



DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA METODOLÓGICO APLICADO PARA SELEÇÃO DE MATERIAIS DENTRO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Thiago Penedo de Brito Ambrósio

Orientador

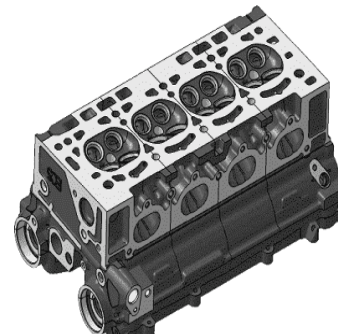
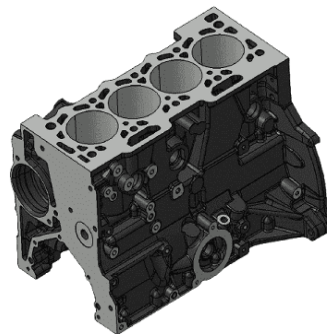
Prof. Dr. Roberto de Oliveira Magnago

Coorientador:

Prof. Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira

Introdução

STELLANTIS



Introdução



Carta de Apoio

STELLANTIS

Vimos por meio desta manifestar o apoio da Stellantis – Powertrain – Porto Real ao trabalho: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA METODOLÓGICO APLICADO PARA SELEÇÃO DE MATERIAIS DENTRO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA, do proponente Thiago Penedo de Brito Ambrosio, que está inscrito no Mestrado Profissional em Materiais da intuição de ensino UNIFOA localizado em Volta Redonda-RJ.

O referido trabalho prevê o desenvolvimento de uma ferramenta educativa seleção de materiais através de um software via web, tomando como base a metodologia de Ashby.

Entendemos que essas ações são importantes para a fábrica de motores e componentes, atualmente já vem sendo utilizado e aplicado aos projetos diários. Caso o projeto seja aprovado, apoiaremos ainda mais no que for possível e necessário.

Porto Real, 17 de junho de 2025.

Nome: *Willington dos Santos J. de Silva* Nome: EDUARDO L. DE MORAES

Função: *Líder de Manutenção e Atividade* Função: LÍDER DE PROCESSO

Assinatura: *Willington* Assinatura: *Eduardo*



Introdução

- A seleção de materiais determina uma série de fatores que implicarão diretamente na fabricação dos diversos produtos.
- O método de Ashby é considerado uma metodologia adequada para atender às demandas da engenharia. Esse método é utilizado pelo engenheiro projetista para identificar as propriedades necessárias ao projeto.
- O Software visa tornar mais simples, dinâmicos e atrativos os processos de seleção de materiais dentro da indústria automobilística , utilizando a metodologia de Ashby.

Objetivo

Criar um **software** educativo que possibilite a seleção de materiais em uma empresa automobilística que facilite a operação tomando como base a metodologia de Ashby.



Justificativa

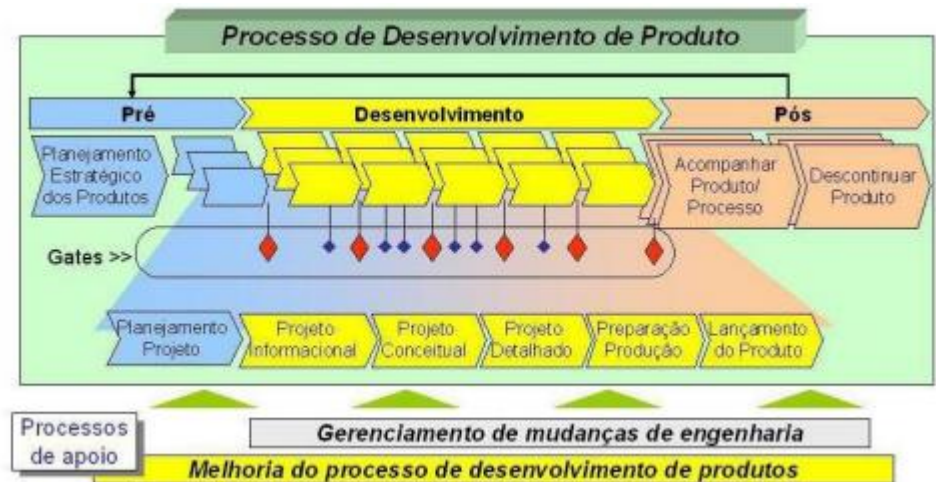
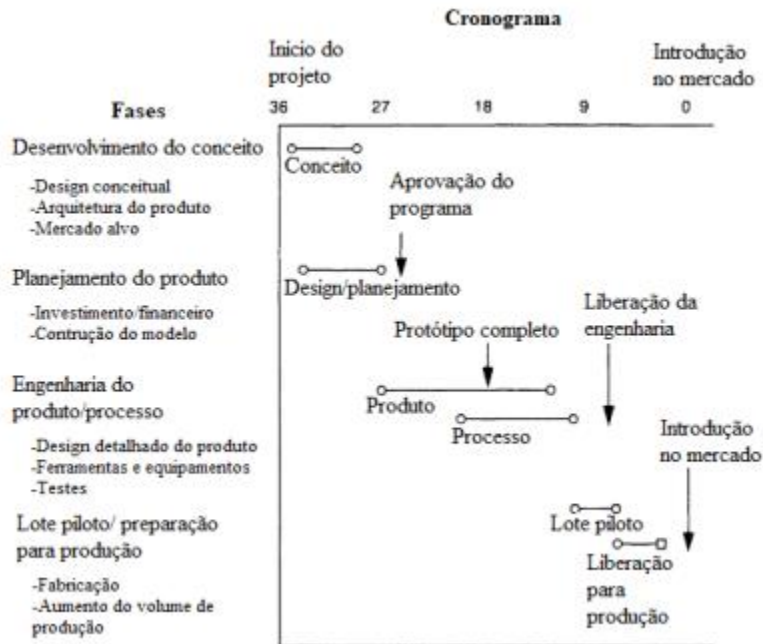
- ▶ As indústrias estão sempre em busca de inovações, que pode ser por meio de melhorias nos processos que já estão sendo utilizados

- ▶ Resolução de problemas diários e crônicos encontrados diariamente

- ▶ Inovar exige uma boa estruturação do projeto possibilitando com mais rapidez a criação de produtos, ampliação de seus negócios com o intuito de se manter a frente de seus concorrentes

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- ▶ O desenvolvimento de um novo produto exige pesquisa, planejamento, controle rigoroso e a utilização de métodos sistemáticos, demandando uma abordagem interdisciplinar que integra ferramentas de marketing, engenharia de métodos e a aplicação de conhecimentos sobre estética e estilo.



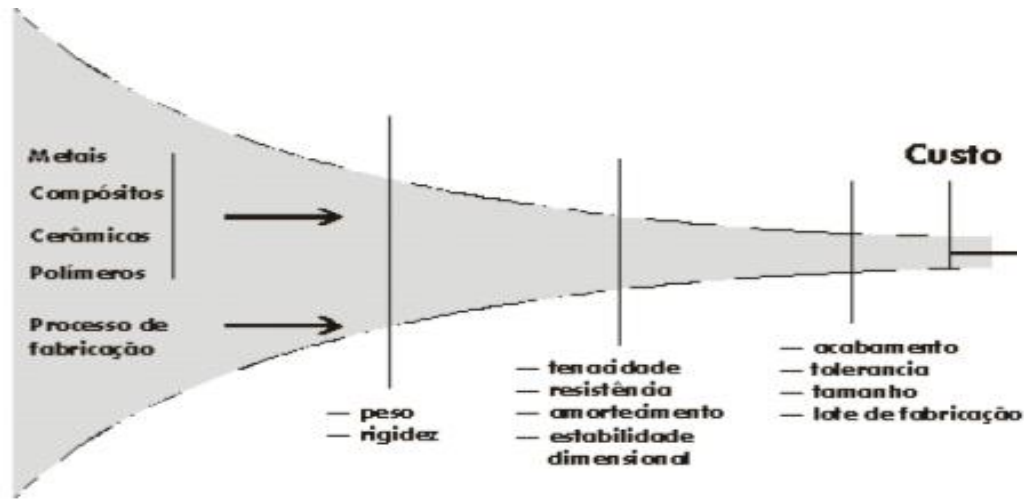
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- ▶ Três macrofases: planejamento de projeto, elaboração do projeto e implantação.



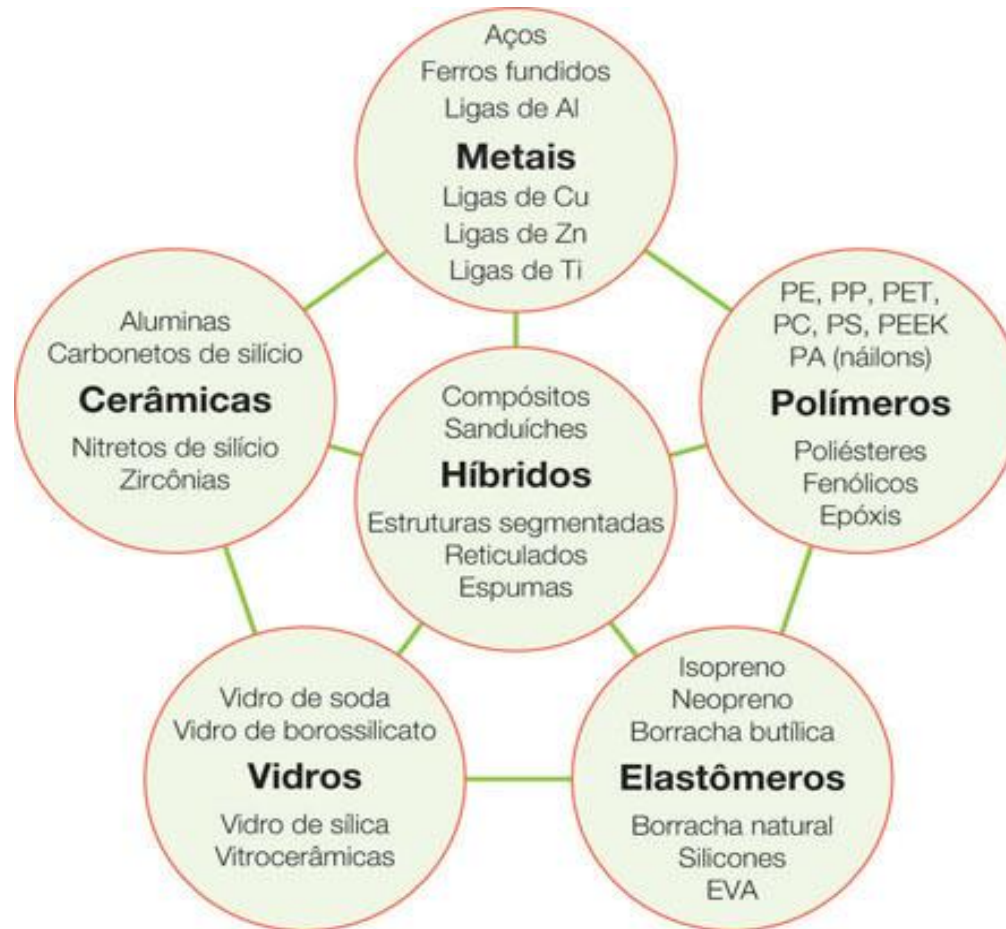
- ▶ A metodologia de elaboração de produto tem três macrofases que se decompõem em 8 fases. Ao final de cada fase, avalia-se o resultado obtido, e passa para a próxima fase. Cada fase possui atividades que são desdobradas em tarefas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Família de Materiais - Ashby





Principais propriedades

- ▶ Alta resistência mecânica
- ▶ Boa condutividade térmica e elétrica
- ▶ Dúcteis e maleáveis



Principais propriedades

- ▶ Alta dureza e resistência ao desgaste
- ▶ Baixa condutividade térmica
- ▶ Frágeis e pouco dúcteis



Principais propriedades

- ▶ Estrutura amorfa (não cristalina)
- ▶ Alta transparência e resistência química
- ▶ Frágeis e quebradiços

PE, PP, PET,
PC, PS, PEEK
PA (náilons)

Polímeros

Poliésteres
Fenólicos
Epóxis



Principais propriedades

- ▶ Baixa densidade
- ▶ Boa resistência química
- ▶ Pode ser flexível ou rígido



Principais propriedades

- ▶ Alta elasticidade
- ▶ Retornam à forma original após deformação
- ▶ Resistentes a impactos



Principais propriedades



- ▶ Combinação de diferentes materiais para melhorar propriedade
- ▶ Leves e resistentes
- ▶ Dúcteis e maleáveis

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Que tipo de material utilizar nos projetos mecânicos ?

Função	O que o componente faz?
Restrições*	Quais as condições não são negociáveis no projeto? E quais são negociáveis mas são desejadas no projeto?
Objetivo	O que deve ser maximizado ou minimizado?
Variável livre	Quais são os parâmetros do problema que o projetista tem liberdade de mudar?

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

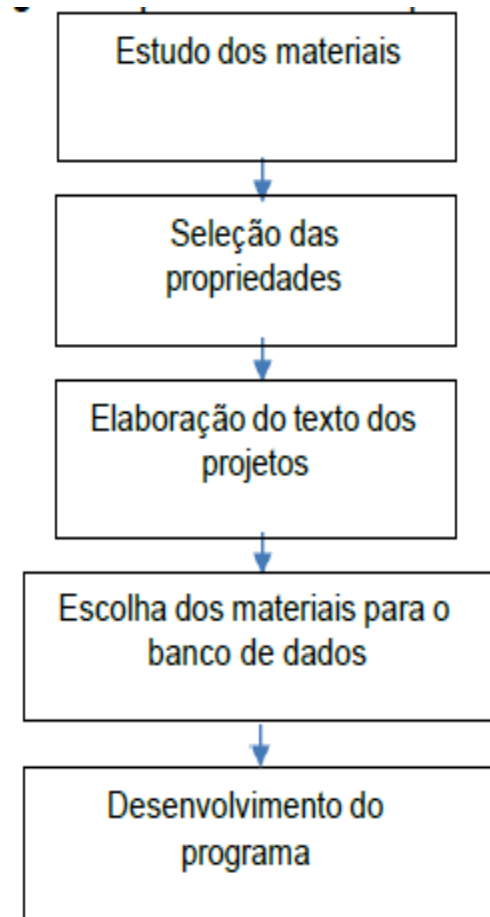
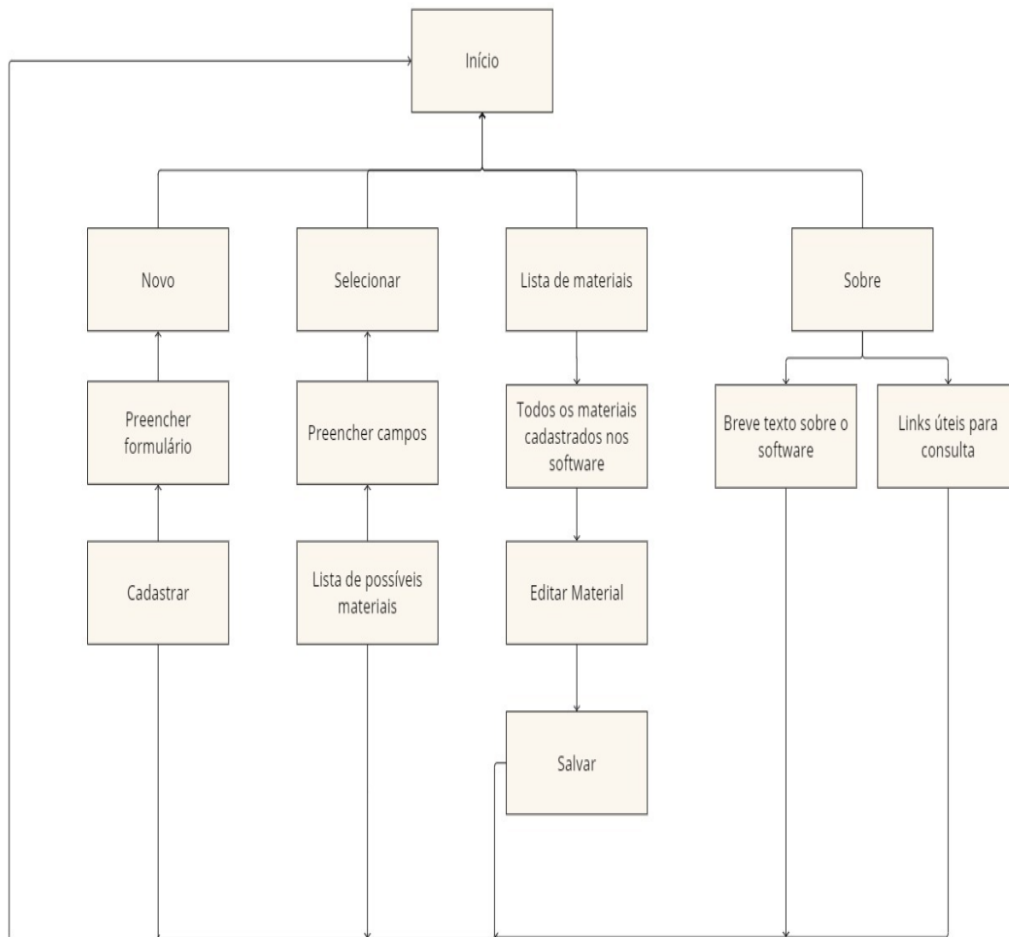
Fatores que influenciam na seleção de materiais

1. Viabilidade/disponibilidade
2. Custo
3. Tempo disponível
4. Especificações mecânicas, físicas, químicas e dimensionais do material
5. Processos de fabricação (usinabilidade, formabilidade, acabamento e revestimento)

PHP - Elaboração do Software

- ▶ Fácil aprendizado – A linguagem PHP pegou elementos e outras linguagens (Perl, Java e C)
- ▶ Acesso a dados – Compatível com diversas Estruturas de Banco de Dados
- ▶ Multi-plataforma – Executável tanto em modo cliente, quanto em servidor em vários sistemas operacionais
- ▶ Código-fonte aberto – Execução e compilação no servidor em tempo real. Suporta um número grande de banco de dados

FLUXOGRAMA



Tela inicial do programa



- ▶ Inicialmente o software apresenta uma breve descrição e 7 ícones para escolha do usuário.

Resultados



- O usuário será direcionado para a criação de um novo material

Metal Select Easy

Novo Material

Código	Nome
Custo (R\$/Kg)	Densidade (g/m³)
Módulo de Elasticidade (Pa)	Limite de Escoamento (MPa)
Dureza (HR)	Limite de Resistência (MPa)
Deformação (%)	Tenacidade à Fratura (MPa·m)
Resistência à Fadiga (MPa)	Coefficiente de Expansão Térmica (1/°C)
Condutividade Térmica (W/(m.K))	Calor Específico (J/(kg.K))
Resistência ao Choque Térmico Vazio	Tipo de material Vazio

Característica 1
Vazio

Característica 2
Vazio

Característica 3
Vazio

Cadastrar

Resultados



- O usuário será direcionado para a seleção do material – Filtro de pesquisa

Metal Select Easy



Seleção de Material

Custo

Valor de seleção (R\$/Kg) < Valor de seleção (R\$/Kg)

Densidade

Valor de seleção (g/m³) < Valor de seleção (g/m³)

Módulo de Elasticidade

Valor de seleção (Pa) < Valor de seleção (Pa)

Limite de Escoamento

Valor de seleção (MPa) < Valor de seleção (MPa)

Dureza

Valor de seleção (HB) < Valor de seleção (HB)

Limite de Resistência

Valor de seleção (MPa) < Valor de seleção (MPa)

Deformação

Valor de seleção (%) < Valor de seleção (%)

Tenacidade à Fratura

Valor de seleção (MPa·√m) < Valor de seleção (MPa·√m)

Resistência à Fadiga

Valor de seleção (MPa) < Valor de seleção (MPa)

Característica 1

= Valor de seleção Vazio

Característica 2

= Valor de seleção Vazio

Característica 3

= Valor de seleção Vazio



Selecionar Material

Resultados



- O usuário será direcionado a lista de todos os materiais cadastrados

Metal Select Easy

+ [Email] [Menu] [Phone] [Back] [Print] [Help]

Lista de Materiais Disponíveis

Código	Nome	
8630	8630	[Edit] [Delete]
4330	4330	[Edit] [Delete]
4145	4145	[Edit] [Delete]
1030	1030	[Edit] [Delete]
1040	1040	[Edit] [Delete]
1050	1050	[Edit] [Delete]
8620	8620	[Edit] [Delete]
1060	1060	[Edit] [Delete]
4340	4340	[Edit] [Delete]
4422	4422	[Edit] [Delete]
NYLON 6	NYLON 6	[Edit] [Delete]
5150	5150	[Edit] [Delete]
3130	3130	[Edit] [Delete]
1010	1010	[Edit] [Delete]
1045	1045	[Edit] [Delete]
1020	1020	[Edit] [Delete]
4130	4130	[Edit] [Delete]
4140	4140	[Edit] [Delete]
VC 131	VC 131	[Edit] [Delete]
AISI 304	AISI 304	[Edit] [Delete]
AISI 316	AISI 316	[Edit] [Delete]
AISI 310	AISI 310	[Edit] [Delete]



- Nesse menu é possível editar e excluir os materiais já cadastrados

Tem certeza que deseja remover?

Resultados



- O usuário será direcionado para contato úteis e possíveis fornecedores

Metal Select Easy

+ [Checkmark] [Menu] [Phone] [Envelope] [Share] [Question mark]

Contatos Úteis

Engenheiro responsável - thiagopenedo10@hotmail.com

Fornecedores de materiais
Estancial Caldeiraria e Usinagem - (24) 3323-6249
Nova Steel - (24) 3323-3466



-Acessar o chat GPT



- Acessar o google

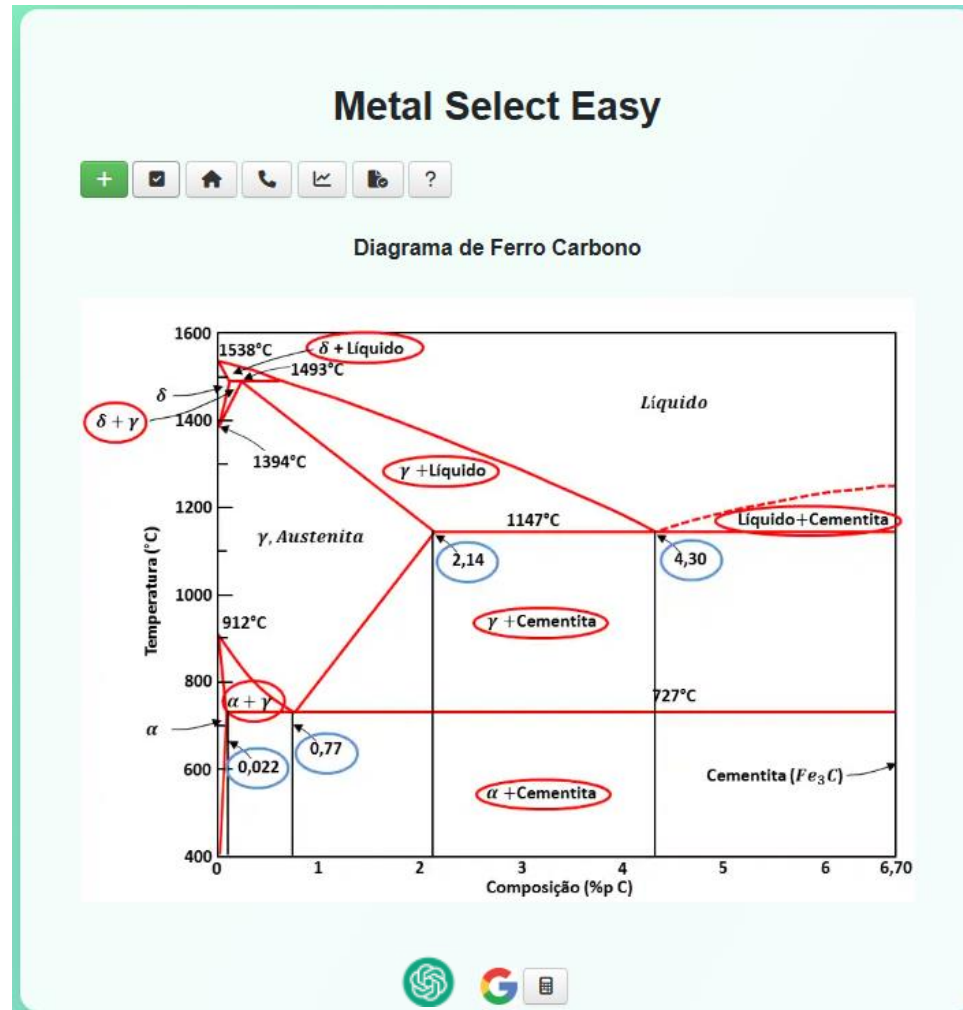


- Calculadora de conversão de durezas

Resultados



- O usuário será direcionado para a o diagrama ferro carbono



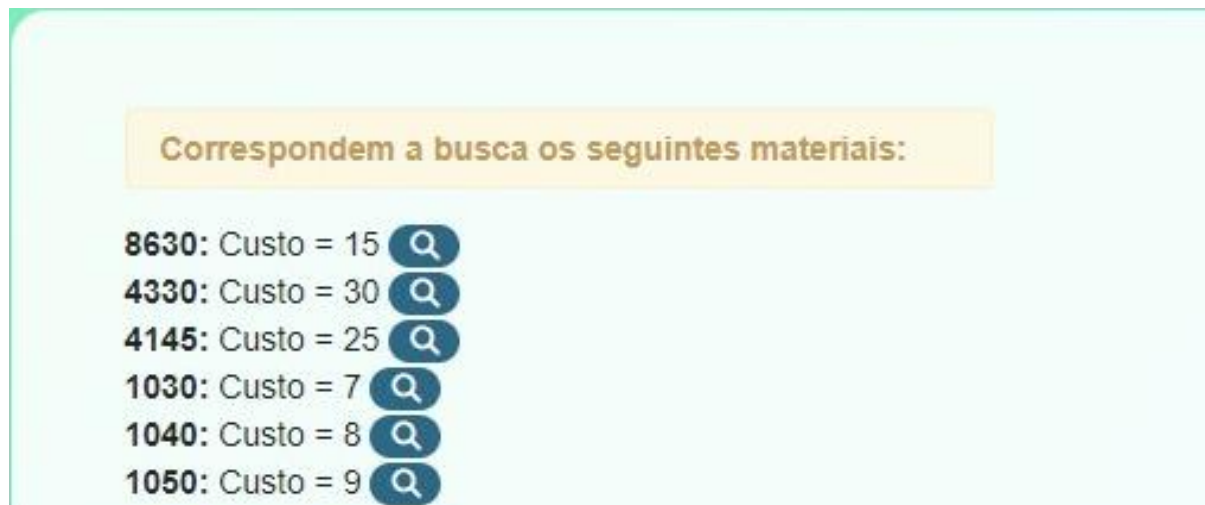
Resultados

- ? - O usuário será direcionado para ajuda com catálogos









Resultados

- ▶ Tela de resultado da pesquisa



Correspondem a busca os seguintes materiais:

8630:	Custo = 15	
4330:	Custo = 30	
4145:	Custo = 25	
1030:	Custo = 7	
1040:	Custo = 8	
1050:	Custo = 9	

Após inserir os dados de entrada e obter o material adequado para o projeto, o software apresenta uma lupa para verificação dos dados maximizados.

ESTUDO DE CASO

▶ **BATENTE DA MESA DA ÁREA DE PREPARAÇÃO OP10 - LINHA DE USINAGEM BLOCOS**

- ▶ Medir dureza em pelo menos 2 pontos diferentes
- ▶ Unir informações sobre o uso e características necessárias
- ▶ Coletar informações do tempo disponível para usinagem e forma de trabalho da peça

Valor médio encontrado: 8 e 10 HRC



ESTUDO DE CASO

Equipamento utilizado para medir dureza



ROCKWELL			
PRE-LOAD PRE-CARGA	SCALE ESCALA	INDENTER PENETRADOR	LOAD CARGA N(kgf)
98.07N (10 kgf)	A	DIAMOND DIAMANTE	588.4 (60)
	C		1471.0 (150)
	F		588.4 (60)
	B	BALL Ø1/16" ESFERA (Ø 1.5875mm)	980.7 (100)
	G		1471.0 (150)
	H	BALL Ø1/8" ESFERA (Ø 3.175mm)	588.4 (60)
	E		980.7 (100)
ROCKWELL SUPERFICIAL			
PRE-LOAD PRE-CARGA	SCALE ESCALA	INDENTER PENETRADOR	LOAD CARGA N(kgf)
29.42N (3 kgf)	15N		147.1 (15)
	30N	DIAMOND DIAMANTE	294.2 (30)
	45N		441.3 (45)
	15T		147.1 (15)
	30T	BALL Ø1/16" ESFERA (Ø 1.5875mm)	294.2 (30)
	45T		441.3 (45)
BRINELL			
PRE-LOAD PRE-CARGA	INDENTER PENETRADOR	LOAD CARGA N(kgf)	
98.07N (10 kgf)	5		
	10	BALL ESFERA (Ø 2.5mm)	306.5 (31.25)
	30		612.9 (62.5)
	2.5		1839 (187.5)
	5	BALL ESFERA (Ø 7.5mm)	612.9 (62.5)
			1226 (125)

Calibração controlada

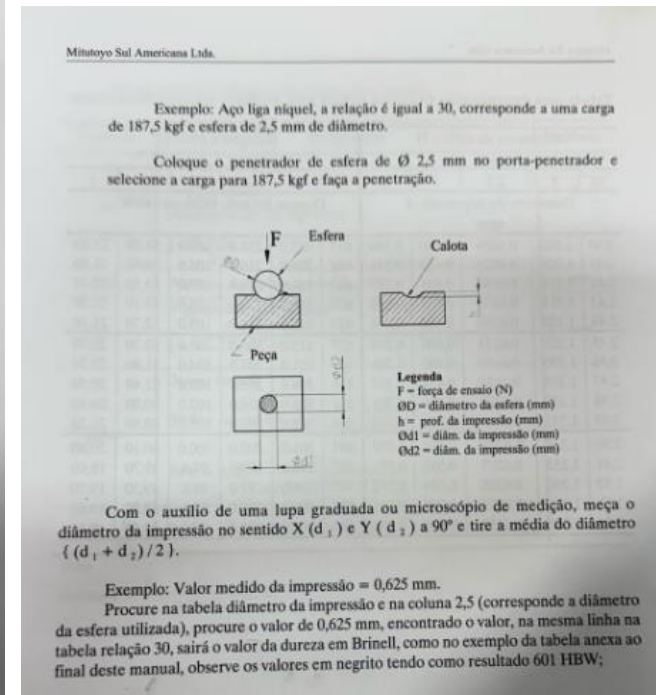
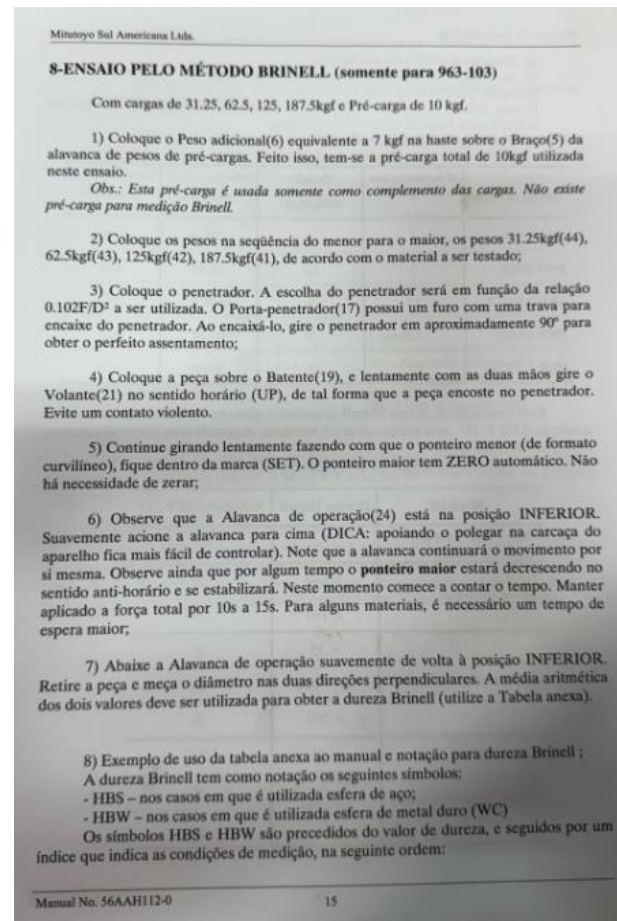
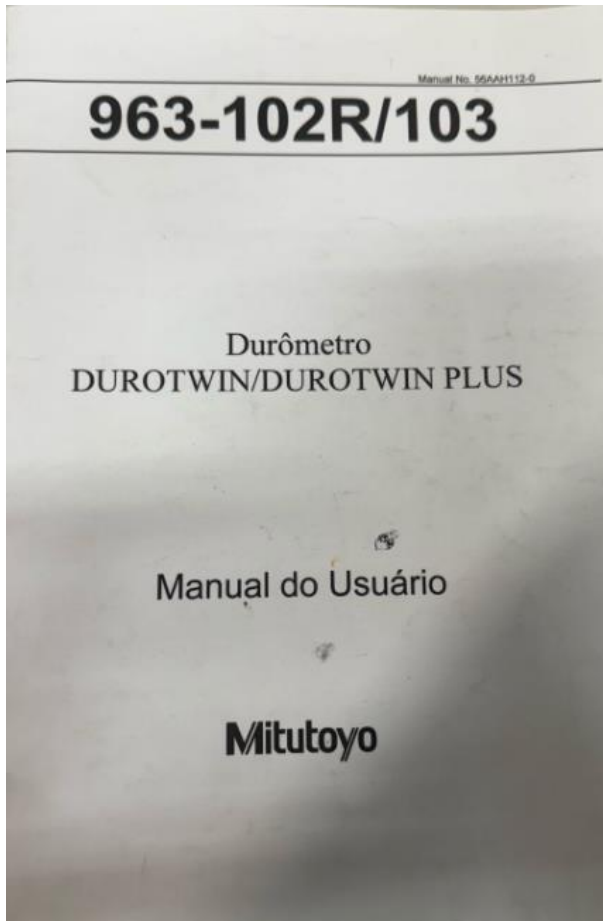


ESTUDO DE CASO



ESTUDO DE CASO

► Fórmula utilizada para cálculo da dureza em HB



ESTUDO DE CASO

▶ Dados de entrada para seleção do material ←

1. Dureza → mínimo 170 HB

2. Custo → R\$20,00/kg

3. Especificações → Resistência mecânica + Usinabilidade

ESTUDO DE CASO

► Utilização do software com os dados de entrada

Metal Select Easy

+ [] [] [] [] [] [] []

Seleção de Material

Custo	>	Valor de seleção (R\$/Kg) 20
Densidade	>	Valor de seleção (g/m³)
Módulo de Elasticidade	>	Valor de seleção (Pa)
Limite de Escoamento	=	Valor de seleção (MPa)
Dureza	=	Valor de seleção (HR) 170

Característica 1 =

Valor de seleção Usinabilidade

Selecionar Material

Correspondem a busca os seguintes materiais:

8630: Dureza = 170

Metal Select Easy

+ [] [] [] [] [] [] []

ESTUDO DE CASO

▶ Dados completos dos materiais encontrados

Custo (RS/Kg) 14	Densidade (g/m ³) 7,87
Módulo de Elasticidade (Pa) 210	Limite de Escoamento (MPa) 550
Dureza (HR) 170 ←	Limite de Resistência (MPa) 750
Deformação (%) 20	Tenacidade à Fratura (MPa·m) 100
Resistência à Fadiga (MPa) 400	Coefficiente de Expansão Térmica (1/°C) 12,1
Condutividade Térmica (W/(m.K)) 50	Calor Específico (J/(kg.K)) 470
Resistência ao Choque Térmico Média condutividade térmica	Tipo de material METAL ←
Característica 1 Resistência mecânica ←	Característica 2 Usinabilidade ←
Característica 3 Ductilidade	

▶ PENEIRA DE FENDA – LANNER

- ▶ Medir dureza em pelo menos 2 pontos diferentes
- ▶ Unir informações sobre o uso e características necessárias
- ▶ Verificar particularidades desse processo crítico para a fábrica

Valor médio encontrado: 150 HB



ESTUDO DE CASO

► PENEIRA DE FENDA – LANNER



Valor médio encontrado: 150 HB

ESTUDO DE CASO

Equipamento utilizado para medir dureza



ROCKWELL			
PRE-LOAD PRE-CARGA	SCALE ESCALA	INDENTER PENETRADOR	LOAD CARGA N(kgf)
98.07N (10 kgf)	A	DIAMOND DIAMANTE	588.4 (60)
	C		1471.0 (150)
	F		588.4 (60)
	B	BALL Ø1/16" ESFERA (Ø 1.5875mm)	980.7 (100)
	G		1471.0 (150)
	H	BALL Ø1/8" ESFERA (Ø 3.175mm)	588.4 (60)
	E		980.7 (100)
ROCKWELL SUPERFICIAL			
PRE-LOAD PRE-CARGA	SCALE ESCALA	INDENTER PENETRADOR	LOAD CARGA N(kgf)
29.42N (3 kgf)	15N		147.1 (15)
	30N	DIAMOND DIAMANTE	294.2 (30)
	45N		441.3 (45)
	15T		147.1 (15)
	30T	BALL Ø1/16" ESFERA (Ø 1.5875mm)	294.2 (30)
	45T		441.3 (45)
BRINELL			
PRE-LOAD PRE-CARGA	INDENTER PENETRADOR	LOAD CARGA N(kgf)	
98.07N (10 kgf)	5		
	10	BALL ESFERA (Ø 2.5mm)	306.5 (31.25)
	30		612.9 (62.5)
	2.5		1839 (187.5)
	5	BALL ESFERA (Ø 7.5mm)	612.9 (62.5)
			1226 (125)

Calibração controlada



ESTUDO DE CASO

▶ Dados de entrada para seleção do material ←

1. Dureza → mínimo 150 HB
2. Custo → R\$40,00/kg
3. Especificações → **Alta resistência corrosão**, boa conformabilidade, soldabilidade e durabilidade.

ESTUDO DE CASO

- ▶ Utilização do software com os dados de entrada

Metal Select Easy



Seleção de Material

Custo

Valor de seleção (RS/Kg)
40

<

Valor de seleção (RS/Kg)
45

Dureza

Valor de seleção (HB)
150

<

Valor de seleção (HB)
151

Característica 1

Valor de seleção

=

Valor de seleção
Resistência à corrosão

Característica 1

Valor de seleção

=

Valor de seleção
Resistência à corrosão

Selecionar Material

ESTUDO DE CASO

▶ Dados completos do material encontrado

Código
AISI 304

Nome
AISI 304

Custo (R\$/Kg)
41 

Densidade (g/m³)
8

Módulo de Elasticidade (Pa)
193

Limite de Escoamento (MPa)
215

Dureza (HB)
150 

Limite de Resistência (MPa)
505

Deformação (%)
60

Tenacidade à Fratura (MPa·√m)
130

Resistência à Fadiga (MPa)
240


Coefficiente de Expansão Térmica (1/°C)
0,000017

Condutividade Térmica (W/(m.K))
16,2

Calor Específico (J/(kg.K))
50


Resistência ao Choque Térmico
Vazio

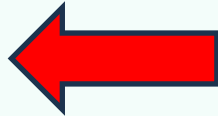
Tipo de material
METAL

Característica 1
Resistência à corrosão 

Característica 2
Ductilidade

Correspondem a busca os seguintes materiais:

AISI 304: Custo = 41 



EVOLUÇÃO DO SOFTWARE

- ▶ O software vem sendo utilizado como base para valorização do serviço interno

- 1 - Solicitação interna para confecção de uma peça (com ou sem desenho)
- 2 - Escolha do material através do software
- 3 - Valorização da mão de obra, custo do material e outros insumos
- 4 - Envio do custo total de fabricação do cliente interno
- 5 - Validação e início da produção
- 6 - Entrega ao cliente e envio do recurso combinado para área

- ▶ O software abriu portas para a área ganhar outros recursos e aplicar com melhorias

SERVIÇO DE FERRAMENTARIA

- ▶ O software vem sendo utilizado como base para valorização do serviço interno

Assunto: SERVIÇO FERRAMENTARIA

Bom dia, Fernanda!

1. Segue valor pela realização do serviço na ferramentaria solicitado pelo Augusto.
 - 2 acoplamentos.

Valor total : R\$ 3000,00 (três mil reais).

Por favor informar o Centro de Custo.

Bom dia !

As peças retificadas conforme sua solicitação ficaram prontas e foram entregues parcialmente.

Valor para os 3 lotes: R\$2.000,00

Por favor informar o centro de custo.

Obrigado.

- ▶ O software possibilitou essa flexibilização durante um momento de baixa produção

Conclusão

- ▶ A realização desse trabalho permitiu observar que é possível fazer uma melhor opção de materiais a serem utilizados em um determinado projeto de engenharia. Para isso, torna-se necessário utilizar-se de alguns parâmetros como analisar, apreciar e avaliar de maneira cautelosa da aplicabilidade relacionada ao funcionalismo e desempenho final do produto.
- ▶ Nessa perspectiva pode-se afirmar que ferramentas como um software auxiliam o engenheiro projetista a definir entre os materiais sugeridos, aquele que minimiza os danos quantitativos e qualitativos e as falhas no processo de tomada de decisão.

TRABALHOS FUTUROS

- ▶ Este software tem potencial para ser melhorado, incluindo um banco de dados mais extenso com mais informações de materiais variados, que oferecem mais opções de seleção, ajustando-se às exigências do produto a ser desenvolvido.
- ▶ Incluir o software para outras plantas da Stellantis, ajudando assim outras manutenções.
- ▶ O uso de métodos de análise por algoritmo genético tem como objetivo potencializar a inteligência artificial do software, permitindo que ele se aperfeiçoe com os conhecimentos introduzidos, reduzindo assim o tempo de inserção de dados para resposta.
- ▶ Incluir HH para o software gerar o custo de fabricação do projeto selecionado.

DÚVIDAS E PERGUNTAS

OBRIGADO