



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Concepção e Desenvolvimento de Máquina de Secar Caixas

Telmo Alexandre da Guia Farinha

Trabalho de Concepção e Desenvolvimento de Equipamento de
Secagem de Caixas

Mestrado em Manutenção Técnica de Edifícios

Abrantes/ Dezembro/ 2014



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Telmo Alexandre da Guia Farinha

Concepção e Desenvolvimento de Máquina de Secar Caixas

Trabalho de Concepção e Desenvolvimento de Máquina de Secar Caixas

Orientado por:

Professor Doutor Bruno Chaparro - ESTA

Projecto apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Manutenção Técnica de Edifícios

DEDICATÓRIA

Dedico este Trabalho de Mestrado à minha família pelo apoio que sempre me disponibilizaram durante estes dois anos de curso. À minha esposa, pela enorme paciência durante as minhas ausências durante os tempos lectivos, e à minha filha, nascida no decurso do quarto semestre, e que foi o meu grande estímulo para finalizar esta etapa da minha vida.

RESUMO

O presente trabalho tem como objectivo a concepção de um equipamento de secagem de caixas, usualmente utilizado em áreas técnicas de edifícios industriais da indústria alimentar, seja transformadora ou bases de distribuição.

O desenvolvimento deste equipamento tem por objectivo subjacente criar um equipamento que, ao invés de outros, tenha em consideração aspectos não só técnicos mas também uma correcta fusão destes com as necessidades ergonómicas, de usabilidade e de manutenção.

Partindo de conceitos já existentes, e impostos pela regulamentação aplicável à indústria alimentar, rompe-se com ideias há muito tidas como regra imutável e que seguem uma abordagem passiva na concepção de máquinas e equipamentos, resultando num equipamento mais simples de fabricar, mais eficiente e eficaz no trabalho realizado, mais amigo do utilizador e que apresenta melhores qualidades de manutibilidade e durabilidade.

Palavras-chave: Indústria Alimentar; Equipamentos Técnicos; Edifícios; Manutenção; Desenvolvimento de Ciclo de Vida; Manual de Utilização; Ventilação; Marcação CE; Directiva Máquinas

ABSTRACT

The goal of the present work is the design a crate drying equipment, usually used in technical areas of industrial buildings within the food industry, food processing or distribution facilities.

The development of this equipment is the underlying objective of creating a device that, rather than other, consider not only technical aspects but also a correct merging of these with the ergonomic needs, usability and maintenance.

Developing from existing concepts, and imposed by the regulations applicable to the food industry, breaks up with ideas long time taken as immutable and that follows a passive approach in the design of machinery and equipment, resulting in a simpler equipment to manufacture, more efficient and effective in the work done, more user-friendly and has better maintainability and durability qualities.

Key Words: Food Industry; Technical Equipments; Buildings; Maintenance; FLD (Full Lifecycle Development); User's Manual; Ventilation; CE Marking; Machine Directive.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos quantos me apoiaram neste trabalho, em especial ao meu orientador, Professor Doutor Bruno Chaparro, ao Professor Flávio Chaves e Professor Doutor Jorge Antunes, por me terem facultado toda a orientação necessária ao desenvolvimento e conclusão deste trabalho, pela excepcional disponibilidade demonstrada e pelo muito importante apoio pessoal que me facultaram.

Gostaria também de agradecer a todos os demais professores e colegas pelo excelente espírito de entreajuda com que sempre convivemos durante este curso.

Finalmente, o mais sentido “Bem Haja” à minha esposa, Elisabete Serrano, e à minha filha, Maria Luísa.

ÍNDICE

SIMBOLOGIA.....	x
SIGLAS E ABREVIATURAS.....	x
GRANDEZAS FÍSICAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJECTIVOS.....	2
2.1. GERAIS	2
2.2. ESPECÍFICOS	2
3. ETAPAS DE PROJECTO.....	2
3.1. REQUISITOS TÉCNICOS	2
3.1.1. POSSIBILIDADE DE CO-OPERACIONALIDADE COM OUTROS EQUIPAMENTOS.....	2
3.1.2. COMPATIBILIDADE COM REDE ELÉCTRICA.....	2
3.1.3. REQUISITOS ERGONÓMICOS	3
3.1.4. REQUISITOS AMBIENTAIS	3
3.1.5. NECESSIDADES DE MANUTIBILIDADE	3
3.2. REQUISITOS LEGAIS	3
3.2.1. CUMPRIMENTO DA DIRECTIVA MÁQUINAS – MÁQUINAS PARA INDÚSTRIA ALIMENTAR.....	3
4. ADAPTABILIDADE DAS NECESSIDADES DO PROJECTO AOS REQUISITOS, TÉCNICOS E LEGAIS, IMPOSTOS	4
5. DEFINIÇÃO DOS PRINCIPAIS ORGÃOS FUNCIONAIS DO EQUIPAMENTO.....	4
6. DEFINIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE INTER-OPERACIONALIDADE DOS VÁRIOS ORGÃOS DO EQUIPAMENTO.....	5
7. CONCEPÇÃO DOS ORGÃOS E COMPONENTES A FABRICAR.....	5
8. PRÉ-SELECÇÃO DE ORGÃOS FUNCIONAIS A COLOCAR NO EQUIPAMENTO	9
8.1. LAYOUT DE DISTRIBUIÇÃO DE AR/BOCAIS DE SOPRO	9
8.2. VENTILADORES	17
8.2.1. VERIFICAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DO VENTILADOR COM AS CONDIÇÕES NECESSÁRIAS À REMOÇÃO DA PELÍCULA DE ÁGUA	21
8.3. CORRENTE DE TRANSPORTE.....	23
8.4. POLIA DE TRACÇÃO.....	24
8.5. MOTORREDUTOR.....	25

8.6.	CHUMACEIRAS.....	28
9.	DEFINIÇÃO DAS NECESSIDADES DE COMANDO E DE EQUIPAMENTOS DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA.....	29
10.	DESIGN E DIMENSIONAMENTO	30
10.1.	SIMULAÇÃO DE CARGAS NA ESTRUTURA PORTANTE.....	32
11.	ASSEMBLAGEM FINAL	33
12.	SEGURANÇA	36
13.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	BIBLIOGRAFIA.....	40
	ANEXOS.....	41
	Anexo I - Manual de utilização	41
	Anexo II - ML-P-1-TESTE-SimulationXpress Study-1	59
	Anexo III - MLP-CAR-2-PARA TESTE-SimulationXpress Study-1	69
	Anexo IV - Ficha Técnica AAVA 632.....	79
	Anexo VI - Catálogo NORD – Motorreductor SK 13050	81

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PERDAS DE CARGA EM DERIVAÇÃO DE CONDUTAS [3]	18
TABELA 2-PERDAS DE CARGA EM CURVAS DE CONDUTAS [3]	18
TABELA 3- CORRENTES EM AÇO INOX DIN 766	23
TABELA 4-QUADRO DE SELECÇÃO DE MOTORREDUTOR NORD SK 13050 [4].....	27
TABELA 5-DIÂMETRO DO VEIO DE TRANSMISSÃO A APLICAR [5]	28

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CONJUNTO DE TRACÇÃO.....	6
FIGURA 2-CONJUNTO DE GUIAS DE CAIXAS.....	6
FIGURA 3-PORMENOR DO MECANISMO DE AJUSTE DAS GUIAS	7
FIGURA 4-LAYOUT DE INSUFLAÇÃO	7
FIGURA 5-PRINCIPAIS COMPONENTES DA ESTRUTURA E CARCAÇA.....	8
FIGURA 6-TAPETE DE ROLOS	8
FIGURA 7-VENTILADORES EM EQUIPAMENTO ANTIGO	9
FIGURA 8-POSICIONAMENTO DAS BOCAS DE SOPRO	10
FIGURA 9-INCLINAÇÃO DAS BOCAS DE SOPRO	11
FIGURA 10-VISTA GERAL DE DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO	12
FIGURA 11-POSICIONAMENTO RELATIVO DA INSUFLAÇÃO E TRACÇÃO	12
FIGURA 12-POSICIONAMENTO DE BOCAS PARA ELIMINAÇÃO DA PELÍCULA DE ÁGUA NA SUPERFÍCIE SUPERIOR DA CAIXA.....	13
FIGURA 13-DESIGN DE BOCAS PARA ELIMINAÇÃO DA PELÍCULA DE ÁGUA NA FRENTE DE ENTRADA DA CAIXA E ELIMINAÇÃO DA PELÍCULA NA SUPERFÍCIE SUPERIOR DA CAIXA.....	14

FIGURA 14-POSICIONAMENTO DE BOCAS PAR ELIMINAÇÃO DA PELÍCULA DE ÁGUA NAS LATERAIS EXTERIORES DA CAIXA.....	14
FIGURA 15-DESIGN DE BOCAS PARA ELIMINAÇÃO DA PELÍCULA DE ÁGUA PELÍCULA DE ÁGUA NAS LATERAIS EXTERIORES DA CAIXA	15
FIGURA 16-POSICIONAMENTO DE BOCAS PARA ELIMINAÇÃO DA PELÍCULA DE ÁGUA NAS LATERAIS INTERIORES E SUPERFÍCIE INFERIOR.....	15
FIGURA 17-DESIGN DE BOCAS PARA ELIMINAÇÃO DA PELÍCULA DE ÁGUA NAS LATERAIS INTERIORES E SUPERFÍCIE INFERIOR.....	16
FIGURA 18-CONJUNTO DE CONDUTAS ASSOCIADAS AO VENTILADOR 1.....	16
FIGURA 19-CONJUNTO DE CONDUTAS ASSOCIADAS AO VENTILADOR 2.....	17
FIGURA 20-CARACTERÍSTICAS DO VENTILADOR AAVA 632/P T2 2,2KW.....	18
FIGURA 21-GEOMETRIA DE CONDUTAS PARA VENTILADOR 2.....	19
FIGURA 22-CONDUTA FLEXÍVEL.....	21
FIGURA 23-GEOMETRIA DE BOCA PARA CONDUTA DE 80MM	22
FIGURA 24-MONTAGEM DE BOCA DE SOPRO, PARA SIMULAÇÃO	22
FIGURA 25-RESULTADO DE SIMULAÇÃO PARA BOCA DE SOPRO, DE CONDUTA DE 80MM	22
FIGURA 26-PINO DE TRACÇÃO	24
FIGURA 27-POLIA DE TRACÇÃO	24
FIGURA 28-POSICIONAMENTO DE MOTORREDUTOR	25
FIGURA 29-VISTA LATERAL DE POSICIONAMENTO DE MOTORREDUTOR.....	26
FIGURA 30-DIMENSÕES GERAIS DO MOTORREDUTOR NORD SK 13050 AZ [4]	27
FIGURA 31-DIMENSÕES PARA CHAVETAGEM, DE VEIO A APLICAR NO MOTORREDUTOR [5]	27
FIGURA 32-CHUMACEIRAS A APLICAR	28
FIGURA 33-FICHA TRIFÁSICA A INCORPORAR NO EQUIPAMENTO	29
FIGURA 34-CORTE GERAL	29
FIGURA 35-BOTONEIRA DUPLA – PARAGEM/ARRANQUE.....	30
FIGURA 36-BOTONEIRA DE EMERGÊNCIA	30
FIGURA 37-TECTO EM EQUIPAMENTO ANTIGO	31
FIGURA 38-TECTO A CONSIDERAR NO EQUIPAMENTO EM PROJECTO	31
FIGURA 39-PÉS DO EQUIPAMENTO.....	32
FIGURA 40-ESTRUTURA PORTANTE SUPERIOR	33
FIGURA 41-SUBCONJUNTOS DA MÁQUINA DE SECAR CAIXAS	34
FIGURA 42-ZONAS DE COMANDO	35
FIGURA 43-PANTALHA DE COMANDO	35
FIGURA 44-SINAL DE PERIGO DE ENTALAMENTO	36
FIGURA 45-SINAL DE PERIGO DE CHOQUE ELÉCTRICO.....	36
FIGURA 46-SENSORES ELECTROMAGNÉTICOS DE PROXIMIDADE.....	37
FIGURA 47-SINAL DE OBRIGATORIEDADE DE USO DE PROTECTORES AURICULARES	38
FIGURA 48-ZONA DE APLICAÇÃO DE CORTINAS.....	38
FIGURA 49-CORTINA EM PVC FLEXÍVEL.....	39
GRÁFICO 1 - PERDAS DE CARGA EM FUNÇÃO DE CAUDAL E DIÂMETRO DE TUBAGENS [3].....	20

SIMBOLOGIA

SIGLAS E ABREVIATURAS

CE-Comité Europeu

NSF- National Science Foundation(EUA)

Layout-Plano, arranjo ou esquema

Status quo- “situação actual”

AISI-Acrónimo de “American Iron and Steel Institute”

DIN-Acrónimo de “Deutsches Institut für Normung”

NF- Marca da Norma Francesa(Association Française de Normalisation)

Ps-Pressão de serviço

V-velocidade

PVC- Cloreto de polivinilo

GRANDEZAS FÍSICAS

Pa-Unidade de pressão do Sistema Internacional (Newton por metro quadrado)

m/s-metro por segundo

mm-milímetro

kW-kilo watt(unidade de potência)

Kg/m³-Kilograma por metro cúbico(medida de pressão)

Q(m³/h)-Caudal em metro cúbico por hora

Rpm-rotações por minuto

dB(A)-Nível sonoro ponderado A(recorrendo a filtro de tipo A)

mm.c.a-unidade de pressão em “milímetros coluna de água”

g-grama

Nm-Newton metro

V-Volt

Hz-Hertz

1. INTRODUÇÃO

Os equipamentos industriais reflectem a necessidade constante de evolução das indústrias em que estão inseridos. A sua adequabilidade técnica e funcional é fulcral para o bom desempenho dos meios produtivos no seu todo, sejam estes ao nível dos equipamentos “per si” sejam ao nível da sua usabilidade, tendo especial atenção factores relacionados com a ergonomia e com a interacção, precedente ou subsequente, com outros equipamentos existentes no mesmo Layout produtivo.

No sector da indústria alimentar distinguem-se três grandes grupos de utilização de equipamentos especializados: a produção, a transformação/embalamento e a distribuição. Os dois últimos tiveram um desenvolvimento significativo nas últimas décadas sendo também aqueles que foram alvo de uma maior pressão no sentido do desenvolvimento tecnológico e para a acordância com normas e regulamentações com vista à garantia da segurança alimentar.

Relativamente às máquinas utilizadas na indústria alimentar é importante referir que são objecto dos mesmos requisitos que as demais, acrescidas de requisitos específicos descritos na Directiva n.º 2006/42/CE, transposta para a legislação nacional pelo Decreto-Lei n.º 103/2008 de 24 de Junho [1].

Especificamente, para o desenvolvimento este equipamento, Máquina de Secar Caixas, partiu-se da observação de equipamentos já existentes e dos problemas por eles apresentados, sejam ao nível de design conceptual, design para fabrico, design para o uso ou design para manutenção. Sendo conceitos que devem ser tidos em conta, de forma concomitante, para a obtenção do produto final, não são regra em muitas empresas fabricantes.

Como observação crítica, de referir que esta abordagem não é seguida por muitas empresas fabricantes deste tipo de equipamentos, em especial em Portugal, resultando na falta de competitividade dos produtos no mercado e, muito especialmente, em enormes problemas na assistência após venda.

2. OBJECTIVOS

2.1. GERAIS

O equipamento a desenvolver, uma Máquina de Secar Caixas deve responder às necessidades impostas pela indústria em que será utilizado. Sendo prevista uma utilização na indústria alimentar, deve respeitar as leis e normas aplicáveis sendo contudo fiável, eficiente, eficaz e ergonómica.

2.2. ESPECÍFICOS

A Máquina de Secar Caixas deve conseguir secar 500 caixas/hora. As caixas a secar respeitam a Euro Norma aplicável sendo das gamas E1 e E2, com fundos planos ou de rebordos abertos. Deve também respeitar a exigível salubridade do ambiente de trabalho, nomeadamente ao nível do ruído, emissão de efluentes, compatibilidade electromagnética e possuir elevada manutibilidade.

3. ETAPAS DE PROJECTO

3.1. REQUISITOS TÉCNICOS

3.1.1. POSSIBILIDADE DE CO-OPERACIONALIDADE COM OUTROS EQUIPAMENTOS

- A Máquina de Secar Caixas deve ser compatível com equipamentos de lavagem de caixas bem como com tapete rolante de saída. Assume-se que as caixas saídas do equipamento de lavagem estão quentes, bem como a água residual, a uma temperatura de aprox. 60°C (temp. da água de lavagem ronda os 80°C).

3.1.2. COMPATIBILIDADE COM REDE ELÉCTRICA

- A Máquina de Secar Caixas deve ser alimentada por corrente trifásica a 400v e 50Hz.

3.1.3. REQUISITOS ERGONÓMICOS

A entrada, e a saída, de caixas deve estar a uma altura do solo de cerca de 800mm a 850mm. Os comandos do equipamento devem estar posicionados a cerca de 1000mm a 1200mm. Os comandos de emergência devem estar bem visíveis, na entrada, na saída e no quadro geral de comandos, à altura regulamentar.

3.1.4. REQUISITOS AMBIENTAIS

O equipamento deve possuir sistema de recolha e condicionamento de águas residuais. Devem ser incorporados, sempre que possível, elementos que reduzam ou eliminem a necessidade de utilização de óleos lubrificantes. Quando o recurso a óleos lubrificantes seja factor incontornável, devem usar-se óleos com certificação NSF de acordo com a categoria H-1, que prevê utilizações em aplicações onde possa ocorrer contacto ocasional com os alimentos.

3.1.5. NECESSIDADES DE MANUTIBILIDADE

O equipamento deve corresponder a necessidades elevadas de manutenção, numa cadência diária. Para tal deve possuir portas de acesso rápido ao túnel de secagem. Os elementos sujeitos a maior desgaste, ou com tempo de vida útil limitado, devem ser de fácil acesso e permuta. Os pontos de alimentação eléctrica e de escoamento de águas residuais devem estar posicionados de forma a serem facilmente acedidos e a não interferirem com operações a realizar no equipamento.

3.2. REQUISITOS LEGAIS

3.2.1. CUMPRIMENTO DA DIRECTIVA MÁQUINAS – MÁQUINAS PARA INDÚSTRIA ALIMENTAR

A máquina deve respeitar os requisitos essenciais complementares de saúde e de segurança, aplicáveis a máquinas destinadas à indústria alimentar, de acordo com o ponto 2, do número 2, do Artigo 24º Anexo I, [1] do Decreto-lei nº 103/2008 (transposição da Directiva n.º 2006/42/ do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio, para a ordem jurídica Portuguesa).

4. ADAPTABILIDADE DAS NECESSIDADES DO PROJECTO AOS REQUISITOS, TÉCNICOS E LEGAIS, IMPOSTOS

Para que a máquina cumpra com os requisitos legais impostos há que garantir que os requisitos técnicos sejam concomitantes com os mesmos. Desta forma, o equipamento fará aquilo que se propõe sem pôr em risco a saúde e a segurança das pessoas. Mais especificamente, o design da máquina, a escolha dos sub-equipamentos e os processos de fabrico e acabamento devem ter em conta todos os regulamentos a cumprir, nomeadamente cumprir com a directiva Máquinas e, mais especificamente, com o ponto 2 do Anexo I do Decreto-Lei n.º 103/2008 de 24 de Junho [1].

5. DEFINIÇÃO DOS PRINCIPAIS ÓRGÃOS FUNCIONAIS DO EQUIPAMENTO

Os principais órgãos funcionais são os relativos à tracção das caixas, composto por moto redutor e corrente transportadora, e os relativos à insuflação de jacto de ar, compostos por ventiladores, tubagens e bocais de sopro. Todos estes órgãos estarão enclausurados numa carcaça que deve proporcionar protecção, não só à máquina mas também à pessoas e aos bens que se propõe processar, proporcionar acessibilidade segura para manutenção e também suporte estrutural próprio e dos sub-equipamentos nela contidos.

6. DEFINIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE INTER-OPERACIONALIDADE DOS VÁRIOS ORGÃOS DO EQUIPAMENTO

Quanto às condições de inter-operacionalidade dos vários órgãos do equipamento há que referir a dependência da secagem eficaz relativamente ao tempo de exposição das caixas aos bocais de sopro. Assim, em projecto, há que ter em conta que para maiores velocidades de passagem das caixas (maior volume de processamento horário), e para que o tempo de exposição se mantenha, o comprimento do túnel de passagem aumenta de forma proporcional. Por outro lado o tempo de exposição necessário à remoção de película de água é função da pressão exercida pelo fluxo de ar na superfície a secar.

7. CONCEPÇÃO DOS ORGÃOS E COMPONENTES A FABRICAR

Tendo em conta o objectivo a que a máquina se propõe, esta deve possuir um conjunto de tracção que permita a evolução das caixas ao longo do túnel de secagem. Para isso considera-se a utilização de uma corrente, traccionada por motorreductor e recorrendo a polias que permitam uma correcta transmissão de potência:



Figura 1 - Conjunto de tracção

A fim de as caixas completarem o percurso dentro do túnel na posição correcta, devem utilizar-se meios de guiamento ajustáveis, compostos por tubos lisos, sem soldaduras intermédias e com extremidades arredondadas por forma a evitar encravamentos:



Figura 2-Conjunto de guias de caixas

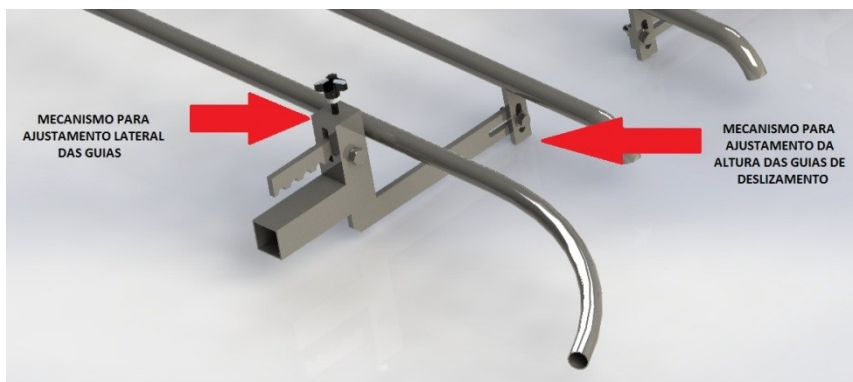


Figura 3-Pormenor do mecanismo de ajuste das guias

Durante a evolução das caixas ao longo do túnel de secagem, a água existente nas suas superfícies deve ser removida com recurso ao sopro proporcionado por ventiladores, respectivas condutas e bocais de sopro, distribuídos num layout que proporcione uma faseada secagem das superfícies.

Durante a evolução das caixas ao longo do túnel de secagem, a água existente nas suas superfícies deve ser removida com recurso ao sopro proporcionado por ventiladores, respectivas condutas e bocais de sopro, distribuídos num layout que proporcione uma faseada secagem das superfícies.

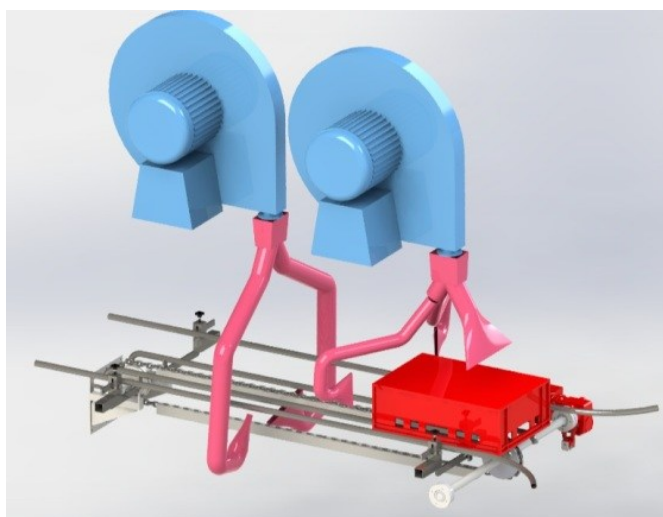


Figura 4-Layout de insuflação

Os equipamentos e demais componentes, acima descritos, devem ser suportados por uma estrutura que também proporcione recolha de águas residuais, protecção aos operadores do equipamento, protecção aos órgãos funcionais do equipamento e ainda proporcione uma boa acessibilidade a todos os elementos que necessitem de manutenção.

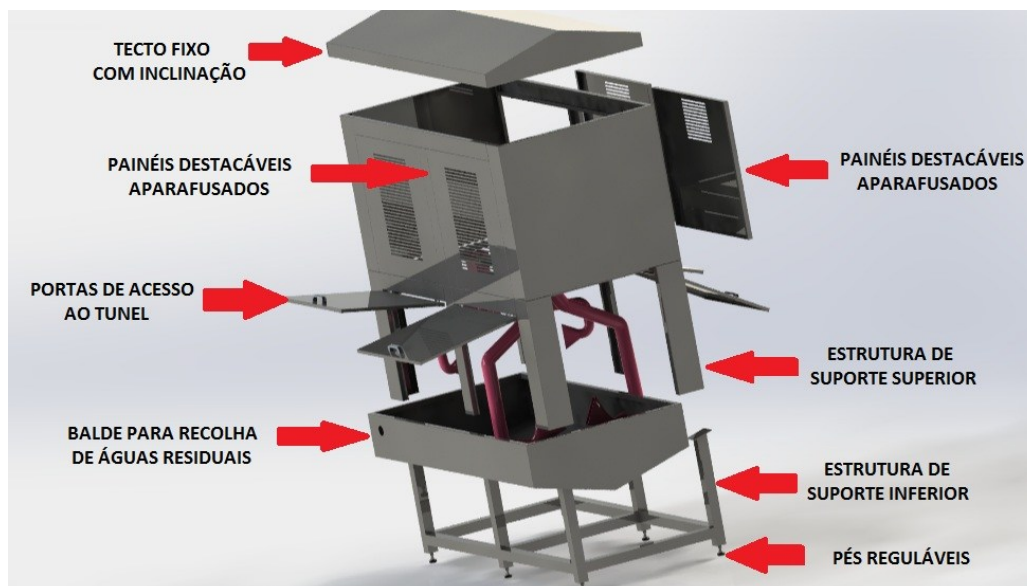


Figura 5-Principais componentes da estrutura e carcaça

À entrada e à saída da máquina podem ainda ser colocados tapetes de rolos livres a fim de facilitar a entrada e saída de caixas, e com o formato que melhor se adequar ao manuseamento das mesmas:

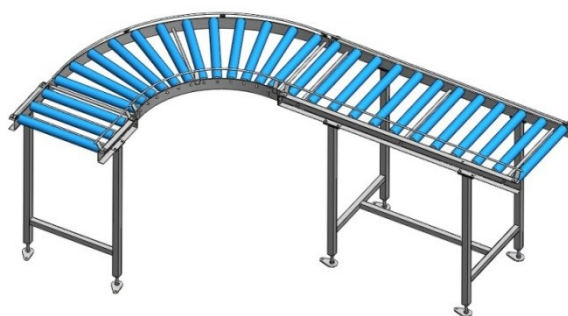


Figura 6-Tapete de rolos

8. PRÉ-SELECÇÃO DE ÓRGÃOS FUNCIONAIS A COLOCAR NO EQUIPAMENTO

Antes de definir os órgãos funcionais, tais como os ventiladores, há que definir o layout dos bocais de sopro, por forma a garantir a correcta incidência e distribuição do fluxo de ar nas superfícies das caixas.

8.1.LAYOUT DE DISTRIBUIÇÃO DE AR/BOCAIS DE SOPRO

Como premissa inicial, e contradizendo o “status quo” quanto ao design deste tipo de equipamento, considera-se que os ventiladores devem ser colocados no topo do equipamento. Isto resultará numa maior durabilidade dos ventiladores assim como em menores perdas de carga na insuflação de ar. Em equipamentos com a mesma capacidade, existentes no mercado, verifica-se que os ventiladores são colocados por debaixo do túnel de secagem, necessitando de mais unidades de ventilação. Por outro lado, o ar aspirado ao nível do solo contém mais impurezas que se fosse aspirado a um nível superior. Há também a considerar a questão da limpeza do espaço ocupado pelo equipamento, que se torna evidentemente mais fácil se a zona por debaixo do mesmo for aberta.

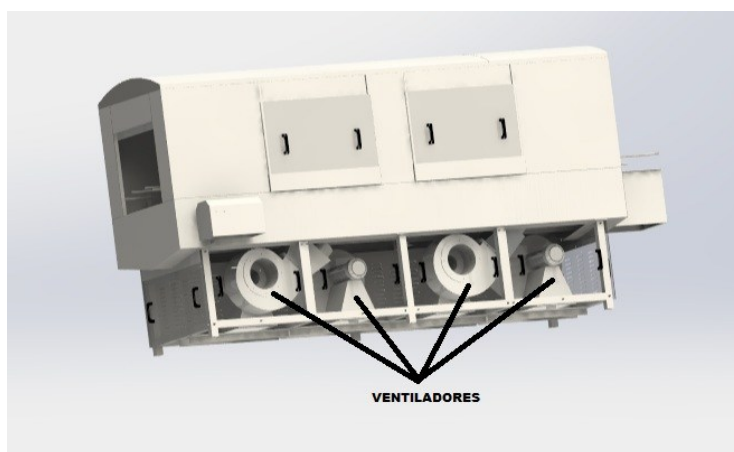


Figura 7-Ventiladores em equipamento antigo

Outro erro associado à ventilação está na escolha de ventiladores desadequados, com níveis de pressão insuficiente e em que esta falha se tenta colmatar por via de aumento dos caudais insuflados.

Neste tipo de equipamento há ainda que referir o facto de não existir recipiente para recolha de águas residuais, sendo esta projectada directamente para cima dos ventiladores. Isto prende-se com opções erradamente economicistas pois, a poupança realizada na chapa e tempo de trabalho para incorporar uma cuba de retenção de águas residuais no equipamento é insignificante quando comparada com os custos resultantes de uma deterioração antecipada dos ventiladores.

Partindo do princípio que o tipo de ventilador capaz de cumprir os requisitos mínimos para a aplicação é do tipo “centrífugo de alta pressão”. Por via experimental, verifica-se que para remoção de película de água numa superfície lisa é necessário que a pressão do ventilador se situe acima dos 4000 Pa, com velocidade de sopro a igual ou superior a 20m/s na superfície a actuar, para uma velocidade de passagem das caixas de 0.15m/s e a uma distância de sopro de 100mm.

Considerando que as tubagens para condicionamento do fluxo de ar são de secção circular, as mesmas devem terminar em bocais tipo “ponta esmagada” por forma a dispersar o fluxo de ar ao longo da superfície das caixas, transversalmente ao seu sentido de circulação.

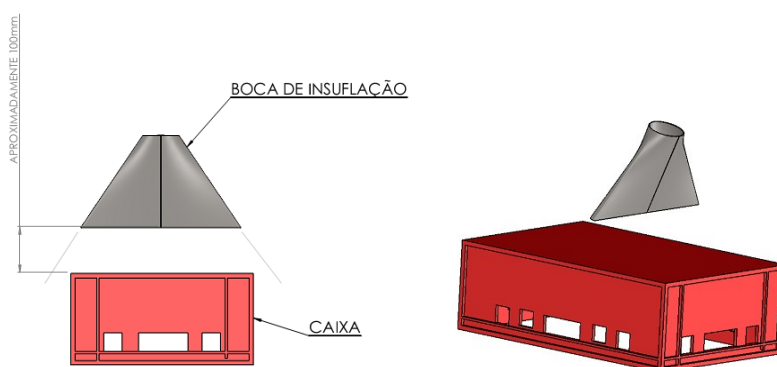


Figura 8-Posicionamento das bocas de sopro

As bocas devem ter uma inclinação de cerca de 15° , como mostra a figura, para que a película de água seja deixada para trás da caixa, no sentido oposto ao da passagem da caixa.

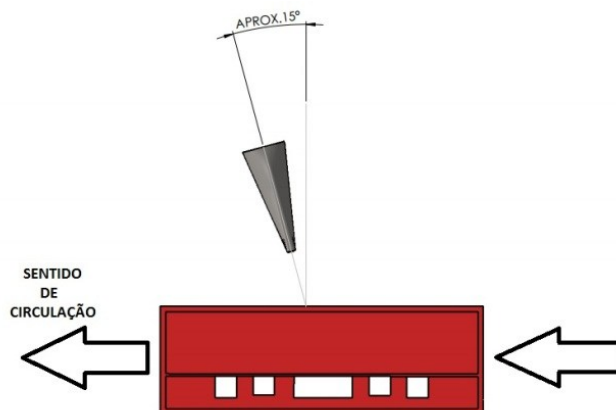


Figura 9-Inclinação das bocas de sopro

Devem também ser consideradas bocas de insuflação em número e disposição tal que permita a secagem das superfícies superior, laterais exteriores, laterais interiores e inferior.

Quanto ao esmagamento da ponta, este deve ser tal que resulte num ligeiro decréscimo da área de saída, em relação ao diâmetro do tubo inicial. Isto resultará num aumento de velocidade de saída que é necessário para compensar a imediata despressurização à saída.

Quanto ao layout final preconiza-se o seguinte:

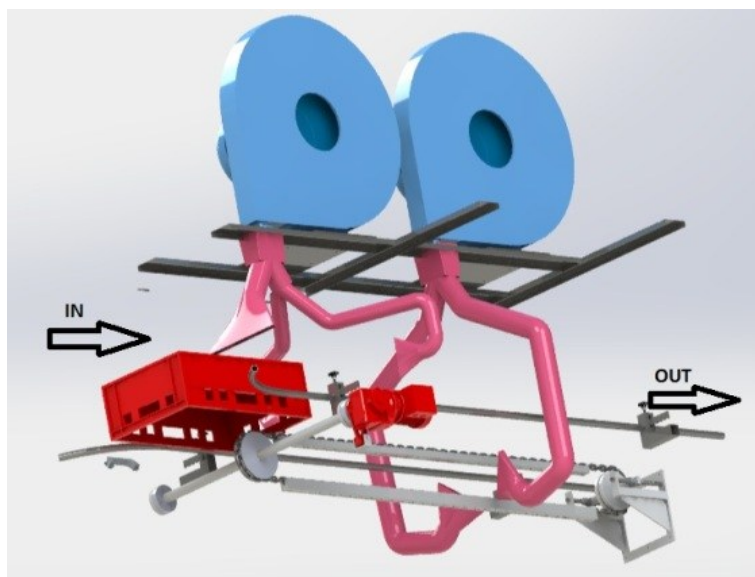


Figura 10-Vista geral de distribuição da ventilação

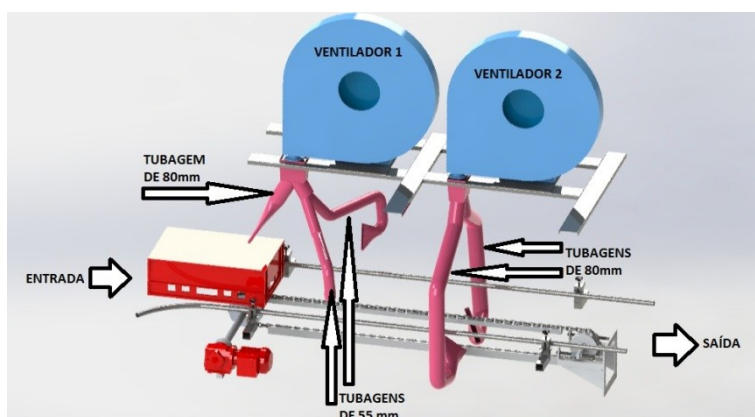


Figura 11-Posicionamento relativo da insuflação e tracção

Quanto aos diâmetros das tubagens de distribuição de ar, considera-se que se devem escolher sempre os diâmetros comerciais mais aproximados e que, em cada derivação a efectuar, as secções dos tubos devem ser iguais ao valor da secção inicial a dividir pelo número de derivações. Desta forma garante-se a distribuição equitativa do caudal de ar a ser suprido.

Quanto à precedência de acontecimentos preconiza-se o seguinte:

- 1º Eliminação da película de água na frente de entrada da caixa;
- 2º Eliminação da película na superfície superior da caixa (fundo da caixa, dado que as caixas devem entrar voltadas para baixo);
- 3º Eliminação da película de água nas laterais exteriores da caixa;
- 4º Eliminação da película de água nas laterais interiores e superfície inferior.

Há que ter em atenção que no ventilador 2 os bocais de sopro devem estar desalinhados para que os fluxos de sopro não colidam entre si, facto que originaria anulação da potência de sopro necessária à efectivação da remoção da película de água.

Para a efectivação da remoção da película de água, e tendo como requisito que a dimensão (comprimento) dos bocais de insuflação devem ser tais que à distância de 100mm produzam um sopro de ar sobre toda a superfície, considera-se que a secção esmagada tenha 12mm de largura, seja qual for o comprimento necessário. Assim temos:

- a) Boca para eliminação da película de água na frente de entrada da caixa e eliminação da película na superfície superior da caixa:

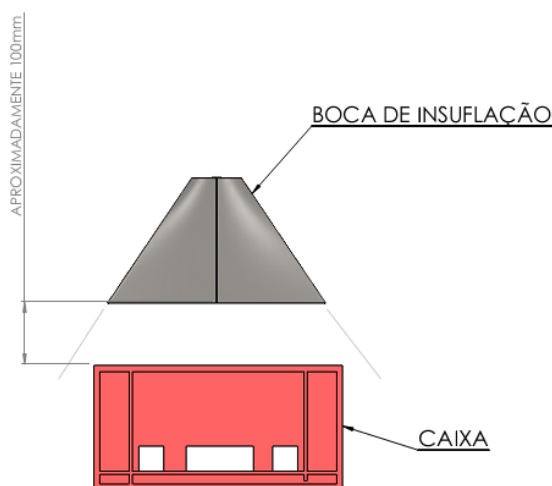


Figura 12-Posicionamento de bocas par eliminação da película de água na superfície superior da caixa

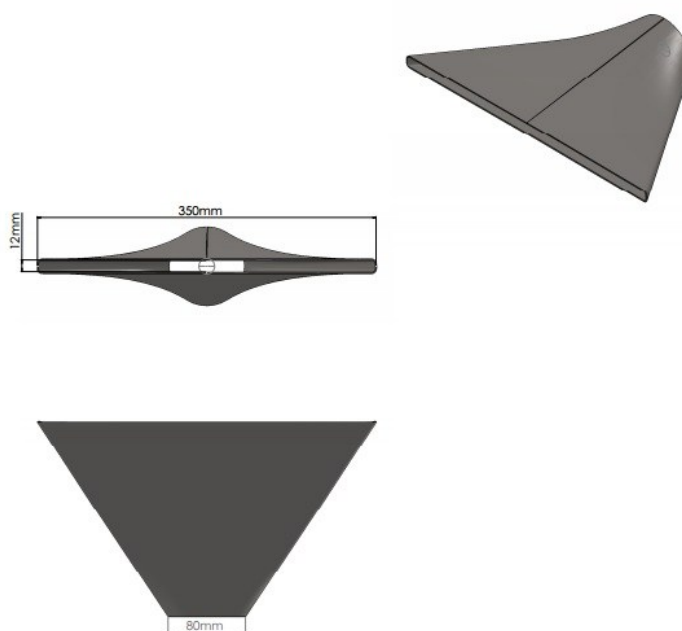


Figura 13-Design de bocas para eliminação da película de água na frente de entrada da caixa e eliminação da película na superfície superior da caixa

b) Bocas para eliminação da película de água nas laterais exteriores da caixa:

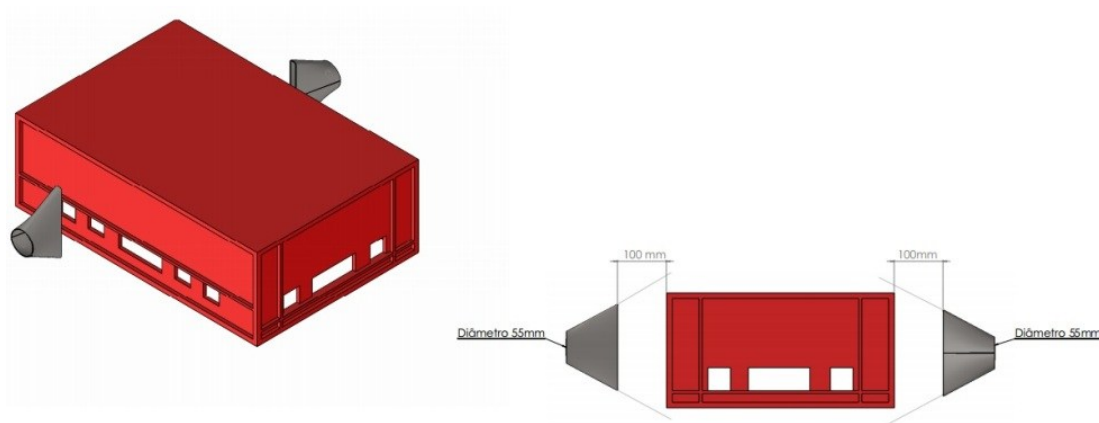


Figura 14-Posicionamento de bocas par eliminação da película de água nas laterais exteriores da caixa

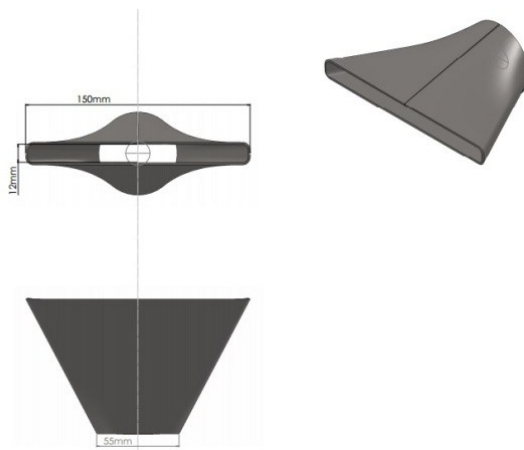


Figura 15-Design de bocas para eliminação da película de água película de água nas laterais exteriores da caixa

- c) Bocas para eliminação da película de água nas laterais interiores e superfície inferior:

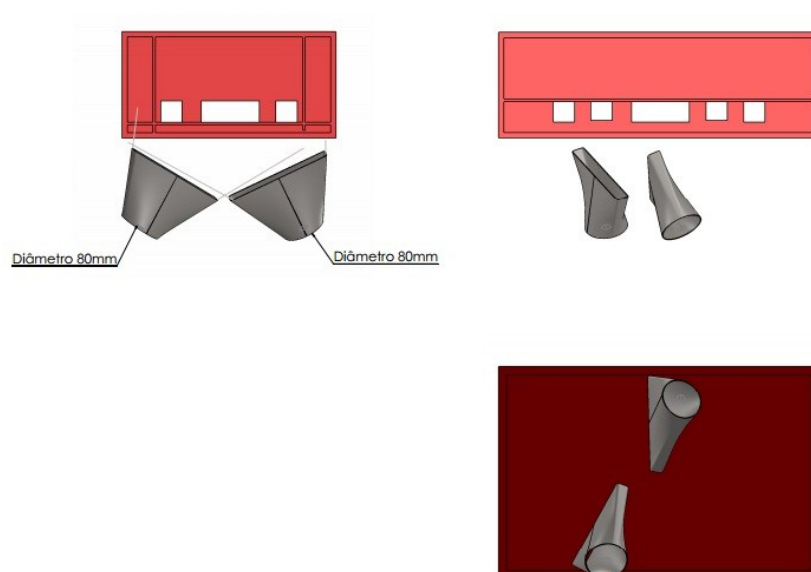


Figura 16-Posicionamento de bocas para eliminação da película de água nas laterais interiores e superfície inferior

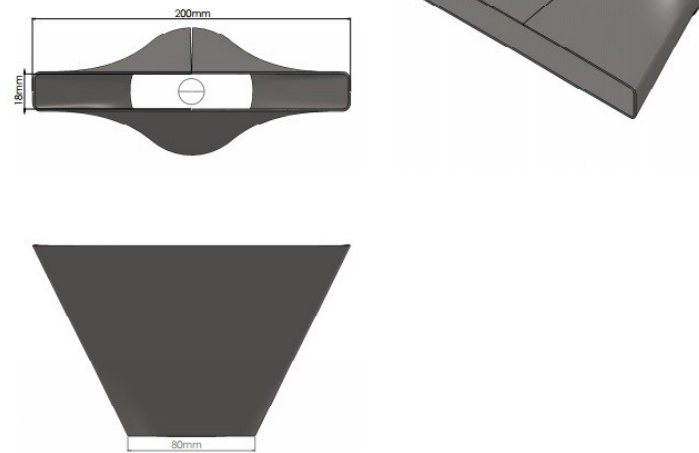


Figura 17-Design de bocas para eliminação da película de água nas laterais interiores e superfície inferior

Em consequência do layout preconizado, temos:

Para o ventilador 1

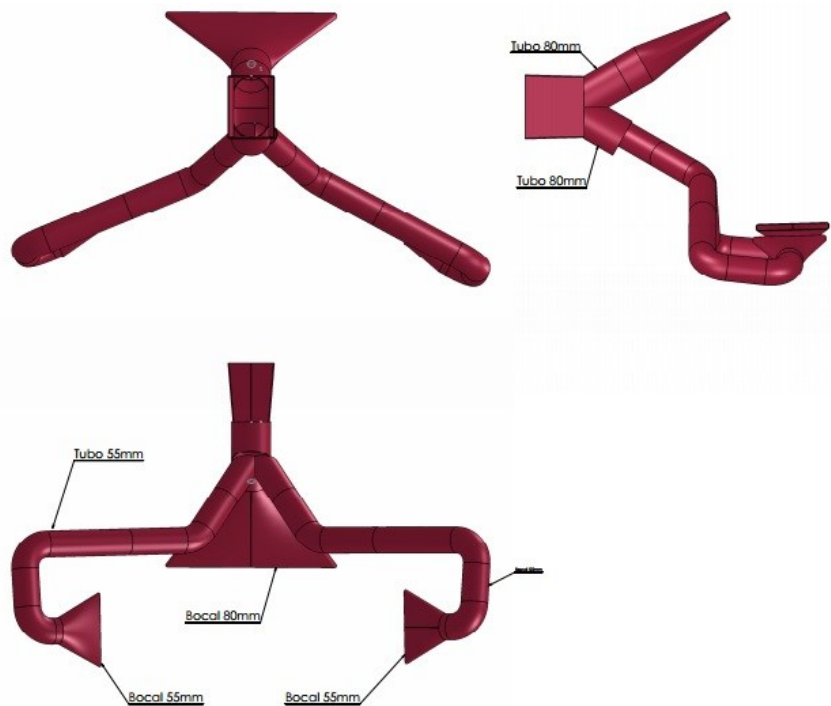


Figura 18-Conjunto de condutas associadas ao ventilador 1

Para o ventilador 2

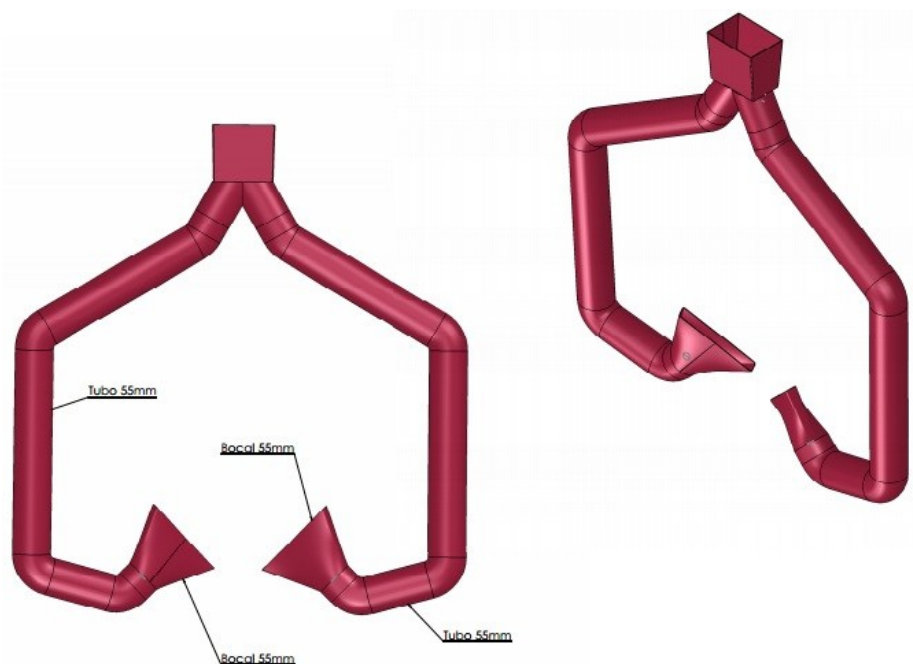


Figura 19-Conjunto de condutas associadas ao ventilador 2

Em consequência deste layout, verifica-se que em ambos os casos temos, à saída do ventilador, uma derivação para dois ramais de 80mm. Assim, os ventiladores a seleccionar podem ser iguais desde que cumpram os requisitos de fornecer uma pressão igual ou superior a 4000Pa e uma velocidade de sopro de, pelo menos, 40m/s.

8.2. VENTILADORES

Os ventiladores a utilizar, de tipo “centrífugo de alta pressão”, não necessitam ter algum pré-requisito específico para utilização na indústria alimentar dado que se considera a sua inclusão numa parte do equipamento devidamente separada do túnel de secagem, e por isso nunca em contacto com as caixas a processar.

Recorrendo ao catálogo da marca CASALS [2], verifica-se que o modelo AAVA 632/P T2 2,2kW é um bom ponto de partida para a selecção do tipo de ventilador a utilizar. O seu nível de pressão de serviço é cerca de 32% mais elevado que o necessário no ponto de trabalho (5285.03Pa). Este facto é relevante pois as tubagens que canalizam

o ar, desde a boca do ventilador até às bocas de insuflação, comportam uma perda de carga que necessita ser suprida, preferencialmente por excesso.

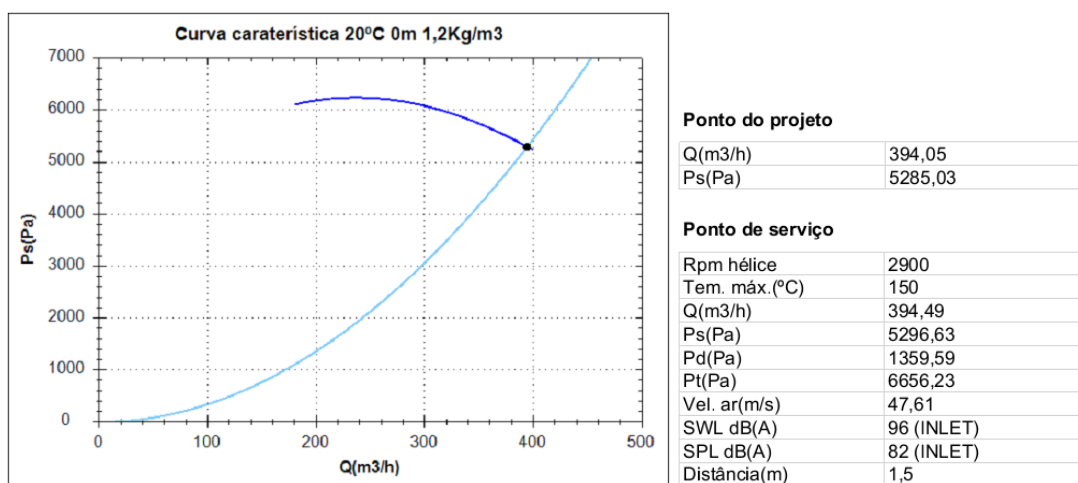


Figura 20- Características do ventilador AAVA 632/P T2 2,2kW

Deve ter-se em conta que as canalizações utilizar devem ser flexíveis (em cor azul na figura 21), ou possuir troços flexíveis, de forma a permitir ajustamentos de posicionamento das bocas de insuflação. Este facto torna difícil a determinação exacta das perdas de carga.

- De qualquer modo, considerando:

Tabela 1 - Perdas de carga em derivação de condutas [3]

T de 45° ***		$\frac{V_2}{V_1} = \begin{cases} 0,8 \\ 1,0 \\ 2,0 \\ 3,0 \end{cases}$					
Pérdida de presión en la rama = $n \cdot V_2$							
				0,03			
				0,13			
				0,36			
				0,44			

Tabela 2-Perdas de carga em curvas de condutas [3]

DIÁMETRO DEL CODO (cm)	LISO DE 90°	90° 5 PIEZAS	90° 3 PIEZAS	45° 3 PIEZAS	45° LISO
	 R/D = 1,5	 R/D = 1,5	 R/D = 1,5	 R/D = 1,5	 R/D = 1,5
LONGITUD EQUIVALENTE ADICIONAL DE CONDUCTO RECTO (METROS)					
8	0,73	0,96	1,92	0,48	0,34
10	0,89	1,20	2,40	0,60	0,44
12	1,08	1,44	2,88	0,72	0,54
14	1,26	1,66	3,32	0,83	0,63

Para a distribuição do ventilador 2 temos:

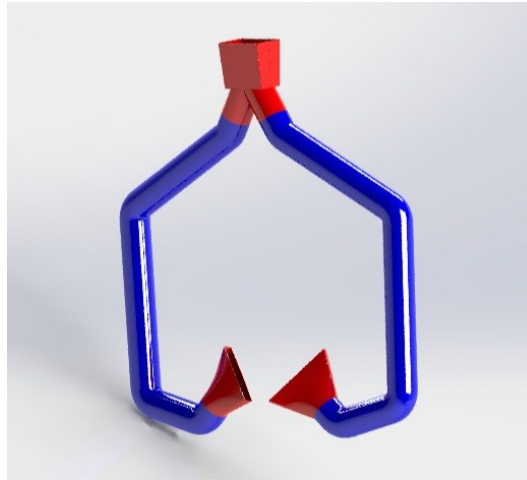


Figura 21-Geometria de condutas para ventilador 2

$D=80\text{mm}$

1 derivação em T

4 curvas, com 45° a 90° (máx. $=90^\circ$)

Caudal de $400\text{m}^3/\text{h}$

De:

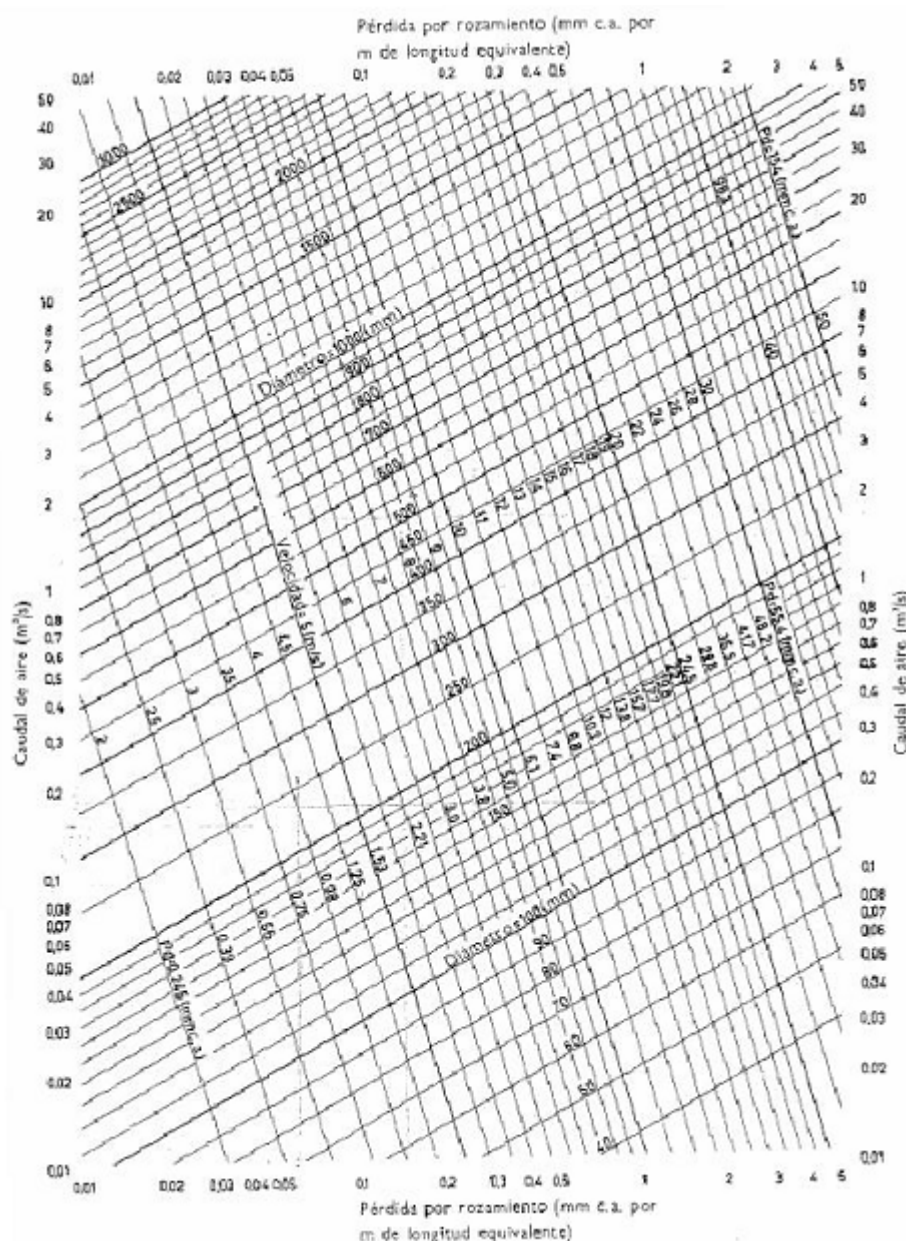


Gráfico 1 - Perdas de carga em função de caudal e diâmetro de tubagens [3]

Retiramos a perda de carga por metro linear = 5 mm.c.a = 49 Pa

Assim:

Perda de carga total = $0.03 \cdot 49 + 4 \cdot 0.73 \cdot 49 = 1.47 + 143.08 = 144.55 \Rightarrow 150$ Pa

Este valor representa 2.84% da pressão inicial fornecida pelo ventilador.

Desta forma, o excesso de pressão em cerca de 32% não comporta exageros até porque a margem residual que houver em pressão não é desperdiçada, contribuindo para uma

maior efectividade do trabalho, sem custos relevantes para o projecto ou para a operação do equipamento. Por outro lado há que considerar que o tubo flexível a ser usado poderá ser canelado/espiral (o tipo mais comum):



Figura 22-Conduto flexível

Este tipo de tubagem comporta perdas de carga significativas no entanto, e devido ao pouco comprimento eventualmente usado, as perdas serão facilmente supridas pelo excesso de pressão fornecida pelo ventilador.

8.2.1. VERIFICAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DO VENTILADOR COM AS CONDIÇÕES NECESSÁRIAS À REMOÇÃO DA PELÍCULA DE ÁGUA

Simulação utilizando o FloXpress Analysis Wizard para as seguintes condições de teste, aplicadas à boca deopro que reúne as condições mais desfavoráveis (menor afinilamento/restricção à saída):

- Pressão à boca do ventilador = 5285.03 Pa;
- Diâmetro de entrada =80 mm;
- Geometria da boca de saída:

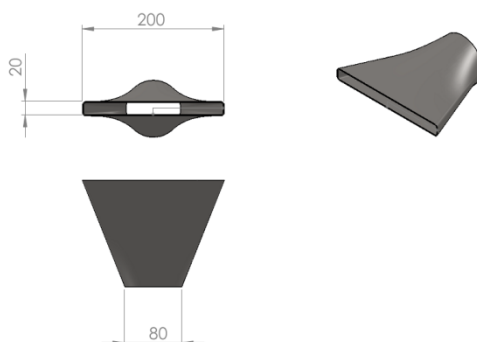


Figura 23-Geometria de boca para conduta de 80mm

-Montagem para teste:

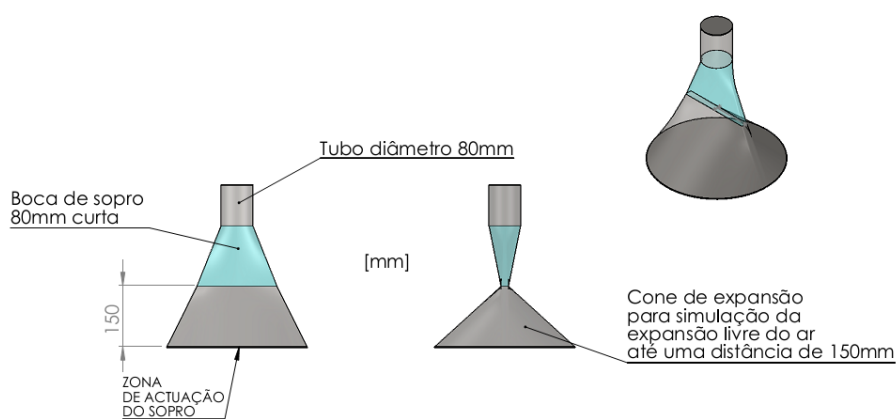


Figura 24-Montagem de boca de sopro, para simulação

Resultado da simulação:

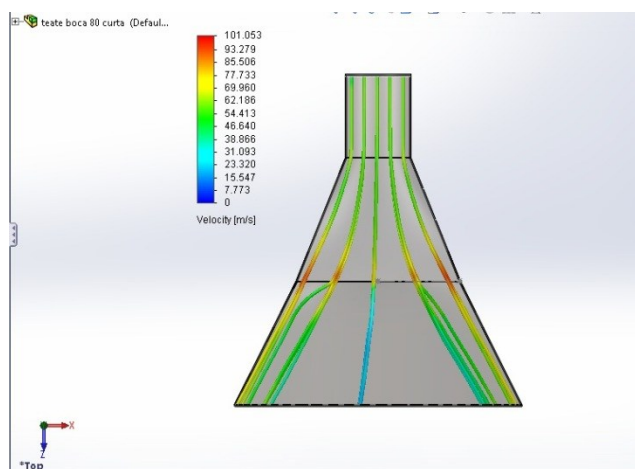


Figura 25-Resultado de simulação para boca de sopro, de conduta de 80mm

Como se pode observar, a velocidade à distância de actuação é igual ou superior ao estipulado como condição para a remoção da película de água, pelo que é de esperar que o trabalho seja eficazmente realizado.

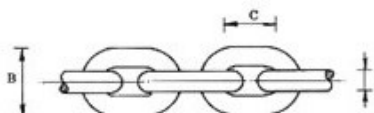
8.3.CORRENTE DE TRANSPORTE

A corrente a usar deve ser robusta, em aço INOX e de elo curto para proporcionar menores folgas de trabalho. Quanto ao tipo de INOX a usar, poderá ser AISI 304 pois, mesmo que os produtos transportados nas caixas contivessem sal, como por exemplo peixe de água salgada, estas já foram processadas na máquina de lavagem sendo assumido que não possuem qualquer sal. De outra forma teria que se usar INOX AISI 316 que, apresentando melhor resistência à corrosão salina, seria também significativamente mais caro. Quanto à robustez exigida, e por via experimental de aplicações comuns a muitos fabricantes, uma corrente com elos de secção igual a 8mm apresenta-se adequada. Para compatibilização dimensional com outros órgãos de tracção e guiamento deve também ser calibrada. Recorrendo a catálogos disponibilizados no mercado selecciona-se uma corrente DIN 766 - Short Link Stainless Steel Chain - AISI-316 com referência CRC08IX

Tabela 3- Correntes em Aço Inox DIN 766

Correntes de Aço Inox DIN 766

CRC
Corrente DIN 766 em Aço Inox AISI-316
DIN 766 - Short Link Stainless Steel Chain - AISI-316



REFÊRENCIA REFERENCE	DIMENSÕES (mm) DIMENSIONS (mm)			PESO (Kgs) WEIGHT (Kgs)
	A	B	C	
CRC03IX	3	12	16	0,180
CRC04IX	4	14	16	0,320
CRC05IX	5	17	18,5	0,500
CRC06IX	6	20	18,5	0,800
CRC07IX	7	23	21	1,100
CRC08IX	8	26	24	1,400
CRC10IX	10	35	30	2,300
CRC12IX	12	40	36	3,200
CRC13IX	13	44	36	3,800

Para efectivação da tracção das caixas deve considerar-se que, em espaçamentos certos e correspondentes à prevista cadência de entrada de caixas a traccionar, devem ser soldados à corrente pinos com o objectivo de prender as caixas durante o seu percurso no interior do túnel de secagem:

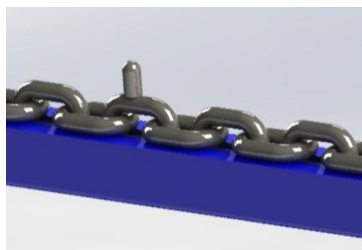


Figura 26-Pino de tracção

8.4. POLIA DE TRACÇÃO

Tendo em conta a corrente a utilizar, selecciona-se a dimensão da polia de tracção a aplicar. Pela dimensão dos elos da corrente, e de forma experimental, verifica-se que para cumprir uma curvatura em que os elos não apresentem interferências, entre si, nefastas à livre progressão do movimento é necessário que a polia apresente um diâmetro de pelo menos 160mm. Por outro lado, a polia deve garantir uma total direcionalidade da corrente bem como uma pega efectiva dos elos que com ela entram em contacto. Preconiza-se o seguinte design:

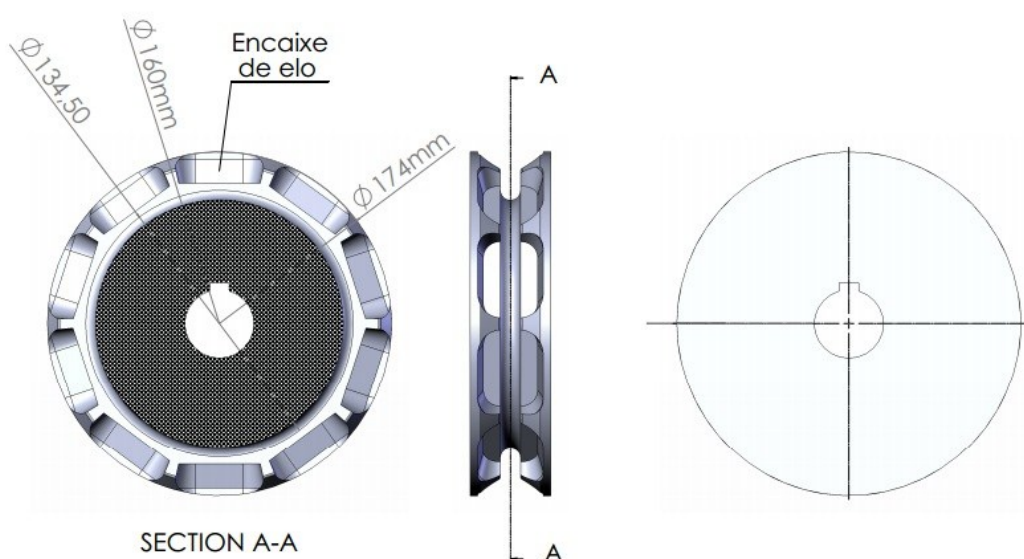


Figura 27-Polia de tracção

Esta polia deve ser construída em polietileno, material que apresenta baixo atrito superficial não sendo por isso necessário o recurso a óleos ou massas lubrificantes, de uso condicionado neste tipo de equipamento.

8.5. MOTORREDUTOR

Para a tracção das caixas deverá seleccionar-se um motorreductor que permita uma velocidade de transporte tal que, pelo túnel de secagem, passem 500 caixas por hora. Nesta selecção não há necessidade de serem considerados motorredutores que recorram a lubrificação realizada por óleos especiais, nomeadamente com certificação NSF de acordo com a categoria H-1, pois o motorreductor a considerar será acoplado no exterior da carcaça do equipamento e terá clausura própria e destacável do resto do equipamento.

Considerando que o comprimento das caixas é de 600mm e devem ser colocadas, ou fornecidas, na entrada com espaçamentos de até 600mm, o motorreductor deve realizar a tracção de $1200\text{mm} \times 500 \text{ caixas/hora} = 600\,000\text{mm/hora} = 10\,000\text{mm/min}$. Considerando ainda que a polia de tracção, acrescida da altura sobressaída da corrente, tem 180mm de diâmetro então cada rotação corresponderá a 565mm traccionados.

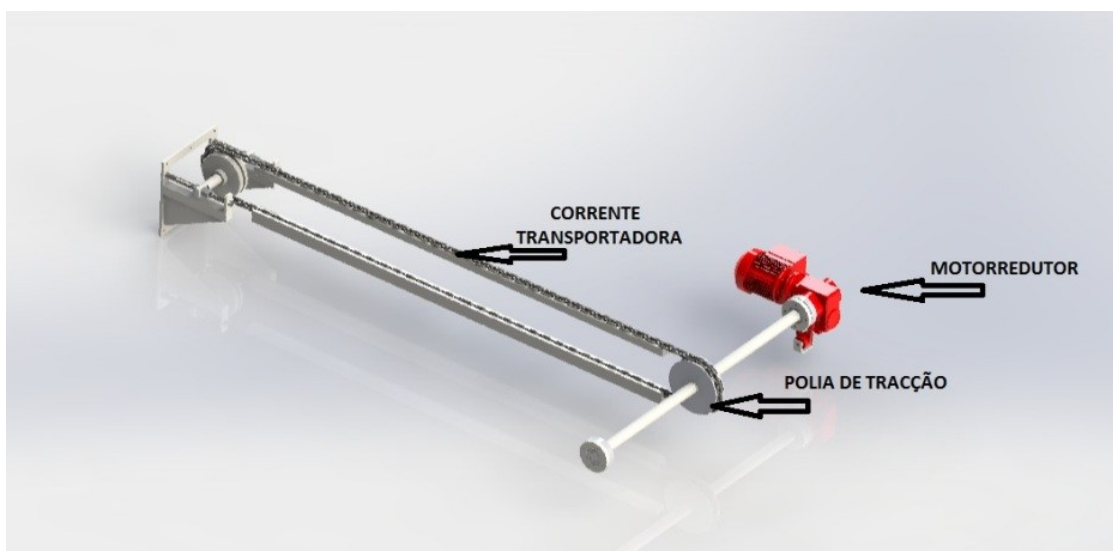


Figura 28-Posicionamento de motorreductor

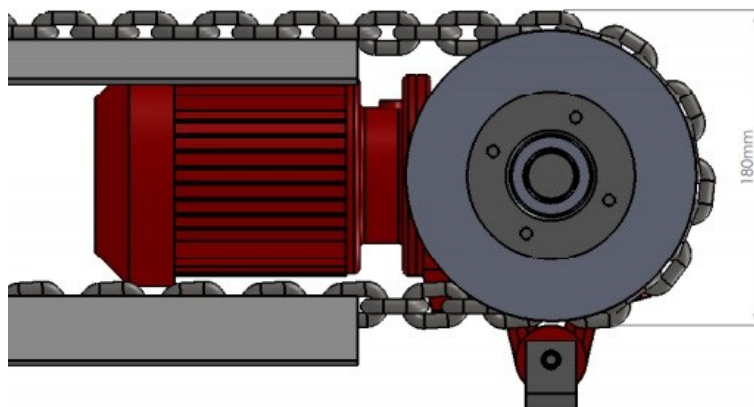


Figura 29-Vista lateral de posicionamento de motorreductor

Desta forma, a velocidade de rotação do motorreductor deverá ser de 17.7 rpm.

Considerando ainda o peso da corrente (aproximadamente 6kg) e das caixas (890 g/caixa) temos que considerar um binário de:

$$[[2 \text{ caixas} * 0,89\text{Kg} * 9,81 \text{ N}] + [6\text{Kg} * 9,81 \text{ N}]] * 0,09\text{m} = (17,46 + 58,86) * 0,09 = 6,87 \text{ Nm}$$

Consultando o catálogo da NORD [4], na secção de motorreductores de rosca sem fim, verificamos que o motorreductor adequado é o SK 13050- 63 MH/4 S/4, com 18 rpm, uma potência de 0.12kW e um binário de 48.9 Nm. Tendo em conta que a corrente tem um peso de cerca de 6 kg e as caixas em tracção, a qualquer momento, não são mais de duas, com um peso conjunto de 1780g, o binário disponível é manifestamente superior ao necessário mas inerente ao motorreductor seleccionado e desejável em virtude da possibilidade de pequenos encravamentos, e/ou aumentos de atrito, devido a algum desajuste no tensionamento da corrente.

9. DEFINIÇÃO DAS NECESSIDADES DE COMANDO E DE EQUIPAMENTOS DE ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA

Tendo em conta que tanto os ventiladores como o motorreductor requerem alimentação trifásica então a máquina deve possuir ficha para ligação a tomada trifásica, 400 V (50Hz).



Figura 33-Ficha trifásica a incorporar no equipamento

Quanto às necessidades de comando, a máquina deve possuir:

- a) Corte geral de energia;



Figura 34-Corte geral

- b) Botoneira de arranque, que liga em simultâneo os ventiladores e a tracção da corrente transportadora;
- c) Botoneira de paragem, que desliga em simultâneo os ventiladores e a tracção da corrente transportadora;

Nota: As duas botoneiras podem ser consideradas em bloco, sendo mais económico e de montagem mais fácil, tal como o apresentado na figura seguinte:



Figura 35-Botoneira dupla – paragem/arranque

- d) Duas botoneiras de paragem de emergência, colocadas uma em cada extremidade da máquina:



Figura 36-Botoneira de emergência

10. DESIGN E DIMENSIONAMENTO

Para os componentes da estrutura portante considerou-se a utilização de tubos quadrados 60x60x2mm e elementos em chapa quinada, também na espessura de 2mm. A utilização de chapa de menor espessura seria possível em algumas zonas no entanto, e devido a benefícios comerciais na compra em quantidade, a melhores aproveitamentos possíveis com redução de desperdícios e também à possibilidade técnica de

simplificação dos elementos construtivos, a opção final foi a da utilização de chapa numa única espessura para todos os elementos estruturais.

Para os componentes não estruturais, tais como portas, painéis, caixa de quadro eléctrico, resguardo do motorreductor, tecto e tubagens e bocais de sopro, preconizou-se a utilização de chapa na espessura de 1,5mm. As razões para esta escolha são as mesmas aplicadas à escolha da chapa para elementos estruturais acrescentando o facto de a utilização de chapa de menor espessura, 1,5mm ou 1,2mm possível por exemplo nas tubagens e bocais de sopro, resultaria em dificuldades acrescidas nas soldaduras a efectuar, empenos, rompimentos, etc.

A fim de facilitar o fabrico, considera-se que a obrigatória inclinação do tecto deve ser obtida por uma quinagem simples dos respectivos painéis, ao invés de se utilizarem painéis arredondados.



Figura 37-Tecto em equipamento antigo



Figura 38-Tecto a considerar no equipamento em projecto

10.1. SIMULAÇÃO DE CARGAS NA ESTRUTURA PORTANTE

Para simulação pelo método dos elementos finitos das cargas aplicadas à estrutura portante, e por limitações do software disponível, optou-se por simular algumas partes da estrutura de forma independente. Assim, simulou-se primeiro os pés da estrutura, optando pelo tratamento individual de cada pé (designação individual ML-P-1-TESTE) em que obviamente se considerou a parte correspondente de carga aplicada bem como as restrições impostas por soldaduras ou travamentos. Desta forma, considerando que o peso total do equipamento é de 550 Kg, cada um dos seis pés receberá uma carga vertical de 91.66 Kg o que corresponde a 899,25 N. Utilizou-se também um factor de segurança igual a 2.

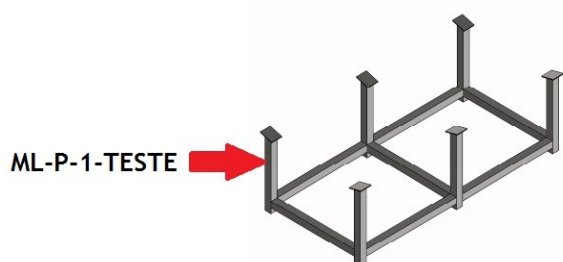


Figura 39-Pés do equipamento

Como resultado, verificou-se que o tubo utilizado, 60x60x2mm, supera facilmente as cargas aplicadas, apresentando deformações mínimas e completamente dentro do domínio elástico do material (ver relatório de simulação em AnexoII).

Para a simulação da estrutura portante situada acima do balde principal da máquina, e pelas mesmas limitações anteriormente mencionadas, simulou-se os pilares principais (com a designação individual MLP-CAR-2), aos quais foi aplicada a carga que se situa acima do túnel de passagem das caixas no valor de aprox. 402 Kg. Assim, individualmente cada pilar é simulado com 100,5 Kg, ou seja 985,9 N.

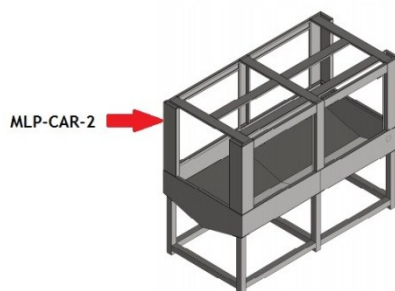


Figura 40-Estrutura portante superior

Como resultado verificou-se que a chapa quinada, com espessura de 2mm, supera facilmente as cargas aplicadas, apresentando deformações mínimas e completamente dentro do domínio elástico do material (ver relatório de simulação em AnexoIII). Obviamente, teve-se em consideração o design das quinagens a efectuar de forma que contribuíssem para o aumento da resistência estrutural das peças consideradas.

Considera-se que todos os acabamentos externos e internos do equipamento, e em especial aqueles que sendo internos implicam algum nível de manuseamento, devem ser alvo de cuidados especiais, nomeadamente boleando todas as arestas e quinas. Este procedimento tem por objectivo, não só a segurança de quem opera ou realiza a manutenção do equipamento mas também, o cumprimento do requisito de não permitir a acumulação de impurezas e facilitar a higienização de todas as superfícies.

11. ASSEMBLAGEM FINAL

Para a montagem final do equipamento consideramos os seus vários subconjuntos, pela seguinte ordem:

- Estrutura portante inferior;
- Balde principal;
- Conjunto de tracção;
- Guias laterais;

- Estrutura portante superior;
- Ventiladores e conjuntos de sopro;
- Portas e painéis;
- Elementos de comando.

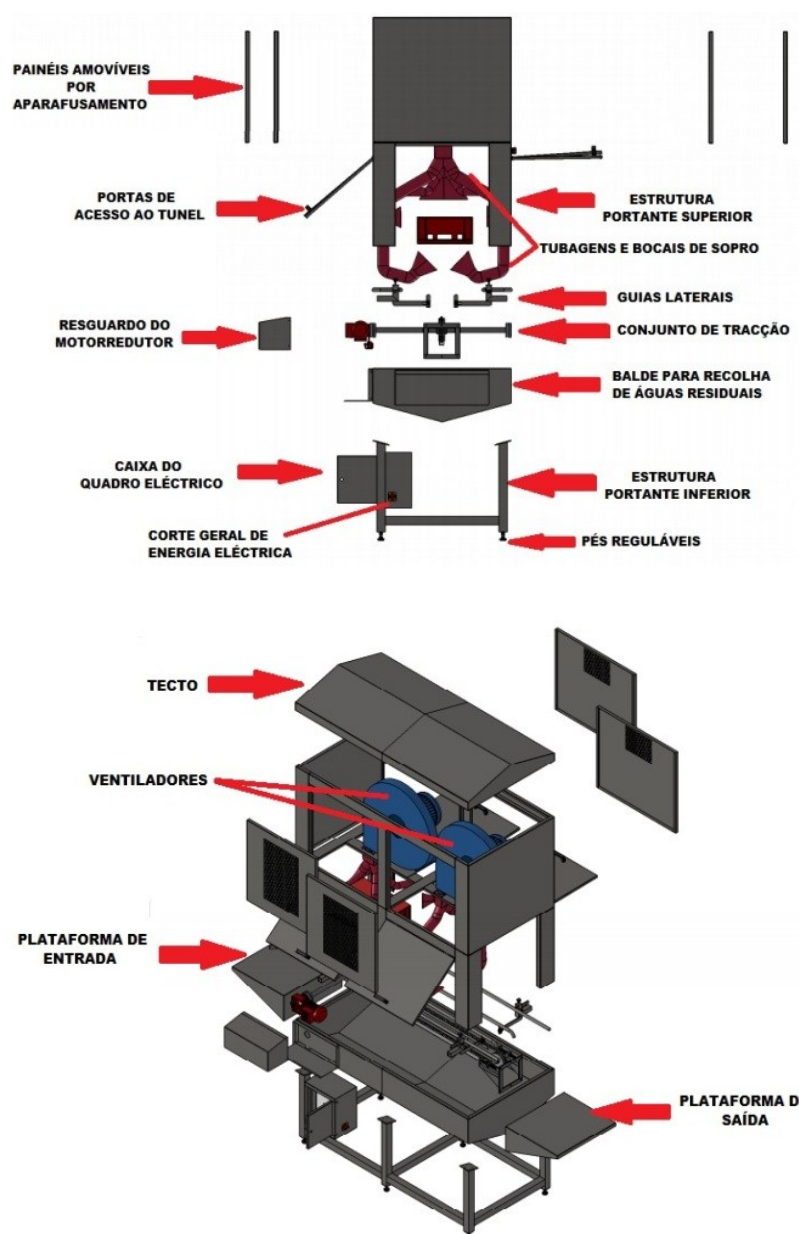


Figura 41-Subconjuntos da Máquina de Secar Caixas

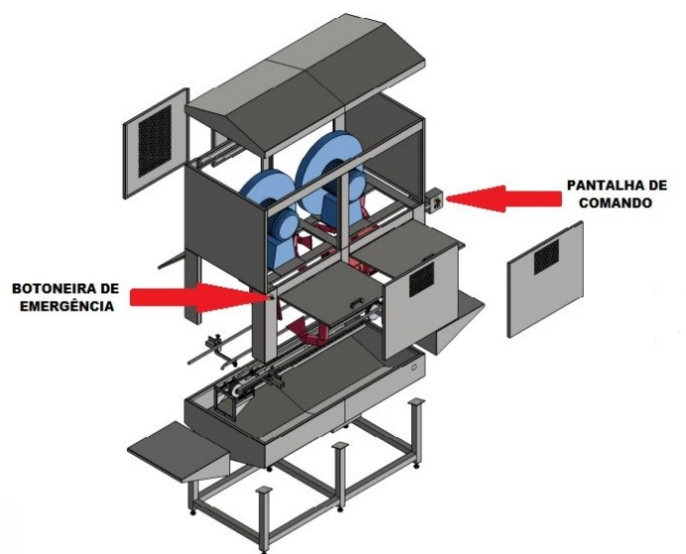


Figura 42-Zonas de comando

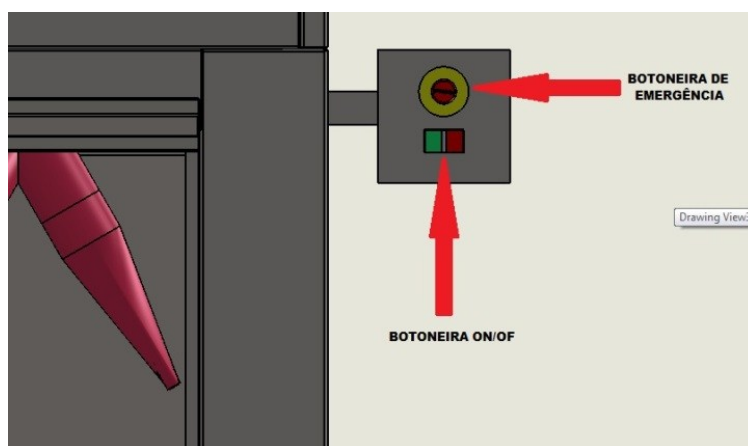


Figura 43-Pantalha de comando

12. SEGURANÇA

A fim de a máquina cumprir com os requisitos de segurança no trabalho devem ser consideradas algumas notas finais.

Devem ser colocados em cada topo do equipamento e nas portas de acesso ao túnel de secagem autocolantes referentes ao perigo de entalamento:



Figura 44-Sinal de perigo de entalamento

Na porta do quadro eléctrico deve ser colocado um autocolante referente ao perigo de choque eléctrico:



Figura 45-Sinal de perigo de choque eléctrico

Nas portas de acesso ao túnel devem ser colocados sensores electromagnéticos de proximidade que, a serem actuados por abertura das portas, devem desligar de imediato o equipamento:



Figura 46-Sensores electromagnéticos de proximidade

Quanto ao ruído proveniente dos ventiladores não há considerações a fazer pois os mesmos são produto comercializado e certificado para uso industrial, cumprindo assim com as normas de segurança relativas ao ruído nos locais de trabalho. No entanto, nos bocais de sopro, e devido à restrição e condicionamento do fluxo de ar, verifica-se que o ar ultrapassa a velocidade MACH 1. Este facto resulta num volume de ruído constante e que ultrapassa os limites legais impostos. Para resolução deste problema, dentro das limitações técnicas que o próprio processo impõe, devem ser colados no interior das portas, painéis e tecto, placas de isolamento acústico rígidas, por processo de colagem. Este procedimento, além de reduzir o ruído proveniente dos bocais de sopro, reduz o nível de vibrações das superfícies metálicas por restrição dos movimentos causados pelas ondas de pressão dentro do túnel. Devem ainda ser criadas barreiras físicas, no meio envolvente do equipamento, do tipo biombo. Será imprescindível a utilização de equipamento de protecção auricular por parte dos utilizadores do equipamento, devendo essa necessidade estar bem explícita através de sinalização própria no local:



Figura 47-Sinal de obrigatoriedade de uso de protectores auriculares

Por último tem de ser considerado a inclusão de cortinas fitadas nos topos do túnel de secagem por forma a evitar a projecção de água para o exterior deste. Estas cortinas devem ser em PVC maleável e transparente, permitindo a observação para o interior do túnel. A escolha do PVC tem como premissa o facto de apresentar uma boa resistência à abrasão, causada pela passagem das caixas, ter baixa rugosidade superficial e, por isso, ser facilmente lavável.

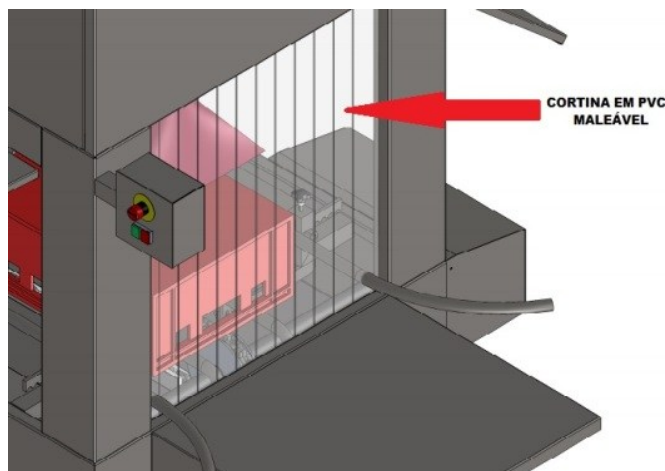


Figura 48-Zona de aplicação de cortinas

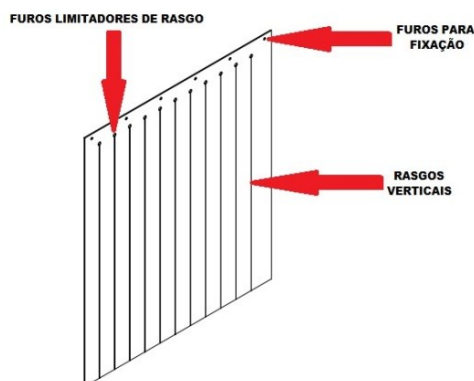


Figura 49-Cortina em PVC flexível

13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concepção e projecto de equipamentos técnicos a usar em edifícios deve ter como principais objectivos facilitar a sua futura utilização e manutenção.

O desenvolvimento destes equipamentos deve ter em conta não só aspectos construtivos, facilitando o seu fabrico, aspectos técnicos, garantindo que a máquina/equipamento realizam o trabalho para que foram concebidos respeitando critérios de compatibilidade com normas e regulamentações aplicáveis, mas também aspectos ergonómicos que devem resultar numa utilização de fácil compreensão e operação. Em todos estes aspectos a considerar há uma premissa incontornável que é a de facilitar a manutenção da máquina/equipamento. Considerando as necessidades de manutenção futuras do equipamento, o mesmo deve ser projectado de forma a aumentar os índices de manutibilidade, prevendo-se desde o momento da concepção uma construção modular, com boas acessibilidades às zonas com intervenções previstas, resultando em menores tempos de paragem assim como numa menor necessidade de técnicos a intervir. Deve também ter-se em conta que as operações de manutenção devam requerer necessidades de formação baixas, assumindo que parte da manutenção deva ser realizada pelo técnico operador. Resulta destas premissas, um menor custo de utilização, factor importante e tido em conta por quem compra a máquina/equipamento. Em conclusão, os equipamentos têm de ser concebidos por forma a garantir a satisfação

dos requisitos técnicos e económicos do utilizador, garantindo o cumprimento dos requisitos técnicos e legais aplicáveis.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Decreto-Lei nº103, 24 Junho, 2008.*
- [2] R. Q. J. Trotignon, *Construção Mecânica*, Livros Plátano.
- [3] F. Chaves, *Instalações de Climatização e Refrigeração*, ESTA - IPT.
- [4] F. -. Air, *Soluções de Aerólica e Climatização*, France - Air.
- [5] "Casals," [Online]. Available: <http://www.casals.tv>. [Acedido em Dezembro 2014].
- [6] "Nord," [Online]. Available: <http://www.nord.com>. [Acedido em Dezembro 2014].

ANEXOS

Anexo I - Manual de utilização



MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 500H



MANUAL DE INSTRUÇÕES

MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 500H


Instituto Politécnico de Tomar

MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 500H


Instituto Politécnico de Tomar

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

- As máquinas de secar caixas são concebidas e fabricadas de modo a proporcionar-lhe elevados níveis de fiabilidade, longevidade, segurança e qualidade.
- Este Manual de Instruções deve ser estudado cuidadosamente por todos que operam com a máquina e cuidam da sua manutenção, de forma a proporcionar um funcionamento económico e seguro.
- O desrespeito pelos preceitos descritos neste manual pode ter como consequência danos materiais e/ou físicos graves.
- A EMPRESA X não se responsabiliza por qualquer dano resultante de uma utilização incorrecta do equipamento ou por desrespeito das regras e princípios de utilização.
- Se surgirem quaisquer dúvidas relativamente a este manual é favor entrar em contacto com a EMPRESA X através dos seguintes contactos:

Avenida de Lusitanea
PORTUGAL

Tele f.: +351 00 00 000 00

Fax: +351 00 00 000 00

Email: \$\$\$\$\$\$@XXXXX.pt

NOTA: A EMPRESA X reserva-se o direito de alterar as características dos seus equipamentos sem aviso prévio, nomeadamente partes constituintes de natureza original de fornecedores terceiros bem como características que resultem em condições por processos construtivos ou outros.

Tratagem contida neste manual poderão ser diferentes dos equipamentos fornecidos.

Opcionais poderão não ser mencionados neste manual.

A EMPRESA X declina responsabilidades sobre alterações ao equipamento que recorrem a materiais, ou equipamentos, que não sejam da EMPRESA X ou sobre alterações contra-indicadas pela EMPRESA X.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	6
2. REGRAS DE SEGURANÇA E CUIDADOS GERAIS	7
3. DESCRIÇÃO GERAL DO EQUIPAMENTO	8
3.1. PANTALHA DE COMANDO E QUADRO ELÉCTRICO	10
3.2. ELEMENTOS DE TRACÇÃO	11
4. REQUISITOS DE INSTALAÇÃO	11
5. OPERAÇÃO	12
6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	14
7. MANUTENÇÃO	15
8. ESQUEMAS ELÉCTRICOS	17
9. CHAPA DE CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-Módulos da Máquina Secar Caixas 500H	8
Figura 2-Entrada de caixas	9
Figura 3-Saída de caixas	9
Figura 4-Bujão para saída de esgoto	9
Figura 5-Vista geral do painel de comandos	10
Figura 6-Quadro eléctrico	10
Figura 7-Elementos de tracção	11
Figura 8-Principais características da máquina	14
Figura 9-Cotas gerais (em valores aproximados)	14
Figura 25-Chapa de características da Máquina Secar caixas PEQUENA.....	18



1. INTRODUÇÃO

A Máquina de Secar Caixas 500H destina-se a realizar a secagem de caixas, utilizadas na indústria alimentar, a uma cadência de 500 caixas/hora. As caixas a processar devem respeitar a Euro Norma aplicável sendo das gamas E1 e E2, com fundos planos ou de rebordos abertos.

A leitura deste Manual de Instruções e a sua análise é imprescindível para a compreensão e correta utilização do Máquina de Secar Caixas 500H.

2. REGRAS DE SEGURANÇA E CUIDADOS GERAIS

Para um funcionamento mais eficaz do equipamento, bem como para se evitarem acidentes graves, devem cumprir-se as seguintes regras de segurança:

- Colocar apenas pessoal devidamente informado a funcionar com o equipamento.
- Utilizar o equipamento apenas se este estiver em perfeitas condições para desempenhar as funções exigidas.
- **NÃO** mexer nos componentes eléctricos enquanto o equipamento estiver ligado à rede, ou mesmo desligado, sem contactar o fabricante.
- **NÃO** trabalhar com o equipamento caso se verificarem quaisquer falhas ou anomalias no seu normal funcionamento.
- Parar imediatamente o equipamento e desligá-lo no corte geral caso seja detectada qualquer anomalia, e avisar de imediato o responsável de manutenção.
- **NÃO** efetuar qualquer operação de manutenção com o equipamento ligado.
- Manter o equipamento limpo após cada ciclo de utilização.
- **NÃO** deixar o equipamento ligado após cada ciclo de utilização – Utilizar o corte geral do equipamento.
- Todas as regras de segurança devem ser obedecidas de modo a evitar lesões físicas graves, bem como danos materiais.
- Rentabilize a energia e certamente vai notar uma grande duração do mecanismo.

3. DESCRIÇÃO GERAL DO EQUIPAMENTO

A Máquina Secar Caixas PEQUENA tem estrutura construída em aço inoxidável AISI 304 e utiliza componentes adequados ao uso na indústria alimentar.

Tem a seguinte constituição geral:

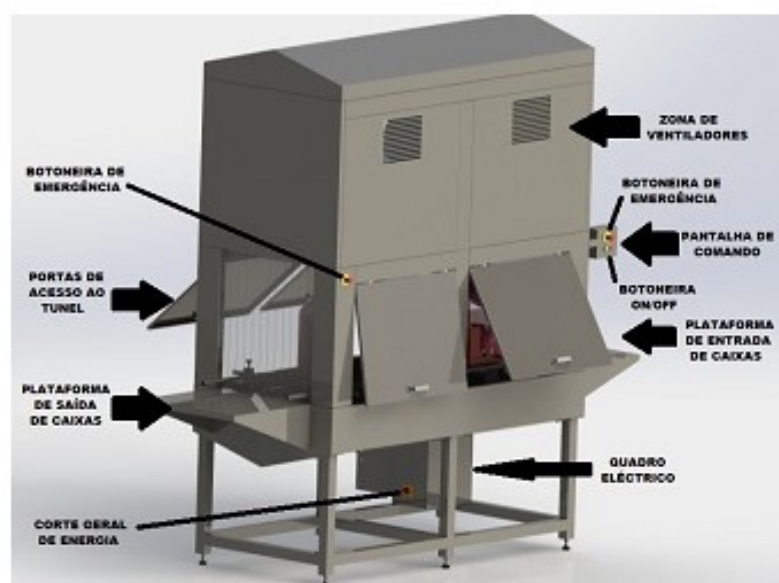


Figura 1-Módulos da Máquina Secar Caixas 500H

MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 500H


Instituto Politécnico de Tomar

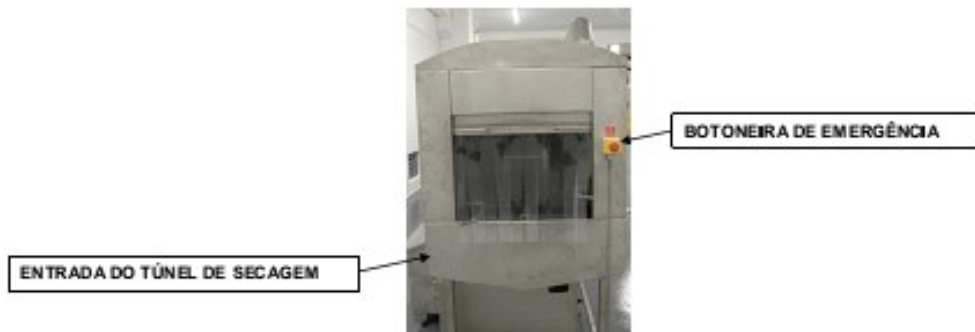


Figura 2-Entrada de caixas

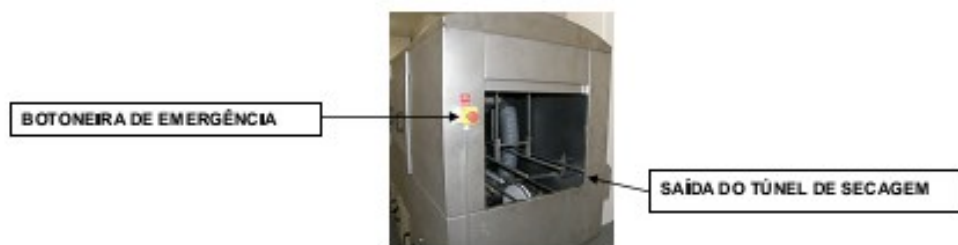


Figura 3-Saída de caixas



Figura 4-Bujão para saída de esgoto

3.1. PANTALHA DE COMANDO E QUADRO ELÉCTRICO

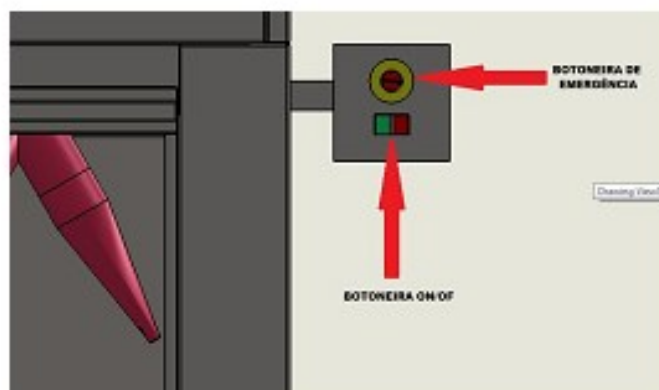


Figura 5-Vista geral do painel de comandos

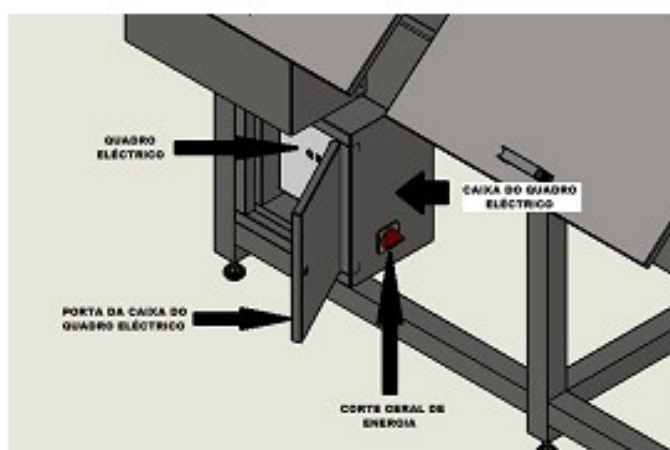


Figura 6-Quadro eléctrico

3.2. ELEMENTOS DE TRACÇÃO

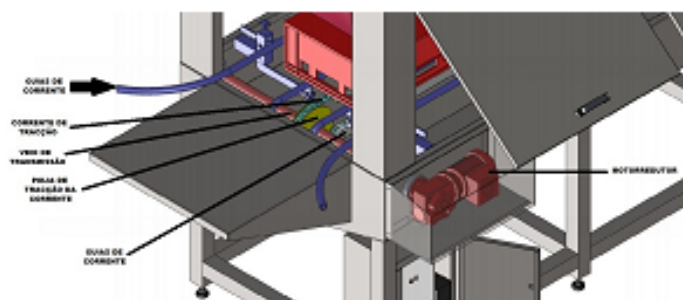


Figura 7-Elementos de tracção

4. REQUISITOS DE INSTALAÇÃO

Para efectuar a instalação do equipamento é necessário o cumprimento dos seguintes requisitos:

- Proximidade de esgoto (a);
- Proximidade de alimentação trifásica de (3F+N+T) (a transportar por cabo flexível de 5 condutores de secção igual a 10mm²);
- Canalina aplicada no piso adjacente ao equipamento;
- Piso nivelado.

(a) As saídas para esgoto são de 2" sendo adaptáveis a vários tipos de tubagem de diâmetros iguais ou inferiores.

A electricidade requerida para o funcionamento do equipamento é trifásica, 400 V (50Hz). A máquina deve ser ligada ao QGP da instalação.

O equipamento possui protecção diferencial de 300mA.

ATENÇÃO

TODAS AS LIGAÇÕES ELÉCTRICAS DEVEM SER FEITAS POR UM TÉCNICO ESPECIALIZADO DE MODO A PREVENIR QUALQUER ACIDENTE E CONSEQUENTES DANOS NA MÁQUINA OU LESÕES NO OPERADOR.

5. OPERAÇÃO

Para funcionamento da máquina, deve-se ligar o interruptor de corte geral, localizado na lateral direita da caixa do quadro eléctrico. Desta forma o equipamento fica em estado de poder ser operado.

Para se proceder à operação do equipamento deve ser cumprido o seguinte procedimento:

ARRANQUE

- 1- LIGAR BOTONEIRA ON (COR VERDE):
“VENTILADORES” / “CORRENTES TRANSPORTADORAS” / “SECAGEM (VENTILAÇÃO)”;
- 2- INICIAR INTRODUÇÃO DE CAIXAS NA ENTRADA DA SECADORA;
- 3- REMOVER CAIXAS NA SAÍDA DA SECADORA;

NOTA: O arranque não ocorre se:

- Alarme de equipamentos activado;
- Botoneira de emergência activada;
- Alarme de protecções eléctricas activo.

PARAGEM

- 1- REMOVER TODAS AS CAIXAS DO EQUIPAMENTO;
- 2- PREMIR BOTONEIRA OFF (COR VERMELHA);

PARAGEM DE EMERGÊNCIA

- 1- PREMIR BOTONEIRA DE EMERGÊNCIA

Em caso de emergência, ao premir-se a “botoneira de emergência”, resulta na paragem do equipamento e corte de corrente no mesmo.

MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 500H



NOTA:

Em caso de algum “mal funcionamento” deverá ser accionada a “Botoneira de Emergência” e reportada a ocorrência ao responsável de manutenção.

Após accionamento da botoneira de emergência, e caso se verifique ausência de perigo, é necessário desencravar a botoneira para que se proceda ao início de novo ciclo de funcionamento.

IMPORTANTE: Caso o equipamento não efectue os processos descritos anteriormente, deve comunicar imediatamente ao responsável de manutenção, para reparação da anomalia e aconselhamento sobre qualquer dúvida que ocorra.

OUTRAS SITUAÇÕES DE FUNCIONAMENTO

Dado que as portas de acesso ao túnel são providas de sensores electromagnéticos de proximidade, que desligam o equipamento em caso de abertura em funcionamento, torna-se difícil a observação do que ocorre no interior do túnel. Perante este facto, e devido à eventual necessidade de realizar essa observação, por motivos de análise técnica, é possível realizar o “override” do sinal fornecido pelos sensores através de comutador existente no interior do quadro eléctrico. De notar que este comutador é temporizado, accionando os sensores ao fim de 5 minutos.

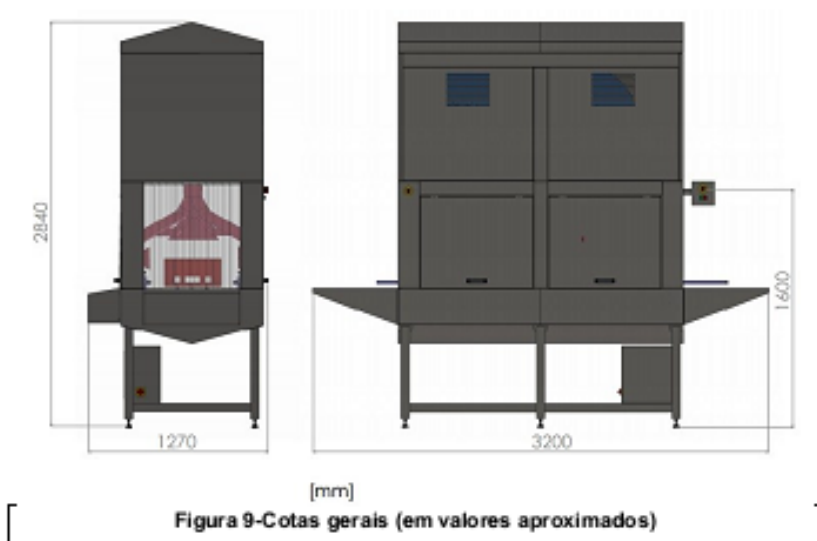
MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 500H


Instituto Politécnico de Tomar

6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Peso da máquina (aprox.)	550	kg
Tensão de Alimentação	400	V
Potência instalada	8.92	kW

Figura 8-Principais características da máquina



7. MANUTENÇÃO

A Máquina Secar Caixas 500H, foi desenvolvida por forma a proporcionar uma utilização fácil por parte dos operadores.

Recomenda-se que sejam rigorosamente seguidas todas as indicações referentes à manutenção deste equipamento de forma a garantir o bom funcionamento de todos os elementos da máquina, assegurando-se desta forma a sua longevidade e eficiência.

A envolvente do equipamento deve ser isenta de poeiras e outros detritos.

O equipamento deve ser mantido limpo, em especial a zona de acesso ao túnel.

Deve ser verificada a não acumulação de água no balde do equipamento, mantendo o bujão de saída para esgoto desobstruído.

A limpeza do interior do túnel deve, no mínimo, ser realizada entre cada ciclo de funcionamento.

Deve ser regularmente verificado (entre ciclos de funcionamento) o estado das correntes de tracção e respectivas polias. Avaliar:

- Tensão das correntes;
- Desgaste das polias;

Durante o funcionamento, e através da entrada ou da saída do equipamento, observar:

- Estado das condutas de insuflação, despistando anomalias como o desprendimento dos bocais onde estão fixas ou rasgos que possam ter ocorrido;
- Funcionamento dos ventiladores.

Nota: Na observação durante funcionamento, manter distância aos elementos de tracção.

Não se debruçar sobre a zona de passagem de caixas.

MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 500H

RESUMO DE ACCÕES DE MANUTENÇÃO					
Acção	Item	Perigo de não-acção	Consequência	Após consequência	
				1ª Acção	Correcção
Limpeza da envolvente	Envolvente do equipamento	Degradação do equipamento	• Redução de eficiência geral do equipamento	Limpar assim que possível	N/A
Limpeza do balde	Interior do balde e zona do bujão	Entupimento de canalizações	• Acumulação de detritos • Em caso limite, as caixas saem molhadas	Limpar assim que possível Premir botoneira de emergência	N/A Chamada de técnico para avaliação de danos e eventual reparação ou substituição de componentes
Verificação da tensão das correntes	Correntes transportadoras	• Não tracção de caixas • Ruptura no transporte de caixas • Danos no equipamento	• Encavalamento de caixas • Desalinhamento de guias • Danos nas polias • Rompimento de correntes • Colapso de motorreductor	Premir botoneira de emergência	Chamada de técnico para avaliação de danos e eventual reparação ou substituição de componentes
Verificação de desgaste das polias	Polias de tracção das correntes transportadoras	• Não tracção da corrente • Cessamento de transporte de caixas	• Cessação de transporte de caixas	• Parar equipamento, assim que possível	• Chamada de técnico para substituição de componente
Verificação de estado das condutas de insuflação	Condutas de insuflação	• No caso da polia de tracção do módulo de secagem, danos no equipamento	• Encavalamento de caixas • Desalinhamento de guias • Danos nas polias • Rompimento de correntes • Colapso de motorreductores	• No caso da polia de tracção do módulo de secagem, premir botoneira de emergência	• Chamada de técnico para avaliação de danos e eventual reparação ou substituição de componentes
		• Perda de eficiência na secagem/potência de sopra	• Secagem incompleta	• Parar equipamento, assim que possível	Chamada de técnico para avaliação de danos e eventual reparação ou substituição de componentes

A máquina deve ser verificada por Técnico Especializado, numa frequência semestral, nomeadamente ao nível do sistema de insuflação, sistema eléctrico e seguranças.

TODAS AS OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO DEVEM SER EFECTUADAS POR PESSOAL QUALIFICADO E SEMPRE COM A MÁQUINA DESLIGADA (RETIRAR A FICHA DA TOMADA). TODAS AS REGRAS DE SEGURANÇA DEVEM SER RIGOROSAMENTE OBEDECIDAS DE MODO A PREVENIR ACIDENTES, E SATISFAZER AS CONDIÇÕES DE HIGIENE MELHORANDO A QUALIDADE FINAL.

8. ESQUEMAS ELÉCTRICOS

Em Anexo.

Estes esquemas devem ser consultados sempre que for detectada alguma anomalia na máquina, ou sempre que for necessário proceder a alguma reparação ou substituição, devendo-se efectuar a encomenda através dos seguintes contactos:

**Avenida de Lusitanea
PORTUGAL**

Telef.: +351 00000 0000

Fax: +351 00000 0000

Email: \$\$\$\$\$\$\$\$@%/%/%/%.pt

Ao efectuar a encomenda é favor informar o fornecedor acerca dos seguintes dados da Placa de Identificação de modo a tornar o processo mais simples, rápido e eficaz:

- Tipo de máquina
- Número de série
- Posição do(s) componente(s)
- Nome do(s) componente(s)

9. CHAPA DE CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO



MÁQ. TIPO MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 500H

Nº FABRICO 11.04.1000.001 **ANO FABRICO** 2014

INTENSIDADE (A) **POTÊNCIA** (kW)

DIF. POT. 400 (V) **FREQUÊNCIA** 50 (Hz)

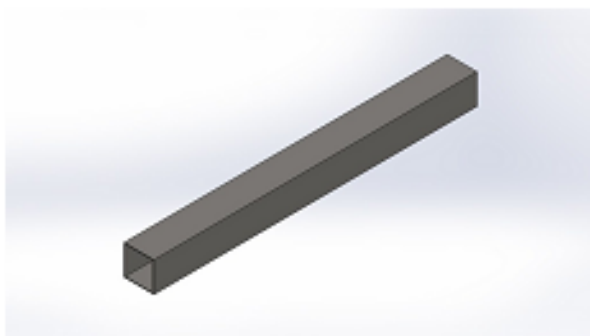
Nº FASES 3+N+T

Avenida da Lusitania - PORTUGAL
Tel: +351 239 6200000
Fax: +351 239 6200000
Email: 239113311@ipst.pt

Figura 10-Chapa de características da Máquina Secar caixas PEQUENA

Anexo II - ML-P-1-TESTE-SimulationXpress Study-1

Mestrado MTE



Description
No Data

Simulation of ML-P-1-TESTE

Date: terça-feira, 16 de Dezembro de 2014
Designer: Telmo Farinha
Study name: SimulationXpress Study
Analysis type: Static

Table of Contents

Description	1
Assumptions	2
Model Information	2
Material Properties	3
Loads and Fixtures	4
Mesh Information	5
Study Results	7
Conclusion	10



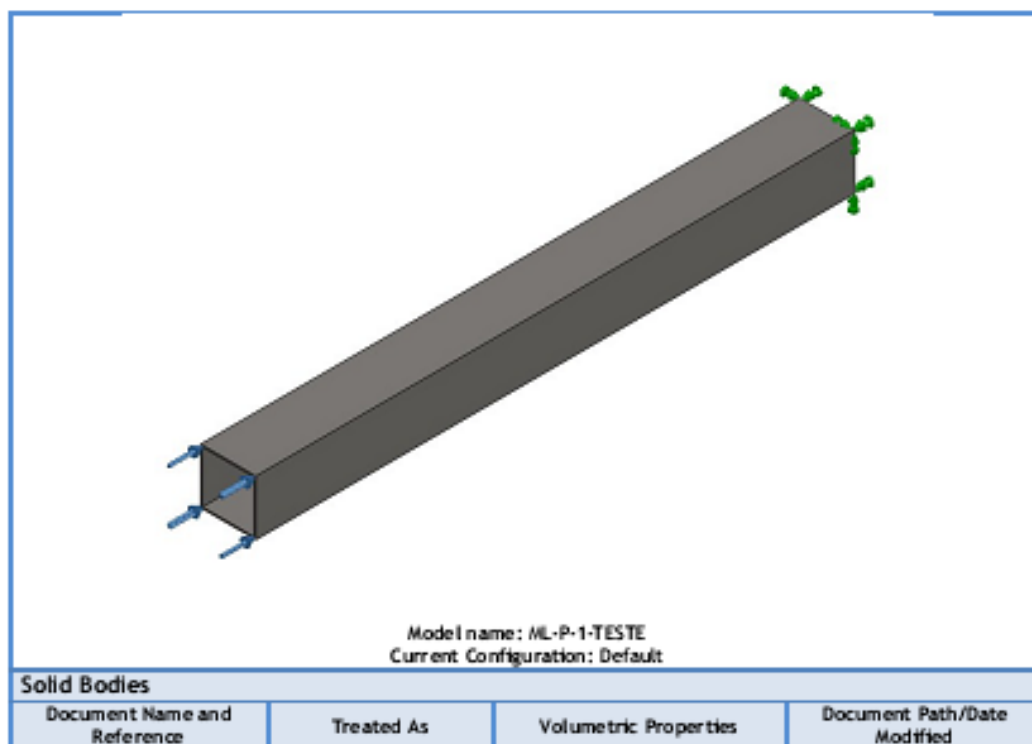
SOLIDWORKS

Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of ML-P-1-TESTE 1

Assumptions

Model Information



SOLIDWORKS

Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of ML-P-1-TESTE

2

Mestrado MTE

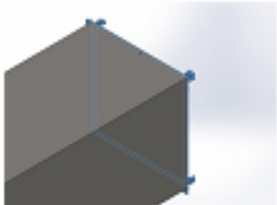
Telmo Farinha
16-12-2014

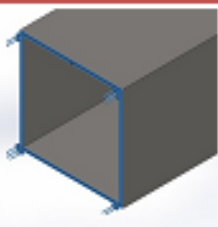
	Solid Body	Mass: 2.4128 kg Volume: 0.0003016 m ³ Density: 8000 kg/m ³ Weight: 23.6454 N	C:\Users\Windows\Desktop\TRABALHO FINAL- TESE\NOVA MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 2\estrutura portante\ML-P-1- TESTE.SLDPRT Dec 16 16:07:21 2014
---	------------	---	--

Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: AISI 304 Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Unknown Yield strength: 2.06807e+008 N/m ² Tensile strength: 5.17017e+008 N/m ²	SolidBody 1(Boss-Extrude1)(ML-P-1-TESTE)

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details
Fixed-1		Entities: 1 face(s) Type: Fixed Geometry

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 1 face(s) Type: Apply normal force Value: 899.25 N

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014

Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	11.0005 mm
Tolerance	0.550025 mm
Mesh Quality	High

Mesh Information - Details

Total Nodes	14806
Total Elements	7370
Maximum Aspect Ratio	19.857
% of elements with Aspect Ratio < 3	0.0271
% of elements with Aspect Ratio > 10	1.6
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:04
Computer name:	TELMO-PC



SOLIDWORKS

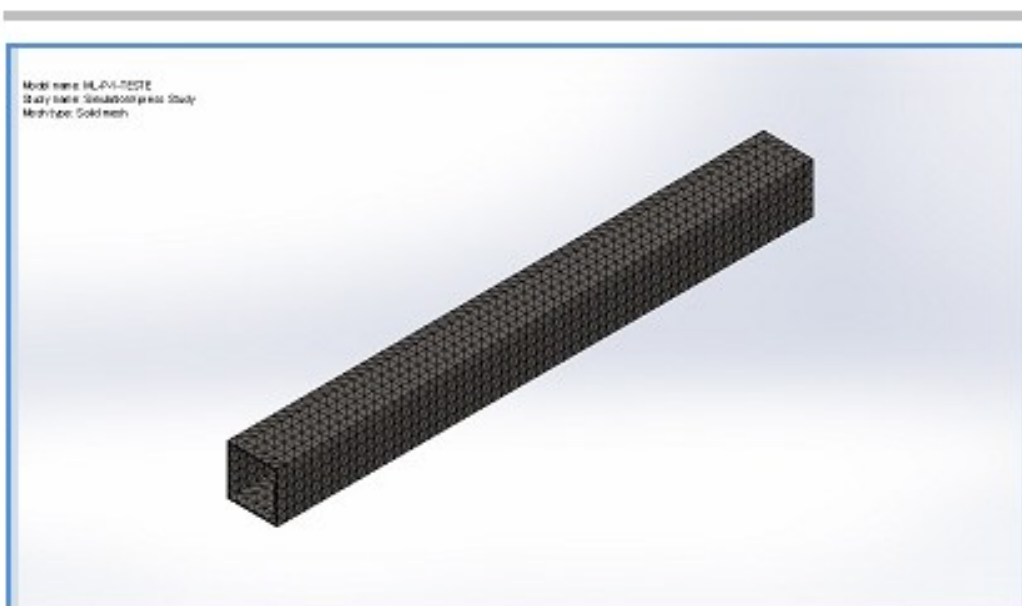
Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of ML P-1-TESTE

5

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014



Analyzed with SolidWorks Simulation

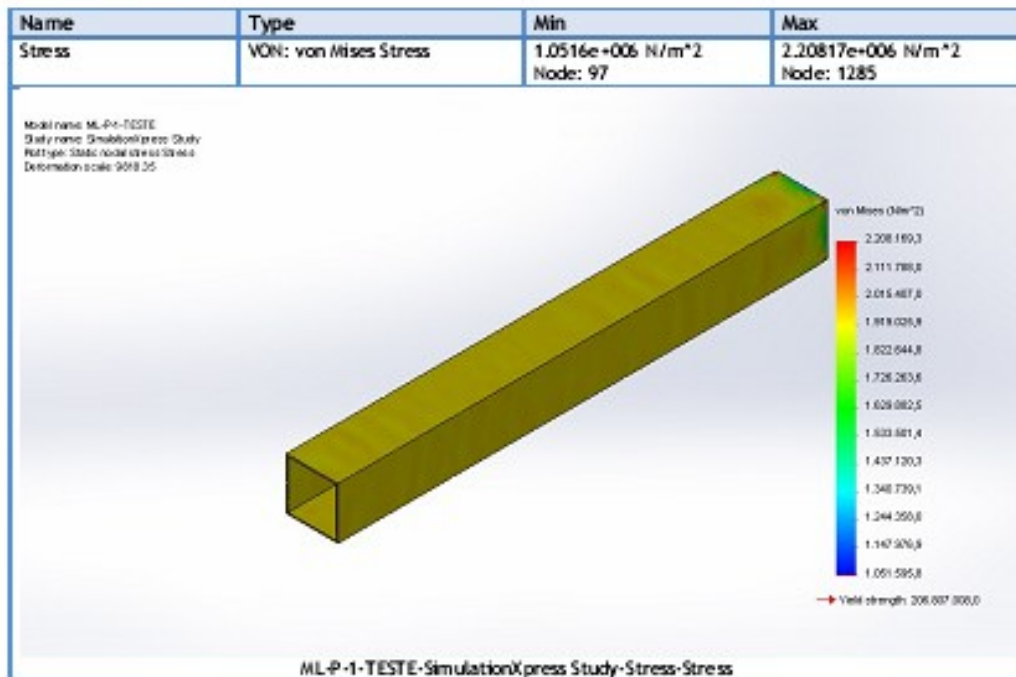
Simulation of ML.P.1-TESTE

6

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014

Study Results



Name	Type	Min	Max
Displacement	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 53	0.00662139 mm Node: 15

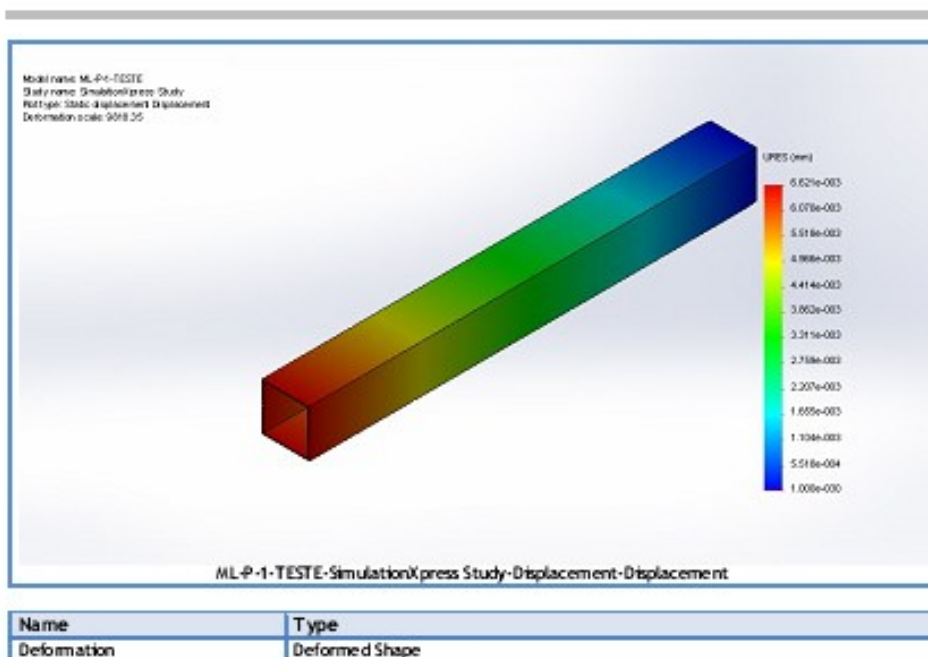


Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of ML-P-1-TESTE 7

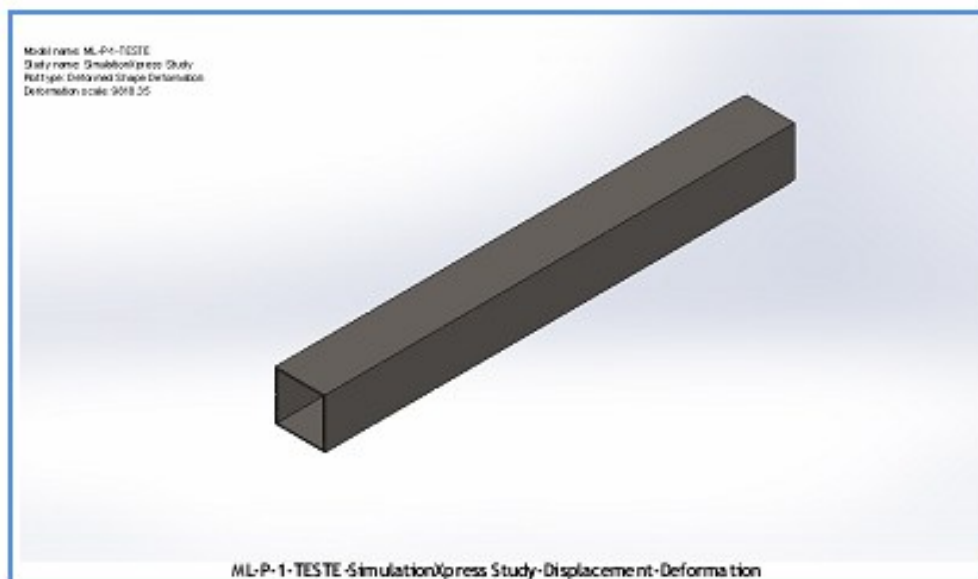
Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014



Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014



Name	Type	Min	Max
Factor of Safety	Max von Mises Stress	93.6554 Node: 1285	196.66 Node: 97



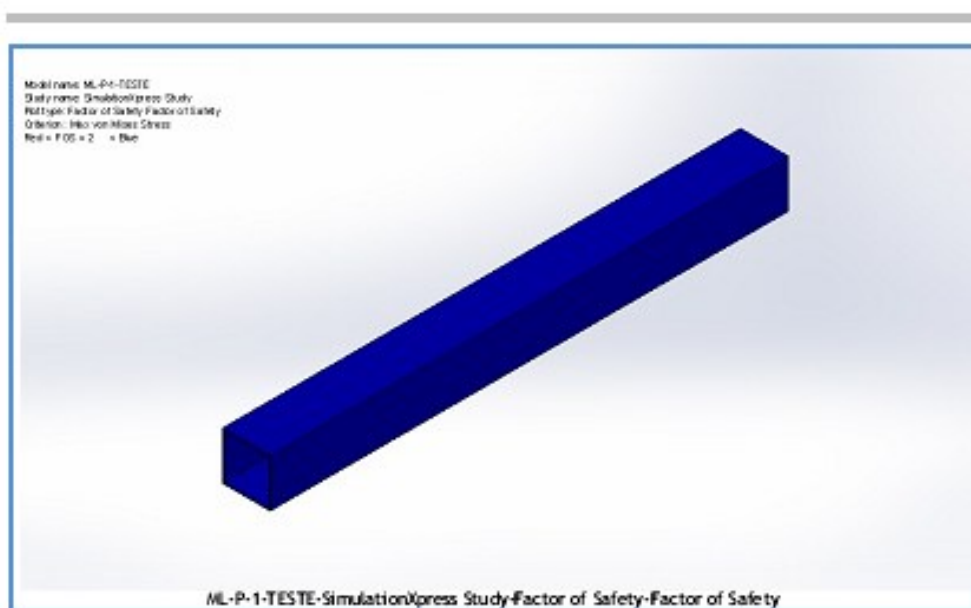
Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of ML-P-1-TESTE

9

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014



Conclusion

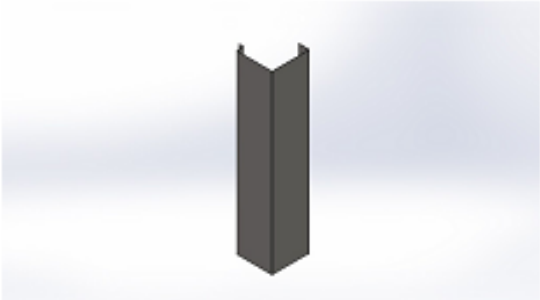


Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of ML-P-1-TESTE 10

Anexo III - MLP-CAR-2-PARA TESTE-SimulationXpress Study-1

Mestrado MTE



Description
No Data

Simulation of MLP-CAR-2-PARA TESTE

Date: terça-feira, 16 de Dezembro de 2014
Designer: Telmo Farinha
Study name: SimulationXpress Study
Analysis type: Static

Table of Contents

- Description 1
- Assumptions 2
- Model Information 2
- Material Properties 3
- Loads and Fixtures 4
- Mesh Information 5
- Study Results 7
- Conclusion 10



SOLIDWORKS Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of MLP-CAR-2-PARA TESTE 1

Assumptions

Model Information



Model name: MLP-CAR-2-PARA TESTE
Current Configuration: Default

Solid Bodies			
Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014

Edge-Flange11 	Solid Body	Mass: 4.93536 kg Volume: 0.00061692 m³ Density: 8000 kg/m³ Weight: 48.3665 N	C:\Users\Windows\Desktop\TRABALHO FINAL-TESE\NOVA MÁQUINA DE SECAR CAIXAS 2\estrutura portante\MLP-CAR-2-PARA TESTE.SLDPR Dec: 16 17:26:27 2014
--	-------------------	---	--

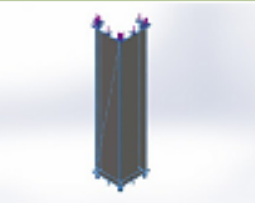
Material Properties

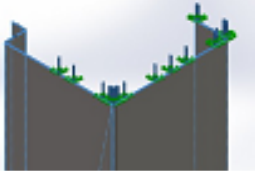
Model Reference	Properties	Components
	Name: AISI 304 Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Unknown Yield strength: 2.06807e+008 N/m² Tensile strength: 5.17017e+008 N/m²	SolidBody 1(Edge-Flange11)(MLP-CAR-2-PARA TESTE)

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details
Fixed-1		Entities: 10 face(s) Type: Fixed Geometry

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 9 face(s) Type: Apply normal force Value: 985.9 N



Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of MLP-CAR-2-PARA TESTE

4

Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	15.7697 mm
Tolerance	0.788483 mm
Mesh Quality	High

Mesh Information - Details

Total Nodes	26835
Total Elements	15164
Maximum Aspect Ratio	117.96
% of elements with Aspect Ratio < 3	0.237
% of elements with Aspect Ratio > 10	42.7
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:11
Computer name:	TELMO-PC



SOLIDWORKS

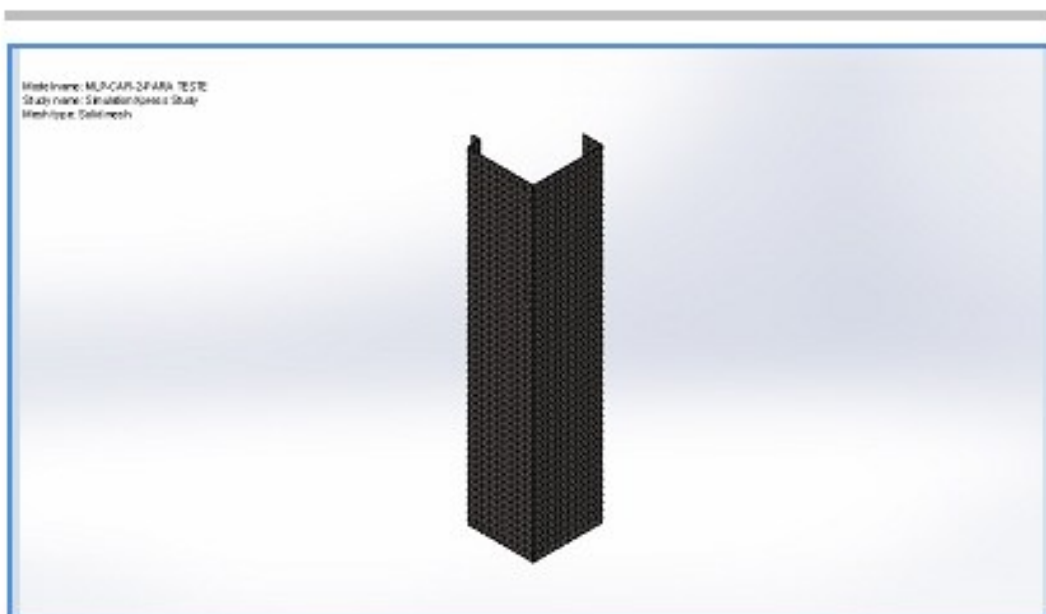
Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of MLP-CAR-2-PARA TEST E

5

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014



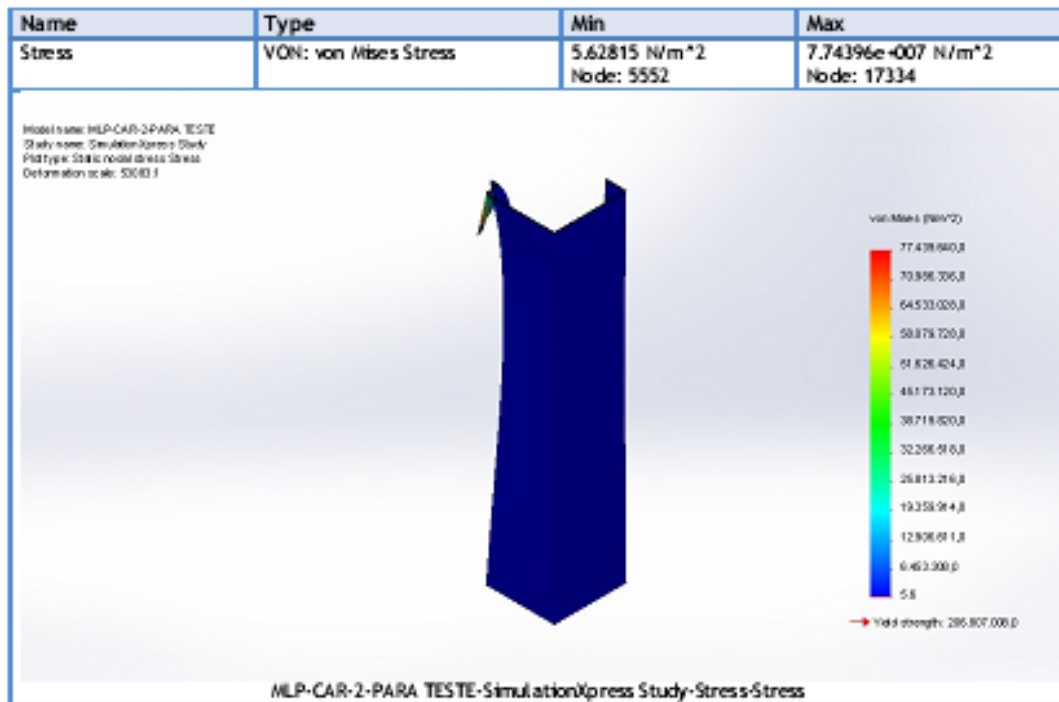

SOLIDWORKS

Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of MLP-CAR-2-PARA TESTE

6

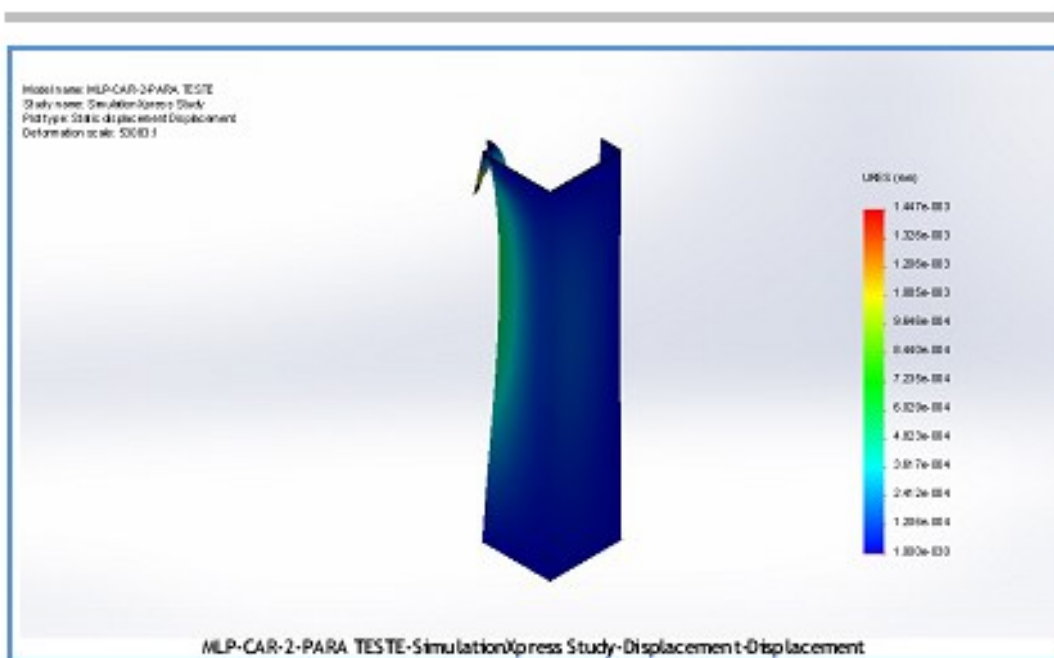
Study Results



Name	Type	Min	Max
Displacement	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 1	0.00144693 mm Node: 2372

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014



Name	Type
Deformation	Deformed Shape



Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of MLP-CAR-2-PARA_TESTE

8

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014

Model name: MLP-CAR-2-PARA TESTE
Study name: SimulationXpress Study
Plot type: Deformation Shape Deformation
Deformation scale: 50000.1



MLP-CAR-2-PARA TESTE-SimulationXpress Study-Displacement-Deformation

Name	Type	Min	Max
Factor of Safety	Max von Mises Stress	2.67056 Node: 17334	3.67451e+007 Node: 5552



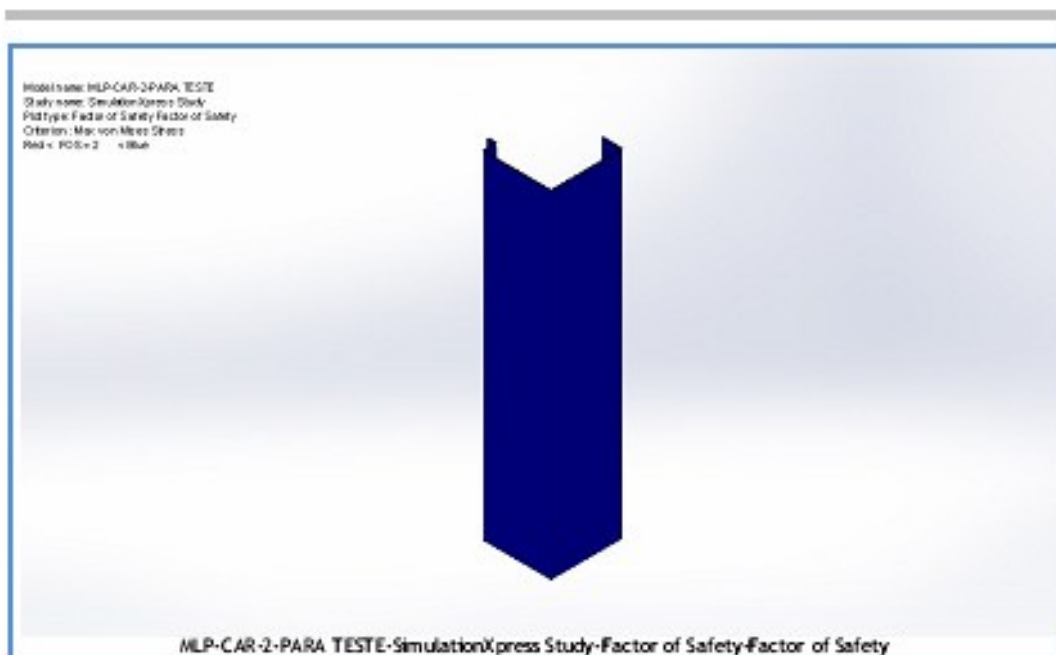
Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of MLP-CAR-2-PARA TESTE

9

Mestrado MTE

Telmo Farinha
16-12-2014



Conclusion



Analyzed with SolidWorks Simulation

Simulation of MLP-CAR-2-PARA_TESTE 10

Anexo IV - Ficha Técnica AAVA 632



AAVA 632/P T2 2,2kW

Dados gerais da série AAVA



CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

- Carcassa fabricada em chapa de aço laminado.
- Hélice com pás curvadas para alta (de magão) de aspiração simples e alto rendimento fabricada em chapa de aço laminado e revestida contra a corrosão com pó de resina epóxi.
- Protegida contra a corrosão com revestimento em pó de resina epóxi.
- Motor assíncrono, normalizado em gases de escape com proteção IP 55 e aquecimento classe F. Tensão de alimentação 230/400V 50Hz para motores trífase até 4kW e 400/690V 50Hz para polifase superiores.

APLICAÇÕES

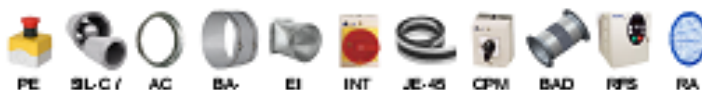
Projetadas para instalações em condutas, são indicadas para:

- Aplicações industriais, extração ou injeção localizada.
- Refrigeração de máquinas, amolecimento de papas.
- Transporte de ar quente.
- Aspiração de pó de filtros, separadores e caçotes.
- Transporte pneumático.
- Temperatura máxima de trabalho em continuos: transportada 130°C, ambiente 60°C.

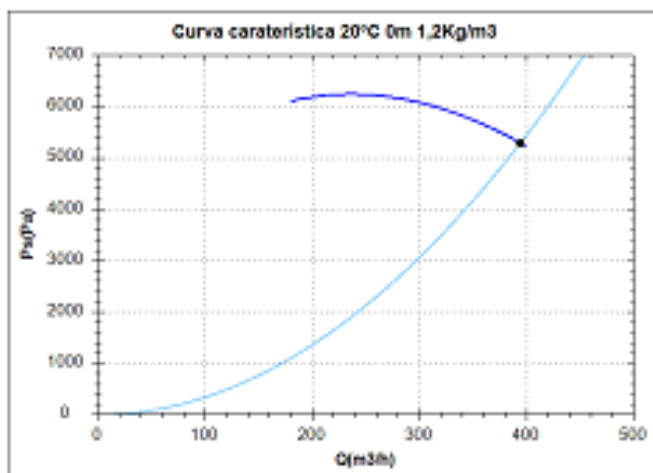
RECOMENDAMOS

- Ventiladores para trabalhar a 60Hz, tensão especial...
- Motor de 2 velocidades.
- Ventiladores antidifusantes ou antirretornáveis com motor certificado ATEX. Ventilador preparado para ar até 250°C.
- Ventiladores fabricados em chapa galvanizada a quente ou em aço inoxidável.

Acessórios da série AAVA



Curva característica



Ponto de projeto

Q (m³/h)	394,49
Pa (Pa)	5285,23

Ponto de serviço

Rpm hélice	2900
Tem. máx. (°C)	150
Q (m³/h)	394,49
Pa (Pa)	5285,23
Pd (Pa)	1359,59
Pl (Pa)	6695,23
Vel. ar (m/s)	47,61
SWL dB(A)	96 (INLET)
SPL dB(A)	82 (INLET)
Distância (m)	1,5

Dados técnicos

Hélice rpm	2900
Motor rpm	2800
Peso aprox. (kg)	11,9
Caudal máximo (m³/h)	400

Potência (kW)	2,2
Imax: 230V (A)	8,61
Imax: 400V (A)	4,58
Imax: 690V (A)	-



AAVA 632/P T2 2,2kW

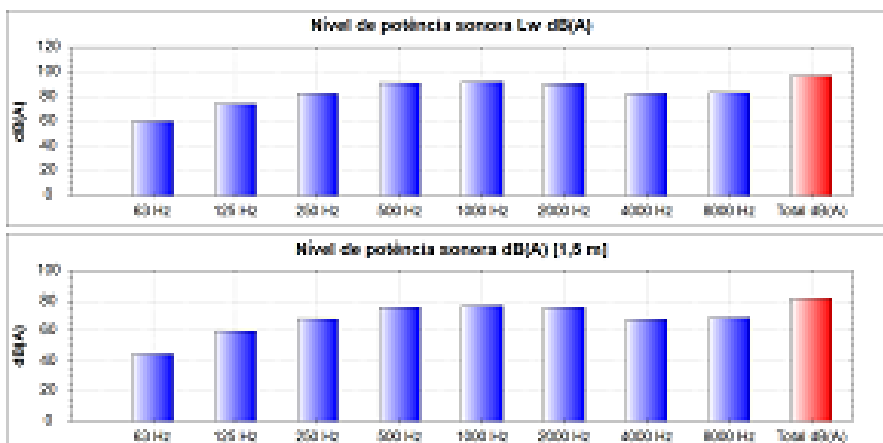
Acústica no ponto de serviço (INLET)

Potência dB(A)

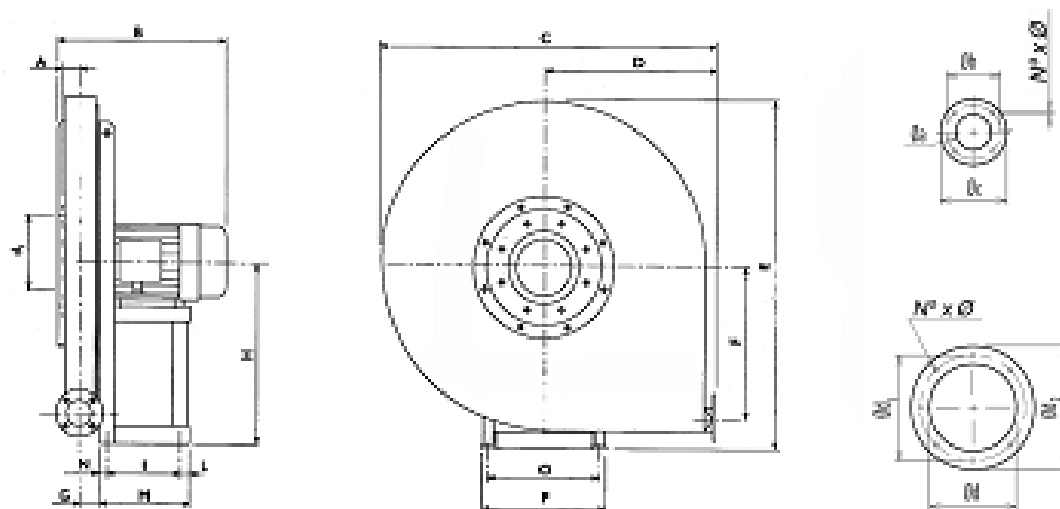
63 Hz	60
125 Hz	74
250 Hz	82
500 Hz	90
1000 Hz	92
2000 Hz	90
4000 Hz	82
8000 Hz	63
Total dB(A)	96

Pressão [1,5 m]

63 Hz	45
125 Hz	60
250 Hz	68
500 Hz	76
1000 Hz	77
2000 Hz	76
4000 Hz	68
8000 Hz	69
Total dB(A)	82



Esquema de dimensões



Dimensões (mm)

A = 38	B = 380	C = 710	D = 405	E = 680	F = 655	G = 62	H = 425	I = 130	L = 58	M = 285	N = 55
Nº x Ø = 6x8	Nº x Ø = 4x8	O = 24	Ø3 = 10	Ø4 = 54	Ø5 = 64	Ø6 = 104	Ød = 145	Ød1 = 182	Ød2 = 215	P = 260	

Anexo VI - Catálogo NORD – Motorreductor SK 13050

0,12 kW



P ₁ [kW]	n ₂ [min ⁻¹]	M ₂ [Nm]	f _B	i _{ges}	F _R [kN]	F _A [kN]	F _{RVL} [kN]	F _{AVL} [kN]	Type	kg	mm E
0,12	1,1	519	3,1	1507,71	16,2	12,0	16,2	16,0	SK 33100 - 63 S/4	68	E44-45
	1,4	411	3,9	1175,19	16,2	12,0	16,2	16,0			
	1,3	406	1,9	1198,81	9,4	9,0	13,0	12,0	SK 13080 - 63 S/4	39	E40-41
	1,7	329	2,3	956,44	9,8	9,0	13,0	12,0			
	2,0	281	2,7	805,28	10,0	9,0	13,0	12,0			
	2,3	249	3,1	706,25	10,1	9,0	13,0	12,0			
	2,5	225	3,4	630,68	10,1	9,0	13,0	12,0			
	2,4	233	3,0	#656,88	13,0	12,0	13,0	12,0	SK 12080 - 63 S/4	34	E38-39
	1,2	*475	0,8	#1343,63	4,9	7,8	9,0	10,0	SK 13063 - 63 S/4	29	E36-37
	1,4	*475	0,8	#1140,40	4,9	7,8	9,0	10,0			
	1,7	319	1,2	938,20	6,8	7,7	10,2	10,0			
	2,2	255	1,5	737,53	7,3	7,7	10,5	10,0			
	2,6	211	1,8	604,62	7,5	7,7	10,7	10,0			
	3,0	188	2,0	531,64	7,6	7,7	10,7	10,0			
	3,4	168	2,3	471,70	7,7	7,7	10,8	10,0			
	4,0	188	2,0	395,51	7,6	7,7	10,7	10,0			
	4,6	167	2,3	349,37	7,7	7,7	10,8	10,0			
	5,1	149	2,5	310,92	7,8	7,7	10,8	10,0			
	2,5	218	1,6	#626,79	7,5	7,8	10,6	10,0	SK 12063 - 63 S/4	24	E34-35
	3,0	187	1,9	#529,38	7,6	7,8	10,7	10,0			
	3,4	166	2,2	#464,61	7,7	7,8	10,8	10,0			
	6,0	127	2,7	#264,24	7,8	7,8	10,9	10,0			
	7,2	109	3,3	#223,17	7,9	7,8	10,9	10,0			
	8,1	96,0	3,8	#195,86	7,9	7,8	10,9	10,0			
	1,2	*244	0,8	1332,04	4,2	5,6	6,1	8,0	SK 13050 - 63 S/4	25	E32-33
	1,6	*244	0,8	992,23	4,2	5,6	6,1	8,0			
	1,8	*244	0,8	869,21	4,2	5,6	6,1	8,0			
	2,1	*244	0,8	755,77	4,2	5,6	6,1	8,0			
	2,4	231	0,8	664,56	4,4	5,6	6,1	8,0			
	2,7	206	0,9	586,37	4,7	5,6	6,1	8,0			
	3,4	168	1,2	474,31	5,1	5,6	6,1	8,0			
	3,9	148	1,3	411,76	5,2	5,6	6,1	8,0			
	4,8	160	1,2	333,43	5,1	5,6	6,1	8,0			
	5,4	141	1,4	293,19	5,3	5,6	6,1	8,0			
	7,6	102	1,9	209,25	5,5	5,6	6,1	8,0			
	8,8	89,2	2,2	181,66	5,6	5,6	6,1	8,0			
	10	88,4	2,2	158,12	5,6	5,6	6,1	8,0			
	11	77,8	2,5	139,04	5,6	5,6	6,1	8,0			
	13	68,9	2,8	122,68	5,7	5,6	6,1	8,0			
	16	56,0	3,4	99,23	5,7	5,6	6,1	8,0			
	18	48,9	3,7	86,15	5,7	5,6	6,1	8,0			
	21	46,0	3,0	76,61	5,7	5,6	6,1	8,0			
	24	40,4	3,2	67,37	5,7	5,6	6,1	8,0			
	27	35,8	3,6	59,44	5,7	5,6	6,1	8,0			
	33	29,1	3,8	48,08	5,7	5,6	6,1	8,0			
	3,0	185	1,0	524,79	4,9	5,6	6,1	8,0	SK 02050 - 63 S/4	20	E30-31
	3,6	157	1,2	440,13	5,2	5,6	6,1	8,0			
	4,1	139	1,3	385,56	5,3	5,6	6,1	8,0			
	6,9	112	1,6	231,41	5,5	5,6	6,1	8,0			
	8,2	94,9	2,0	194,18	5,6	5,6	6,1	8,0			
	9,4	83,6	2,2	170,10	5,6	5,6	6,1	8,0			
	11	58,2	3,0	147,90	5,7	5,6	6,1	8,0			
	12	51,9	3,2	130,05	5,7	5,6	6,1	8,0			
	14	46,5	3,6	114,75	5,7	5,6	6,1	8,0			
	17	38,6	4,4	92,82	5,7	5,6	6,1	8,0			
	20	34,2	4,9	80,58	5,7	5,6	6,1	8,0			
	24	33,8	5,0	65,25	5,7	5,6	6,1	8,0			
	28	30,0	5,6	57,38	5,7	5,6	6,1	8,0			
	32	26,7	5,8	50,63	5,7	5,6	6,1	8,0			
	39	21,9	7,1	40,95	5,8	5,6	6,1	8,0			
	45	19,3	8,0	35,55	5,7	5,6	6,1	8,0			

* ⇒ A54
#

E4

G1000 • 60 Hz

www.nord.com



0,12 kW
0,18 kW

P ₁ [kW]	n ₂ [min ⁻¹]	M ₂ [Nm]	f _B	i _{ges}	F _R [kN]	F _A [kN]	F _{R VL} [kN]	F _{AVL} [kN]	Type	kg	mm E
0,12	52	18,2	8,5	30,94	5,4	5,6	6,1	8,0	SK 02050 - 63 S/4	20	E30-31
	59	16,0	9,7	27,21	5,2	5,6	6,1	8,0			
	66	14,2	10,9	24,01	5,0	5,6	6,1	8,0			
	82	11,6	12,5	19,42	4,6	5,6	6,1	8,0			
	94	10,2	11,8	16,86	4,4	5,6	6,1	8,0			
	108	8,9	12,6	14,72	4,3	5,6	6,1	8,0			
	121	8,2	14,6	13,18	4,1	5,6	6,1	8,0			
	137	7,3	15,5	11,63	3,9	5,6	6,1	8,0			
	170	5,9	18,5	9,41	3,7	5,6	6,1	8,0			
	195	5,2	21,2	8,17	3,5	5,6	6,1	8,0			
	223	4,6	23,0	7,13	3,3	5,5	6,1	8,0			
0,18	1,1	764	2,1	1507,71	16,2	12,0	16,2	16,0	SK 33100 - 63 L/4	68	E44-45
	1,4	606	2,6	1175,19	16,2	12,0	16,2	16,0			
	1,4	599	1,3	1198,81	8,0	9,0	12,7	12,0	SK 13080 - 63 L/4	39	E40-41
	1,7	485	1,6	956,44	8,9	9,0	13,0	12,0			
	2,0	414	1,9	805,28	9,4	9,0	13,0	12,0			
	2,3	367	2,1	706,25	9,6	9,0	13,0	12,0			
	2,6	332	2,3	630,68	9,8	9,0	13,0	12,0			
	3,0	290	2,7	542,07	9,9	9,0	13,0	12,0			
	3,4	260	3,0	482,13	10,0	9,0	13,0	12,0			
	4,0	287	2,7	403,20	9,9	9,0	13,0	12,0			
	4,8	244	2,9	339,48	10,1	9,0	13,0	12,0			
	2,5	344	2,1	#656,88	13,0	12,0	13,0	12,0	SK 12080 - 63 L/4	34	E38-39
	5,9	201	3,5	#276,92	13,0	12,0	13,0	12,0			
	1,7	470	0,8	938,20	5,0	7,7	9,1	10,0	SK 13063 - 63 L/4	29	E36-37
	2,2	375	1,0	737,53	6,3	7,7	9,8	10,0			
	2,7	311	1,2	604,62	6,9	7,7	10,2	10,0			
	3,1	277	1,4	531,64	7,1	7,7	10,4	10,0			
	3,4	248	1,5	471,70	7,3	7,7	10,5	10,0			
	4,1	277	1,4	395,51	7,1	7,7	10,4	10,0			
	4,6	246	1,5	349,37	7,3	7,7	10,5	10,0			
	5,2	220	1,7	310,92	7,5	7,7	10,6	10,0			
	6,4	181	2,0	254,89	7,6	7,7	10,7	10,0			
	7,2	161	2,3	224,12	7,7	7,7	10,8	10,0			
	2,6	322	1,1	#626,79	6,8	7,8	10,1	10,0	SK 12063 - 63 L/4	24	E34-35
	3,1	275	1,3	#529,38	7,1	7,8	10,4	10,0			
	3,5	245	1,5	#464,61	7,3	7,8	10,5	10,0			
	6,2	188	1,9	#264,24	7,6	7,8	10,7	10,0			
	7,3	160	2,3	#223,17	7,7	7,8	10,8	10,0			
	8,3	141	2,5	#195,86	7,8	7,8	10,9	10,0			
	8,9	107	3,0	183,60	7,9	7,7	10,9	10,0			
	10	96,6	3,2	162,18	7,9	7,7	10,9	10,0			
	3,4	248	0,8	474,31	4,1	5,6	6,1	8,0	SK 13050 - 63 L/4	25	E32-33
	3,9	218	0,9	411,76	4,5	5,6	6,1	8,0			
	4,9	236	0,8	333,43	4,3	5,6	6,1	8,0			
	5,6	208	0,9	293,19	4,7	5,6	6,1	8,0			
	7,8	150	1,3	209,25	5,2	5,6	6,1	8,0			
	8,9	131	1,5	181,66	5,4	5,6	6,1	8,0			
	10	130	1,5	158,12	5,4	5,6	6,1	8,0			
	12	115	1,7	139,04	5,5	5,6	6,1	8,0			
	13	102	1,9	122,68	5,5	5,6	6,1	8,0			
	16	82,5	2,3	99,23	5,6	5,6	6,1	8,0			
	19	72,1	2,5	86,15	5,6	5,6	6,1	8,0			
	21	67,7	2,1	76,61	5,7	5,6	6,1	8,0			
	24	59,6	2,2	67,37	5,7	5,6	6,1	8,0			
	27	52,8	2,5	59,44	5,7	5,6	6,1	8,0			
	34	42,8	2,6	48,08	5,7	5,6	6,1	8,0			
	3,7	231	0,8	440,13	4,4	5,6	6,1	8,0	SK 02050 - 63 L/4	20	E30-31
	4,2	204	0,9	385,56	4,7	5,6	6,1	8,0			
	7,0	166	1,1	231,41	5,1	5,6	6,1	8,0			
	8,4	140	1,3	194,18	5,3	5,6	6,1	8,0			
	9,6	123	1,5	170,10	5,4	5,6	6,1	8,0			

→ A54

www.nord.com

G1000 • 60 Hz

E5



