

N. CLASS.	M 62165
CUTTER	B 5791
ANO/EDIÇÃO	2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
SÉRGIO LUIZ DE BIASO

TRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA: estudo fase diluída

Varginha
2015

SÉRGIO LUIZ DE BIASO

TRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA: estudo fase diluída

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Esp. Erik Vitor Silva.

Varginha

2015

SÉRGIO LUIZ DE BIASO

TRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em ____ / ____ / ____

Prof. Esp. Erik Vitor Silva

Prof. Me. Alexandre de Oliveira Lopes

OBS.:

Dedico este trabalho inicialmente a Deus, minha força nesta longa caminhada. À minha família, principalmente minha esposa e meus filhos, pelo apoio em toda esta trajetória. Finalmente aos meus colegas de sala, colegas de trabalho e professores que muito auxiliaram na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em todas minhas conquistas agradeço em primeiro lugar a Deus, nesta não seria diferente. Aos meus pais, minha esposa, meus filhos e toda minha família e amigos por nunca me deixarem desanimar nesta caminhada. Agradeço com muito carinho aos professores que me orientaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

RESUMO

Este trabalho explana sobre o uso da metodologia de análise e solução de problemas – Sistema de mistura para transporte pneumático, objetivando a redução do índice de problemas de qualidade visual do achocolatado e composto lácteo de uma indústria alimentícia. Tal tema é devido ao fato de que, acompanhando os problemas de qualidade do produto final em uma indústria alimentícia constatou-se que a mistura não estava conforme deveria, sem conformidade na granulometria dos grãos. Com os testes obtidos com novos sistemas de mistura dentro do misturador, verificou-se visualmente e pela granulometria a melhoria da qualidade do produto final, ganhando com isso no desperdício de embalagens, no tempo de processo e de padronização foi reduzido de forma satisfatória o índice de problemas e conseqüentemente acarretou ganhos financeiros expressivos para a empresa em questão. Para atingir tais resultados, foram empregadas melhorias mecânicas, porém de forma eficiente e eficaz, tanto no processo produtivo quanto nos meios de fabricação. O objetivo almejado com este trabalho é apontar a relevância na adoção do melhoramento contínuo como prática constante nas empresas desse seguimento, a fim de atingir metas tanto custeáveis a empresa quanto no que se diz respeito a qualidade máxima exigida largamente pelos clientes.

Palavras-chave: Transporte Pneumático. Sistema de mistura. Qualidade. Melhoria Contínua.

ABSTRACT

This work explains about the use of the methodology of analysis and troubleshooting-mixing System for pneumatic transport, aiming at reducing the visual quality issues index of chocolate milk and milk compound in a food industry. Such a theme is due to the fact that, following the problems of quality of the final product in a food industry found that the mixture was not as it should, without compliance in the particle size of the grains. With the tests obtained with new systems of mixture into the mixer, it was verified visually and by grading the improvement of the quality of the final product, making with that the packaging waste, in the process time and standardization has been reduced satisfactorily the index and consequently led to significant financial gains for the company in question. To achieve such results, were employed mechanical improvements, however efficiently and effectively, both in the production process.

Keywords: Pneumatic Conveying. System mixture. Quality. Continuousimprovement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Sistema transporte pneumático fase diluída.....	13
Figura 02 – Moega receptora de sacos.....	16
Figura 03 – Peneira vibratória.....	17
Figura 04 – Desenho peneira vibratória.....	17
Figura 05 – Misturador.....	18
Figura 06 – Capacidade Misturador.....	18
Figura 07 – Acionamento.....	19
Figura 08 – Transmissão por corrente.....	19
Figura 09 – Acabamentos padrão alimentício.....	20
Figura 10 – Painel pneumático.....	20
Figura 11 – Sistema abertura comportas.....	21
Figura 12 – Elementos de mistura.....	21
Figura 13 – Pás inclinadas.....	21
Figura 14 – Sopradores roots.....	22
Figura 15 – Filtros.....	23
Figura 16 – Filtros cartucho.....	23
Figura 17 – Válvula borboleta.....	23
Figura 18 – Válvulas rotativas.....	24
Figura 19 – Carcaça válvula rotativa.....	24
Figura 20 – Conjunto tubulação.....	25
Figura 21 – Montagem geral.....	25
Figura 22 – Moinho de pinos.....	26
Figura 23 – Montagem moinho de pinos.....	26
Figura 24 – Intensificadores.....	27
Figura 25 – Montagem dos intensificadores.....	27
Figura 26 – Desenho conjunto geral da planta.....	27
Figura 27 – Sistema concluído.....	28
Figura 28 – Sistema concluído.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	CONCEITO DE TRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA.....	12
2.1	Transporte Pneumático Fase Diluída	12
3	METODOLOGIA SISTEMA TRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA	13
3.1	Definição de problema.....	14
3.2	Identificação de problema.....	14
3.3	Especificação do problema	Erro! Indicador não definido.
4	PROCESSO TRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA: FASE DILUIDA.....	15
4.1	Moega receptora de sacos	16
4.2	Peneira vibratória.....	17
4.3	Misturador	17
4.3.1	Especificação Técnica:	18
4.3.2	Acionamento.....	19
4.3.3	Transmissão por correntes	19
4.3.4	Acabamentos	20
4.3.5	Sistema de abertura das comportas por painel pneumático.....	20
4.3.6	Elementos de mistura	21
4.4	Sopradores tipo Roots	22
4.5	Filtros.....	23
4.6	Válvula Borboleta	Erro! Indicador não definido.
4.7	Válvulas Rotativas	24
4.8	Conjuntos de Tubulação	25
4.9	Montagem geral.....	26
5	COMO FOI APLICADO OS NOVOS SISTEMAS DE MISTURA	27
5.1	Moinho de Pinos.....	27
5.2	Intensificadores	Erro! Indicador não definido.
6	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS	30

INTRODUÇÃO

O transporte pneumático tem sua aplicação industrial destacada desde o início do Século XX, devido a algumas de suas características principais: os baixos custos de manutenção e operação; a grande variabilidade de produtos transportados; a alta flexibilidade dos projetos, podendo haver o transporte vertical e/ou horizontal, além de diversos sistemas de alimentação de sólidos. A utilização do ar para a movimentação de materiais representa vantagens a este processo se comparado à movimentação mecânica (elevadores, redler, transportador helicoidal, etc.), pois oferece maior segurança ao produto uma vez que o mesmo é transportado por meio de tubulações, onde o ar como fluido possibilita o seu escoamento até o local desejado.

Um projeto adequado deverá prever o tipo de tubulação a ser utilizada, de acordo com o grau de abrasividade e corrosão possivelmente gerados pela composição dos materiais. O levantamento criterioso destas características poderá exigir do projeto a utilização de materiais resistentes como aço inox ou até mesmo PVC, sendo que os raios de curvatura deverão ser largos com a possibilidade de "chapas de desgaste" que propiciem sua substituição. O correto estudo das quantidades e pesos dos materiais, bem como velocidades e pressões nos dutos são indispensáveis para o sucesso do funcionamento. (FOUST et al. 1982, p.80)

O trabalho tem como objeto falar de maneira simples e objetiva sobre o transporte pneumático de sólidos em forma de pós dentro de uma empresa alimentícia para levar os produtos de um lugar ao outro, fazer sua mistura e ser transportado novamente por fase diluída através de um soprador para a fase final do ensacamento do produto misturado.

O trabalho se destina a verificação da desagregação dos produtos após a mistura, por terem pesos, formas e padrões diferentes, esse manuseio se torna complicado por trazer problemas relativos ao produto final, que devem estar em forma e aparência atraente para seu consumidor.

- Como evitar a desagregação dos produtos sólidos com características diferentes realizando a mistura e transportando por transporte pneumático em fase diluída?
- Utilizarmos dados técnicos e práticos para mistura e de transporte pneumático através da fase diluída, para obter melhores resultados após passar pelo misturador pela necessidade de evitar a desagregação de produtos devido à dificuldade de obter bons

resultados para a finalidade final, padronização da granulometria visual do produto achocolatado e composto lácteo.

- Demonstrar como fazer com que a mistura entre açúcar, cacau seja homogênea e não haja desagregação do produto durante o transporte pneumático.
- Demonstrar deslocamento de um material em pó ou granulado através do fluxo de ar.
- Apresentar transporte de achocolatado.
- Apresentar transporte de composto Lácteo.
- Definir como evitar segregação.
- Apresentar formas de atribuir rapidez no processo.
- Apresentar formas de evitar contaminação.
- Apresentar baixo custo de processo.
- Em uma indústria de alimentos é comum o problema que estamos procurando solucionar, através de ferramentas, dispositivos de mistura e projetos mecânicos, procuraremos a solução eficaz com baixo custo para esse segmento.

2 CONCEITO DE TRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA

Segundo Meixner e Kobler (1977) o transporte pneumático tem sua aplicação industrial destacada desde o início do Século XX, se refere ao movimento de partículas sólidas em um fluxo de gás através de tubos horizontais e/ou verticais. Silva (2005) complementa afirmando que os transportadores pneumáticos podem ser usados para partículas que variam de pós-finos a pelotas, com densidades aparentes de 16 a 3200 kg/m³. Suas características principais características:

- Os baixos custos de manutenção e operação
- A grande variabilidade de produtos transportados
- A alta flexibilidade dos projetos, podendo haver o transporte vertical e/ou horizontal, além de diversos sistemas de alimentação de sólidos.

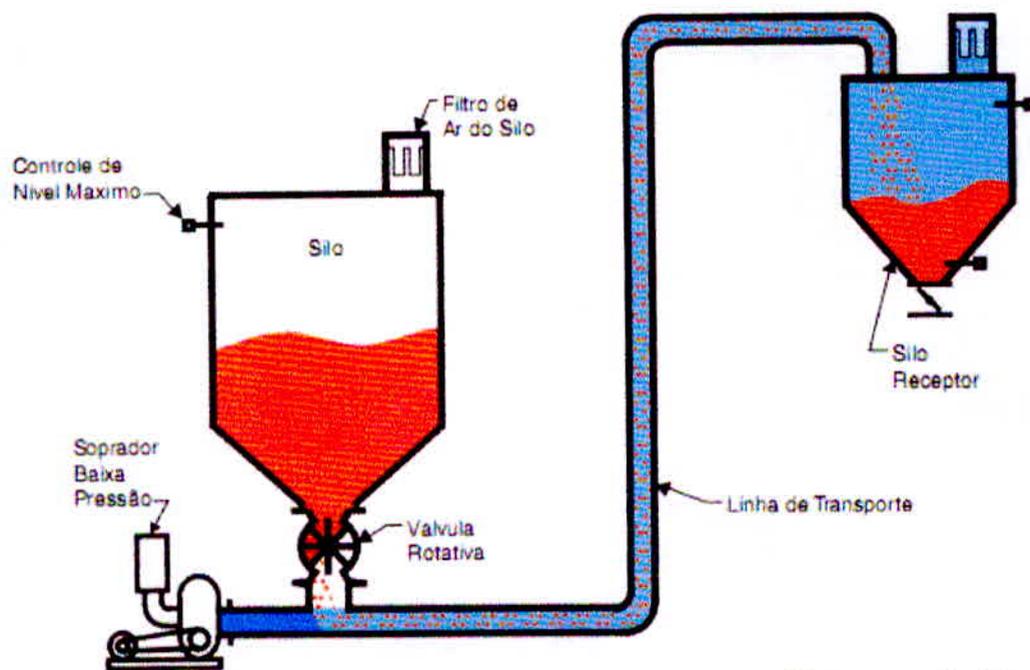
Existem dois tipos de transporte pneumático, fase densa e fase diluída.

2.1 Transporte Pneumático Fase Diluída

Os sistemas pneumáticos em fase diluída (baixa pressão; $\cong 14 \text{ psi}$ 0.98 kgf/cm^2) utilizam grande quantidade de ar para remover quantidades relativamente pequenas de

material em uma suspensão a altas velocidades (10-30 m/s). Utilizam sopradores e/ou ventiladores.

Figura 01



Sistema de Fase Diluída

Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=9Q5uwubweqo&feature=fvst>

3 METODOLOGIA SISTEMA TRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA

O produto será introduzido no sistema a partir de um Receptor de Sacos, que por gravidade, alimenta uma peneira vibratória. Uma válvula rotativa sob a peneira dosará a entrada do produto no sistema de transporte pneumático, que fará a transferência do produto para uma moega/filtro instalada sobre o misturador. Essa moega/filtro acumulará integralmente a batelada pré-definida antes de liberar o produto para o misturador. Uma vez que a batelada foi integralmente alimentada ao misturador, a moega/filtro será liberada para armazenar outra batelada.

Além das pás centrais que trabalham intercaladas foi introduzido um moinho de pinos e dois intensificadores auxiliares para bater e melhorar a granulometria do produto a ser misturado, evitando futura desagregação.

Decorrido o tempo necessário para mistura e/ou inserção de líquido, a batelada será descarregada, por gravidade, em uma moega pulmão que alimentará o transporte pneumático

de transferência de produto para outra moega/filtro. A partir desta moega, uma válvula rotativa disponibilizara o produto para uma ensacadora.

O sistema contempla chaves de nível, que possibilitarão a Itambé fazer todo Inter travamento dos equipamentos.

3.1 Definição de problema

Quando foram feitos os primeiros testes e ocorreram problemas de segregação no transporte, foi detectado que teríamos que utilizar outros mexedores para quebrar os grumos maiores dos produtos, com experiência de outra máquina que necessitava utilizar uma quebra de partículas coloridas quando se faz o rejunte de piso, vimos que para quebrar os pigmentos eram utilizados moinhos de pinos e intensificadores, através do mesmo conceito levando em consideração que todo material utilizado seria para indústria alimentícia tivemos a ideia de usar o mesmo método de mistura e quebra de partículas pequenas, a ideia foi um sucesso e pudemos ter um ótimo aproveitamento, chegando a uma qualidade ideal para o consumo e aceitação dos clientes do produto final.

3.2 Identificação de problema

A pesquisa foi elaborada a partir de uma bibliografia dos princípios fundamentais do transporte pneumático do autor Deodoro Ribeiro e sistemas pneumáticos do autollo da Silva Moreira, para eliminação dos problemas que foram verificados nesse projeto, onde serão buscadas informações para se chegar num resultado claro e bem verificado.

Pelos pesos dos ingredientes para mistura de um achocolatado, podemos verificar que suas densidades são muito diferentes.

Para o problema da desagregação desta fase de transporte pneumático, pretendemos instalar mais dispositivos de mistura no misturador, para melhorar a quebra de partículas do produto e com esse procedimento melhorar a segregação.

Como o produto final está com granulometrias diferentes, quando produto é lançado na tubulação o produto de peso menor acaba indo primeiro devido a seu peso menor, desta forma quando o produto é ensacado e podemos perceber visualmente, sua aparência é de um produto que não foi bem misturado podendo até haver diferença de cor.

O misturador iniciara o processo de mistura e/ou inserção de líquido no leite, conforme pré-estabelecido. O tempo necessário de mistura, para que o produto esteja dentro do padrão desejado, deverá ser obtido pela Itambé após o startup dos sistemas e testes com o seu produto.

3.3 Especificação do problema

Conforme vivenciado existe um ditado popular que afirma que, um problema abertamente emitido já está meio resolvido, sendo assim bem como é verdadeiro dizer que um problema não pode ser resolvido de forma ativa a menos que seja descrito de forma bem concisa.

Logo, a resolução de um problema, não pode assumir a condição de uma caça às cegas de todos os fatos, tratando-se de uma busca seletiva e cuidadosa de fatos que servirão para delimitar o problema, como ferramenta para este fim, temos a especificação do problema que permitirá ao administrador a caracterização de um padrão contra o qual as causas possíveis podem ser tratadas.

A especificação de um problema é uma ferramenta valiosa nos processos de tomada de decisão, pois permite evidenciar as principais causas relacionadas a qualquer tipo de problemas. Um processo de especificação é muito simples e até mesmo mecânico, porém, exige disciplina do raciocínio do tomador de decisão.

A ordem temporal dos eventos fornece aos processos diagnósticos, validação as inferências a respeito de causalidades, ou seja, um acontecimento nunca pode ser considerado causa de outro, se o mesmo ocorrer após o outro, portanto, uma causa precede ou ocorre simultaneamente a um efeito e nunca após ele.

4 PROCESSOTRANSPORTE PNEUMÁTICO E MISTURA: FASE DILUIDA

Equipamentos para o processo de transporte pneumático e mistura:

4.1 Moega receptora de sacos

4.2 Peneira vibratória

4.3 Misturador

4.3.1 Especificação técnica

4.3.2 Acionamento

4.3.3 Transmissão por corrente

4.3.4 Acabamento

4.3.5 Sistema de abertura comportas por painel pneumático

4.3.6 Elementos de mistura

4.4 Sopradores tipos roots

4.5 Filtros

4.6 Válvula borboleta

4.7 Válvulas rotativas

4.8 Conjunto de tubulação

4.9 Montagem geral

5 Aplicação dos novos sistemas de mistura

5.1 Moinho de pinos solução do problema

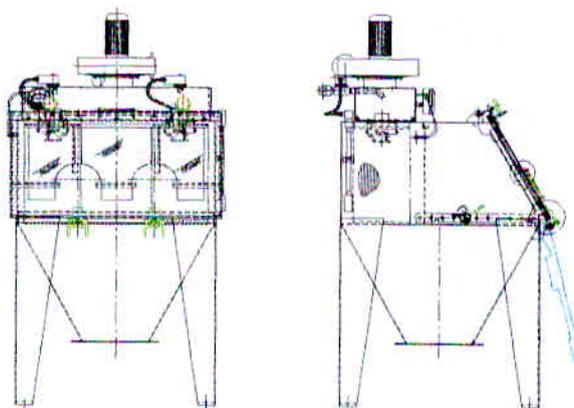
5.2 Intensificadores solução do problema

4.1 Moega receptora de sacos

Moega Receptora de Ensacados Standart, combinada com filtro cartucho com 9,5 m² de área filtrante, sistema de limpeza dos meios filtrantes por meio de jatos de ar comprimido, comandado por botoeira a prova de explosão, com os seguintes acessórios:

- Manômetro diferencial;
- Grelha de descarga;
- Pernas de sustentação;
- Construção em aço inox AISI-304;
- Cartuchos de poliéster teflonado (02 pçs);
- Botoeira para acionamento do sistema de limpeza dos cartuchos.

Figura 02

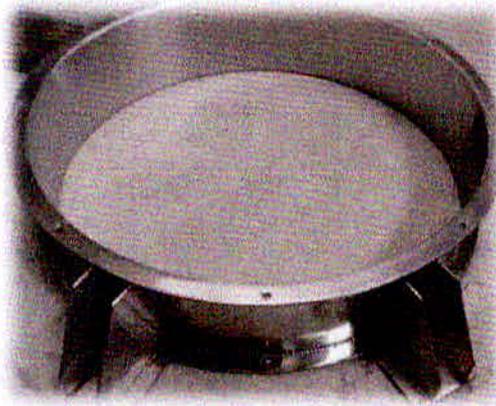


Fonte: O autor

4.2 Peneira vibratória

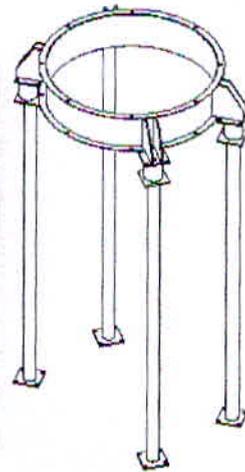
Acoplada a moega Rasga Sacos, construída em inox-304L, fabricado em aço inox 304L. Mesh correspondente a 8 mm de abertura.

Figura 03



Fonte: O autor

Figura 04



Fonte: O autor

4.3 Misturador

O misturador MDB garante uma mistura homogênea independentemente do tamanho e densidade das partículas, seu rotor sobreposto diminui o tempo de mistura com um movimento ideal das partículas, além de manter uma mistura suave gerando pouco atrito, obtendo-se assim o mínimo de desgaste e abrasão.

Seu descarregamento garante uma descarga rápida evitando segregação, com portas laterais para inspeção e um bom acesso para uma rápida limpeza.

Seu tempo de mistura pode variar de 10 segundos até 2 minutos dependendo do produto.

Com baixo custo de funcionamento e o mínimo de manutenção por sua robustez e facilidade de manutenção, o misturador MDB trabalha com 500 litros, podendo variar de 300 L a 700 L da capacidade nominal.

Observações: No caso de misturas que utilizem o sistema de Moinho de Pinos, será necessário trabalhar com grau de enchimento mínimo de 120%, para que seja eficiente o sistema. Para

este projeto estamos utilizando um misturador de duplo eixo com acionamento por motoredutor 10cv e transmissão por engrenagens triplas e correntes

Figura 05

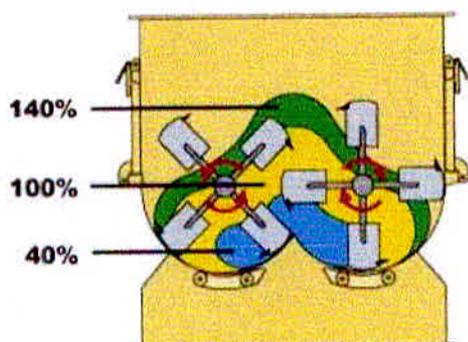


Fonte: O autor

4.3.1 Especificação Técnica

Capacidade de 500 L por batelada e variação de 300-700 L, para trabalhar com moinho de pinos seu grau de enchimento tem de ser de 600 litros, os elementos de mistura são de pás inclinadas com sistemas de limpeza nos selos por gaxetas de purga de ar, a abertura das comportas são por atuadores pneumáticos, com uma porta lateral de inspeção e tampa de fechamento superior e o bocal inferior acoplado a moega de recepção de produto misturado.

Figura 06

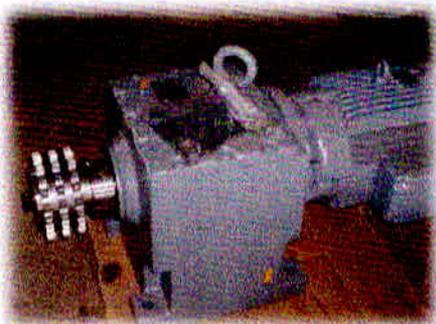


Fonte: Forberg2008

4.3.2 Acionamento

Por meio de um redutor SEW de engrenagens cônicas, caracterizado pelo eixo de entrada a 90° da linha de centro das engrenagens, potência de 7.5 KW e fator de serviço de 1,5 sobre potência motora, o redutor será acionado por motor, com potência de 7.5kw, 4 pólos, 220 / 380 V, isolamento F, grau de proteção mecânica IP-55. A ligação entre o motor e o redutor se dará por meio de um conjunto de correntes e engrenagens obtendo sincronismo dos redutores.

Figura 07

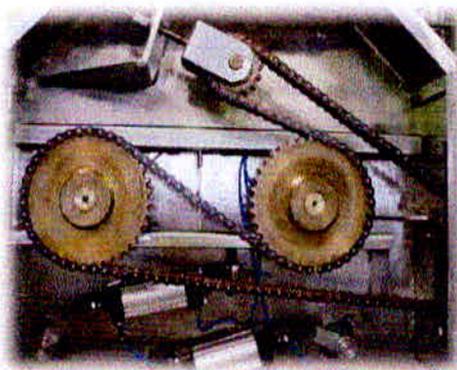


Fonte: O Autor

4.3.3 Transmissão por correntes

A transmissão será dada por engrenagens triplex e correntes triplex com montagem para manter o sincronismo do sistema.

Figura 08



Fonte: O Autor

4.3.4 Acabamentos

Acabamento por polimento grana 220 padrão alimentício internamente e externamente.

Figura 09



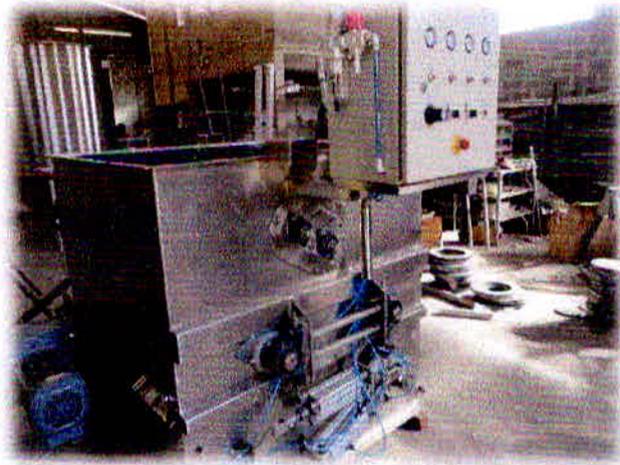
Fonte: O autor

4.3.5 Sistema de abertura das comportas por painel pneumático

Para o acionamento das comportas de descarga estamos considerando um sistema pneumático. O conjunto é composto por:

- Dois cilindros hidráulicos
- Unidade hidráulica com motor trifásico, 60Hz, 220/380V, IP-55, TFVE, tensão nas bobinas, 220v, bomba hidráulica e válvulas de controle

Figura 10



Fonte: O autor

Figura 11

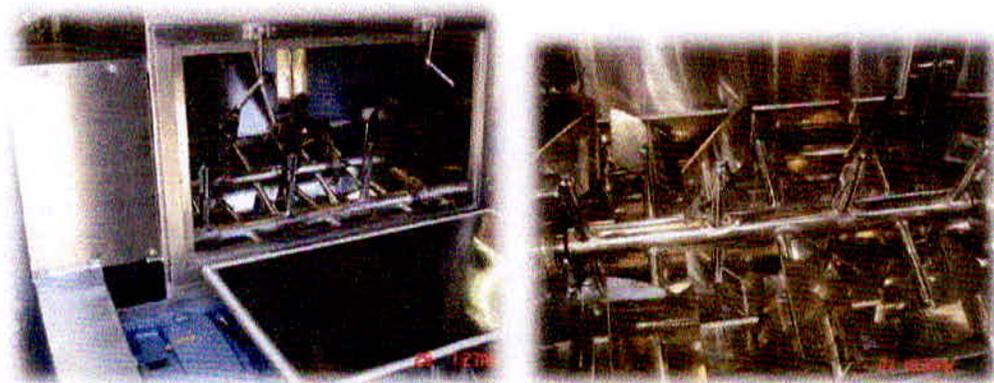


Fonte: O autor

4.3.6 Elementos de mistura

Mistura através de pás planas e inclinadas a 45° cortadas a laser.

Figura 12 Figura 13



Fonte: O autor Fonte: O autor

4.4 Sopradores tipo Roots

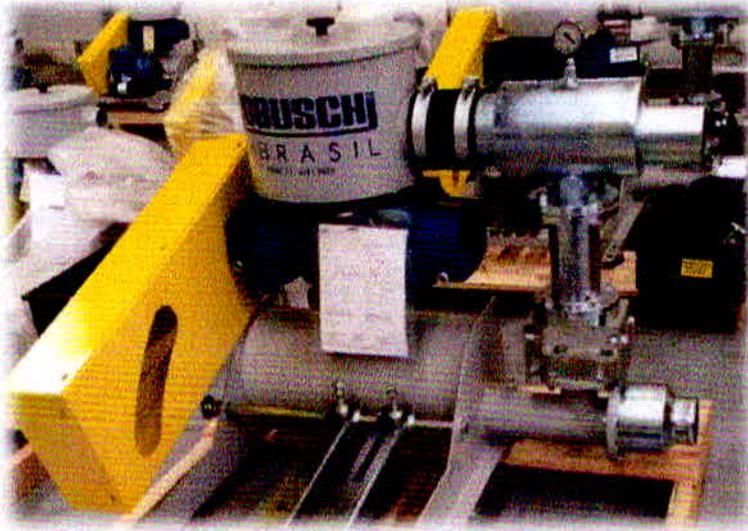
Os Sopradores de Deslocamento Positivo (tipo "Roots") são fabricados desde 1868 e atualmente são máquinas de produção de alto padrão projetados e adaptados para serem usados numa ampla gama de aplicações.

Nos compressores alternativos a compressão do gás é feita em uma câmara de volume variável por um pistão, ligado a um mecanismo biela-manivela similar ao de um motor alternativo. Quando o pistão no movimento ascendente comprime o gás a um valor determinado, uma válvula se abre deixando o gás escapar, praticamente com pressão constante.

Ao final do movimento de ascensão, a válvula de exaustão se fecha, e a de admissão se abre, preenchendo a câmara a medida que o pistão se move.

Sopradores de ar roots que faz o transporte em fase diluída, baixa pressão e alta velocidade.

Figura 14



Fonte: O autor

4.5 Filtros

Vasos de pressão calculados para suportar uma pressão negativa de 200 mmhg, são montados com elementos de filtros cartucho, são fixados internamente com dispositivo para retirada e troca através de uma porta na lateral dos silos, o silo nº1 abastece o misturador e silo nº2 abastece as ensacadoras.

Figura 15



Figura 16



Fonte: O autor

4.6 Válvula Borboleta

Uma (01) Válvula Borboleta, tipo wafer, classe de pressão #150, corpo em ferro fundido nodular, sede em SBR, disco em aço inoxidável, atuador pneumático dupla ação, válvula solenoide 5/2 vias, fim de curso.

Para abertura e entrada do produto após 1 silo com cartucho.

Figura 17



Fonte: O autor

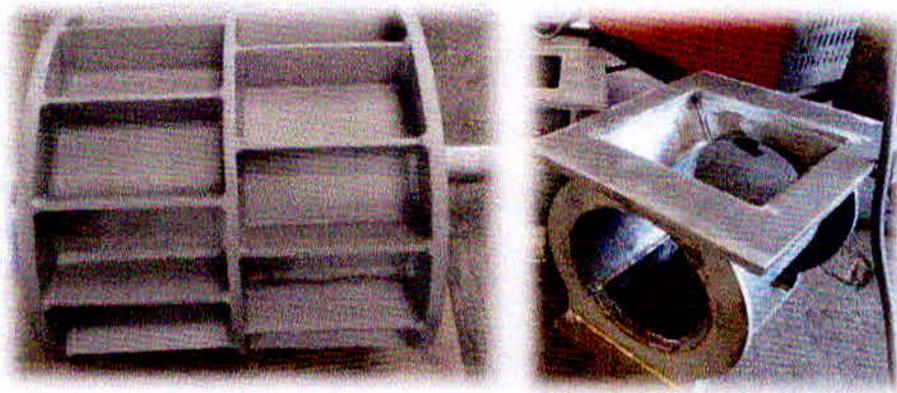
4.7 Válvulas Rotativas

Válvulas Rotativas, com corpo, eixo e tampas fabricadas a partir de chapas de aço inoxidável AISI 304, rotor especial para TP, fabricado a partir de chapa inox AISI-304. Acionamento por engrenagens e corrente. Base de suporte do motoredutor em chapas de aço inox AISI-304, proteção para acionamento.

As válvulas rotativas dosarão a quantidade de produto a ser lançado na linha da tubulação de inox.

Figura 18

Figura 19



Fonte: O autor

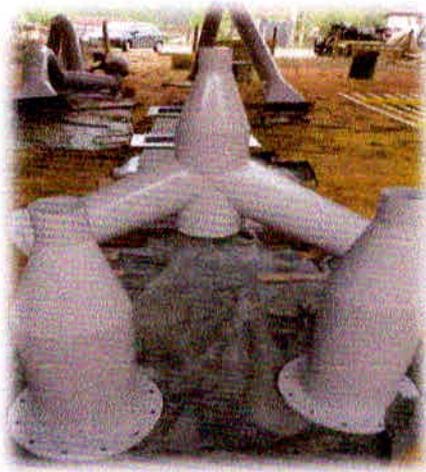
Fonte: O autor

4.8 Conjuntos de Tubulação

Conjuntos de tubulação de transporte pneumático, por sucção, desde as válvulas rotativas até as moegas/filtro incluindo:

- Aproximadamente 11 metros de tubos em aço inoxidável com parede de 3 mm;
- Um alimentador de produto ao TP;
- Duas curvas de raio longo, fabricadas a partir de tubos em aço inoxidável com parede de 3 mm;
- Conexões para união dos tubos de transporte;
- Filtros na boca de admissão de ar de transporte.

Figura20



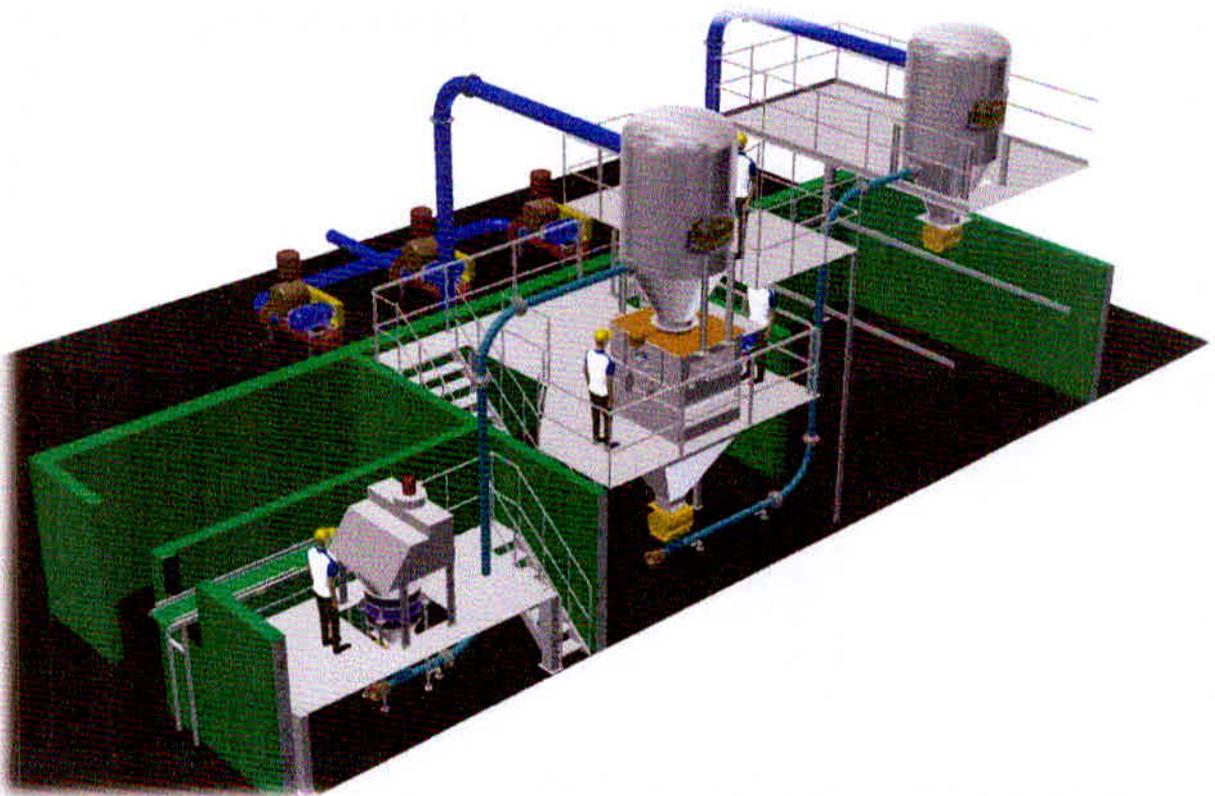
Fonte: O autor

4.9 Montagem geral

Na montagem geral, podemos ver todo circuito desde o início de operação até a sala de empacotamento do produto final.

Podemos verificar o início com abastecimento manual até o final com empacotamento do produto final.

Figura 21



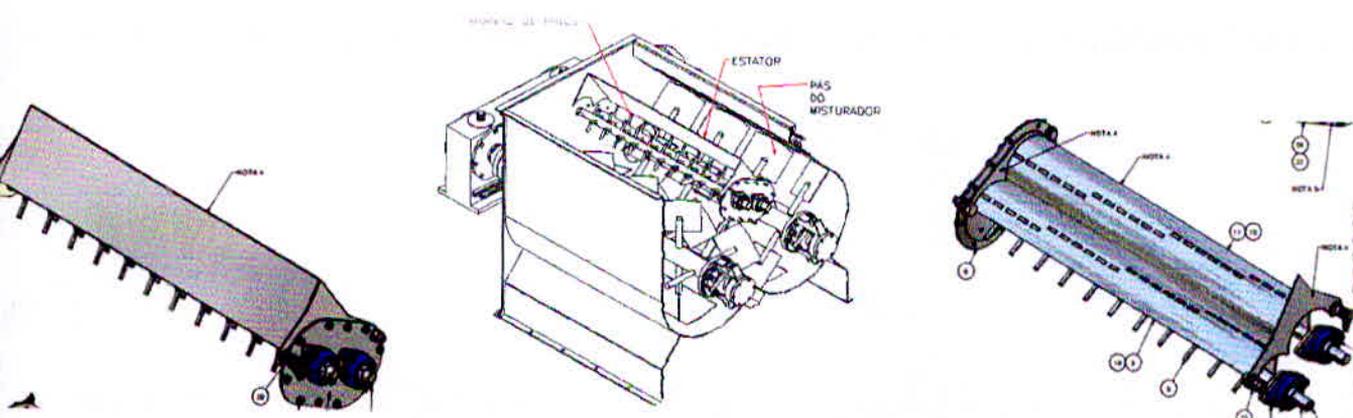
Fonte: O autor

5 COMO FOI APLICADO OS NOVOS SISTEMAS DE MISTURA

5.1 Moinho de Pinos

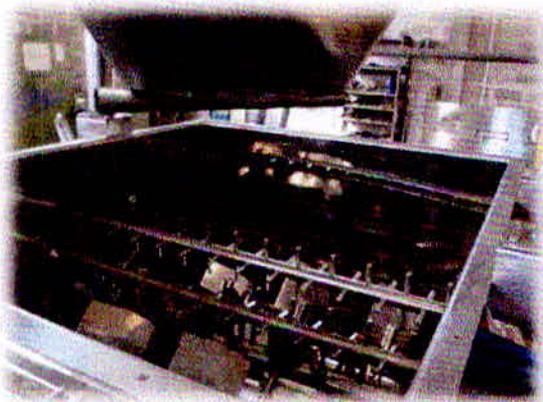
Será usado um moinho de pinos para quebrar mais o produto para evitar a segregação do produto durante o transporte pneumático, o objeto do moinho de pinos é através de dois eixos com rotação de 1700 rpm e vários pinos baterem no produto gerando sua quebra e diminuição doa grãos.

Figura22



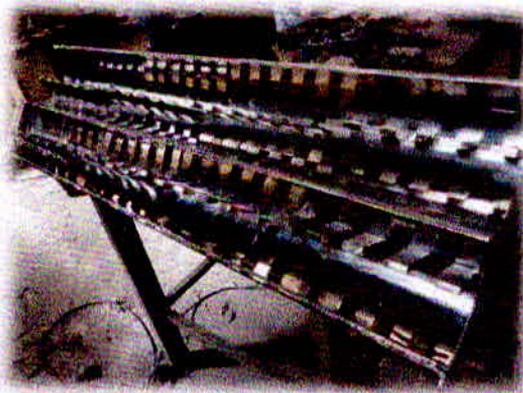
Fonte: O autor

Figura23



Fonte: O autor

Figura24

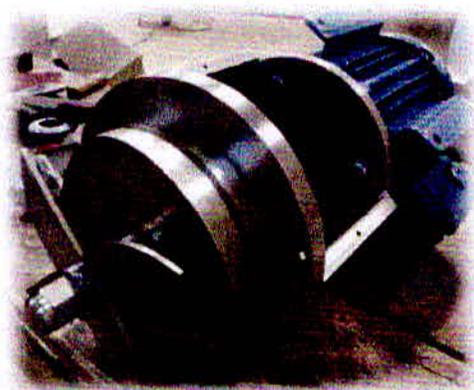


Fonte: O autor

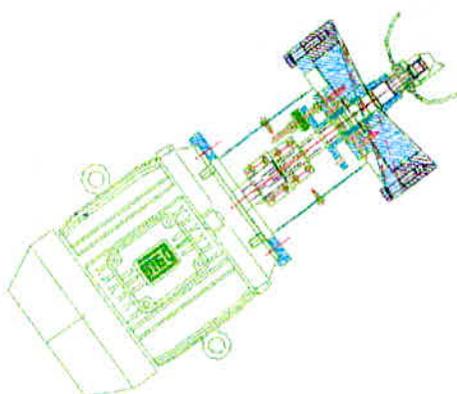
5.2 Intensificadores

Serão instalados (02) intensificadores no formato de tulipa na parte inferior do misturador, a fim de auxiliar na homogeneização da mistura. Cada intensificador possui uma selagem de preme gaxeta e serão acionados por um motor de 10 CV de 4 pólos, 220 / 380 V, isolamento F, grau de proteção IP-55.

Figura 25 Figura 26



Fonte: O autor



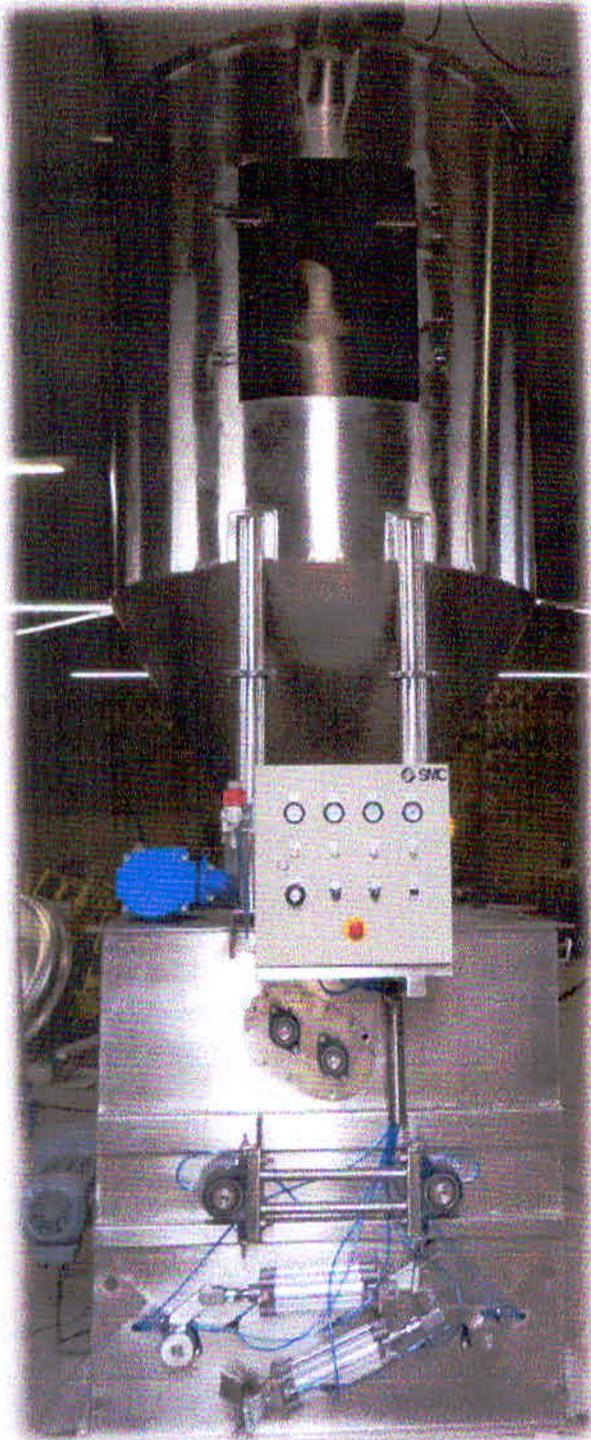
Fonte: O autor

6 CONCLUSÃO

Com a instalação dos dois equipamentos moinhos de pinos e dois intensificadores, houve uma padronização da granulometria dos produtos misturados, o moinho de pinos trabalha com rotação de 1700 rpm e bate diretamente nos grãos jogando os para umas barras de reforços onde fazem a quebra, enquanto os intensificadores trabalham com 3600 rpm e suas facas chamadas de tulipas fazem o corte dos grãos, os equipamentos foram colocados em local estratégico dentro do misturador além da padronização houve um ganho no tempo de mistura que foi reduzido em 20 %. Foi uma solução viável economicamente e trouxe uma qualidade desejável para os clientes finais.

Após todos os testes realizados em uma indústria de alimentos que adquiriu os equipamentos, foi concluído com sucesso a colocação dos equipamentos.

Figura 27



Fonte: O autor

Figura 28



Fonte: O autor

REFERÊNCIAS

FOUST, A.S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C.W.; MAUS, L.; ANDERSEN, B. Princípio das Operações Unitárias. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1982.

HASEBRINK, J.P. Manual de Pneumática – Fundamentos. Vol.1 Parte 1. Diadema: Rexroth - Divisão Pneumática, 1990.

KLINZING, G. E.; MARCUS, R. D.; RIZK, F.; LEUNG, L. S. *Pneumatic conveying of solids: a theoretical and practical approach*. London: Chapman & Hall, 1997.

LEVENSPIEL O. Engenharia das Reações Químicas. Volume 2. 3ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 2000.

MEIXNER H.; KOBLER, R. Introdução à Pneumática, Livro Didático, São Paulo: FESTO Didactic, 1977.

_____. Manutenção de Instalações e Equipamentos Pneumáticos. Livro Didático. São Paulo: FESTO Didactic, 1977.

MOREIRA, Ilo da Silva. Sistemas Pneumáticos – Brasil. 2ª edição. São Paulo: SENAI, 2012.

PERRY, CHILTON. Manual de Engenharia Química. Rio de Janeiro: Editora Guanabara dois, 1980.

SILVA, Deodoro Ribeiro da. Transportes Pneumáticos – Brasil. Edição 1. São Paulo: Artiliber, 2005.

_____. Princípios Fundamentais do Transporte Pneumático – Brasil. Edição 4. São Paulo: Artiliber, 2007.