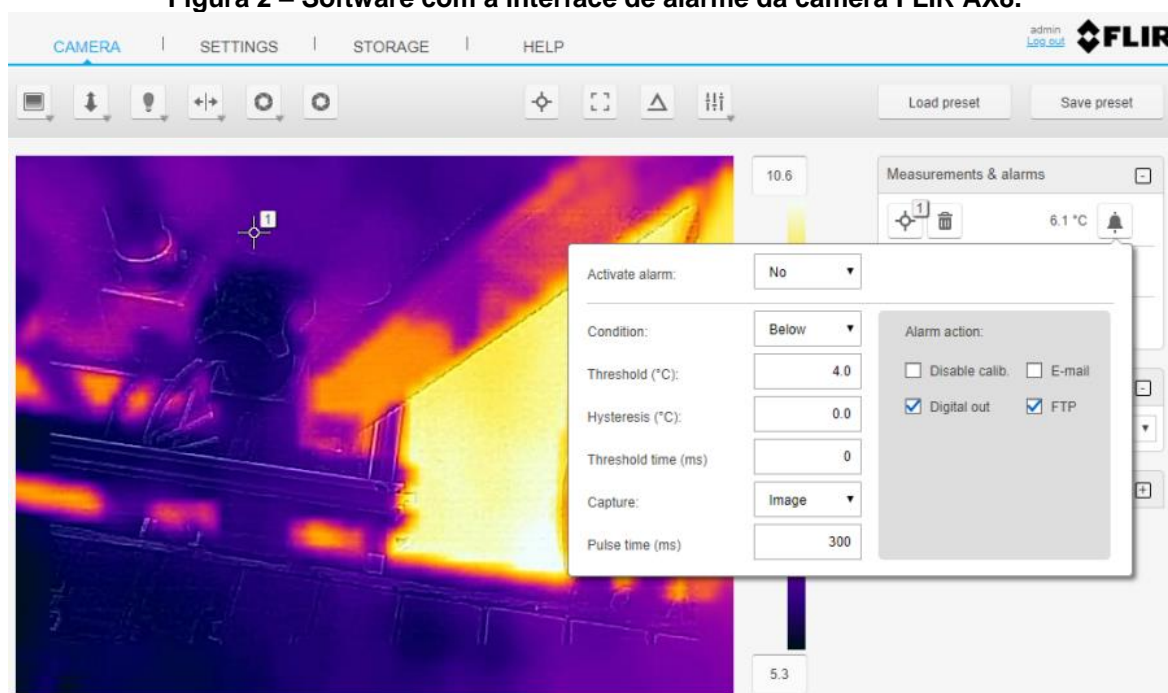
CLP e simultaneamente aciona a solenoide que ativa a válvula de ar comprimido, qual expulsa o tubo com vazamento.

Todos os acionamentos de alarme ocorridos são registrados pelo CLP S7-1200 e simultaneamente contabilizados. Posteriormente esses dados são transcritos no sistema supervisor e alimentam o histórico de todo processo de qualidade, registrando com precisão a quantidade de tubos com vazamentos expulsos na linha de produção.

Devido a velocidade em que a esteira da linha de envase transporta o recipiente, foi definido o acionamento do alarme com range na ordem de 1°C a 2°C abaixo da temperatura ambiente local.

Incorporado ao alarme foi possível definir a histerese do *presset* e escolher a captura de imagens ou vídeos, sendo que o vídeo tem duração de 5 segundos. Também era possível ajustar o tempo de acionamento da saída em milissegundos, estando interligada com a opção digital *out* selecionada, como mostra a interface na Figura 3 e a Figura 4.

Figura 2 – Software com a interface de alarme da câmera FLIR AX8.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Figura 3- Configuração do alarme na interface da câmera FLIR AX8.

Activate alarm:	Yes ▼	
Condition:	Below ▼	Alarm action: <input type="checkbox"/> Disable calib. <input type="checkbox"/> E-mail <input checked="" type="checkbox"/> Digital out <input checked="" type="checkbox"/> FTP
Threshold (°C):	9.0	
Hysteresis (°C):	0.0	
Threshold time (ms)	0	
Capture:	Image ▼	
Pulse time (ms)	300	

Fonte: Elaborada pelo Autor.

A saída digital *output* selecionada na Figura 4 é responsável pelo envio do pulso de sinal 24Vcc com tempo pré-definido no *pulse time*, através de um cabo M12 *Pigtail* de 8 pinos, até a solenoide da válvula responsável pelo sistema de expulsão do recipiente problemático.

O campo *Pulse time (ms)* na Figura 4, corresponde ao tempo em que a saída digital *out* permanece em nível lógico alto a partir da sinalização do alarme. Para definir o tempo ideal do *Pulse time* foram testados diversas variações de tempos ,partindo de 100 milissegundos ,qual não foi o suficiente para derrubar o tubo problemático até chegarmos ao resultado de 300 milissegundos ,tempo ideal para expulsão sem atrapalhar o fluxo de produtividade, juntamente com o sistema de expulsão a ar comprimido e, portanto, funciona especificamente para este projeto, podendo sofrer alterações para outros casos.

O modo FTP *File Transfer Protocol* (Protocolo de transferência de arquivos)

tem por serventia enviar as imagens dos alarmes para um banco de dados do servidor endereçado, deste modo é sobrecarregado a memória interna do aparelho, sendo armazenamos os dados por tempo indeterminado. A configuração do FTP

File Transfer Protocol (Protocolo de transferência de arquivos)

segue basicamente o padrão indicado na Figura 5. A predefinição de usuário, senha e IP do servidor, é realizada através de três elementos, sendo possível o envio direto de informações com a devida eficácia ao banco de dados.

Figura 4- Configuração do FTP

The image shows a configuration window titled "Alarm recipients". It contains the following fields and controls:

- E-mail: user@domain:mailserver-ip-number (with an "Edit" button)
- Authenticate e-mail
- User: (with an "Edit" button)
- Password: (with an "Edit" button)
- FTP: (with an "Edit" button)
- Folder: img (with an "Edit" button)

Fonte: Elaborada pelo Autor.

3.3 MONITORAMENTO TERMOGRÁFICO DA LINHA DE ENVASE

Após testes de monitoramento termográfico na linha de envase, foi identificada uma necessidade para o processo de identificação de tubos com vazamento, que consiste na fabricação de um suporte adequado para posicionar a câmera FLIR AX8 perpendicular à linha de envase.

Com o suporte da câmera na posição adequada, pôde-se observar o processo em tempo real, identificando os tubos que apresentaram vazamento e as diferentes causas dos vazamentos nos tubos produzidos. Os vazamentos são causados normalmente por micro furos ou problemas no encrave das válvulas, deixando uma mínima abertura que possibilita o escoamento dos gases injetados no recipiente.

Para exemplificação da identificação de tubos com vazamento utilizando da tecnologia com câmera termográfica, pode-se explorar detalhadamente a Figura 6, onde é possível visualizar um problema no recrave da válvula no tubo que já está com a tampa. Neste caso a câmera capturou uma temperatura de 7,6°C na região superior do tubo indicando o vazamento do gás. Observa-se também que o tubo está precisamente alinhado com o sistema de expulsão a ar comprimido, qual derruba para lacuna deixada na esteira de forma automática. Isto é contabilizado no banco de dados, não só o número de tubos expulsos, como a causa dessa expulsão.

Figura 5- Exemplo de imagem termográfica de um tubo com problema no recrave da válvula.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

3.4 EXPULSÃO DOS TUBOS PROBLEMÁTICOS

O sistema de expulsão dos tubos foi projetado para ser simples e funcional. Foi desenvolvido com um conjunto uma válvula solenoide 3/2 vias, interligado a um cilindro de ar comprimido, assim sendo construído um jato de ar forte o suficiente para expulsar os tubos problemáticos pela lacuna deixada na esteira.

Para o acionamento do jato de ar foi preciso que o alarme definido na câmera enviasse o sinal 24Vcc através da porta *digital out* até a entrada definida no CIs

Circuitos Integrados

CLP para o acionamento da válvula e a contagem do tubo expulso, como mostrado no apêndice.

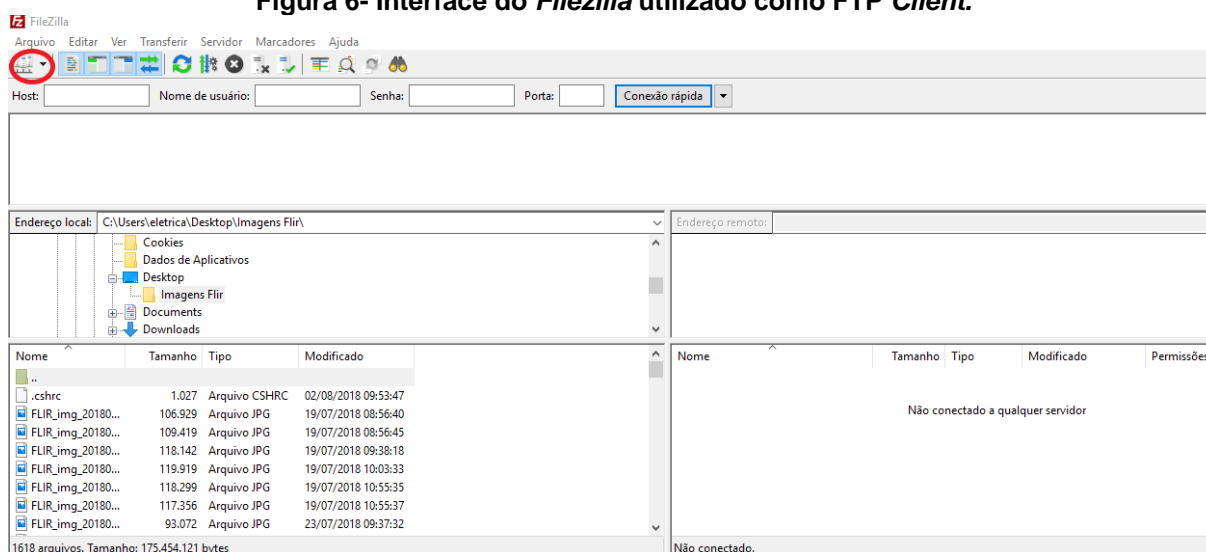
O diagrama localizado no apêndice exemplifica todo o processo de funcionamento do sistema de expulsão de tubos problemáticos através da termografia. O início do processo parte do sinal enviado pelo cabo *pigtail* de 8 vias até os *bornes* correspondentes ao positivo, negativo e sinal. O sinal transmitido do borne chega até a entrada I0.3 do CLP S7-1200 cuja entrada é responsável pelo incremento do contador e acionamento da saída Q0.0 que expulsa o tubo da esteira.

3.5 TRANSFERÊNCIA DAS IMAGENS COLETADAS PARA BANCO DE DADOS

Para realização da transferência das imagens para o servidor do banco de dados da empresa foi utilizado um FTP *File Transfer Protocol* (Protocolo de transferência de arquivos)

Client, como mostra anteriormente a Figura 4. Para intermediação entre o banco de dados e a câmera foi utilizado o programa *Filezilla*. Esta interação permitiu que as imagens enviadas dos alarmes dos tubos problemáticos fossem acessadas e reencaminhadas como cópia para uma pasta específica. Na Figura 7 é demonstrada o acesso ao banco de dados das imagens coletadas com o clique no canto superior esquerdo da tela, indicado com o círculo vermelho.

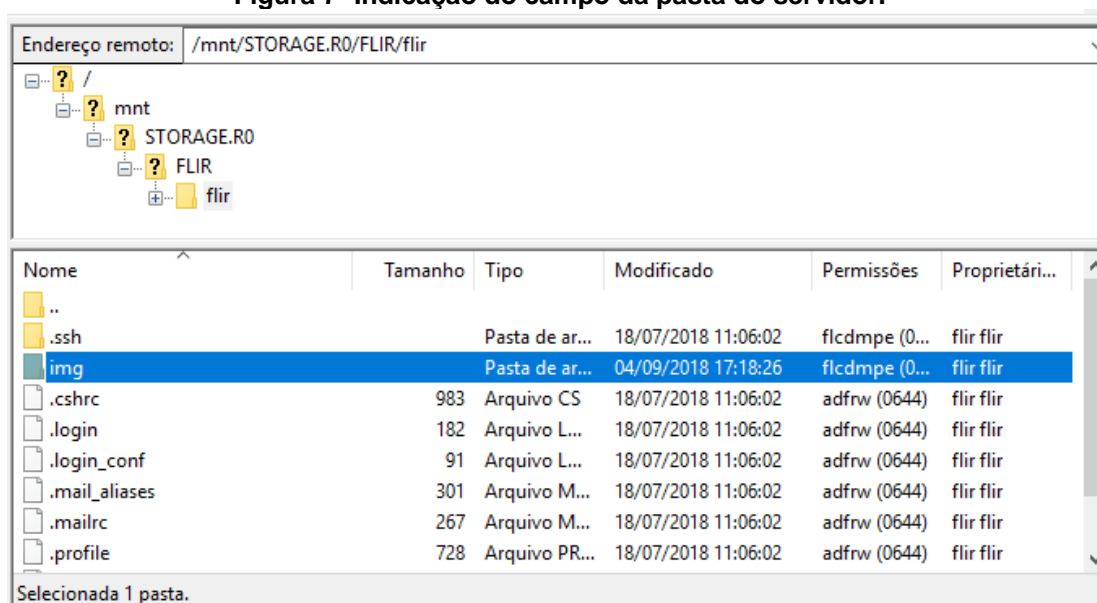
Figura 6- Interface do *Filezilla* utilizado como FTP *Client*.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Os campos indicados na Figura 8 indicam o caminho à pasta *img*, a qual foi selecionada, e nela estavam presentes todas as imagens coletadas pela câmera FLIR AX8 com os respectivos horários e datas de envio.

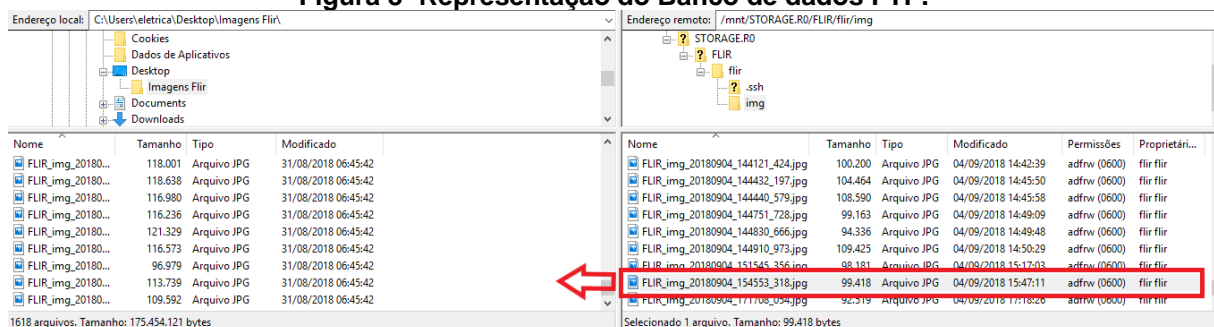
Figura 7- Indicação do campo da pasta do servidor.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Caso necessário a realização da cópia das imagens do banco de dados da câmera, o acesso era realizado pelo lado direito da pasta selecionada. Para extrair as imagens bastou selecionar a imagem desejada e arrastar para o campo ao lado, conforme representado na Figura 9.

Figura 8- Representação do Banco de dados FTP.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

3.6 PROJETO DO SISTEMA SUPERVISÓRIO DO PROCESSO

No decorrer do projeto, foi verificada a necessidade de visualizar os dados gerados dentro do CIs Circuitos Integrados

CLP em tempo real e gerenciá-los junto com o sistema ERP da empresa. Para tanto foi implementado um sistema supervisório, o qual possibilitou gerar um histórico e contagem de tubos envasados, tubos expulsos pela balança e expulsos pela câmera termográfica, sendo que a taxa de variação entre esses itens resulta na produção total, disponibilizada ao mercado consumidor com qualidade e segurança.

Partindo deste pressuposto, foi utilizado um programa em *LADDER* para comandar toda a operação e transferir as informações para as telas do sistema supervisório e então gerenciar todos os dados coletados, como mostram as Figuras 10, 11 e 12. Primeiramente o vínculo dos três contadores de incremento estão ligados aos sensores posicionados em seus respectivos lugares dentro da linha de produção e a câmara FLIR AX8. Foi utilizado na programação blocos de função de contagem, tendo como particularidade o acionamento de uma saída Q assim que o *set* em PV seja alcançado. A memória atribuída saída Q foi utilizada para zerar o contador de modo automático. Caso a ordem de fabricação do dia seja menor que o número descrito em PV, foi atribuído em paralelo a memória um botão de *reset*, os colaboradores foram instruídos a usá-lo assim que a ordem do produto acabar, para que a próxima ordem iniciada tenha a contagem correta.

Figura 9- Programação em *LADDER* para contagem de tubos envasados.

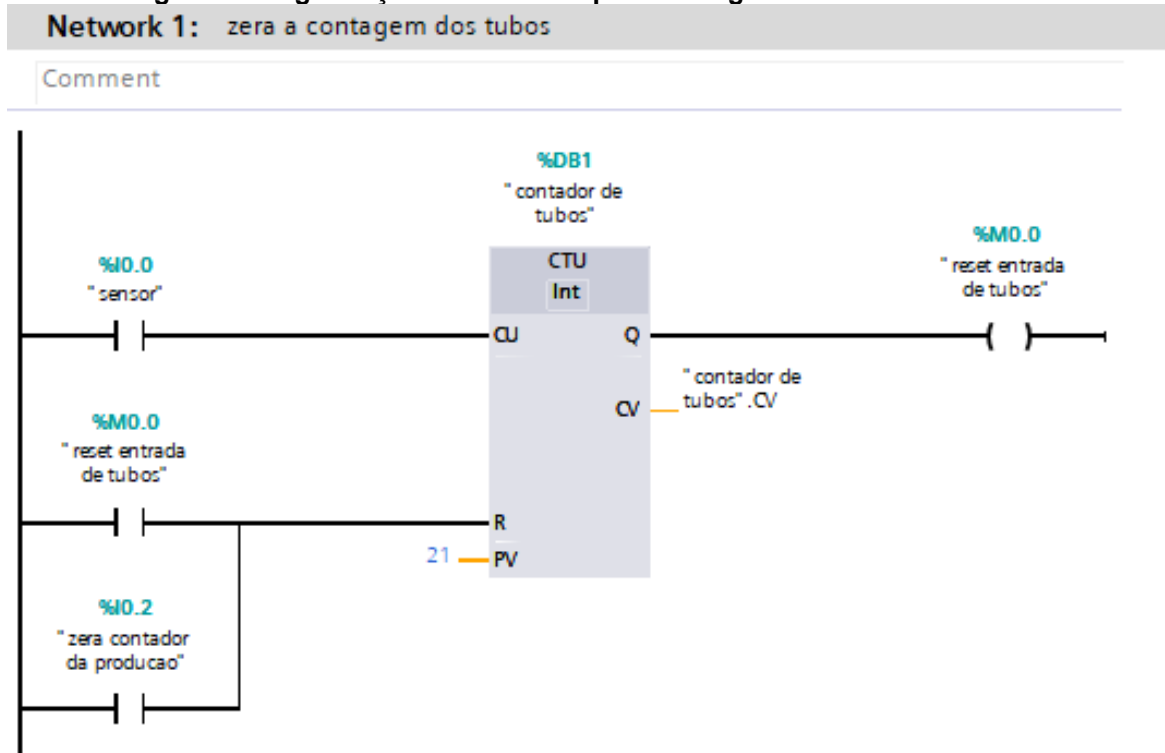


Figura 10- Programação em *LADDER* da contagem de descarte por Termografia.

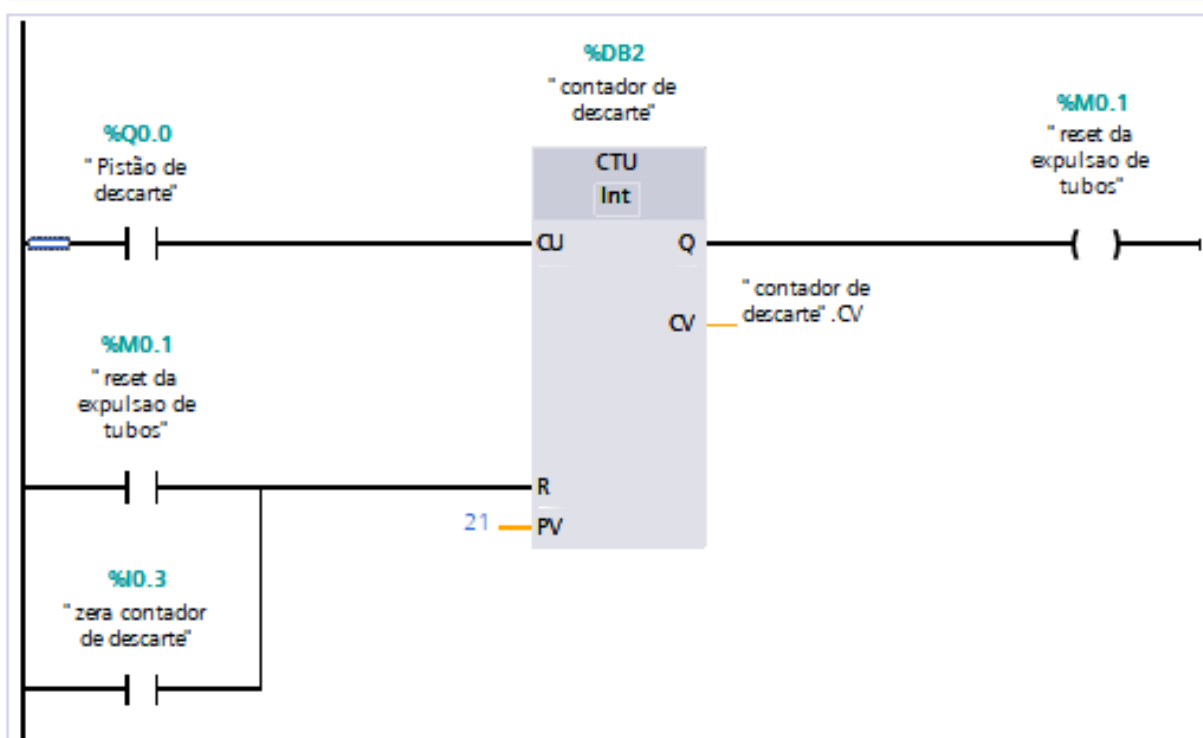
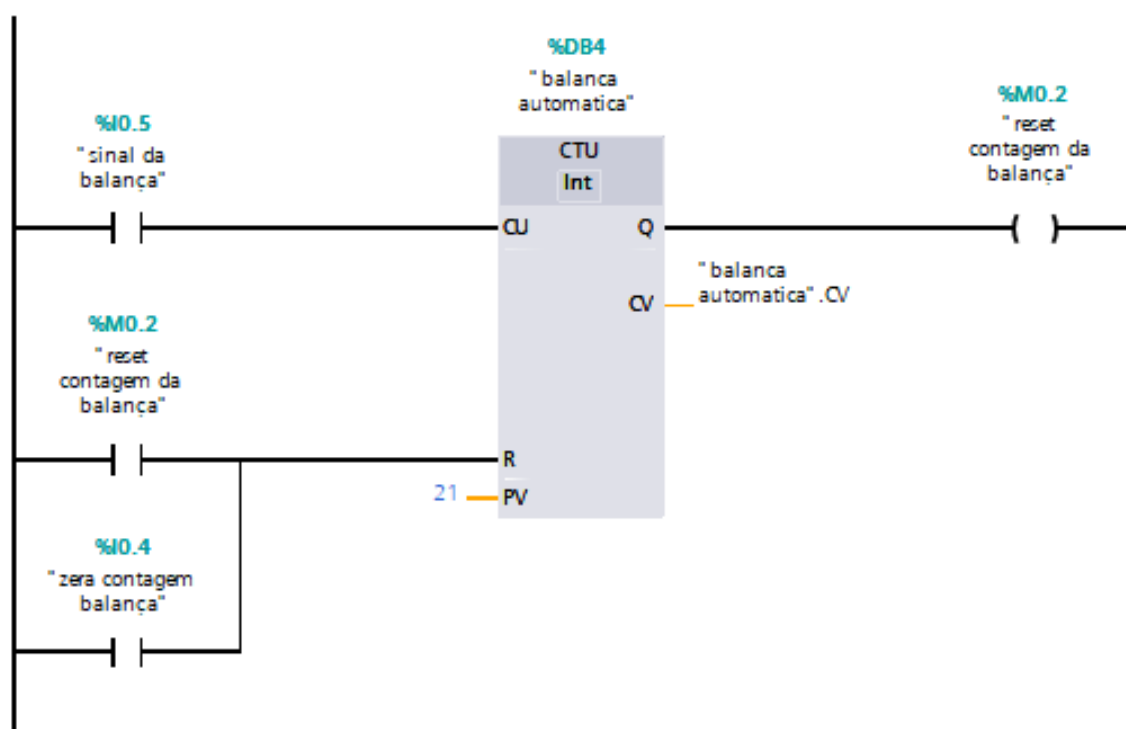


Figura 11- Programação em LADDER da contagem de tubos expulsos pela balança.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

A utilização do bloco de função CTU (Contador Unitário), presentes nas Figuras 10, 11 e 12, proporcionou uma programação mais simples e funcional no *software* TIA portal da *Siemens*, apresentando ótimos resultados quanto a agilidade de processamento e qualidade na aplicação.

O supervisório foi desenvolvido através do WinCC Advanced da Siemens, após a familiarização com o sistema foi construída a tela gráfica com os componentes necessários para o projeto, foram utilizados três displays e a lista de histórico dos dados coletados. Cada display foi associado ao seu bloco de contagem CTU da programação do CLP representadas nas figuras 10,11, e 12 .

A interface gráfica de supervisão dos dados é relativamente simples, porém tende a evoluir junto com o processo produtivo da empresa. Ela tem por finalidade indicar os dados importantes para garantia de qualidade, assegurando e servindo como um reforço para a regulamentação e validação do sistema alternativo ao banho-maria. A Figura 13 ilustra um exemplo da tela gráfica do sistema supervisório.

Figura 12- Interface de visualização do sistema supervisório.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Para que os campos de contabilização indicados na Figura 13, fossem devidamente alimentados, foi criado para cada campo uma *tag* no supervisório, sendo essas associadas as *tags* do CLP. O campo denominado “tubos envasados” determinava a quantidade de tubos que a cabine envasou e transportou através da esteira até a balança automática. Já o campo com denominação “expulsos” pela balança, indicava a quantidade de recipientes retirados da produção por estarem com pesos abaixo ou acima do definido pelo cliente, sendo que este material retirado retornava para retrabalho ou seria descartado. No campo “expulsos” na termografia eram identificados o número de tubos expulsos por problemas no recrave da válvula, micro furos e soldas problemáticas, quantificando os tubos problemáticos durante toda a produção diária. Esses números por sua vez armazenados, alimentam os históricos de rastreabilidade, que somados as imagens dos alarmes, validam o sistema como um todo.

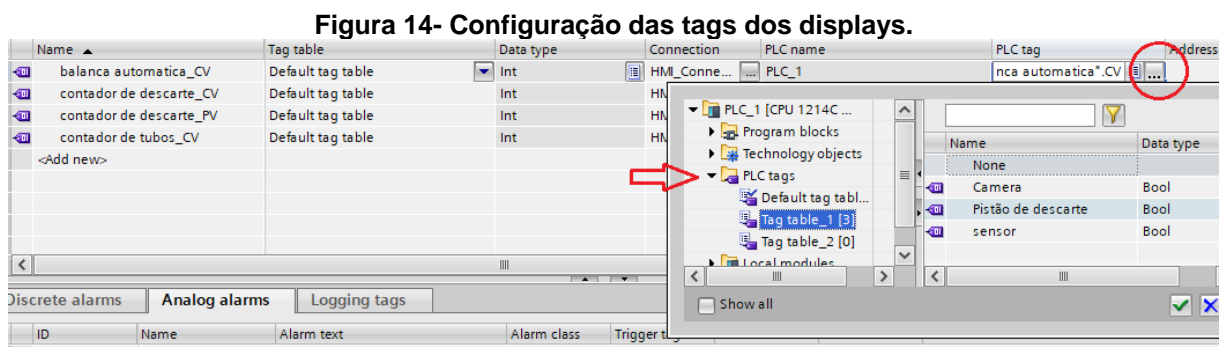
A comunicação entre as *tags* do CLP e os *displays* da Figura 13 foram definidas de acordo como mostra a Figura 14, sendo que a configuração das associações foi bastante intuitiva, não sendo preciso um grande conhecimento do *software* para realização das ações desejadas.

Figura 13- Comunicação entre CLP e sistema supervisório.

Nome	Data type	Connection	PLC name	PLC tag
balanca automatica_CV	Int	HMI_Conne...	PLC_1	"balanca automatica"...
contador de descarte_CV	Int	HMI_Connectio...	PLC_1	"contador de descarte".CV
contador de descarte_PV	Int	HMI_Connectio...	PLC_1	"contador de descarte".PV
contador de tubos_CV	Int	HMI_Connectio...	PLC_1	"contador de tubos".CV

Fonte: Elaborada pelo Autor.

Para a configuração da comunicação entre o CLP e o Sistema Supervisório, foi necessário clicar no campo PLC tag, o qual está circulado em vermelho na Figura 16, posteriormente foi aberta uma caixa de opções, sendo que ao clicar na região indicada pela flecha vermelha, foi aberta opções para associar a tag desejada.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

3.7 COMPARAÇÃO DO SISTEMA TERMOGRÁFICO AO PROCESSO BANHO MARIA

Tendo como objetivo a validação do sistema termográfico como método alternativo ao banho-maria, os órgãos regulamentadores solicitam que sejam feitas comparações entre os métodos quanto a eficiência, viabilidade e segurança. De antemão pode-se notar que o método banho-maria, hoje aceito e indicado, exige um enorme espaço físico, bem como o emprego de mão de obra, o que oferece um grande risco de falha tanto no que tange a segurança quanto à qualidade. A termografia, por sua vez, reduziria espaço e a qualidade estaria de modo geral garantida, bem como a segurança dos colaboradores e futuros consumidores.

No que diz respeito à segurança, o sistema termográfico mostrou-se superior ao banho-maria, pois neste método o funcionário é poupado de riscos físicos como queimaduras ao ter contato com a água quente, e ergonômicos, pois a postura do colaborador para visualização de uma possível bolha causada pelo vazamento é desconfortável. Além da segurança dos funcionários, traz maior segurança aos consumidores, pois o risco de o produto disponibilizado no mercado possuir problemas é bem inferior do que quando se faz necessário a identificação por humanos. Portanto, o sistema termográfico ao seguir as normas da NR-12, evita o contato humano e melhora a segurança de modo geral.

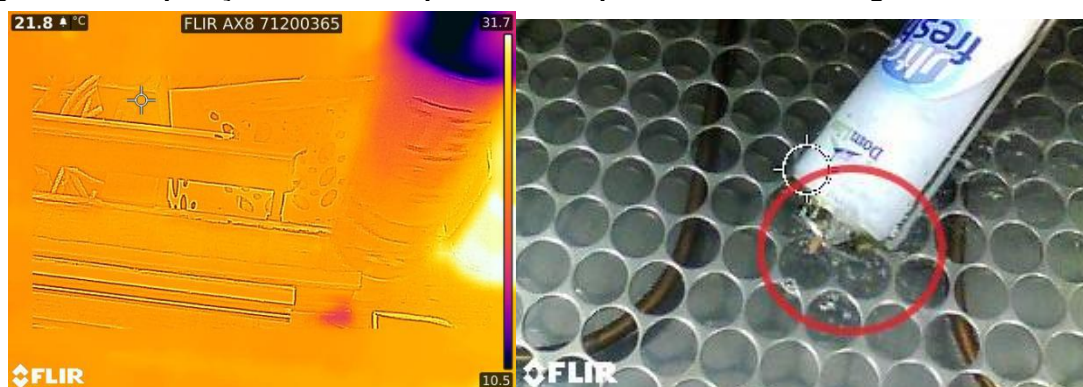
Quanto à eficiência, o método da termografia mostrou-se significativo, visto que o processo e o sistema implantado além de assegurar maior segurança, redução de

custos e espaço físico, apresenta maior agilidade no processo de expulsão dos tubos problemáticos, bem como possibilita gerar relatórios e históricos instantâneos, baseados na quantidade de tubos com vazamento e quais os problemas apresentados.

Em relação a viabilidade do método, a termografia através do sistema implantado e seus equipamentos, apresentou-se superior pela redução de espaço físico, redução de custos com mão de obra, maior agilidade no processo, além disso o custo para instalação é inferior em relação ao banho-maria e não exige muita manutenção.

Para melhor comprovação da eficiência de todo o processo termográfico, foram levados todos os tubos expulsos por ele que apresentavam problemas, seja no encaixe da válvula ou micro furos, falta de vedação interna e externa, para identificação em banho-maria, segue abaixo exemplo da comparação de um tubo problemático nos dois métodos.

Figura 16- Comparação de um tubo problemático pelos métodos termografia e banho-maria.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Pode-se observar que ao mergulhar o produto em banho-maria, apresentaram-se bolhas, melhor visualizadas dentro do círculo vermelho na figura acima, sendo estas decorrentes da presença de um significativo vazamento, com a termografia o mesmo vazamento foi identificado com a temperatura diminuída no ponto em que o tubo apresenta o problema. Mediante a comparação acima apresentada na identificação por ambos os métodos de tubos problemáticos, tem-se a possibilidade de validar o sistema termodinâmico, valendo-se como tecnologia alternativa ao banho-maria, outro ponto analisado nos testes internos da empresa objeto, foi na identificação de falhas do encaixe, que são imperceptíveis a olho nu, e a termografia conseguiu identificar com precisão o ponto do problema, para tanto foram utilizados

os princípios das leis da termodinâmica, porém quando esses tubos são levados até o banho-maria devido à alta temperatura da água a vedação interna do tubo dilata e estanca o vazamento, o que pode gerar a aprovação do tubo que depois de um certo período de tempo volta a vazar e conseqüentemente irá trazer transtorno a empresa e principalmente ao cliente.

Vista a superioridade em todos os quesitos, a operacionalidade do sistema com o cumprimento do que se propõe em fazer eficientemente, com o emprego tecnológico, é bastante provável que se consiga com a execução deste projeto a regulamentação do método junto aos órgãos competentes como uma alternativa ao método banho-maria, garantindo ao ramo um avanço significativo.

4 CONCLUSÃO

Em busca da melhoria nos processos industriais utilizados pelas indústrias químicas de aerossol, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de apresentar uma alternativa sustentável e segura para identificar problemas de vazamento nos tubos de aerossol. Este instrumento foi relevante também ao mostrar uma utilização inédita para a termografia, no ramo de detecção de vazamento de gases, sendo possível depois vários testes realizados na empresa objeto tornaram visíveis os resultados positivos e favoráveis ao novo método, sendo esse então, passível de ser regularizado e validado pelos órgãos para uso, já que o sistema obedece e funciona em conformidade às normas.

Todos os objetivos específicos propostos foram atingidos com excelência, na medida em que a câmera termográfica foi instalada na linha de envase da empresa objeto de estudo, e através dela e do sistema que a envolve foram possíveis a geração de imagens e alarmes, o desenvolvimento do sistema de expulsão de tubos com defeito, geração de histórico, bem como a devida comparação entre o método termográfico e banho-maria. No que se diz respeito ao objetivo geral da pesquisa, foi prontamente atingido e concluído, já que houve o desenvolvimento de um sistema com a tecnologia termográfica, e esta apresentou-se superior ao sistema de banho-maria, através da redução de espaço, economia de mão de obra, controle automático do processo produtivo com maior presteza, segurança a todos os envolvidos, e redução de uso de recursos naturais, todo o resultado alcançado pelo novo modelo e comprovado através dos testes tornam o sistema passível e pronto para receber a homologação junto as agências reguladoras como a FEA (Federação Europeia de Aerossol) e validação pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).

O questionamento sobre se o sistema termodinâmico é realmente confiável e superior ao banho-maria, quanto aos quesitos de eficiência, viabilidade e segurança foram todos evidenciados e comprovados a partir de imagens e testes realizados dentro da empresa, e da comparação entre os métodos. A nova tecnologia apresentou uma superioridade significativa em todos os âmbitos anteriormente descritos, quando possibilitou a redução de espaço, mão de obra e a não necessidade de modificar o layout fabril afim de adequar o banho-maria nas linhas de produção, o que resultaria em diminuição do volume produzido diariamente e aumento de retrabalho até o envio

do produto final ao cliente. A segurança fica garantida tanto aos colaboradores que não mais entrarão em contato com o produto defeituoso, quanto aos clientes que não terão acidentes domésticos decorrente da aprovação indevida de algum tubo aerossol problemático.

Para o desenvolvimento deste instrumento foram utilizados conhecimentos ministrados nas matérias do curso de Tecnologia em Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, dentre elas sistemas supervisórios, informática industrial, controle de processos e automação e controle discreto. A realização do mesmo colaborou para adquirir conhecimentos e apresentar uma nova destinação de uso para termografia, bem como evidenciar a respectiva importância e proveito do emprego tecnológico nas diversas áreas fabris, não houve o interesse de esgotar o assunto, por isso, sugere-se melhor detalhamento e aprofundamento para cada caso específico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A BASTON. Disponível em: < <http://www.baston.com.br/sobre/institucional>>. Acesso em: 20/09/2018.

ALBUQUERQUE, Carlos Jesivan Marques; FORTES, Marcio Zamboti; SOUZA, Marcos Paulo de. AÇÕES PREDITIVAS NA MANUTENÇÃO - TERMOGRAFIA: UMA VISUALIZAÇÃO DE OPORTUNIDADE DE GANHOS ENERGÉTICOS. Rearchgate, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, p.1-7, 28 ago. 2011.

BRAGA, N.C.. Conheça a Família TTL (MEC082). Instituto NBC. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/robotica/3790>>. Acesso em: 16/07/2018.

BRAGA, N.C.. Lição 4 – Famílias de Circuitos Integrados CMOS. Instituto NBC. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/electronica-digital/93-licao-4-familias-de-circuitos-integrados-cmos->>. Acesso em: 16/07/2018.

BRIOSCHI, Prof. Dr. Marcos Leal. A História da termografia: Conceitos Antigos da Produção de Calor. 2002. Disponível em: <<http://www.lla.ifsc.usp.br/art/ahistoriadatermografia.pdf>>. Acesso em: 14/07/2018.

FEDERAÇÃO EUROPEIA DE AEROSSOL. 6.2: Guide on Hot Water Bath Testing and Its Alternatives. 5 ed. Bruxelas: Avenue Herrmann-debroux, 2009. p.31

FLIR AX8 *Marine Thermal Monitoring System*. Disponível em: < <http://www.pysystems.ca/product-reviews/products/flir-ax8-marine-thermal-monitoring-system/>> Acesso em: 18/09/2018.

FRANCHI, C.M.; CAMARGO, V. L. A. de, Controladores Lógicos Programáveis – Sistemas Discretos. 1. ed. São Paulo: Érica, 2008.

JURIZATO, Luís Augusto; PEREIRA, Paulo Sérgio R.. Sistema Supervisório. 2003. Disponível em: <<http://www.centralmat.com.br/Artigos/Mais/sistemasSupervisorios.pdf>>. Acesso em: 15/07/2018.

MOTT, A. O que são Sistemas Supervisórios. 2012. Disponível em: < <https://www.automacaoindustrial.info/o-que-sao-sistemas-supervisorios/>> Acesso em: 17/07/2018.

REIS, F. dos. Portas Lógicas e Tecnologias TTL e CMOS.2016. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/electronica-digital/o-que-sao-portas-logicas/>> Acesso em: 16/07/2018.

SILVA, F. M.; SILVA, G. P. M.. Transistores CMOS, história e tecnologia. 2015. Disponível em: <<https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/8/8e/DLP29006-AE1-Tema2-2015-2.pdf>>. Acesso em: 15/07/2018.

SILVA, Professor Rafael Rodrigues da. História do CLP. 2012. 2 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Automação Industrial, Ufpr, Cornélio Procópio, 2012. Cap. 1.

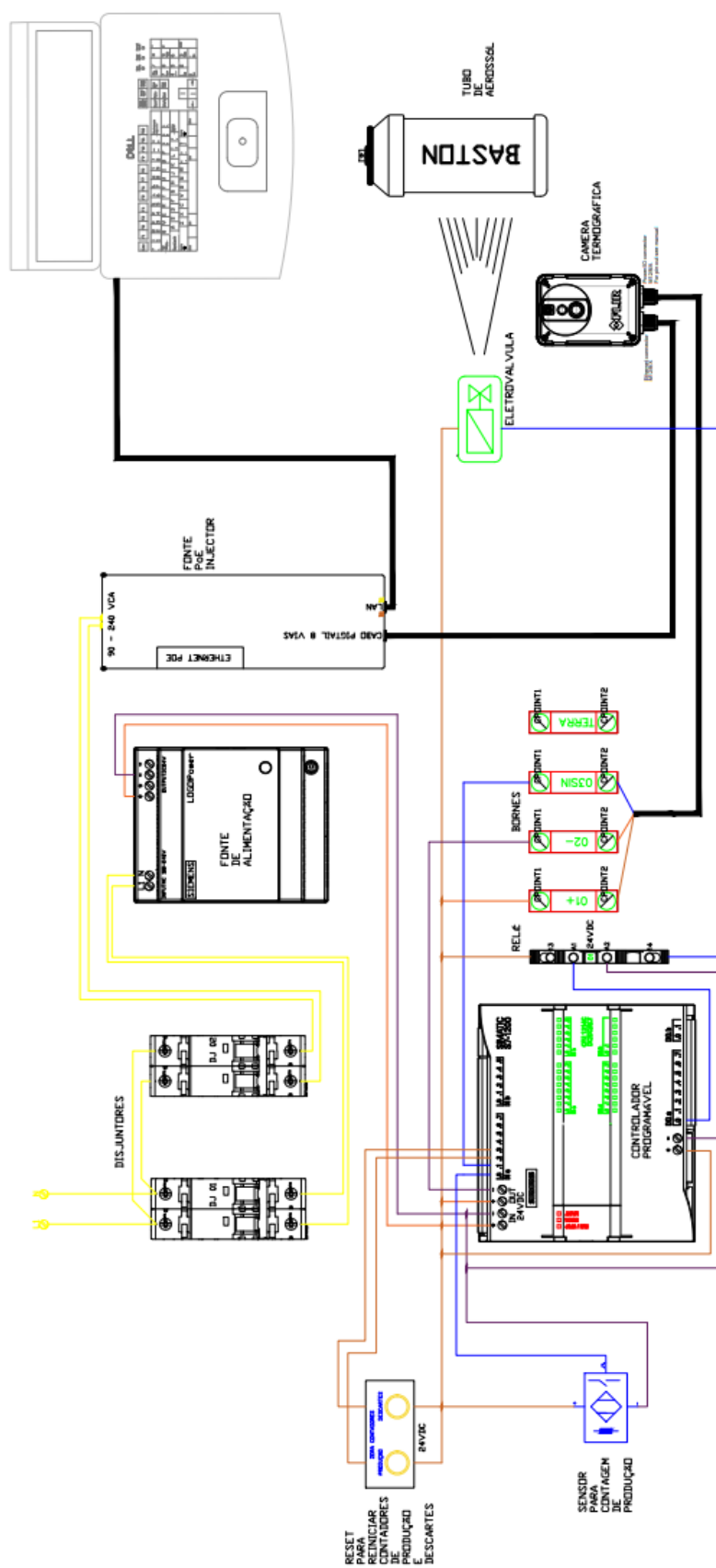
SILVEIRA, P.R., SANTOS, W.E. Automação e controle discreto. São Paulo: Érica, 2008.

SYSTEMS, Flir®. História da empresa. Disponível em: <<http://www.flir.com.br/about/display/?id=55679>>. Acesso em: 18/07/2018.

SYSTEMS, Flir®. Sensor de Temperatura FLIR AX8. Disponível em: <<http://www.flir.com.br/automation/display/?id=65816> >. Acesso em: 18/07/2018.

MEXICO. JUAN NOLASCO. . Ensaio de banho a quente para aerossóis. **Aerosol La Revista**, Cidade do Mexico, v. 1, n. 1, p.1-3, 13 ago. 2014. Disponível em: <<http://aerosollarevista.com/2014/08/ensaio-de-banho-quente-para-aerossóis-primeira-parte/>>. Acesso em: 14 out. 2018.

APÊNDICE 1: DIAGRAMA ELÉTRICO DO PAINEL DE COMANDO DO PROJETO TERMOGRÁFICO.



Fonte: Elaborada pelo Autor.