

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**OTIMIZAÇÃO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
TRANSPORTE PNEUMÁTICO**

Área de **Desenvolvimento de Projeto**

por

**Fernando Pereira Barros**

**André Renato Bakalereskis**  
Orientador

Itatiba (SP), **12 de 2010**

**UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**OTIMIZAÇÃO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM SISTEMA DE  
TRANSPORTE PNEUMÁTICO**

Área de **Desenvolvimento de Projeto**

por

**Fernando Pereira Barros**

Relatório apresentado à Banca Examinadora do  
Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia  
Elétrica para análise e aprovação.  
Orientador: **André Renato Bakalereskis**

Itatiba (SP), **12 de 2010**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família, meus pais Felisberto e Estelita, meus irmãos Cleybson e Mirna pelo apoio durante todos estes anos. São pessoas que me incentivaram a buscar um sonho que venho colhendo durante a muito tempo e me ensinaram a crescer pessoalmente de forma simples e honesta.

Ao meu grande amigo e companheiro Massa Shintani (J) pela amizade adquirida desde o principio, juntos compartilhamos os melhores e piores momentos em todos os anos que se passaram, contribuindo cada vez mais em nosso crescimento pessoal.

Ao meu grande amigo Claudio Luiz Ferreira que me acompanhou durante toda a jornada acadêmica, concretizando uma amizade que uniu forças para vencer todas as dificuldades proporcionadas durante a nossa trajetória profissional e estudantil.

Aos meus amigos Ricardo Sampaio, Washington Almeida, que me ensinaram profissionalmente e pessoalmente a lidar com as condições impostas no dia a dia de uma forma alegre dentro e fora da empresa.

A Dynamic Air que me proporcionou um enorme crescimento profissional, ao amigo e companheiro de trabalho Reginaldo Aniceto pela disponibilidade em questão e a todos meus colegas de trabalho que diretamente ou indiretamente estão ligados ao caminho percorrido até então.

Agradeço também aos professores Geraldo Peres Caixeta, André Baskelaris, Debora Meyhofer, Marcus Vinicius Ataide, Renato Franco de Camargo, Antonio Assis, Ely de Paiva Carneiro, Mauricio Fabbri, pelo conhecimento compartilhado e pela amizade adquirida durante estes anos.

Agradeço também a todas as pessoas que durante essa trajetória passaram pelo meu caminho, deixando um marco que nunca será esquecido.

A todos o meu Obrigado!

Fernando Pereira Barros

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.1. Objetivo Geral.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. SISTEMA DE TRANSPORTE PNEUMÁTICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.1. MATERIAIS TRANSPORTADOR PELO STP.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2. COMPROMISSO COM A QUALIDADE NO STP.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS NO STP.....</b>	<b>17</b>
<b>3. FUNCIONAMENTO LÓGICO DO STP .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. APLICAÇÃO E FUNCIONAMENTO DO SEQ. DE PULSO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.1. SEQUENCIADOR PARA MASSAGEADORES .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.2. SEQUENCIADOR PARA VIBRA JETS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.3. SEQUENCIADOR PARA FILTROS .....</b>	<b>28</b>
<b>4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL UTILIZADO.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1. MONTAGEM SOBRE TRILHOS .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.1. MONTAGEM SOBRE PLACA DE MONTAGEM.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2. ALIMENTAÇÃO DO PLC LOGO.....</b>	<b>33</b>
<b>5. PROJETO .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1. PROJETO UTILIZANDO A ARQUITETURA ATUAL. ....</b>	<b>36</b>
<b>5.2. PROJETO UTILIZANDO A NOVA ARQUITETURA.....</b>	<b>41</b>
<b>5.2.1. PADRONIZAÇÃO DO NOVO LAY OUT .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2.2. BENEFICIOS IMPOSTOS PELA NOVA ARQUITETURA .....</b>	<b>47</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>48</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

STP	Sistema de Transporte Pneumático
W.C.	Water Column (Coluna de água)
SV	Válvula Solenóide
IHM	Interface Homem Máquina
CLP	Controlador Lógico Programável
s	Segundos
ACM	Modulo de Controle de Ar
LSH	Sensor Nível Alto
LSL	Sensor Nível Baixo
PS	Pressostato
ZS	Fim de Curso
VBB	Válvula Borboleta
SIN	Sirene
PARADA	Parada Acionada
IC	Contato Seco
DJ	Disjuntor
SEQ.	Sequenciador
Inlet	Válvula Borboleta de Entrada
Jet's	Aeradores de Material

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sede da Dynamic Air instalada no Reino Unido e USA. Fonte: 16 Conceitos de Transporte Pneumático (2008) .....	9
Figura 2. Fluxograma de um STP, atuando em fase densa. Fonte: 16 Conceitos de Transporte Pneumático (2008) .....	12
Figura 3. Sistemas de Processos e Componentes. Fonte: 16 Conceitos de Transporte Pneumático (2008) .....	13
Figura 4. Exemplo de aplicações típicas dos produtos transportados pelo STP. Fonte: 16 Conceitos de Transporte Pneumático (2008) .....	14
Figura 5. Planta Piloto e chão de fabrica, instalações da Dynamic Air do Brasil. Fonte: Banco de dados interno (2006).....	15
Figura 6. Diagrama de funcionamento de um STP. Fonte: Adaptado de Fernando (2010).....	18
Figura 7. Esquema Pneumático de um massagedor. Fonte: Manual Dynamic Air DA010499 (1999) .....	19
Figura 8. Aeradores para Silos de armazenamento e Moegas de recebimento . Fonte: Manual Dynamic Air DA072799 (2004) .....	19
Figura 9. Bicos injetores de Ar. Fonte: Banco de dados da Dynamic Air (2005).....	20
Figura 10. Instalação do Dyna Check 5 na linha de transporte. Fonte: Manual Dynamic Air DA030105 (2005) .....	21
Figura 11. Desenho funcional do filtro. Fonte: Manual Dynamic Air DA010499 (1999) .....	21
Figura 12. Lay Out Orientativo. Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010).....	22
Figura 13. Diagrama de acionamento utilizado atualmente. Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010) .....	25
Figura 14. Diagrama de acionamento proposto no projeto. Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010) .....	26
Figura 15. Estrutura de um PLC Logo! Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006).....	31
Figura 16. Exemplo de montagem sobre trilhos Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006) .....	31
Figura 17. Exemplo de montagem sobre placa Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006) .....	32
Figura 18. Croqui de montagem Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006).....	33
Figura 19. Alimentação do Logo! Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006) .....	33
Figura 20. Saidas digitais do Logo! .....	34
Figura 21. Fluxograma do projeto Conclusão Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006) .....	35
Figura 22. Lay Out utilizado atualmente Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006)....	40
Figura 23. Implementação dos Seq. de Pulso Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006) .....	41
Figura 24. Lay Out de Painel Principal Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006).....	44
Figura 25. Lay Out de painel Seq.....	45
Figura 26. Esquemático elétrico Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006).....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Configuração tempo e acionamento por zonas para massageadores.....	27
Tabela 2. Configuração tempo e acionamento por zonas para vibra jets.....	28
Tabela 3. Configuração tempo e acionamento por zonas para filtros.....	29
Tabela 4. Entradas digitais atribuídas a arquitetura atual.....	38
Tabela 5. Saídas digitais atribuídas a arquitetura atual.....	39
Tabela 6. Entradas digitais atribuídas a nova arquitetura.....	42
Tabela 7. Saídas digitais atribuídas a nova arquitetura.....	43

## RESUMO

Barros, Fernando Pereira. **Otimização no processo de fabricação de um sistema de transporte pneumático**. Itatiba, 2010. no f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.

Neste Projeto será desenvolvido um método mais viável para o processo de fabricação de um painel de controle para sistema de transporte pneumático, com a finalidade de simplificar o mesmo obtendo desde então vantagens visíveis por meio de redução de cabeamento, dimensionamento mais compacto da caixa, facilidade de manutenção e a utilização de controladores lógicos mais simples.

Deverá ser desenvolvido a criação de um projeto modelo, contendo todas as características atualmente utilizadas na fabricação e nos projetos da empresa.

Com base nas características do projeto desenvolvido, deve-se levantar todas informações de custo necessárias para o desenvolvimento do sistema.

Inicia-se então a partir dos dados obtidos um estudo visando identificar os pontos críticos, e conseqüentemente um estudo de todos métodos cabíveis para a possível modificação, no intuito de reduzir o custo na produção final.

Por fim desenvolver um protótipo, da nova configuração com suas respectivas necessidades para o perfeito funcionamento, tanto na parte de hardware, a qual engloba o desenvolvimento do lay out dos instrumentos utilizados, quanto o desenvolvimento do software a ser utilizado.

**Palavras-chave:** Produção, Desenvolvimento, Dimensionamento.

## ABSTRACT

Barros, Fernando Pereira. Optimizing the manufacturing process of a pneumatic conveying system. Itatiba, 2010. in f. Completion of course work, San Francisco University, Itatiba, 2010.

This project will develop a more viable method for the process of manufacturing a control panel to pneumatic conveying system with the aim of simplifying the same since then gaining noticeable advantages through reduced cabling, more compact design of the box ease of maintenance and use of simple logic controllers.

These must be developed to create a model project containing all the features currently used in the manufacture and the company's projects.

Based on the characteristics of the project developed it should lift all cost information necessary for the development of the system.

Then starts from the data obtained a study to identify critical points, and therefore a study of all reasonable methods for possible modification in order to reduce the cost in the final production.

Finally develop a prototype of the new configuration with their respective needs for the perfect operation, both in the hardware which includes the development of layout the instruments used on the development of software to be used.

**Keywords:** Production. Development. Dimension.

# 1. INTRODUÇÃO

Para uma indústria, o fato de poder adquirir sistemas qualificados, estáveis em seu funcionamento e principalmente com custo benefício acessível são os fatores de grande importância a qual as organizações visam seu interesse desde décadas.

Existem diversas maneiras de otimizar um processo de fabricação, o método utilizado está envolvido em um conceito de Sistema de Transporte Pneumático (STP), onde o responsável por este tipo de processo é uma organização cujo razão é tida como Dynamic Air Ltda.

Esta organização ostenta o reconhecimento de ser líder mundial no Sistema de Transporte Pneumático em fase densa. Durante trinta e nove anos de existência, o grupo vendeu em média 12.000 sistemas que foram instalados em mais de 110 países ao redor do mundo. Além da filial no Brasil, a Dynamic Air possui outras três filiais localizadas na Austrália, China e Reino Unido, todas controladas pela unidade matriz localizada nos Estados Unidos. A figura 1 mostra as instalações da matriz situada nos Estados Unidos, e sua Filial localizada no Reino Unido.



Figura 1. Sede da Dynamic Air instalada no Reino Unido e USA.

Fonte: 16 Conceitos de Transporte Pneumático (2008)

A filial do Brasil atua em toda América Latina desde 1992 onde instalou mais de 520 sistemas. Inicialmente, no mercado nacional, a empresa foi representada por outra organização seguinte do mesmo ramo conhecida por “Garcia”, a qual foi extinta e a partir de então a Dynamic Air passou a atuar independentemente no mercado Sul Americano. A primeira sede do grupo foi instalada na cidade de Barueri – SP, sendo que pouco tempo depois deu se inicio a construção da nova sede, na cidade de Nazaré Paulista – SP.

No ano de 2008, as instalações industriais da filial do Brasil foram duplicadas e sua capacidade produtiva aumentada em aproximadamente 35%, visando atender a crescente demanda de mercado.

Ao início das atividades na sede incorporada na cidade de Nazaré Paulista, a forma de produção da organização era efetuada por terceiros. Em torno de 2003, a Dynamic Air começou a fabricação de seus próprios sistemas passando a depender da mão de obra e fabricação terceirizada apenas em casos especiais.

Atualmente a Dynamic Air é detentora da melhor e mais moderna tecnologia do segmento que atua, oferecendo 16 diferentes conceitos de transporte Pneumático sendo 12 modelos de sistema a pressão e 4 modelos de sistema a vácuo.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Desenvolver uma técnica eficaz, na otimização de um painel de controle principal para sistema de transporte pneumático, visando desmembrar o processo em partes independentes obtendo um custo benefício mais econômico do que o utilizado atualmente na fabricação.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

O Introduzir um projeto padrão para empresa, na utilização de um sistema de controle independente do controle principal, que possua uma fácil manutenção e funcionamento próprio.

A implementação do novo projeto terá como benefício:

- Redução na utilização de cabeamento;
- Facilidade na manutenção;
- Utilização de controladores mais simples no painel de controle principal;
- Produtos finais mais compactos;

- Redução no desenvolvimento de projeto, devido a utilização de um projeto padrão.

## **1.2. METODOLOGIA**

A partir do desenvolvimento de um projeto, é visível situações desfavoráveis devido a falta de sinais de entradas e saídas (pontos I/O) necessários para o funcionamento do sistema, influenciando em um dimensionamento mais caro e inviável em algumas situações.

Buscando como foco este cenário, será desenvolvido uma nova técnica com a finalidade de atribuir o controle dos sinais de I/O's, por controladores lógicos mais econômicos.

## **1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO**

O projeto está norteado basicamente em três etapas, sendo que na primeira etapa, item fundamentação teórica terá como objetivo descrever os conceitos mínimos para o amplo entendimento do assunto tratado no decorrer do projeto.

A segunda etapa está baseada em estudos voltados ao objetivo principal do projeto, nesta etapa será desenvolvida toda a parte teórica com o início do projeto padrão, em seguida o desenvolvimento do novo projeto utilizando da técnica de desmembrar as partes controladas pelo controlador em partes distintas com o intuito de oferecer diversos benefícios.

A terceira fase dedicada ao desenvolvimento do projeto, colocando em prática as teorias abordadas durante o decorrer do projeto, nesta etapa será posto em prática o desenvolvimento do dispositivo sequenciador, incluindo o seu Lay Out montado como produto final e a conclusão do software, funcionando conforme o previsto.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tendo como finalidade mostrar com clareza todo o sistema de transporte pneumático, e apontar seus pontos críticos onde o projeto a ser desenvolvido deverá atuar. A fundamentação teórica esta dividida em dez sub-níveis que mostram desde o funcionamento lógico de um sistema de transporte pneumático a aplicação, funcionamento e o benefício na utilização a nova arquitetura proposta pelo projeto, disponibilizando todas as informações necessárias para um bom entendimento sobre o assunto.

### 2.1. SISTEMA DE TRANSPORTE PNEUMÁTICO

O transporte pneumático consiste em movimentar um produto no interior de uma tubulação estanque (vedada) através de uma corrente de sopro ou exaustão de ar. O sistema é projetado conforme a necessidade específica do cliente, lembrando que a empresa é uma indústria de bens de capital por encomenda e cada sistema é fabricado com características únicas para cada produto a ser transportado. A figura 4 mostra a seguir um fluxograma do funcionamento de um sistema de transporte pneumático.

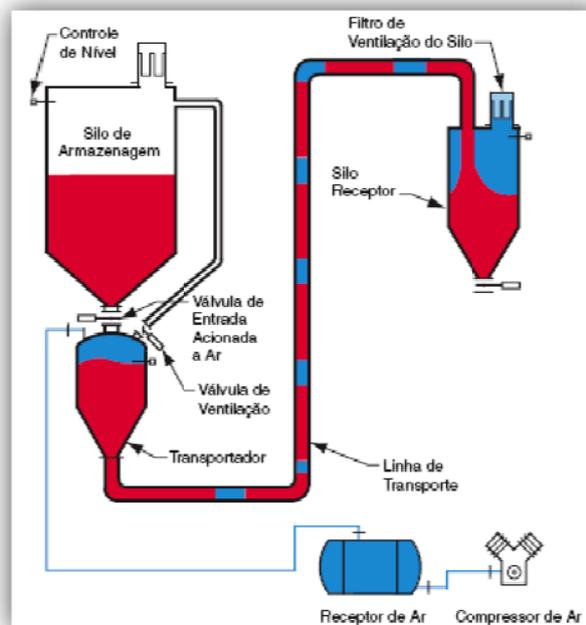


Figura 2. Fluxograma de um STP, atuando em fase densa.

Fonte: 16 Conceitos de Transporte Pneumático (2008)

Os sistemas estão sempre sendo atualizados e utilizam a mais alta tecnologia disponível no mercado para poder controlar cada vez mais a variedade de características de transporte. Além do sistema de transporte pneumático, a Dynamic air ainda fornece uma linha de componentes e equipamentos para um sistema de transporte pneumático completo, incluído transportadores, registros, moegas para recebimento e armazenagem, sistemas de pesagem por “batches”, válvulas desviadora, misturadores e cabeças misturadoras, equipamentos para controle de empoeiramento, aeradores, sistemas de descarga para silos alimentadores, conforme mostrado a seguir na figura 3.

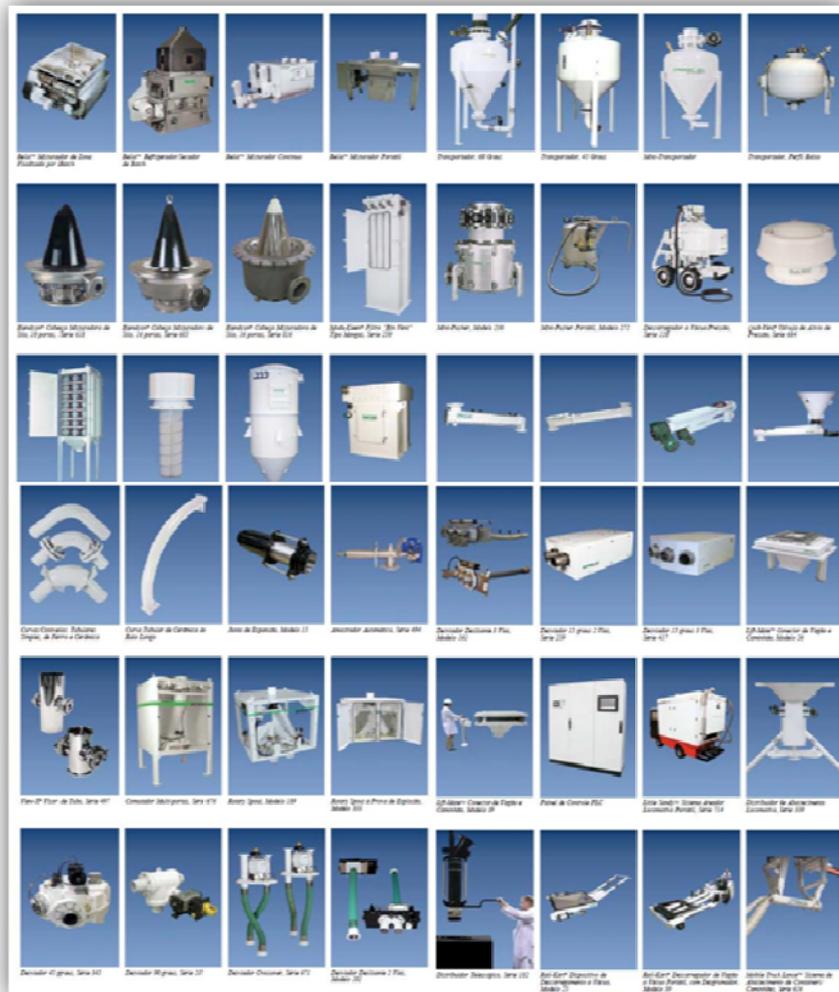


Figura 3. **Sistemas de Processos e Componentes.**  
 Fonte: 16 Conceitos de Transporte Pneumático (2008)

Cada sistema é projetado sob medida e possui seu próprio e exclusivo conjunto de características operacionais, pressão, velocidade, eficiência e rendimento. Uma vez que cada material a ser transportado reage de modo diferente sob um dado conjunto de condições operacionais, é extremamente crítico adequar as características operacionais do sistema ao material a ser transportado para se obter o rendimento de transporte desejado e para proporcionar a melhor solução.

### 2.1.1. MATERIAIS TRANSPORTADOR PELO STP

O mercado consumidor de STP é muito abrangente no sentido de segmentos já que diversas indústrias utilizam em sua fabricação materiais sólidos a granel. Os sistemas podem atender indústrias do segmento alimentício, de produtos de limpeza, mineradoras, indústrias químicas, de construção civil, de plástico entre outras.

A figura 4, exemplifica algumas aplicações típicas dos produtos transportados pelo sistema fornecido.



Figura 4. Exemplo de aplicações típicas dos produtos transportados pelo STP.  
Fonte: 16 Conceitos de Transporte Pneumático (2008)

O equipamento por encomenda, na maioria das vezes é muito versátil já que o mesmo será personalizado para cada cliente, sendo assim é possível atender vários nichos das indústrias.

Os sistemas permitem as mais variadas configurações de transporte pneumático para movimentar uma enorme variedade de sólidos secos a granel com capacidades inferiores a 45 quilogramas e superiores a 400 toneladas por hora, com distâncias que excedem 1500 metros.

Para atender clientes que tenham necessidade de transportar materiais novos ou sobre os quais possuímos pouco conhecimento, a empresa dispõe de uma planta de testes em escala industrial (Planta-Piloto), cuja função é garantir que o sistema a ser instalado no cliente funcione perfeitamente.

Na planta-piloto podemos obter todos os dados necessários para o desenvolvimento de um novo projeto de sistema de transporte pneumático e até mesmo o aperfeiçoamento dos sistemas já existentes .

### **2.1.2. COMPROMISSO COM A QUALIDADE NO STP.**

Partindo do princípio de qualidade atribuído ao sistema da Dynamic Air, temos que antes da venda do sistema, o cliente tem como garantia a eficácia do mesmo, isso é possível devido o envio por conta do cliente de uma quantidade considerável de material a ser transportado para que os testes sejam realizados na planta piloto. Após os testes, a Dynamic Air coleta todos os parâmetros que servirão de base para confirmar se o material poderá ser transportado com eficiência e para instalação do sistema na unidade fabril do cliente.



Figura 5. Planta Piloto e chão de fábrica, instalações da Dynamic Air do Brasil.  
Fonte: Banco de dados interno (2006)

Dentre as informações coletadas na planta de testes da Dynamic Air, estão.

- Material a ser transportado: matéria prima disponibilizada pelo cliente, para execução dos testes no intuito de adequar o melhor sistema.
- Densidade Aparente ( $T/m^3$ ).
- Tamanho da partícula : define o tamanho médio da partícula utilizada no processo do cliente.
- Umidade : garante que o material não possua uma umidade relativamente alta, devido o sistema transportar apenas sólidos secos.
- Temperatura : garante a não degradação do material no processo de transporte, considerando o aumento da temperatura quando o material é transportado.
- Capacidade por batch : é o valor de material que o sistema irá transportar por ciclo de transporte.
- Capacidade do transportador : quantidade de matéria prima que o transportador pode armazenar a unidade é dada em metros cúbicos.
- Ciclos por hora : quantidade de carga transporte no período de uma hora.
- Distancia de transporte : distancia percorrida pelo material até a chegada do destino final
- Diâmetro da linha de transporte : diâmetro dado em polegadas da tubulação por onde percorrerá a matéria prima
- Capacidade do sistema : quantidade de matéria prima transportada no período de uma hora.
- Consumo médio de ar comprimido por hora : a média do consumo utilizado no intervalo de 1hora.
- Consumo total de ar por ciclo : total consumido no período de carga e transporte do sistema.

- Tempo de alimentação do transportador : tempo de carregamento de material dentro do vaso até que o mesmo se encontre cheio
- Tempo de transporte : tempo decorrido para que o material percorra toda linha de transporte.
- Consumo médio de ar durante o transporte

Desfrutando deste conceito de qualidade o projeto tem como finalidade aprimorar ainda mais o seu fornecimento, levando em consideração que a reputação da Dynamic Air foi construída ouvindo seus clientes e projetando cada sistema para suprir suas necessidades exclusivas, proporcionado um notável serviço de apoio para seus sistemas.

### **2.1.3. INSTRUMENTOS UTILIZADOS NO STP**

O Pode se dizer que o sistema de transporte pneumático, é composto por um compressor, um transportador, uma tubulação de transporte e uma moega de recebimento, porem ao fazer uma análise mais detalhada, podemos dividir o sistema de transporte pneumático em:

- Compressor: é o dispositivo utilizado para se obter o ar comprimido utilizado no transporte do sistema;
- Pulmão: o pulmão é responsável por compensar toda pressão utilizada pelo sistema, uma vez que a pressão instantânea (pressão consumida por todos os equipamentos) é a pressão que irá atuar diretamente no pulmão.
- ACM: é um modulo controlador de pressão desenvolvido pela Dynamic, ele ajusta a pressão necessária do sistema para que se possa transportar o material dentro da linha de transporte;
- Transportador: o vaso utilizado para o carregamento e transporte do material é chamado de transportador .
- Bulk Buster: equipamento instalado para suportar os big bags (sacos de grande porte de contendo material), composto por quatro pistões contendo uma bolacha em cada pistão que atuam de forma sincronizada, um por cada vez massageando o big bag e ajudando no descarregamento do material dentro do transportador.



A figura 7, possui o esquemático pneumático utilizado nos massagedores.

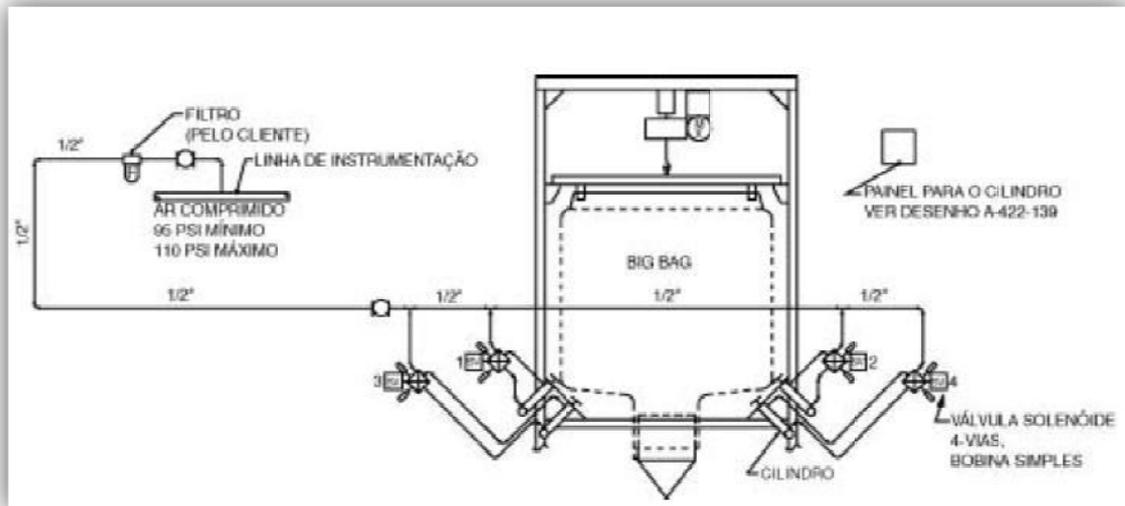


Figura 7. **Esquema Pneumático de um massagedor.**

Fonte: Manual Dynamic Air DA010499 (1999)

- Vibra jets : são aeradores de material localizados na parede interna dos silos de armazenamento ou moegas de recebimento, eles trabalham injetando no silo de forma tangencial e circular as paredes do silo um fluxo de ar, esse fluxo desloca o material mantendo-o em movimento durante o ciclo de descarga, conforme mostrado na figura 8.

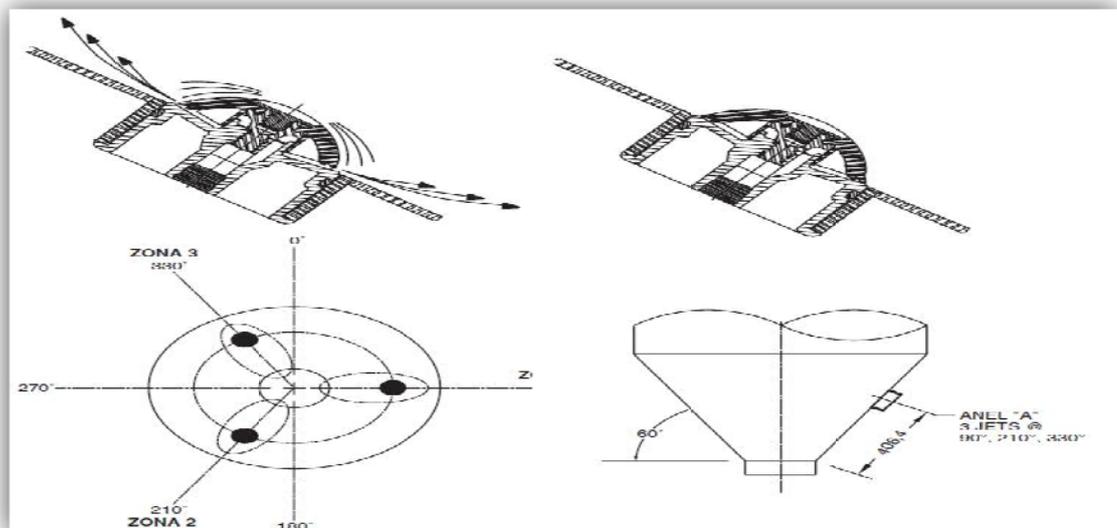


Figura 8. **Aeradores para Silos de armazenamento e Moegas de recebimento .**

Fonte: Manual Dynamic Air DA072799 (2004)

- Jets: instalado somente no transportador, são bicos injetores de ar comprimido que são atuados assim que o material começa ser transportado na linha, os jets proporcionam ao material um efeito giratório, a figura 9 exemplifica um vaso contendo cinco bicos injetores de ar (Jets).

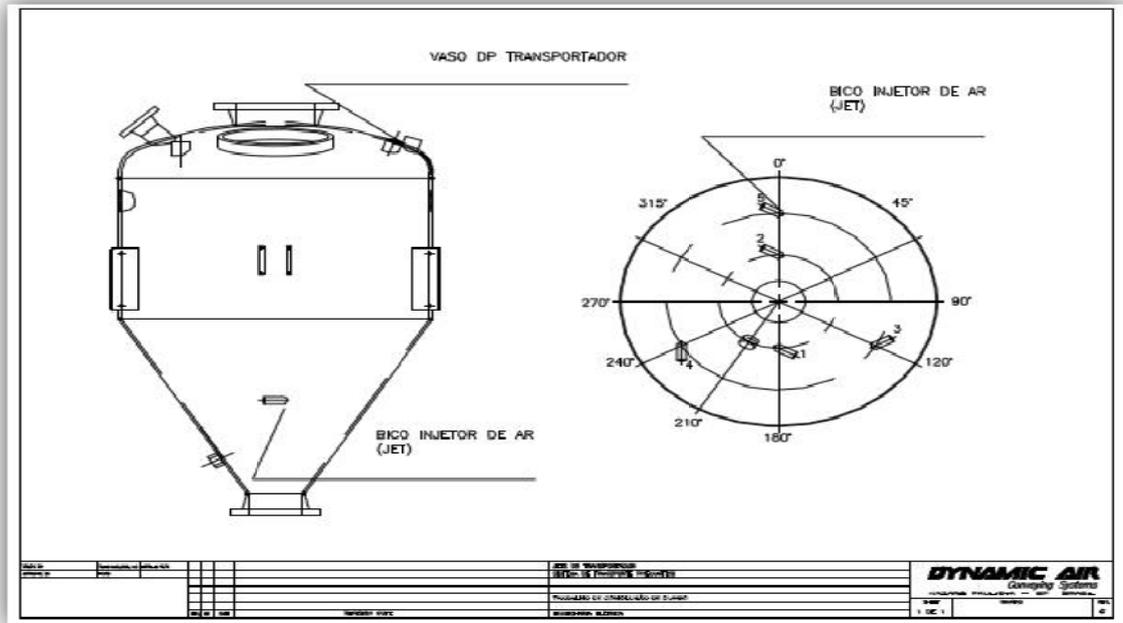


Figura 9. **Bicos injetores de Ar.**  
 Fonte: Banco de dados da Dynamic Air (2005)

- Buster (Dyna Check5): na linha de transporte existe uma linha de ar comprimido em paralelo contendo uma pressão em torno de 40 psi, os boosters estão ligados entre a linha de transporte e a linha de ar e funcionam como uma válvula de retenção na função de cortar o material em partes iguais utilizando da técnica  $P=F/A$ , assim quando a pressão na linha de transporte for menor que a linha de ar, o booster libera a passagem de ar na linha de transporte fazendo com que o material seja perfurado fazendo com que o material a ser transportado possua uma área menor compensando a pressão de transporte. A figura10 ilustra o exposto acima.

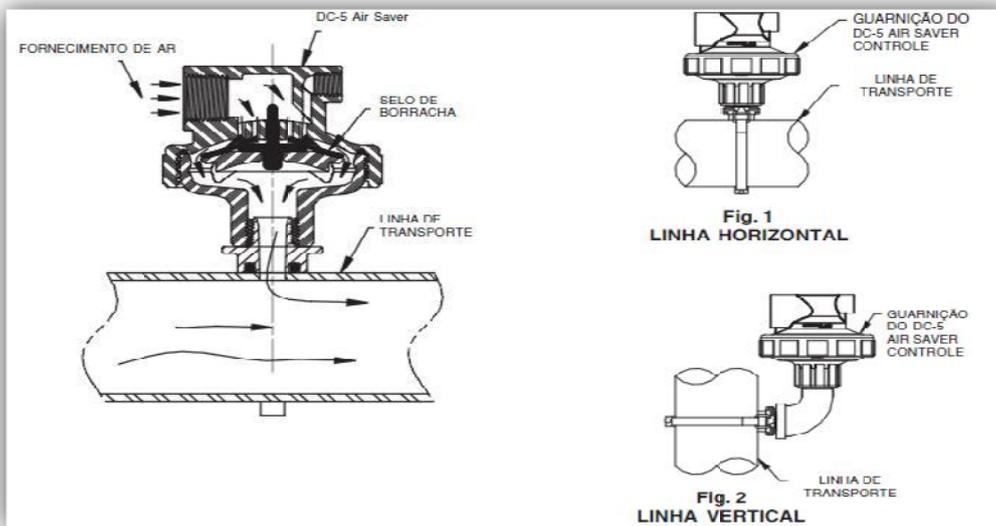


Figura 10. **Instalação do Dyna Check 5 na linha de transporte.**

Fonte: Manual Dynamic Air DA030105 (2005)

- Filtros: os filtros estão instalados geralmente na exaustão das moegas de recebimento e silos de armazenamento, eles são atuados por um pressostato diferencial de pressão e tem a função de liberar a atmosfera o ar limpo sem poeiramento, os pressostatos são seta dos aproximadamente em 4'' W.C (polegadas coluna d'água), assim que atuado dentro do silo a pressão setada no pressostato, o mesmo manda um sinal ao controlador de faz acionar as solenóides dos filtros sequencialmente fazendo com que o material incrustado no filtro seja despreendido e liberado o ar limpo a atmosfera, conforme mostrado na figura 11.

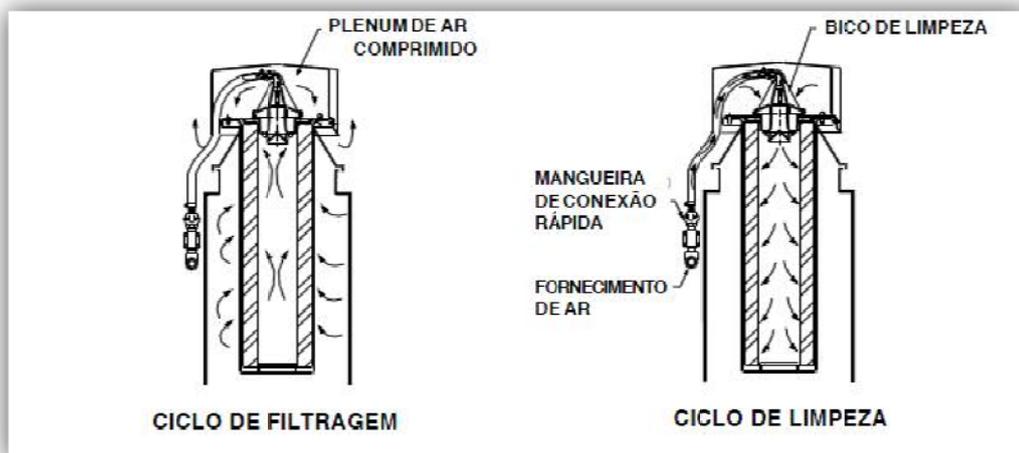


Figura 11. **Desenho funcional do filtro.**

Fonte: Manual Dynamic Air DA010499 (1999)

Tendo por conhecimento, os dispositivos listados anteriormente pode se dar inicio ao funcionamento do sistema e entender onde será aplicado o objetivo do projeto.

Para o funcionamento do STP, utiliza-se uma lógica programada pelo painel de controle que é composto por um controlador lógico (CLP), e é responsável pela abertura das válvulas contidas no sistema, acionamento dos dispositivos de vibra jets, massageadores e injeções de ar no vaso do transportador a fim de dar inicio ao transporte do material. A figura 12, mostra o modelo de um Lay Out do painel de controle principal, este modelo é apenas de base orientativa, o modelo utilizado no projeto ira depender do dimensionamento dos pontos de entrada e saída I/O's.

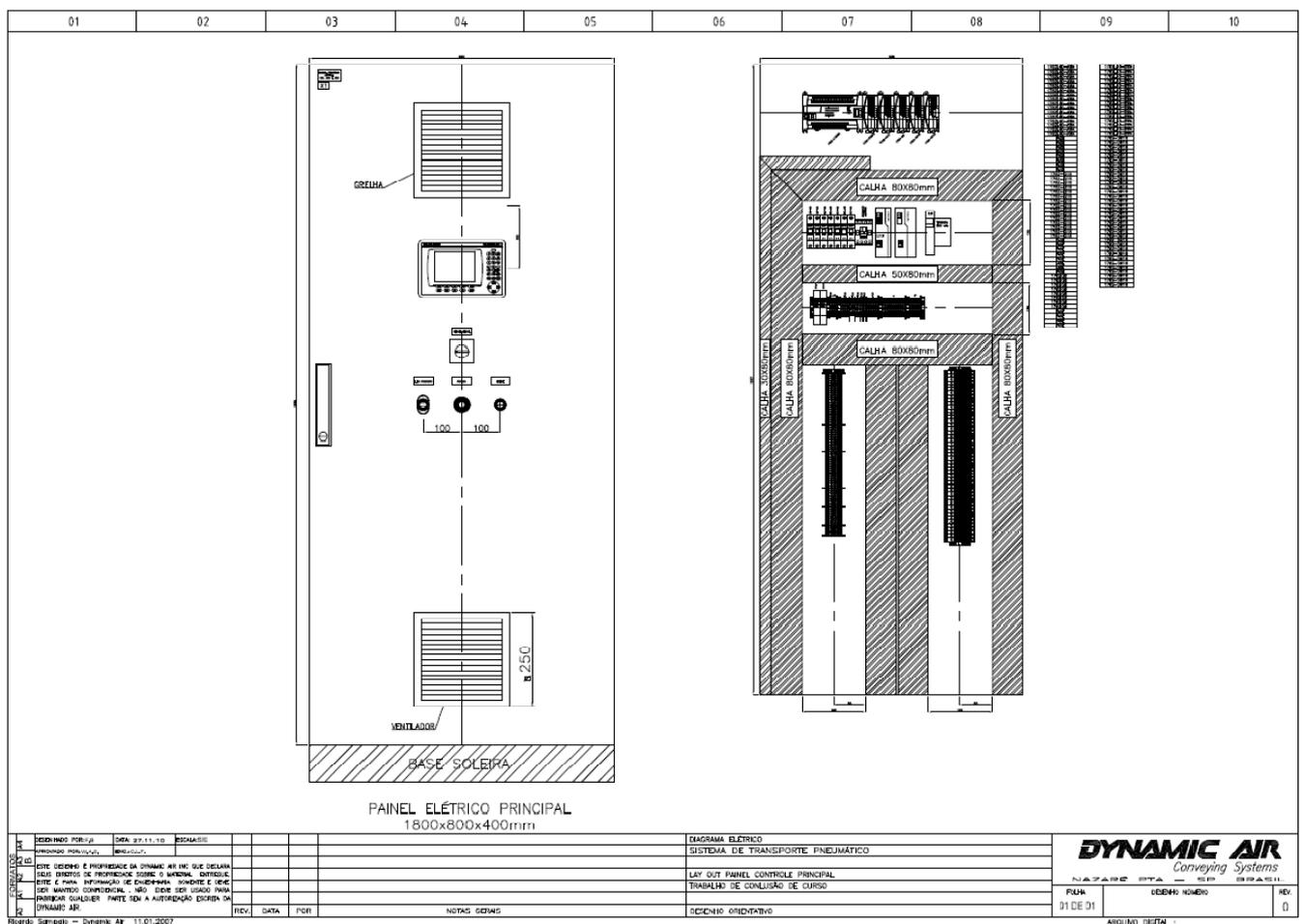


Figura 12. Lay Out Orientativo.  
Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

### 3. FUNCIONAMENTO LÓGICO DO STP

A lógica é desenvolvida em cima de um padrão, porem cada sistema possui suas próprias características conforme citado anteriormente, o STP a lógica do sistema de transporte pneumático é baseada nas seguintes operações comandadas pelo CLP:

- **Descarregamento de Big Bag no Vaso do transportador:**

O descarregamento é caracterizado pelo enchimento de material no vaso do transportador, para o descarregamento do big bag o operador deverá verificar o status do sistema na IHM (interface homem máquina), se o sistema está em modo de carregamento, feito isso deverá acionar no painel local do bulk buster o exaustor através de uma chave comutadora, em seguida posicionar o bag com o auxilio de uma talhadeira na entrada do bulk buster, com o bag closer aberto (dispositivo pneumático para fechamento do bag através de estrangulamento), deverá desatar o primeiro nó do big bag e puxar a manga para baixo em seguida desatar o ultimo nó fechar a porta de acesso e abrir o bag closer.

Neste momento o operador devera pulsar os filtros contidos no bulk buster por dois botões de pulso localizados no painel local e acionar os massageadores para que o big bag seja descarregado por completo, feito isso devera retirar o bag do local.

- **Finalização da carga e inicio do transporte:**

Quando o operador inicia o ciclo de carregamento o sistema fica monitorando o nível alto do transportador, neste momento a válvula de entrada encontra se aberta e os vibra jets da moega do bulk buster iniciam de forma pulsante em intervalos de tempo ON e OFF, as injeções de ar no intuito de não deixar o material parado na saída da moega.

Quando o sensor de nível alto do transportador é atuado, a válvula de entrada é fechada automaticamente, e retorna um sinal na entrada do clp de válvula fechada, neste momento o transportador encontra se cheio e pronto para iniciar o transporte.

Com a válvula fechada e o transportador cheio, o sistema de controle de ar ACM, inicia a injeção de ar na superfície do transportador, esta injeção é controlada por um transdutor de pressão que monitora a pressão interna do transportador, apartir de então o material começa a ser transportador no decorrer da linha até atingir o seu destino.

Quando o material é empurrado ao decorrer da linha de transporte, automaticamente é gerado uma contra pressão, conforme informado anteriormente na descrição do Dyna Check 5 (figura 10), porem quando o material é completamente transportado para a moega de recebimento, essa contra pressão deixa de existir devido ao fato do ar comprimido passar de forma livre pelo filtro localizado na moega de recebimento e ser liberado a atmosfera, dessa forma a pressão monitorada pelo transdutor cai, chegando a uma pressão próxima a zero, dessa forma o sistema deverá cancelar todas as injeções de ar e iniciar o novo ciclo de carga.

- **Descarga da moega de recebimento e limpeza:**

Na moega de recebimento será instalado um sensor de nível alto e um sensor de nível baixo para o monitoramento do material contido dentro do silo.

Quando o sensor de nível alto não se encontra atuado, a moega de recebimento permanece fazendo a solicitação ao transportador, assim o sistema devera efetuar o transporte para manter sempre a moega de armazenamento cheia, na saída da moega existe uma válvula borboleta de saída, assim que o cliente necessitar do material o mesmo deverá mandar um sinal digital na entrada do CLP (solicita descarregamento), assim o CLP, deverá acionar a válvula de saída e efetuar o descarregamento do material.

Na moega de recebimento também será instalado filtros responsáveis pela liberação do ar limpo a atmosfera, estes filtros são controlados pelo CLP principal assim como todos os outros instrumentos.

### **3.1. APLICAÇÃO E FUNCIONAMENTO DO SEQUENCIADOR DE PULSO**

O projeto a ser desenvolvido, está diretamente relacionado aos dispositivos de vibra jets filtros e massageadores, contidos no sistema.

Todos estes instrumentos funcionam de acordo com o acionamento em série seqüencial um a um, contendo um intervalo de tempo que pode variar em tempo ON e OFF.

A lógica desta seqüência é executada pelo CLP, contido no painel principal, portanto a idéia é desenvolver um sistema de controle lógico independente que possa executar a mesma lógica porem de forma independente a do sistema de transporte pneumático, no intuito de economizar na

utilização de cabos, facilidade na manutenção, dimensionamento de painéis mais compactos, e simplicidade em projetar.

Para colocar em pratica o desenvolvimento de um seqüenciador deve se levar em consideração que para um STP típico o mesmo possui as características mostradas na figura 13.



Figura 13. **Diagrama de acionamento utilizado atualmente.**  
Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

Neste caso os sinais digitais de acionamento das válvulas solenóides são controladas pelo painel de controle principal conforme mostrado na figura 13, sendo assim o envio de sinal deverá ser feito por quatro cabos do tipo PP 3x1,5mm<sup>2</sup> onde cada cabo deverá acionar uma SV (solenóide) cada.

Analisando este caso pode se concluir que no controlador lógico do painel de controle utiliza-se 4 saídas para acionamento das válvulas solenóides, essa situação pode ocasionar alguns problemas indesejáveis como por exemplo, a necessidade de incluir um cartão de entrada para atender estes pontos de saída, dessa forma ocasionar o aumento das dimensões do painel devido ao maior numero de bornes utilizadas nas saídas incluídas.

A dificuldade na identificação e manutenção na passagem de cabos, dimensionamento de eletrodutos maiores e aumento no custo de cabeamento, são fatores que levam a um novo estudo sobre o caso.

Dessa forma a proposta do projeto, tem como a finalidade prosseguir com a característica de montagem conforme mostrado na figura 14.

Figura 14. Diagrama de acionamento proposto no projeto.  
Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)



Analisando a nova arquitetura proposta pelo projeto, a utilização de cabeamento passa a ser de 720 metros para 192 metros, proporcionando a utilização de apenas três fios ao instrumento e no intuito de economizar quatro saídas do CLP principal buscando a redução de um módulo de saída digital dependendo do caso e facilitando na manutenção do equipamento por meio de eletrodutos com diâmetro menores viabilizando na otimização do sistema.

Com ênfase na nova arquitetura, o sistema deverá possuir um controlador independente, a qual será estudado no decorrer do projeto com levantamento de custo a fim de viabilizar o melhor benefício na montagem.

O funcionamento do controlador deverá prosseguir do princípio lógico de acordo com o instrumento a qual o mesmo será aplicado, conforme nos tópicos a seguir.

### 3.1.1. SEQUENCIADOR PARA MASSAGEADORES

Deverá ser dimensionado um seqüenciador que disponibilizara de um programa lógico a qual deve partir do principio de atuar uma entrada do CLP em I, a partir de então o mesmo devera acionar sequencialmente as solenóides dos massageadores intercalando conforme mostrado na tabela abaixo:

Tabela 1. **Configuração tempo e acionamento por zonas para massageadores.**

Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

CONFIGURAÇÃO DE TEMPO ON			CONFIGURAÇÃO DE TEMPO OFF			QUANTIDADE DE SOLENOIDES ACIONADAS POR VEZ		
BIT 1	BIT 2	TEMPO EM (s)	BIT 3	BIT 4	TEMPO EM (s)	BIT 5		
0	0	1	0	0	1	0		1 ZONA
0	1	2	0	1	3	1		2 ZONAS
1	0	3	1	0	5			
1	1	4	1	1	7			

Conforme mostrado na tabela 1, ao utilizarmos o seqüenciador de pulso para atuar os massageadores do bulk buster, será de utilização 4 bits de lógica digital, sendo que os dois primeiros determinarão em forma de combinação binária o tempo ON, de atuação da solenóide na escala de 1 segundo por combinação, enquanto os bits 3 e 4 respondem pelo tempo em OFF da solenóide partindo em escalas de 2 segundos por combinação binária.

### 3.1.2. SEQUENCIADOR PARA VIBRA JETS

Os seqüenciadores para vibra jets partem do mesmo principio, eles devem acionar de forma seqüencial cada zona, porem ao invés de ser acionado pelo próprio operador através de uma chave

comutadora, deverão ser acionados por um contato fim de curso contido em toda válvula borboleta fornecida pela própria Dynamic.

Assim toda vez que alguma válvula de saída for aberta, o seqüenciador será acionado, de forma a facilitar na aeração do material no seu descarregamento.

O seu funcionamento deverá partir do princípio lógico mostrado na tabela 2, conforme a seguir :

Tabela 2. **Configuração tempo e acionamento por zonas para vibra jets.**

Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

CONFIGURAÇÃO DE SOLENÓIDES			
BIT2	BIT 3	BIT 4	QUANT. SV
0	0	0	8
0	0	1	7
0	1	0	6
0	1	1	5
1	0	0	4
1	0	1	3
1	1	0	2
1	1	1	1

CONFIGURAÇÃO DE TEMPO OFF			
BIT2	BIT 3	BIT 4	TEMPO EM (S)
0	0	0	15
0	0	1	13
0	1	0	11
0	1	1	9
1	0	0	7
1	0	1	5
1	1	0	3
1	1	1	1

CONFIGURAÇÃO DE TEMPO ON	
BIT 1	TEMPO EM (S)
0	1
1	0.5

Conforme mostrado na tabela 2, existem particularidades referente as configurações de tempo, neste caso as variações de tempo ON, podem variar entre 0,5s e 1s, as configurações de tempo OFF, podem variar em intervalos de 1 a 15 segundos intercalados a tres segundos por cada combinação binária.

E uma nova configuração será adicionada a lógica, que devera estimar a quantidade exata de solenóides a serem atuadas de forma sequencial, este valor poderá ser variado entre 1 a 8.

### 3.1.3. SEQUENCIADOR PARA FILTROS

Seguindo do mesmo princípio utilizado nos seqüenciadores anteriores, deverá existir uma lógica para o acionamento dos filtros utilizados nas moegas de recebimento e silos de armazenamento.

A principal característica deste sequenciador, é que o mesmo deverá ser acionado por um pressostato, e não por uma operação mecânica ou de retorno de válvula conforme utilizado nos seqüenciadores anteriores.

A sua lógica deverá seguir a configuração conforme mostrado na tabela 3.

Tabela 3. **Configuração tempo e acionamento por zonas para filtros.**

Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

CONFIGURAÇÃO DE SOLENÓIDES			
BIT2	BIT 3	BIT 4	QUANT. SV
0	0	0	8
0	0	1	7
0	1	0	6
0	1	1	5
1	0	0	4
1	0	1	3
1	1	0	2
1	1	1	1

CONFIGURAÇÃO DE TEMPO OFF			
BIT2	BIT 3	BIT 4	TEMPO EM (S)
0	0	0	15
0	0	1	13
0	1	0	11
0	1	1	9
1	0	0	7
1	0	1	5
1	1	0	3
1	1	1	1

CONFIGURAÇÃO DE TEMPO ON	
BIT 1	TEMPO EM (s)
0	0.3
1	0.5

A diferença desta configuração para a configuração de vibra jets é apenas o tempo de acionamento da solenóide que passa a ser de 0,5 a 1 segundos para 0,3 a 0,5s.

Assim o projeto proposto deverá ser desenvolvido em três tipos de configurações, onde cada uma delas possui suas características próprias e utilizam de lógicas similares.

#### 4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL UTILIZADO

O controlador a ser utilizado no projeto proposto deveria ser o PLC Logo da Siemens, a escolha do CLP foi baseada nas lógicas mencionadas nos tópicos 2.2.2.; 2.2.3. e 2.2.4., que teve como prioridade um CLP que atenda essas lógicas de forma simples, com uma programação amigável, um tamanho compacto atribuindo a proposta do projeto uma solução eficaz.

O logo é dividido em duas classes sendo elas :

- Classe 1 : 24V AC/DC, sem display (“LOGO! Pure”) ou com display, 8 entradas 4 saídas.

- Classe 2: 115~240V AC/DC, sem display (“LOGO! Pure”) ou com display, 8 entradas 4 saídas.

Para cada uma das classes de logo, podem ser fornecidos cartões modulares de expansão sendo eles entradas digitais, saídas relé, entradas analógicas e saídas analógicas .

A sua capacidade para desenvolvimento da lógica independente da quantidade de módulos a serem incluídos é definida conforme a seguir :

- Entradas digitais I1 a I24;
- Entradas analógicas AI1 a AI8;
- Saídas digitais Q1 a Q16;
- Saídas analógicas AQ1 e AQ2;
- Marcador digital M1 a M24;
- Marcador analógico AM1 até AM6;
- Bits do registrador de deslocamento S1 a S8;
- 4 entradas de tecla .

A figura de numero 15 exemplifica a estrutura de um PLC logo :

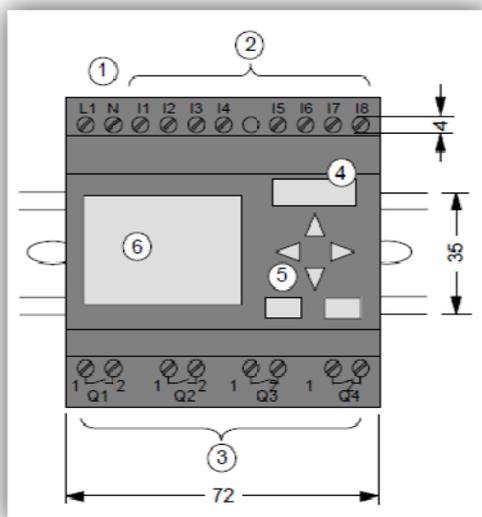


Figura 15. Estrutura de um PLC Logo!  
Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006)

#### 4.1. MONTAGEM SOBRE TRILHOS

O controlador lógico pode ser montado em um trilho simétrico de modelo padrão utilizado nas indústrias com uma largura de 35mm, conforme mostrado na figura 16:

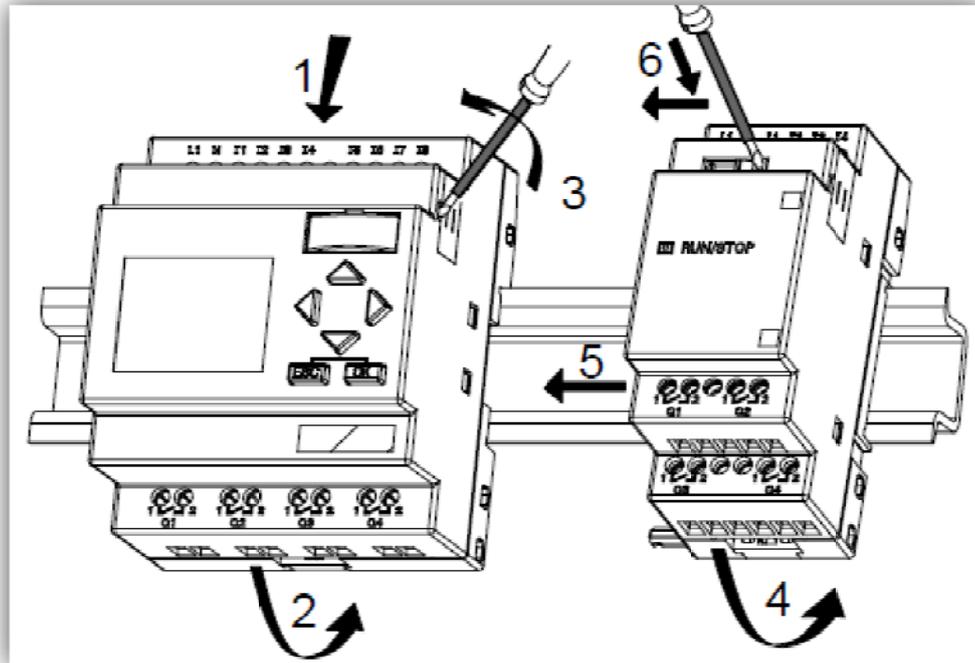


Figura 16. Exemplo de montagem sobre trilhos  
Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006)

1. Encaixe o logo sobre o perfil simétrico;
2. Oscile o logo sobre o perfil simétrico, assim a correia localizada na parte de trás deverá se encaixar;
3. Retire o lado direito do logo para habilitar a conexão com o módulo de expansão;
4. Coloque o módulo de expansão sobre o perfil simétrico da mesma forma feito anteriormente;
5. Faça deslizar o módulo de expansão ate que o controlador se encaixe.

Os passos 3 a 5 devem ser levados em consideração apenas se o controlador possuir módulos de expansão.

#### 4.1.1. MONTAGEM SOBRE PLACA DE MONTAGEM

O logo é composto por duas placas de montagem em sua parte traseira, dessa forma as mesmas deverão ser empurradas para fora através de suas corredeiras conforme mostrado na figura 17;

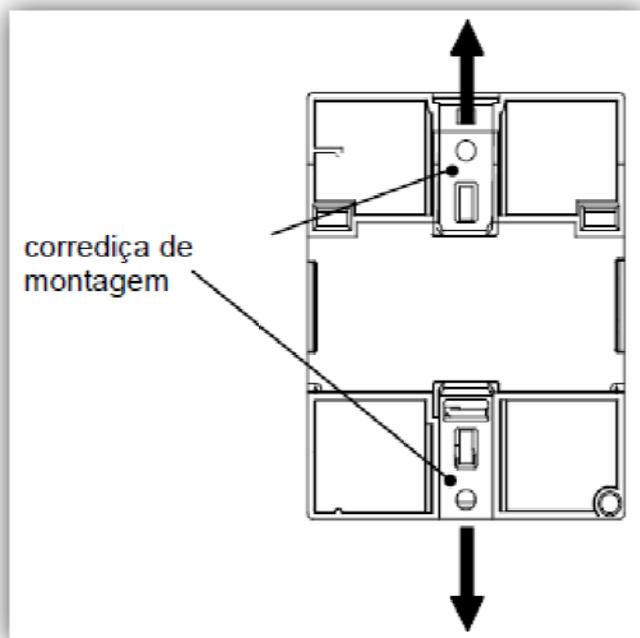


Figura 17. Exemplo de montagem sobre placa  
Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006)

Os furos deverão ficar a amostra, podendo ser utilizados como gabarito para a furacao da placa de montagem, e os mesmos deverão possuir as medidas descritas na figura 18, conforme mostrado a seguir:

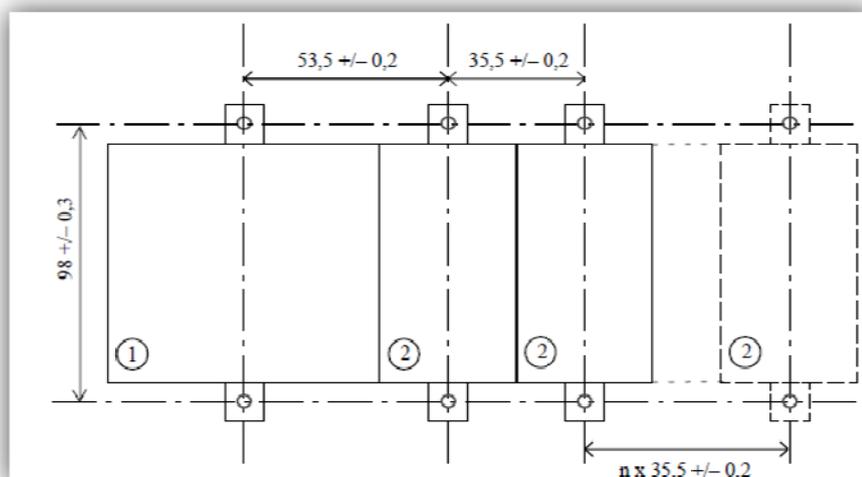


Figura 18. **Croqui de montagem**  
 Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006)

Neste tipo de montagem deve ser levado em consideração a furacao de 4mm e um momento de aperto de 0.8 a 1.2 Nm.

#### 4.1.2. ALIMENTAÇÃO DO PLC LOGO

Conforme dito anteriormente o logo é apropriado para trabalhar com alimentação de rede no valor nominal de 110 a 240 VAC/DC, 24 VAC/DC ou 12 VDC, sendo assim possui dois pinos de alimentação de acordo com o modelo adquirido, e oito entradas digitais divididas em dois grupos sendo elas de I1 a I4 e I5 a I8, cada grupo devera permanecer na mesma fase, assim as diferentes fases so poderão ser utilizadas em grupos diferentes conforme mostrado na figura 19.

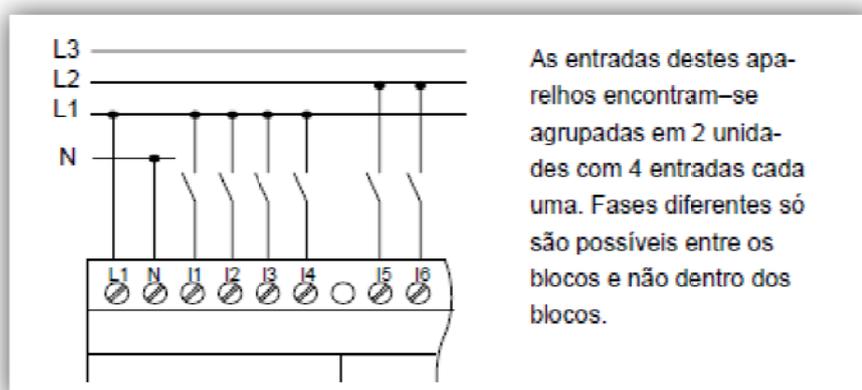


Figura 19. **Alimentação do Logo!**  
 Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006)

As saídas do PLC Logo utilizado são do tipo rele isoladas, dessa forma os instrumentos utilizados para o acionamento poderão ser dos mais variados como motores lâmpadas, válvulas solenóides entre outras.

Dessa forma o esquema de ligação da carga com o CLP deveser efetuado conforme mostrado na figura 20.

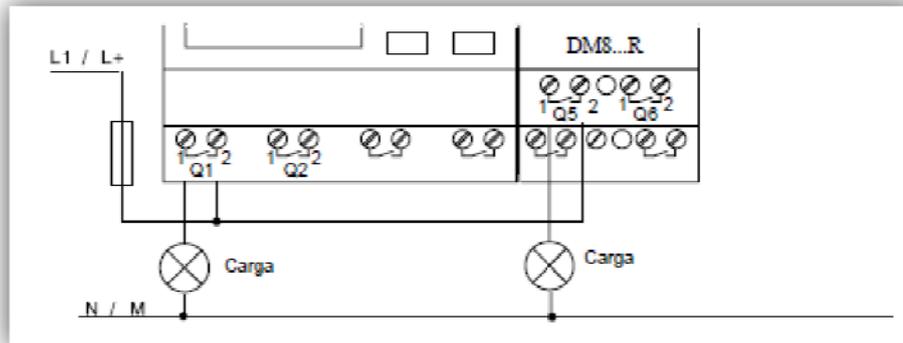


Figura 20. Saídas digitais do Logo!

Fonte: Manual de Instruções A5E00228636-01 (2006)



## 5.1. PROJETO UTILIZANDO A ARQUITETURA ATUAL.

Para o desenvolvimento do projeto elétrico do job conclusão será desenvolvida em cima do fluxograma uma lista de I/O's (entradas e saídas ) que devera atender o sistema de forma que o funcionamento automatizado seja completo.

Assim o desenvolvimento do sistema devera possuir a sequencia de acionamento conforme descrito a seguir :

### 1. Alimentação com big bag

O sistema de transporte tem opção de operação em automático e manual, os quais serão controlados pelo painel de controle principal (CLP) através da IHM (Interface Homem Máquina).

Para o descarregamento de big bag's no Bulk Buster e abastecimento do Transportador, o operador deverá:

- verificar no status do ihm, se o sistema está em modo de carregamento;
- ligar exaustor;
- posicionar big bag com o auxilio da talha elétrica (pelo cliente) instalada no local;
- com o bag close aberto e o big bag posicionado, abrir porta de acesso, desatar primeiro nó e puxar manga para baixo;
- fechar porta de acesso e pressionar o botão fechar bag close;
- com o bag close fechado vedando saída do big bag, abrir porta de acesso novamente, e desatar o ultimo nó;
- fechar porta de acesso, e abrir válvula do bag close;
- pulsar filtros;
- monitorar big bag e se o material estiver descendo lentamente, acionar massagedores.

### 2. Sistema em automático

Para iniciar o sistema em automático o operador deve pressionar o botão “INICIAR AUTO” na IHM (Interface Homem Máquina) instalada no painel de controle principal, se o sistema não estiver em alarme é iniciado o sistema em automático.

O sistema ficará monitorando o nível do silo Destino, quando o nível do silo estiver c/ status de “Não-Cheio” é iniciado o ciclo de transporte.

Com o silo solicitando material a válvula de entrada do transportador “INLET” será aberta. Após a confirmação da válvula INLET aberta, inicia-se o carregamento do material com isto é acionado os vibra-jet do bulk buster e o big bag vai esvaziando-se até que se atue o nível alto do transportador.

No instante em que o sensor de nível alto do transportador for atuado, a válvula borboleta “INLET” se fechará automaticamente, desligando-se o sistema de aeração do Bulk Buster.

Com o transportador cheio, válvula INLET fechada é iniciado o Ciclo de transporte, com o acionamento do painel ACM (regulador de pressão da linha dos booster e transportador) e JET's do transportador a pressão tende a subir deslocando o material para o silo. Neste momento o painel de controle principal monitorará a pressão interna do transportador, de acordo com o valor parametrizado na IHM.

Após algum tempo com o sistema transportando, a pressão abaixa pois caracterizando o transporte do produto e assim o fim do transporte, logo será desligado o painel ACM e todas as injeções de ar comprimido.

Com a finalização do transporte, o sistema aguardará o tempo de despressurização, assim como a confirmação de despressurização executada.

Passado este tempo, inicia-se um novo ciclo (carga e transporte), até que a Silo apresente o status de “Silo Destino Cheio”, caso o Silo destino apresente o status de “Cheio” durante um transporte o sistema continua transportando até finalizar, esse procedimento é possível devido ao sensor de nível alto do Silo Destino estar posicionado de uma forma, onde quando atuado o volume acima do sensor de nível do silo é suficiente para acomodar o volume de um transportador cheio.

### 3. Sistema em manual

Para efetuar a carga do transportador, o operador, na tela de controle do transportador, deverá pressionar o botão “Carga Manual”, esse botão deve ser mantido pressionado para realizar o carregamento do transportador, o carregamento é interrompido quando o operador solta o botão “Carga Manual” ou quando o sensor de nível alto do transportador for atuado, quando isso ocorre, fecha-se a válvula (INLET) do transportador.

### 4. Sistema em transporte manual

Com o transportador Cheio ou Não, o operador poderá efetuar o transporte manual. Na tela de operação e controle do transportador, o operador deverá pressionar na IHM (Interface Homem Máquina) o botão “Transporte Manual” com um pulso, assim o sistema efetuará um ciclo de transporte, finalizado este ciclo, Despressurizará e ficará aguardando um novo comando em manual.

Com ênfase na lógica de funcionamento do sistema, podemos obter a lista de I/O's conforme mostrado nas tabelas a seguir.

Tabela 4. Entradas digitais atribuídas a arquitetura atual

Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

ENTRADAS DIGITAIS			
Descrição	SISTEMA	EQUIPAMENTO	
falta de fase	100	painel	1762-L40AWA
comando acionado	100	painel	
parada acionada	100	painel	
pressostato linha de ar	100	transportador	
valvula inlet fechada	100	transportador	
valvula inlet aberta	100	transportador	
valvula vent fechada	100	transportador	
valvula vent aberta	100	transportador	
sensor nivel alto	100	transportador	
sensor nivel baixo	100	transportador	
retorno motor ligado	100	bulk buster	
termico fechado	100	bulk buster	
liga exaustor	100	bulk buster	
aciona filtros	100	bulk buster	
aciona massageador	100	bulk buster	
fim de batch	100	bulk buster	
pressostato diferencial pressão	100	m-101	
vbb entrada fechada	100	m-101	
vbb entrada aberta	100	m-101	
sensor nivel alto	100	m-101	
sensor nivel baixo	100	m-101	
vbb saida fechada	100	m-101	
vbb saida aberta	100	m-101	
pressostato linha de ar	200	transportador	1762-IA16
valvula inlet fechada	200	transportador	
valvula inlet aberta	200	transportador	
valvula vent fechada	200	transportador	
valvula vent aberta	200	transportador	
sensor nivel alto	200	transportador	
sensor nivel baixo	200	transportador	
retorno motor ligado	200	bulk buster	
termico fechado	200	bulk buster	
liga exaustor	200	bulk buster	
aciona filtros	200	bulk buster	
fim de batch	200	bulk buster	
aciona massageador	200	bulk buster	
pressostato diferencial pressão	200	m-201	
sensor nivel alto	100	m-201	
sensor nivel baixo	100	m-201	
sensor nivel alto	200	m-201	
sensor nivel baixo	200	m-201	
vbb saida fechada	200	m-201	
vbb saida aberta	200	m-201	
RESERVA	-	-	1762-IA8
RESERVA	-	-	

Tabela 5. Saídas digitais atribuídas a arquitetura atual

Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

SAIDAS DIGITAIS		
Descrição	SISTEMA	EQUIPAMENTO
sirene	100/200	painel
aciona valvula inlet	100	transportador
aciona valvula vent	100	transportador
aciona jets zona 1	100	transportador
aciona acm	100	transportador
aciona filtro modu kleen	100	transportador
aciona vibra jets zona 1	100	bulk buster
aciona exaustor	100	bulk buster
aciona filtro 1	100	bulk buster
aciona filtro 2	100	bulk buster
aciona massageador 1	100	bulk buster
aciona massageador 2	100	bulk buster
aciona massageador 3	100	bulk buster
aciona massageador 4	100	bulk buster
aciona vbb entrada	100	moega recebimento m-101
aciona filtro 1	100	moega recebimento m-101
aciona filtro 2	100	moega recebimento m-101
aciona filtro 3	100	moega recebimento m-101
aciona filtro 4	100	moega recebimento m-101
aciona vbb saida	100	moega recebimento m-101
aciona vibra jets zona 1	100	moega recebimento m-101
aciona vibra jets zona 2	100	moega recebimento m-101
aciona vibra jets zona 3	100	moega recebimento m-101
aciona vibra jets zona 4	100	moega recebimento m-101
aciona vibra jets zona 1	200	bulk buster
aciona exaustor	200	bulk buster
aciona filtro 1	200	bulk buster
aciona filtro 2	200	bulk buster
aciona massageador 1	200	bulk buster
aciona massageador 2	200	bulk buster
aciona massageador 3	200	bulk buster
aciona massageador 4	200	bulk buster
aciona vbb entrada	200	moega recebimento m-201
aciona filtro 1	200	moega recebimento m-201
aciona filtro 2	200	moega recebimento m-201
aciona filtro 3	200	moega recebimento m-201
aciona filtro 4	200	moega recebimento m-201
aciona vbb saida	200	moega recebimento m-201
aciona vibra jets zona 1	200	moega recebimento m-201
aciona vibra jets zona 2	200	moega recebimento m-201
aciona vibra jets zona 3	200	moega recebimento m-201
aciona vibra jets zona 4	200	moega recebimento m-201
RESERVA	-	-

Para a configuração do sistema, será necessário a utilização de 49 pontos de entrada, e 48 pontos de saída para controlar os atuadores contidos no sistema, válvulas, sensores, solenóides.

Sendo assim a configuração será definida na utilização de um controlador lógico programável do modelo 1762-L40AWA, um cartão de entrada digital do modelo 1762IA16 e dois cartões digitais do tipo 1762OW16.

Com ênfase nessa arquitetura o painel devera ser dimensionado conforme as características mostradas na figura 22, a seguir :

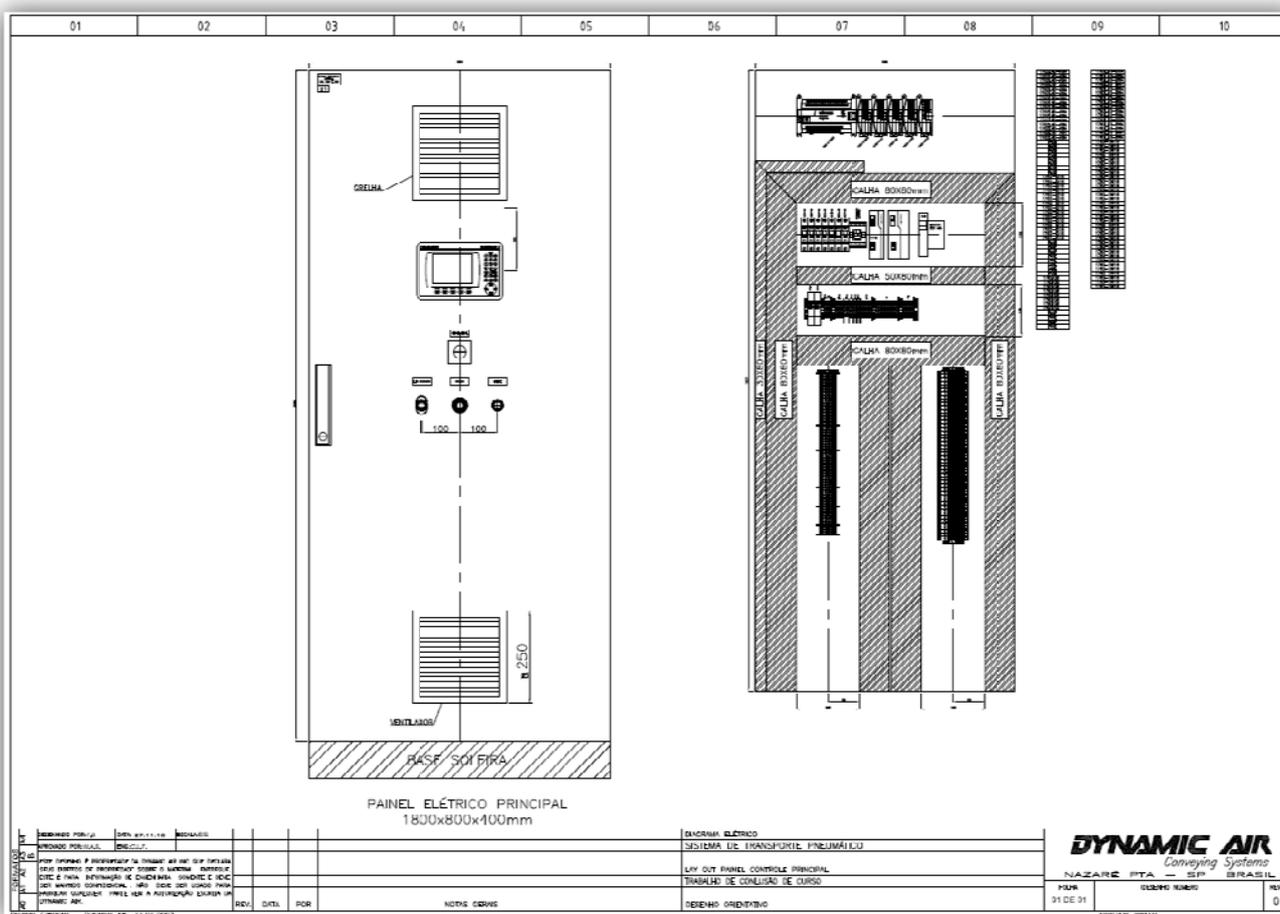


Figura 22. Lay Out utilizado atualmente  
Fonte: Adaptado do banco Dynamic Air (2006)

No entanto utilizando as características da arquitetura atual o Lay-out do painel devera possuir a dimensão de 1800x800x400mm<sup>2</sup>, conforme mostrado na figura anterior.

## 5.2. PROJETO UTILIZANDO A NOVA ARQUITETURA.

Ainda com ênfase a lógica apresentadas pelo projeto conclusão será implantado, a nova arquitetura que devera ser inserida em alguns equipamentos que poderão efetuar o controle de forma independente sem que se possa degradar o funcionamento padrão do sistema.

Para a implantação da nova arquitetura, a figura a seguir exemplifica os pontos onde serão incluídos os controladores lógicos do tipo Logo.

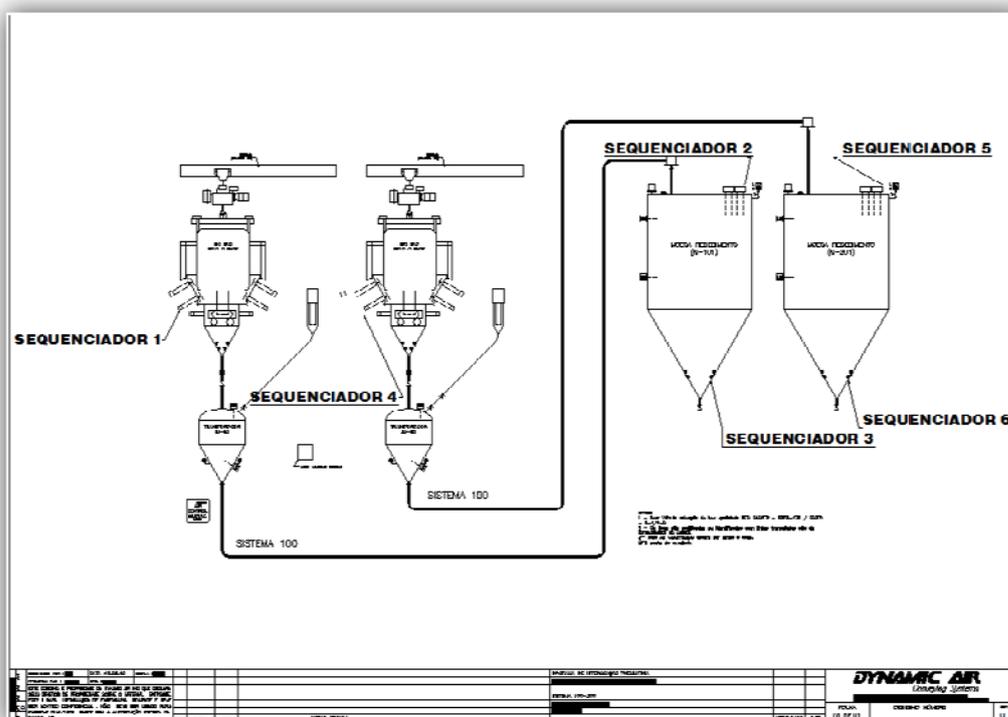


Figura 23. Implementação dos Seq. de Pulso  
Fonte: Adaptado do banco Dynamic Air (2010)

Para o desenvolvimento novo do projeto, devera ser utilizado 6 sequenciadores sendo dois deles compostos de lógica para massagedores dois utilizarão a lógica dos filtros e os outros dois funcionarão a partir do programa de sequenciadores de filtros.

Dessa forma serão eliminados alguns sinais de entrada digital e saídas a rele, no intuito de simplificar a lógica do controlador principal e diminuir o tamanho do painel entre outros benefícios mostrados a seguir .

Portanto com a nova implementação a lista de sinais de entrada e saída deverá ser definida conforme mostrado na tabela a seguir:

Tabela 6. Entradas digitais atribuídas a nova arquitetura

Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

ENTRADAS DIGITAIS		
Descrição	SISTEMA	EQUIPAMENTO
falta de fase	100	painel
comando acionado	100	painel
parada acionada	100	painel
pressostato linha de ar	100	transportador
valvula inlet fechada	100	transportador
valvula inlet aberta	100	transportador
valvula vent fechada	100	transportador
valvula vent aberta	100	transportador
sensor nivel alto	100	transportador
sensor nivel baixo	100	transportador
retorno motor ligado	100	bulk buster
termico fechado	100	bulk buster
liga exaustor	100	bulk buster
aciona filtros	100	bulk buster
fim de batch	100	bulk buster
vbb entrada fechada	100	m-101
vbb entrada aberta	100	m-101
sensor nivel alto	100	m-101
sensor nivel baixo	100	m-101
vbb saida fechada	100	m-101
vbb saida aberta	100	m-101
pressostato linha de ar	200	transportador
valvula inlet fechada	200	transportador
valvula inlet aberta	200	transportador
valvula vent fechada	200	transportador
valvula vent aberta	200	transportador
sensor nivel alto	200	transportador
sensor nivel baixo	200	transportador
retorno motor ligado	200	bulk buster
termico fechado	200	bulk buster
liga exaustor	200	bulk buster
aciona filtros	200	bulk buster
fim de batch	200	bulk buster
sensor nivel alto	100	m-201
sensor nivel baixo	100	m-201
sensor nivel alto	200	m-201
sensor nivel baixo	200	m-201
vbb saida fechada	200	m-201
vbb saida aberta	200	m-201
RESERVA	-	-

1762-140AWA

1762-1A8

Tabela 7. Saídas digitais atribuídas a nova arquitetura

Fonte: Adaptada da Dynamic Air (2010)

SAIDAS DIGITAIS		
Descrição	SISTEMA	EQUIPAMENTO
sirene	100/200	painel
aciona valvula inlet	100	transportador
aciona valvula vent	100	transportador
aciona jets zona 1	100	transportador
aciona acm	100	transportador
aciona filtro modu kleen	100	transportador
aciona vibra jets zona 1	100	bulk buster
aciona exaustor	100	bulk buster
aciona filtro 1	100	bulk buster
aciona filtro 2	100	bulk buster
aciona vbb entrada	100	moega recebimento m-101
aciona vbb saida	100	moega recebimento m-101
aciona vibra jets zona 1	200	bulk buster
aciona exaustor	200	bulk buster
aciona filtro 1	200	bulk buster
aciona filtro 2	200	bulk buster
aciona vbb entrada	200	moega recebimento m-201
aciona vbb saida	200	moega recebimento m-201
RESERVA	-	-

Com ênfase na nova arquitetura, a utilização dos pontos de entrada digitais e saída serão reduzidos de forma que a partir de então o painel de controle principal utilizará 40 sinais de entrada e somente 32 sinais de saída a rele, passando a utilizar um controlador lógico programável do modelo 1762-L40AWA, um cartão de entrada digital do modelo 1762IA8 e um cartão digitail do tipo 1762OW16.

Sendo assim o Lay out dimensional do painel deverá manter as características conforme mostrado a seguir na figura :

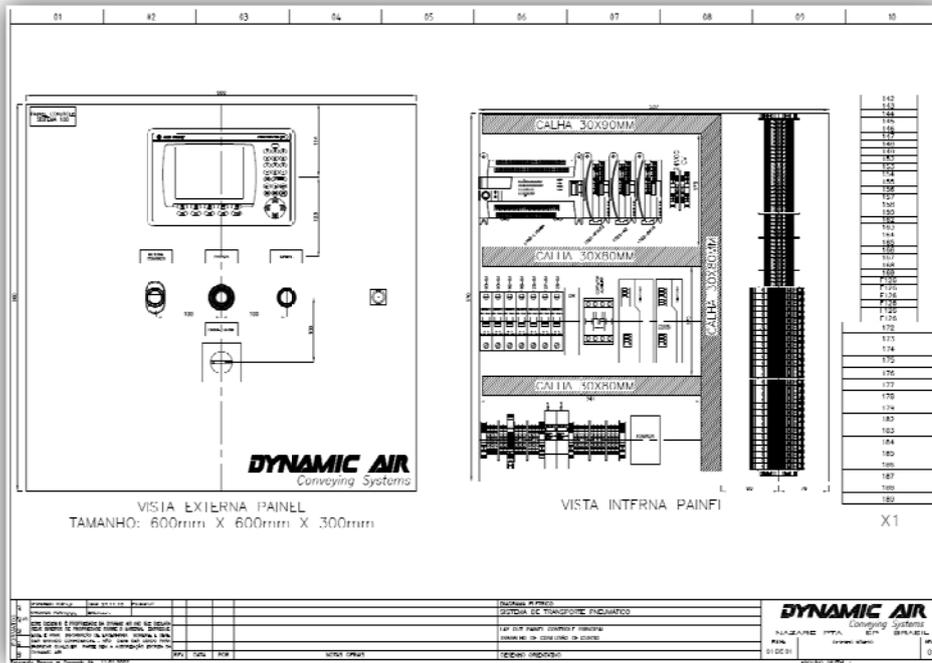


Figura 24. **Lay Out de Painel Principal**  
 Fonte: Adaptado do banco Dynamic Air (2006)

Conforme mostrado na figura 20, o painel foi reduzido em torno de 46% do seu tamanho original passando a possuir um dimensional de 600x600x300mm<sup>2</sup>.

Com a mudança realizada o funcionamento do sistema não sofrerá modificações como a ausência de atuadores nem degradação no seu desempenho.

### 5.2.1. PADRONIZAÇÃO DO NOVO LAY OUT

Assim que definido os sinais que serão isolados do controlador principal e também o funcionamento da lógica, a próxima etapa será a criação de um lay out independente a qual o controlador lógico será implantado a modo que esteja protegido das condições climáticas a qual será exposto em campo.

A caixa onde será instalado o seqüenciador devera seguir as mesmas padronizações do painel de controle principal, sendo assim a caixa deverá possuir as seguintes características :

- Caixa em chapa de aço de 1,2mm de espessura, pintura eletrostática em poliéster cinza (RAL 7032);
- Porta em chapa de aço de 1,2mm de espessura, pintura eletrostática em poliéster cinza (RAL 7032) com ângulo de abertura de 180° e fecho rápido universal;
- Placa de montagem em chapa de aço com 2,0mm pintura eletrostática em poliéster laranja (RAL 2000);
- Proteção IP 65 (NBR 6146, DIN 40050, IEC 529).

Considerando as dimensões do logo sendo de 90x70x55mm<sup>2</sup>, a caixa metálica escolhida deveria atender o controlador com a régua de bornes de entradas e saídas, assim as medidas deverão ser de 300x300x200mm<sup>2</sup>, conforme mostrado na figura 21:

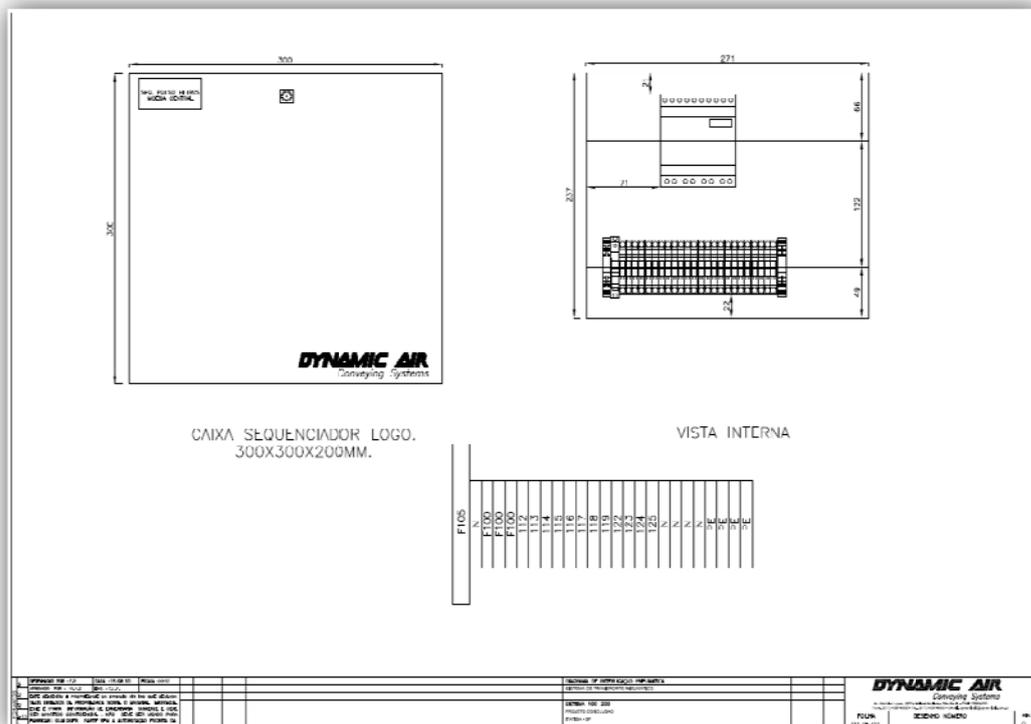


Figura 25. Lay Out de painel Seq.

Fonte: Adaptado do banco Dynamic Air (2010)

A figura de numero 26, exemplifica o sistema elétrico do seqüenciador de pulso:

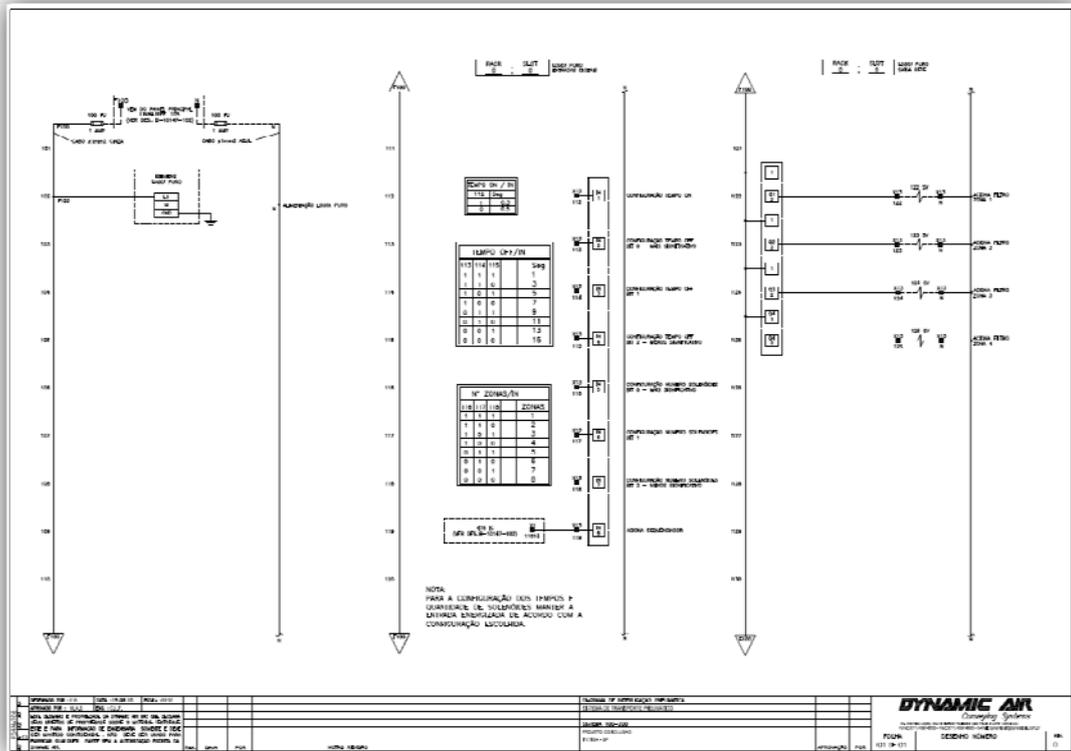


Figura 26. Esquemático elétrico  
Fonte: Adaptado do banco Dynamic Air (2010)

O projeto definido acima é resultado de um sistema de transporte pneumático desmembrado, a qual possui como finalidade alguns benefícios em relação a utilização atual de controle, conforme descrito no tópico a seguir.

## **5.2.2. BENEFICIOS IMPOSTOS PELA NOVA ARQUITETURA**

Com a finalização do projeto pratico, a tendência será proporcionar alguns benefícios estudados na teoria, que visam o desenvolvimento de uma técnica eficaz otimizando o controle atual a partir do desmembramento do CLP, vantagens estudadas como:

1. Facilidade de manutenção em campo: obtendo a facilidade de economia na montagem e extinção de identificar o cabeamento em campo devido o sistema já ser fornecido com sua identificação padrão;
2. Redução na utilização de cabeamento: o sistema passa a obter uma distancia máxima entre o controlador e o borne de no Maximo 1 metro de cabo por saída, necessitando apenas da alimentação para o funcionamento do sistema.
3. Utilização de controladores mais simples: o controlador principal devera possuir uma arquitetura mais simples e viável devido a redução dos sinais de entrada e saída por conta do novo controlador em paralelo;
4. Produtos finais mais compactos: o painel de controle principal possuirá uma redução de 45% de seu tamanho original, facilitando no transporte e alocação em campo, com uma montagem menos complexa;
5. Redução de horas de engenharia: com a nova implementação as horas de engenharia serão reduzidas devido a utilização de um projeto já pronto (padrão), incluindo a parte de programação em automação que devera ser desenvolvida também em formato padrão;
6. Facilidade na aquisição de material: com ênfase em um projeto padrão os materiais para confecção do painel seqüenciador poderá ser mantida em estoque, de forma em que todos estejam montados necessitando apenas do descarregamento do programa padrão, dessa maneira será extinto a falta de material devido ao longo prazo dos componentes utilizados na lógica do painel de controle principal.
7. Permanencia de Controle: a lógica do sistema permanecera controlando todos os acionamentos conforme o projeto atual, sem degradar no funcionamento de nenhuma lógica de atuação.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar de o sistema proposto tratar de um conceito a ser desenvolvido, o projeto proporcionou em teoria um novo conceito para o funcionamento e desenvolvimento de um controle para sistema de transporte pneumático.

Mesmo existindo pontos que ainda devem ser levados em consideração com uma análise melhor, a idéia do desenvolvimento de um padrão devera proporcionar em partes teóricas benefícios em cima de dificuldades impostas em algumas situações no desenvolvimento de um projeto.

Assim que colocado em pratica a nova arquitetura, a mesma poderá ser aprimorada com projetos futuros que não puderam ser levados em consideração nesta etapa, como o desenvolvimento de um sequenciador ainda mais simples utilizando placas de circuito impresso de baixo custo com a finalidade de intervir na redução de custo do produto final.

Em termos didáticos o projeto contribuiu com o aprimoramento de conhecimento voltado a lógica de programação e uma ênfase na melhoria de projetos existentes buscando seu aperfeiçoamento a partir das atuais condições.

Espera se que o projeto desenvolvido atribua novos conhecimentos e desperte a curiosidade incentivando novos estudos referentes aos colocado em pratica.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

[1] – Dynamic Air Ltda – 16 conceitos de Transporte Pneumático – Nazaré Paulista SP, 2008

[2] – Pentair – Catalogo geral de produtos Taunus 16º edição – Boituva SP, 2008

[3] – Siemens – Manual de Instruções do Logo! A5E00228636-01 – São Paulo

[4] – Dynamic Air Ltda – Descarregador de Big Bags Série 422 - DA010499 – Nazaré Paulista SP, 1999

[5] – Dynamic Air Ltda – DC-5Air Saver DA030105 – Nazaré Paulista SP, 2005

[6] – Dynamic Air Ltda – Aerador de Silo modelo K, DA072799 – Nazaré Paulista SP, 2004