|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| logo_eesc_vertical_cor_solidalogo_eesc_vertical_cor_solida | **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP**  *ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS - EESC*  Departamento de Engenharia Mecânica - SEM |  |

**MODELO DE RELATÓRIO DA DISCIPLINA PROJETO MECÂNICO QUE DEVE CONTER O MEMORIAL DESCRITIVO, O MEMORIAL DE CÁLCULO E OS ANEXOS, (vg. Os DESENHOS).**

**Esta é a CAPA**

Fontes: Texto - Arial 11, No. de Página – Arial 10.

Configuração conforme este modelo somente, vg. copy & paste!

Espaçamento entre linhas: 1,5.

**Imprimir Sempre Em Frente E Verso**

**RELATÓRIO DA DISCIPLINA SEM 0347 – PROJETO MECÂNICO**

**MEMORIAL DE PROJETO**

**MEMORIAL DESCRITIVO, MEMORIAL DE CÁLCULOS, DESENHOS, ANEXOS**

NOME DO PROJETO

**MOINHO PLANETÁRIO (Por Exemplo)**

**ALUNO: Nome do Aluno**

**Orientação: Professor C. A. Fortulan**

**São Carlos, dezembro de 2023**

(Este é o VERSO DA CAPA)

Observações Importantes

* Tudo que estiver em vermelho não deve constar do relatório (deve ser excluído, pois são instruções somente).
* Tudo que estiver em azul de ser personalizado de acordo com o projeto de cada aluno.

**Esta é a FOLHA DE ROSTO**

**Aluno:** Nome do (a) Aluno (a)

**Professor:** Carlos Alberto Fortulan

NOME DO PROJETO

**MOINHO PLANETÁRIO**

Relatório da Disciplina SEM 0347 – Projeto Mecânico (Memorial Descritivo e Memorial de Cálculos), sob a orientação do Professor Carlos. A. Fortulan

**São Carlos, dezembro de 2022.**

(Este é o VERSO DA FOLHA DE ROSTO)

**RESUMO**

NANANAN, N.N.N. Projeto de um moinho planetário para moagem de materiais metálico, cerâmico ou poliméricos – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

O presente relatório trata do desenvolvimento do projeto de um Moinho Planetário. Moagem é uma etapa do processamento.... O resumo deve representar o trabalho e conter: Estado da arte, objetivos, descrição, principais resultados e principais conclusões. Dever ser em parágrafo único e limitado no máximo em uma página. O trabalho faz uso de muita pesquisa bibliográfica e ai precisa ter cuidado para não cometer plágio, para isso toda escrita retirada da bibliografia pertinente precisa estar citada sua fonte. Todo o trabalho será checado quanto ao Plágio pelo Turnitin.

Palavras-chave: moinho, moinho planetário, até seis palavras chaves.

.

**ABSTRACT**

NANANAN, N.N.N. Design of a planetary mill for metal, ceramic or polymeric grinding – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.

The study deals with the direct manufacturing of hydroxyapatite scaffolds using rapid prototyping. .

.

.

.

.

.

tests indicated that the incidence of the laser fluence of 170 mW.s/mm2 promoted the resin healing with 0.5 mm of diameter and about 0.5 mm in depth, that allowed the prototyping of scaffolds with sufficient mechanical strength to manipulation.

Keywords: milling, planetary milling, ….

**LISTA DE FIGURAS**

[Figura 1.1 – Osso cortical e esponjoso. Arranjo da hidroxiapatita e colágeno na formação de tecidos duros (VALLET-REGÍ; GONZÁLEZ-CALBET, 2004). 17](#_Toc521317097)

[Figura 2.2 – Esquema de um osso cortical, ilustrando os sistemas de Havers e as lamelas circunferenciais externas e internas. O sistema de Havers, no alto e à esquerda, mostra a orientação das fibras de colágeno em cada lamela. À direita, o sistema de Havers mostra um capilar sanguíneo central (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1995). 18](#_Toc521317098)

[Figura 4.1 – Hidroxiapatita bovina. 22](#_Toc521317099)

Para atualizar a LISTA DE FIGURAS basta clicar com a tecla direita do mouse sobre a lista de figuras e optar por ***Atualizar campo***, em seguida se pode optar por ***Atualizar o índice inteiro***.

**LISTA DE TABELAS**

[Tabela 2.1 – Propriedades mecânicas para vários tipos de ossos. 18](#_Toc427917916)

[Tabela 2.2 – Tipos de biomateriais: vantagens e desvantagens. 19](#_Toc427917917)

Para atualizar a LISTA DE TABELAS basta clicar com a tecla direita do mouse sobre a lista de figuras e optar por ***Atualizar campo***, em seguida se pode optar por **Atualizar o índice inteiro**.

**LISTA DE SIGLAS**

|  |  |
| --- | --- |
| 3DP | *3D Printing* |
| ACP | **Fosfato de cálcio amorfo** |
| ASTM | *American Society for Testing and Materials* |
| CAD | Computer-aided design |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**LISTA DE SÍMBOLOS**

|  |  |
| --- | --- |
| ∅ee | Diâmetro médio equivalente |
| σRT | Resistência à flexão |
| µm | Micrometro |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**SUMÁRIO**

[1. MEMORIAL DESCRITIVO 12](#_Toc144188261)

[1.1. Introdução 12](#_Toc144188262)

[1.1.1. Objetivos 13](#_Toc144188263)

[1.1.1.1. Termo de Abertura do Projeto (TAP) 13](#_Toc144188264)

[1.1.1.2. Metodologia de projeto 13](#_Toc144188265)

[1.2. Revisão Bibliográfica 14](#_Toc144188266)

[1.2.1. Moagem 14](#_Toc144188267)

[1.2.2. Biomateriais 15](#_Toc144188268)

[1.3. Projeto 16](#_Toc144188269)

[1.3.1. Dados do Projeto 16](#_Toc144188270)

[1.3.2. Esboço do Conjunto 16](#_Toc144188271)

[1.3.3. Croqui do Conjunto 16](#_Toc144188272)

[1.3.4. Descrição Geral do Projeto 16](#_Toc144188273)

[1.3.5. Fabricação e Montagem 16](#_Toc144188274)

[1.3.6. Controle 17](#_Toc144188275)

[1.3.7. Descrição geral da operação e manutenção do produto 17](#_Toc144188276)

[1.3.8. Considerações sobre a Segurança de Operação - Projeto 17](#_Toc144188277)

[1.3.9. Considerações sobre a descontinuidade do produto 17](#_Toc144188278)

[1.3.10. Conceito 17](#_Toc144188279)

[2. MEMORIAL DE CÁLCULO 18](#_Toc144188280)

[2.1. Cálculos de verificação e dimensionamento 18](#_Toc144188281)

[2.1.1. Modelo(s) com os carregamentos, velocidades, temperaturas e outros. 18](#_Toc144188282)

[3. CONSIDERAÇÕES FINAIS 20](#_Toc144188283)

[3.1. Descrever: Análise do valor do trabalho realizado 20](#_Toc144188284)

[3.2. Descrever: as “lições aprendidas” 20](#_Toc144188285)

[3.3. Elaborar: Lista de Pendências 20](#_Toc144188286)

[3.4. Preencher e anexar o “Termo de Encerramento de Projeto” - “TEP” 20](#_Toc144188287)

[3.5. Preencher e anexar o “Termo de Aceite” 20](#_Toc144188288)

[4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 21](#_Toc144188289)

[5. APÊNDICES 22](#_Toc144188290)

[5.1. Apêndice A - Desenhos 22](#_Toc144188291)

[5.2. Apêndice B – Pedido e Patente 23](#_Toc144188292)

Para atualizar o SUMÁRIO a lista de tabelas basta clicar com a tecla direita do mouse sobre a lista de figuras e optar por ***Atualizar campo***, em seguida se pode optar por **Atualizar o índice inteiro**.

* 1. MEMORIAL DESCRITIVO

1.1. Introdução

O presente roteiro tem como objetivo uniformizar a apresentação do MEMORIAL DE PROJETO da disciplina SEM 347 – Projeto Mecânico. Do Memorial de Projeto constam o Memorial Descritivo, o Memorial de Cálculo, os desenhos (apêndice), solicitação de patente (apêndice) e outros (anexo), na sequência mostrada no sumário. No Memorial Descritivo constam todas as descrições, especificações técnicas, limitações, aplicações típicas e o público alvo do projeto. No Memorial de Cálculo devem constar todas as informações relativas ao desenvolvimento do Projeto. Ele deve ser muito bem detalhado, pois quaisquer dúvidas posteriores sobre o projeto podem ser resolvidas tomando por base o Memorial de Cálculo.

O **resumo**, em parágrafo único deve representar o memorial idealmente em conteúdo em proporção com resultados obtidos e conclusões.

A **Introdução** é o primeiro capítulo do Memorial Descritivo e deve ser comentada a motivação geral para a realização do Projeto e demais observações de ordem geral.

A inovação, a inventividade e a criatividade são muito importantes em Projeto, bem como a padronização e a normalização. Portanto, pede-se não modificar nem a ideia, nem a forma nem a ordem de apresentação mostrada, se eventualmente adaptações necessárias forem feitas.

**Normas de Apresentação do Memorial**

O Memorial de Projeto deve ser feito segundo a presente padronização e usando folhas A4 como neste texto.

Usar **exclusivamente** espaçamento 1,5; fonte Arial 11 no texto normal; fonte Arial 10 nos rodapés e nas figuras; fonte Arial 08 nos rodapés; fontes da capa conforme modelo.

No Memorial definitivo, esta é a página de número 5 e deve conter o começo do Memorial Descritivo. As anteriores são, respectivamente, a Capa e verso (sem numeração de página) e o Sumário e verso (sem numeração). As páginas seguintes serão o restante do Memorial, com numeração normal, no centro, no rodapé.

O Memorial de Projeto deve ser impresso digitalmente em .PDF em arquivo único com os apêndices e anexos. Os itens principais do Memorial de Projeto, como novos capítulos, iniciam sempre em uma **nova página**.

Todos os desenhos de conjunto e detalhes devem ser incluídos como apêndices.

Note que os números das páginas começam a aparecer somente a partir desta página!

Na data de entrega do Projeto, todos os documentos digitais (impressos .PDF e desenhos) serão feitos por Upload no Moodle USP da disciplina na data estabelecida.

* + 1. Objetivos

É na Introdução que são listados o objetivo geral e os objetivos específicos a serem alcançados com o Projeto, O “**Termo de abertura**” faz parte dos objetivos. Depois de finalizado o Projeto, uma das principais ferramentas para se julgar se ele ficou bom é avaliar se estes objetivos foram cumpridos a contento.

* + - 1. Termo de Abertura do Projeto (TAP)

Apresentar o TAP referente ao projeto em estudo (não a fabricação e ao produto), atribuir funções, recursos, planejar prazos e prever eventuais riscos (aula prática 3).

1.1.1.2. Metodologia de projeto

Apresentar a metodologia elaborada para o desenvolvimento do projeto, aqui resumida pelo fluxograma de atividades (aula teórica 2).

* 1. Revisão Bibliográfica
     1. Moagem

A Pesquisa Bibliográfica do projeto é de grande importância. Através dela ilustra-se o **Estado da Arte** e o **Estado da Técnica** do tema do projeto e poderão ser obtidas informações adicionais as fornecidas pela disciplina as quais irão enriquecer o Memorial do Projeto.

Deve conter informações sobre estado da arte contida nos artigos, livros, catálogos e *Web* Sites e do estado da técnica contida naspatentes (**aula prática 4**)*.* Dar valor importante às figuras, desenhos e esquemas. O aproveitamento da pesquisa de patentes é obrigatório. Aproveite a aula prática de buscas de patentes e faça o registro imediato: do princípio inventivo, das figuras e da referência da patente.

Todas as informações obtidas devem estar **referenciadas** para dar o crédito da propriedade intelectual ou industrial ao seu detentor.

A correta maneira de referenciar pode ser vista pelas diretrizes publicadas no site da biblioteca da Escola de Engenharia de São Carlos http://www.teses.usp.br/index.php?option=com\_content&view=article&id=52&itemid=67&lang=pt-br, nela há quatro opções segundo as normas: ABNT (Parte I), APA (Parte II), ISO (Parte III) e Vancouver (Parte IV). Para o presente relatório é sugerida a norma ISO.



Figura 1.1 – Osso cortical e esponjoso. Arranjo da hidroxiapatita e colágeno na formação de tecidos duros (VALLET-REGÍ; GONZÁLEZ-CALBET, 2004).

As legendas das figuras devem aparecer abaixo da figura e toda vez que uma figura for incluída, marca-la com o mouse e clicar no Estilo: ***Figura*** *(PÁGINA INCIAL).*

Tabela 1.1 – Propriedades mecânicas para vários tipos de ossos.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de Osso** | **Direção do teste** | **Resistência à tensão (MPa)** | **Resistência à compressão (MPa)** | **Módulo elástico (GPa)** |
| Fêmur | Longitudinal | 121 | 167 | 17,2 |
| Tíbia | Longitudinal | 140 | 159 | 18,1 |
| Osso esponjoso | - | 1,2 | 1,9 | 0,09 |
| Crânio | Tangencial | 25 | - | - |
| Radial | - | -97 | - |

Fonte: KATTI, 2004, PARK, 1980.

As legendas das tabelas devem aparecer acima da tabela e toda vez que uma tabela for incluída, marca-la com o mouse e clicar no Estilo: ***Tabela*** *(PÁGINA INCIAL).*

Os ossos .... remodelação dos ossos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1995). A Figura 2.2 apresenta a estrutura básica de um osso compacto.



Figura 2.2 – Esquema de um osso cortical, ilustrando os sistemas de Havers e as lamelas circunferenciais externas e internas. O sistema de Havers, no alto e à esquerda, mostra a orientação das fibras de colágeno em cada lamela. À direita, o sistema de Havers mostra um capilar sanguíneo central (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1995).

Os osteócitos são ...e de novos materiais para aplicações em biomateriais.

* + 1. Biomateriais

O termo biomaterial foi definido ..... à utilização como dispositivos médicos. A Tabela 1.2 apresenta algumas vantagens e desvantagens .......erial.

Tabela 1.2 – Tipos de biomateriais: vantagens e desvantagens.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Biomaterial** | **Exemplos** | **Vantagens** | **Desvantagens** |
| Metal | Aço inoxidável | Alta energia de deformação | relação ao tecido. |
| Compósito | Carbono  Fosfo geno | Boa biocoe, aplicações | Inco de fabricação |

Fonte: PARK, 1984.

1.3. Projeto

1.3.1. Dados do Projeto

Os dados a serem usados em cada Projeto são muito específicos e particulares a cada um deles. Os Dados de Projeto interessam diretamente ao Projetista. Todos os dados do projeto (*Delimitações*) devem ser incluídos neste item: os fornecidos e os obtidos ao longo do desenvolvimento do Projeto.

* + 1. Esboço do Conjunto

O esboço é o mesmo feito nas primeiras aulas, feitos a mão livre, que devem ser *scaneados* e inseridos nas páginas do presente memorial.

O esboço deve ser um rascunho da ideia inicial do Projeto. (**aula prática 2**)

Na sequência deve-se incluir o **esboço digital** desenvolvido na aula prática Informatizada (**aula prática 8**).

* + 1. Croqui do Conjunto

O croqui deve ser um esquema com padrão de desenho mecânico, feito à mão livre, sem utilizar instrumentos de desenho ou computador, a lápis, sem escala, com algumas das cotas principais, em papel formato A4. Deve ocupar uma página do relatório somente. O croqui deve ser representar a ideia do Projeto para discussões preliminares. Poderão também ser feitos croquis de subsistemas ou subconjuntos importantes, tais como subconjunto de acionamento, subconjunto de elevação de carga ou subconjunto de posicionamento. Os croquis feitos em sala de aula devem ser *scaneados* e inseridos nas páginas do presente memorial.

* + 1. Descrição Geral do Projeto

De posse dos croquis, faz-se a descrição do funcionamento geral do conjunto e seus subconjuntos, se houver. Ao fazer a descrição por escrito, verifica-se se os dados do Projeto estão sendo satisfeitos e se os objetivos do Projeto poderão ser atingidos. Desta forma, muitos erros e omissões são descobertos e corrigidos. Ou seja, segundo G. Niemman começa-se ***calcular depois de desenhar o croqui e verificar que tudo vai funcionar***.

* + 1. Fabricação e Montagem

É bastante comum descobrir que um Projeto que foi perfeitamente idealizado, calculado e desenhado, não pode ser devidamente fabricado e/ou montado. Desta forma, é necessário que seja feita uma análise geral, mesmo sem grandes detalhes, sobre como o conjunto e seus subconjuntos serão fabricados e montados.

* + 1. Controle

Da mesma forma, tudo que se fabrica deve ser controlado em termos metrológicos e de qualidade. Assim, é também necessário que seja feita uma análise geral sobre como o conjunto, seus subconjuntos e principalmente cada elemento a ser fabricado pode ser verificado (medido) para ser montado (**aula teórica 10**).

* + 1. Descrição geral da operação e manutenção do produto

É necessário descrever como se operam as máquinas, quais as habilidades e cuidados requeridos pelo operador, dentre outras informações consideradas importantes. O mesmo se pode dizer a respeito da manutenção, a qual pode envolver procedimentos que podem não serem simples.

* + 1. Considerações sobre a Segurança de Operação - Projeto

Será fundamental a descrição de quais considerações foram feitas sobre a NR-12 – SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS e NR-17 – Ergonomia. Cuidados que serão aplicados ao projeto que remeta a segurança física e ergonômica.

* + 1. Considerações sobre a descontinuidade do produto

É necessário prever as formas de tratamento das partes do produto após vida útil, se trata de uma **responsabilidade ambiental** e uma **ética profissional**: reciclagem, reuso, conversão, neutralização e descarte.

* + 1. Conceito

Apresentação das imagens 3D do protótipo digital final.

1. MEMORIAL DE CÁLCULO

Inicie o trabalho apresentando um modelo esquemático com os carregamentos, velocidades, temperaturas e outros

* 1. Cálculos de verificação e dimensionamento

Devem constar deste item todas as informações pertinentes ao desenvolvimento do Projeto do Conjunto, dos Subconjuntos quando houver e de todos os componentes do projeto, a saber:

Configurações alternativas; Escolhas e decisões tomadas; Critério de Projeto (por exemplo: por tensão admissível, por flecha admissível); Cálculos – fórmulas e resultados; Planilhas de cálculos (se houverem); Diagramas de esforços;

* + 1. Modelo(s) com os carregamentos, velocidades, temperaturas e outros.

Apresentar desenhos esquemáticos de modelos para o dimensionamento do projeto; Tabelas, diagramas e figuras auxiliares; Resultados de análises com Elementos Finitos; Determinação de valores admissíveis (por exemplo: tensão admissível); Comparação com valor de trabalho (por exemplo: tensão de trabalho); Discussão de resultados. (Aula Prática 7)

Após as ......tra a Figura 4.1.



Figura 2.1 – Hidroxiapatita bovina.

Os espectros de DRX e FTIR

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais resumem detalhes que ocorreram ao longo do desenvolvimento do projeto e que ilustrem as dificuldades encontradas e as sugestões a serem feitas para melhorar a sistemática sugerida e adotada como referência.

* 1. Descrever: Análise do valor do trabalho realizado
  2. Descrever: as “lições aprendidas”
  3. Elaborar: Lista de Pendências
  4. Preencher e anexar o “Termo de Encerramento de Projeto” - “TEP”
  5. Preencher e anexar o “Termo de Aceite”

1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Como já mencionado, o Memorial de Projeto (e o Memorial de Cálculo em particular) tem implicações com a responsabilidade legal do projeto. Por isso:

Todas as fórmulas, textos, dados e tabelas sem as devidas referências bibliográficas são consideradas de autoria do Projetista;

Como consequência, todas as fórmulas, textos, dados e tabelas, que não são de autoria do Projetista, tem que ter a respectiva referência bibliográfica;

Todo o procedimento coberto por Normas Técnicas tem que estar explicitamente indicado com os respectivos números da norma (ABNT, DIN, ASME, ASLE, JIS, BS).

As referências citadas devem atender as normalizações aceitas e recomendadas pela USP em “***Estilo Bibliográfico***”, dentre elas a ABNT, ISO, APA ou Vancouver e podem estar em ordem alfabética ou numeradas seguindo a ordem de citação no texto. Para isso existem ferramentas de produtividade que alunos da USP tem o acesso e as principais são: Mendeley (Scopus) e My Endnote (myendnoteweb.com)

ALMEIDA FILHO, E.; ASSIS, C. M.; VERCIK, L. O.; GUASTALDI, A. C. Biomateriais: deposição de hidroxiapatita sobre superfície de ti-cp modificada por aspersão térmica. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1229-1232, 2007.

AOKI, H. **Science and medical applications of hydroxyapatite**. Tokyo: Takayama Press System Center, 1991. 214 p.

BAUER, T; MUSCHLER, G. F. Bone Graft Materials. An overview of the basic science. Clinical Orthopaedics & Related Research, v. 371, p. 10-27, 2000.

1. APÊNDICES
   1. Apêndice A - Desenhos

Normas de apresentação de Desenhos

Os esboços/croquis devem seguir o padrão de desenho mecânico, feito à mão livre, a lápis, sem escala, com algumas das cotas principais e em formato A4.

Os demais desenhos devem ser feitos utilizando preferencialmente o *software* *Solid Edge* Acadêmico onde são apresentados *templates* de folhas normalizadas com especificação de espessuras de linhas. Todavia outros softwares podem ser aceitos, entretanto poderão não ter licença para instalação no STI, bem como suporte.

Os desenhos de um projeto são: do conjunto, dos subconjunto(s) e dos desenho dos componentes (detalhamento) do principal sub conjunto, todos em 2D e contendo ilustrações em 3D (isométrica) no canto superior direito. Observe que o desenho de conjunto e subconjunto não pode ser resolvido apenas com a imagem isométrica, ela é apenas auxiliar, o desenho no atendimento da norma dever ser ortográfico (1ºڎ Diedro).

A prática da Engenharia é regulamentada por normalização técnica, portanto para os desenhos propriamente bem como os formatos de folhas e padrões deve seguir as normalizações ABNT vigentes.

Os desenhos das peças são entendidos como desenhos finais, prontos para a fabricação, portanto incluindo todas as cotas, tolerâncias, acabamentos e rugosidade superficial, anotações sobre materiais, processos e tratamentos térmicos.

Todos os desenhos 2D como também os desenhos 3D de conjunto e de sub-conjuntos FINAIS devem ser entregues impressos digitalmente .PDF em um único arquivo incorporado com o memorial (a titulação do arquivo é próprio o nome do aluno).

* 1. Apêndice B – Pedido e Patente

O aluno pode elaborar um pedido de Patente e esta solicitação contabilizará um ponto extra à média final e deve contar conter os documentos: F1.0.1 – Formulário INPI preenchido, *Relatório Descritivo; Figuras; Reinvindicações e Resumo.*

Anexos A, B, ...... – Catálogo e informações adicionais relevantes

São Carlos-SP, dezembro de 2021.

Professores: Carlos A. Fortulan

Nome do Aluno