



DESIDRATADOR INDUSTRIAL DE CASTANHAS: MODELO DE NEGÓCIO E
PROJETO MECÂNICO

PEDRO CHEBENSKI JÚNIOR

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em:

Engenharia Industrial

Ramo Engenharia Mecânica

Junho de 2020

PEDRO CHEBENSKI JÚNIOR

DESIDRATADOR INDUSTRIAL DE CASTANHAS: MODELO NEGÓCIO E
PROJETO MECÂNICO

Dissertação apresentada ao Programa de Dupla
Diplomação entre a Universidade Tecnológica
Federal do Paraná e o Instituto Politécnico de
Bragança, como requisito para a obtenção do
título de Mestre em Engenharia Industrial.

Orientador: Luís Frólén Ribeiro

Co-orientador: Thiago Antonini Alves

BRAGANÇA

2020

*A Jesus, meus pais, meu irmão, meus amigos
pelo apoio e amor incondicional.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer a Deus pelas bênçãos que recebo em minha vida. Aos meus pais e meu irmão que sempre me apoiaram e me estimularam para não perder o foco e celebrar cada conquista.

Minha sincera gratidão ao meu orientador, Professor Doutor Luís Frólén Ribeiro do Instituto Politécnico de Bragança e ao meu co-orientador Professor Doutor Thiago Antonini Alves da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Ponta Grossa, pela ajuda em cada etapa desta dissertação. Agradeço imensamente meu companheiro de projeto André Pires, pelas horas de troca de conhecimento. Muito obrigado.

Devo também agradecer ao Instituto Politécnico de Bragança por disponibilizar espaço, juntamente com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná por proporcionar este intercâmbio e por todos os ensinamentos que tive com cada colaborador da instituição.

Por fim, agradeço imensamente aos meus amigos de UTFPR campus Ponta Grossa e campus Cornélio Procopio, do IPB e da minha cidade natal, especialmente, à Nadine Wagner, ao Allefe Jardel, à Ana Penaquini, ao Marcos Oliveira, à Vitória Ceccato, à Érica Oliveira, ao Fernando Chicalski e ao Alexandre Zwierzykowski que me ajudaram a ser quem sou hoje.

RESUMO

O estudo apresentado nesta dissertação de mestrado é constituído por 2 partes principais: a primeira onde se apresenta um Business Model Canvas para um desidratador de castanhas; a segunda parte se apresenta simulações numéricas para dois componentes da câmara de desidratação: uma comporta e uma das bases de sustentação.

Com a parte I desta dissertação realizou-se um plano de negócios e uma análise das vantagens do negócio de um desidratador industrial de castanhas, a finalidade foi entender o nicho de mercado e as vantagens do produto. O modelo de plano de negócio escolhido foi o Business Model Canvas, pois é um modelo claro e visível. Os custos para iniciar a comercialização do desidratador estão na secção 4.9. Para a construção de uma máquina e realizações de teses são necessários € 29400,00. Os custos mais relevantes são: a mão de obra para realização dos serviços, cerca de € 13000,00; a bomba de calor que é € 6000,00 e o local para a realização dos testes e de funcionamento da empresa que é € 4800,00. Além disso, a análise das vantagens do negócio foi: flexibilidade na aquisição do produto, mas o principal é possuir um baixo custo de aquisição e de manutenção.

Na parte II foram realizadas simulações numéricas para uma das comportas e uma das bases de sustentação da câmara de desidratação. Foram realizadas com o auxílio do software comercial ANSYS® Workbench TM 19.0. Os resultados das simulações numéricas são mostrados na secção 4. Para a comporta tem-se uma carga distribuída de 75kg verificou-se a tensão máxima encontrada foi 70,68% inferiores a tensão do material da estrutura descrito na secção 3.2, incluindo o coeficiente de segurança. O deslocamento máximo da comporta foi de 0,2232 mm. Para a base da câmara desidratação tem-se uma carga distribuída de 500kg, peso das castanhas e estrutura dividido pelas dezesseis bases que sustentam a câmara de desidratação. Verificou-se a tensão máxima encontrada foi 75% inferiores a tensão do material da estrutura descrito na secção 3.2, incluindo o coeficiente de segurança. O deslocamento máximo deste componente foi de 0,053mm.

Palavras Chave: Business Model Canvas, análise SWOT, análise estrutural, comporta, base de sustentação.

ABSTRACT

The study presented in this master's dissertation consists of 2 main parts: the first where a Business Model Canvas for a chestnut dehydrator is presented; the second part presents numerical simulations for two components of the dehydration chamber: a floodgate and one of the support bases.

With part I of this dissertation, a business plan and an analysis of the business advantages of an industrial chestnut dehydrator were carried out, the purpose was to understand a portion of the market and the advantages of the product. The business plan model chosen was the "Business Model Canvas", as it is a clear and visible model. The costs for starting the commercialization of the dehydrator are in section 4.9. For the construction of a machine and the realization of these, € 29400.00 is required. The most relevant costs are: the labor to perform the services, about € 13,000.00; the heat pump which is € 6000.00 and the place for carrying out the tests and operating the company which is € 4800.00. In addition, the analysis of the business advantages was: flexibility in purchasing the product, but the main thing is to have a low acquisition and maintenance cost.

In part II, numerical simulations were performed for one of the gates and one of the support bases of the dehydration chamber. They were performed with the help of the commercial software ANSYS® Workbench TM 19.0. The results of the numerical simulations are shown in section 4. For the floodgate there is a distributed load of 75kg, the maximum stress found was 70.68% lower than the tension of the structure material described in section 3.2, including the coefficient of safety. The maximum displacement of the gate was 0.2232mm. For the base of the dehydration chamber there is a distributed load of 500kg, weight of the chestnuts and structure divided by the sixteen bases that support the dehydration chamber. The maximum stress found was found to be 75% less than the tension of the structure material described in section 3.2, including the safety factor. The maximum displacement of this component was 0.053mm.

Keywords: Business Model Canvas, SWOT analysis, structural analysis, floodgate, support base.

ÍNDICE

PREFÁCIO	XIV
PARTE I	15
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	1
1.3. DESIDRATADOR DE CASTANHAS.....	2
1.4. ESTRUTURA PARTE I.....	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1. ESTADO DA ARTE.....	3
2.1.1. Métodos de secagem.....	3
2.1.2. Desidratadores.....	4
2.2. ANÁLISE SWOT.....	5
2.3. PLANO DE NEGÓCIO.....	6
2.3.1. Amit & Zott.....	7
2.3.2. Osterwalder & Pigneur.....	7
2.3.3. Morris, Schindehutte e Allen.....	8
2.3.4. Osterwalder & Pigneur.....	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1. BUSINESS MODEL CANVAS.....	10
3.2. DETALHAMENTO DO BUSINESS MODEL CANVAS.....	10
3.2.1. Grupo “quem?”.....	10
3.2.2. Grupo “o quê?”.....	11
3.2.3. Grupo “como?”.....	12
3.2.4. Grupo “qual?”.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
4.1. BUSINESS MODEL CANVAS.....	15
4.2. SEGMENTO DE CLIENTES.....	16
4.3. PROPOSTA DE VALOR.....	16

4.4. CANAIS.....	17
4.5. RELACIONAMENTO COM CLIENTES.....	18
4.6. RECEITAS.....	18
4.7. RECURSOS CHAVES	19
4.8. ATIVIDADES CHAVE	19
4.9. PARCERIAS CHAVE.....	20
4.10. CUSTOS.....	20
4.11. ANÁLISE SWOT	21
5. CONCLUSÃO	25
5.1. CONCLUSÕES GERAIS.....	25
5.2. LINHAS FUTURAS DE INVESTIGAÇÃO	26
PARTE II.....	27
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	1
1.2. ESTRUTURA PARTE II.....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1. ANÁLISE ESTRUTURAL	3
2.2. O MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS.....	3
2.3. GEOMETRIA E DIFERENTES MALHAS DOS COMPONENTES.....	6
2.3.1. Geometria das malhas.....	6
2.3.2. Qualidade dos elementos de malha	7
2.4. TIPOS DE RESTRIÇÕES.....	7
2.5. MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DOS COMPONENTES.....	9
2.6. COEFICIENTE DE SEGURANÇA E NORMAS DE PROJETO	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1. SITUAÇÃO PRÉVIA.....	12
3.2. COEFICIENTE DE SEGURANÇA PARA DESIDRATADOR DE CASTANHA	12
3.3. MATERIAL.....	13
3.4. ANÁLISE ESTRUTURAL.....	13
3.5. PRÉ-ANÁLISE	14
3.5.1. Desidratador de castanhas	14

3.5.2. Comporta.....	16
3.5.3. Base de sustentação da máquina	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DA COMPORTA.....	20
4.1.1. Perspectiva Explodida.....	21
4.1.2. Deslocamento Total.....	23
4.1.3. Tensão equivalente de Von-Mises	23
4.1.4. Coeficiente de segurança.....	24
4.2. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA BASE DE SUSTENTAÇÃO DA CÂMARA DE DESIDRATAÇÃO.....	25
4.2.1. Deformação Total.....	25
4.2.2. Tensão equivalente de Von-Mises	26
4.2.3. Coeficiente de segurança.....	27
4.3. DESENHO DE CONSTRUÇÃO MECÂNICA.....	28
5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	29
5.1. CONCLUSÕES GERAIS.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Secador de cabine, e esquema de montagem e funcionamento [5]....	4
Figura 1.2 - Secador de túnel [4].	5
Figura 1.3 - Análise SWOT.....	6
Figura 1.4 - Tela do modelo de negócio [16].	14
Figura 1.5 - Business Model Canvas.....	15
Figura 1.6 - Análise SWOT do desidratador de castanhas.....	22
Figura 2.1 - Similaridade entre um elemento e uma mola carregados axialmente [21].	4
Figura 2.2 - Deslocamento e forças nas extremidades de uma mola [21].	5
Figura 2.3 - Dois elementos ou molas de série com rigidez, deslocamentos e forças diferentes [21].	5
Figura 2.4 - Alguns elementos finitos comuns [20].	6
Figura 2.5 - Desenho esquemático da câmara de desidratação.	15
Figura 2.6 - Ilustração dos constringimentos da simulação de uma das comportas.	17
Figura 2.7 - Refinamento da malha para a simulação em uma das comportas... ..	18
Figura 2.8 - Ilustração dos constringimentos para simulação uma das bases de sustentação.	19
Figura 2.9 - Simulação da tensão Von-Mises de uma das comportas antes das mudanças.....	21
Figura 2.10 - Perspectiva explodida de uma das comportas.	22
Figura 2.11 - Simulação da deformação total de uma das comportas.....	23
Figura 2.12 - Simulação da tensão Von-Mises de uma das comportas.....	24
Figura 2.13 - Simulação do coeficiente de segurança de uma das comportas... ..	25
Figura 2.14 - Simulação da deformação total de uma das bases de sustentação.....	26
Figura 2.15 - Simulação da tensão equivalente de Von-Mises de uma das bases de sustentação.	27
Figura 2.16 - Simulação do coeficiente de segurança de uma das bases de sustentação.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Orçamento do desidratador de castanhas.	21
Tabela 2.1 - Faixa de valores de Skewness [23].	7
Tabela 2.2 - Tipos de restrições do Ansys [23].	8
Tabela 2.3 – Fatores para determinar um coeficiente de segurança para materiais dúcteis [20].	10
Tabela 2.4 - Propriedades mecânicas do aço estrutural [27].	13
Tabela 2.5 – Lista de componente de uma das comportas.	22

LISTA DE SIGLAS

IPB	Instituto Politécnico de Bragança
MORE COLAB	Laboratório Colaborativo Montanhas de Investigação
MEF	Método Elementos Finitos

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo Gregos	Descrição	Unidade
ν	Coeficiente de Poisson	[-]
σ	Tensão superficial	[N/m]
ε	Deformação	[m]

Símbolo Latinos	Descrição	Unidade
A	Área	[m ²]
F	Força	[N]
E	Módulo de Young ou Módulo de elasticidade	[Pa]
k	Constante elástica	[N/m]
n	Coeficiente de segurança	[-]

Prefácio

Esta dissertação é parte de um trabalho em dupla. Sendo assim, dividida em duas dissertações: uma com o projeto mecânico do desidratador apresentado pelo André Pires e a outra a presente dissertação. O desidratador é uma máquina constituída por: uma bomba de calor, um depósito de inércia, a uma caixa de ventilação e uma câmara de desidratação.

Esta dissertação está dividida em duas partes principais:

Parte I Plano de Negócio;

Parte II Simulações dos componentes.

A Parte I desta dissertação trata-se da elaboração de um modelo de negócios simples, objetivo e visual para um desidratador de castanhas. Nesta parte, tem-se uma breve explicação sobre o que é plano de negócio. Além disso, há um Business Model Canvas para o desidratador de castanhas.

Na Parte II, descreve-se as simulações de dois componentes do desidratador de castanhas: comportas e bases de sustentação. Realizou-se assim uma análise numérica, utilizando o método de elementos finitos para validar as alterações necessárias. O intuito é dimensionar com maior confiabilidade o projeto do desidratador de castanhas.

PARTE I

BUSINESS MODEL CANVAS

1. Introdução

1.1. Contexto e motivação

O *Castanea sativa* Miller é uma espécie de muita importância para a economia da Europa mediterrânica e, em particular, em Portugal [1]. A região de destaque na produção de castanhas em Portugal é a região Norte, nesta região são produzidas quase 30 mil toneladas das 34 mil toneladas totais, isso equivale a 88,15% da produção da produção nacional de castanhas [2].

A desidratação da castanha é um método utilizado há muito tempo para garantir a disponibilidade do produto durante o ano todo uma vez que é um produto sazonal. Sendo assim, tem-se um grande potencial de negócio na área de secagem de castanhas.

Portanto, um nicho de mercado e pessoas com a capacidade de empreender não são suficientes para que uma ideia com potencial se transforme em um negócio. Além disso é de extrema importância um plano de negócios estruturado e condizente com a realidade do projeto. Transformando assim, uma ideia em projeto e o projeto em realidade.

1.2. Objetivos

O objetivo é a elaboração de um plano de negócio para a comercialização de uma máquina para desidratar castanhas na região de Bragança uma vez que esta é a região com maior produção de castanhas de Portugal.

1.3. Desidratador de castanhas

O desidratador de castanhas é composto por quatro componentes principais sendo eles: uma bomba de calor, um depósito de inércia, a uma caixa de ventilação e uma câmara de desidratação. O projeto do equipamento teve alguns objetivos centrais dentre eles fazer uma máquina o mais compacta possível para a ocupação do menor espaço no armazém dos clientes. A câmara de desidratação possui 4 fases de desidratação com aproximadamente 250kg de castanhas cada, dando um total de 1000kg de castanhas desidratadas por ciclo da máquina.

1.4. Estrutura parte I

A primeira parte desta tese encontra-se dividida em cinco capítulos:

Este primeiro capítulo é composto pela introdução ao tema de plano de negócios e um breve comentário os motivos para desenvolver o projeto na região de Bragança.

No segundo capítulo estão presentes os fundamentos teóricos, onde são apresentados conceitos como empreendedorismo e plano de negócios. Além disso, são explicados os conceitos das 5 forças de Porter e de análise SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats.

O terceiro capítulo apresenta algumas estruturas de planos de negócios, dando ênfase na estrutura Business Model Canvas que foi a metodologia do presente trabalho.

No quarto capítulo encontra-se o plano de negócios Business Model Canvas desenvolvido para o desidratador de castanhas.

O último capítulo apresenta as conclusões e as sugestões para trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Estado da arte

2.1.1. Métodos de secagem

Os métodos de secagem podem ser, naturais (ou dessecação) ou artificiais (ou desidratação).

A secagem natural é expor à radiação solar colocado em piso apropriado capaz de reter calor que leva a que o alimento perca água por evaporação. São também utilizados pavilhões com ventiladores e aspiradores [3]. As condições climatéricas necessárias são de temperaturas altas, vento moderado e baixa humidade relativa. Este processo acaba por ser lento, precisa de grandes áreas e com perdas de produto devido à contaminação por insetos, micro-organismos e pelas enzimas na presença de água [4].

Nos processos de secagem artificiais a desidratação dos alimentos é feita por aplicação direta de calor, por meio de vapor superaquecido ou sistemas de vácuo. As fontes de aquecimento do ar por sistemas indiretos podem ser o sol, a lenha, o gás, o óleo, o vapor e a energia elétrica. Sendo estes sistemas mistos usando o sol teremos uma economia energética. No caso dos equipamentos, eles controlam a temperatura, humidade relativa do ar e a velocidade do ar de secagem. Este tipo de processo garante produtos de qualidade num menor tempo de processamento. Este tipo de secagem exige capital e mão-de-obra especializada [5].

2.1.2. Desidratadores

Existe dois tipos principais de secadores utilizados são eles: do tipo cabine e os do tipo túnel.

As secadores tipo cabine são constituídos por uma câmara que recebe as bandejas com o produto e por um compartimento onde é feito o condicionamento do ar de secagem, que é impulsionado por um ventilador, passando por um sistema de aquecimento e entrando em contato com a matéria-prima, iniciando o processo de secagem. Em secadores de grande capacidade, as bandejas são colocadas em carrinhos para facilitar o carregamento e movimentação para o equipamento [5]. A Figura 1.1 é um exemplo deste tipo secador, tem-se a estrutura mostrado o acoplamento ao secador das bandejas de tela de náilon (a), da bandeja de aço galvanizado (b), do sistema de aquecimento e ventilação (c), do movimento do ar (d) e das guias em cantoneira (e).

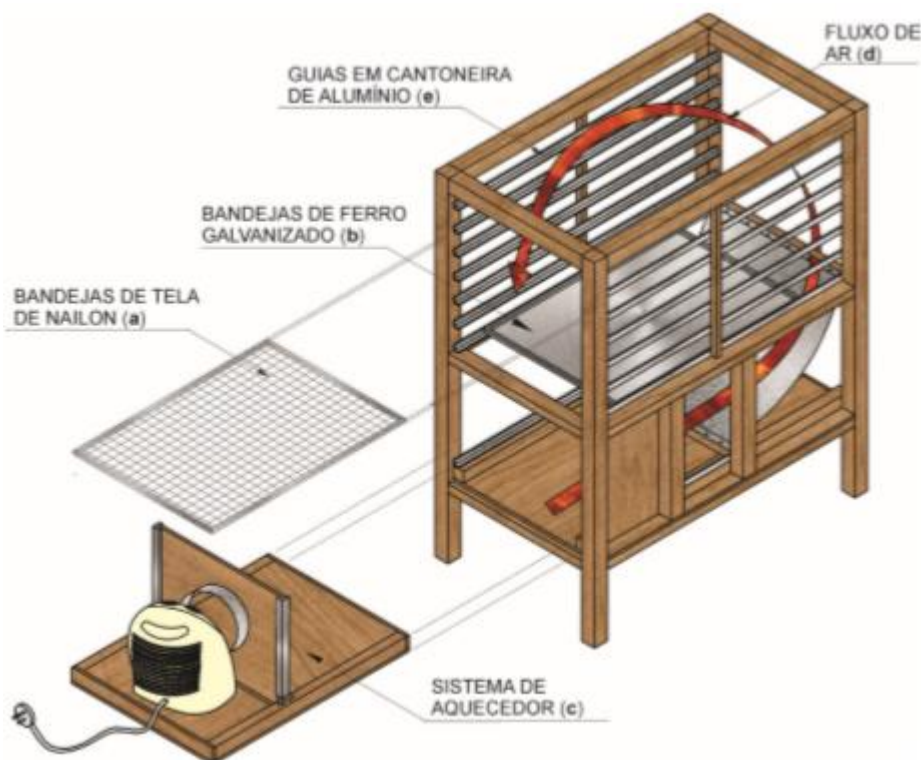


Figura 1.1 - Secador de cabine, e esquema de montagem e funcionamento [5].

Os secadores tipo túnel são recomendados para o processamento de grandes quantidades de matéria-prima e requerem um pouco mais de habilidade para a sua operacionalização, onde deve-se promover a recirculação não somente entre as bandejas, como também na posição dos carrinhos, para ter um produto final com

características mais homogêneas [4]. A Figura 1.2, é um exemplar de um secador tipo túnel, nele o aquecimento do ar é pela queima de biomassa.

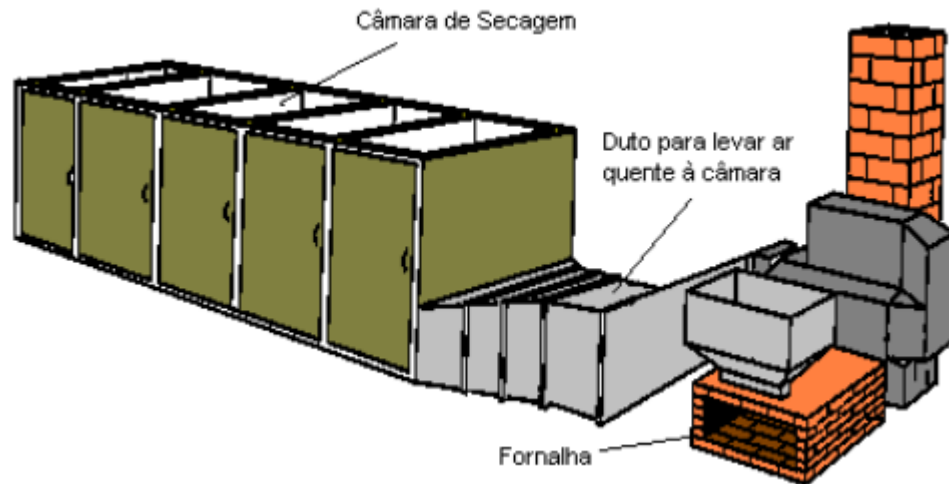


Figura 1.2 - Secador de túnel [4].

2.2. Análise SWOT

Para Luecke, 2008, a estratégia começa com metas, estas metas são influenciadas por uma percepção iterativa do ambiente externo e das capacidades internas da organização. Da mesma maneira, as opções estratégicas disponíveis para uma empresa surgem do processo de olhar para dentro e para fora [6].

O objetivo principal da análise SWOT é realizar uma investigação no ambiente interno e identificar ameaças e oportunidades relacionadas ao negócio. Na análise do ambiente interno são levantadas as forças e as fraquezas do negócio. A figura abaixo ilustra a matriz SWOT.

	AJUDA	ATRAPALHA
INTERNA (ORGANIZAÇÃO)	FORÇA	FRAQUEZAS
EXTERNA (AMBIENTE)	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS

Figura 1.3 - Análise SWOT.

Esta ferramenta tem como benefícios: sua simplicidade; seus custos comparativamente menores do que outras análises; sua flexibilidade; sua capacidade de síntese e integração e sua colaboração que este processo gera dentro da organização [7].

Resumidamente análise SWOT é a avaliação global das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (dos termos em inglês strengths, weaknesses, opportunities, threats) [8].

2.3. Plano de Negócio

Em um plano de negócio bem estruturado estão descritas as características do negócio, de que maneira se deve trabalhar e as estratégias para alcançar espaço no mercado. Neste plano deve também constar as projeções de despesas, receitas e dos resultados financeiros esperados. São muitas as empresas que funcionam por um bom tempo, mesmo sem um plano de negócio, porém esta é uma opção limitadora e de alto risco. Pesquisas realizadas nos Estados Unidos indicam que um plano de negócio aumenta em 70% a probabilidade de sucesso dos negócios [9].

Por tanto, com um plano de negócio, é possível identificar os riscos antes mesmo de abrir o negócio e conseguir propor planos para minimizá-los ou ainda até evita-los; a identificação dos seus pontos fortes e fracos em relação à concorrência do mesmo setor ou setores parecidos; além disso, conhecer seu mercado e definir estratégias de marketing para seus produtos e serviços; analisar o desempenho financeiro de seu negócio, avaliar investimentos, retorno sobre o capital investido [10]. Sendo assim, com um plano de negócio bem estruturado o empreendedor possui um ótimo guia que norteará todas as ações de sua empresa e de seus projetos.

A seguir tem-se uma breve história sobre as inúmeras estruturas de planos de negócios. É fato que não existe grupo de componentes de modelo de negócios que seja amplamente aceite [11]. Existem autores que propõem que os componentes do modelo de negócio estão interligados e ao mesmo tempo são interdependentes [12].

2.3.1. Amit & Zott

No de 2001, os autores Amit e Zott, introduziram sua teoria baseada em três pontos principais, citados abaixo:

- 1- Contedo das transações;
- 2- Estrutura das transações;
- 3- Gestão das transações.

Para os autores o plano de negócios é uma criação de valor através da exploração de oportunidades de negócios [13].

2.3.2. Osterwalder & Pigneur

Em 2002, os pesquisadores Osterwalder e Pigneur, fizeram a sua primeira proposta de estruturar um plano de negócios. Na ocasião, eles identificaram quadro principais pilares, listados a seguir:

1. Os produtos e serviços;
2. A infraestrutura e a rede de parceiros;
3. O capital de relacionamento;
4. Os aspetos financeiros.

2.3.3. Morris, Schindehutte e Allen

Em 2005, o trio de autores propôs uma abordagem diferentes das conhecidas até então conhecidas. Para Morris, Schindehutte e Allen é necessário ser abordar os seis fatores com a resposta das seis questões abaixo:

1. Fatores relacionados à oferta: Como podemos criar valor?
2. Fatores de mercado: Para quem criar valor?
3. Fatores de capacidade interna: Qual é a nossa fonte de competência?
4. Fatores Estratégia Competitiva: Como é que nós vamos posicionar de forma competitiva?
5. Fatores económicos: Como ganhar dinheiro?
6. Fatores pessoais / investidores: Qual o nosso tempo, propósito e tamanho da ambição?

Em vista disso, para eles a resposta das questões iria proporcionar um plano de negócio robusto e eficiente.

2.3.4. Osterwalder & Pigneur

Em 2010, Osterwalder e Pigneur atualizaram sua teoria sobre o plano de negócio. Nesta atualização, identificam nove componentes primordiais, os nove passos estão citados abaixo:

1. Segmento de clientes;
2. Relações com clientes;
3. Canais;
4. Proposição de valor;
5. Parcerias-chave;
6. Atividades chave;
7. Recursos-chave;
8. Fluxo de rendimento;
9. Estrutura de custos.

As nove etapas de Osterwalder e Pigneur, no capítulo de materiais e métodos os passos estarão melhor detalhados, pois serviram de base para o desenvolvimento do Business Model Canvas. Porém conforme orientação do

próprio autor, com adaptações a realidade do negócio e da necessidade do desenvolvimento do produto.

3. Materiais e Métodos

3.1. Business Model Canvas

Segundo Osterwalder e Pigneur (2009), um modelo de negócio pode ser bem descrito com nove blocos constitutivos básicos. que mostram a lógica de como uma empresa tem intenções de ganhar dinheiro. Tendo isso em mente, foi proposto uma metodologia denominada de Business Model Canvas.

O Business Model Canvas é um dos métodos mais usados atualmente para começar um negócio, pois os tópicos e conteúdos necessários para montar o Business Model Canvas costumam ser mais simples comparados com um plano de negócio. Este modelo de documento é feito de modo visual e simples. Assim, auxilia na gestão do futuro negócio.

3.2. Detalhamento do Business Model Canvas

3.2.1. Grupo “quem?”

O objetivo deste grupo é identificar o público alvo do produto ou do serviço prestado. Sendo assim são maiores as chances de criar um relacionamento forte com o cliente. É composto pelos segmentos de clientes, relações com os clientes e canais [14].

3.2.1.1. Segmentos de clientes

Nesta subdivisão o objetivo principal é responder às seguintes questões: Para quem estamos criando valor? Com a resposta a esta pergunta é possível entende qual é a aparência do cliente, pois os clientes podem ser milhares, por vezes milhões e diferem uns dos outros, nos seus hábitos, gostos e exigências [15].

No trabalho, Osterwalder e Pigneur (2010), fica caracterizado este bloco como: O bloco constitutivo referente aos segmentos de clientes define os vários grupos de pessoas ou organizações que uma empresa visa atingir. Torna-se necessário para a conseguir satisfazer melhor as necessidades dos clientes.

3.2.1.2. Relações com os Clientes

Já neste bloco o importante é responder: Qual é o tipo de relacionamento de cada um dos nossos segmentos de clientes espera que estabeleçamos com eles? Responder a esta questão é um elemento determinante de um modelo de negócio na medida em que revela muitos dos valores da empresa ou do produto. Para os autores base este bloco constitutivo referente às relações com os clientes descreve os tipos de relações que uma empresa estabelece com segmentos de clientes específicos [16].

3.2.1.3. Canais

A pergunta neste bloco é simples, como alcançar os clientes? Porém, a execução é uma tarefa muito mais complexa. É a maneira que uma empresa utiliza para chegar aos seus clientes, ou seja, como comunica e distribui os seus produtos e tenta influenciar os seus segmentos de clientes para proporcionar uma proposta de valor [16]. Os canais de distribuição podem ser diretos, com a venda direta dos produtores aos consumidores e canais indiretos ou longos, nos quais entre os produtores e os consumidores finais existem um ou mais intermediários como os grossistas, os retalhistas, os parceiros comerciais, etc. [17].

3.2.2. Grupo “o quê”?

3.2.2.1. Proposta de valor

Neste grupo são levantadas propostas de valor são oferecidas ao mercado e é composto pela proposição de valor [18]. O foco nesta etapa é responder: Qual a necessidade que minha empresa atende, o problema que minha empresa resolve ou a situação que minha empresa melhora com o serviço prestado?

Basicamente neste ponto deve-se colocar a proposta de valor é a razão pela qual os clientes preferem uma empresa e não outra [19]. É de fundamental importância mostrar diferenciação da concorrência nesta etapa. Estes valores

podem ser quantitativos ou podem ser qualitativos dependendo de cada seguimento de negócio.

3.2.3. Grupo “como”?

Neste grupo são especificados como as de infraestrutura e de logística são solucionadas. É composto pelos blocos, parcerias chave, atividades chave e recursos chaves [14].

3.2.3.1. Parcerias-chave

Neste tópico a questão que norteia é: Quais são os fornecedores e os parceiros para apoiar a realização da proposta de valor? O bloco constitutivo referente às parcerias-chave descreve a rede de fornecedores e de parceiros que fazem o modelo de negócio funcionar. Para todo e qualquer negócio funcionar com sucesso é importante identificar quem são os parceiros chave, estes parceiros são fornecedores, distribuidores e clientes. Pela literatura têm-se quatro tipos diferentes de parcerias: Alianças estratégicas entre não concorrentes; Cooperação: parcerias estratégicas entre concorrentes; Joint-ventures para o desenvolver novos negócios; Relação comprador-fornecedor para garantir fornecimentos [19].

3.2.3.2. Atividades-chave

Aqui é de extrema importância o questionamento, quais são as atividades necessárias para a realização da proposta de valor do negócio? O tópico referente às atividades-chave que descrevem as coisas mais importantes para que uma empresa consiga obter êxito [19]. Assim tratam-se das ações mais importantes e mais indispensáveis para o funcionamento do negócio. Elas vão desde às relacionadas diretamente à produção ou prestação do serviço, até às tarefas administrativas.

3.2.3.3. Recursos-chave

Neste bloco a questão fundamental é quais são os recursos necessários para realizar a proposta de valor? Estão presentes aqui os recursos-chave descreve os ativos mais importantes para o funcionamento do modelo de negócio [19]. É

importante listar todos os recursos que são necessários para que seu negócio possa entregar ao cliente a proposta de valor. São divididos basicamente em quatro categorias: Recursos físicos; Recursos intelectuais; Recursos humanos; Recursos financeiros.

3.2.4. Grupo “qual”?

Qual o fluxo de rendimento, a estrutura de custos e de sustentabilidade do modelo de negócios, e é constituído pelos blocos fluxos de rendimento e estrutura de custos [14].

3.2.4.1. Fluxos de rendimento

Neste tópico é de extrema importância responder o quanto meus clientes estão realmente dispostos a pagar pelos meus produtos ou serviços? Neste bloco constitutivo referente aos fluxos de rendimento representa o dinheiro que uma empresa gera a partir de cada segmento de clientes [19]. Com base nos tópicos anteriores, pode-se ser definido quais as fontes de receita. Aqui, basicamente, trata-se de como irá ocorrer a entrada de dinheiro no seu negócio. Ou seja, quanto e como os clientes pagarão pelo que você oferece. Os autores base sugerem as seguintes maneiras de fluxo de rendimentos, um negócio pode ter um ou mais fontes de rendimento: venda de ativos; taxa de utilização; assinaturas; empréstimos / arrendamento / leasing; licenciamento; comissões de intermediação e publicidade.

3.2.4.2. Estrutura de custos

Neste último ponto do plano de negócio a questão é as receitas do negócio serão suficientes para cobrir os meus custos? A estrutura de custos descreve todos os custos envolvidos na operação de um modelo de negócio [16]. É nesta fase que serão identificados todos os custos envolvidos na operação do negócio para que a proposta de valor possa ser entregue aos seus clientes. Deve-se observar se todos os blocos estão em harmonia entre si. Como é evidente, os custos devem ser minimizados para que a margem de lucro seja ampliada. Os autores referem que as estruturas de custos podem ter as seguintes características: custos fixos; custos variáveis; economias de escala; economias de âmbito / gama.

Descritos os nove blocos constitutivos na Figura 1.4, o Business Model Canvas, para a criação de um modelo de negócios de uma empresa.

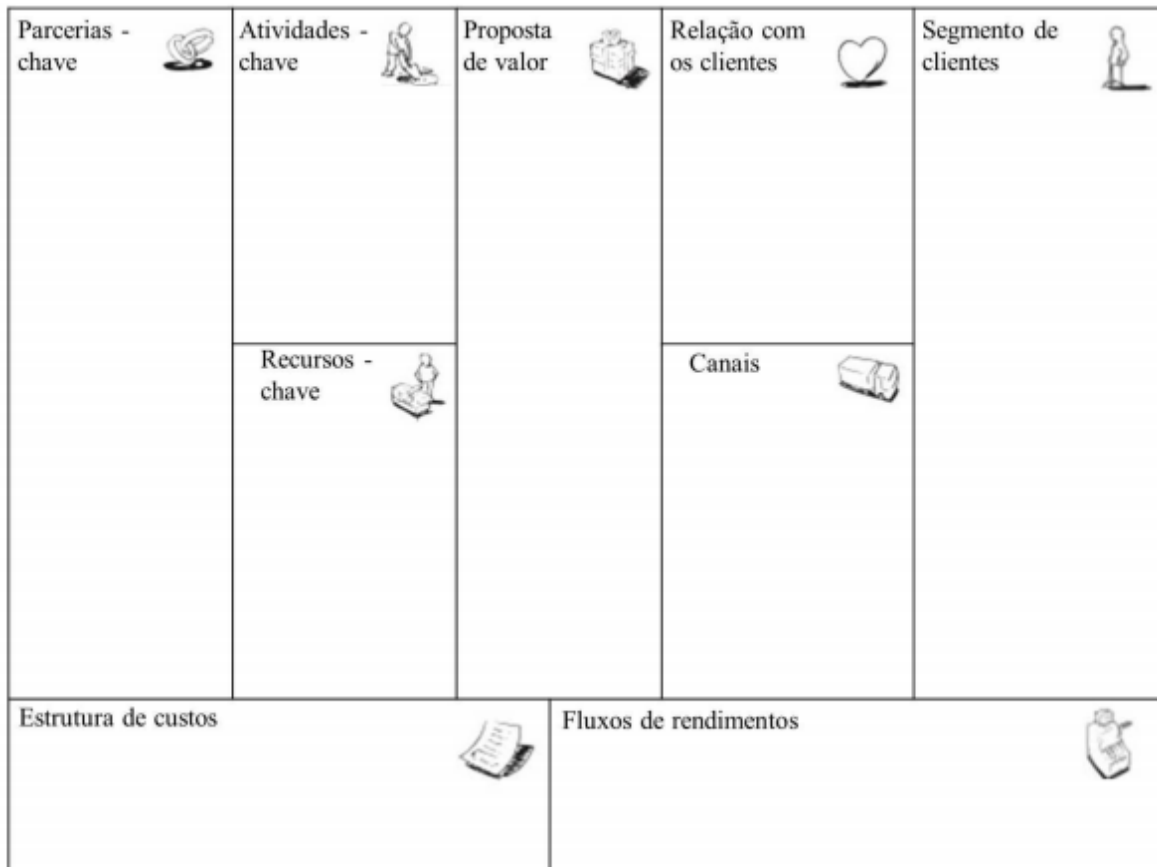


Figura 1.4 - Tela do modelo de negócio [16].

Na prática, o modelo Business Model Cavas descreve a lógica de funcionamento do negócio, de maneira mais visual e simplificada. Em resumo, entende o funcionamento do negócio e a necessidade desse mesmo negócio no mercado em que se propõe atuar. Este modelo pode tornar-se robusto conforme as ferramentas que são usadas para fazer o Business Model Canvas.

4. Resultados e Discussões

4.1. Business Model Canvas

Na Figura 1.5, está representado o modelo Business Model Canvas para o desidratador de castanhas. Nele pode-se entender as nove etapas do plano negócio escritas de maneira simples, direta e clara, assim tendo-se a real visão do negócio.










 PARCEIROS CHAVE 1. IPB; 2. Laboratório Montanha MORECOLAB; 3. Associações de Agricultores; 4. Agricultores Pequenos e Médios; 5. Cooperativas Agrícolas; 6. Empresa de Comercialização; 7. Empresa Prestadora de Serviço;	 ATIVIDADES CHAVE 1. Venda e Aluguer do Produto; 2. Formações de Funcionamento e Manutenção; 3. Apoio na Secagem Apropriada na Fileira de Castanha; 4. Marketing do Produto.	 PROPOSTA DE VALOR 1. Máquina de Transformação; 2. Aumento de 20 vezes do Valor Acrescentado da Castanha; 3. Rápido Retorno de Investimento; 4. Produto de Preço Acessível; 5. Baixo Custo de Manutenção; 6. Máquina com Capacidade Ideal.	 RELACION. CLIENTE 1. Formação do Cliente Sobre o Funcionamento; 2. Formação Sobre os Parâmetros; 3. Manutenção do Produto; 4. Assistência ao Produto.	 SEGMENTO DE CLIENTES 1. Agricultores Pequenos e Médios de Castanhas Europeus (Portugal, Espanha, França e Itália); 2. Associações de Agricultores Europeias; 3. Cooperativas Europeias.
 RECURSOS CHAVE 1. Pavilhão; 2. Transporte de Material; 3. Ferramenta Básica; 4. Mão de Obra.	 CANAIS 1. Lojas Agrícolas; 2. Feiras de Máquinas Agrícolas; 3. Plataformas Agrícolas Virtuais; 4. Parceria com Cooperativas.	 ESTRUTURA DE CUSTOS 2. Componentes do Sistema Térmico e Isolamento; 4. Transporte e Mão de Obra;	 FLUXO DE RECEITAS 1. Compra ou Aluguer da Máquina; 2. Garantia e Manutenção na Compra da Máquina; 3. Formação para o Funcionamento da Máquina; 4. Parâmetros de Secagem.	

Figura 1.5 - Business Model Canvas.

4.2. Segmento de Clientes

Este projeto tem como público alvo os agricultores de castanha europeus, as cooperativas agrícolas e as pequenas indústrias europeias que necessitam de castanha desidratada como ingrediente para a produção dos seus produtos alimentares e outros. Os clientes podem ser alguns milhares de pessoas, é complicado ter-se um número extado de potenciais clientes.

O foco do projeto em um primeiro estágio é a região de Bragança, Portugal. Mas tem o potencial de expandir para Portugal. Tem-se ainda um enorme mercado internacional como por exemplo, Espanha, França e Itália sendo que são os principais produtores de castanha na Europa.

4.3. Proposta de Valor

A castanha é um fruto em fase de exploração gastronômica, é transformada em diversas formas para consumo, como por exemplo desidratando a castanha para fazer farinha, compotas de castanha, sabonetes, entre outras. Estes processos de venda da castanha aumentam o seu valor comercial uma vez que os vários processos de 1ª transformação fazem aumentar o valor acrescentado da castanha.

A máquina será uma mais valia para os agricultores e cooperados, pois é uma inovação neste setor, deste modo a venda da castanha após esta primeira transformação, a desidratação, tem um valor superior à venda da castanha fresca, tornando assim a venda mais favorável, aumentando a margem de lucro dos agricultores e cooperados.

O preço de compra da castanha ao agricultor em natura varia de ano para ano, não existe um valor fixo dentro do próprio ano. Isto tudo varia devido à qualidade da castanha, ao tamanho, o estado da castanha e à quantidade existente no ano. Sendo assim, segundo dados da SORTEGEL, o preço varia entre 1€ a 2,5€/kg podendo em casos raros chegar a 3€/kg. Já o preço da castanha desidratada no mercado é de aproximadamente 5€ por cada 250 gramas, ou seja, 20€/kg.

Este projeto propõe a construção e venda de máquinas de secagem da castanha que permitam atingir esses preços. Os vários processos de 1ª

transformação existentes, só são explorados pelos “grandes”, ou seja, as grandes fábricas, ou indústrias de transformação específicas. Tal deve-se aos preços elevados das maquinarias necessárias para estes processos, ficando assim de fora os pequenos produtores, os agricultores de castanha, estes que são os principais deste mercado e são os que têm o menor valor do lado deles.

Este projeto tem como objetivo ajudar os “pequenos” aumentando o valor acrescentado deste fruto na mão dos principais neste mercado. Com isto, a solução é a construção de um protótipo para a desidratação de castanhas que irá permitir fazer a 1ª transformação da castanha, transformando-a em castanha desidratada para venda. Posteriormente, pretende-se encaminhar este produto para a produção de farinha.

Os resultados que pretendemos atingir com o desidratador é uma máquina de baixo custo, com rápido retorno do investimento e de maneira que o agricultor torne a castanha mais rentável. Além disso, proporcionar ao comprador uma máquina de pequenas quantidades, fácil e baixo custo na manutenção do maquinário para isso, a máquina terá o menor número de componentes eletrônicos possíveis, com ênfase na máquina.

Com esta máquina será obtida uma castanha desidratada nas condições ideais de humidade para comercialização, sendo assim, a castanha passará diretamente do agricultor para a venda a retalho ou até mesmo diretamente para o consumidor, rentabilizando assim muito mais rápido o investimento e sucessivamente ter um lucro muito maior. Assim, deixa de existir esta primeira transformação concentrada apenas nas grandes indústrias.

4.4. Canais

Para divulgação e exposição da máquina, pretende-se utilizar lojas agrícolas físicas, como por exemplo, a Nordegri e a agriloja de Bragança. Além das lojas, outro importante canal de divulgação são as feiras agrícolas de divulgação de inovações e máquinas para fortificar o setor agrícola, como por exemplo, a festival da castanha em Bragança, a feira da castanha Judia e a festa da castanha Marvão.

Deste modo, torna-se mais acessível entrar em contato com o cliente e ele mesmo poder ver o produto em funcionamento, suas dimensões, seus

componentes e suas vantagens. Assim ajudando não redução do conservadorismo dos produtores de castanhas.

4.5. Relacionamento com clientes

O relacionamento com o cliente será de maneira cordial e simpática, para além disso, é importante ter um produto com elevada qualidade e funcionalidade, estes são os pontos mínimos para iniciar uma relação de confiança com os clientes. A manutenção desta relação com o cliente será por meio de palestras, de workshops e de treinamentos.

A comercialização da máquina será em primeiro momento por catálogo e por encomendas, visto as limitações de arranque do projeto. Será necessário nesta fase encontrar lojas de produtos agrícolas dispostas a contribuir para a inserção do produto no mercado. As lojas apoiadoras, vão ganhar uma percentagem sobre a venda do desidratador, isso para incentivar a comercialização das lojas. O valor da bonificação não está decidido ainda.

4.6. Receitas

Os clientes têm duas possibilidades de acesso à máquina: comprando-a ou alugando-a. Na primeira opção, a compra da máquina, o investimento inicial é de 40000€. Este é referente ao equipamento, a instalação, ao treinamento e inclui ainda dois anos de garantia do equipamento e suporte ao cliente. Isso para clientes portugueses.

No segundo caso, o valor ainda está sendo estudado, mas os valores estimados rondam entre os 500€/dia aos 1000€/dia. Tendo em vista que com o desidratador em um dia serão desidratados, no mínimo, 1000kg de castanha in natura, equivalente a aproximadamente 400kg de castanha desidratada e com o preço médio de 20€/Kg, o cliente terá uma receita perto de 8000€.

4.7. Recursos Chaves

A construção do desidratador requer alguns recursos iniciais. Numa primeira fase é necessário um espaço para realizar a construção da máquina, a ideia inicial é o aluguel de um pavilhão para serem realizados estes trabalhos. Além disso, para a construção e a montagem serão necessárias várias ferramentas básicas, como por exemplo: chaves de boca, alicates, roquetes entre outras. Outro recurso importante nesta fase do desenvolvimento da máquina é preciso de um veículo para o transporte do desidratador até o cliente, para as deslocamentos diários e para a busca de material. Além de tudo, é importante ter um capital de giro de pelo menos 12000€, equivalente ao valor de um funcionário durante um ano de trabalho, este recurso é importante para eventuais serviços terceirizados.

4.8. Atividades Chave

A máquina irá ser vendida ao cliente, mas também poderá ser alugada. No caso dos clientes que optarem por alugar, será realizada formação para compreender o funcionamento da máquina, sem custo adicional do aluguel. Além disso, as manutenções, caso necessário, serão realizadas sem custo de mão-de-obra, apenas cobradas as peças de reposição e o deslocamento da equipe de manutenção para a realização do serviço.

Já os clientes que optarem pela compra terão uma formação única. Com o objetivo de demonstrar a maneira correta de operação e entender o funcionamento da máquina. Para além disso, os compradores podem adquirir, mediante contrato, um serviço suplementar de acompanhamento nas secagens. Além disso, pode ser contrato serviço de manutenção.

Irá ser criado um marketing em volta da máquina para a ajuda na sua divulgação, desde presença nas feiras agrícolas e em lojas agrícolas como também a criação de um site para a ajuda na logística.

4.9. Parcerias Chave

Nossos parceiros serão o Instituto Politécnico de Bragança (IPB), o laboratório de montanha MORE COLAB, empresas prestadoras de serviços e empresas interessadas em desenvolver o produto.

A contribuição do IPB será em fornecer laboratórios e em estrutura física para os trabalhos de pesquisas e otimizações do produto. Além disso, em fornecer o apoio do corpo docente.

O MORE COLAB é um apoiador importante, pois irá contribuir na gestão de propriedade intelectual e industrial (marcas, logotipos e patentes). Além de, contribuir com relatórios de prospecção de mercado e comercialização de produtos/serviços inovadores.

A ajuda de empresas prestadoras de serviço, como por exemplo, conformações, maquinagem, soldaduras entre outros serviços primordiais para a construção do protótipo.

A contribuição de empresas com interesses comerciais em desenvolver o produto será em suporte financeiro, na entrada do produto final em linha de produção e na comercialização do desidratador de castanhas.

4.10. Custos

Os custos do desidratador ainda não são precisos, pois o projeto está em andamento. No presente trabalho não foi feita nenhuma análise de viabilidade financeira, esta análise é muito importante para entender a força comercial que o desidratador teria. Sendo assim, os valores apresentados na Tabela 1.1, são estimativas dos valores necessários para a construção do protótipo de teste. Além disso, a indicação do custo dos componentes da máquina apresentados na Tabela 1.1, não isenta de se fazer análise da componente de impostos, contribuições sociais, taxas nacionais e locais, salários, custos fixos e variáveis.

O objetivo do orçamento é dar uma noção dos valores necessários para a construção de um protótipo do desidratador de castanhas, pois a abertura da empresa para a comercialização só será possível após a finalização da máquina.

Tabela 1.1 - Orçamento do desidratador de castanhas.

Componente	Finalidade	Qtd.	Valor Total
Bomba de calor	Fornecer energia térmica para o sistema	1	€ 6000,00
Depósito de inércia	Garantir a eficiência do sistema	1	€ 600,00
Caixa de ventilação	Fornecimento do ar quente	1	€ 700,00
Perfis Metálicos	Estrutura mecânica		€ 500,00
Barras Metálicas	Estrutura mecânica		€ 200,00
Placas PVC	Revestimento da máquina e condução	18m ²	€ 200,00
Ferramenta	Montagem		€ 800,00
Sensores de temperatura e humidade	Controlo	4	€ 400,00
Transporte	Transporte		€ 200,00
Mão de obra	Mão de obra na construção anual		€ 13000,00
Castanhas	Fazer a otimização da máquina	1000 kg	€ 2000,00
Pavilhão/aluguer	Espaço para construção anual		€ 4800,00
Custo total			€ 29400,00

4.11. Análise SWOT

A Figura 1.6 apresenta a análise SWOT da proposta. Pode ser destacada a maior força do nosso projeto. O valor acrescenta é apenas para o agricultor, pois a castanha seca pode ser comercializada com um valor de até 20 vezes maior que a castanha in natura. Assim como a maior ameaça que foi identificada como sendo o tempo de desenvolvimento e melhor afinação da máquina.

	AJUDA	ATRAPALHA
INTERNA (ORGANIZAÇÃO)	1. Produto sem concorrência; 2. Inovação; 3. Produto a baixo custo; 4. Fácil manutenção; 5. Compra ou aluguel do produto.	1. Falta de local fixo; 2. Falta da máquina; 3. Falta a demonstração de funcionamento; 4. Falta da divulgação no mercado.
EXTERNA (AMBIENTE)	1. Anúncios em redes sociais para divulgação; 2. Anúncio em feiras agrícolas; 3. Comercialização com cooperativas e em lojas agrícolas; 4. Farinha sem glúten; 5. Crescimento do mercado de frutos secos.	1. Surgimento de concorrência; 2. Cópias baratas; 3. Conservadorismo dos agricultores; 4. Demora na atribuição de patente.

Figura 1.6 - Análise SWOT do desidratador de castanhas.

Depois de analisar os blocos constitutivos do modelo de negócio, e em resultado da análise SWOT descrita anteriormente, foi possível identificar as seguintes vantagens competitivas do desidratador de castanhas:

- O desidratador de castanhas em questão é produto sem concorrência no mercado atual, tendo um alto nível de inovação para o mercado alvo. Isso proporciona um grande potencial de crescimento da venda do produto;
- O desidratador de castanhas é uma máquina com baixo custo de aquisição, levando em conta o valor agregado ao produto depois desta primeira transformação. Tendo ainda um funcionamento puramente mecânico o que proporciona uma fácil manutenção do equipamento;
- A terceira vantagem competitiva é os modos de adquirir o desidratador, podendo ser a compra direta ou o aluguel do equipamento por um período determinado.

As fraquezas foram identificadas na com a análise SWOT para eliminar as fraquezas são sugeridas as seguintes ações:

- O local para o desenvolvimento do projeto é de extrema importância, pois é necessário um espaço físico para a construção e análise dos principais resultados, pensando nisso é primordial o apoio do IPB em fornecer o espaço e fornecer laboratórios e em estrutura física para os trabalhos de pesquisas e otimizações do produto;
- No que diz respeito a falta de uma máquina para teste é de extrema necessidade ir atrás de patrocínios para conseguir o quanto antes construir um protótipo para as análises necessárias, pois não temos um financiamento. Sendo assim, a construção da máquina irá eliminar duas fraquezas apontadas pela análise SWOT;
- Para a divulgação do produto deve ser elaborado um estudo de sazonalidades, para identificar a melhor época para realizar eventos de divulgação da máquina. Além disso, é importante encontrar alguns parceiros estratégicos que ajudarão nos eventos, promoções e publicidade do desidratador.

Além disso, a análise SWOT descrita anteriormente, auxiliou a identificar também as ameaças ao projeto e com isso se conseguiu elaborar estratégias para deixar o projeto mais competitivo, como a seguir descritos:

- O surgimento de concorrência é consequência direta do mercado livre. Sendo assim, precisa-se fidelizar os clientes, pois clientes satisfeitos fazem publicidade e facilitam a prospecção de novos clientes. Tendo isso em mente, é importante ter um produto com elevada qualidade e funcionalidade. Outro ponto importante para minimizar a concorrência é disponibilizar produto acessível;
- As cópias irão surgir por consequência da concorrência, não se pode evitar, mas sim pode-se manter uma qualidade elevada fazendo com que os clientes tenham preferência pelo desidratador em questão;
- A ameaça do conservadorismo dos agricultores será diminuída com a realização de palestras, de workshops, de divulgações em eventos sobre castanhas e testdrying, uma forma simular aos testdrives, para mostrar a eficiência do produto;

-
- Para minimizar a demora por atribuição de patentes é necessário pesquisar alguma legislação que proteja a ideia. Além disso, encontrar algum processo de aquisição de patente com uma burocracia menor.

5. Conclusão

5.1. Conclusões gerais

Realizou-se uma análise das vantagens do negócio. Sendo elas: tem uma flexibilidade na aquisição do produto, mas o principal é possuir um baixo custo de aquisição e de manutenção. Bem como as fraquezas e ameaças para elas foram elaboradas propostas de melhoria como por exemplo, o testdrying, uma maneira de desconstruir o conservadorismo dos agricultores.

Além disso, teve-se a elaboração de um plano de negócio para a comercialização do desidratador de castanhas. Sendo desenvolvido um Business Model Canvas para deixar o plano de negócios mais claro e visível. Com isso, identificou-se pontos importantes para a comercialização do produto. Além disso, o desidratador de castanhas tem um nicho de mercado amplo e com um potencial em ascensão.

Os custos para iniciar a comercialização do desidratador estão na seção 4.9. Para a construção de uma máquina e realizações de testes são necessários € 29400,00. Os custos mais relevantes são: a mão de obra para realização dos serviços, cerca de € 13000,00; a bomba de calor que é € 6000,00 e o local para a realização dos testes e de funcionamento da empresa que é € 4800,00.

Com a elaboração do plano de negócio conheceu-se os principais clientes sendo eles, agricultores de Portugal, Espanha, Itália e França, por exemplo, além destes, são potenciais clientes as associações de agricultores destes países. Além disso, vender e alugar os desidratadores de castanhas serão as principais fontes de renda deste negócio.

Além de que, o plano de negócio proporcionou a elaboração de um orçamento detalhado com os recursos mais importantes necessários para a construção da máquina, como local, material para construção e ferramentas. Sendo assim, é facilitada a busca por parceiros financeiros.

5.2. Linhas futuras de investigação

Com o Business Model Canvas finalizado, a próxima etapa é realizar a construção da máquina, pois com o protótipo pronto serão realizados testes para verificar pontos de melhoria.

Para investigações futuras, ainda, seria interessante que se desenvolvesse uma análise de viabilidade financeira para a abertura da empresa. Nesta análise é de fundamental importância levar em conta aspectos importantes como: impostos, contribuições sociais, taxas nacionais e locais, salários, custo com marketing, custos fixos e variáveis. Além disso, entender a quantidade de equipamentos são necessários vender/alugar para que o negócio comece a ser viável e o tempo de amortização do equipamento.

Além disso, uma possibilidade é o desenvolvimento do marketing para a prospecção de clientes para a comercialização dos desidratadores. Fazendo pesquisas de meios para alcançar estes clientes já que muitos vivem em aldeias e com um acesso restrito a internet em alguns casos.

Por fim, recomenda-se ainda, fazer uma análise junto com os agricultores, para entender se a capacidade proposta de 4000 kg de castanhas é vantajosa para a aquisição deste equipamento.

PARTE II

SIMULAÇÕES ESTRUTURAIS

1. Introdução

Na Parte II desta dissertação são apresentadas as simulações estruturais de dois componentes com maior importância para a execução do projeto mecânico do desidratador de castanhas. Os elementos escolhidos para este estudo de elementos finitos foram: a comporta da máquina e a base que sustentará toda a máquina.

1.1. Objetivos

O principal objetivo da simulação numérica é garantir o melhor desempenho estrutural de uma das comportas e de uma das bases de sustentação. Estes componentes foram escolhidos por serem os mais críticos da câmara de desidratação. Com estas simulações foram feitas adaptações ao projeto original, aumentando assim o coeficiente de segurança do projeto e melhorando a forma de construção do equipamento. O presente trabalho utilizou como base o software comercial ANSYS® Workbench TM 19.0, módulo estrutural, como ferramenta de estudos das malhas e seus métodos avaliativos.

1.2. Estrutura parte II

Esta Parte II está dividida em cinco capítulos, o primeiro capítulo é a introdução. Na introdução são apresenta os objetivos do desenvolvimento deste projeto.

No segundo capítulo encontram-se os conceitos teórica utilizados para desenvolver o trabalho. Na fundamentação teórica apresenta-se a base da análise estrutural utilizando o método de elementos finitos. Além disso, é feito um breve comentário sobre a geometria e a malha dos componentes, os materiais e suas

propriedades mecânicas. Finalizando o capítulo com um breve comentário sobre coeficiente de segurança.

No terceiro capítulo estão os materiais e métodos. Nesta parte apresenta-se uma breve explicação do funcionamento do desidratador de castanhas. Além disso, apresenta-se as considerações do projeto como a carga utilizada, com refinamento de malha e com constrangimentos da simulação.

No quarto capítulo são apresentados os Resultados e Discussões. Os resultados das simulações numéricas da comporta e da base de sustentação, bem como as análises das tensões e deformações de cada componente descritos.

Finalizando esta parte está o quinto capítulo que são as Conclusões obtidas com as simulações estruturais.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Análise Estrutural

A aplicação mais comum do método de elementos finitos (MEF) é sem dúvidas para a análise estrutural. Porém o MEF é utilizado em problemas de mecânica dos fluidos, transferência de calor, acústica, eletromagnetismo e outros problemas mais especializados [20].

São inúmeros os tipos de análises estruturais, os mais comuns são: análise estática, modal, harmônica, dinâmica transiente, etc. O presente trabalho se restringirá a aplicação do MEF em análise estrutural estática.

Em suma o MEF é a divisão de uma peça em um número finito de elementos discretos que estão conectados em pelos seus nós, isso chama-se de malha. Desta maneira, um problema complexo é transformado em um problema com menor complexidade. Em uma análise estática pode, entretanto, incluir cargas de inércia estática, como a aceleração gravitacional ou a velocidade rotacional. A utilização da análise estática pode ser para: as tensões, as deformações específicas e as forças nas estruturas ou as componentes causadas por cargas que não induzem significantes efeitos de inércia ou amortecimento.

2.2. O método de elementos finitos

A primeira etapa nas análises por elementos finitos é a definição de um domínio geométrico, de maneira geral, são peças ou conjuntos nas condições de utilização de um determinado componente. A próxima etapa é a discretização que é a transformação da peça, originalmente contínua, em uma geometria subdividida, em elementos menores e com quantidade finita. Estes elementos estão interligados por nós, formando aquilo que denominamos malha. No método discretizado, cada

elemento é interpretado como uma mola que possui rigidez e tamanho predeterminado. A figura 2.1, ilustra a representação da geometria em mola [21].

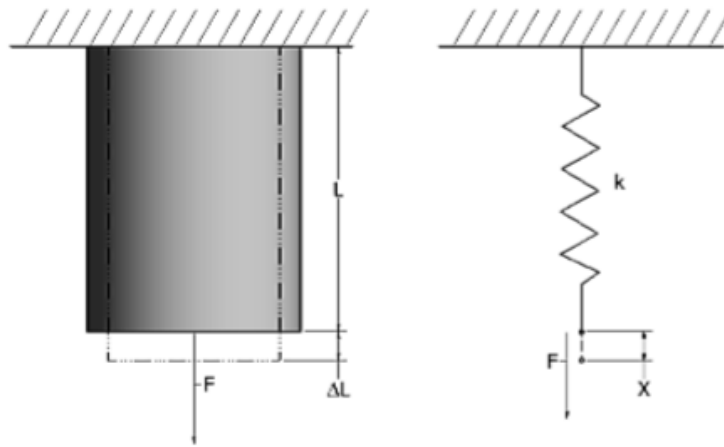


Figura 2.1 - Similaridade entre um elemento e uma mola carregados axialmente [21].

Após a etapa de discretização ser concluída aplica-se as equações de mecânica geral no modelo. Nesse caso de carregamento as equações são: tensão axial (σ), deformação (ϵ) e módulo de Young (módulo de elasticidade) (E). Esses conceitos estão mostrados nas equações de (2.1), (2.2) e (2.3).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.2)$$

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (2.3)$$

Com esses conceitos básicos, por similaridade, é possível associar a força aplica em uma mola a um elemento finito. Isso é representado na equação (2.4):

$$F = \left(\frac{E \cdot A}{L} \right) \cdot \Delta L \quad (2.4)$$

Isso é similar a:

$$F = k \cdot x \quad (2.5)$$

Na Figura 2.2, cada elemento é analisado como sendo uma mola, sendo assim contribui para a formação das matrizes nos termos de carregamento,

deslocamento e rigidez. A rigidez da peça analisada depende das propriedades do material e geometria da peça.

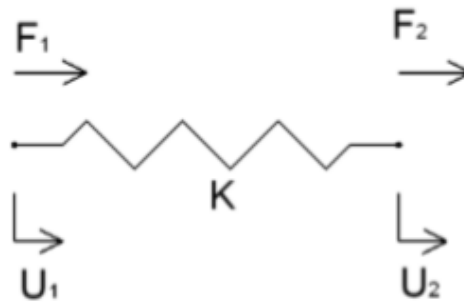


Figura 2.2 - Deslocamento e forças nas extremidades de uma mola [21].

O agrupamento dos elementos através de cada nós comuns forma a matriz global, como é visto na Figura 2.3.

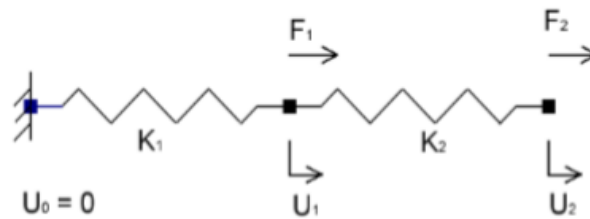


Figura 2.3 - Dois elementos ou molas de série com rigidez, deslocamentos e forças diferentes [21].

Condições de contorno globais (carga e apoios) são aplicadas aos nós. Sendo a Equação 2.6, a representação matricial do sistema de molas indicado acima.

$$\begin{Bmatrix} f_0 \\ f_1 \\ f_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k_1 & -k_1 & 0 \\ -k_1 & k_1 + k_2 & -k_2 \\ 0 & -k_2 & k_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} U_0 \\ U_1 \\ U_2 \end{Bmatrix} \quad (2.6)$$

Com a etapa da discretizar concluída os programas poderão então, durante a análise montar a equação matricial com os vetores e matriz de rigidez para calcular o deslocamento de cada um dos nós e as tensões naqueles pontos. Esta discretização pode ser feita pelo Ansys Workbench ou por outros softwares específicos para isto, como por exemplo, o Hipermesh ou Patran. No caso do presente trabalho será realizada no Ansys Workbench.

2.3. Geometria e diferentes malhas dos componentes

2.3.1. Geometria das malhas

Os softwares utilizam para análise objetos unidimensionais, bidimensionais ou tridimensionais. Na Figura 2.4, os elementos mostrados são divididos em grupos com uma, duas e três dimensões, chamados de 1-D, 2-D e 3-D, respectivamente. Esses grupos dimensionais definem quantos graus de liberdade (GDL) cada nó de um elemento tem [20]. Neste trabalho foi utilizado elementos tridimensionais.

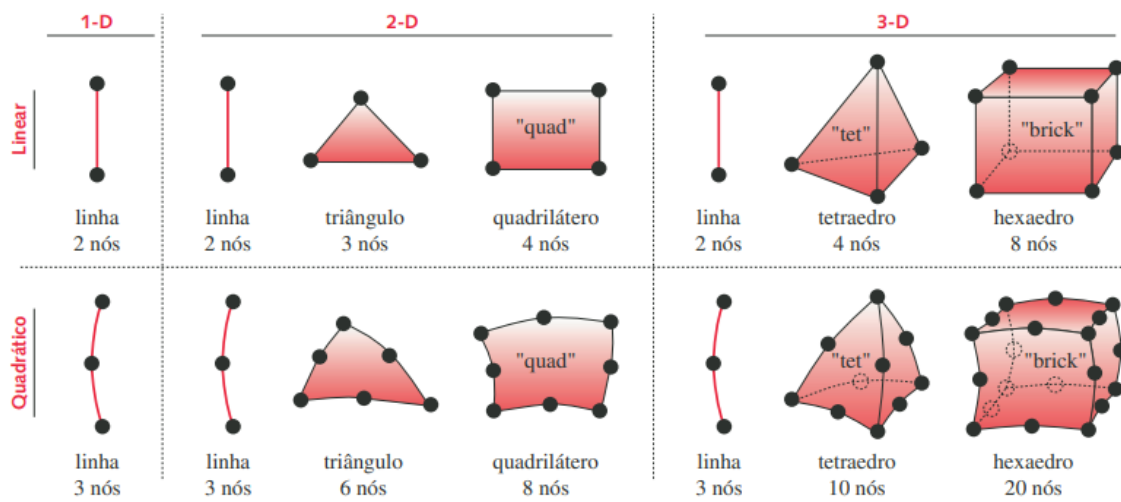


Figura 2.4 - Alguns elementos finitos comuns [20].

No método dos elementos finitos a precisão dos resultados está diretamente ligada à quantidade de elementos que são utilizados na simulação, sendo o conjunto destes elementos denominado por malha. O método passa então pela escolha da correta discretização do problema a fim de que os resultados oriundos das simulações numéricas estejam condizentes com o comportamento real da estrutura. Quanto maior for a quantidade de elementos da malha, a tendência é que os resultados (numérico e real) convirjam [22].

Os resultados obtidos com o MEF podem-se aproximar bastante do resultado analítico e exato. Mas o próprio resultado analítico, assim como, o MEF pode não ser igual ao que ocorre na realidade, pois pode haver diferença nas propriedades do material, geometria e carregamentos [20].

2.3.2. Qualidade dos elementos de malha

A malha tem como objetivo representar a divisão dos elementos no objeto que está sendo estudado. Sendo assim, ter-se uma boa qualidade de malha torna-se primordial para ter-se uma qualidade e confiabilidade nos resultados gerados pelas simulações.

No Ansys é possível verificar a qualidade dos elementos, esta opção pode ser calculada de inúmeras maneiras diferentes sendo elas: Aspect Ratio Calculation for Triangles, Aspect Ratio Calculation for Quadrilaterals, Jacobian Ratio, Warping Factor, Parallel Deviation, Maximum Corner Angle, Skewness e Orthogonal Quality.

Destas maneiras listadas acima para medir-se a qualidade do elemento, a principal maneira é a Skewness (assimetria). De acordo com a definição de Skewness (assimetria) este parâmetro determina o quão perto do ideal (isto é, equilátero ou equiângulo) uma face de célula ou célula é [23].

A tabela 2.1, é uma adaptação do Ansys Meshing, e indica os valores do Skewness e a qualidade do elemento. Sendo assim, os melhores valores para Skewness são os mais próximos de 0. Por outro lado, valores de Skewness próximos de 1, indicam uma célula completamente degenerada, não sendo aceitáveis, pois, as equações de solução assumem células equilaterais e equiângulas [23].

Tabela 2.1 - Faixa de valores de Skewness [23].

Valores do Skewness	Qualidade da célula
0 – 0,25	Excelente
0,25 – 0,50	Muito boa
0,5 – 0,8	Boa
0,8 – 0,94	Aceitável
0,95 – 0,97	Ruim
0,98 – 1,00	Inaceitável

2.4. Tipos de restrições

O software possui várias opções para restringir o componente analisado. Isso acontece para deixar o modelo computacional com maior semelhança com a situação real. A utilização das restrições corretamente proporcionará uma melhor

precisão do modelo, por outro lado, restrições erradas irão gerar resultados errôneos.

A tabela 2.2, mostra uma síntese dos tipos de restrições existentes no Ansys. Nela apresenta-se o nome da restrição e uma breve descrição da restrição.

Tabela 2.2 - Tipos de restrições do Ansys [23].

Tipos de Restrições	Deve-se especificar
Fixed Support (Apoio Fixo)	Geometria da Aplicação (Local)
Displacement (Atribuir deslocamento)	Deslocamento de cada uma das componentes (X, Y e Z) e também o Ângulo de fase para Análise harmónica.
Remote Displacement (Deslocamento Remoto)	Deslocamento de cada uma das componentes (X, Y e Z) e também o Ângulo de fase para Análise harmónica.
Frictionless support (Apoio sem Atrito) Compression only support (Apoio apenas à compressão)	A geometria da aplicação (Local) A geometria da aplicação (Local)
Cylindrical support (Apoio cilíndrico)	A geometria da aplicação (Local) e entre Radial, axial e tangencial quais destes são livres ou fixos.
Elastic support (Apoio elástico)	A geometria da aplicação (local) e Rigidez do local.

2.5. Material de construção dos componentes

O material que cada componente é fabricado define algumas de suas características. Cada material tem suas características mecânicas particulares, estas propriedades têm fundamental importância em uma simulação. Diferentes simulações têm diferente conjunto de componentes.

As propriedades mecânicas que tem maior importância em um projeto mecânico e como consequência em uma análise por elementos finitos são: o módulo de Young (E), o coeficiente de Poisson (ν), o limite elástico (σ_{sub}) e o limite de resistência do material. O módulo de Young (E) é uma razão entre a tensão de tração (σ) e a deformação (ϵ) dentro da região elástica de um material. O coeficiente de Poisson (ν) é uma relação entre as deformações longitudinais e laterais, quando uma carga axial de tração é exercida sobre um corpo deformável que não apenas se alonga, mas também se contrai lateralmente. O limite elástico (σ_{sub}) é a tensão de tração máxima que um material pode suportar sem sofrer deformação permanente. O limite de resistência à tração é o ponto máximo de uma curva de tensão-deformação [24].

2.6. Coeficiente de segurança e normas de projeto

Em qualquer tipo de projeto sempre é necessário calcular um ou mais coeficientes de segurança para estimar a probabilidade de falha. Pode haver normas de projetos, de legislatura ou aceitos de modo geral, que também devem ser adotados [20].

A função do coeficiente de segurança é reduzir as incertezas do projeto de um componente. Alguns exemplos de incertezas de projeto são: Variação da composição do material ao longo de uma peça; variação da distribuição dos esforços no componente; má utilização do componente projetado; efeitos de desgastes e efeitos de corrosão [25]. Um coeficiente de segurança é na maioria dos casos uma razão entre duas quantidades que possuem as mesmas unidades, como (resistência)/(tensão atuante), por exemplo. Sendo assim, sempre será adimensional [26].

No caso do presente trabalho foi dada ênfase no cálculo do coeficiente de segurança como sendo a razão entre σ_{adm} que é a tensão submetida o componente por σ_{sub} que é a tensão admissível do material, representado em 2.7.

$$n = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{sub}} \quad (2.7)$$

O importante com esta relação é minimizar o valor da tensão admissível relativamente às tensões características do material, pois assim o coeficiente de segurança será maximizado.

Para a escolha de um coeficiente de segurança para projetos de máquinas podem feitas seguindo alguns pontos: as propriedades dos materiais, as condições ambientais esperadas em comparação com aquelas nas quais os dados de teste do material foram obtidas, bem como na precisão dos modelos de solitação e de tensão desenvolvidos para análises. [20]. Na Tabela 2.3 tem-se um conjunto de fatores para materiais dúcteis que são escolhidos em cada uma das categorias.

A escolha é pautada nos conhecimentos do projetista. O coeficiente global de segurança é o valor máximo dentre os três valores escolhidos, a equação 2.8 indica como é feita a tomada de decisão.

$$n_{dúctil} = \text{Máx} (F_1, F_2, F_3) \quad (2.8)$$

Tabela 2.3 – Fatores para determinar um coeficiente de segurança para materiais dúcteis [20].

Informações	Qualidade das informações	Fator
	O material realmente utilizado foi testado	1,3
	Dados representativos de testes do material estão disponíveis	2
F ₁	Dados das propriedades dos materiais disponíveis a partir de testes	3
	Dados razoavelmente representativos de testes do material estão disponíveis	3
	Dados insuficientemente representativos de testes do material estão disponíveis	5+

		São idênticas às condições dos testes de materiais	1,3
F ₂	Condições ambientais nos quais será utilizado	Essencialmente igual ao ambiente de um laboratório comum	2
		Ambiente moderadamente desafiador	3
		Ambiente extremamente desafiador	5+
F ₃	Modelos analíticos para forças e tensões	Os modelos foram testados em experimentos	1,3
		Os modelos representam precisamente o sistema	2
		Os modelos representam aproximadamente o sistema	3
		Os modelos são aproximações grosseiras	5+

3. Materiais e Métodos

3.1. Situação prévia

As peças simuladas neste trabalho são as mais críticas para o projeto da câmara de desidratação. Além das simulações foram feitas adaptações para que os componentes tivessem um coeficiente de segurança maior. As peças simuladas foram: a comporta da câmara de desidratação e a base de sustentação. A comporta foi escolhida por ser o componente que irá sustentar o peso das castanhas, sendo assim, não deve sofrer com esforço por flexão. Já a base da câmara de desidratação foi escolhida por precisar suportar esforço de compressão, devido ao peso total do equipamento.

3.2. Coeficiente de segurança para desidratador de castanha

Na secção 2.6, foi explicado um método para obter um coeficiente de segurança para o projeto. No caso do desidratador tem-se:

Para o F_1 :

O critério foi, dados razoavelmente representativos de testes do material estão disponíveis, com o valor de 3. Foi escolhido este critério, pois o material será comprado em um fornecedor de confiança e sobre determinados critérios.

Para o F_2 :

O desidratador de castanhas estará em um ambiente moderadamente desafiador, pois não se tem a garantia de como serão os locais de instalação da máquina, sendo assim este critério tem o valor 3.

Para o F_3 :

No último critério o valor foi de 3, também, pois os modelos representam aproximadamente o sistema.

Os valores de F_1 , F_2 e F_3 foram iguais a 3, com isso o valor do coeficiente de segurança adotado para o projeto do desidratador de castanhas foi igual a 3.

3.3. Material

O primeiro constrangimento que foi utilizado na simulação foi a escolha do material que será construída a comporta. O material utilizado foi aço estrutural, as propriedades mecânicas do material estão representadas na tabela 2.4 [27].

Tabela 2.4 - Propriedades mecânicas do aço estrutural [27].

Propriedades do Material	Aço 1045
Módulo de Young	201GPa
Proporção de Poisson	0,3
Densidade	$7,872 \times 10^{-6} \text{kg/mm}^3$
Resistencia à tração	460MPa
Resistencia à compressão	250MPa
Tensão de corte	250MPa

3.4. Análise estrutural

Neste capítulo estão presentes os procedimentos e as configurações de simulação efetuadas no ANSYS®. Na secção 3.2 foi apresentado as propriedades do material utilizado nas simulações. As condições do projeto, serão presentes na secção 3.3. Esta análise está dividida em três etapas, listadas a seguir:

1. Pré-análise - carregamento nas peças em simuladas;
2. Análise – Etapa que o software realiza;
3. Pós-análise – Discussões dos resultados.

Utilizou-se um material isotrópico elástico. O módulo de elasticidade é de 201GPa e um módulo de Poisson é igual a $\nu = 0,3$.

Na análise estrutural foi definido o material utilizado e suas propriedades mecânicas como o módulo de Young, a densidade, a resistência à tração, resistência à compressão e a força de cisalhamento.

3.5. Pré-análise

3.5.1. Desidratador de castanhas

O desidratador de castanhas é composto por: uma bomba de calor, um depósito de inércia, a uma caixa de ventilação e uma câmara de desidratação. A máquina foi projetada o mais compacta possível para a ocupação do menor espaço no armazém dos clientes. Assumiu-se que a capacidade de desidratar a castanha durante todo o processo seria de 1000kg. Dividiu-se a máquina por 4 fases de desidratação, sendo assim, cada patamar tem a capacidade de alojar aproximadamente 250kg de castanhas.

As castanhas são introduzidas no topo da câmara de desidratação. No primeiro patamar, inicia-se o processo de desidratação, a temperatura é de 30°C, pois nesta etapa é importante a castanha sofre um aquecimento, assim não sofrendo um choque térmico. As castanhas permaneceram nesta etapa por aproximadamente uma hora. No segundo patamar, a temperatura de projeto é de 35°C, no terceiro patamar a temperatura que as castanhas estão sujeitas são de 40°C. E finalmente, no último patamar a temperatura sujeita é de 45°C, pois com esta temperatura são mantidas as propriedades das castanhas [28].

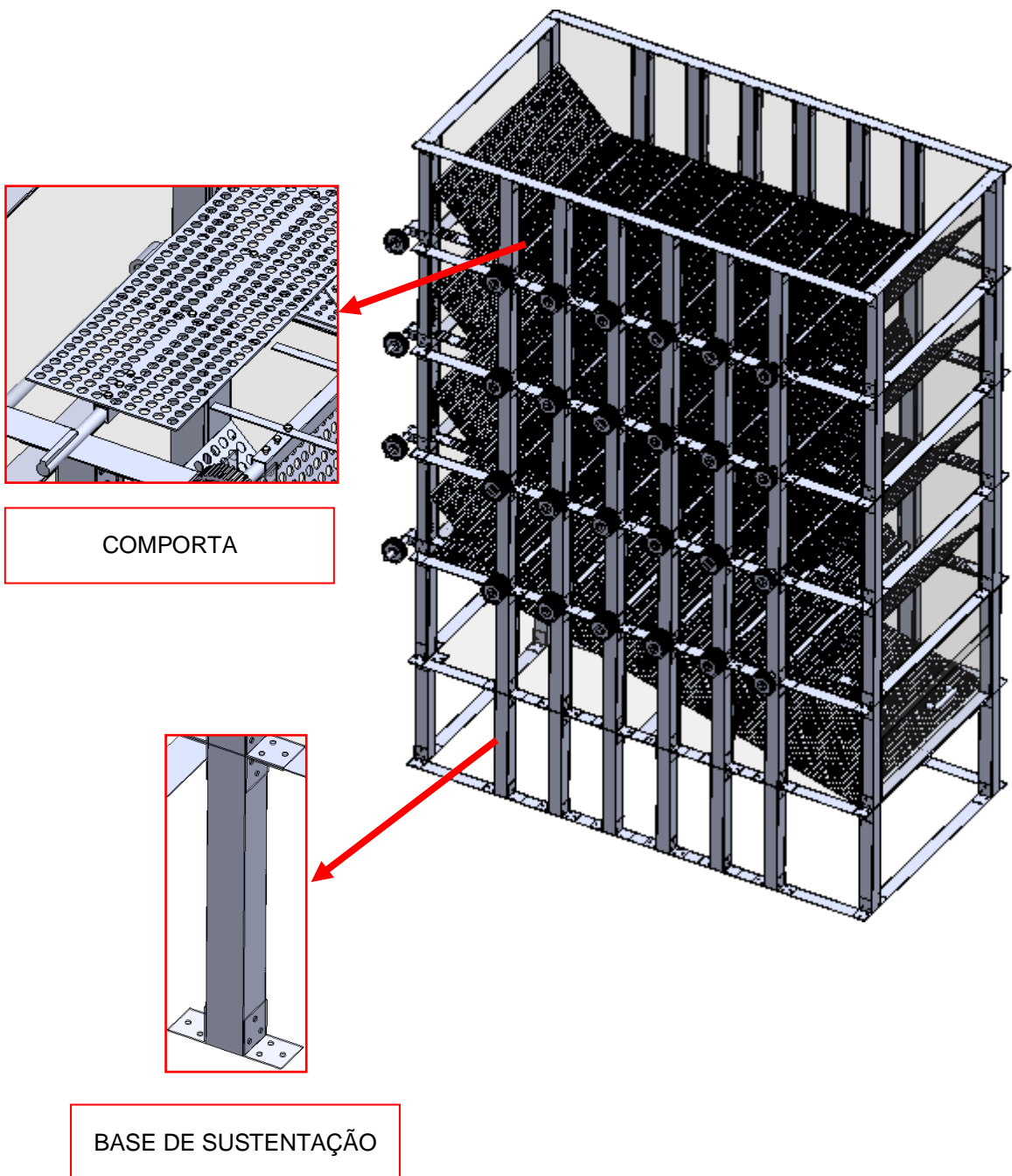


Figura 2.5 - Desenho esquemático da câmara de desidratação.

A Figura 2.5, é a ilustração da câmara de desidratação, as dimensões gerais da máquina são: altura de 3m, comprimento de 2,1m e largura de 1,1m. Os componentes em destaque são: a comporta (na parte superior da figura) e a base que sustenta a câmara (na parte inferior da figura). Estes dois componentes foram simulados por elementos devido entender o seu comportamento na execução da construção da câmara de desidratação.

3.5.2. Comporta

A comporta possui uma chapa furada para que o ar quente consiga subir pelos diferentes patamares, assim desidratando as castanhas. Este componente tem uma rotação de 360° , pois nos veio circulares tem um rolamento. A rotação proporciona que as castanhas sejam deslocadas pelos diferentes patamares no processo de secagem, além disso, facilita a limpeza da máquina.

O esforço sobre a comporta que foi utilizado na simulação foi uma carga distribuída pela comporta de 750N. Esta força tem uma sobre carga como fator de segurança, pois a carga real de trabalho é de 42kg, o que daria uma força de 408,75N. A Figura 2.6, ilustra com mais detalhes as informações acima explicadas. O objetivo aqui foi analisar o momento fletor da comporta.

A temperatura escolhida para a simulação foi de 60°C , esta temperatura de simulação é mais alta que a temperatura real de trabalho que no patamar mais baixo, onde tem a maior temperatura de trabalho, é de 40°C . Sendo assim, tem-se um coeficiente de coeficiente de segurança para a temperatura.

Em um estudo por método de elementos finitos é essencial saber quais são as restrições do componente analisado. Neste caso foram colocados dois Fixed Support, sendo um encastramento no lado que terá um rolamento e um apoio simples na extremidade, simulando as fixações dos eixos na máquina. A figura abaixo, ilustra os estrangimentos da simulação as cores verde e roxo são para diferenciar entre apoios e carga. Sendo o ponto A, a carga de 750N distribuída sobre a superfície superior da comporta, a carga já tem o valor da própria estrutura da comporta. Os pontos B, em roxo, são as restrições de movimento do tipo Fixed Support.

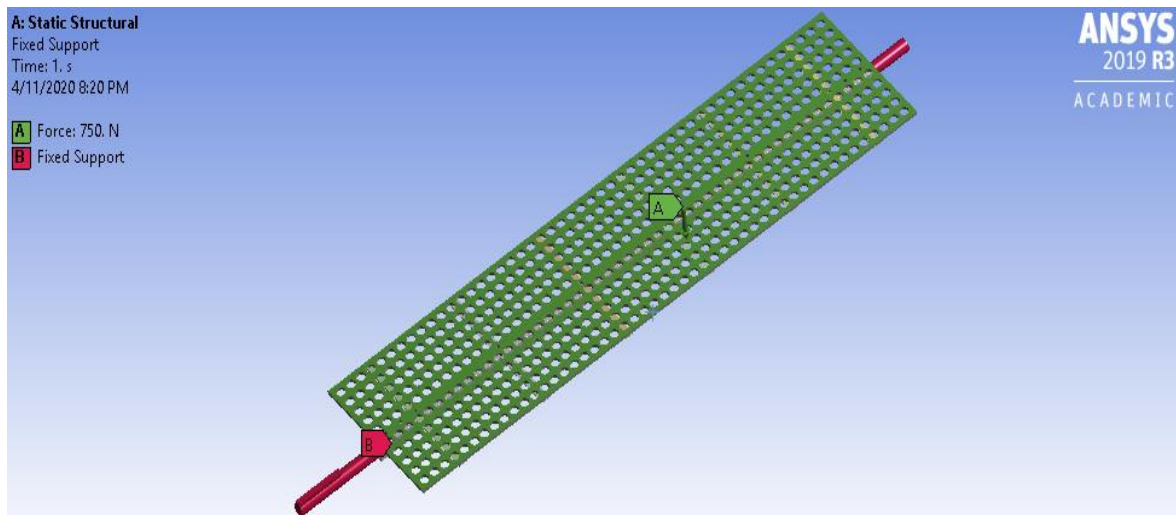


Figura 2.6 - Ilustração dos constringimentos da simulação de uma das comportas.

No que diz respeito ao formato da malha gerada para realizar a simulação, foi escolhida a geometria de tetraédrica de segunda ordem. Além disso, como mencionado na seção 2.3.3 da fundamentação teoria, a qualidade do elemento é um diferencial entre análises que geram resultados confiáveis ou análises com resultados imprecisos. A métrica usada nesta análise foi a Skewness, tendo um valor médio de 0,2695. Como indicado na tabela 2.1 conclui -se que a qualidade da malha muito boa.

Na Figura 2.7, estão indicados os diferentes tipos de refinamento de malha utilizados nesta análise. Na placa perfurada foi usada uma malha de 2mm, em cor de rosa. A malha em questão resultou em 508356 nós e em 84562 elementos. Por outro lado, nos demais componentes da comporta foi usada uma malha de 5mm, em cinza, resultando em 85747 nós e em 43185 elementos. Esta diferença se dá devido à diferença de homogeneidade na malha.

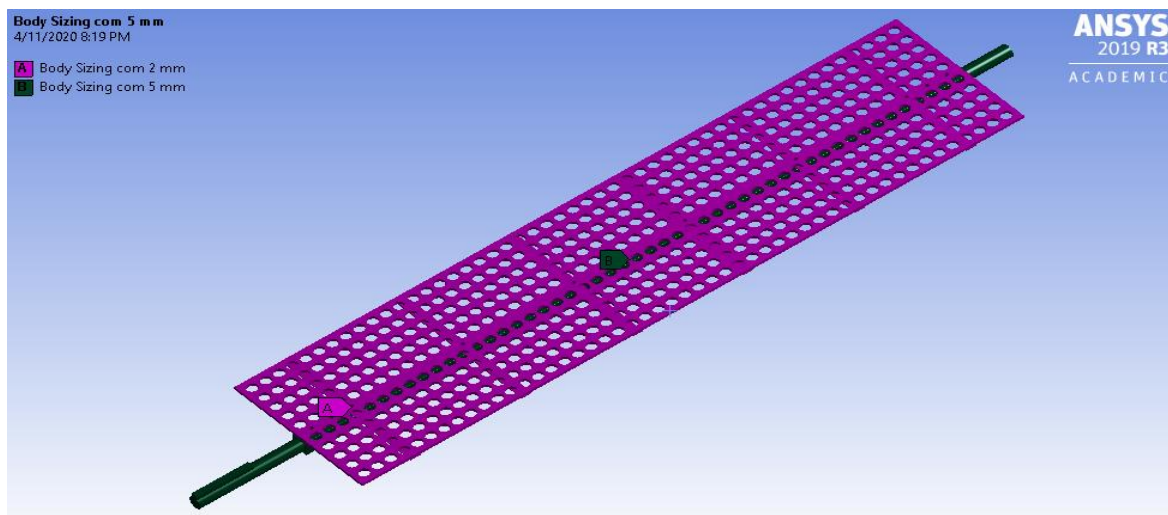


Figura 2.7 - Refinamento da malha para a simulação em uma das comportas.

Devido à seção transversal da placa da comporta ter inúmeros furos e geometria complexa, torna-se difícil a simplificação deste componente, com isso, a análise numérica tem grande importância para entender o comportamento deste componente.

3.5.3. Base de sustentação da máquina

Neste tópico estão as considerações para a simulação da base de sustentação da câmara de desidratação. É um elemento crítico, pois estará suportando todo o peso da estrutura do equipamento e além disso tem o peso das castanhas nos diferentes compartimentos.

Sendo assim admitiu um peso para a câmara de desidratação com as castanhas de 24kN. Este peso é somado do peso das castanhas, do peso da estrutura da máquina e uma sobre carga, este cenário é o com maior exigência da base de sustentação da câmara de desidratação. O peso das castanhas é de 10kN, o restante do peso total é referente ao peso aproximado da câmara de desidratação que é de 10kN (peso que foi obtido com o auxílio do software SolidWorks) e uma sobre carga de segurança de 4kN. Com isso, o peso total está distribuído sobre as dezesseis bases que sustentam a câmara de desidratação. Porém no presente trabalho é feita a simulação para apenas uma das bases de sustentação, logo o peso é dividido por dezesseis, sendo o valor para a simulação de 1,5kN.

Além disso, a base de sustentação está fixa ao chão. A fixação é feita por um componente metálico e três parafusos, sendo assim para a finalidade de

simulações pode ser considerado um constrangimento do tipo Fixed Support. A Figura 2.8, ilustra a situação da simulação que foi simulada. O ponto A indica a força de 1,5kN e o ponto B indica o Fixed Support.

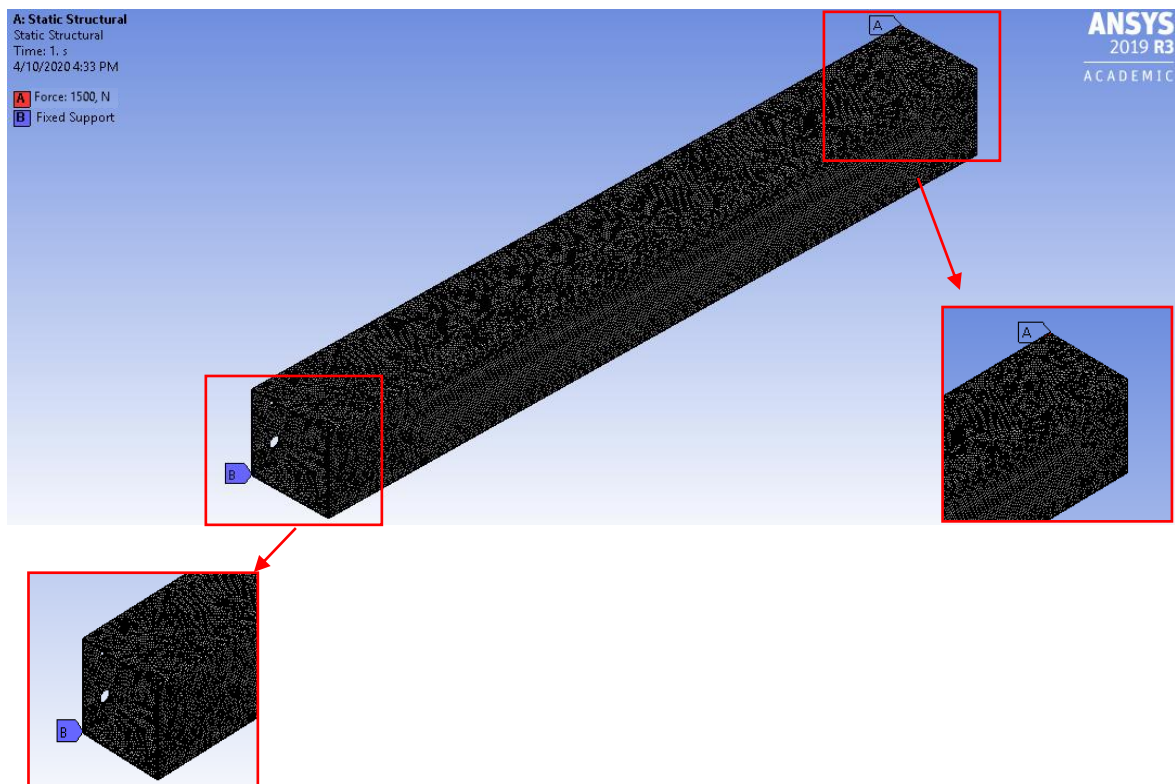


Figura 2.8 - Ilustração dos constrangimentos para simulação uma das bases de sustentação.

No que diz respeito ao formato da malha gerada para realizar a simulação, foi escolhida a geometria de tetraédrica. Além disso, o tamanho da malha é importante para ter-se resultados coerentes. Sendo assim, para o estudo da base de sustentação da câmara de desidratação foi escolhido uma malha de 2mm, resultando em 371274 nós e em 188442 elementos.

Como mencionado na seção 2.3.3 da fundamentação teoria, a qualidade do elemento é um diferencial em análises que geram resultados confiáveis ou análises com resultados imprecisos. Tal como na simulação da comporta, a métrica usada para a base de sustentação foi a Skewness, tendo, para este caso, um valor médio de 0,30. Como indicado na tabela 2.1 conclui-se que a qualidade da malha muito boa, também.

4. Resultados e Discussões

4.1. Resultados da simulação da comporta

Os resultados da análise obtidos pela simulação no ANSYS® são mostrados nas Figuras 2.9 a 2.13 para a comporta. Neste tópico serão apresentados os resultados obtidos da simulação numérica que foram realizadas na comporta. Os resultados analisados foram: deslocamento total, tensão de Von-Mises e coeficiente de segurança.

Uma primeira simulação para ver os pontos críticos do projeto foi realizada, o resultado da tensão máxima na comporta foi de $\sigma = 236,82\text{MPa}$ muito próximo da tensão admissível, na Figura 2.9, está representada a primeira simulação, que foi realizada com os mesmos parâmetros e cuidados com a malha que as outras simulações da comporta. No detalhe, percebe-se a localização das maiores tensões para comporta antes das modificações propostas.

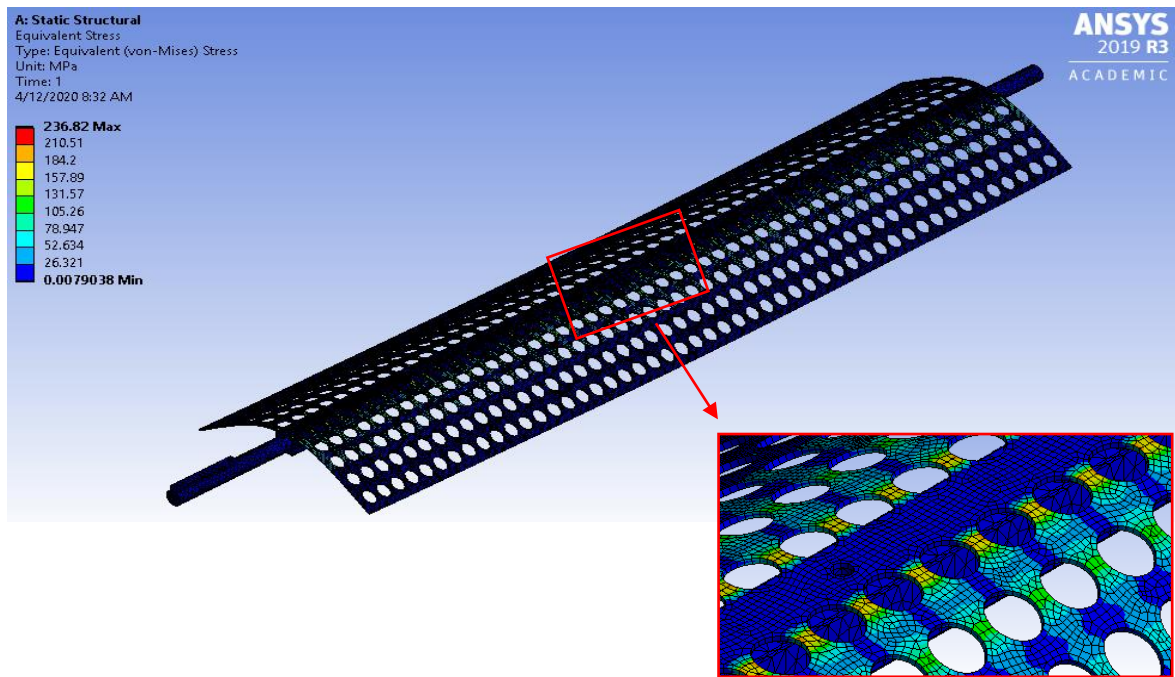


Figura 2.9 - Simulação da tensão Von-Mises de uma das comportas antes das mudanças.

Após esta simulação inicial foi necessário fazer algumas melhorias no projeto inicial. Estas melhorias no caso da comporta foram: aumento da espessura da chapa superior da comporta para 3mm e a colocação de seis apoios ao longo do veio de perfil quadrado com espessura de 1,5mm. Nos próximos tópicos são apresentadas as simulações com as melhorias propostas.

4.1.1. Perspectiva Explodida

Nesta secção tem-se o objetivo de explicar melhor as partes que constituem a comporta. Isso é facilitado pela perspectiva explodida que é um desenho técnico, que mostra uma relação ou sequência de montagem das diversas peças de um conjunto. Os componentes são ligeiramente separados por uma distância.

Na figura 2.10, está a perspectiva explodida da comporta. Nela apresenta-se os veios de perfil quadrado que são os apoios na simulação indicados pelo número 1, ele irá ligar os dois veios circulares bem como a chapa. Além disso, a figura ilustra o veio circular, representados em 2 e em 5. A figura ilustra ainda os reforços propostos em 3 e a chapa perfurada é representada em 4.

A comporta é integrada a câmara de desidratação como foi ilustrado na Figura 2.5. Na Tabela 2.5, mostra a listagem de todos os componentes que formam a comporta, além de mostra a quantidade de cada elemento e a posição na Figura 2.10.

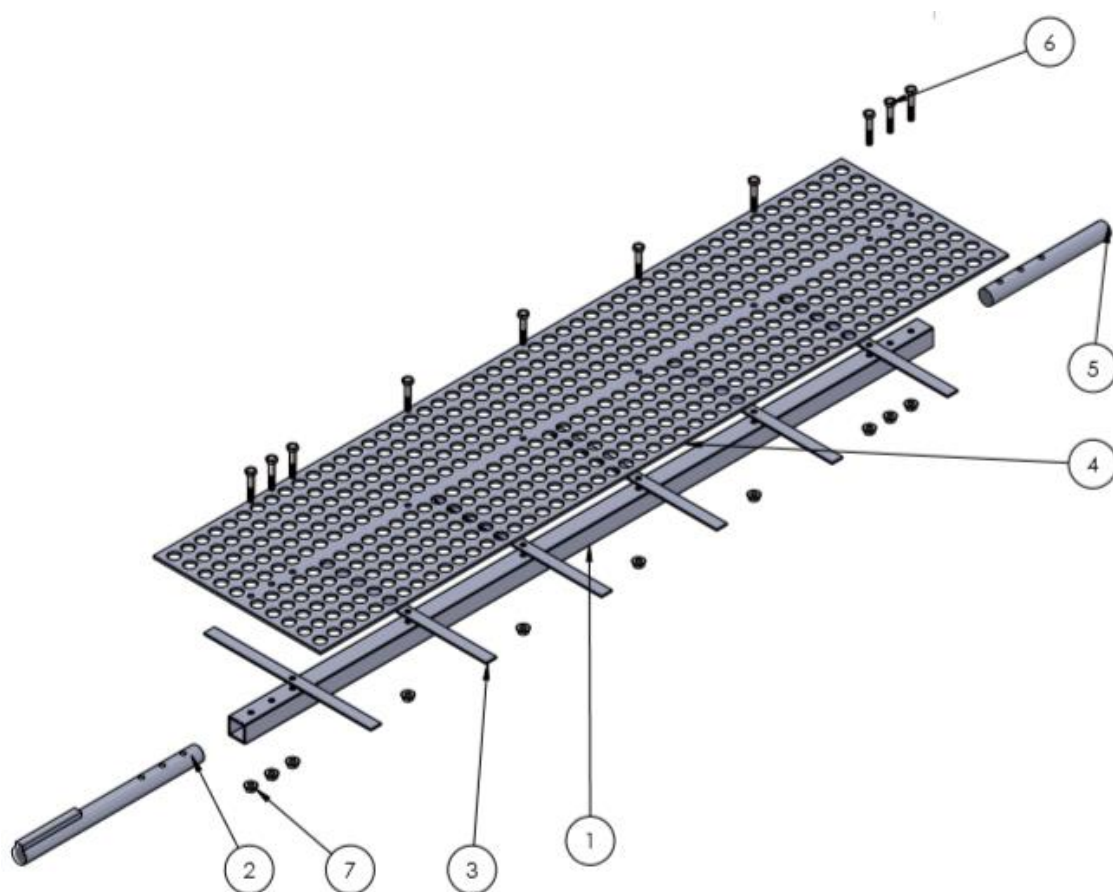


Figura 2.10 - Perspectiva explodida de uma das comportas.

Tabela 2.5 – Lista de componente de uma das comportas.

Número na Figura 2.10	Quantidade	Identificação
1	1	Veio com secção quadrada
2	1	Veio com secção circular com encaixe para polia dentada
3	6	Hastes de apoio da chapa perfurada
4	1	Chapa perfurada
5	1	Veio com secção circular sem encaixe para a polia dentada
6	10	Parafusos M6
7	10	Porcas M6

Na secção 4.3, estão representados os desenhos técnicos dos componentes listados na tabela 2.5.

4.1.2. Deslocamento Total

A primeira simulação da comporta foi referente ao deslocamento máximo. Para a comporta é importante saber este parâmetro para que as castanhas não saiam do patamar de secagem. Neste caso, o deslocamento máximo representado na Figura 2.11, é de 0,2232mm. O ponto crítico está representado no detalhamento da figura, sendo, os pontos extremos da placa perfurada da comporta. A deformação calculada pelo software foi insignificante ao projeto. Sendo assim, as castanhas irão permanecer no devido patamar. Colocar o tamanho médio de uma castanha. A figura está de representando a deformação, para ajudar a visualização do fenômeno.

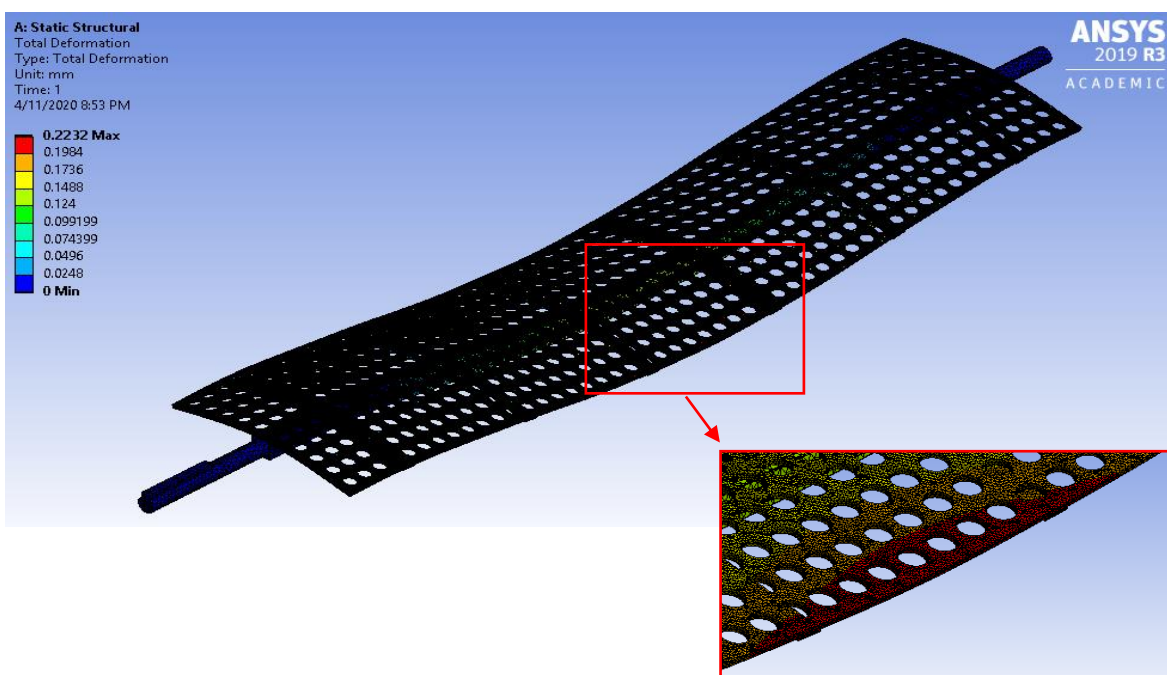


Figura 2.11 - Simulação da deformação total de uma das comportas.

4.1.3. Tensão equivalente de Von-Mises

As tensões da simulação são comparadas com as tensões admissíveis. A tensão máxima de Von-Mises foi de $\sigma = 73,382\text{MPa}$. Na Figura 2.12, mostra-se o resultado obtido para a tensão equivalente de Von-Mises. O ponto da comporta que sofre maior exigência do material é onde têm-se os furos para os parafusos de fixação da chapa furada. O detalhe na figura indica esta região.

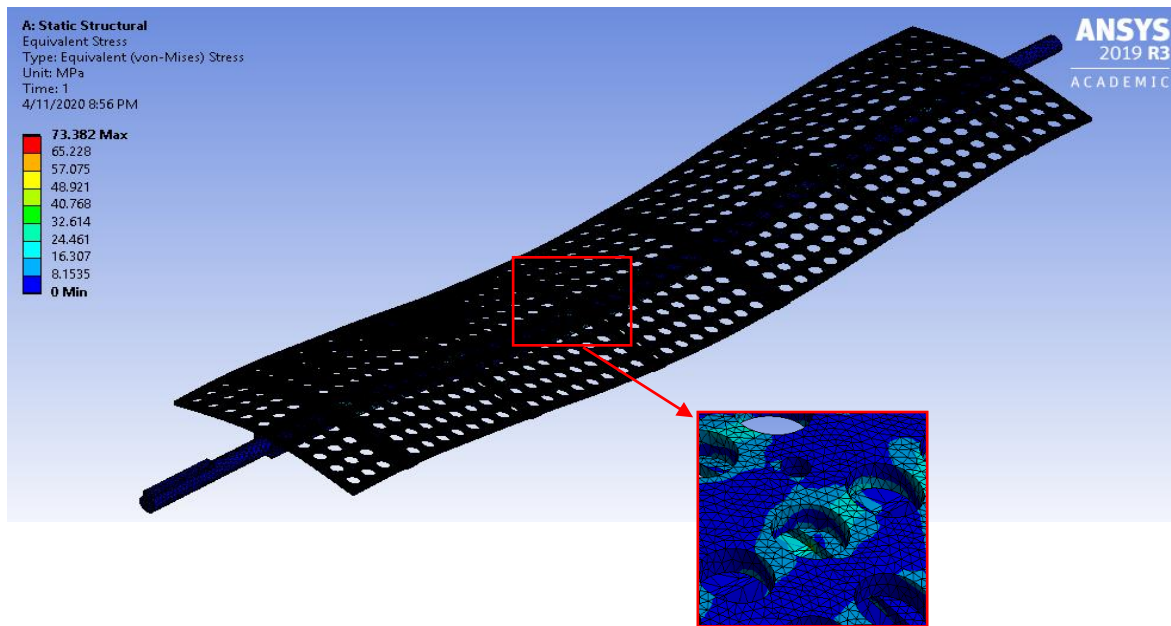


Figura 2.12 - Simulação da tensão Von-Mises de uma das comportas.

4.1.4. Coeficiente de segurança

Nesta última simulação para a comporta, foi realizada a análise para o coeficiente de projeto, esta etapa é fundamental para futuras otimizações na comporta. Sendo o menor coeficiente de segurança do projeto das comportas o de 3,48, é um valor aceitável para o projeto, visto que o mínimo para o projeto do desidratador é 3. A Figura 2.13, ilustra esta simulação, pode-se notar que o menor coeficiente de projeto é na parte onde tem-se a maior exigência do material, ilustrada no detalhamento da Figura 2.13.

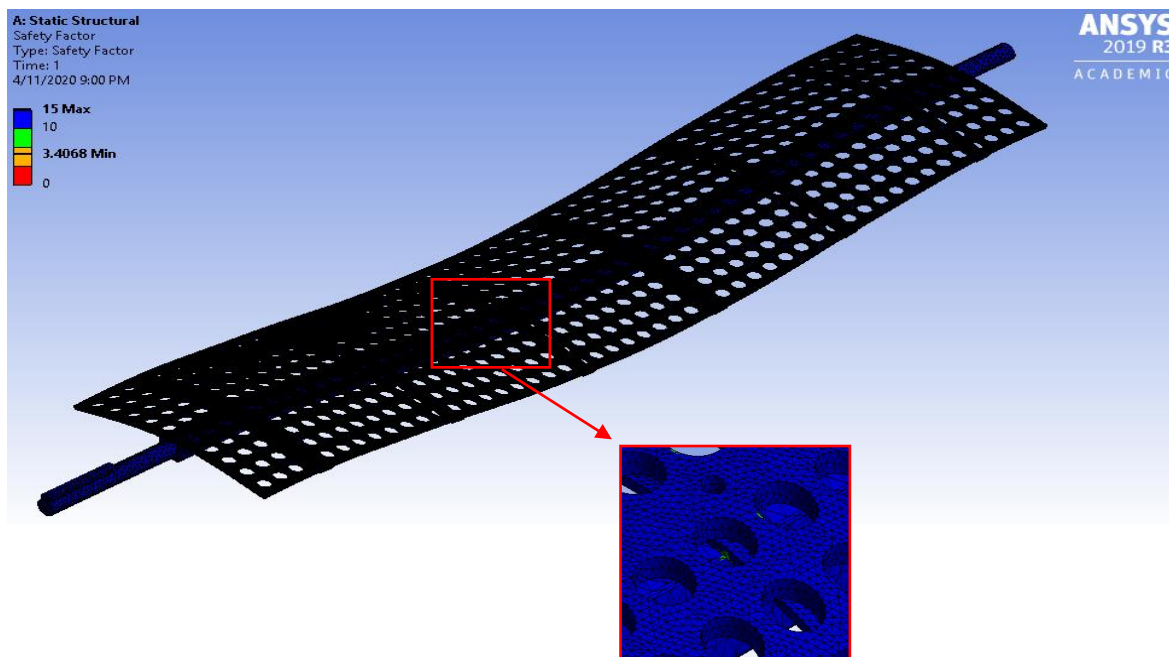


Figura 2.13 - Simulação do coeficiente de segurança de uma das comportas.

4.2. Resultados das simulações da base de sustentação da câmara de desidratação

4.2.1. Deformação Total

A deformação total da base que sustenta a câmara de desidratação tem uma importância diferente da comporta, quando este parâmetro serve apenas para que as castanhas não saírem do patamar de secagem. Neste caso, a deformação total máxima é representada na Figura 2.14, é importante para entender se não irão surgir tensões em algum ponto localizado da câmara de desidratação devido à deformação de uma das bases que sustentam. Como pode-se concluir a deformação total deste componente foi 0,053mm. O ponto crítico deste componente é a parte superior já que o componente irá sofrer compressão nesta região pela força de 1,5kN. A deformação calculada pelo software foi insignificante ao projeto, pois a deformação não irá gerar concentração de tensão ou sobrecargas nas outras bases de sustentação da câmara de desidratação.

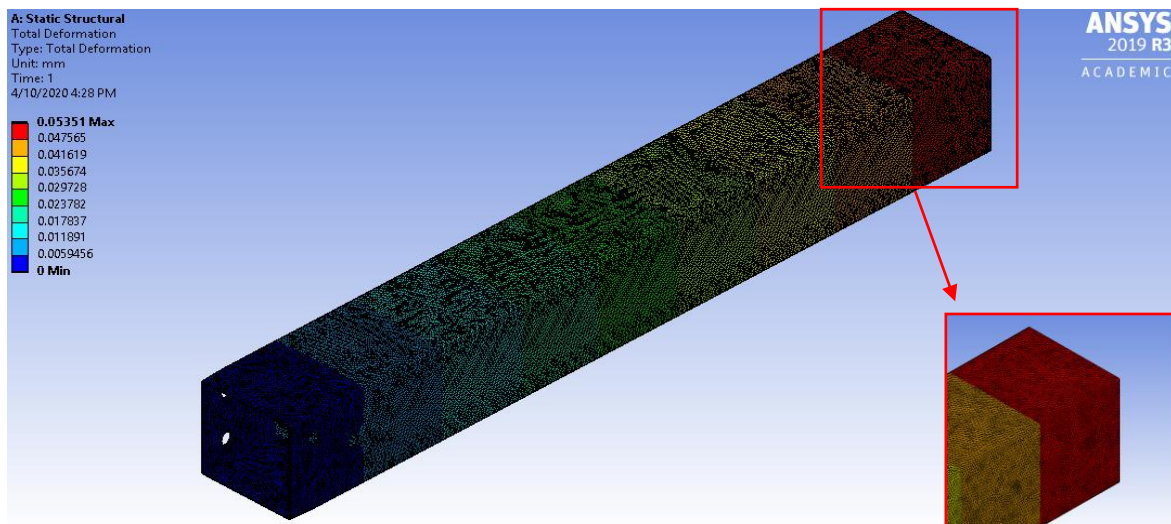


Figura 2.14 - Simulação da deformação total de uma das bases de sustentação.

4.2.2. Tensão equivalente de Von-Mises

As tensões da simulação são comparadas com as tensões admissíveis. A tensão máxima de Von-Mises foi de $\sigma = 62,68\text{MPa}$, no detalhe tem-se o local, como esperado a maior tensão é no local de alocação dos parafusos de fixação. Na Figura 2.15, mostra a simulação da tensão de Von-Mises. A tensão máxima admitida para compressão pelo material em estudo é de $\sigma = 250\text{MPa}$. Estes resultados são importantes para a próxima etapa, o cálculo do coeficiente de projeto.

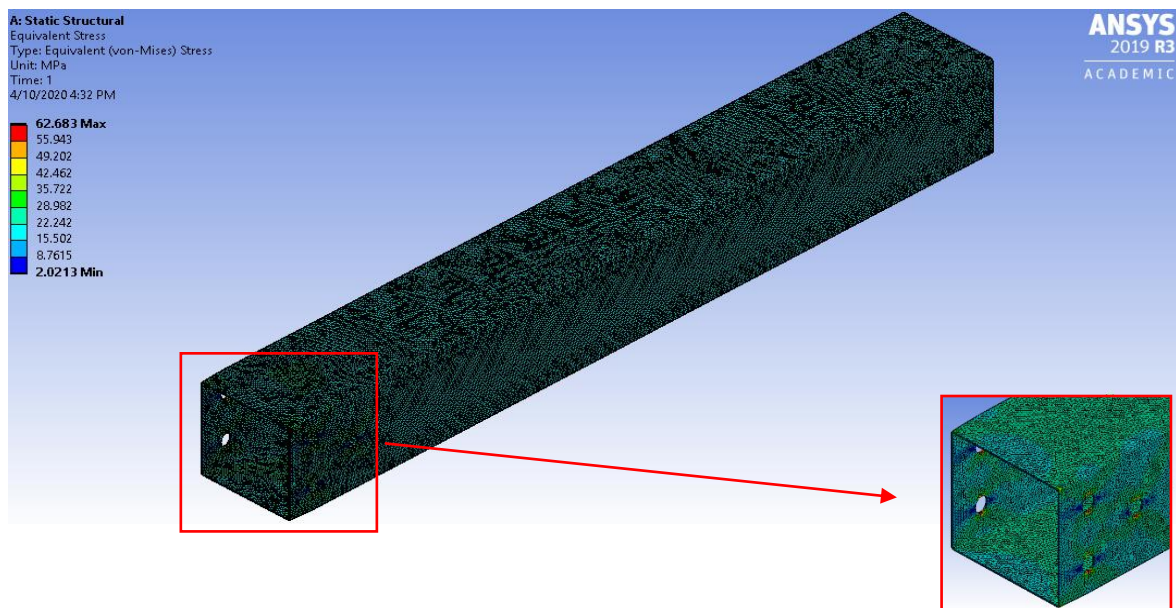


Figura 2.15 - Simulação da tensão equivalente de Von-Mises de uma das bases de sustentação.

4.2.3. Coeficiente de segurança

Nesta etapa, foi simulado o coeficiente de segurança do projeto, saber isso é fundamental para futuras otimizações na base de sustentação da câmara de desidratação. Sendo o menor coeficiente de segurança do projeto deste componente de 3,9, é um valor aceitável para o projeto da base de sustentação, pois é o valor proposto como coeficiente de segurança foi de 3. A Figura 2.16, ilustra esta simulação, pode-se notar que o coeficiente de projeto é 3,9 no detalhamento da imagem. Como esperado, o menor coeficiente de segurança está presente na região de alocação dos parafusos.

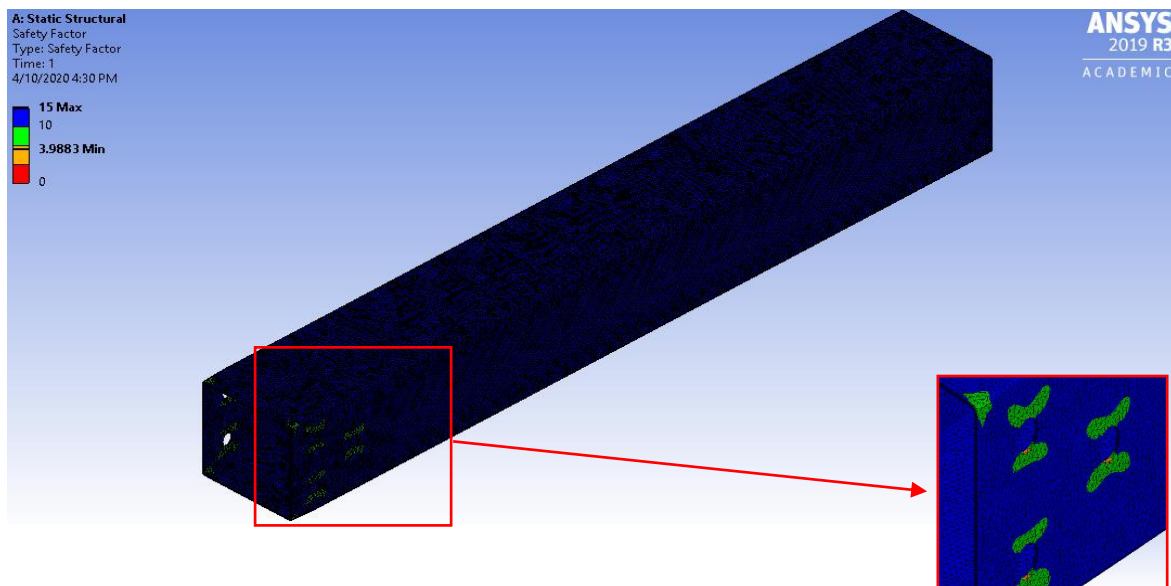
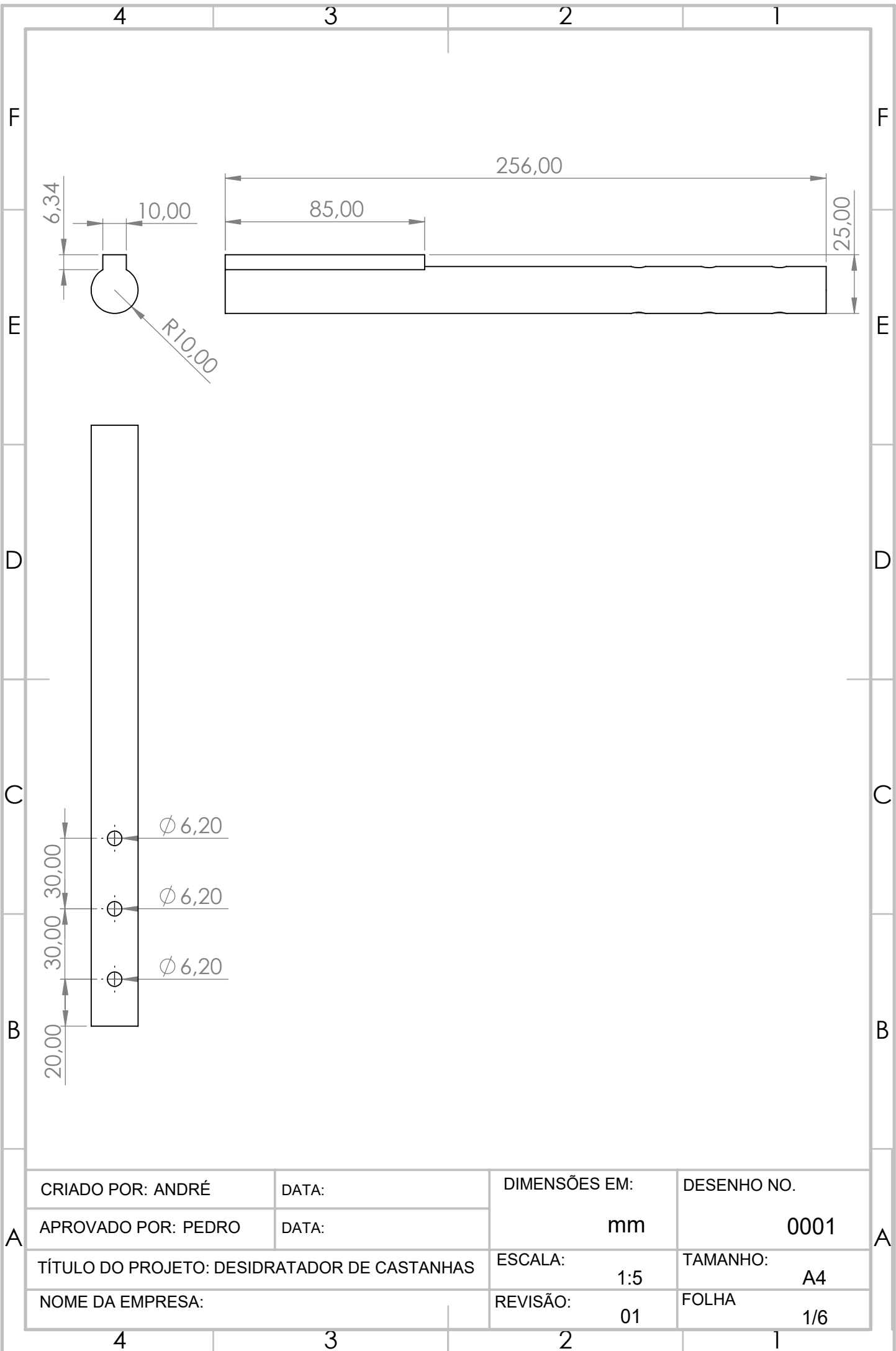


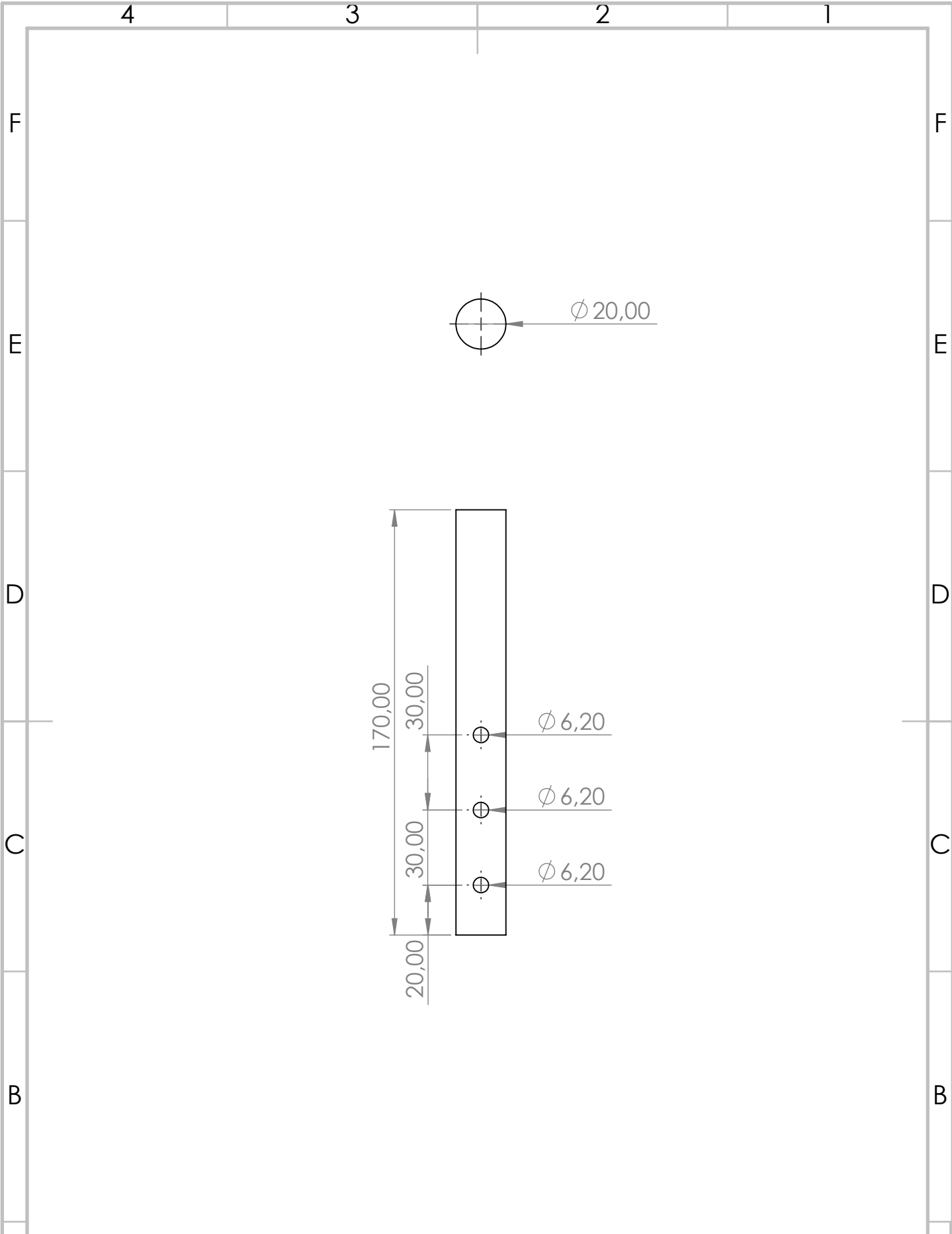
Figura 2.16 - Simulação do coeficiente de segurança de uma das bases de sustentação.

4.3. Desenho de construção mecânica

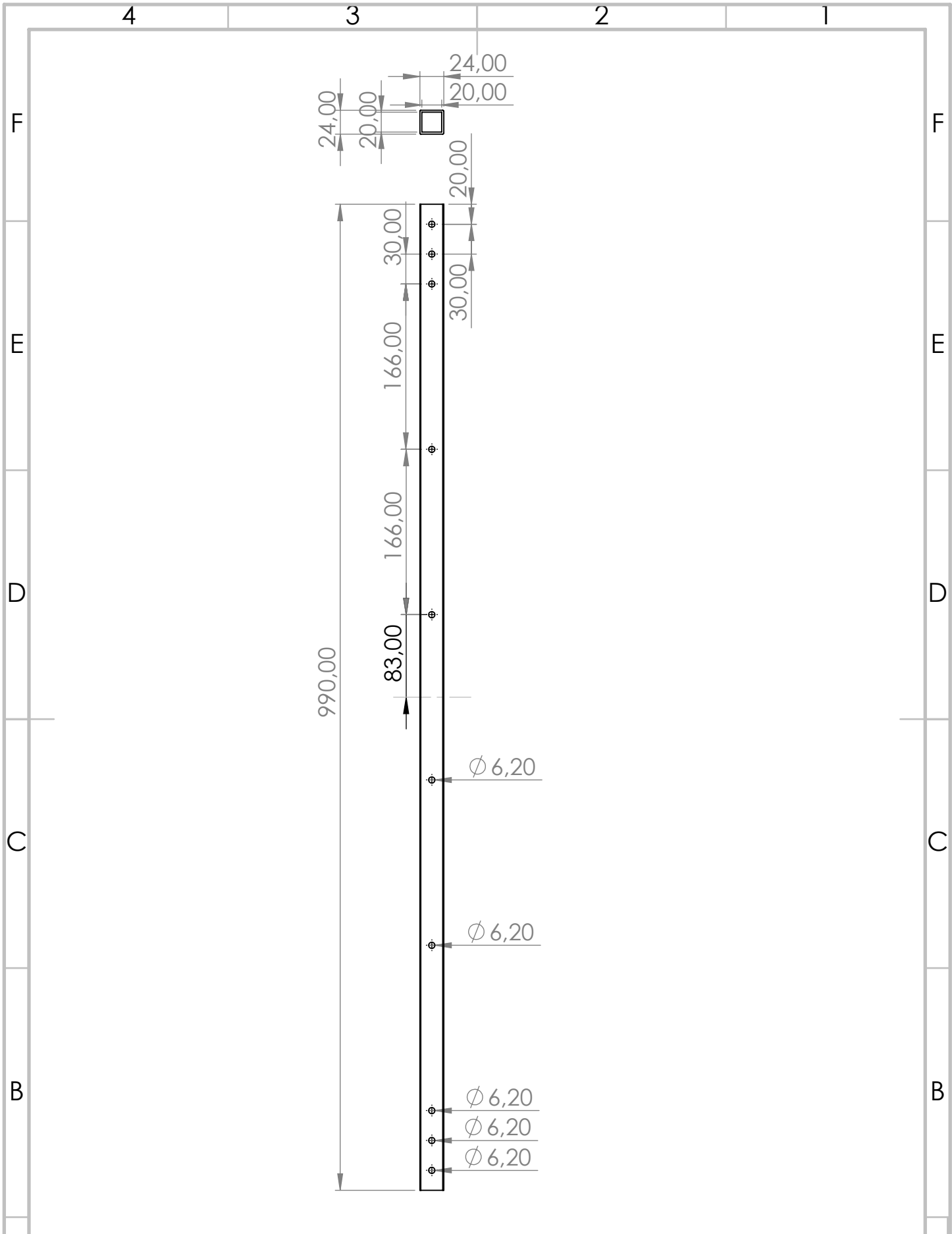
Após realizadas as simulações por elementos finitos é de fundamental importância desenvolver desenhos de construção mecânica para detalhar as dimensões do componente. Nas próximas páginas são apresentados os desenhos técnicos dos componentes da comporta, listados na tabela 2.5 e da base da câmara de desidratação. Pelo fato de ser um projeto em desenvolvimento, pode haver suportes e fixações que serão mudados. A lista a seguir são os comentários de cada desenho técnico de cada componente da comporta e da base de sustentação:

- **Desenho N°1:** Desenho técnico do veio que terá o mecanismo de abertura das comportas;
- **Desenho N°2:** Desenho técnico do veio que estará encastrado em um rolamento para proporcionar o apoio a compota;
- **Desenho N°3:** Desenho técnico veio com perfil quadrado que irá apoiar a chapa perfurada;
- **Desenho N°4:** Desenho técnico dos reforços proposto no trabalho;
- **Desenho N°5:** Desenho técnico da placa perfurada onde as castanhas serão repousadas;
- **Desenho N°6:** Desenho técnico da base de sustentação da câmara de desidratação.





A	CRIADO POR: ANDRÉ	DATA:	DIMENSÕES EM:	DESENHO NO.	A
	APROVADO POR: PEDRO	DATA:	mm	0002	
	TÍTULO DO PROJETO: DESIDRATADOR DE CASTANHAS		ESCALA:	TAMANHO:	
	NOME DA EMPRESA:		REVISÃO:	FOLHA	
			1:2	A4	
			01	2/6	



A	CRIADO POR: ANDRÉ	DATA:	DIMENSÕES EM:	DESENHO NO.	A
	APROVADO POR: PEDRO	DATA:	mm	0003	
	TÍTULO DO PROJETO: DESIDRATADOR DE CASTANHAS		ESCALA:	TAMANHO:	
	NOME DA EMPRESA:		REVISÃO:	FOLHA	
			1:5	A4	
			01	3/6	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

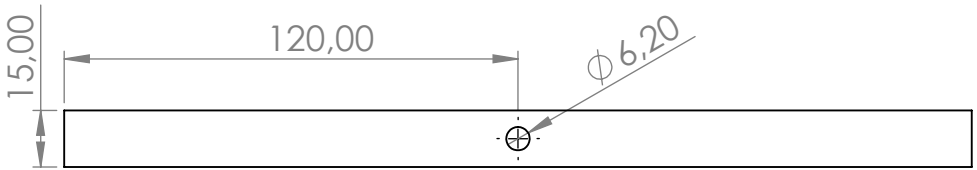
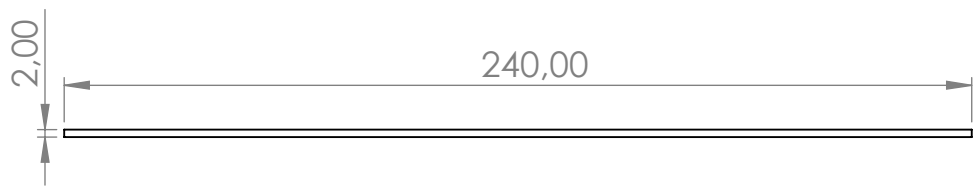
D

C

C

B

B

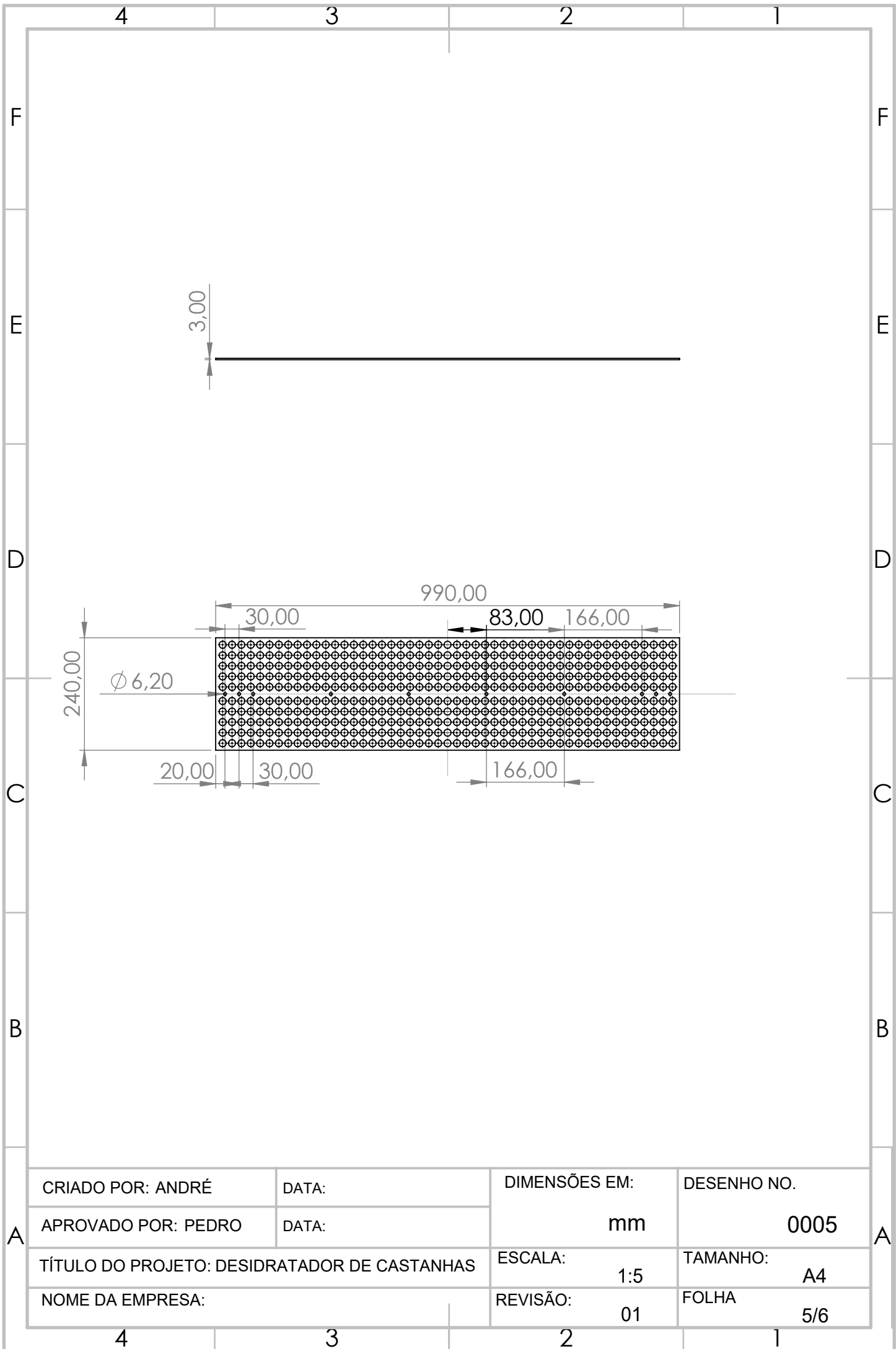


A

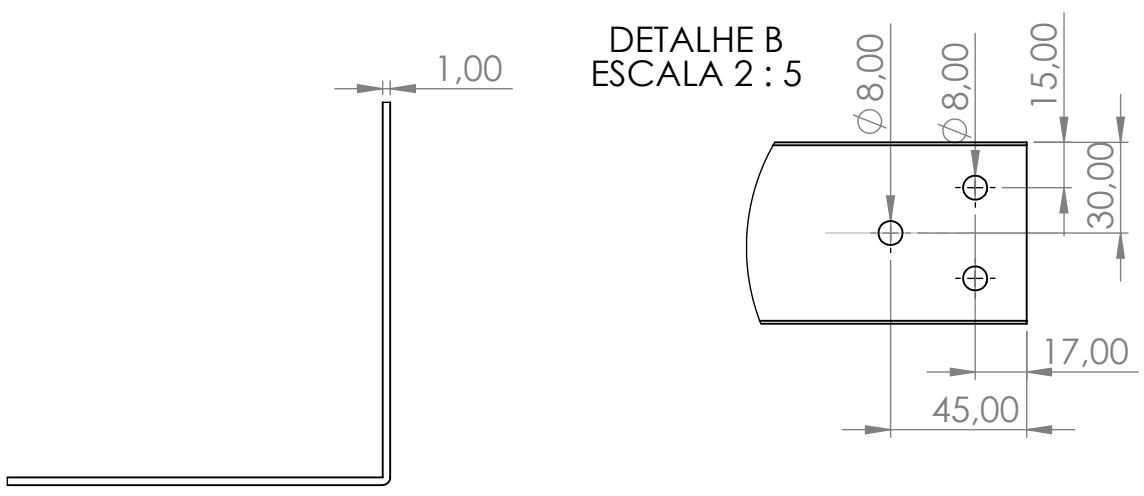
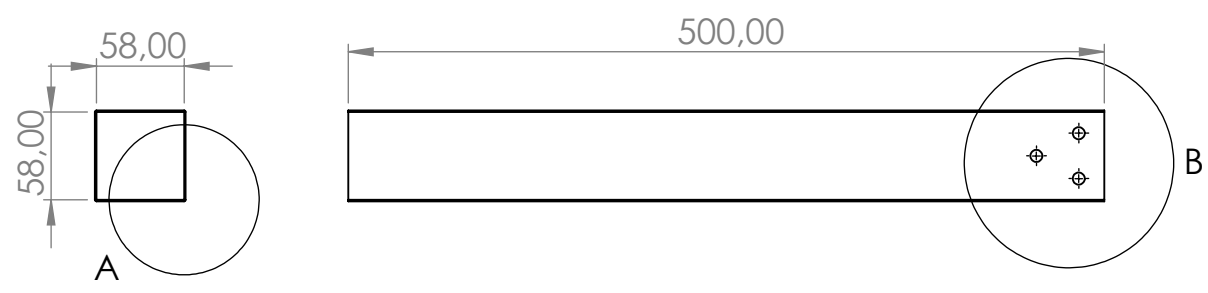
A

CRIADO POR: ANDRÉ	DATA:	DIMENSÕES EM:	DESENHO NO.
APROVADO POR: PEDRO	DATA:	mm	0004
TÍTULO DO PROJETO: DESIDRATADOR DE CASTANHAS		ESCALA:	TAMANHO:
NOME DA EMPRESA:		1:5	A4
		REVISÃO:	FOLHA
		01	4/6

4 3 2 1



CRIADO POR: ANDRÉ	DATA:	DIMENSÕES EM:	DESENHO NO.
APROVADO POR: PEDRO	DATA:	mm	0005
TÍTULO DO PROJETO: DESIDRATADOR DE CASTANHAS		ESCALA:	TAMANHO:
NOME DA EMPRESA:		1:5	A4
		REVISÃO:	FOLHA
		01	5/6



DETALHE A
ESCALA 1 : 1

CRIADO POR: ANDRÉ	DATA:	DIMENSÕES EM:	DESENHO NO.
APROVADO POR: PEDRO	DATA:	mm	0006
TÍTULO DO PROJETO: DESIDRATADOR DE CASTANHAS	ESCALA:	1:5	TAMANHO: A4
NOME DA EMPRESA:	REVISÃO:	01	FOLHA 6/6

5. Conclusões e trabalhos futuros

5.1. Conclusões gerais

São apresentados os desenhos técnicos de dois componentes da câmara de desidratação. Para a comporta são apresentados os desenhos dos cinco elementos que constitui o componente. As simulações garantem que esses elementos estão corretamente dimensionados para as cargas propostas.

Os resultados das simulações numéricas são mostrados na secção 4. Para a comporta tem-se uma carga distribuída de 75kg verificou-se que a tensão máxima encontrada foi 70,68% inferior a tensão do material da comporta, descrita na secção 3.2, incluindo o coeficiente de segurança. O deslocamento máximo da comporta foi de 0,22mm.

Para a base da câmara desidratação tem-se uma carga distribuída de 1,5kN, peso das castanhas e estrutura dividido pelas dezesseis bases que sustentam a câmara de desidratação. Verificou-se a tensão máxima encontrada foi 75% inferiores à tensão do material da estrutura descrito na secção 3.2, incluindo o coeficiente de segurança. O deslocamento máximo deste componente foi de 0,053mm.

Referências

1. FLORESTAL, F. **Estudo Económico do Desenvolvimento da Fileira da Castanha**. Sabugal, p. 56. 2017.
2. Anuário Estatístico de Portugal. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, p. 256. 2017. (0871-8741/978-989-25-0466-7).
3. MORAES, S. O. R. V. C. **Secagem de alimentos**, Piracicaba, 2006.
4. CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. **Secagem e desidratação**, Dezembro 2003.
5. NOGUEIRA, R. I.; CORNEJO, F. E. P.; WILBERG, V. C. **Manual para Construção de um Desidratador de Produtos Agroindustriais**, Rio de Janeiro, Setembro 2015.
6. LUECKE, R. **Estratégia**. Rio de Janeiro. 2008.
7. FERREL, C. O.; HARTLINE, D. M. **Estratégia de Marketing**. São Paulo. 2005.
8. KOTLER, P. **Administração de Marketing**. [S.I.]. 2012.
9. SALIM, C. S. et al. **Construindo planos de negócios: todos os passos necessários para planejar e desenvolver negócios de sucesso**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
10. REIS, E. P. D.; ARMOND, Á. C. **Empreendedorismo**. Curitiba: IESDE, 2012.
11. KLANG, J. H.; WALLNOFER, M.; HACKLIN, F. **The Anatomy of the Business Model: A Syntactical Review and Research Agenda**. [S.I.]: [s.n.], 2010.

-
12. HEDMAN, J.; KALLING, T. The business model concept: theoretical underpinnings and empirical illustrations. [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 49-59.
 13. AMIT, R.; ZOTT, C. p. 493-520. In: AMIT, R.; ZOTT, C. **Value creation in e-business**. [S.l.]: [s.n.], 2001. p. p. 493-520.
 14. OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **An eBusiness Model Ontology for Modeling eBusiness**. [S.l.]: [s.n.], 2002.
 15. LINDON, D. et al. Mercator XXI, Teória e Prática do Marketing.
 16. OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. Alfragide: Dom Quixote, 2010.
 17. MOURA, B. **Logística, Conceitos e Tendências**. Famacão: Centro Atlântico, 2006.
 18. OSTERWALDER, A. **The Business Model Ontology - A proposition in a design**. Lausanne: Université de Lausanne Ecole des Hautes Etudes Commerciales, 2004.
 19. OSTERWALDER, A. . P. **Criar modelos de negócio**. 2. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2010.
 20. NORTON, L. R. **Projeto de máquinas: Uma abordagem integrada**. 4ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
 21. AZEVEDO, O. F. D. **Análise Estrutural com Ansys Workbench. 1**. 1. ed. São Paulo: [s.n.], 2015.
 22. LOTTERMANN, T. P. T. **Projeto estrutural de chassi tipo gaiola para veículos mini baja: análise numérica e experimental**. [S.l.]: [s.n.], 2015.
 23. ANSYS MESHING. ANSYS Meshing User's, 2010. Disponível em: <http://www.ansys.com>. Acesso em: 20 Novembro 2019.

-
24. HIBBELER, R. C. **Resistência dos materiais. 7. ed. Nanyang Technological University:** Pearson. [S.l.]: [s.n.], 2009.
 25. SHIGLEY, E. J.; MISCHKE, R. C.; BUDYNAS, G. R. **Projeto de Engenharia Mecânica.** Porto Alegre: Bookman, 2005.
 26. COLLINS, A. J. **Projeto mecânico de elementos de máquinas: uma perspectiva de prevenção da falha. 1.** Rio de Janeiro: LTC, 2006.
 27. CODE, P. **Eurocode 3: Design of Steel Structures-Part 1-2: General Rules Structural Fire Design.** London: European Committee for Standardisation, 2007.
 28. MOUNTAIN RESEARCH CENTRE. Equipment's role on the drying process of chestnut. **Computer Aided Engineering and Technology**, v. 7, n. 2, 2015.