



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
UNIDADE ARAXÁ**

**NAYARA NATANE DA SILVA VALERIANO**

**CONTROLE E SIMULAÇÃO DE UM AMBIENTE DE FILTRO DE  
MANGAS DE UMA PLANTA INDUSTRIAL DE ALUMÍNIO EM PÓ**

**ARAXÁ/MG**

**2016**

**NAYARA NATANE DA SILVA VALERIANO**

**CONTROLE E SIMULAÇÃO DE UM AMBIENTE DE FILTRO DE  
MANGAS DE UMA PLANTA INDUSTRIAL DE ALUMÍNIO EM PÓ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Automação Industrial, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais-CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Orientador: Prof. Me. Alexandre Dias Linhares

Co-orientador: Prof. Me. Luis Paulo Fagundes

**ARAXÁ/MG**

**2016**

**NAYARA NATANE DA SILVA VALERIANO**

**CONTROLE E SIMULAÇÃO DE UM AMBIENTE DE FILTRO DE  
MANGAS DE UMA PLANTA INDUSTRIAL DE ALUMÍNIO EM PÓ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Automação Industrial, do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Araxá, 28 de junho de 2016.

---

**Presidente e Orientador:** Prof. Me. Alexandre Dias Linhares  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade Araxá

---

**Membro Titular:** Prof. Me. Luis Paulo Fagundes  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade Araxá

---

**Membro Titular:** Prof. Dr. Sávio Domingos  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade Araxá

---

**Membro Titular:** Prof. Dr. Alexandre Moraes de Oliveira  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG – Unidade Araxá



**Serviço Público Federal**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL/ ARAXÁ**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC – ATA DE DEFESA**

**ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL da aluna *Nayara Natane S. Valeriano***

Às 15h50min do dia 28 de junho de 2016 reuniu-se, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG/ Unidade Araxá, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso para julgar, em exame final, o trabalho intitulado **CONTROLE E SIMULAÇÃO DE UM AMBIENTE DE FILTRO DE MANGAS DE UMA PLANTA INDUSTRIAL DE ALUMÍNIO EM PÓ** como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Engenheiro de Automação Industrial. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Me. Alexandre Dias Linhares, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final.

Após a reunião da Banca Avaliadora, a candidata foi considerada: APROVADA Com nota final de: 85 / 100.

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela Presidente da Comissão. A aluna abaixo-assinado declara que o trabalho ora identificado é da sua autoria material e intelectual, excetuando-se eventuais elementos, tais como passagens de texto, citações, figuras e datas, desde que as mesmas identifiquem claramente a fonte original, explicitando as autorizações obtidas dos respectivos autores, quando necessárias. Declara ainda, neste âmbito, não estar a violar direitos de terceiros.

Nayara Natane S. Valeriano  
*Nome da aluna*

Valeriano  
*assinatura*

Araxá, 28 de Junho de 2016.  
*local e data*

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou os trabalhos e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Araxá, 28 de junho de 2016.

Linhares  
Prof. Me. Alexandre Dias Linhares (Orientador)

Luiz Paulo Fagundes  
Prof. Me. Luiz Paulo Fagundes

Resende  
Prof. Dr. Domingos Sávio de Resende

Alexandre Morais de Oliveira  
Prof. Dr. Alexandre Morais de Oliveira

### **DEDICO ESTE TRABALHO**

*A minha família, especialmente ao meu esposo que esteve sempre junto, oferecendo todo o amor e carinho necessários, dando apoio sendo compreensivo, a minha mãe que rezou muito por mim e sempre acreditou na minha conquista, as minhas melhores amigas pelas palavras de conforto nas horas difíceis e a todas as pessoas que presenciaram minha perseverança, dedicação e as dificuldades enfrentadas durante todos esses anos e, que sempre me fizeram acreditar na realização dos meus sonhos e torceram muito para que eu pudesse realizá-los.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus toda a benção e por ter guiado meus passos todos estes anos. A toda a minha família por ter compreendido muitas vezes minha ausência nas reuniões, por me dar forças para vencer os momentos difíceis; coragem para continuar superando as dificuldades e paciência para não me entregar ao desânimo diante das minhas fraquezas. A instituição CEFET - MG por ter me acolhido e ter me proporcionado tanto aprendizado e experiência, aos professores do curso de Engenharia de Automação Industrial pela paciência e dedicação. Aos meus amigos e colegas pela força e incentivo. A empresa DBR Engenharia por ter me dado a oportunidade de alcance profissional e pela confiança.

À minha mãe Neusa de Lourdes da Silva, aos meus irmãos Nayane Natália Silva e Leonardo da Silva Cândido, ao meu esposo Oracílio Moisés Matias, as minhas melhores amigas Kamila Cristina Gaspar e a Natânea Caroline Guimarães.

Ao meu orientador Alexandre Dias Linhares e ao meu co-orientador Luis Paulo Fagundes pelo incentivo, pelas cobranças, por me mostrarem o melhor caminho a ser seguido e por acreditar neste trabalho.

Enfim a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para que este sonho fosse realizado e para que mais esta conquista fosse possível.

*O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou,  
mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.*

*Abraham Lincoln*

## RESUMO

Este trabalho propõe a implementação do controle e simulação de um ambiente de filtro de mangas de uma planta industrial de alumínio em pó em ambiente acadêmico. Este projeto referencia-se no processo da Fábrica Brasileira de Metais (FBM), localizada na cidade de Araxá-MG, que propôs um estudo da implementação de um sistema supervisório. Em vista do exposto neste trabalho, aventa-se a seguinte hipótese explicativa: se a implementação de um sistema supervisório por meio do uso de software disponível para simulação na instituição de ensino, poderia promover melhorias na acessibilidade das informações de um processo, dada a integração entre filtros tipo mangas e o ambiente corporativo. Conforme se nota, o fato que serve de motivação para este trabalho se configura enquanto um aprimoramento do processo produtivo, com vistas a aperfeiçoar as técnicas de promoção à informação. Para isso ser possível, será necessário executar alguns passos de pesquisa, quais sejam: conhecer o processo de fabricação de alumínio em pó; analisar o funcionamento de todos os instrumentos, dispositivos e equipamentos que formam a planta; descrever todas as variáveis envolvidas no processo, o nível de importância entre elas e qual a influência direta entre elas e o processo; organizar uma listagem da quantidade de variáveis de entrada e de saída que serão trabalhadas neste projeto; verificar as condições e a disponibilidade do software que será fornecido pela instituição de ensino para simulações necessárias. Com a implantação de um sistema supervisório, com o objetivo de permitir o controle e a simulação de um ambiente de filtro de mangas de uma planta industrial de alumínio em pó em ambiente acadêmico, proporcionando à fábrica uma melhora na qualidade e na acessibilidade dos dados de produção.

**Palavras-chave:** Filtro de manga; Supervisório; Variável de Processo; RS Linx; Intouch; Controlador Lógico Programável.

## ABSTRACT

This paper proposes the implementation of control and simulation of a sleeves filter environment of an industrial plant of powdered aluminum in an academic environment. This project is based on the process of the Fábrica Brasileira de Metais (FBM), located in Araxá, Minas Gerais, which proposed a study of the implementation of a supervisory system. In view of the foregoing, this work might speculate the following explanatory hypothesis: if the implementation of a supervisory system by using available software for simulation in the education institution, could make improvements accessibility of information of a process, due to the integration of bag filters in a corporate environment. As noted, the fact that motivation this work is configured as an enhancement to the production process, in order to enhance the promotion techniques to information. To make it possible, it is essential to perform some search steps, namely: knowing the aluminum manufacturing process powder; analyzing the operation of all instruments, devices and equipment that make up the plant; describing all the variables involved in the process, the level of importance between them and what the direct influence between them and the process; organizing a listing of the amount of input and output variables that will be worked on this project; checking the condition and availability of the software that will be provided by the educational institution for necessary simulations. By implementing a supervisory system, in order to allow control and simulation of a sleeves filter environment of an industrial plant of powdered aluminum in an academic environment, providing the plant an improvement in the quality and accessibility of production data.

**Keywords:** Sleeve Filter; Supervisory; Process Variable; RS Linx; Intouch; Programmable Logical Controller.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Equipamentos do processoCedido em: 16 dez. 2014 pela empresa FBM. ....	14
Figura 2: Vazamento do alumínio no forno em estado líquido. Fonte: Autoria própria.....	15
Figura 3: Vazamento do alumínio no forno em estado líquido, vista mais aproximadaFonte: Autoria própria.....	15
Figura 4: Etapa de armazenamento e expediçãoFonte: Autoria própria .....	16
Figura 5: Fluxograma do processo produtivo da fábrica. Cedido em: 16 dez. 2014 pela empresa FBM.....	17
Figura 6: Esquema básico de uma comunicação entre o campo de trabalho e a estação de controle. Disponível em: <a href="http://www.controlglobal.com/articles/2008/315">http://www.controlglobal.com/articles/2008/315</a> . Acesso em: 11 jun. 2016 .....	18
Figura 7: Painel de acionamento, vista frontal e externa.Fonte: Autoria própria.....	19
Figura 8: Painel de acionamento, vista frontal e interna.Fonte: Autoria própria. ....	20
Figura 9: Filtro de mangas da FBM. Cedido em: 21 abril. 2016 pela empresa FBM. ....	21
Figura 10: Comparação das emissões dos filtros de mangas.Cedido em: 16 dez. 2015 pela empresa FBM.....	22
Figura 11: Controlador eletrônico.Fonte: Autoria própria .....	24
Figura 12: Exemplo de uma tela de supervisório. Disponível em: <a href="http://prismann.com/automacao-de-usinas-de-asfalto-e-de-solos/">http://prismann.com/automacao-de-usinas-de-asfalto-e-de-solos/</a> . Acesso em 06 set. 2015. .....	28
Figura 13: Controlador Lógico Programável.Fonte: Autoria própria.....	29
Figura 14: Conexão entre um CLP e um sistema supervisório.Disponível em: <a href="http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfOtQAI/supervisorios/IFES">http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfOtQAI/supervisorios/IFES</a> . Acesso em: 11 jun. 2016 .....	30

Figura 15: Controlador Programável Rockwell Control Logix,Controlador Lógico Programável(PLC) 5 e Controlador Lógico da Rockwell (SLC) 500.Fonte: Autoria própria.....	31
Figura 16: Exemplo de entrada analógica, sensor medindo a variável nível.Disponível em: <a href="http://blogdatecmer.blogspot.com.br/2012/09/detector-de-nivel-ultrasonico.html">http://blogdatecmer.blogspot.com.br/2012/09/detector-de-nivel-ultrasonico.html</a> . Acesso em: 11 jun. 2016 .....	311
Figura 17: Exemplo de uma entrada discreta, chave fim de curso. Disponível em: <a href="http://www.digel.com.br/novosite/index.php?page=shop.product_details&amp;flypage=flypage.tpl&amp;product_id=30&amp;category_id=11&amp;option=com_virtuemart&amp;Itemid=73">http://www.digel.com.br/novosite/index.php?page=shop.product_details&amp;flypage=flypage.tpl&amp;product_id=30&amp;category_id=11&amp;option=com_virtuemart&amp;Itemid=73</a> . Acesso em: 23 dez.2014 .....	32
Figura 18: Exemplo de saída analógica, válvula proporcional. Disponível em: <a href="http://pt.wikibooks.org/wiki/Mec%C3%A2nica_dos_fluidos/V%C3%A1lvulas_de_controle">http://pt.wikibooks.org/wiki/Mec%C3%A2nica_dos_fluidos/V%C3%A1lvulas_de_controle</a> . Acesso em: 23 dez.2014 .....	33
Figura 19: Exemplo de saída discreta, válvula solenóide.Disponível em <a href="http://www.solenoidvalve.com.br/1-1-solenoid-valve.html">http://www.solenoidvalve.com.br/1-1-solenoid-valve.html</a> . Acesso em: 23 dez.2014 .....	333
Figura 20: Tomada de filtragem na etapa de peneiramento e classificação. Fonte: Autoria própria.....	35
Figura 21: Silo de armazenamento de partículas. Fonte: Autoria própria.....	355
Figura 22: Tomada de filtragem na etapa de vazamento do forno.. Fonte: Autoria própria ....	36
Figura 23: Ambos os filtros situados na parte externa da fábrica. Cedido em: 21 abril. 2016 pela empresa FBM .....	366
Figura 24: Tela do software RSLogix 5000, evidenciando a criação das tag's no programa e as sub rotinas criadas. Fonte: Autoria própria.....	43
Figura 25: Tela do software RSLogix 5000, evidenciando a criação das tag's no programa e as sub rotinas criadas. Fonte: Autoria própria.....	433

Figura 26: Tela do software RSLogix 5000, no MainRoutine foram chamadas todas as sub rotinas criadas para a sequência correta de acionamento. Fonte: Aatoria própria.....	444
Figura 27: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO- 01 do FT-01. Fonte: Aatoria própria. ....	455
Figura 28: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO- 01 do FT-01. Fonte: Aatoria própria. ..	455
Figura 29: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento do motor de exaustão MO-02 do FT-01. Fonte: Aatoria própria. ....	466
Figura 30: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-01. Fonte: Aatoria própria. ....	47
Figura 31: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-01. Fonte: Aatoria própria. ....	48
Figura 32: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-01. Fonte: Aatoria própria. ....	48
Figura 33: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-01. Fonte: Aatoria própria. ....	49
Figura 34: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO- 03 do FT-02. Fonte: Aatoria própria. ....	500
Figura 35: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO- 03 do FT-02. Fonte: Aatoria própria. ..	500
Figura 36: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento do motor de exaustão MO-04 do FT-02. Fonte: Aatoria própria. ....	511
Figura 37: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-02. Fonte: Aatoria própria. ....	522
Figura 38: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-02. Fonte: Aatoria própria. ....	533

Figura 39: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-02. Fonte: Autoria própria. ....	533
Figura 40: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-02. Fonte: Autoria própria. ....	544
Figura 41: Tela do software Intouch, criação das tag's e suas respectivas configurações no Tagname Dictionary. Fonte: Autoria própria. ....	555
Figura 42: Tela do software Intouch, representação gráfica do processo. Fonte: Autoria própria.....	566
Figura 43: Tela do software Intouch, representação dos faceplates dos motores. Fonte: Autoria própria.....	577
Figura 44: Representação dos softwaresRSLogixEmulate 5000 e RSLinxClassic utilizados para permitir a comunicação entre RSLogix 5000 e Intouch. Fonte: Autoria própria. ....	58
Figura 45 - Acionamento do motor de exaustão do FT-01. Fonte: Autoria própria.....	59
Figura 46 - Acionamento do motor de exaustão do FT-02. Fonte: Autoria própria.....	60
Figura 47 - Pressão máxima atingida, acionamento das válvulas solenóides e do motor da válvula rotativa do FT-01. Fonte: Autoria própria .....	611
Figura 48- Pressão máxima atingida, acionamento das válvulas solenóides e do motor da válvula rotativa do FT-02. Fonte: Autoria própria .....	622
Figura 49 - Pressão normalizada, desligamento das válvulas solenóides e do motor da válvula rotativado FT-01. Fonte: Autoria própria .....	633
Figura 50 - Pressão normalizada, desligamento das válvulas solenóides e do motor da válvula rotativado FT-02. Fonte: Autoria própria .....	644
Figura 51 - Desligamento do motor de exaustão do FT-02. Fonte: Autoria própria.....	655
Figura 52 - Desligamento do motor de exaustão do FT-01. Fonte: Autoria própria.....	666
Figura 53 - Mensagem de limite excedido de criação de tag's. Fonte: Autoria própria .....	677

## **LISTA DE TABELAS E QUADROS**

Quadro 1: Quadro explicativo das dimensões da malha e abertura da mesma. Cedido em: 18 março. 2016 pela empresa FBM .....	23
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMD	Advanced Micro Devices
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CLP	Controlador Lógico Programável
CPU	Central Processor Unit
DH+	Rede Data Highway Plus
E/S	Entrada e Saída
FBM	Fábrica Brasileira de Metais
FT	Filtro
IEC	InternationalElectrotechnicalCommission
IHM	Interface Homem Máquina
IP	Internet Protocol
ISA	InternationalSocietyof Automation
mA	Miliampere
MG	Minas Gerais
MO	Motor
OPC	Ole for Process and Control
PDIT	Transmissor e Indicador Diferencial de Pressão
pH	Potencial Hidrogeniônico
PID	Proporcional Integral e Derivativo
TCP	TransmissionControl Protocol
Vcc	Tensão de Corrente Contínua
XV	Válvula

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>68</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÃO TRABALHO FUTURO.....</b>	<b>70</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>71</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, na indústria, tem-se a necessidade de monitorar os dados de forma a se ter o máximo possível de informações com o menor tempo possível. Para tanto, a implementação de um sistema supervisório reduz a dimensão dos painéis e melhora a interface homem-máquina, diminui a distância que existe entre o operador e as diversas variáveis de um processo, pois, dessa forma, a informação fica centralizada, ou seja, o operador tem acesso imediato às variáveis reais do processo.

Logo, um sistema supervisório, coleta a todo instante várias informações por meio de equipamentos de aquisição de dados. Esses dados são, em seguida, manipulados, analisados, armazenados e, posteriormente, apresentados ao usuário, com vistas a aperfeiçoar o processo de produção.

Com efeito, essa centralização das informações de produção em um único lugar evita o desgaste desnecessário do trabalhador, que de tempos em tempos, tem que ir colher as informações pessoalmente no campo. Além disso, proporciona rápida visualização do processo, permitindo diagnosticar imediatamente uma falha, defeito ou um status indesejável e tomar decisões rapidamente antes que qualquer problema gere um transtorno maior e comprometa a qualidade do sistema. Essas técnicas podem ser adotadas para diversos casos gerais e/ou específicos, uma vez que os avanços da automação informatizada estão no mercado para o profissional da área usufruir com o intuito de melhorar cada vez mais a qualidade e o gerenciamento dos processos.

Logo, o desenvolvimento deste projeto se justifica, haja vista os benefícios que a implementação de um sistema supervisório na empresa pode proporcionar no monitoramento e no rastreamento das informações no processo produtivo, isto é, na melhoria da acessibilidade das informações.

Em vista do exposto, parte-se, neste projeto, do seguinte questionamento: o controle e a simulação entre filtros tipo mangas e o ambiente corporativo de uma fábrica de alumínio em pó, por meio de um sistema supervisório, poderá propiciar melhorias na acessibilidade das informações?

Com essa implementação, toda a empresa, os responsáveis pelo negócio, o setor de gerência, os operadores e todo o pessoal envolvido serão favorecidos, pois melhorará não apenas os lucros da empresa que irá produzir mais, pelo fato de ganhar tempo nas decisões

tomadas perante algum problema, mas também aprimorará o trabalho de toda a equipe envolvida no processo.

Com este trabalho propõe o controle e simulação de um ambiente de filtro de mangas de uma planta industrial de alumínio em pó. Visa-se a implementação de um sistema supervisório, a fim de proporcionar melhor acessibilidade das informações no processo produtivo. Em vista do apresentado, este trabalho será desenvolvido em uma fábrica denominada Fábrica Brasileira de Metais (FBM), situada na rua Catuíra, 95, Distrito Industrial, na cidade de Araxá e estado de Minas Gerais (MG). Tal fábrica atua no Setor Metalúrgico, em especial, no segmento da Metalurgia do Pó, prestando serviços na fabricação de alumínio em pó, porém a simulação ocorrerá num primeiro instante em um ambiente de ensaio da instituição, em seguida será aplicada na fábrica assim que a mesma disponibilizar os recursos necessários para a implantação.

A figura 1 foi retirada na fábrica, cujo processo industrial serviu de referência para o desenvolvimento deste trabalho, é ilustrado alguns dos equipamentos envolvidos no processo de fabricação do alumínio em pó.

Figura 1: Equipamentos do processo



Fonte:FBM

Com esses equipamentos é possível transformar a alumínio em barra em alumínio em pó. Para isso é necessário:

- a) fundir a barra, em um forno rotativo (neste forno é fundido a barra de alumínio transformando-o em alumínio líquido). Nas figuras 2 e 3 são ilustrados esta etapa e ilustram com nitidez o vazamento do material.

Figura 2: Vazamento do alumínio no forno em estado líquido



Fonte: A autoria própria

Figura 3: Vazamento do alumínio no forno em estado líquido, vista mais aproximada



Fonte: A autoria própria

- b) Em seguida, passar o material por um processo de secagem por atomização.

O processo de secagem por atomização consiste em pulverizar o produto dentro da câmara submetendo-o a uma corrente controlada de ar quente, gerando a evaporação dos solventes, em geral água,

obtendo-se a separação ultra rápida dos sólidos e solúveis contidos com a mínima degradação do produto em secagem, finalizando com a recuperação do produto já transformado em pó.(PROCESS; SPRAY, 2009).

- c) Logo após a secagem, o material é peneirado e é armazenado em *Big Bags*, os quais são geralmente produzidos a partir do polipropileno, possuindo um par de alças para içamento, o que facilita seu manuseio; essa etapa encontra-se ilustrada na figura 4.

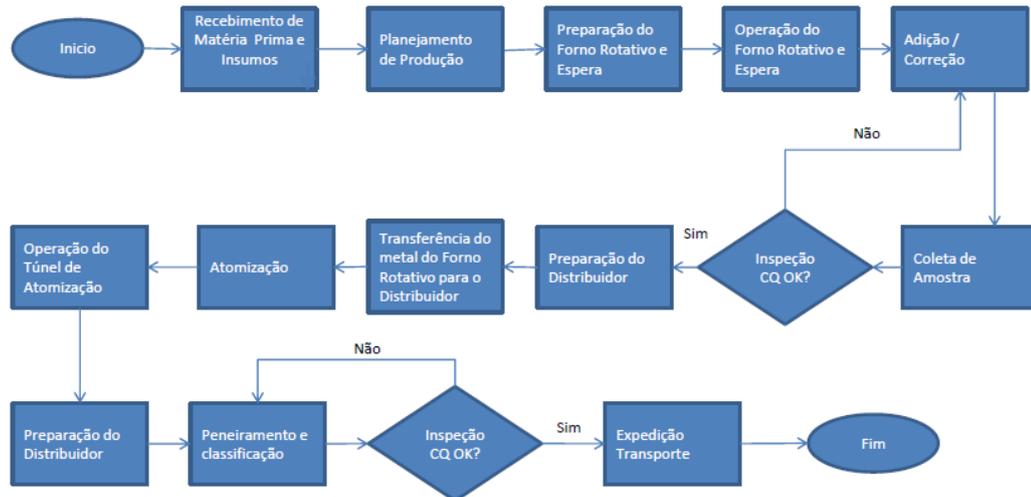
Figura 4: Etapa de armazenamento e expedição



Fonte:Autoria própria

Fazem parte dos equipamentos da fábrica: um forno rotativo, um distribuidor, um local de atomização e um túnel de armazenagem. Além desses, essa fábrica conta com o auxílio de compressores de ar, filtro de mangas, utilidades/apoio, empilhadeira, elevadores e peneiras. São usados, para monitoramento e controle, pirômetros de imersão, pirômetros a laser, balanças industriais e analíticas e peneiras de laboratório. Em vista desses equipamentos, na figura 5 apresenta-se o fluxograma do processo produtivo da referida fábrica:

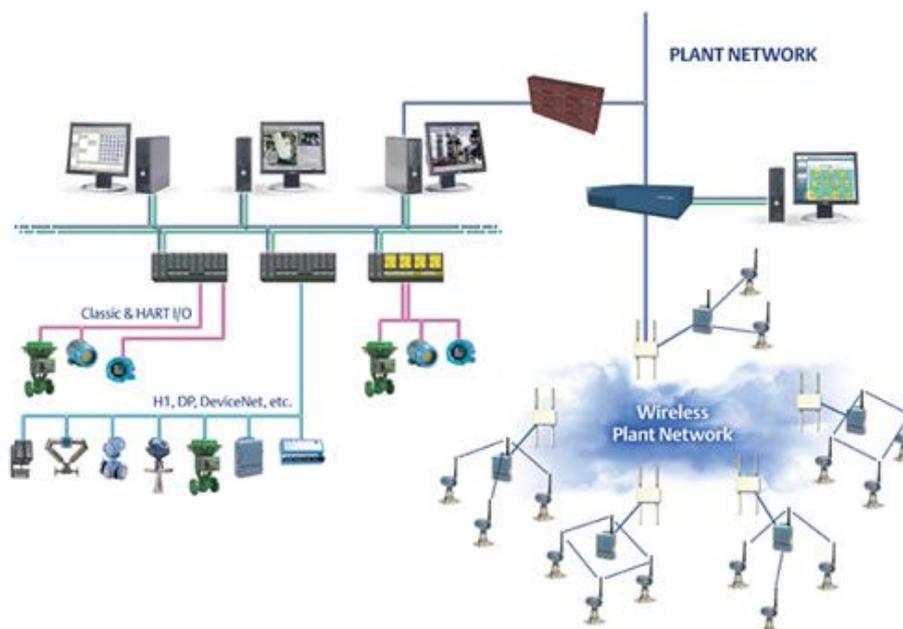
Figura 5: Fluxograma do processo produtivo da fábrica



Fonte:FBM

Após uma visita à Fábrica, observou-se a necessidade de monitoração e de visualização de determinadas informações importantes do processo de forma remota, ou seja, há a necessidade de informações centralizadas. Entretanto, não há a existência de um acompanhamento remoto da planta, o que seria viável para a fábrica aprimorar sua produção. Em vista disso, propõe-se, a inclusão de um sistema supervisorio entre o chão de fábrica e o ambiente corporativo, o qual garantirá mais eficiência no processo de produção. Na figura 6 apresenta-se um esquema básico de comunicação entre o campo de trabalho e a estação de controle.

Figura 6: Esquema básico de uma comunicação entre o campo de trabalho e a estação de controle



Fonte: Controlglobal

Nesse sentido, foi realizado um estudo de algumas variáveis existentes em meio filtrante, tais como: pressão diferencial temporização, corrente de motor, entre outras. Essas variáveis, na discussão aqui empreendida, quando levadas em consideração no processo de produção, garantem acesso a determinadas informações, tais como: corrente de um motor, status de uma válvula, nível de um tanque, entre outras. Essas informações são indispensáveis nesse processo, devido a sua importância na produção, visto que essas variáveis fornecem os dados necessários para o controle e a monitoração do processo, e também garantem o rápido acesso do operador às informações. Logo, quanto mais rápida a informação chegar até o operador, mais rápidas serão as tomadas de decisões pela gerência, oferecendo uma vantagem competitiva no mercado.

Em vista do exposto, com os avanços da tecnologia da informação, é possível manipular, supervisionar, tomar decisões em função da análise crítica de dados obtidos graficamente e atuar no processo de maneira mais eficiente, rápida e segura, permitindo uma melhor estratégia de gerenciamento. Uma das maneiras, na automação industrial, de monitorar e supervisionar informações são por meio dos sistemas supervisórios, que devem apresentar algumas funcionalidades básicas. Uma delas é a aquisição de dados do processo

que envolve a coleta e a transmissão de dados desde a planta industrial (estações remotas) até as estações centrais de monitoração.

No campo próximo aos filtros existem dois painéis denominados painel de acionamento 01 e o painel de acionamento 02, a vista frontal externa está representado na figura 7.

Figura 7: Painel de acionamento, vista frontal e externa



Fonte: Autoria própria

A vista frontal interna dos painéis de acionamento está representado nas figuras 8. Estes painéis já fazem o controle do exaustor, da válvula rotativa e do filtro de mangas. Porém estes painéis são apenas locais, o operador não tem acesso a esses equipamentos de forma remota. Onde se têm a necessidade de implementar uma tela de supervisorio para o acesso remoto, e através deste acesso é possível transmitir os dados até as estações centrais de monitoramento.

Figura 8: Painel de acionamento, vista frontal e interna



Fonte: Autoria própria

A visualização de dados consiste na apresentação das informações através de Interface Homem Máquina (IHM), geralmente acompanhados por animações, de modo a simular a evolução do estado dos dispositivos existentes no processo industrial. Ademais, em um sistema supervisorio, o processamento de alarme pode ser implementado, visando mais agilidade na tomada de decisão pelo operador, que não perde tempo indo até o campo para procurar a falha, já que, com o auxílio do sistema, localiza imediatamente o lugar da falha e pode, se possível, resolver de imediato o problema, ganhando tempo na produção. Esses alarmes são classificados por níveis de prioridade em função da sua gravidade, sendo reservada a maior prioridade para os alarmes relacionados com questões de segurança.

Outro aspecto importante de se ressaltar refere-se ao filtro tipo mangas, a figura 9 representa o filtro de mangas da FBM, objeto deste estudo. Como se sabe, o expressivo crescimento do setor industrial proporciona o aumento da emissão de poluentes na atmosfera. Atualmente, essa é uma questão que preocupa a humanidade, a qual deve amenizar o máximo possível a emissão desses poluentes industriais. Nesse sentido, um dos recursos industriais disponibilizados pelo mercado com essa finalidade é o filtro de mangas. Ele é empregado para a filtragem de material particulado seco, contido em gases ou no ar, e trabalha com altas ou baixas temperaturas. Assim, ele controla a emissão de poluentes industriais na atmosfera.

Figura 9: Filtro de mangas da FBM.



Fonte:FBM

Atualmente uma das maiores preocupações mundiais é a redução de poluentes na atmosfera, e uma forma de contribuir para essa redução é o emprego de filtro de mangas nas fábricas ou indústrias. A FBM dispõe dos dois filtros que contribuem para redução ou até eliminação de partículas poluidoras no meio ambiente, anualmente é feita uma medição das emissões de poluentes de ambos os filtros, a medição é realizada pela Cooperativa de Consultoria e Planejamento Ambiental (COAMB), na figura 10 encontra-se a comparação entre os parâmetros analisados dos filtros de mangas FT-01 e FT-02 e o padrão de emissão estabelecida pelo Conselho de Política Ambiental (COPAM). As leituras realizadas em ambas as chaminés foram comparadas com o padrão referência de emissão 150 mmH<sub>2</sub>O, na chaminé do filtro de mangas do túnel foi feita a leitura de 6,57 mmH<sub>2</sub>O e na chaminé do filtro de mangas do forno rotativo foi feita a leitura de 17,92 mmH<sub>2</sub>O. Ambas as leituras foram satisfatórias e estavam dentro dos padrões de normalidade.

Figura 10 - Comparação das emissões dos filtros de mangas

FONTES AVALIADAS	PADRÃO DE EMISSÃO	PARÂMETRO ANALISADO
	LIMITE COPAM DN 187/13	MÉDIAS
	MP (mg/m <sup>3</sup> )	MP (mg/m <sup>3</sup> )
RA 336.1 - CHAMINÉ FILTRO DE MANGAS DO TÚNEL	150	6,57
RA 336.2 - CHAMINÉ FILTRO DE MANGAS DO FORNO ROTATIVO		17,92

Fonte:FBM

O filtro de mangas FT-01 ao receber o pó de alumínio enviado pelo sistema de exaustão da máquina vibratória (túnel) ele ajuda no resfriamento. Quando o pó de alumínio sai do túnel a temperatura chega a cerca de 120°C, em seguida esse material é levado para o interior do filtro de mangas FT-01 e após a filtragem do particulado ele sai do filtro a temperatura ambiente.

Já o filtro de mangas FT-02 recebe o vapor impregnado de particulado metálico do forno rotativo. Ao retirar parte do calor ele não deixa elevar a temperatura ambiente, resfriando um pouco a área ao redor do forno e no interior da fábrica. Não existe um controle dessas temperaturas, mas a temperatura da carcaça do filtro trabalha em torno de 100°C.

O filtro de mangas FT-01 é capaz de filtrar um pó bastante fino, chega a ser menor que a malha 325, por volta de 0,044 mm, o quadro 01 exemplifica os tipos de malhas.

**Quadro 1:** Quadro explicativo das dimensões da malha e abertura da mesma.

US Sieve Size	Tyler Mesh	Opening	
		mm	in
-	2½ Mesh	8.00	0.312
-	3 Mesh	6.73	0.265
No. 3½	3½ Mesh	5.66	0.233
No. 4	4 Mesh	4.76	0.187
No. 5	5 Mesh	4.00	0.157
No. 6	6 Mesh	3.36	0.132
No. 7	7 Mesh	2.83	0.111
No. 8	8 Mesh	2.38	0.0937
No.10	9 Mesh	2.00	0.0787
No. 12	10 Mesh	1.68	0.0661
No. 14	12 Mesh	1.41	0.0555
No. 16	14 Mesh	1.19	0.0469
No. 18	16 Mesh	1.00	0.0394
No. 20	20 Mesh	0.841	0.0331
No. 25	24 Mesh	0.707	0.0278
No. 30	28 Mesh	0.595	0.0234
No. 35	32 Mesh	0.500	0.0197
No. 40	35 Mesh	0.420	0.0165
No. 45	42 Mesh	0.354	0.0139
No. 50	48 Mesh	0.297	0.0117
No. 60	60 Mesh	0.250	0.0098
No. 70	65 Mesh	0.210	0.0083
No. 80	80 Mesh	0.177	0.0070
No.100	100 Mesh	0.149	0.0059
No. 120	115 Mesh	0.125	0.0049
No. 140	150 Mesh	0.105	0.0041
No. 170	170 Mesh	0.088	0.0035
No. 200	200 Mesh	0.074	0.0029
No. 230	250 Mesh	0.063	0.0025
No. 270	270 Mesh	0.053	0.0021
No. 325	325 Mesh	0.044	0.0017
No. 400	400 Mesh	0.037	0.0015

Fonte: FBM

O material que é descartado do filtro de mangas FT-02<sup>1</sup> não é reaproveitado no processo, pois apresenta-se muito contaminado pela fuligem gerada no forno.

---

<sup>1</sup>Foi questionado a FBM se houve algum problema com os filtros de mangas desde que eles começaram a funcionar, para que pudéssemos buscar uma melhoria ou solução para o problema. O gerente Paulo César Leal, relatou que tiveram um problema com a durabilidade das mangas do FT-02, foi retirado uma manga e mandado para análise do fornecedor AR FILTRO COM. CONF. FILTROS LTDA, situada em Praia Grande em São Paulo. Foi verificado que não houve incidência de hidrólise aquosa, ataque térmico ou químico, porém, houve umidade acima do normal, comprovado pelos grânulos existentes por todo corpo da manga. Com este excesso de umidade a gaiola entrou em processo de oxidação aderindo à manga, impedindo uma limpeza correta. Outro fator importante foi o ponto de orvalho, que tem origem com a queda brusca de temperatura por entrada de ar falso ou desligamento do equipamento. Este acúmulo de umidade foi devido à concentração de sal do sistema. E por fim foi certificado que a manga não apresentou deficiência no processo de filtragem, pois estava com seu interior limpo. Isto indica que seu funcionamento estava dentro dos padrões. Foi questionado também se haveria acúmulo de material nos silos dos filtros e descobriu-se que há acúmulo devido à granulometria do pó, pois esse material acaba se solidificando nas paredes dos filtros. Foi aberto um plano de inspeção da produção, que

O funcionamento do filtro de mangas ocorre da seguinte forma: o ar contaminado entra na lateral, pela parte inferior da carcaça do filtro de mangas, e movimenta-se para cima. Nas mangas ocorre a separação do material particulado do ar, ficando retido na parte externa delas, enquanto o ar é liberado para a atmosfera. A limpeza das mangas é feita através de um sistema de limpeza automática de elementos filtrantes, por meio de jatos de ar comprimido do tipo aceleradores Venturi. Esses aceleradores induzem certa quantidade de ar no filtro criando uma onda de choque com respectivos movimentos simétricos no tecido filtrante, isso provoca o descolamento das partículas em direção à moega de retenção. Ressalta-se, ainda, que o filtro é formado por várias mangas, a ação de limpeza segue de uma fileira para outra, cada fileira de mangas é limpa com um sopro curto de duração, conforme especificado por cada fabricante, sendo que o intervalo de limpeza entre uma fileira e outra pode ser ajustado entre três a trinta segundos no “timer”, o que também depende de cada fabricante. Essa duração pode ser ajustada pelo operador, através do dispositivo que é montado em painel de controle eletrônico. Na fábrica brasileira de metais os painéis de acionamento dos filtros estão localizados próximos dos filtros de manga, e no interior deles encontram-se os controladores eletrônicos, na figura 11 é ilustrado um painel de acionamento das válvulas solenóides através de controladores eletrônicos.

Figura 11: Controlador eletrônico



Fonte: Autoria própria

Conforme apresentado, com a evolução da tecnologia, os computadores passaram a ter um papel importante nos sistemas de supervisão por coletar dados do processo e garantir a

---

funciona da seguinte forma, no FT-01 é retirado o pó do filtro uma vez a cada turno, são três turnos por dia de segunda a sábado, tiram em média 8kg de pó fino por turno, ou seja são 24Kg de pó por dia, e 144Kg por semana. E uma vez por mês é realizada uma limpeza interna no FT-01, totalizando em média 580Kg por mês. Já no filtro FT-02 é realizada mensalmente uma limpeza interna, é retirado em torno de 50 quilos por mês de fuligem.

integridade das informações. Hoje são disponibilizados diversos programas, meios e interfaces, e ainda existem vários fabricantes. Logo, cabe ao profissional do projeto fazer um levantamento para a escolha da tecnologia e do fabricante, de modo a atender todos os requisitos necessários à instituição e que satisfaça o cliente, tanto economicamente quanto produtivamente. Sendo assim, é preciso um estudo minucioso e detalhado do processo, focalizando os objetivos do projeto, para que assim as decisões tomadas quanto à tecnologia e ao fabricante sejam as melhores possíveis. Logo, é essencial utilizar as tecnologias oferecidas pelos avanços da automação informatizada visando melhorar cada vez mais o processo e garantir a satisfação do cliente.

Em vista do exposto, neste trabalho, aventa-se a seguinte hipótese explicativa: se a implementação de um sistema supervisorio por meio do uso de software disponível para simulação na instituição de ensino, poderia promover melhorias na acessibilidade das informações de um processo, dada a integração entre filtros tipo mangas e o ambiente corporativo.

Conforme se nota, o fato que serve de motivação para o trabalho em questão se configura enquanto um aprimoramento do processo produtivo, com vistas a aperfeiçoar as técnicas de promoção à informação.

Este trabalho têm como principal objetivo montar um sistema de supervisão da unidade de filtros de manga de uma fábrica de alumínio em pó em ambiente acadêmico. Para o alcance do objetivo geral foram necessários cumprir tais objetivos específicos:

- Conhecer o processo de fabricação de alumínio em pó;
- Analisar o funcionamento dos instrumentos, dispositivos e equipamentos que formam a planta;
- Descrever as variáveis envolvidas no processo, qual o nível de importância entre elas e qual a influência direta entre elas e o processo;
- Fazer uma listagem da quantidade de variáveis de entrada e de saída que serão trabalhadas neste projeto;
- Estudar e definir os softwares apropriado ao ambiente de ensaio;
- Desenvolver uma lógica de acionamento e controle das variáveis envolvidas no processo;
- Desenvolver uma tela de supervisorio que permita uma boa visualização do processo em funcionamento;

- Verificar durante as simulações a comunicação entre os softwares RSLogix e o Intouch;
- Verificar durante as simulações se foi possível estabelecer comunicação entre o sistema supervisório, o servidor OPC e o Controlador Lógico Programável (CLP);
- Implementar o controle e simulação de um ambiente de filtro de mangas de uma planta industrial de alumínio em pó, por meio da implementação de um sistema supervisório;
- Verificar se de forma remota foi possível controlar e monitorar as variáveis em tempo real.

Ao longo deste trabalho será apresentado um embasamento teórico sobre o assunto em questão, todos os conceitos e informações necessárias para o perfeito entendimento e envolvimento do leitor para que assim seja possível uma melhor absorção e proveito do conteúdo exposto. Serão apresentados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento, simulação e testes necessários. Essa metodologia é muito importante para que o leitor acompanhe todo o passo a passo do desenvolvimento do trabalho, e tenha uma visão ampla da importância de todos os métodos utilizados para o alcance do objetivo principal. Em seguida serão apresentados todos os testes realizados, os resultados obtidos durante os testes e simulações, e serão analisados todos os resultados, discutindo se os objetivos esperados foram alcançados com a metodologia aplicada no trabalho proposto. Por fim será apresentada a conclusão e feita as considerações finais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

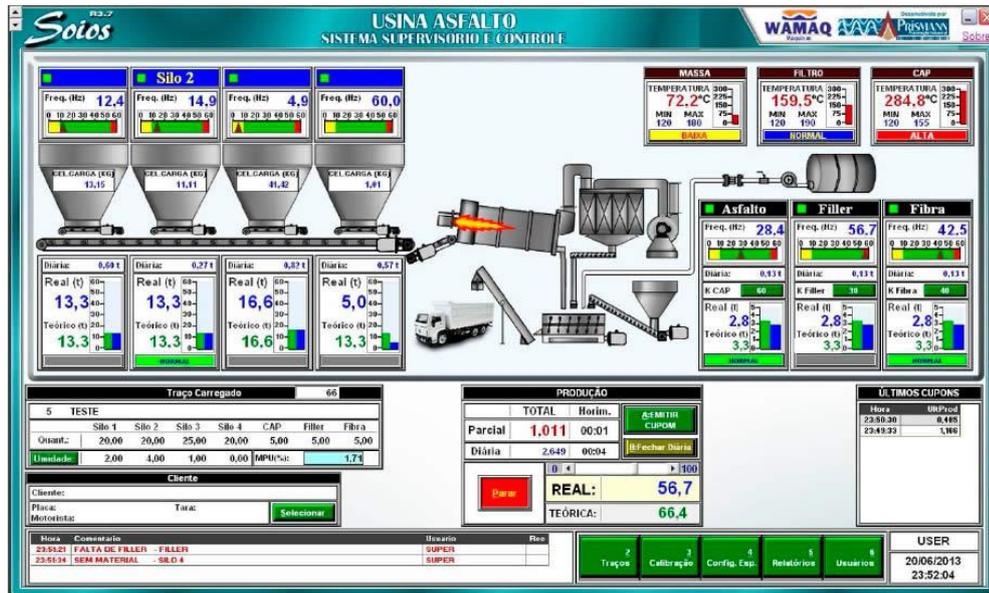
Todo o processo industrial, independente da aplicação, tem instrumentação, que é uma ciência que estuda as técnicas de medição, registro e controle das variáveis de processo industrial. Um processo industrial é uma operação ou uma série de operações realizadas em um determinado equipamento, no qual altera uma ou mais variáveis de um material, sejam físicas ou químicas. Variáveis de processo são condições internas ou externas que afetam o desempenho de um processo. Atualmente, em todos os processos industriais é necessário monitorar, controlar e manter constantes algumas variáveis, sendo as principais variáveis industriais a vazão, a pressão, o nível, a temperatura, o Potencial Hidrognônico (PH), a condutividade, a velocidade, a umidade, entre outras.

Existem dois tipos básicos de variáveis, as digitais e as analógicas. As variáveis digitais podem ser interpretadas por apenas dois estados discretos. Pode-se citar como exemplo de variáveis digitais a posição de uma válvula, se ela encontra-se aberta ou fechada; a condição de um motor, se ele está ligado ou desligado; um sinal luminoso se está aceso ou apagado, entre outras. Já as variáveis analógicas assumem valores que percorrem uma determinada faixa estabelecida. Pode-se mencionar como exemplo de variáveis analógicas industriais o nível de um tanque; a temperatura de um forno; a pressão e a vazão de uma tubulação.

Conforme mencionado, o objetivo deste trabalho é implementar um sistema supervisório em um processo industrial, a figura 12 segue um exemplo de uma tela de supervisório.

Por sistema supervisório compreende-se um sistema digital de monitoração e operação da planta que gerencia variável de processo.

Figura 12: Exemplo de uma tela de supervisório



Fonte: Prismatic

Essas variáveis são atualizadas continuamente e podem ser guardadas em banco de dados, que podem ser locais ou remotos, para fins de registro histórico. Para fazer a atualização dessas variáveis continuamente e em tempo real, é necessário que haja um processamento bastante rápido. Essas necessidades são satisfeitas pelos computadores atuais, nos quais há softwares que ficam responsáveis pelo monitoramento de toda a planta e também pela indicação de eventuais estados de alarme. Esses computadores são capazes de monitorar, controlar e indicar as variáveis do processo com a ajuda do CLP representado na figura 13, esses que foram projetados para controlar processos no ambiente industrial.

Figura 13: Controlador Lógico Programável

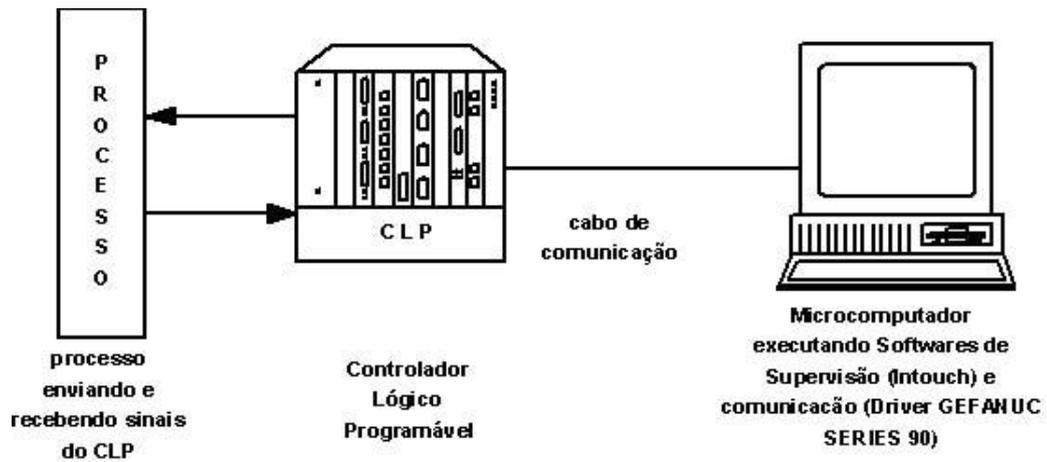


Fonte: Autoria própria

Cada CLP contém um microprocessador programado por um software específico, esse microprocessador é responsável por dirigir os terminais de saída, com base nos valores recebidos da planta, através dos terminais de entrada. As variáveis de entrada e saída dos equipamentos de campo sejam elas analógicas ou digitais são transportadas através de cabos singelos ou de instrumentação, essa conexão física existe entre os equipamentos de campo e os painéis elétricos convencionais. A conexão entre os painéis elétricos e o CLP's é feita através de cabos de instrumentação, pois estes cabos contêm malha metálica que é aterrada no painel, isso garante que a informação que vem do campo chegará sem ruído e não sofrerá interferência ao chegar ao CLP.

Logo, uma das vantagens de se utilizar um CLP é a possibilidade de alterar uma lógica sem precisar alterar as conexões físicas elétricas, na figura 14 está representada à interligação entre um CLP e um supervisório:

Figura 14: Conexão entre um CLP e um sistema supervisório



Fonte: IFES

Para que os CLP's possam realizar suas funções de controle, é preciso que eles recebam as informações externas. Ademais, para existir essa interface entre os sinais provenientes do processo e o CLP, existem os módulos. Esses módulos têm a função de tornar compatíveis os níveis de sinais de tensão e decorrente, que são captados por sensores de campo, de forma que o CLP possa receber essas informações. A figura 15 ilustra um controlador programável, os módulos representados podem ser de entrada ou saída, esses, por sua vez, podem ser discretos ou analógicos. Os módulos de entrada fazem a interface entre os elementos de sinais de entrada e o CLP. Esses módulos são formados por cartões eletrônicos que têm a capacidade de receber certo número de sinais de entrada.

Figura 15: Controlador Programável Rockwell Control Logix, Controlador Lógico Programável (PLC) 5 e Controlador Lógico da Rockwell (SLC) 500.

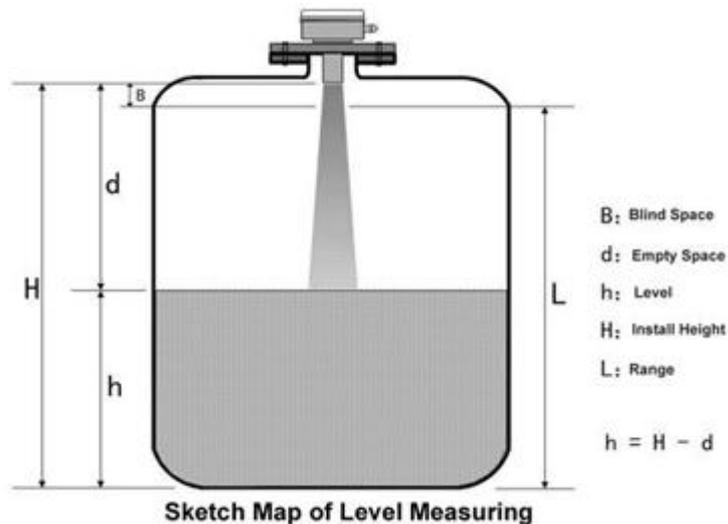


Fonte: Autoria própria

As entradas analógicas são interfaces que permitem que o CLP manipule variáveis analógicas que são enviadas por sensores eletrônicos, na figura 16 segue um exemplo. Essas variáveis são a tensão e a corrente elétricas (ex: 0 – 5V ou 4 a 20 Miliampere (mA)).

Ressalta-se que os sensores mais comuns que fornecem variáveis analógicas para o CLP são: sensor de pressão, transmissor de nível, transmissor de vazão, sensor de temperatura e transmissor de densidade (FRANCHI; CAMARGO, 2013, p.48).

Figura 16: Exemplo de entrada analógica, sensor medindo a variável nível



Fonte: Tecmer

As entradas discretas podem assumir unicamente dois valores ou níveis bem definidos, esses podem ser: 0 (zero) ou 1 (um), ligado ou desligado, acionado ou não acionado, ativado ou desativado, entre outros. Essas entradas funcionam como chaves, enviando o nível lógico 0 (OFF) quando abertas e nível lógico 1 (ON) quando fechadas, a figura 17 mostra um exemplo de entrada discreta. Entretanto, isso vai depender do tratamento do programa da lógica, que pode apresentar, sem nenhum problema, o inverso.

É válido salientar que há alguns sensores mais comuns que fornecem variáveis discretas para o CLP, quais sejam: botão, chave, chave fim de curso, pressostato, sensor, fotocélula e teclado. (FRANCHI; CAMARGO, 2013, p.47).

Figura 17: Exemplo de uma entrada discreta, chave fim de curso



Fonte: Digel

Os módulos de saída, por sua vez, são elementos responsáveis por fazer a interface entre o CLP e os elementos atuadores. Os CLP's são formados por cartões eletrônicos, que têm a capacidade de enviar sinais para os atuadores, resultantes do processamento da lógica de controle. Os cartões de saída também podem ser analógicos ou discretos. As saídas analógicas são interfaces que convertem valores numéricos em sinais de saída em tensão ou corrente, pode-se citar no caso de tensão de 0 a 5 V de Tensão de Corrente Contínua (Vcc) ou no caso de corrente 4 a 20 mA. Por exemplo, se o cartão de saída analógica enviar 0 Vcc vai corresponder a 0%, se enviar 5 Vcc vai corresponder a 100%. A vantagem de uma saída analógica é que pode ser acionado um elemento dentro de uma faixa de valores que pode estar de 0 a 100%, como no caso de uma válvula proporcional que pode ser aberta a 75% ou o quanto for necessário, a figura 18 representa uma válvula proporcional.

Essas saídas analógicas são utilizadas para controlar dispositivos atuadores como, por exemplo, conversores, inversores de frequência,

válvulas proporcionais, resistências elétricas e motores CC. (FRANCHI; CAMARGO, 2013, p.55).

Figura 18: Exemplo de saída analógica, válvula proporcional



Fonte: Wikibooks

As saídas discretas admitem apenas dois estados, sendo ligada ou desligada, a figura 19 traz um exemplo desta saída.

Pode-se citar como exemplo de atuadores conectados em saídas digitais, uma válvula solenóide, um contator, alarme, relé, sirene e lâmpadas.(FRANCHI; CAMARGO, 2013, p.53).

Figura 19: Exemplo de saída discreta, Válvula solenóide



Fonte: Solenoide valve

Através da interação entre um processo industrial e um supervisor, é possível os dados fluírem facilmente do processo para o supervisor. Quando isso acontece, as decisões de negócio podem ser feitas de forma mais rápida e inteligente, independentemente do tamanho do processo. Hoje em dia, o sucesso comercial de uma instituição depende da qualidade e da acessibilidade aos dados de produção.

O problema enfrentado por muitos fabricantes é encontrar um método rápido, barato e fácil de coletar grande quantidade de dados não críticos do processo e convertê-los em uma forma coerente de maneira que esses dados auxiliem na gerência do processo e na tomada de decisões, oferecendo uma vantagem competitiva no mercado. (MORAES; CASTRUCCI, 2007, p.124).

Para isso ser possível, o processamento dos computadores usados tem de ser excelente, para proporcionar rapidez na leitura e na atualização das variáveis do processo. Nessa medida, os sistemas supervisórios surgem como possibilidade de atender a essas demandas. Como se sabe, os sistemas supervisórios podem ser classificados basicamente quanto à complexidade, a robustez e o número de entradas e saídas monitoradas. A utilização desses sistemas tem como vantagem a facilidade de interpretação e de representação da planta por áreas e equipamentos de processo.

Ademais, com a necessidade de integração de todo o conjunto de informações que existe na indústria, junto com o número crescente de dispositivos digitais de controle, surgiu às redes industriais de dados. Toda essa interconexão de dados propiciou o teleprocessamento, ou seja, processamento de dados a distância. Uma rede de computadores é composta por uma unidade de processamento, um sistema especialista e meio físico. Quando uma rede de computadores é estabelecida, surge um sistema. Cada unidade de processamento inserido no sistema realiza um processo, ou seja, um conjunto de tarefas executadas pela unidade processadora para realização de uma operação qualquer.

Neste projeto a integração foi feita entre dois filtros tipo mangas de uma fábrica de alumínio em pó e o ambiente corporativo. Estes dois filtros operam em diferentes etapas do processo, o primeiro filtro denominado de FT-01, têm como objetivo recolher as partículas que são desprendidas no túnel de pós atomização, que antecede a etapa de peneiramento e classificação, o ponto de exaustão das partículas do FT-01 encontra-se ilustrado na figura 20. O filtro FT-01 faz a exaustão do pó de alumínio mais fino, ou seja, partículas com pequenas granulometrias, na etapa de peneiramento e classificação surgem partículas que possuem granulometrias maiores que o FT-01 não consegue filtrar e estas partículas são recolhidas em um pequeno silo de armazenamento ilustrado na figura 21, estas partículas não são descartadas elas voltam para o início do processo para serem reaproveitadas, com intuito de não desperdiçar material.

Figura 20: Tomada de filtragem na etapa de peneiramento e classificação



Fonte: Autoria própria

Figura 21: Silo de armazenamento de partículas.



Fonte: Autoria própria

O segundo filtro denominado FT-02 têm como objetivo fazer a exaustão de fumos metálicos gerados pela fusão do metal no forno rotativo, na figura 22 encontra-se ilustrado o ponto exato de exaustão do filtro no interior da fábrica. A filtragem nesta etapa ocorre no momento da transferência do metal líquido do forno rotativo para o distribuidor.

Figura 22: Tomada de filtragem na etapa de vazamento do forno



Fonte: Autoria própria

Ambos os filtros atuam na parte externa da fábrica, porém a filtragem inicia no interior da fábrica próximo do local mais crítico de emissão de poluentes. E é através de tubulações que esse ar contaminado de partículas de poeira de material, ou fuligem do forno são encaminhados para o interior do filtro para que possa ser filtrado antes da liberação para a atmosfera. Após a filtragem é liberado o ar limpo para o meio ambiente, e os resíduos da filtragem são depositados em big bag's para descarte. Assim como mostra a figura 23.

Figura 23: Ambos os filtros situados na parte externa da fábrica



Fonte:FBM

Estes filtros de mangas<sup>2</sup> são muito importantes para a fábrica, pois contribuem em duas etapas críticas de desprendimentos de partículas do processo, ou seja, poluição. Os filtros são muito eficientes, evitando que a poluição do processo seja liberada para a atmosfera. A tolerância aceitável de liberação de poluição na atmosfera são 150g/cm<sup>3</sup>, os filtros de mangas da FBM na última verificação estavam dentro dos limites aceitáveis, o FT-01 estava emitindo 6,57 g/cm<sup>3</sup> e o FT-02 estava emitindo 17,92 g/cm<sup>3</sup>, uma vez por ano é realizada as medições para certificar se índices de emissão estão dentro da faixa tolerável pelos órgãos ambientais, essa certificação anual é feita a pedido do cliente, pois pela licença ambiental não seria necessário ser anual.

Têm dois aspectos muito importantes que toda empresa deve-se atentar, o primeiro é com a saúde ocupacional do trabalhador, e a segunda é com emissão de poluentes na atmosfera. Com a presença destes filtros é possível amenizar ou evitar que os efeitos desta poluição atinjam tanto os trabalhadores quanto agrida o meio ambiente.

Toda a aplicação industrial é importante verificar a segurança, a precisão e a confiabilidade. Na fabricação do alumínio em pó a segurança está relacionada com o fato de o equipamento atuar sem causar situações de risco para o operador, neste caso o fator de risco é a poluição que existiria se não houvesse a ação do filtro de ar. Já a confiabilidade está relacionada com a probabilidade de um sistema desempenhar sua função ao ser solicitado, no caso da fábrica é a produção de alumínio em pó com determinada granulometria definida pelo cliente. Desta forma a FBM pode assegurar com precisão, confiança e segurança que o produto fornecido irá atender com as especificações físicas e químicas do produto.

O sistema será desenvolvido utilizando um CLP da Rockwell, RSLogix 5000. Um CLP é constituído pelos seguintes componentes:

O coração do CLP é o processador, ou CPU. Ele é responsável por acessar os dispositivos de entrada, executar a

---

<sup>2</sup>Segundo dados dos fabricantes as especificações das mangas e gaiolas são as seguintes: os filtros contêm 144 Mangas em AFNO 2000/550 T/ES, 100% Nomex (fibra + Tela), Ø 135 x 3.100 mm, para furo de espelho Ø 140 mm, boca em anel aço mola com dupla gaxeta de vedação, fundo tipo tampão com reforço de 120 mm, permeabilidade 150L/dm<sup>2</sup>/min. Ca – DIN53887, espessura 1,9 a 2,0 mm ISSO9864. Acabamento chamuscado, calandrado e termofixado na face externa. Tratamento em PTFE por imersão, repelente a água e óleos e face lisa tipo Egg-Shell. São 144 Gaiolas, são em arame aço carbono 4 mm, Ø 128 x 3050, 10 longarinas, 19 anéis intermediários equidistantes 152 mm, Venturi acoplado para dentro tipo “U”, caneca cravada no fundo. Acabamento em pintura epóxi.

lógica armazenada em sua memória, e aciona os dispositivos de saída. Além disso, a CPU faz outras funções, como temporização, contagem, retenção, comparação e armazenagem de informações. Grande parte dos CLP's também pode somar, subtrair, multiplicar, dividir, executar algoritmos de controle Proporcional Integral e Derivativo(PID) e manuseio de dados, como armazenamento e recuperação de mensagens. (BEGA, 2006, p.526)

Além das memórias associadas ao funcionamento básico do CLP, têm-se a Memória de Programa, normalmente não volátil ou preservada por baterias, que armazena os programas associados ao controle que se deseja implementar, e a Memória de Dados, que armazena os estados das entradas e saídas a cada instante, e outras informações como variáveis e constantes associadas ao programa. (AGUIRRE, 2007, p.361).

Todo CLP têm-se um tempo específico para percorrer todo o programa que lhe foi inserido, conhecido como tempo de varredura, que pode ser definido como o tempo que o CLP gasta para completar um ciclo de varredura do estado das entradas, executar a lógica e acionar as saídas correspondentes. (BEGA, 2006, p.527).

Ele varia por diversos fatores, dentre eles, por tipo de CPU selecionado, número de entradas e saídas, da quantidade de memória alocada, complexidade da lógica executada, e por alguns outros fatores como a sobrecarga das comunicações e de outras funções delegadas ao CLP. Como o CLP varre seqüencialmente, ele responderá mais rápido a uma demanda de processo quanto mais rápido for a sua varredura. (BEGA, 2006, p.527)

O software Intouch é um dos softwares existentes usados para criações de telas de supervisão. Através deste software são rastreadas e monitoradas as informações do processo, essas informações são coletadas pelos equipamentos de aquisição de dados, em seguida são analisados, manipulados, armazenados e apresentados ao usuário, através de uma tela de supervisão.

Os sistemas supervisórios podem verificar alarmes, identificar quando o valor da tag ultrapassa uma faixa ou condições pré-estabelecidas, possibilitando a gravação em registros em bancos de dados, mensagem, mudança de cores, ativação de som, etc. (SALVADOR, 2005, p.1)

Após um embasamento teórico completo, foi iniciado a metodologia do trabalho proposto. A metodologia abordada consiste em transmitir ao leitor como foi desenvolvido o trabalho, apresentando de forma concisa todo o passo a passo cumprido para o alcance de todos os objetivos.

### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho foi desenvolvido a lógica de acionamento de dois motores de exaustão, dois motores que acionam válvulas rotativas dos filtros de mangas, o acionamento temporizado de doze válvulas solenóides distribuídas entre os dois filtros de mangas, o acionamento das solenóides foi desenvolvido para depender da diferença de pressão entre dois pontos distintos de ambos os filtros, com o intuito de evitar o acionamento desnecessário tanto dos motores quanto das solenóides, prolongando de certa forma a vida útil, pois quanto mais é exigido o funcionamento de um dispositivo, um equipamento ou uma máquina, mais rápido surgirá a necessidade de planejar manutenções em curto intervalos de tempo entre uma manutenção e outra, e se esse acionamento for conforme a demanda do processo, os intervalos entre as manutenções planejadas podem ser estendidos, consequentemente redução nos custos de manutenção, e pensando também na economia de energia para a empresa.

Foi montado uma tela de supervisorio, na qual permite o acionamento, o acompanhamento de todas as variáveis do processo e o seu funcionamento. Foram feitos os testes nos softwares individuais, em seguida foi estabelecida a comunicação entre eles, para ser possível as simulações necessárias.

Ante aos objetivos apresentados, este trabalho foi norteado metodologicamente por alguns passos de pesquisa, quais foram: conhecer o processo de fabricação de alumínio em pó; analisar o funcionamento dos instrumentos, os dispositivos e os equipamentos que formam a planta; realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o tema; fazer uma descrição das variáveis envolvidas no processo, listar o nível de importância entre elas e a influência direta entre elas e o processo; fazer uma listagem da quantidade de variáveis de entrada e de saída; definir os Softwares apropriado ao ambiente de ensaio; desenvolver a lógica de acionamento e o controle das variáveis envolvidas no processo; desenvolver a tela de supervisorio que permita uma boa visualização do processo em funcionamento.

Foi necessário verificar durante as simulações a comunicação entre os softwares RSLogix e o Intouch; implementar o controle e simulação de um ambiente de filtro de mangas de uma planta industrial de alumínio em pó, por meio da implementação de um sistema supervisorio; Verificar durante as simulações se foi possível estabelecer comunicação entre o sistema supervisorio, o servidor OPC e o Controlador Lógico Programável (CLP); verificar se de forma remota foi possível controlar e monitorar as variáveis em tempo real.

Para o desenvolvimento do sistema supervisorio, foi necessário cumprir algumas etapas pré-determinadas. Primeiramente, foi preciso o entendimento do processo como um todo; em seguida, foi feito um levantamento das variáveis do processo; depois o planejamento da base de dados e dos alarmes. Após essas etapas, foi feito o planejamento da hierarquia de navegação entre as telas; posteriormente, foi feito um rascunho das telas de supervisorio conforme a disposição das máquinas, equipamentos, instrumentos, motores, entre outros que compõem o processo industrial.

Conforme exposto, a primeira etapa foi o entendimento do processo, foi necessário algumas visitas a FBM, na qual os colaboradores explicaram o funcionamento do processo de fabricação do alumínio em pó e a importância da atuação dos filtros de mangas com o processo, foi possível presenciar o funcionamento dos dois filtros de mangas. Essa etapa do entendimento do processo foi de extrema importância, para a continuidade das demais etapas. Ao longo das visitas foram disponibilizados todos os manuais, os descritivos do processo, os diagramas dos painéis dos filtros de mangas, enfim toda a documentação necessária para a familiarização do processo, e foi através desta documentação que foi possível realizar um estudo detalhado de todas as informações pertinentes. Durante todo o trabalho foi necessário um diálogo com a FBM e seus colaboradores sobre o processo, as variáveis envolvidas e a melhoria desenvolvida. Nesta etapa ainda foi separado por partes bem definidas tudo o que seria desenvolvido durante o trabalho, e montado um cronograma dentro do prazo estabelecido pela instituição até a defesa.

Na segunda etapa, foi definida as tag's de todas as variáveis envolvidas no processo, as tag's foram definidas de acordo com o código International Society of Automation (ISA). Esse código estabelece os símbolos gráficos para identificação dos instrumentos e dos sistemas de instrumentação usados para medição e controle, apresentando um código de identificação de cada símbolo usado. Em seguida foi feito um levantamento das informações das variáveis controladas e monitoradas, e os alarmes envolvidos.

Na quarta etapa, foi feito um estudo dos alarmes listados na terceira etapa. Neste estudo foi verificado as condições de disparo, indicação e o reconhecimento dos alarmes.

Na quinta etapa, por sua vez, foi feito o planejamento da hierarquia de navegação entre telas. Uma boa estratégia da organização das telas torna o sistema fácil de manusear, de forma clara e consistente, guiando o serviço de quem for manusear.

Por último, a sexta etapa foi colocado na prática todas as etapas anteriores, foi então criado a tela de supervisor. Na etapa anterior, é importante atenção à disposição das telas em nível de prioridade de acesso. Geralmente, as telas são seqüenciadas da seguinte maneira: primeiramente a tela principal na qual têm-se uma visão geral do processo, em seguida as telas de acionamento dos motores, para cada motor existe uma tela específica para seu acionamento. Entretanto, essa seqüência não exclui a liberdade da empresa adotar outra seqüência de prioridade que mais lhe atender.

O sistema será desenvolvido utilizando os seguintes produtos e tecnologias:

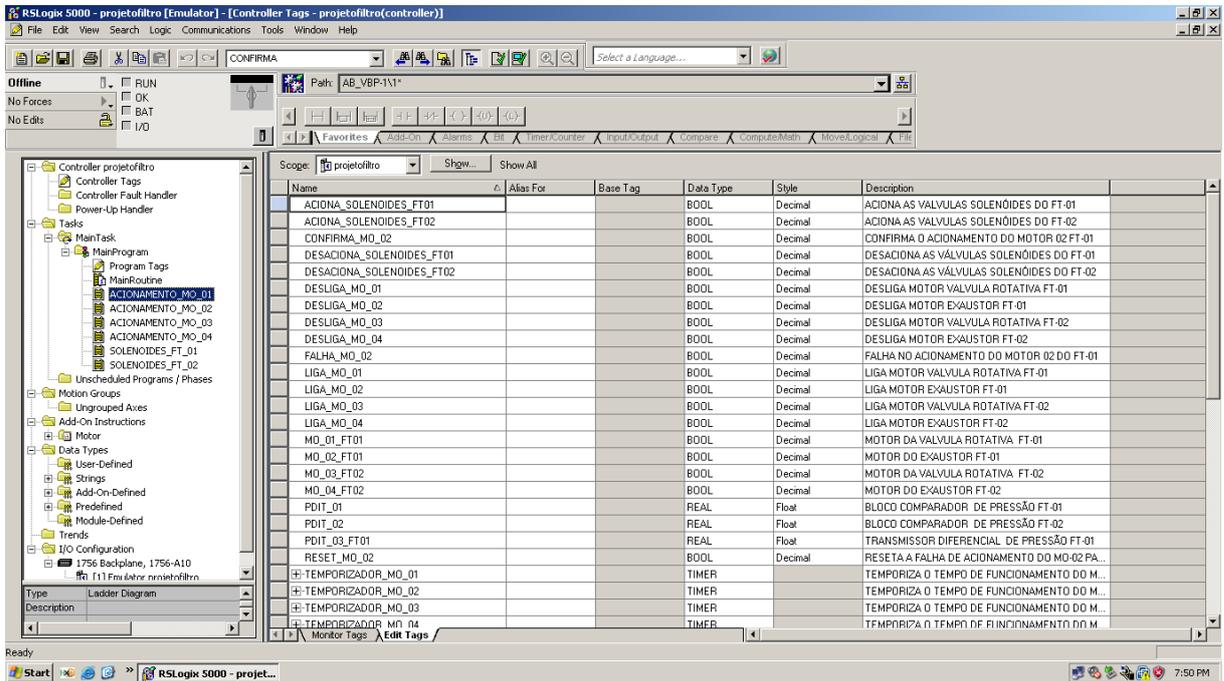
- Software RSLogix 5000;
- Software RSLogix Emulate 5000;
- Software RSLinx Classic;
- Software Intouch;
- Microcomputador: Advanced Micro Devices (AMD) C-70 APU With Radeon HD Graphics 1GHz;
- Sistema operacional: Windows 8.1 Single Language;
- CLP Rockwell: Control Logix, PLC5 e SLC500.

Após todas as etapas anteriores cumpridas com êxito, foi dado início a prática de desenvolvimento do trabalho nos softwares RSLogix 5000 e no Intouch.

Primeiramente foi criado um novo projeto no software RSLogix 5000 o qual foi denominado de Projeto filtro, em seguida em Controller Tag's foram declaradas todas as tag's que seriam necessárias para o desenvolvimento da lógica, foi definido qual seria o tipo de cada variável, e foi feito uma breve descrição para cada tag.

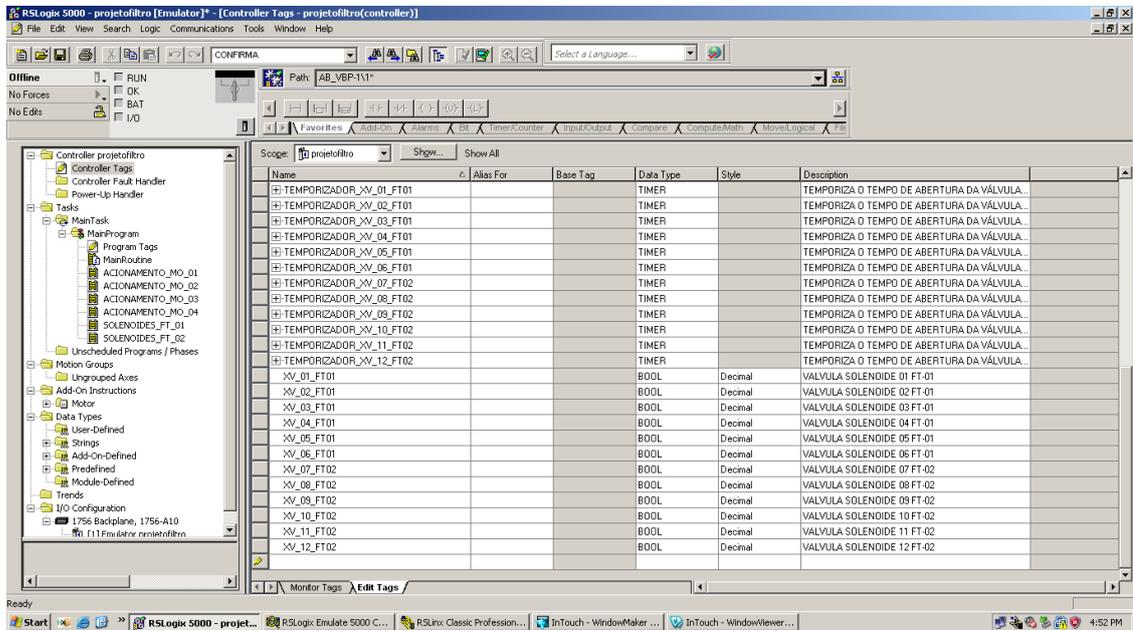
Na figura 24 e na figura 25 estão ilustrados o projeto filtro que foi criado, todas as tag's declaradas e as sub rotinas criadas.

Figura 24: Tela do software RSLogix 5000, evidenciando a criação das tag's no programa e as sub rotinas criadas.



Fonte: Autoria própria

Figura 25: Tela do software RSLogix 5000, evidenciando a criação das tag's no programa e as sub rotinas criadas.

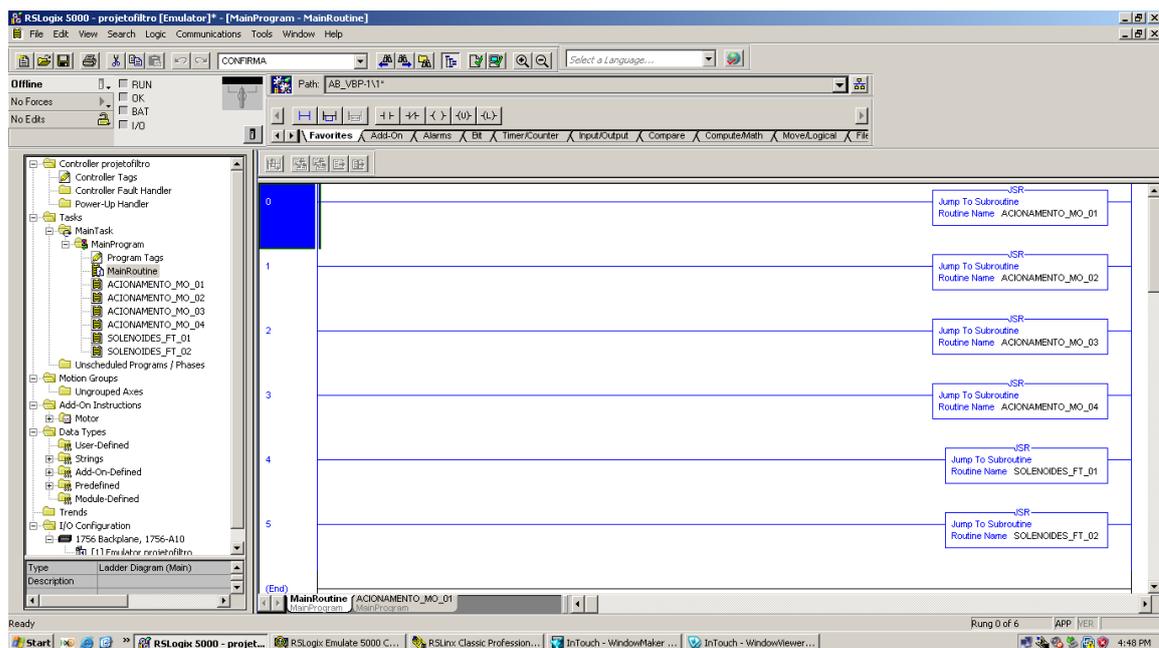


Fonte: Autoria própria

Depois da criação das tag's envolvidas no processo, referente aos motores, aos instrumentos e aos temporizadores, foram criadas as sub rotinas para os acionamento que seriam desenvolvidos na lógica, foram criadas as sub rotinas de acionamento Motor (MO) 01, acionamento MO-02, acionamento MO-03, acionamento MO-04, acionamento solenóides FT-01 e acionamento solenóides FT-02.

Em Main Routine foi chamado todas as sub rotinas criadas anteriormente, na seqüência correta de acionamento, esta chamada é muito importante para no momento dos testes de toda a lógica, pois há equipamentos que têm prioridade de acionamento, ou questão de intertravamento ressaltando a questão da segurança do trabalhador e do processo se for o caso. Conforme é ilustrado na figura 26.

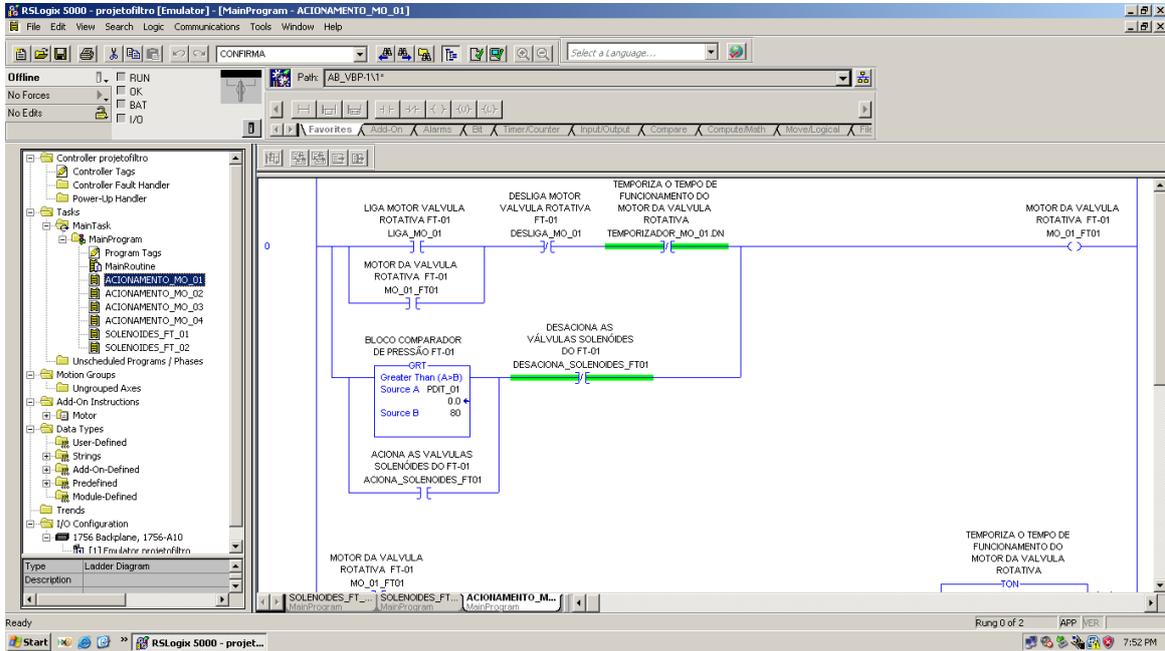
Figura 26: Tela do software RSLogix 5000, no Main Routine foram chamadas todas as sub rotinas criadas para a seqüência correta de acionamento.



Fonte: Autoria própria

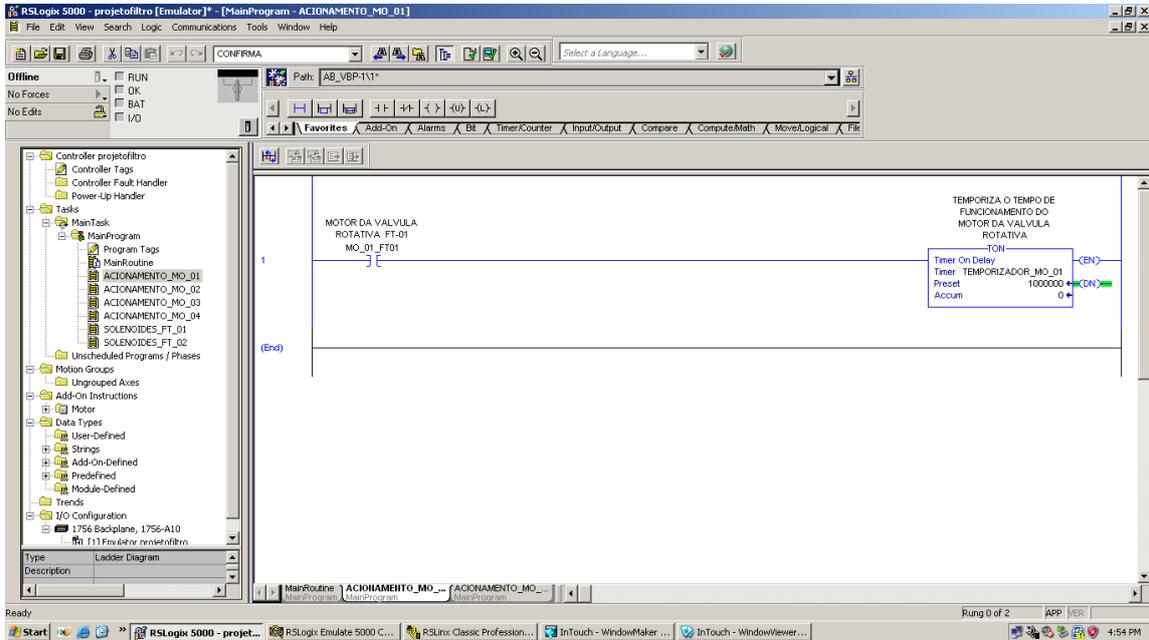
Ainda no software RSLogix 5000 foi desenvolvida a lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO-01 do FT-01, neste acionamento foi utilizado um contato de liga, um contato de desliga, um bloco temporizador e um bloco de comparação. O acionamento do MO-01 foi intertravado com a pressão na lógica, pois o seu acionamento deve ocorrer apenas se a pressão atingir um certo valor pré-estabelecido, evitando assim do motor ficar ligado desnecessariamente. Conforme está ilustrado na figura 27 e na figura 28.

Figura 27: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO- 01 do FT-01.



Fonte: Autoria própria

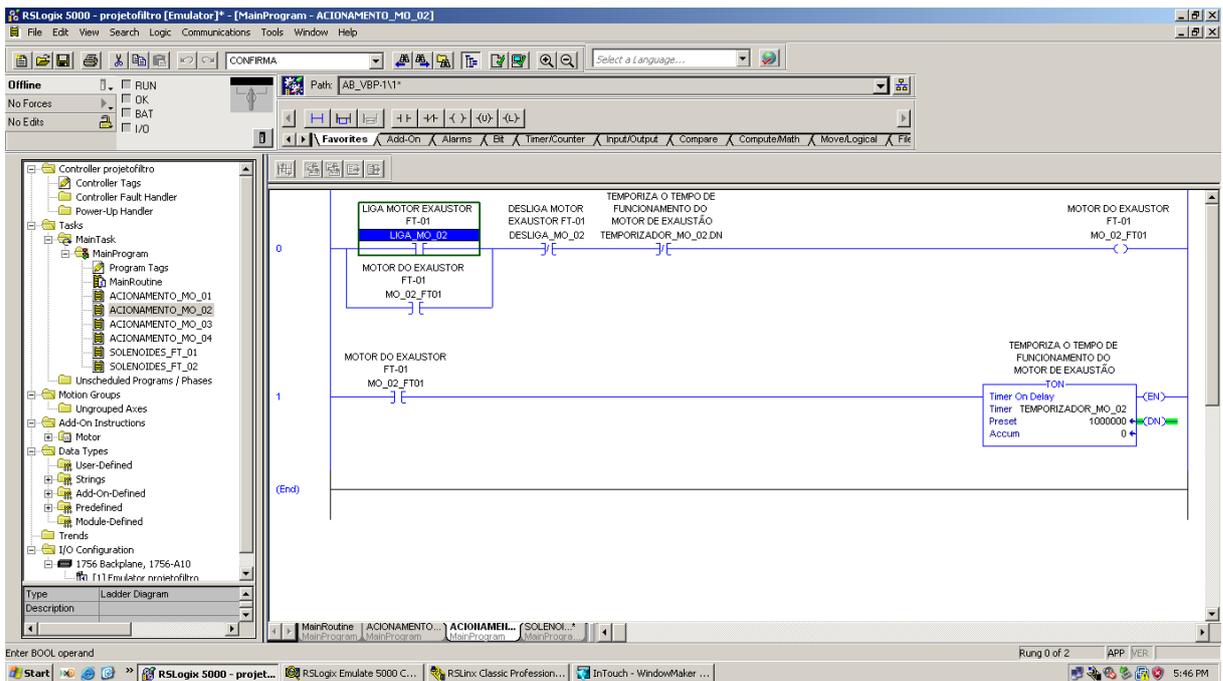
Figura 28: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO- 01 do FT-01.



Fonte: Autoria própria

Em seguida foi desenvolvida a lógica de acionamento do motor de exaustão MO-02 do FT-01, neste acionamento foi utilizado um contato de liga, um contato de desliga, um bloco temporizador, conforme está ilustrado na figura 29.

Figura 29: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento do motor de exaustão MO-02 do FT-01.

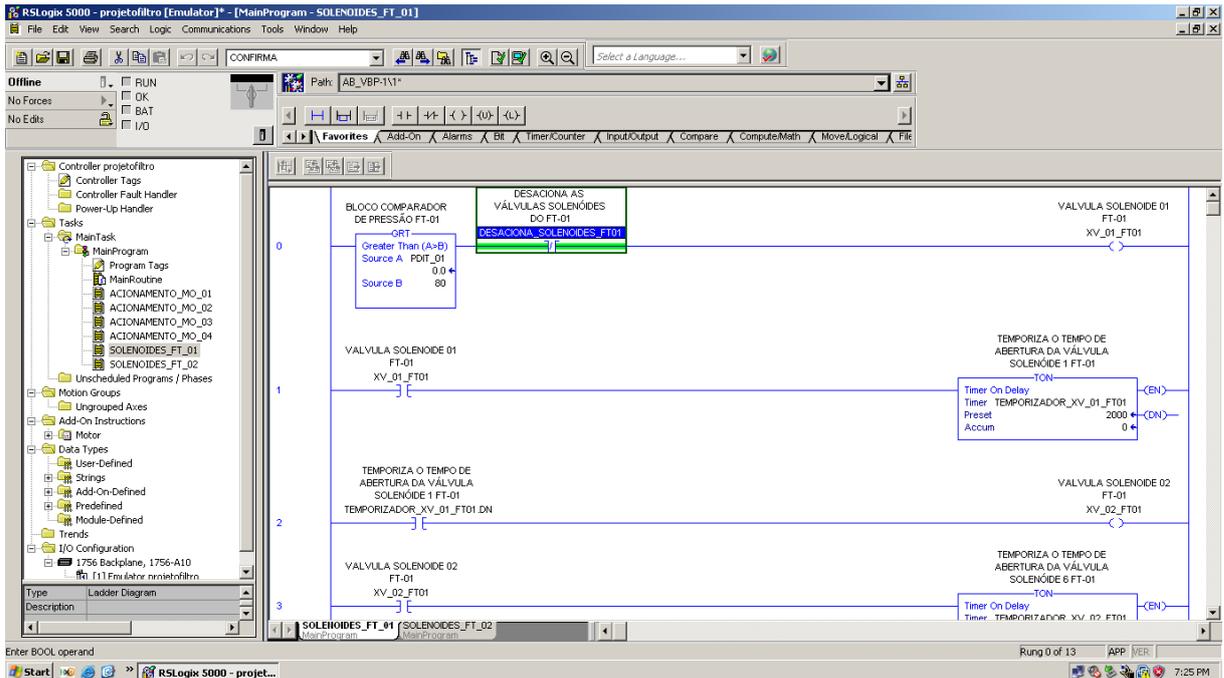


Fonte: Autoria própria

Depois de desenvolvida a lógica de acionamento dos motores do filtro de mangas FT-01, foi feita a lógica de acionamento das válvulas solenóides de forma temporizada através do diferencial de pressão de dois pontos distintos do filtro de manga FT-01, foi necessário reduzir a quantidade de solenóides que eram doze para seis em cada filtro de mangas, por questões de simulação no software Intouch. Foi ajustado um tempo de dois segundos para o acionamento de cada solenóides nos seus respectivos temporizadores, a lógica foi desenvolvida para que as válvulas solenóides entrem em funcionamento de forma sequenciadas, para o início do acionamento das válvulas solenóides foi criado um bloco comparador, para fazer a comparação entre os dois valores de pressão coletados em pontos distintos no filtro de mangas, assim que a pressão chega a um valor máximo pré estabelecido o filtro de manga encontra-se saturado e necessita do alívio da pressão, então inicia-se o acionamento das válvulas solenóides sequenciadas através dos temporizadores, nesse

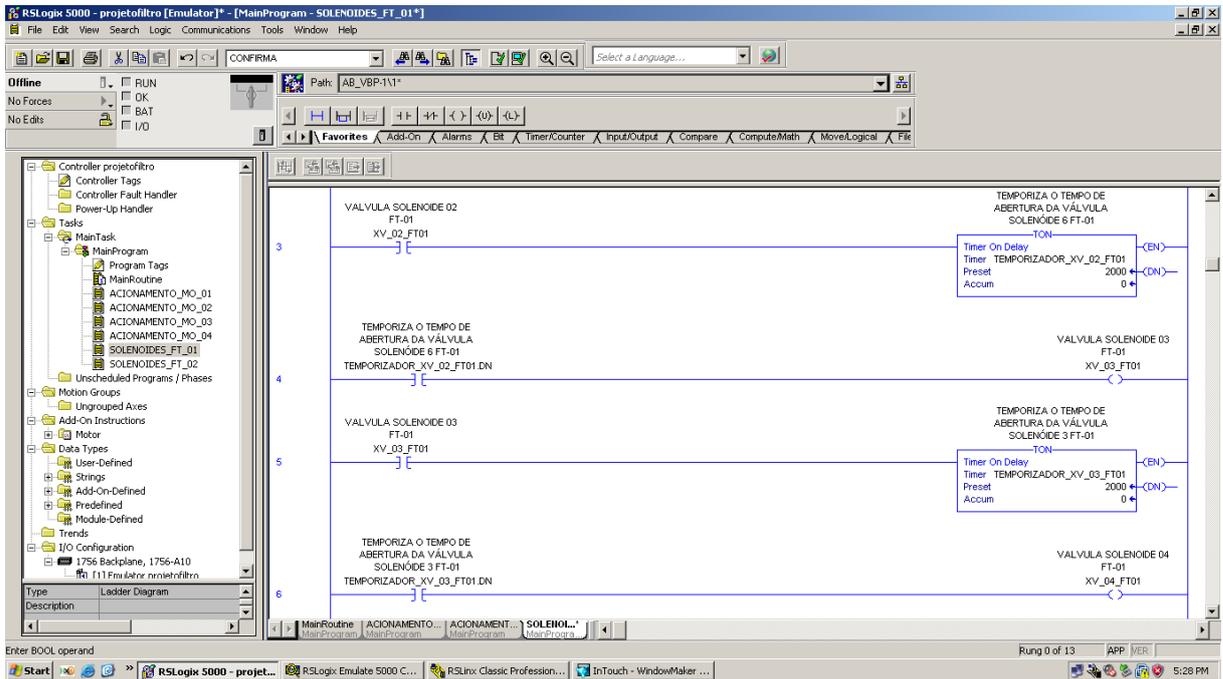
momento é acionado o motor da válvula rotativa para que o particulado que for se despreendendo das mangas do filtro FT-01 seja direcionado para o big bag posicionado abaixo da válvula rotativa. Essa lógica de acionamento das válvulas solenóides está evidenciado nas figuras 30, 31, 32 e 33.

Figura 30: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-01.



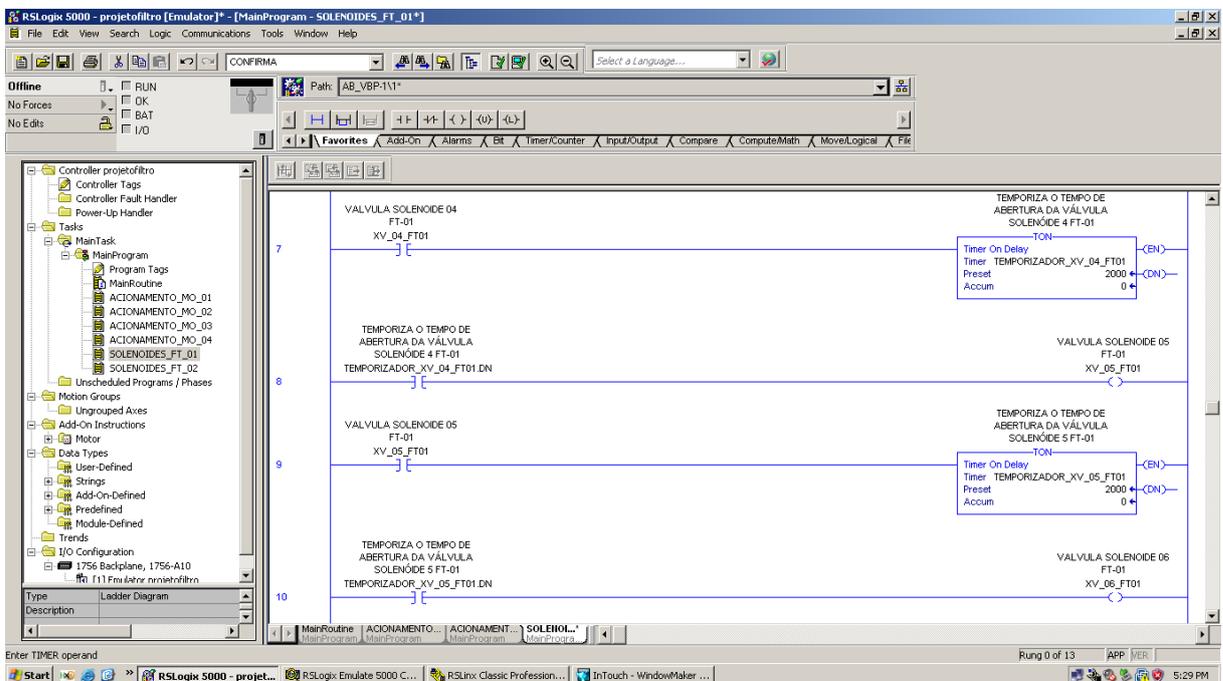
Fonte: Autoria própria

Figura 31: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-01.



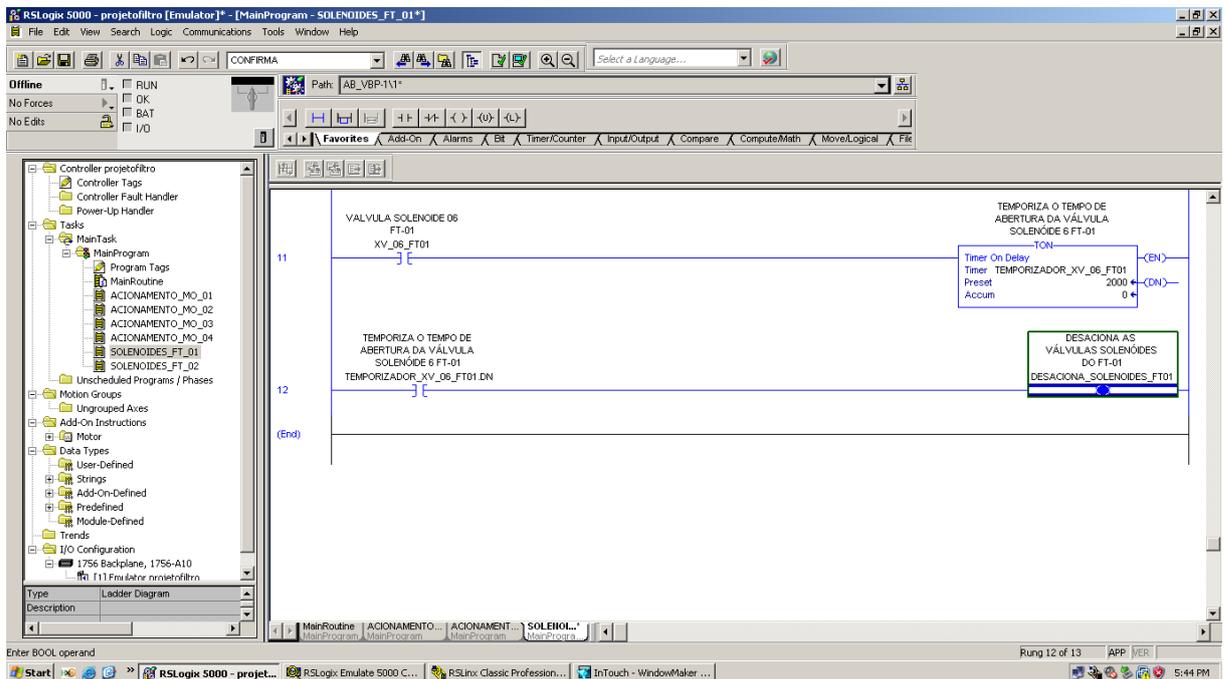
Fonte: Autoria própria

Figura 32: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-01.



Fonte: Autoria própria

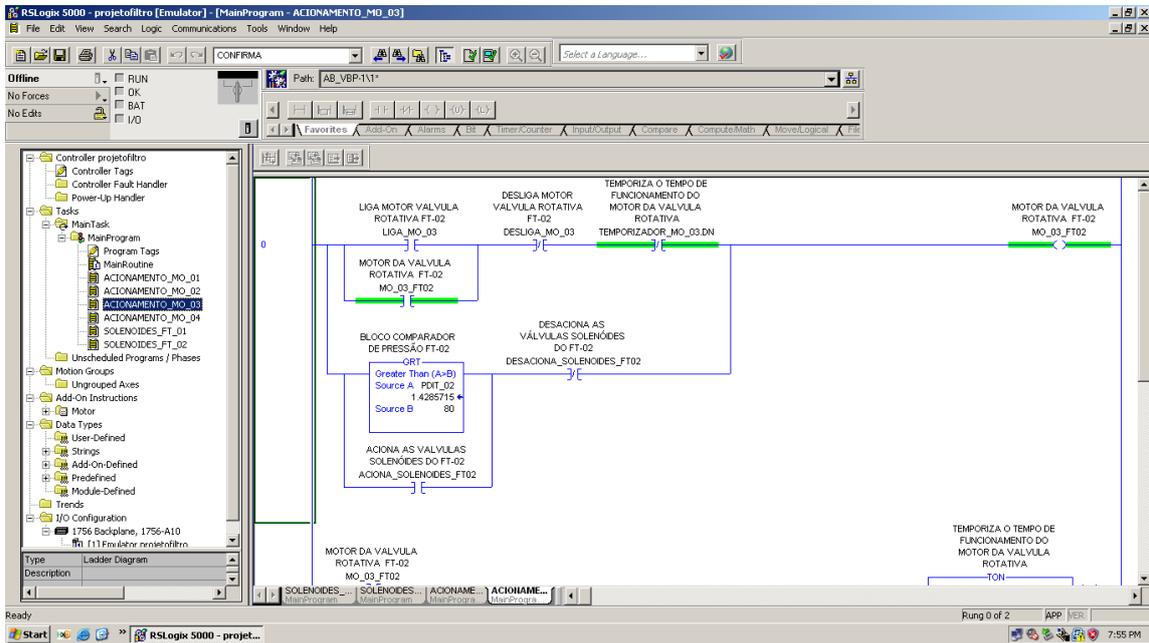
Figura 33: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-01.



Fonte: Autoria própria

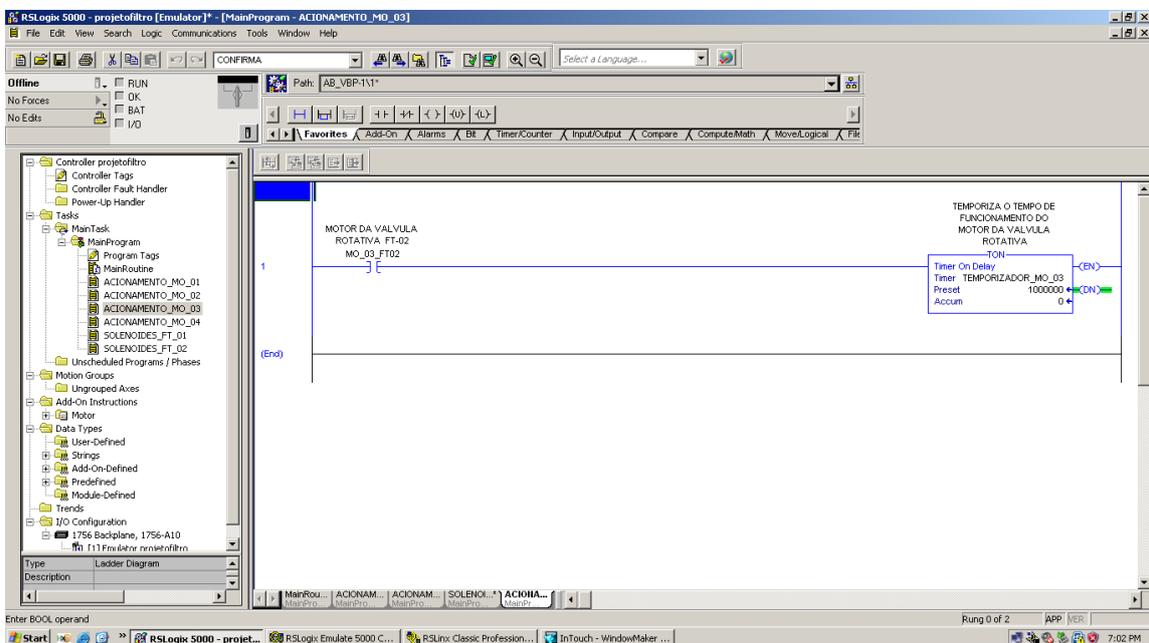
Em seguida foi desenvolvida a lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO-03 do FT-02, neste acionamento foi utilizado um contato de liga, um contato de desliga, um bloco temporizador e um bloco de comparação. O acionamento do MO-03 foi intertravado com a pressão na lógica, pois o seu acionamento deve ocorrer apenas se a pressão atingir um certo valor pré-estabelecido, evitando assim do motor ficar ligado desnecessariamente. Conforme está ilustrado na figura 34 e na figura 35.

Figura 34: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO- 03 do FT-02.



Fonte: Autoria própria

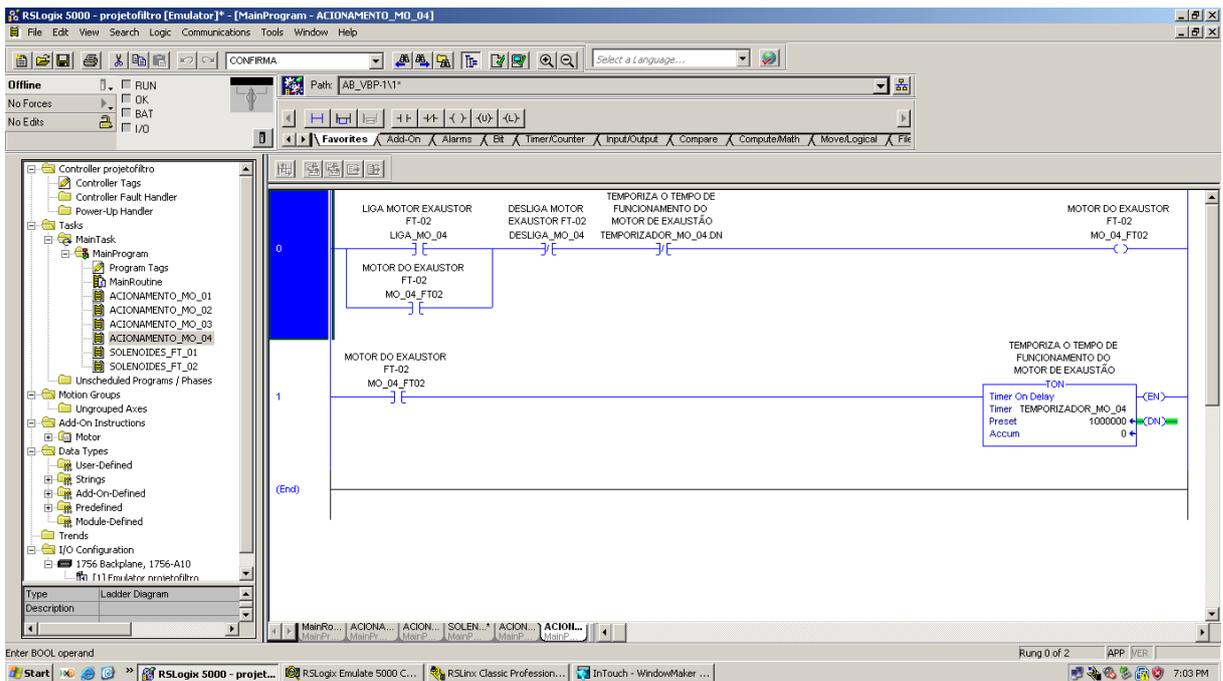
Figura 35: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento do motor da válvula rotativa MO- 03 do FT-02.



Fonte: Autoria própria

Logo após, foi desenvolvida a lógica de acionamento do motor de exaustão MO-04 do FT-02, neste acionamento foi utilizado um contato de liga, um contato de desliga, um bloco temporizador, conforme está ilustrado na figura 36.

Figura 36: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento do motor de exaustão MO-04 do FT-02.

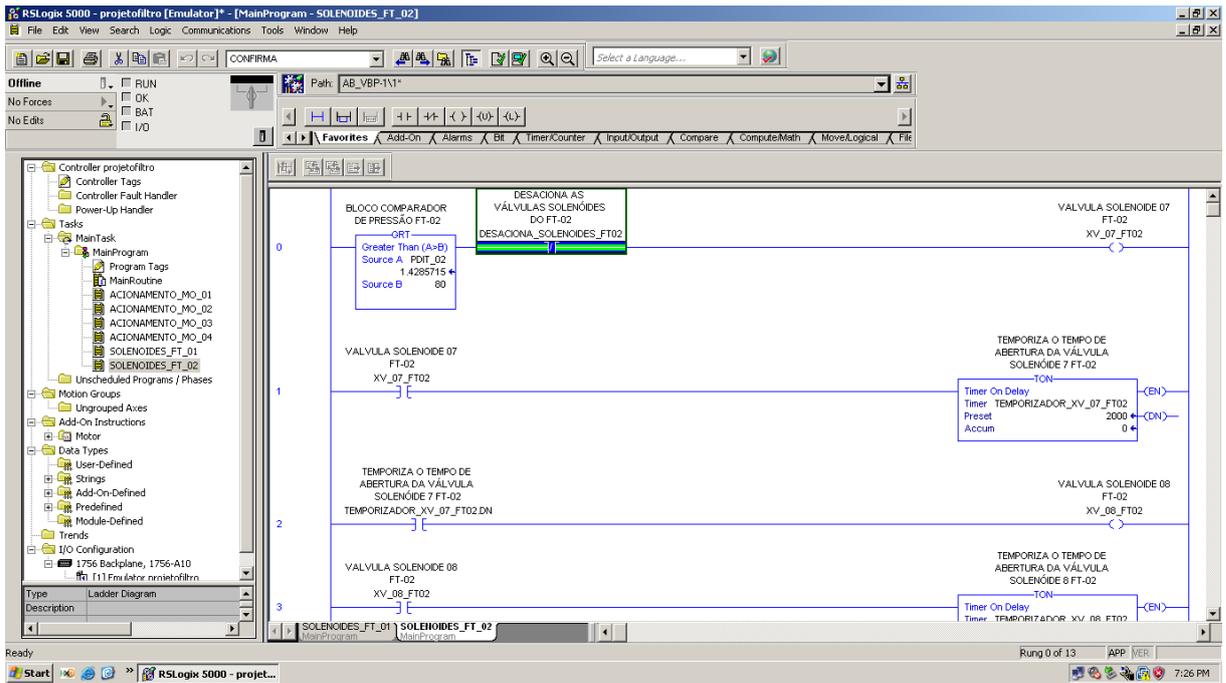


Fonte: Autoria própria

Depois de desenvolvida a lógica de acionamento dos motores do filtro de mangas FT-02, foi feita a lógica de acionamento das válvulas solenóides de forma temporizada através do diferencial de pressão de dois pontos distintos do filtro de manga FT-02. Foi ajustado um tempo de dois segundos para o acionamento de cada solenóides nos seus respectivos temporizadores, a lógica foi desenvolvida para que as válvulas solenóides entrem em funcionamento de forma seqüenciadas, para o início do acionamento das válvulas solenóides foi criado um bloco comparador, para fazer a comparação entre os dois valores de pressão coletados em pontos distintos no filtro de mangas pelo PDIT, assim que a pressão chega a um valor máximo pré estabelecido o filtro de manga encontra-se saturado e necessita do alívio da pressão, então inicia-se o acionamento das válvulas solenóides seqüenciadas através dos temporizadores, nesse momento é acionado o motor da

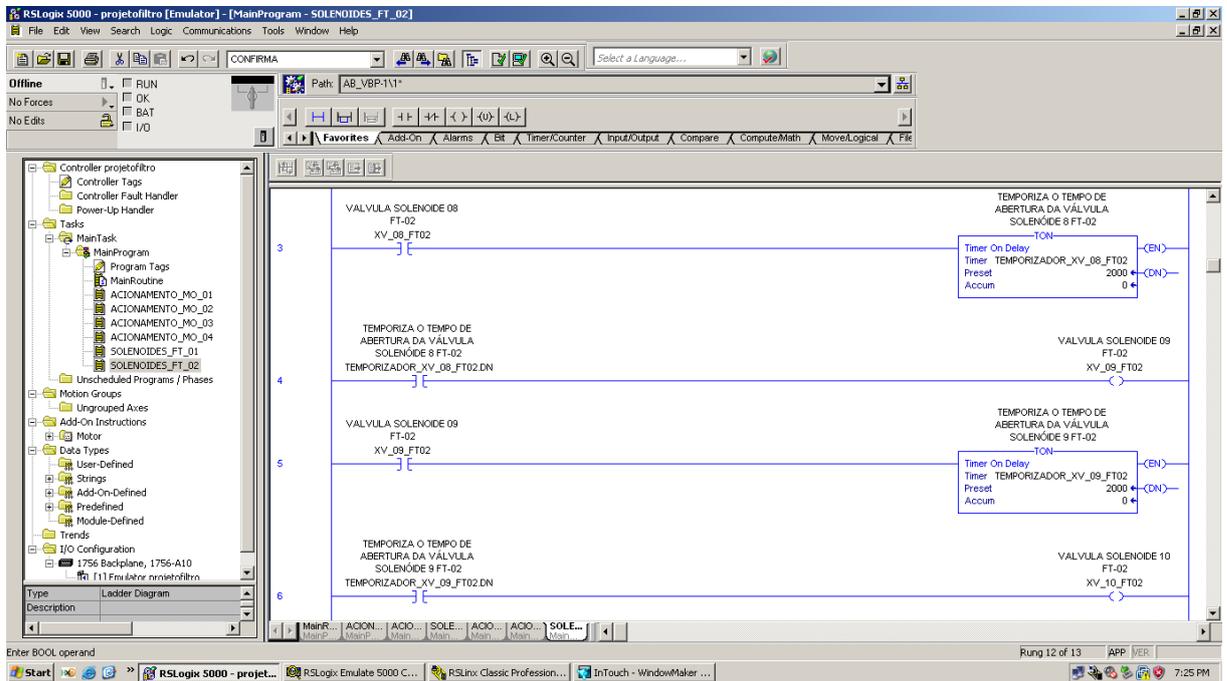
válvula rotativa para que o particulado que for se desprendendo das mangas do filtro FT-02 seja direcionado para o big bag posicionado abaixo da válvula rotativa. Essa lógica de acionamento das válvulas solenóides está evidenciado nas figuras 37, 38, 39 e 40.

Figura 37: Tela do software RSLogix 5000, desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-02.



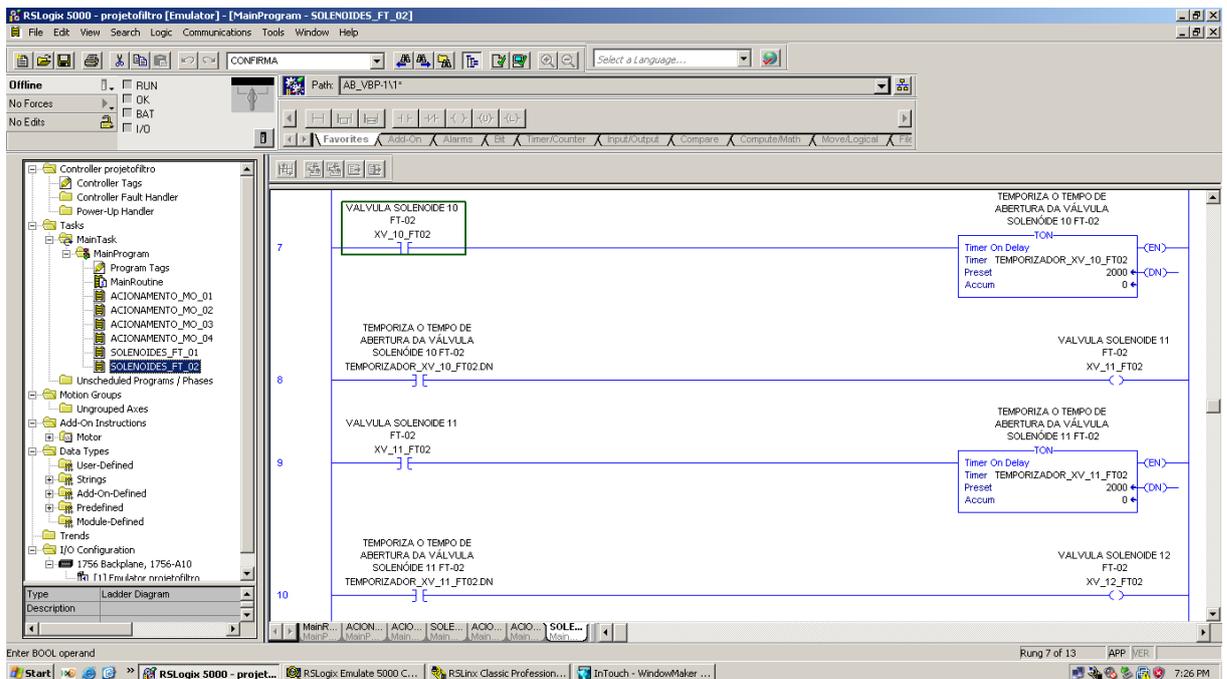
Fonte: Autoria própria

Figura 38: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-02.



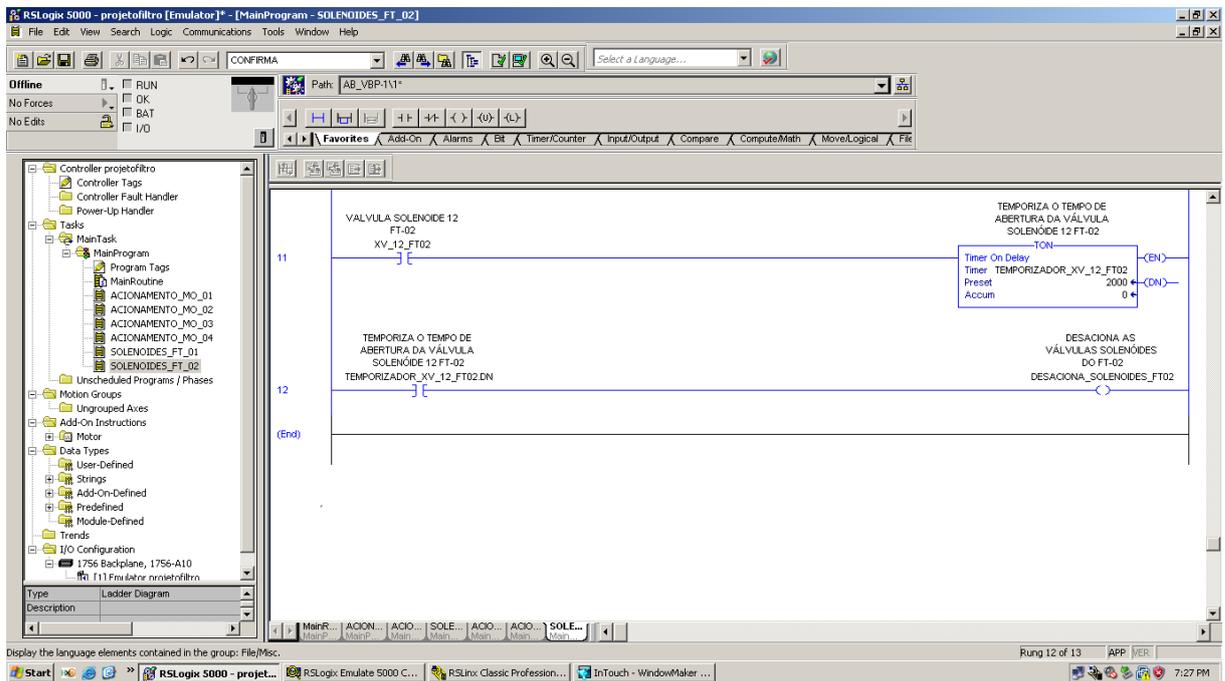
Fonte: Autoria própria

Figura 39: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-02.



Fonte: Autoria própria

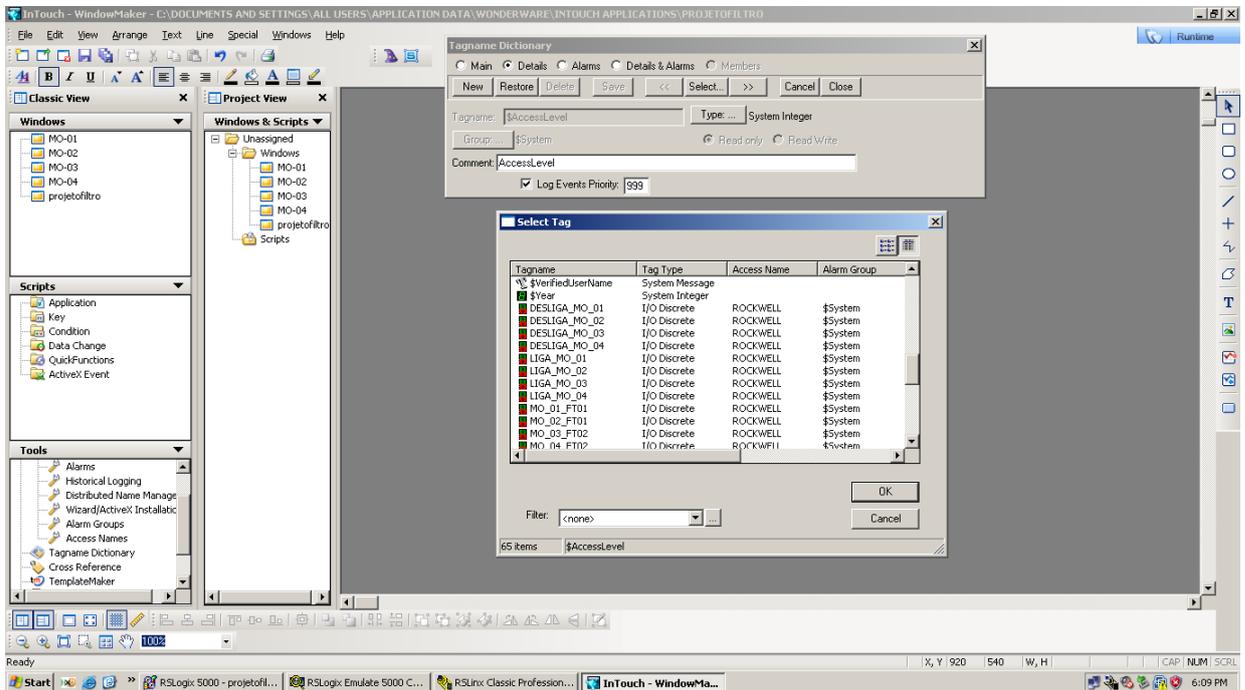
Figura 40: Tela do software RSLogix 5000, continuação do desenvolvimento da lógica de acionamento das válvulas solenóides do FT-02.



Fonte: Autoria própria

No software do Intouch foi criado em Tagname Dictionary as tags idênticas as criadas no software RSLogix 5000, é importante as tag's serem idênticas para que seja possível a comunicação entreos softwares. Na figura 41 está ilustrada a criação das tag's.

Figura 41: Tela do software Intouch, criação das tag's e suas respectivas configurações no Tagname Dictionary.

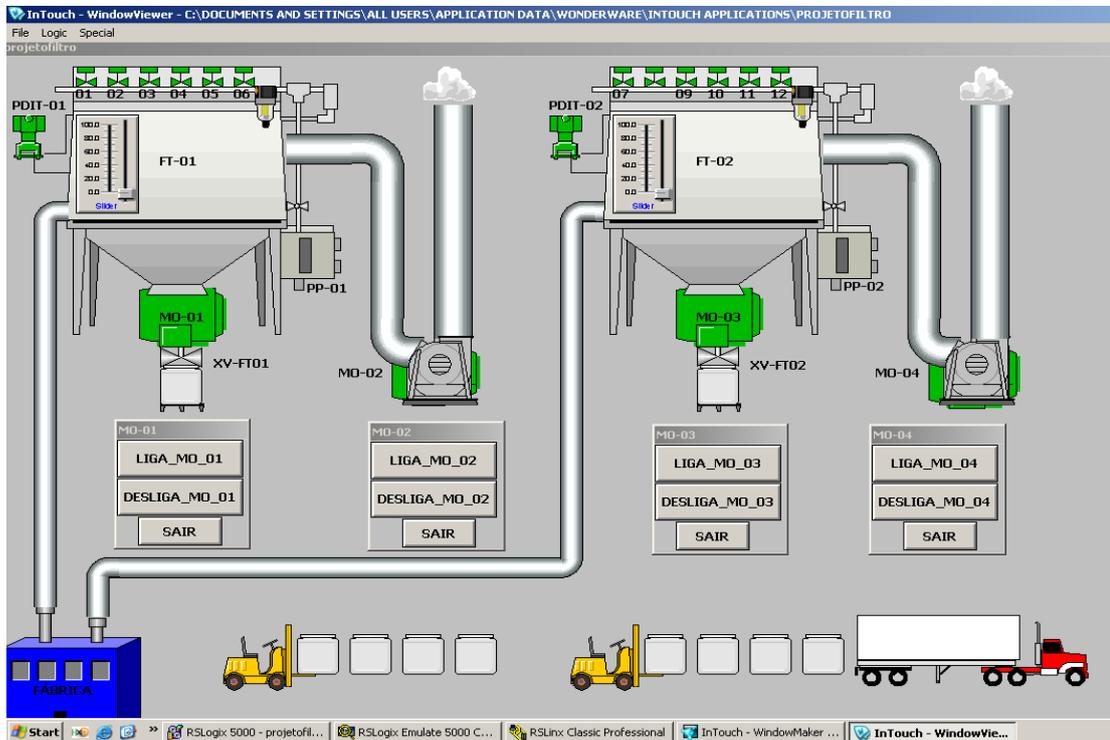


Fonte: Autoria própria

Foi criada uma tela principal denominada de projeto filtro, para a montagem do processo dos filtros de mangas. Foram inseridas todas as figuras, as quais foram: os filtros de mangas, as válvulas manuais e solenóides, os motores que acionam as válvulas rotativas, as válvulas rotativas, os motores de exaustão, os transmissores diferenciais de pressão, a fábrica, o caminhão, as empilhadeiras, os big bags, as emissões dos filtros de mangas para a atmosfera, foi feita a interligação de todas as tubulações necessárias para interligar a fábrica aos filtros, dos filtros aos exaustores e dos exaustores em diante. Em seguida foi feita a configuração de todas as figuras que precisaram ser animadas do FT-01; são elas: o Transmissor e Indicador Diferencial de Pressão (PDIT-01), as válvulas solenóides (XV-01, XV-02, XV-03, XV-04, XV-05 e XV-06), o motor da válvula rotativa (MO-01) e o motor de exaustão (MO-02). E depois foi feita a configuração de todas as figuras animadas do FT-02; são elas: o transmissor indicador diferencial de pressão (PDIT-02), as válvulas solenóides (XV-07, XV-08, XV-09, XV-10, XV-11 e XV-12), o motor da válvula rotativa (MO-03) e o motor de exaustão (MO-04).

Na figura 42 está ilustrado como ficou a montagem, final da tela de supervisor e nela estão representados todos os equipamentos desligados, representados na cor verde esta condição.

Figura 42: Tela do software Intouch, representação gráfica do processo



Fonte: Autoria própria

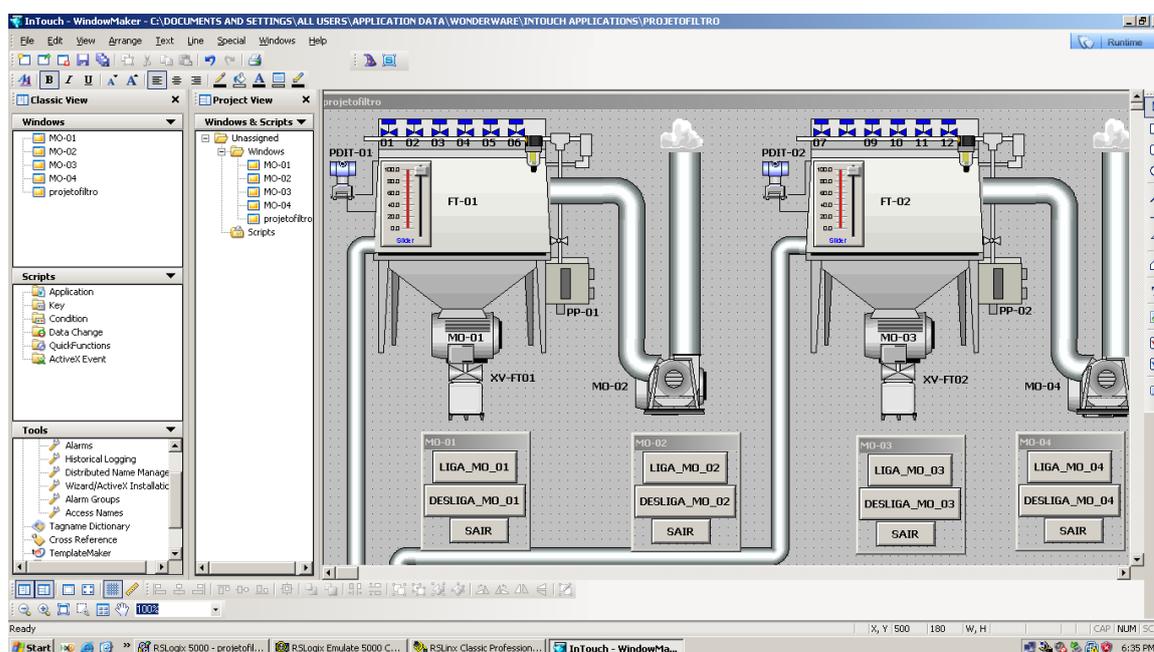
No desenvolvimento de uma tela de supervisor é muito importante se atentar a pequenos detalhes que fazem uma grande diferença depois da tela pronta.

É importante ter atenção a impressão que a tela vai proporcionar para o usuário, devem ser usadas cores neutras e discretas no fundo das telas principais e intermediárias. Optou-se por usar a cor cinza claro no fundo de todas as telas desenvolvidas, nas animações das figuras um padrão de cores, por exemplo no trabalho foi utilizado a cor vermelha para os dispositivos e equipamentos ligados e a cor verde para os dispositivos e equipamentos desligados. É importante verificar se não há muitos detalhes na tela que estão poluindo-a; uma tela com o mínimo necessário é melhor para um operador que vai passar todo o tempo da sua jornada de trabalho visualizando a tela, isso pode amenizar o cansaço visual. Um recurso muito utilizado é a criação de faceplates, que são telas menores criadas para evitar a poluição visual das telas principais e secundárias, pois essas telas não ficam visíveis o tempo todo para o usuário, quando é necessário seu aparecimento basta um clique sobre o objeto vinculado ao respectivo

faceplate e ele fica visível e, quando não for necessário mais sua visibilidade, ele pode ser ocultado.

Foram criados faceplates para cada motor, com opção de botão de liga, desliga e sair do faceplate, este último tem o objetivo de não ficar com muitos faceplates abertos na tela, evitando a poluição da mesma, há a opção de abri-lo quando necessário com apenas dois cliques sobre o respectivo motor desejado e depois pode ser ocultado pressionando o botão sair. Foi criado também um botão sliders, que têm como recurso a variação de valores através de um cursor deslizante, cuja finalidade é variar a variável pressão para a simulação do funcionamento de ambos filtros de mangas. Estes faceplates estão ilustrados na figura 43 abaixo de cada motor.

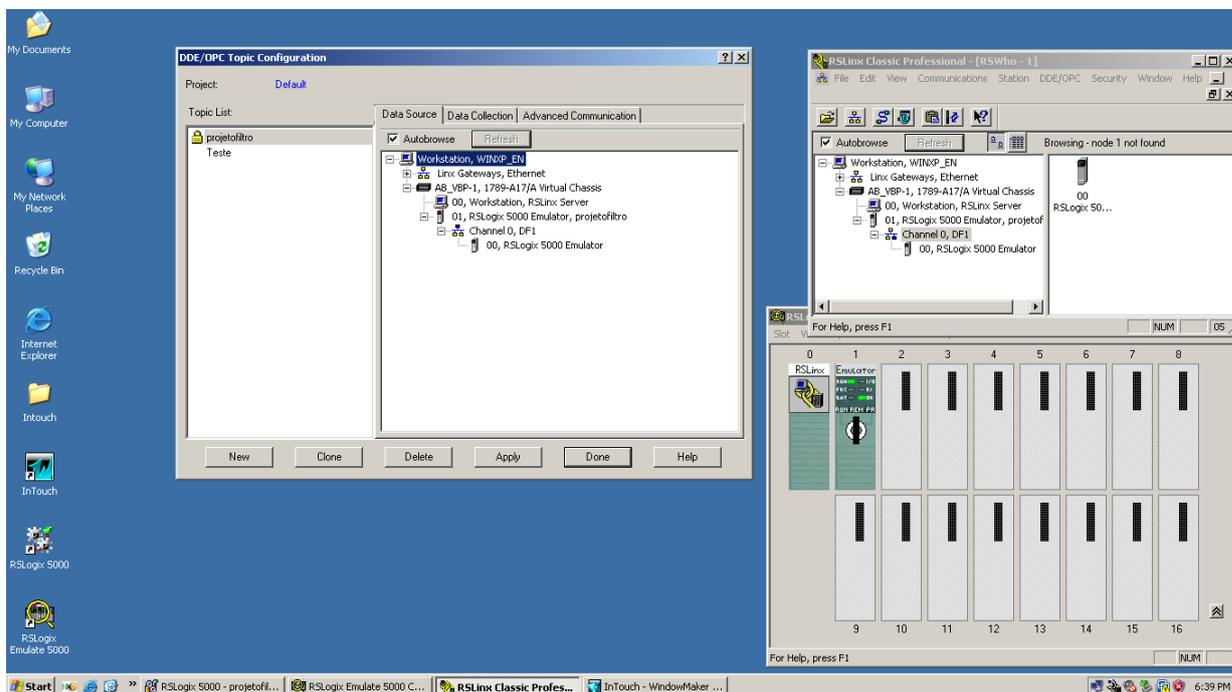
Figura 43: Tela do software Intouch, representação dos faceplates dos motores.



Fonte: Autoria própria

Depois de todos os testes de lógica no software RSLogix 5000 referente ao filtro de mangas FT-01 e FT-02 e de todas as configurações necessárias feitas no software Intouch, foi estabelecido a comunicação entre ambos através dos softwares RSLogix Emulate 5000 e RSLinx Classic, são necessários todos os softwares estarem configurados para comunicarem entre si, para que assim seja possível uma boa comunicação e em tempo real entre o software de lógica e o de simulação da tela de supervisor, ilustrado na figura 44.

Figura 44: Representação dos softwares RSLogix Emulate 5000 e RS Linx Classic utilizados para permitir a comunicação entre RSLogix 5000 e Intouch.



Fonte: Autoria própria

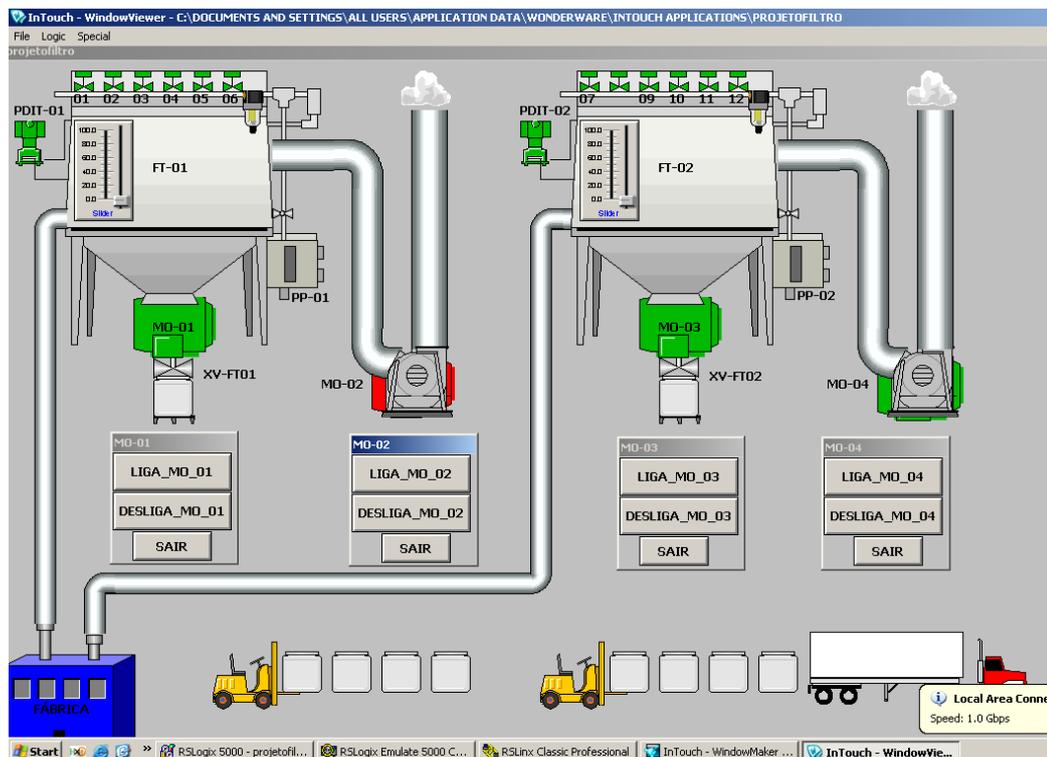
Após a comunicação estabelecida foi possível conferir o desenvolvido da lógica referente ao acionamento das válvulas solenóides e dos motores de ambos os filtros sendo animado na tela do supervisor. Com a lógica desenvolvida no software RSLogix 5000 e os ajustes feitos na tela de supervisor no software Intouch, foi possível testar a simulação em tempo real.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento de todo o trabalho foi possível alcançar objetivo geral. Diante de cada etapa cumprida foi obtido várias partes de um todo que unidas representam o trabalho completo em si. A seguir estão todos os resultado de cada etapas cumprida de forma satisfatórias, todos os testes e simulações realizados.

Em seguida estão ilustradas as etapas de funcionamento como foram efetuados os ensaios do funcionamento das plantas de filtragem FT-01 e FT-02. Na figura 45 está ilustrado o acionamento do motor de exaustão do FT-01, seu acionamento está representado na cor vermelha.

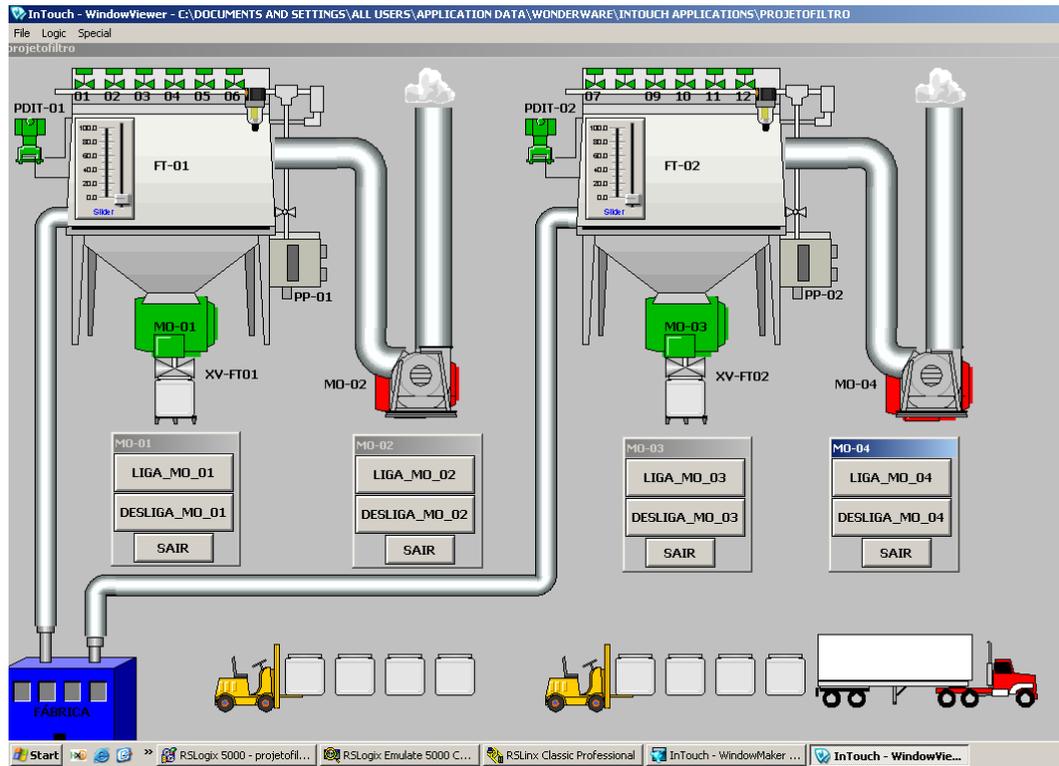
Figura 45 - Acionamento do motor de exaustão do FT-01



Fonte: Autoria própria

Em seguida está ilustrado na figura 46 o acionamento do motor de exaustão do FT-02, o seu acionamento está representado na cor vermelha.

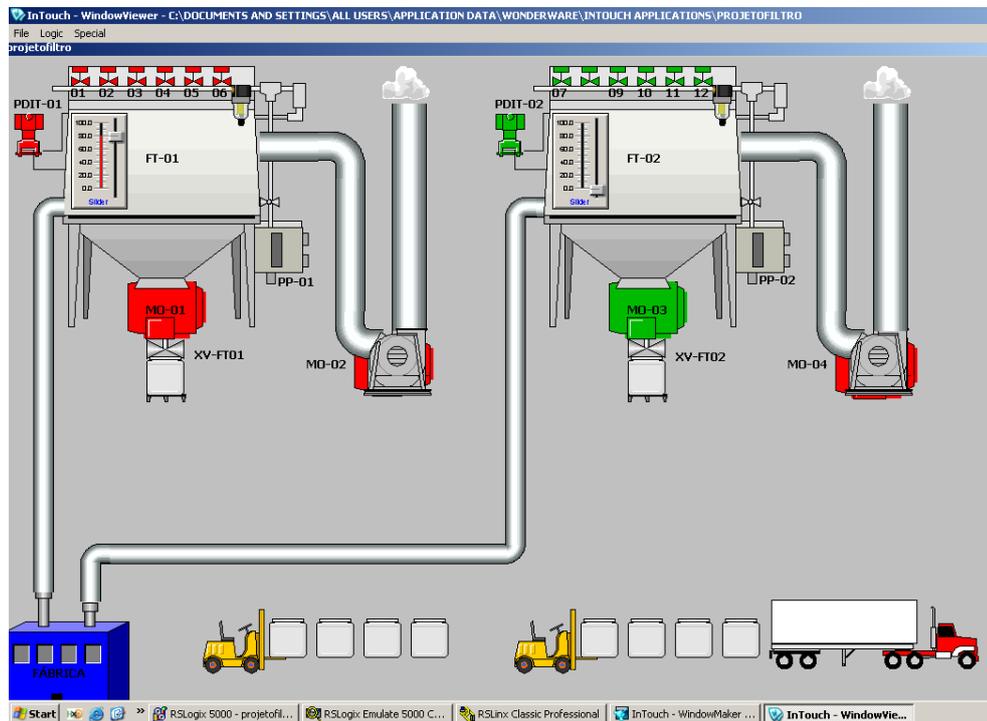
Figura 46 - Acionamento do motor de exaustão do FT-02



Fonte: Autoria própria

Na figura 47 está ilustrado a ligação temporizada e sequencial das solenóides a partir do aumento de pressão e o acionamento do motor da válvula rotativa em FT-01. Tanto as válvulas solenóides quanto o motor estão representados na cor vermelha pois estão acionados.

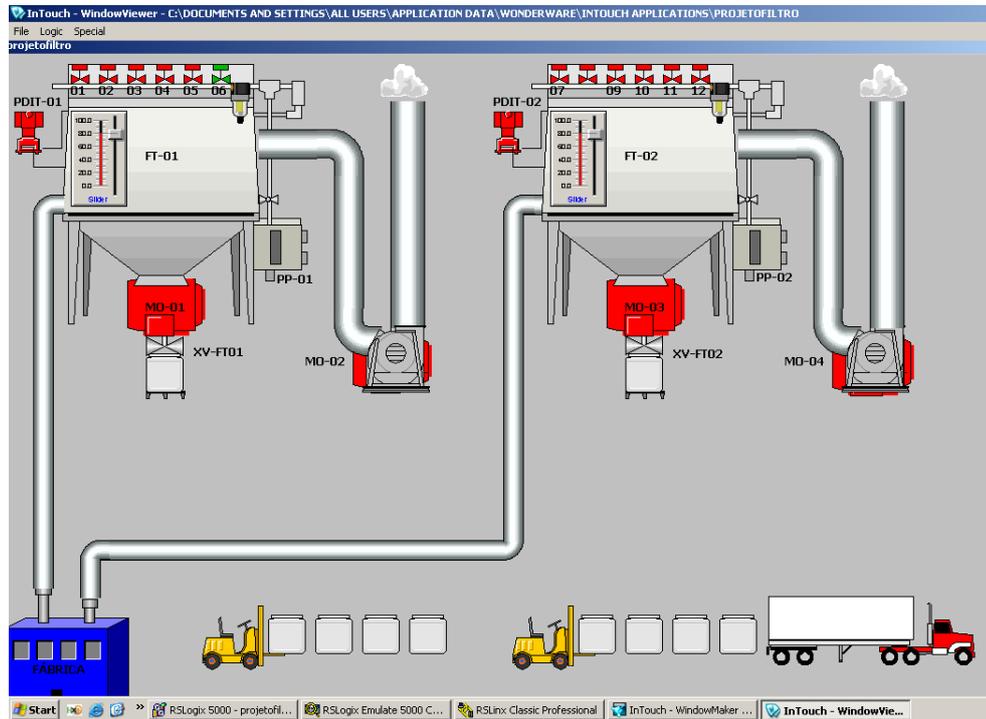
Figura 47 - Pressão máxima atingida, acionamento das válvulas solenóides e do motor da válvula rotativa



Fonte: Autoria própria

Na figura 48 está ilustrado a ligação temporizada e sequencial das solenóides a partir do aumento de pressão e o acionamento do motor da válvula rotativa em FT-02. Também estão representados na cor vermelha devido ao acionamento. Neste momento todos os equipamentos estão ligados e ambos os filtros estão realizando a filtragem do particulado do interior da fábrica.

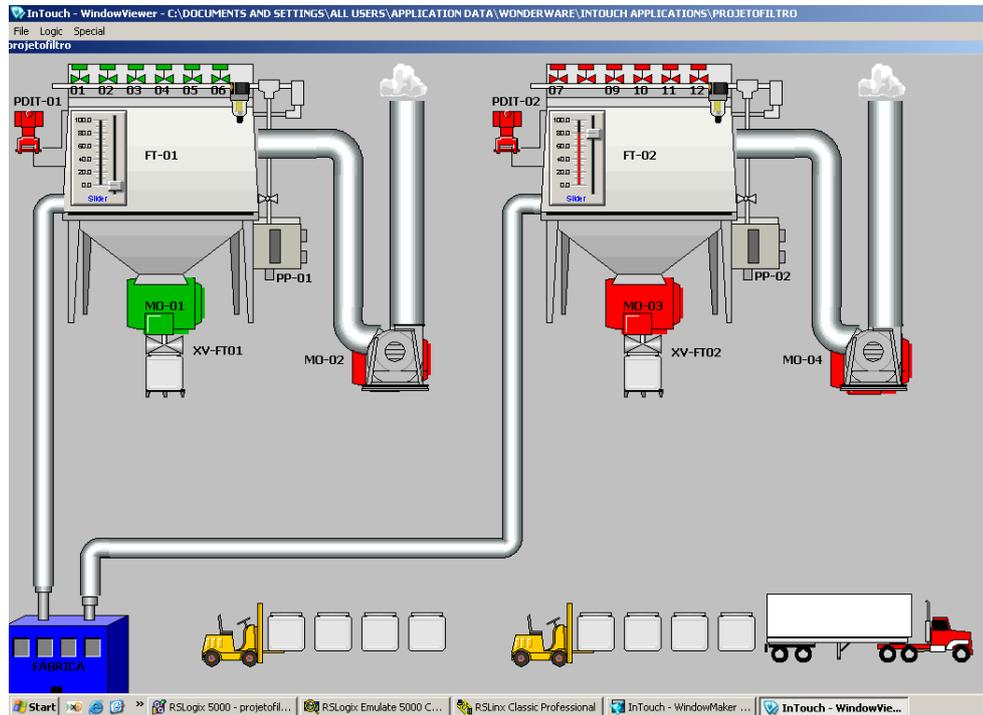
Figura 48- Pressão máxima atingida, acionamento das válvulas solenóides e do motor da válvula rotativa do FT-02



Fonte: Autoria própria

Depois de todos os equipamentos ligados e testados, iniciou-se o desligamento seqüencial. Primeiramente foi desligado as solenóides e o motor da válvula rotativa a partir da diminuição da pressão do FT-01 e estão representados na figura 49 na cor verde, cor na qual representa que o dispositivo ou equipamento encontra-se desligado.

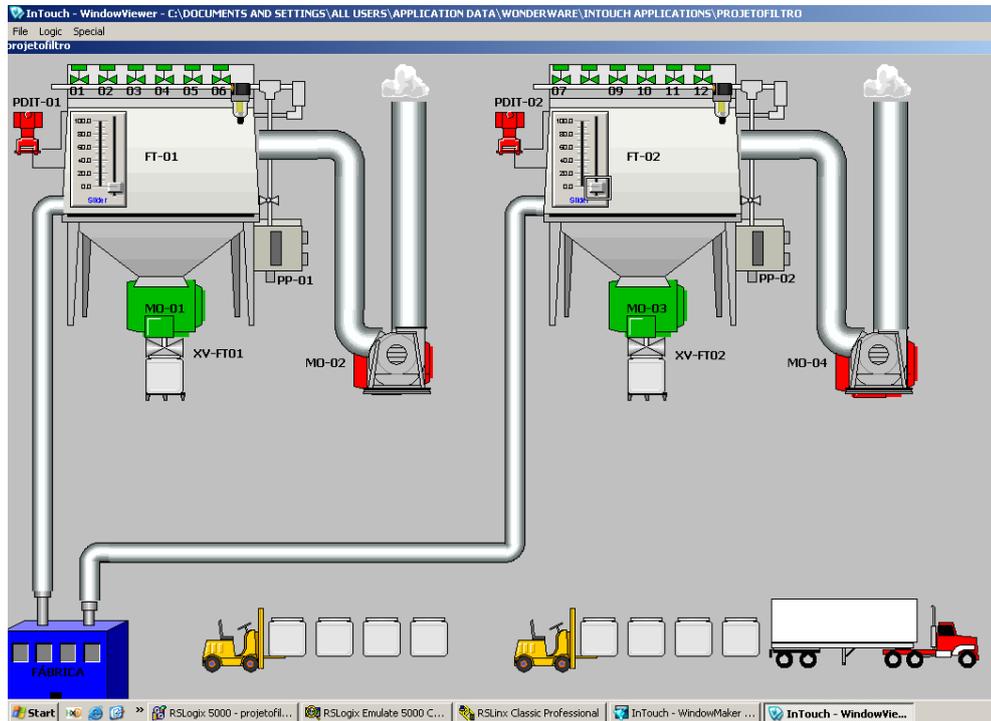
Figura 49 - Pressão normalizada, desligamento das válvulas solenóides e do motor da válvula rotativa do FT-01



Fonte: Autoria própria

Em seguida foram desligados as solenóides e o motor da válvula rotativa a partir da diminuição da pressão do FT-02 e estão representados na figura 50, também representados na cor verde.

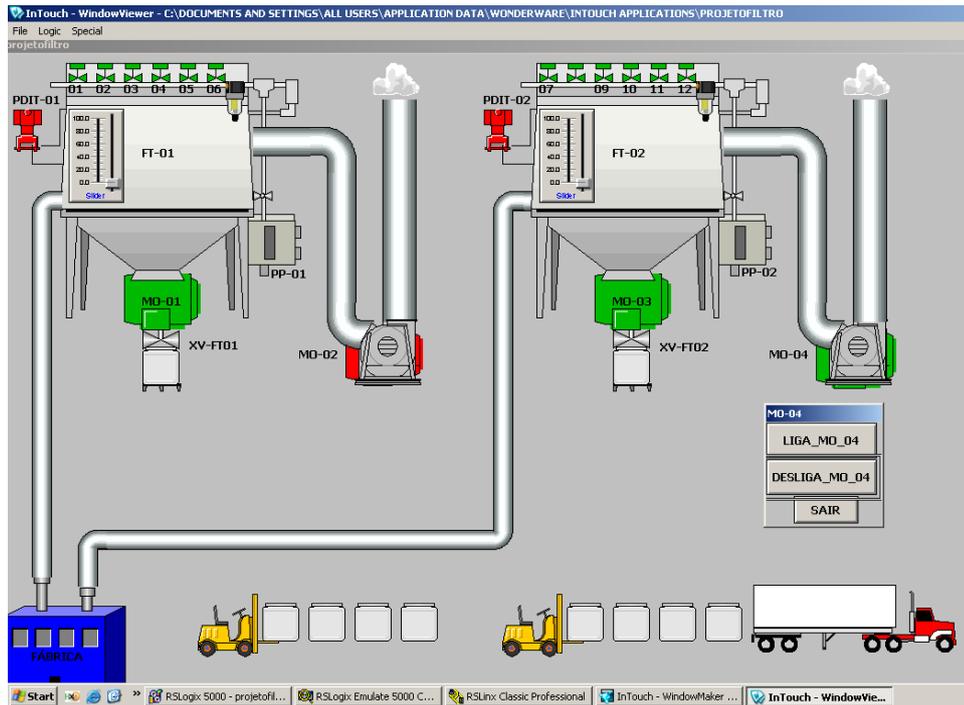
Figura 50 - Pressão normalizada, desligamento das válvulas solenóides e do motor da válvula rotativa do FT-02



Fonte: Autoria própria

A figura 51 refere-se ao desligamento do motor de exaustão de FT-02, o motor estar representado na cor verde.

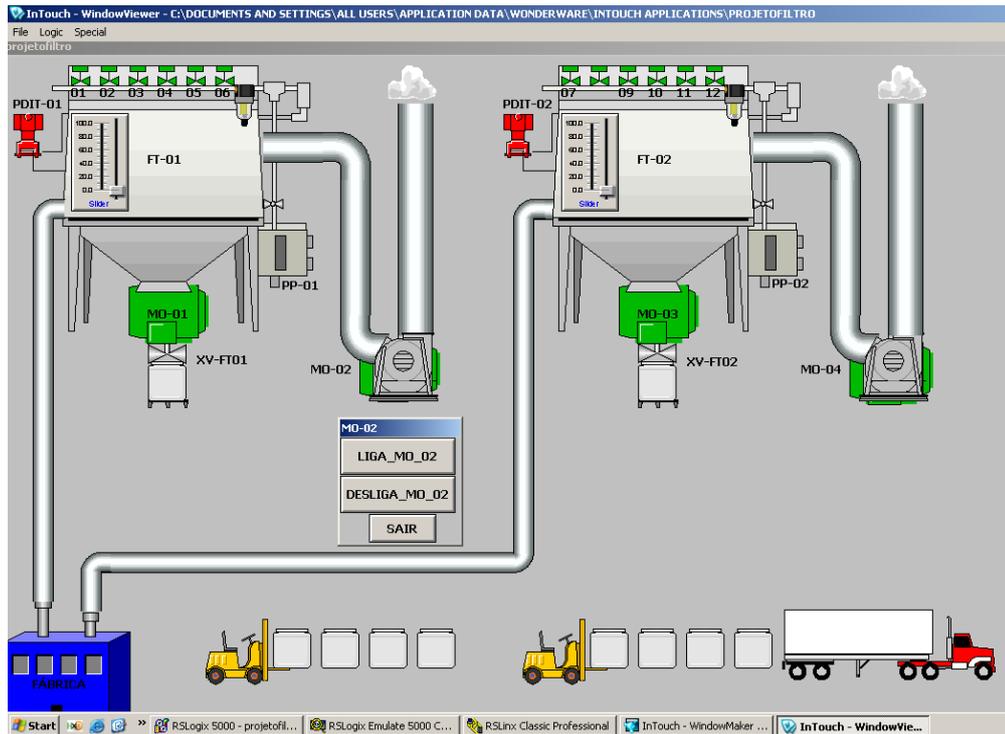
Figura 51 - Desligamento do motor de exaustão do FT-02



Fonte: Autoria própria

A figura 52 refere-se ao desligamento do motor de exaustão de FT-01, seu desligamento está representado na cor verde. Enfim todos os equipamentos foram desligados, exceto os transmissores e indicadores de pressão diferencial (PDIT-01 e PDIT-02) que permanecem ligados para monitorarem constantemente a pressão dos filtros de mangas, assim que a pressão máxima for atingida é dada a condição para ligar toda a sequência de funcionamento dos filtros, para que assim seja iniciada a filtragem do particulado.

Figura 52 - Desligamento do motor de exaustão do FT-01

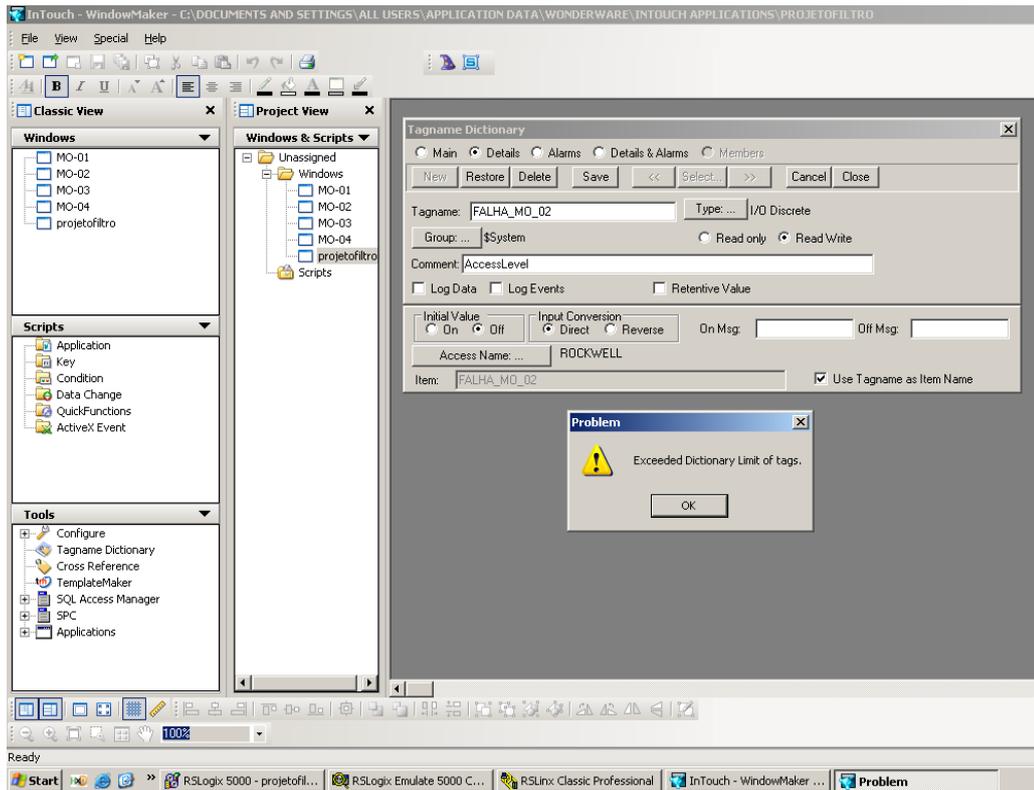


Fonte: Autoria própria

Após a comunicação estabelecida foi possível verificar a lógica desenvolvida referente ao acionamento das válvulas solenóides e dos motores do filtro de mangas FT-01 e FT-02 animada na tela do supervisor. Com a lógica desenvolvida no software RSLogix 5000 e os ajustes feitos na tela de supervisor no software InTouch para atender aos objetivos específicos, foi possível testar a simulação em tempo real.

Assim que foi estabelecida a comunicação entre os softwares RSLogix 5000 e o InTouch, foi dado início na criação dos alarmes dos motores, os alarmes são muito importantes para a segurança dos operadores e para o processo, uma vez que são acionados através de botoeiras de emergência no campo localizadas próximas do motor. As botoeiras de emergência são acionadas no caso de uma não eventualidade no campo, no caso de um acidente próximo ao motor, um defeito na máquina que requer sua parada imediata, ou algum problema no processo. Enfim na tentativa de criar a primeira tag de alarme no software InTouch apareceu uma mensagem que o limite de criação de tags tinha chegado no limite e que tinha excedido o número máximo, devido a esse ocorrido não foi possível a criação dos alarmes. Esta mensagem está representada na figura 53.

Figura 53 - Mensagem de limite excedido de criação de tag's



Fonte: Autoria própria

Inicialmente o intuito era desenvolver este trabalho e implementá-lo na FBM para proporcionar a fábrica uma melhoria na acessibilidade das informações envolvidas no processo de funcionamento dos filtros de mangas em questão. Neste trabalho foi possível todo o seu desenvolvimento em ambiente acadêmico, e foram realizados todos os testes e feitas todas as simulações necessárias para que assim fosse possível apresentar o objetivo inicial alcançado. Não foi possível a implementação na fábrica devido a redução de gastos e foi adiado futuros investimentos incluindo a implementação proposta neste trabalho.

## 5 CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível montar um sistema de supervisão da unidade de filtros de mangas de uma fábrica de alumínio em pó. O estudo nos levou a conhecer uma fábrica e como funciona um processo de fabricação real, além de dada a oportunidade de analisar o funcionamento dos instrumentos, dispositivos e equipamentos que formam a planta, fazer um levantamento das variáveis envolvidas no processo, qual o nível de importância entre elas e qual a influência direta entre elas e o processo, como foi repassado pelos professores durante o curso. Necessitou-se também fazer uma listagem da quantidade de variáveis de entrada e de saída que foram trabalhadas neste projeto, e fazer uso dos softwares RSLogix 5000, RSLogix Emulate 5000, RSLinx Classic e Intouch.

O desenvolvimento da lógica de acionamento e o controle das variáveis envolvidas do processo e elaboração da tela de supervisor foi prazeroso, colocando em prática o que aprende-se na teoria. Foi interessante estabelecer a comunicação entre os softwares RSLogix e o Intouch, pois são muitos detalhes que merecem atenção para uma boa comunicação entre ambos.

Diante do proposto inicial ressalta-se que ao longo do projeto foi detectado que o software RS Logix 5000 utilizado é incompatível com o CLP SLC500 disponível na instituição para testes e simulações. O Software RSLogix 5000 tem compatibilidade com o SLC5000, o qual a instituição não possui para disponibilizar para os teste necessários.

Após todos os testes necessários executados foi verificado que o objetivo foi alcançado e, depois da implementação, o intuito de monitorar as variáveis do processo em tempo real foi bem sucedido.

Resolvida uma incompatibilidade inicial de versão de softwares, o trabalho teve continuidade e foi complementado com o desenvolvimento da lógica de acionamento dos motores e não apenas para efeito de visualização do operador na tela do supervisor através do software Intouch como havia sido proposto inicialmente. O comando de ligar e desligar os motores de exaustão e da válvula rotativa de ambos os filtros de mangas foram feitos de forma didática para efeito de simulação para testes, através dos softwares. O acionamento da temporização da sequência do batimento das mangas dos filtros foi via desenvolvimento de lógica, de acordo com o valor da diferença de pressão do interior do filtro de mangas. Isso ampliou muito a proposta inicial, onde as variáveis não teriam acionamento via softwares, eles iriam

apenas recebê-las e tornar visíveis para o operador através da tela do supervisório. Para que isso fosse possível os dois painéis que faziam a temporização do batimento das mangas dos filtros e acionavam os motores foram desativados. Isso ainda é melhoria para a fábrica, uma vez que na proposta original o operador teria fácil visualização do funcionamento dos filtros de mangas através da tela de supervisório, porém no momento de acionamento os motores e habilitação da temporização dos filtros teria que ir pessoalmente ao local de instalação dos filtros e fazer este processo manual. Com esta implantação o operador ganha tempo, não precisando ir até os filtros para acioná-los e esse acionamento poderá ser feito de forma remota. O operador pode aproveitar este tempo ganho para checar algo do processo, verificar algo necessária ou até mesmo procurar se especializar em algum equipamento ou nos softwares implementados.

Com a implantação do desenvolvimento de uma lógica e esta comunicando diretamente com uma tela de supervisório, através dos testes e análises dos resultados foi possível visualizar o objetivo alcançado: o controle e a simulação entre filtros tipo mangas e o ambiente corporativo de uma fábrica de alumínio em pó. Um sistema supervisório propicia melhorias na acessibilidade das informações. A simulação foi possível em um primeiro instante em um ambiente de ensaio da instituição e, quando for dada a oportunidade, será aplicada na fábrica assim que a mesma disponibilizar os recursos necessários para a implantação.

Com este trabalho é possível proporcionar à fábrica uma melhora na qualidade e na acessibilidade dos dados de produção. Além disso, intenta-se que essa implantação possa trazer benefícios tanto para os operadores quanto para a gerência da empresa, contribuindo para a empresa adaptar-se cada vez mais as atualizações do mercado, oferecendo uma vantagem competitiva. Os resultados deste projeto podem ser aplicados não só a FBM, mas em outras fábricas que tenham o intuito de melhorar a qualidade e a acessibilidade das variáveis do processo.

## **6 SUGESTÃO TRABALHO FUTURO**

A incompatibilidade encontrada nos softwares usados ao longo do trabalho proporciona ao leitor uma oportunidade de aplicação deste trabalho a partir das contribuições desta pesquisa para o problema proposto. Este trabalho poderá ser desenvolvido no Software RSLogix 500 que é compatível com o CLP SLC500 o qual a instituição disponibiliza. O leitor terá a oportunidade de testar a compatibilidade com outras versões e simular o trabalho desenvolvido.

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE, LuisAntonio. **Enciclopédia de automática-Control e Automação**. Vol 1.Ed.BLUCHER 50 Anos - FAPESP.

ALCOA. **Catálogo de pó de alumínio**. Disponível em:  
<[https://www.alcoa.com/brasil/pt/resources/pdf/download/po\\_de\\_aluminio/Catalogo\\_Po\\_de\\_Aluminio.pdf](https://www.alcoa.com/brasil/pt/resources/pdf/download/po_de_aluminio/Catalogo_Po_de_Aluminio.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2015.

BEGA, E. **Instrumentação Industrial**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006.

CERON, Luciano Peske. Emissão de Pó. In: **Revista Meio Filtrante**, Santo André - SP, nº 38, maio/junho de 2009. Disponível em:  
<[http://www.meiofiltrante.com.br/materias\\_ver.asp?action=detalhe&id=489&revista=n38](http://www.meiofiltrante.com.br/materias_ver.asp?action=detalhe&id=489&revista=n38)>. Acesso em: 01 nov. 2014.

COELHO, Marcelo Saraiva. **Instrumentação**. Disponível em:<<http://www.dca.ufrn.br/~acari/Sistemas%20de%20Medida/SLIDES%20INTRODU%C7%30%20INSTRUMENTACAO%20.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/198FC8A8/FontesFixasFinal.pdf>> Acesso em: 02 nov. 2015

ELIPSE KNOWLEDGEBASE.KB-48596: Comunicando o E3 com o CLP Clic02 da WEG. Disponível em:<<http://kb.elipse.com.br/pt-br/questions/4557/KB-48596%3A+Comunicando+o+E3+com+o+CLP+Clic02+da+WEG>>. Acesso em: 23 dez. 2014.

FONSECA, Marcos de Oliveira. **Comunicação OPC-Uma abordagem prática**. Disponível em:<<http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/PaginaSDA/Download/DownloadFiles/OPCMarcosFonseca.PDF>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

FRANCHI, Caiton Moro; CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Controladores Lógicos programáveis**. São Paulo: Ed: Érica, 2013. p.45-55.

SPRAY PROCESS. **A secagem por atomização**. Disponível em:  
<<http://www.sprayprocess.com.br/secagem-por-atomizacao.asp>>. Acesso em: 09 jan. 2015.

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA. **Controladores Lógico Programáveis**. Disponível em:<[http://aquarius.ime.eb.br/~aecc/Automacao/Controladores\\_Logicos\\_Programaveis.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~aecc/Automacao/Controladores_Logicos_Programaveis.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2014.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2011.

LINCOLN, ABRAHAM. Disponível em:<<http://pensador.uol.com.br/busca.php?q=O+%C3%8AXITO+DA+VIDA>> Acesso em: 11 jun. 2016;

**Mecânica dos fluidos/Válvulas de controle.** Disponível em: <[http://pt.wikibooks.org/wiki/Mec%C3%A2nica\\_dos\\_fluidos/V%C3%A1lvulas\\_de\\_controle](http://pt.wikibooks.org/wiki/Mec%C3%A2nica_dos_fluidos/V%C3%A1lvulas_de_controle)>. Acesso em: 23 dez. 2014.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plinio Benedicto de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. São Paulo: LTC, 2007. p. 124-135.

PACHECO, Tito A. Controle avançado de filtros de mangas. In: **Revista Meio Filtrante**, Santo André - SP, nº 25, março/abril de 2007. Disponível em: <[http://www.meiofiltrante.com.br/materias\\_ver.asp?action=detalhe&id=287&revista=n25](http://www.meiofiltrante.com.br/materias_ver.asp?action=detalhe&id=287&revista=n25)>. Acesso em: 01 nov. 2014.

PINHEIRO, José Maurício Santos. **Introdução às Redes de Supervisão e Controle**. 2006. Disponível em: <[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_redes\\_de\\_supervisao\\_e\\_controle.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_redes_de_supervisao_e_controle.php)>. Acesso em: 01 nov. 2014.

SILVA, A; SALVADOR, M. **O que são sistemas supervisórios**. Disponível em: <<http://www.centralmat.com.br/Artigos/Mais/oQueSaoSistemasSupervisorios.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2015.

SILVEIRA, Paulo Rogério da; SANTOS, Winderson E. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Editora Érica, 1998.

TOGNETTI, Eduardo Stockler. **Simbologia e Terminologia de Instrumentação da Norma ISA 5.1**. Disponível em: <[http://www.ene.unb.br/estognetti/files/Simbologia\\_ISA.pdf](http://www.ene.unb.br/estognetti/files/Simbologia_ISA.pdf)>. Acesso em: 23 dez. 2014.

ZERBINI, Euryclides de Jesus. **Controladores Lógicos Programáveis – Módulo avançado**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAEiv0AL/apostila-clp-avancado-step7>>. Acesso em: 23 dez. 2014.

