



2024/R1
DEVELOPMENT
Take A Leap Of Certainty™

©2024 ANSYS, Inc. or its affiliated companies
Unauthorized use, distribution, or duplication is prohibited.

Introdução ao Granta EduPack



Ansys, Inc.
Southpointe
2600 ANSYS Drive
Canonsburg, PA 15317
ansysinfo@ansys.com
(T) 724-746-3304
(F) 724-514-9494

Release 2024 R1
January 2024

Ansys, Inc. and ANSYS Europe, Ltd.
are UL registered ISO 9001:2015
companies

i. Copyright and Trademark Information

© 2024 ANSYS, Inc. Unauthorized use, distribution or duplication is prohibited.

ANSYS, Ansys Workbench, AUTODYN, CFX, FLUENT and any and all ANSYS, Inc. brand, product, service and feature names, logos and slogans are registered trademarks or trademarks of ANSYS, Inc. or its subsidiaries located in the United States or other countries. ICEM CFD is a trademark used by ANSYS, Inc. under license. CFX is a trademark of Sony Corporation in Japan. All other brand, product, service and feature names or trademarks are the property of their respective owners. FLEXlm and FLEXnet are trademarks of Flexera Software LLC.

Disclaimer Notice

THIS ANSYS SOFTWARE PRODUCT AND PROGRAM DOCUMENTATION INCLUDE TRADE SECRETS AND ARE CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY PRODUCTS OF ANSYS, INC., ITS SUBSIDIARIES, OR LICENSORS. The software products and documentation are furnished by ANSYS, Inc., its subsidiaries, or affiliates under a software license agreement that contains provisions concerning non-disclosure, copying, length and nature of use, compliance with exporting laws, warranties, disclaimers, limitations of liability, and remedies, and other provisions. The software products and documentation may be used, disclosed, transferred, or copied only in accordance with the terms and conditions of that software license agreement.

ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies.

U.S. Government Rights

For U.S. Government users, except as specifically granted by the ANSYS, Inc. software license agreement, the use, duplication, or disclosure by the United States Government is subject to restrictions stated in the ANSYS, Inc. software license agreement and FAR 12.212 (for non-DOD licenses).

Third-Party Software

See the **legal information** in the product help files for the complete Legal Notice for ANSYS proprietary software and third-party software. If you are unable to access the Legal Notice, contact ANSYS, Inc.

Published in the U.S.A.

Feedback

We welcome your feedback on this document. Please let us know if anything is unclear, if you spot an error, or have an idea for new content, by emailing granta-docs@ansys.com.

Índice

i. Copyright and Trademark Information.....	ii
Capítulo 1: Sobre estes exercícios.....	5
1.1. Mais recursos para ajudá-lo a começar.....	5
Capítulo 2: Sobre o Granta EduPack.....	6
2.1. Principais recursos e ferramentas.....	6
2.2. Aba da barra de ferramentas do gráfico.....	6
Capítulo 3: Navegação e pesquisa.....	8
3.1. Exercício 1: Abertura de um banco de dados.....	8
3.2. Exercício 2: Navegue pelos registros do material.....	9
3.3. Exercício 3: Navegue pelos registros do processo.....	10
3.4. Exercício 4: Pesquisa.....	11
3.5. Pesquisas avançadas.....	11
Capítulo 4: Criação de gráficos de propriedades.....	13
4.1. Exercício 5: Crie um gráfico de barras.....	13
4.2. Exercício 6: Criar um gráfico de bolhas.....	14
Capítulo 5: Filtragem e triagem.....	16
5.1. Exercício 7: Seleção usando um Estágio de gráfico.....	16
5.2. Exercício 8: Seleção usando um Estágio de limite.....	18
5.3. Exercício 9: Seleção usando um Estágio de árvore.....	19
Capítulo 6: Unindo as partes.....	21
6.1. Exercício 10: Combinação de ferramentas de filtragem e gráficos.....	21
6.2. Exercício 11: Seleção do processo.....	22
6.3. Exercício 12: Seleção avançada usando o Localizador de índice de desempenho.....	23
6.4. Exercício 13: Seleção avançada com Tabelas comparativas.....	24
6.5. Exercício 14: Seleção avançada com Encontrar semelhante e Estágio de limite.....	26
6.6. Exercício 15: Seleção avançada com Encontrar semelhante e Configurações de proximidade.....	28
6.7. Exercício 16: Calcule os valores para um Estágio de limite usando o Engineering Solver.....	29
Capítulo 7: Como salvar, copiar e escrever relatórios.....	31
7.1. Exercício 17: Como adicionar comentários e salvar um projeto.....	31
7.2. Exercício 18: Copiar gráficos, dados e listas de resultados.....	31
7.3. Exercício 19: Exportação dos Relatórios de seleção.....	32
Capítulo 8: Ferramenta Eco Audit.....	33
8.1. Exercício 20: Defina e audite um produto.....	33
8.2. Exercício 21: Compare produtos com o Eco Audit.....	35
8.3. Exercício 22: Como salvar e exportar.....	36
Capítulo 9: Ferramenta Synthesizer.....	38
9.1. Exercício 23: Modele materiais híbridos com o modelo de Painéis sanduíche.....	38
9.2. Exercício 24: Calculadora do custo da peça.....	40
9.3. Exercício 25: Designer de bateria.....	42

Capítulo 1: Sobre estes exercícios

Os exercícios de introdução fornecem uma visão geral das principais ferramentas e recursos do Ansys Granta EduPack e formam um conjunto de tutoriais para ajudar você a se familiarizar com o software. Você pode optar por fazer esses exercícios em ordem ou concluir apenas aqueles relevantes para você.

Há também [Tutoriais em vídeo da Introdução](#) para o Granta EduPack. Esses vídeos podem ser usados independentemente dos exercícios, ou juntamente com eles, para testar e verificar o seu conhecimento.

Este conjunto de exercícios abrange as principais ferramentas e recursos disponíveis do Granta EduPack e do Granta EduPack Introductory ou posteriores. As versões anteriores podem fornecer resultados diferentes ou não incluir todos os recursos.

Neste documento:

1. Cada etapa dos exercícios é numerada, desta forma.

As instruções mais detalhadas são exibidas abaixo da instrução principal.

2. O texto nos elementos do software (como botões, caixas de diálogo e abas) é exibido em negrito, **como este exemplo**. Os nomes de registros, tabelas de dados e documentos são destacados *deste modo*. As palavras e os números que você digita ao seguir as instruções são exibidos em monotipo, `desta forma`.

1.1. Mais recursos para ajudá-lo a começar

Para obter ajuda para usar o software ou os recursos de ensino e aprendizagem, acesse:



[Ajuda do Granta EduPack](#)



[Aprenda on-line](#)



[Perguntas frequentes: Ansys Learning](#)

Se você não encontrar a resposta para sua pergunta acima, envie-nos um e-mail para education@ansys.com.

Capítulo 2: Sobre o Granta EduPack

2.1. Principais recursos e ferramentas

As principais ferramentas do Granta EduPack e do Granta EduPack Introductory são:

 Procurar	Explore o banco de dados e recupere registros por meio de um índice hierárquico ou árvore.
 Pesquisar:	Encontre informações por meio de uma pesquisa de registros de texto completo.
 Selecionar:	O hub central do Granta EduPack, usado para aplicar a metodologia de seleção sistemática de materiais. Um mecanismo de seleção avançado que identifica os registros que atendem a uma variedade de critérios de design e permite compensações entre objetivos concorrentes.
 Gráfico:	Crie gráficos e adicione formatação e rótulos para ilustrar seu ponto.
 Eco Audit:	Estime rapidamente o uso de energia e a pegada de carbono de um produto durante todo o seu ciclo de vida e estude cenários <i>What if</i> do projeto.

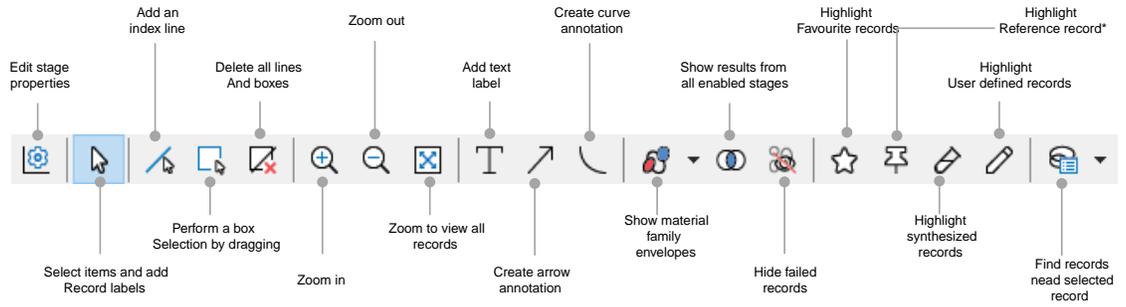
As seguintes ferramentas e recursos estão habilitados em todos os bancos de dados avançados de Nível 3 incluídos no Granta EduPack (por exemplo, Level 3 Aerospace e Level 3 Eco Design, mas não o Level 3):

 Enhanced Eco Audit:	A versão aprimorada da ferramenta também contabiliza os processos Secundário, de Junção e Acabamento, além de incluir uma análise de custos.
 Synthesizer:	Estime o desempenho de materiais modelando novos materiais híbridos, pacotes de baterias ou o custo de peças de um projeto; e compare esses resultados com os registros existentes.
 Engineering Solver:	Calcule rapidamente a resistência, rigidez ou fator de forma necessários para um determinado projeto e inclua-os em um Estágio de limite.
 Encontrar semelhante:	Selecione materiais com base em como suas propriedades são semelhantes a um  Registro de referência.
 Tabelas de comparação:	Compare até 20 registros lado a lado e destaque as diferenças em suas propriedades de material em um  Registro de referência.
 Relatórios de seleção:	Registre e resuma facilmente seu projeto de seleção complexo com um relatório gerado automaticamente.

Os exercícios para esses recursos avançados são elaborados para que os usuários do Introductory possam simplesmente ignorá-los. Você também será solicitado a alterar os bancos de dados para um que suporte o recurso.

2.2. Aba da barra de ferramentas do gráfico

A barra de ferramentas do gráfico é exibida entre o título da fase e a área do gráfico na guia Gráfico.



As opções ***Destacar registro de referência**  e **Destacar registros sintetizados**  não estão disponíveis no Granta EduPack Introductory, por isso o ícone sempre estará desativado.

Capítulo 3: Navegação e pesquisa

3.1. Exercício 1: Abertura de um banco de dados

Ao iniciar o Granta EduPack, a janela **Bases de dados** será exibida, mostrando todos os bancos de dados instalados. Os exercícios a seguir usam as tabelas de *Universo dos Materiais* e *Universo de Processos*, que são encontradas em todos os bancos de dados de materiais da Granta. Depois de clicar no nome de um banco de dados, na janela **Bases de dados**, para selecioná-lo, a Página inicial é aberta para mostrar uma lista de tabelas disponíveis e um gráfico para cada subconjunto.



Na página inicial, você pode ver mais informações sobre o banco de dados, selecionar um subconjunto e acessar recursos on-line para alunos e professores.

1. Seleccione o banco de dados de **Nível 2**

Se um recurso usado em um exercício não estiver habilitado no banco de dados de **Nível 2**, você será solicitado a mudar para outro que esteja habilitado como parte do exercício. Os resultados e as imagens podem variar se você concluir um exercício usando um banco de dados diferente.

2. Leia sobre os dados e aplicativos disponíveis

- Clique em **Informações do banco de dados** para visualizar uma descrição detalhada do banco de dados.
- Clique na seta **Voltar** para retornar à página inicial.

3. Seleccione um subconjunto de material

- Clique em um dos ícones do subconjunto. O painel **Procurar** será exibido.

4. Mude para a tabela **Universo de Processos**

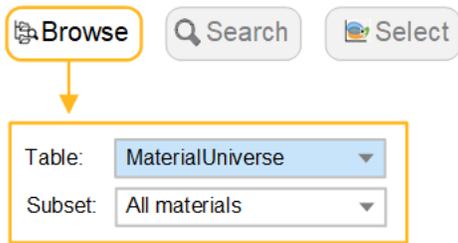
- Clique em **Universo de Processos** e observe que a árvore de navegação no painel esquerdo é atualizada.

5. Feche a aba Início

- Clique na cruz na parte superior da aba Início. Essa página pode ser reaberta a qualquer momento, clicando em **Início** na barra de ferramentas principal.

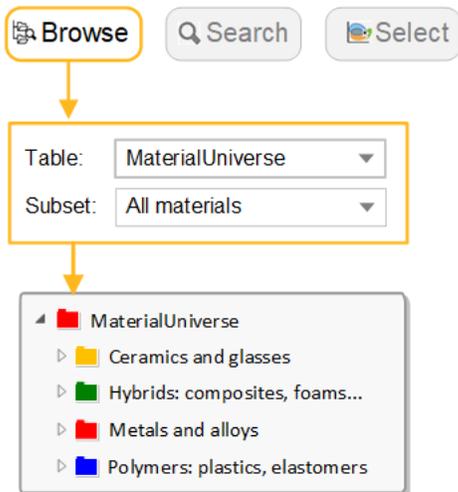
6. Mude para a tabela **Universo dos Materiais**

- Com a Página inicial fechada, acesse as diferentes tabelas usando a lista de **Tabela** no painel **Procurar**.



3.2. Exercício 2: Navegue pelos registros do material

1. Selecione a tabela **Universo dos Materiais** e o subconjunto **Todos os materiais**



2. Encontre o registro para *Aço inoxidável*
 - a) Clique duas vezes em uma pasta na árvore de navegação para visualizar os registros e as pastas abaixo dela.
3. Abra o registro em nível de pasta para **Polímeros**

Os registros em nível de pasta fornecem uma visão geral de uma família de materiais, em vez de conter dados sobre um material específico. Eles têm seu próprio ícone: .
4. Abra o registro do **Polipropileno (PP)**
 - a) Clique duas vezes no nome do registro na árvore para exibir a folha de dados.
 - b) Clique em  para ver as Observações científicas e obter mais informações sobre a propriedade e a ciência subjacente.
 - c) Clique com o botão direito do mouse na folha de dados para ver um menu com outras ações, por exemplo: **Localizar na árvore de procura**, **Copiar** ou **Imprimir** a folha de dados e **Duplicar o registro**.
5. Encontre os processos que podem moldar o *Polipropileno*, clicando no link **Universo de Processos** na parte inferior da folha de dados

Polymers and elastomers > [Polymers](#) > Thermoplastics >

Description

Image



Caption

1. Polypropylene samples showing texture and transparency. © Chris Lefteri 2. Polypropylene glasses. © Thinkstock

The material

Polypropylene, PP, first produced commercially in 1958, is the younger brother of polyethylene - a very similar molecule with similar price, processing methods and application. Like PE it is produced in very large quantities (more than 30 million tons per year in 2000), growing at nearly 10% per year, and like PE its molecule-lengths and side-branches can be tailored by clever catalysis, giving precise control of impact strength, and of the properties that influence molding and drawing. In its pure form polypropylene is flammable and degrades in sunlight. Fire retardants make it slow to burn and stabilizers give it extreme stability, both to UV radiation and to fresh and salt water and most aqueous solutions.

Composition (summary) ⓘ

$(CH_2-CH(CH_3))_n$

General properties

Density	ⓘ	█	-	█	kg/m ³	
Price	ⓘ	*	█	-	█	GBP/kg
Date first used	ⓘ	█				

Mechanical properties

Young's modulus	ⓘ	█	-	█	GPa	
Shear modulus	ⓘ	*	█	-	█	GPa
Bulk modulus	ⓘ	*	█	-	█	GPa
Poisson's ratio	ⓘ	*	█	-	█	

Part of the Polypropylene Level 2 datasheet

3.3. Exercício 3: Navegue pelos registros do processo

1. Navegue por **Universo de Processos: Todos os processos**



2. Veja o registro para o processo de Moldagem *Moldagem por injeção, termoplásticos*
3. Veja o registro para o processo de tratamento de superfície *Metalização a vapor (PVD)*
4. Veja o registro para o processo de adesão *Soldagem por atrito (metais)*

- Veja os materiais que podem ser fundidos, usando o link para **Universo dos Materiais** na parte inferior da folha de dados para *Fundição por gravidade*

3.4. Exercício 4: Pesquisa

- Busque pelo material Polilactídeo



- Busque o processo *Moldagem por transferência de resina assistida a vácuo (VARTM)*
- Busque os materiais usados para "ferramentas de corte"

A pesquisa corresponde ao texto em uma folha de dados. Por exemplo, uma pesquisa por "ferramentas de corte" retornaria todos os registros com a frase "ferramentas de corte" na descrição do registro ou nas informações de suporte.

- Busque pelo material **Concreto**

A pesquisa corresponde ao nome da pasta do registro. Se o termo de pesquisa aparecer em um nome de pasta, todos os registros dessa pasta serão retornados. Por exemplo, uma pesquisa por concreto retornaria todos os registros na pasta chamada Cimento e concreto, por exemplo Gesso.

- Insira o termo de pesquisa `alum*`

Os registros contendo os termos *Alumina* ou *Alumínio* são retornados.

3.5. Pesquisas avançadas

Os seguintes operadores de pesquisa estão disponíveis:

Operador	Descrição
AND	Encontra os registros contendo ambos os termos de pesquisa; então a pesquisa de <code>aço AND liga</code> retorna apenas os registros que contêm ambas as palavras aço e liga
OR	Encontra os registros contendo um dos termos de pesquisa; então a pesquisa de <code>aço OR liga</code> retorna todos os registros que contêm aço , liga , ou ambos
NOT	Encontra os registros contendo o primeiro termo de pesquisa, mas não o segundo; então a pesquisa de <code>aço NOT liga</code> retorna apenas os registros com a palavra aço , mas sem a palavra liga
Pesquisa de frase	Encontra o termo de pesquisa exato; então a pesquisa de <code>"liga de aço"</code> retornará apenas os registros que contêm a frase exata liga de aço
Parênteses	Usado para agrupar termos de pesquisa; então a pesquisa de <code>ferro E (minério OU fundido)</code> retornará os registros que contêm ferro e minério , fundido , ou ambos

Operador	Descrição
Curingas	Use ? como um único caractere curinga ou * como um curinga representando qualquer número de caracteres (não podem ser usados como o primeiro caractere em uma cadeia de caracteres de pesquisa)

Nota: Os operadores AND são adicionados automaticamente quando uma pesquisa tiver dois ou mais termos e nenhum outro operador foi inserido.

Capítulo 4: Criação de gráficos de propriedades

Os gráficos de barras e de bolhas são uma ótima maneira de visualizar e comunicar as propriedades do material, além de serem uma ferramenta essencial para dar suporte à seleção sistemática de materiais.

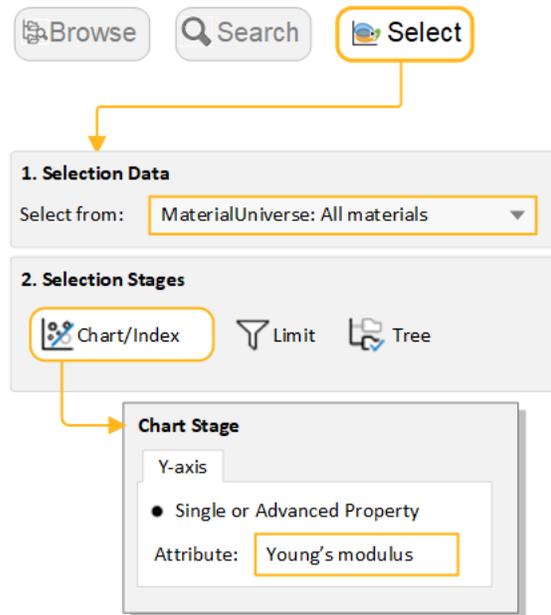
4.1. Exercício 5: Crie um gráfico de barras

1. Selecione **Universo dos Materiais: Todos os materiais** na aba **Gráfico/Selecionar**
2. Faça um gráfico de barras do Módulo de Young (E)

Em Estágios de seleção, clique em **Gráfico/Selecionar**.

Defina o atributo do eixo y como **Módulo de Young** e, em seguida, clique em **OK**. (Você pode clicar no campo Atributo e começar a digitar o nome para localizar e selecionar rapidamente o Atributo desejado.)

Para um gráfico de barras, você não define um eixo x, portanto, deixe o eixo x definido como <Nenhum>.



3. Explore o gráfico

Clique em  **Aproximar** e arraste para ampliar uma área do gráfico.

Clique em  **Afastar** para reduzir o zoom.

Clique em  **Escala automática** para voltar a ver o gráfico inteiro novamente.

4. Rotule os registros no gráfico

Clique em um registro do gráfico e arraste-o para adicionar e posicionar um novo rótulo de dados.

Para excluir um rótulo de dados, selecione-o e pressione **DELETE**. Para excluir todos os rótulos do gráfico, pressione **CTRL+A** e, em seguida, pressione **DELETE**.

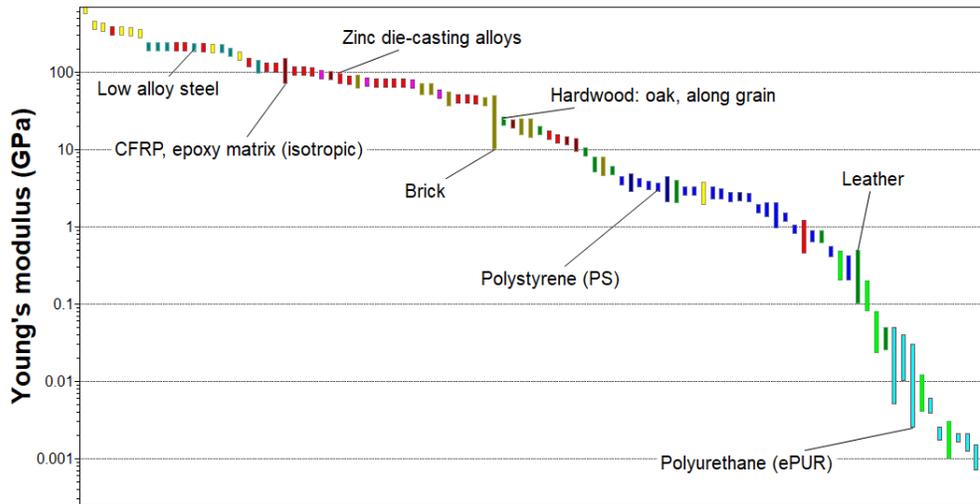
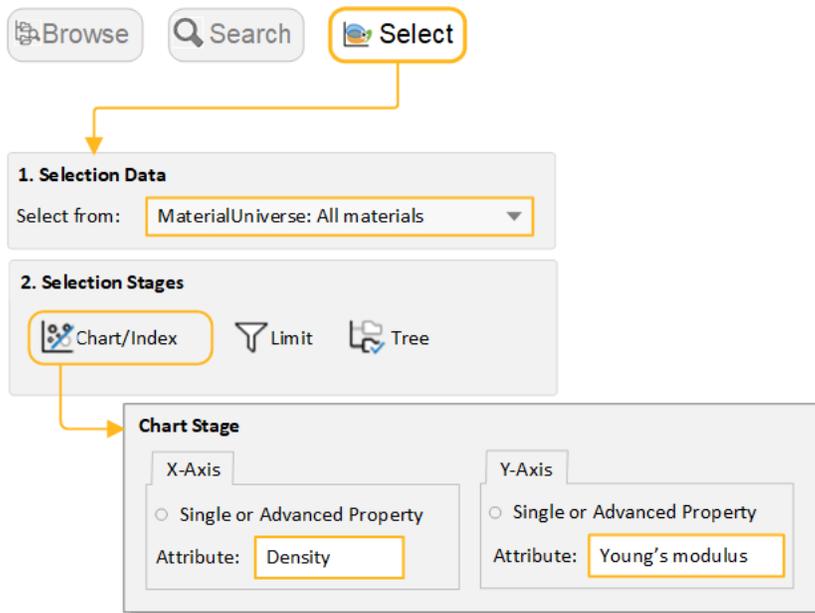


Gráfico de barras rotulado do módulo de Young

4.2. Exercício 6: Criar um gráfico de bolhas

1. Faça uma plotagem de gráfico de bolhas *Módulo de Young (E)* em função da *Densidade (ρ)*

- Em **Estágios de seleção**, clique em **Gráfico/Índice**.
- Defina o eixo Y para **Módulo de Young** e o eixo X para **Densidade**.
- Deixe as **Definições do eixo** como valores padrão para criar um gráfico log-log.

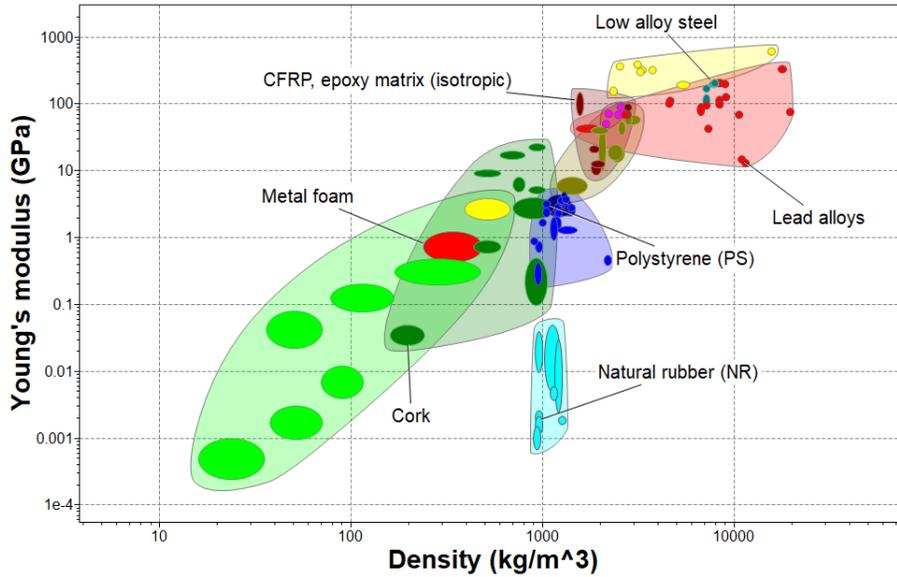


2. Exiba os envelopes de família

- Clique em **Mostrar envelopes de família** para observar como os dados de uma determinada família de materiais são agrupados.

3. Rotule os registros no gráfico

- a) Passe o cursor do mouse sobre o balão de registro para ver o nome do registro e, em seguida, rotule alguns registros (clique sobre um registro e arraste-o).
- b) Tente adicionar rótulos da lista de **Resultados**: clique com o botão direito do mouse em um registro da lista, selecione **Etiqueta** no menu de atalho e arraste o rótulo para o local desejado no gráfico.
- c) Se o novo rótulo não estiver visível no zoom atual, clique em  **Escala automática** para exibir o gráfico inteiro novamente.



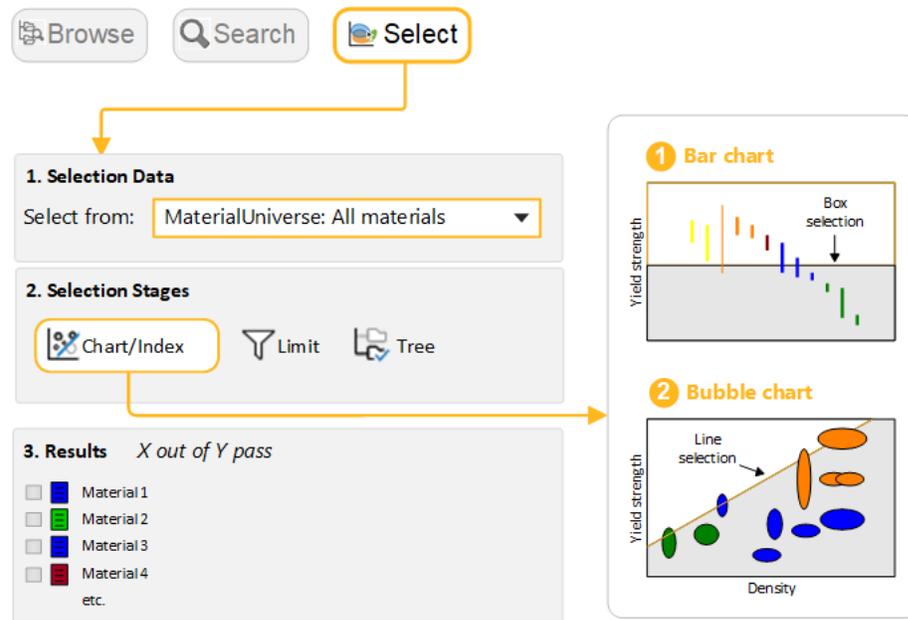
4. Exclua este estágio

- a) Selecione a fase na lista Estágios de seleção e pressione DELETE.

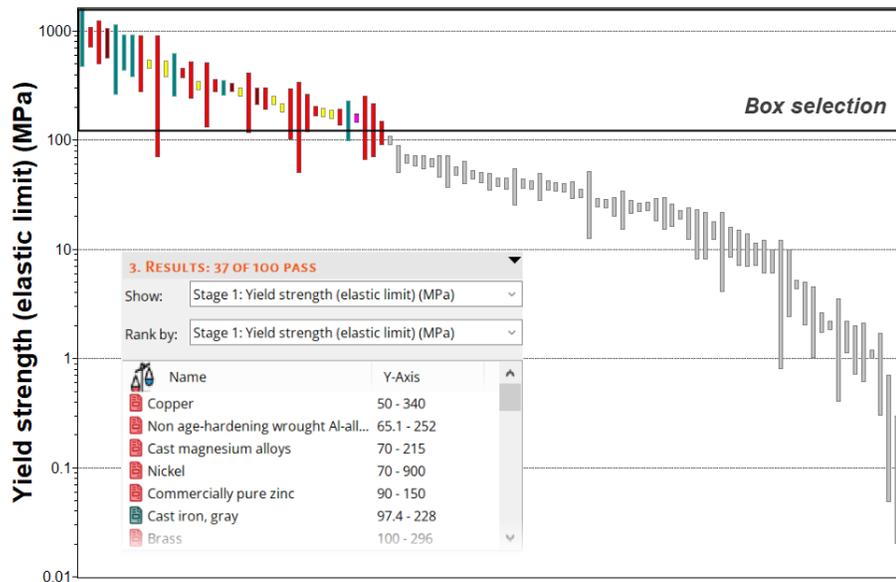
Capítulo 5: Filtragem e triagem

5.1. Exercício 7: Seleção usando um Estágio de gráfico

Quando plotados em um gráfico, os registros também podem ser filtrados usando as ferramentas de **Linha de índice** e **Seleção de caixa**.



1. Crie um gráfico de barras de *Limite de escoamento (limite de elasticidade) (σ_y)*
 - a) Defina o eixo Y para **Limite de escoamento**.
2. Use uma **Seleção de caixa** para identificar os materiais com altos valores de *Limite de escoamento*
 - a) Clique em **Seleção de caixa**  e arraste-a para definir a caixa de seleção.



3. Adicione a **Densidade (ρ)** no eixo X

- Clique em  **Definições do gráfico**, em seguida, acesse a aba Eixo X e selecione Densidade como o atributo do eixo X. Você também pode clicar duas vezes no eixo do gráfico para abrir a caixa de diálogo.

4. Use uma linha de índice para identificar os materiais com altos valores de resistência específica, σ_y / ρ

- Clique em  **Linhas de índice e exibição**.
- Use o valor de **Inclinação** padrão de 1.
- Por padrão, o objetivo da linha é definido como **Maximizar o índice**, o que resultará na seleção de materiais acima da linha para altos valores de σ_y / ρ .
- Clique em **OK** e, em seguida, no gráfico para posicionar a linha por meio de um ponto específico.
- Arraste a linha para cima para refinar a seleção para menos materiais.

5. Adicione uma **Seleção de caixa** no gráfico para identificar os materiais com baixa *Densidade* que maximizam o índice.

6. Classifique a lista de Resultados por resistência específica (*limite de escoamento / densidade*)

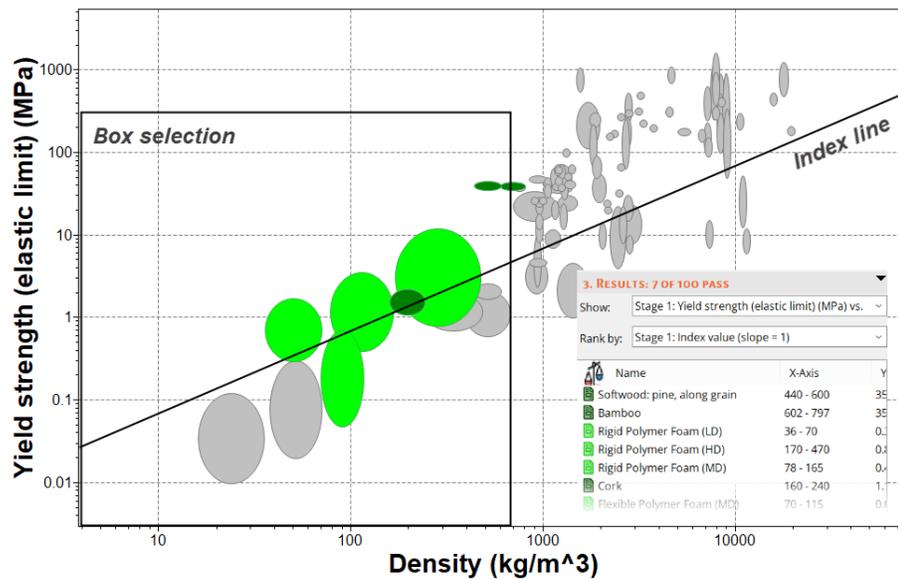
Mostrar: Estágio 1: Limite de escoamento versus densidade

Classificar por: Estágio 1: Valor do índice.

Exemplo de resultados: *Bambu, espuma de polímero rígido (MD)*.

7. Exclua este estágio

- Selecione o estágio na lista Estágio de seleção e pressione DELETE.



5.2. Exercício 8: Seleção usando um Estágio de limite

1. Selecione os materiais com propriedades térmicas e elétricas específicas.

a) Crie um novo **Estágio de limite** com os seguintes critérios:

Temperatura máxima de serviço	> 200 °C
Condutividade térmica	> 25 W/m.°C
Resistividade elétrica	> 1e15 μohm.cm

b) Use as barras de limite  para orientação sobre valores adequados e mantenha a lógica E selecionada. Insira os limites – mínimo ou máximo, conforme apropriado – e clique em **Aplicar**.

c) Você pode alterar as unidades na planilha de dados, acessando a aba **Unidades** em **Definições**.

Exemplo de resultados: *Nitreto de alumínio, Alumina, Nitreto de silício.*

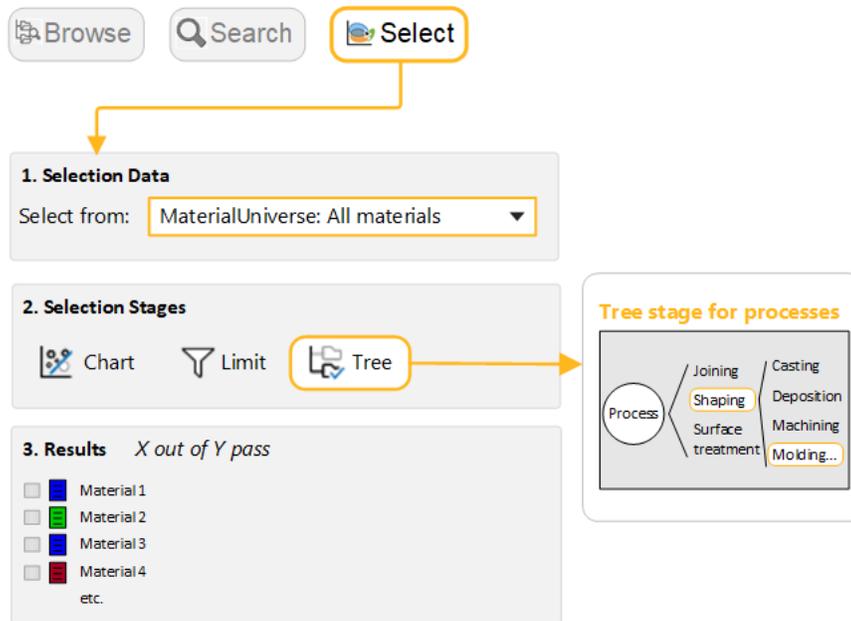
The image shows a software interface for material selection. At the top, there are three buttons: 'Browse', 'Search', and 'Select'. Below them, the '1. Selection Data' section has a dropdown menu set to 'MaterialUniverse: All materials'. The '2. Selection Stages' section has three icons: 'Chart', 'Limit', and 'Tree'. The '3. Results' section shows a list of materials: 'Material 1', 'Material 2', 'Material 3', 'Material 4', and 'etc.'. The 'Limit Stage' panel is open, showing 'Mechanical properties', 'Thermal properties', and 'Electrical properties'. The 'Thermal properties' section has 'Max. service temp.' set to 200 °C and 'Thermal conductivity' set to 25 W/m.°C. The 'Electrical properties' section has 'Electrical resistivity' set to 1e15 μohm.cm. A 'Limit Bar' chart is shown below, displaying material categories on a logarithmic scale of electrical resistivity. The chart includes categories like Glasses, Non-technical ceramics, Technical ceramics, Composites, Foams, Natural materials, Metals and alloys, Elastomers, and Polymers. The 'Limit guidance' text points to the chart.

2. Filtre os resultados ainda mais para selecionar apenas os materiais resistentes a *Ácido fluorídrico* (40%).
 - a) Em **Durabilidade: ácidos**, selecione **Aceitável** e **Excelente** para *Ácido fluorídrico* (40%).
 - b) Clique em **Aplicar**. *Nitreto de silício* deve ser o único registro aprovado.

5.3. Exercício 9: Seleção usando um Estágio de árvore

Com um Estágio de árvore, você pode filtrar os registros por categoria com base em seus vínculos com registros de outras tabelas de dados ou com base na hierarquia do banco de dados (árvore). Por exemplo, você pode filtrar os registros vinculados a um registro de processo específico.

1. Veja os materiais que podem ser moldados
 - a) Em **Estágios de seleção**, clique em **Árvore**. Na caixa de diálogo Estágio de árvore, selecione **Universo de Processos** e acesse **Moldagem**.
 - b) Selecione a pasta, clique em **Inserir** e em **OK**.
2. Clique em **Mostrar** para ver uma lista de registros do *Universo dos Materiais* aos quais esta pasta de processo está vinculada.
 - a) Clique duas vezes em um nome de registro para exibir sua folha de dados.



3. Exclua este estágio.
4. Veja os processos que podem ser adicionados aos *Metais ferrosos e ligas*
 - a) No painel **Projeto de seleção**, em **Dados de seleção**, selecione **Universo de Processos: União**.
 - b) Na caixa de diálogo Estágio de árvore, selecione **Universo dos Materiais**, expanda **Metais e ligas**, selecione **Ferrosas** e, em seguida, clique em **Inserir** seguido por **OK**.
 - c) Clique em **Mostrar** para exibir os registros vinculados.
5. Exclua este estágio.

Capítulo 6: Unindo as partes

6.1. Exercício 10: Combinação de ferramentas de filtragem e gráficos

The screenshot illustrates the 'Select' tool workflow in three stages:

- 1. Selection Data:** A dropdown menu is set to 'MaterialUniverse: All materials'.
- 2. Selection Stages:** Three buttons are available: 'Chart', 'Limit', and 'Tree'. The 'Limit' button is highlighted.
- 3. Results:** A list of materials is shown, including Material 1, Material 2, Material 3, Material 4, and etc.

The detailed view on the right shows the configuration for each stage:

- 1 Limit stage:** A table with columns 'Min' and 'Max'. The 'Density' row has '2000' in the 'Max' column. The 'Yield strength' row has '60' in the 'Min' column. The 'T-conductivity' row has '10' in the 'Max' column.
- 2 Tree stage:** A process tree diagram with 'Process' at the root, branching into 'Join', 'Shape', and 'Surface'. 'Shape' further branches into 'Casting', 'Forming', 'Deformation', 'Machining', 'Molding', and 'Powder'. 'Molding' is highlighted.
- 3 Chart stage:** A bar chart with 'Price' on the Y-axis, showing various colored bars representing different materials.

- Escolha a tabela de dados
 - Selecionar de: Universo dos Materiais: Todos os materiais.**
- Selecione os materiais com propriedades físicas, mecânicas e térmicas específicas.
 - Crie um **Estágio de limite** com os seguintes critérios:

Densidade	< 2.000 kg/m ³
Limite de escoamento (limite de elasticidade)	> 60 MPa
Condutividade térmica	< 10 W/m.°C
- Filtre os resultados para encontrar os que podem ser *Termoformados*
 - Crie uma **Fase de árvore** e **Inserir** *Universo de Processos > Moldagem > Moldagem > Moldagem termoplástica > Termoformagem.*
- Classifique os resultados por *Preço* e encontre os três materiais mais baratos
 - Crie um **Estágio de gráfico** com um gráfico de barras de **Preço** no eixo Y. No gráfico, todos os materiais reprovados em um ou mais estágios estarão desativados. Por padrão, o painel **Resultados** lista os materiais aprovados em todos os estágios.

b) No menu **Classificar por**, selecione **Estágio 3: Preço**.

6.2. Exercício 11: Seleção do processo

Os estágios de seleção de Gráfico, Limite e Árvore podem ser usados para filtrar os registros de Universo de Processos da mesma maneira usada para o *Universo dos Materiais*.

1. Selecione a tabela de dados

a) **Selecionar de: Universo de Processos: Moldagem.**

2. Veja os *Processos primários de Moldagem* para fazer um componente com propriedades físicas, econômicas e de forma específicas.

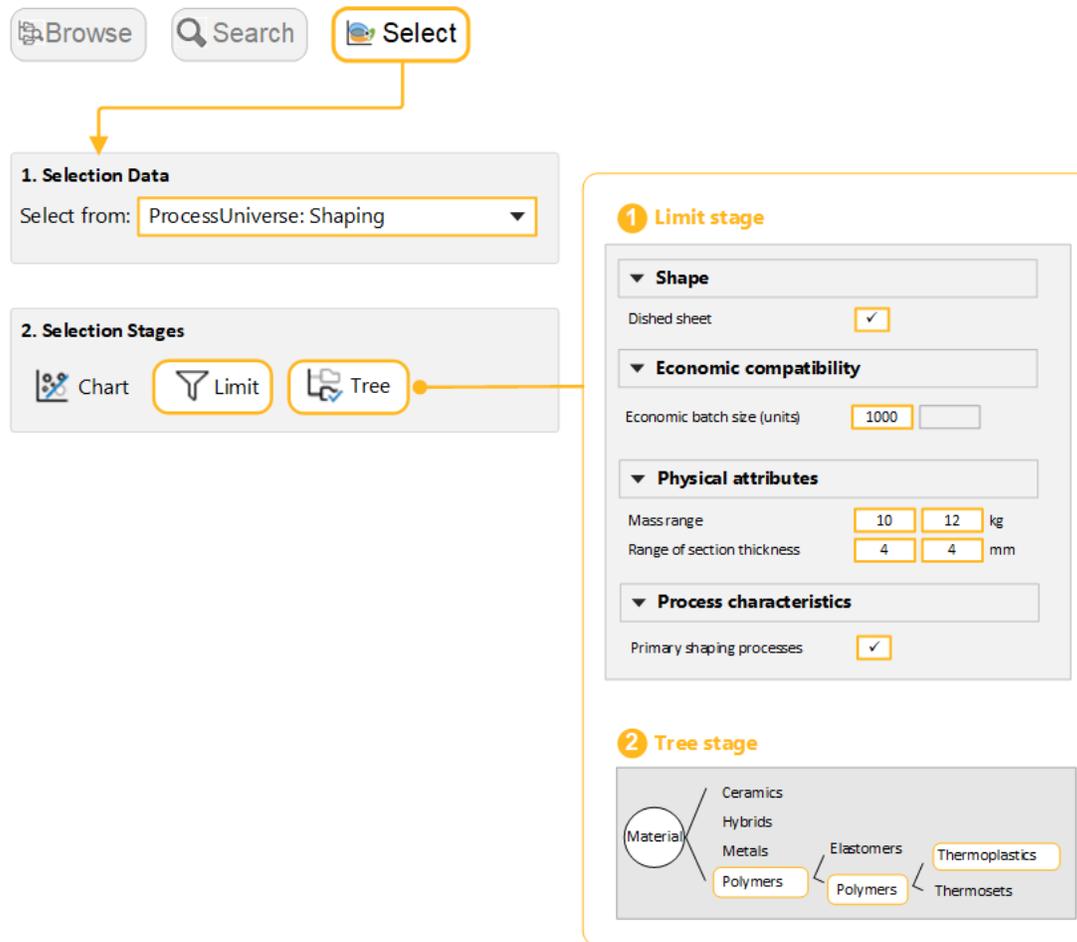
a) Adicione um **Estágio de limite** com cinco critérios:

Formato	Em forma de prato (curvada)
Variedade de massa	10 - 12kg
Variedade de espessura da seção	4 mm
Características do processo	Processos de Moldagem primária
Tamanho do lote econômico	> 1.000

3. Filtre os resultados para incluir apenas os materiais *Termoplásticos*

a) Adicione um **Estágio de árvore** e **Inserir** *Universo dos Materiais > Polímeros e elastômeros > Polímeros > Termoplásticos*.

Exemplo de resultados: *Moldagem rotacional, moldagem por compressão, termoformagem*



6.3. Exercício 12: Seleção avançada usando o Localizador de índice de desempenho

Nota: O Localizador de índice de desempenho está habilitado somente em bancos de dados de Nível 3.

O Localizador de índice de desempenho é uma ferramenta que permite traçar índices de desempenho em um gráfico para uma determinada situação de projeto, sem ter que derivar um índice dos primeiros princípios.

Neste exercício, você usará o Localizador de índice de desempenho para encontrar os materiais mais adequados para uma viga, carregada em flexão, que faz parte de um projeto de baixo custo, leve e de resistência limitada.

1. Selecione um banco de dados e uma tabela de dados de Nível 3
 - a) Clique em **Alterar...**, em **Bases de dados**, para alterar o banco de dados para **Level 3**.
 - b) **Selecionar de: MaterialUniverse: All bulk materials**.
2. Crie um gráfico usando o Localizador de índice de desempenho
 - a) Clique em **Gráfico/Índice**, em seguida, selecione o botão de opção **Localizador do índice de desempenho**.
3. Insira a **Definição de componente** para o eixo Y

Função e carregamento:

Beam in bending

Restrição limitante:

Strength

Otimizar

Mass

Mantenha os valores padrão para **Variáveis Livres** e **Variáveis fixas**, e **Definições do eixo**.

4. Insira a **Definição de componente** para o eixo X

a) Acesse a aba eixo X e selecione **Localizador de índice de desempenho**. Defina os seguintes valores:

Função e carregamento:

Beam in bending

Restrição limitante:

Strength

Otimizar

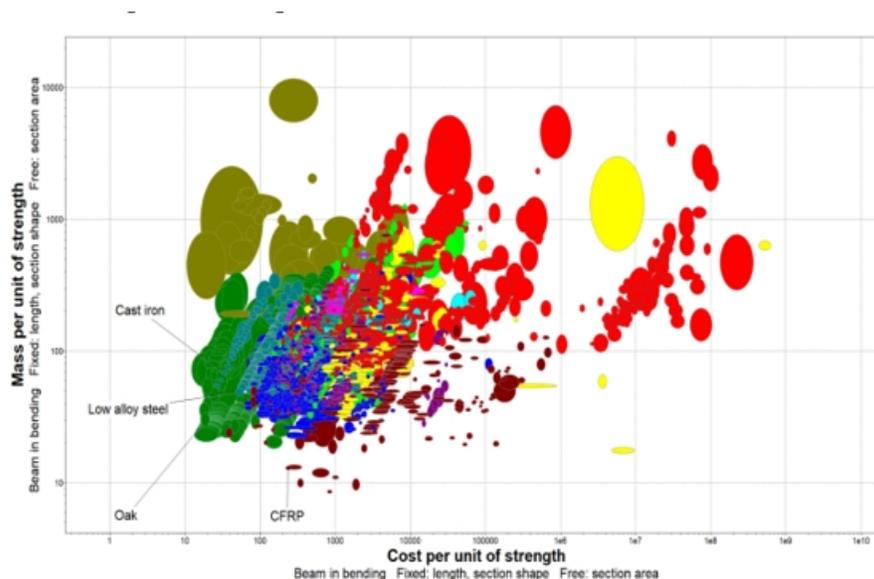
Cost

Mantenha os valores padrão para **Livre** e **Variáveis fixas**, e **Definições do eixo**.

5. Ver o gráfico

a) Clique em **OK** para visualizar o gráfico.

Os materiais no canto inferior esquerdo são mais adequados para um projeto leve, de baixo custo e com resistência limitada.



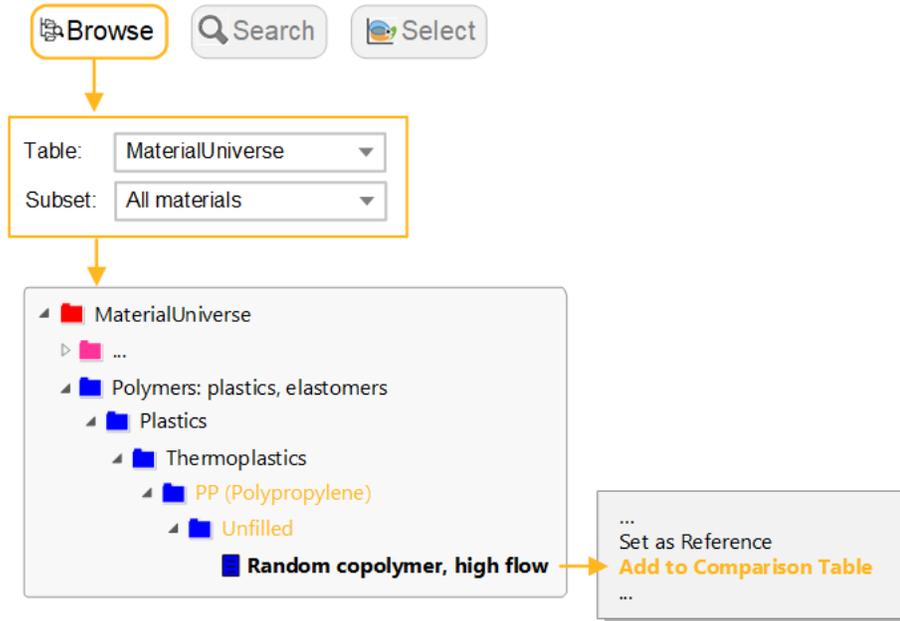
6. Exclua este estágio.

6.4. Exercício 13: Seleção avançada com Tabelas comparativas

Nota: As **Tabelas comparativas** estão habilitadas somente nos bancos de dados avançados de Nível 3. A opção ficará desativada ou não será exibida se você tiver aberto qualquer um dos bancos de dados disponíveis no Granta EduPack Introductory, incluindo o Nível 3.

Na indústria, os projetos de seleção de materiais geralmente são necessários para encontrar um substituto para um material existente, devido a mudanças no design ou na fabricação do componente ou por conta de problemas na cadeia de suprimentos. As **Tabelas comparativas** permitem comparar vários registros diferentes ao mesmo tempo e destacam as diferenças entre eles.

1. Mude o banco de dados para um em que as **Tabelas comparativas** estejam habilitadas
 - a) Altere o banco de dados e a tabela para o **Polímero de Nível 3, Universo dos Materiais: Todos os materiais**.
2. Adicione um registro de *PP (polipropileno) não preenchido* e um *PE (polietileno) de alta densidade não preenchido* em uma **Tabela comparativa**.
 - a) Busque um exemplo de cada um deles na árvore de Navegação, em seguida, clique com o botão direito do mouse e selecione **Adicionar à tabela comparativa**.



3. Defina o PE de alta densidade como o **Registro de referência**

- a) Passe o cursor do mouse sobre o nome do registro no cabeçalho da tabela de comparação e clique em **Definir como referência**.

Nota: O **Registro de referência** é outro recurso habilitado nos bancos de dados avançados de Nível 3. Definir um **Registro de referência** permite identificá-lo facilmente na árvore de navegação e nos gráficos e compará-lo a outros registros usando as **Tabelas comparativas** e a opção **Encontrar semelhante** (veja o próximo exercício e a Ajuda do software para obter mais informações).

	PE-HD (high molecular weight)	PP (random copolymer, high flow)
Computed Properties		
Mass per unit of strength	79.4 - 114	80.5 - 90.3
Cost per unit of strength	106 - 153	135 - 162
General information		
Included in Materials Data for Simulation	✓	✓
Materials Data for Simulation name	Plastic, HDPE (high molecular weight)	Plastic, PP (random copolymer, high flow)
Composition overview		
Material family	Plastic (thermoplastic, semi-crystalline)	Plastic (thermoplastic, semi-crystalline)
Base material	PE-HD (Polyethylene, high density)	PP (Polypropylene)
Polymer code	PE-HD	PP
Composition detail (polymers and natural materials)		
Polymer (%)	100	100

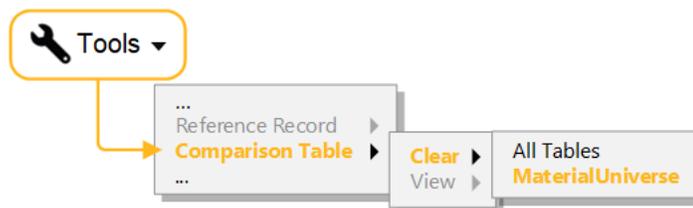
4. Mostre as diferenças em relação ao **Registro de referência** como porcentagens

a) Clique em **% Alterar** na barra de ferramentas da **Tabela comparativa**.

Nota: Essas são as diferenças nos valores do intervalo, não nas médias.

5. Limpe a **Tabela comparativa** e o **Registro de referência**

a) Clique em **Ferramentas**, na barra de ferramentas principal, e selecione **Tabela comparativa > Limpar > Universo dos Materiais**. Repita o processo para o Registro de referência.



6.5. Exercício 14: Seleção avançada com Encontrar semelhante e Estágio de limite

Nota: O recurso **Encontrar semelhante** está habilitado somente nos bancos de dados avançados de Nível 3. Este exercício pressupõe que você esteja usando o banco de dados *Level 3 Polymer* do último exercício.

1. Abra o registro para *Polypropylene (Copolymer, Conductive, 5% Carbon powder)*

2. Encontre registros semelhantes a ele

a) Clique em **Encontrar semelhante** na parte superior da aba da folha de dados. *Polypropylene (Copolymer, Conductive, 5% Carbon powder)* se tornará o registro de referência.

b) Use as ponderações padrão para calcular a proximidade. Não abra as definições de **Proximidade**.

3. Compare o material atual com a alternativa mais próxima

a) Selecione um dos registros mais próximos da lista de resultados, *PP (copolymer, 10% talc)* e abra uma tabela comparativa, clicando em **Comparação...**

The screenshot illustrates the workflow for comparing materials. It starts with a search for 'PP (copolymer, conductive, 5% carbon powder)'. A 'Find Similar' button is highlighted, leading to a dialog box titled 'Records similar to: PP (copolymer, conductive, 5% carbon powder)'. This dialog lists several materials with their 'Nearness (%)' values:

Name	Nearness (%)
<input checked="" type="checkbox"/> * PP (copolymer, conductive, 5% carbon powder)	100
<input checked="" type="checkbox"/> PP (copolymer, 10% talc)	94
<input type="checkbox"/> PP (copolymer, 20% calcium carbonate)	94
<input type="checkbox"/> PP (impact copolymer, high flow)	94
etc.	

A 'Comparison...' button is highlighted in the dialog, leading to a 'Comparison - MaterialUniverse' window. This window displays a side-by-side comparison of properties for 'PP (carbon)' and 'PP (talc)':

	PP (carbon)	PP (talc)
Compressive strength (MPa)	23.4	29.1 ↑
Density (kg/m ³)	961	966
Electrical resistivity (μohm.cm)	3.16e11	7.14e23 ↑

A **Tabela comparativa** é destacada onde há uma diferença entre o original (referência) e os materiais alternativos. Os materiais mais próximos nos resultados têm propriedades físicas semelhantes ao material de referência (densidade, limite de escoamento, módulo de Young). No entanto, o material original pode ter sido escolhido por suas outras características. Neste caso, o polímero é um condutor (tem baixa resistividade elétrica).

Para encontrar materiais que tenham todas as propriedades necessárias, é possível proceder de duas maneiras:

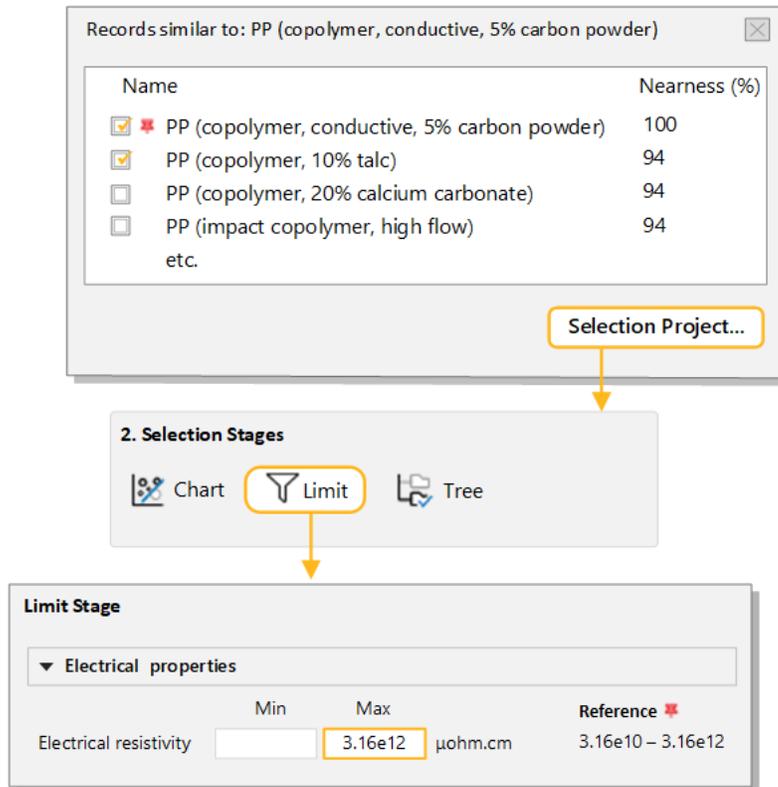
- Ajuste as **Proximidade** para priorizar as propriedades do material mais importantes para nossa aplicação (consulte o [Exercício 15](#)).
- Use os resultados do recurso **Encontrar semelhante** como base de um Projeto de seleção. Neste caso, você pode usar um **Estágio de limite** para filtrar o requisito adicional de condutividade.

4. Crie um Projeto de seleção usando os resultados

a) Na caixa de diálogo **Registros semelhantes a**, clique em **Projeto de seleção**. Os resultados são carregados em um novo projeto, classificados por proximidade.

5. Filtre os resultados para uma *Resistividade elétrica* igual ou inferior ao do material de referência

a) Crie um **Estágio de limite** e defina o valor máximo da resistividade elétrica para 3.16×10^{12} , que é o valor máximo para o registro de referência. **Aplicar** o estágio.



Exemplo de resultados, com Proximidade (%):

- PP (10-12%, stainless steel fiber) - **87%**
- PP (10% carbon fiber) - **83%**
- ABS (40% aluminum flake) - **79%**

6. Exclua este estágio.

6.6. Exercício 15: Seleção avançada com Encontrar semelhante e Configurações de proximidade

Em vez de filtrar atributos adicionais, você pode alterar os critérios usados para calcular a proximidade, levando em consideração diferentes requisitos.

Nota: O recurso **Encontrar semelhante** está habilitada somente nos bancos de dados avançados de Nível 3. Este exercício pressupõe que você esteja usando o banco de dados *Level 3 Polymer* do último exercício.

1. Encontre registros semelhantes a *Polypropylene (Copolymer, Conductive, 5% Carbon powder)*
 - a) Abra a folha de dados e clique em **Encontrar semelhante**.
2. Recalcule a lista de materiais alternativos, levando em consideração a *Resistividade elétrica* e priorizando os resultados com a resistividade igual ou inferior ao material de referência
 - a) Clique no link **Proximidade** da caixa de diálogo **Registros semelhantes a**.

- b) Em **Electrical Properties**, selecione **Electrical resistivity**. Defina-a para **100% quando igual ou inferior** e aumente o **Fator de ponderação** para 2.
- c) Clique em **OK** para gerar os novos resultados.

Nota: Esses resultados são conceitualmente diferentes daqueles do exercício anterior. Classificamos os materiais semelhantes considerando a resistividade, mas não há um limite superior fixo como havia ao filtrar usando o **Estágio de limite**. Os materiais com resistividade maior que a referência ainda serão incluídos nesses resultados.

6.7. Exercício 16: Calcule os valores para um Estágio de limite usando o Engineering Solver

Os requisitos de projeto geralmente são especificados em termos de geometria, carregamento e deflexões máximas. A ferramenta **Engineering Solver** converte esses requisitos de engenharia em propriedades do material, que podem ser aplicadas em um **Estágio de limite** para selecionar os materiais adequados.

Nota: O **Engineering Solver** está habilitado somente nos bancos de dados avançados de Nível 3. Este exercício pressupõe que você esteja usando o banco de dados *Polímero de Nível 3* do último exercício.

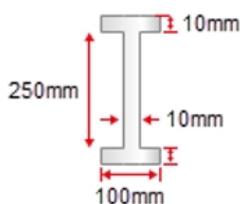
1. Abra o **Engineering Solver**.

- a) Clique em **Solver**  na barra de ferramentas principal.

2. Selecione a geometria de carregamento **Flexão em uma viga**

Este modelo estima os valores de resistência mínima, rigidez e *Fator de forma* necessários para uma viga com a geometria especificada e as condições de carga.

3. Insira a geometria para uma viga I com as seguintes dimensões:



Use a lista **Secção transversal** para selecionar a *Secção em I*. Insira as seguintes dimensões e use as listas suspensas no final de cada linha para selecionar as unidades corretas:

Largura, b = 100 mm; Altura, b = 250 mm; Espessura, t = 10 mm; Espessura da alma, $tw_c = 10$ mm; Comprimento, l = 5m.

4. Insira os parâmetros de projeto para uma viga engastada com uma carga final de 5 kN

Condições de carga = Viga engastada Carga final; Carga = 5kN; Fator de segurança = 1,5; Deflexão máxima = 50 mm.

Os resultados são preenchidos automaticamente. Você deve ver que o mínimo necessário do *Módulo de Young* é de 133 GPa e o mínimo do *Limite de escoamento* é de 108 MPa.

Mantenha a caixa de diálogo **Engineering Solver** aberta.

5. Selecione os materiais com base nos resultados do **Engineering Solver**

- a) Crie um novo **Estágio de limite** usando o **Material Universe: All bulk materials** e insira o mínimo do *Módulo de Young* e o *Limite de escoamento (limite elástico)* estimados pelo **Solver**. Você pode copiar e colar da caixa de diálogo usando **CTRL+C** e **CTRL+V**.

b) Certifique-se de que as unidades no **Engineering Solver** e no **Estágio de limite** são correspondentes. Altere as unidades dos resultados na caixa de diálogo **Engineering Solver** caso isso não aconteça.

Mais de um terço dos materiais no banco de dados atendem aos requisitos. Normalmente, você aplicaria mais restrições e fases de seleção para restringir ainda mais a lista.

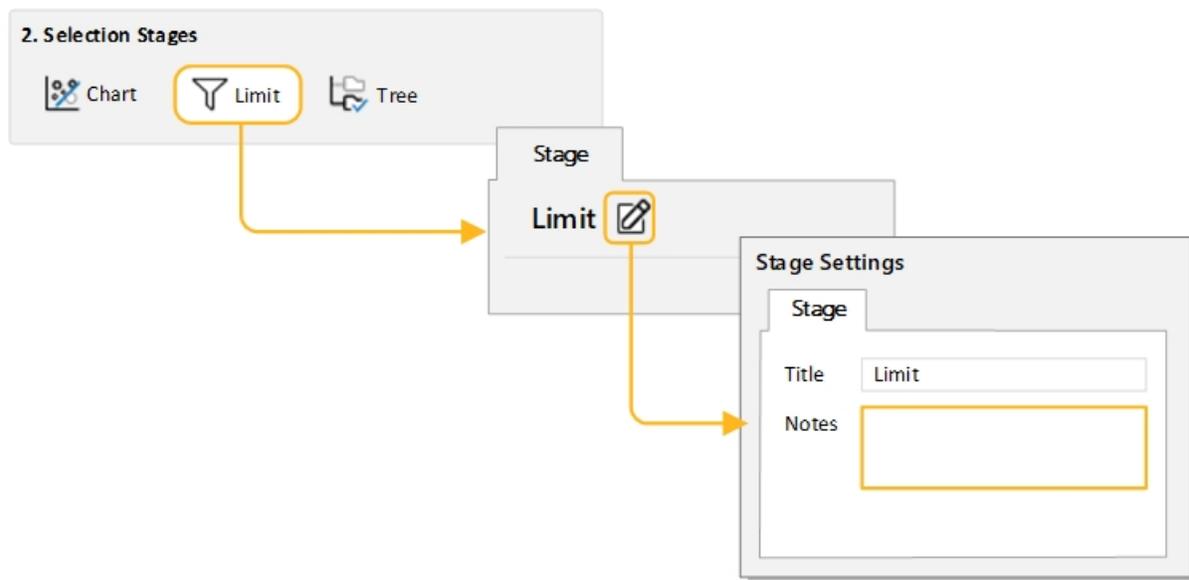
6. Exclua este estágio e **Alterar** o banco de dados de volta para o *Nível 2*

Capítulo 7: Como salvar, copiar e escrever relatórios

7.1. Exercício 17: Como adicionar comentários e salvar um projeto

Você pode adicionar comentários (**Notas**) em um projeto de seleção como um lembrete do motivo pelo qual você aplicou determinadas restrições e objetivos. Os comentários são exibidos ao passar o mouse na aba Estágio e são salvos no arquivo do projeto.

As observações podem ser adicionadas a cada fase de seleção conforme mostrado abaixo, ou ao projeto geral (em **Definições do projeto**).



1. Clique em **Notas** no título da janela da fase para abrir a caixa de diálogo **Definições do estágio** e insira alguns comentários na caixa Notas.
2. Salve seu projeto
Selecione **Arquivo > Salvar o projeto**. Dê ao projeto um nome de arquivo e um local de pasta. O projeto será salvo com a extensão de arquivo **.ces**.

7.2. Exercício 18: Copiar gráficos, dados e listas de resultados

Os gráficos, registros e listas de resultados podem ser copiados e colados em um documento em outro aplicativo, como o Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Powerpoint ou Bloco de notas.

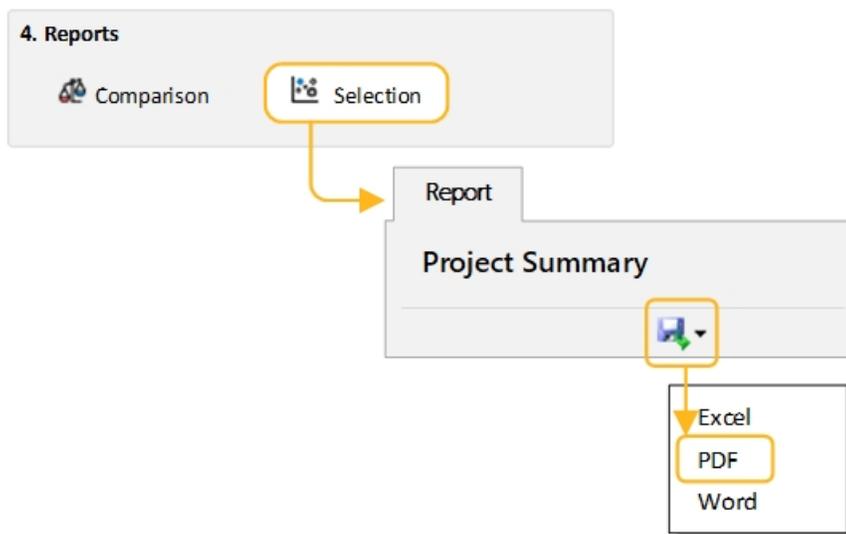
1. Copie um gráfico em um documento
 - a) Para copiar um gráfico na área de transferência: na janela do gráfico, clique com o botão direito do mouse no gráfico e selecione **Copiar** no menu de atalho ou pressione **CTRL+C**.
 - b) Em seguida, você pode colar a imagem do gráfico da área de transferência no documento como um bitmap independente de dispositivo.
2. Copie uma folha de dados em um documento

- a) Para copiar uma folha de dados para a área de transferência: exiba a folha de dados, clique com o botão direito do mouse na folha de dados e selecione **Copiar** no menu de atalho ou pressione CTRL+C.
 - b) Em seguida, você pode colar os dados da área de transferência no documento.
3. Copie os resultados em um documento
- a) Para copiar os resultados para a área de transferência, use SHIFT+clique ou CTRL+clique para destacar os registros desejados, em seguida, clique com o botão direito do mouse e selecione **Copiar** no menu de atalho ou pressione CTRL+C.
 - b) Para selecionar todos os resultados na lista, clique com o botão direito do mouse e selecione **Selecionar todos** no menu de atalho ou pressione CTRL+A.
 - c) Você pode colar os resultados da área de transferência no documento.
4. Edite o documento criado

7.3. Exercício 19: Exportação dos Relatórios de seleção

Nota: Os **Relatórios de seleção** estão habilitados somente nos bancos de dados avançados de Nível 3 (por exemplo, *Level 3 Eco Design*). A opção não será exibida se você tiver aberto algum dos bancos de dados disponíveis no *Granta EduPack Introductory*, incluindo o *Level 3*.

1. Gere um Relatório de seleção
 - a) Clique em  **Seleção** na parte inferior do painel  **Gráfico/Selecionar**.
2. Exporte o relatório como um PDF
 - a) Clique em  **Export** e selecione **PDF**. Os Relatórios de seleção podem ser exportados como um PDF, um documento do Microsoft Word ou uma planilha do Microsoft Excel.



Capítulo 8: Ferramenta Eco Audit

A ferramenta  **Eco Audit** estima a energia usada e o CO₂ produzido durante as quatro principais fases da vida de um produto (*material, fabricação, utilização e fim da vida útil*) e o *transporte*, além de identificar qual delas tem a contribuição dominante. Este é o ponto de partida para o design de produto com consciência ecológica, pois identifica quais parâmetros precisam ser direcionados para reduzir a pegada ecológica do produto.

Os próximos exercícios consistem em um estudo de caso de uma marca de água mineral engarrafada. Ela é comercializada em garrafas PET de um litro com tampa de polipropileno. Uma garrafa pesa 40 gramas, a tampa pesa um grama. As garrafas e tampas são moldadas, enchidas e transportadas por 550 km, dos Alpes franceses para a Inglaterra, em um caminhão de 7,5 a 16 toneladas, refrigeradas por dois dias e depois vendidas. A vida útil total da garrafa é de um ano.

Um exemplo de arquivo do produto para esse estudo de caso é instalado com o *Granta EduPack* na pasta *Samples*, com o nome do arquivo *Nível 2 - Garrafa de PET.prd*. Os arquivos .prd do Eco Audit só podem ser abertos e salvos na aba Eco Audit, e são salvos separadamente dos arquivos de projeto de seleção (.ces).

Nota: A ferramenta  **Enhanced Eco Audit** contém avisos sobre substâncias restritas e opções para incluir uma análise de custos ou um processo secundário na auditoria. Para obter mais informações sobre esses recursos avançados, consulte a  **Ajuda** ou os recursos de instrução no Education Hub da Granta.

8.1. Exercício 20: Defina e audite um produto

Para ver uma explicação dos cálculos usados em cada fase, clique no ícone de Ajuda  no cabeçalho.

1. Insira os detalhes de material, fabricação e fim da vida útil
Lista de materiais (BoM) e método de processamento primário.

Qty	Component name	Material	Recycled content	Mass (kg)	Primary process	End of life
100	Bottle	PET	Virgin (0%)	0.04	Polymer molding	Recycle
100	Cap	PP	Virgin (0%)	0.001	Polymer molding	Landfill
100	Dead weight			1		None

2. Insira os detalhes de transporte

Transporte do local de fabricação ao ponto de venda.

Name	Transport type	Distance (km)
Filling plant to retailer	Truck 7.5-16t, EURO 5	550

3. Insira **Vida útil do produto** e **País de utilização**

Expectativa de vida útil do produto e região geográfica onde será usado.

Product life: 1 years

Country of use: United Kingdom

4. Insira os detalhes do consumo de energia durante o uso do produto

A energia é utilizada para refrigerar o produto no ponto de venda (energia média necessária para refrigerar 100 garrafas a 4 °C = 0,12 kW). Insira isso no **Modo estático**.

(Este produto não faz parte de um veículo, portanto não há entrada de **Modo móvel**.)

Product uses the following energy:

Energy in put and output:

Power rating:

Usage: days per year

Usage: hours per day

Electric to thermal

Electric to mechanical (electric motors)

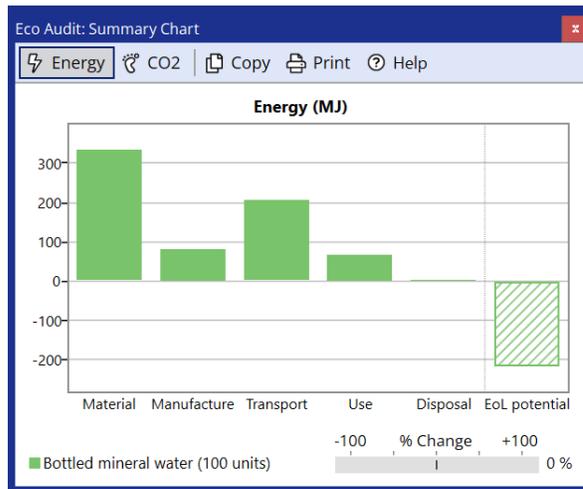
Electric to chemical (lead acid battery)

...

5. Exiba o Gráfico de resumo e o Relatório detalhado

Clique em **Gráfico de resumo**. O gráfico permite a identificação rápida da fase de vida dominante. Alterne entre os gráficos de uso de energia ou de pegada de CO₂.

Para este produto, *Material* é a fase de vida dominante. Cada fase de vida pode ser clicada para mostrar as orientações sobre estratégias para reduzir seu impacto.

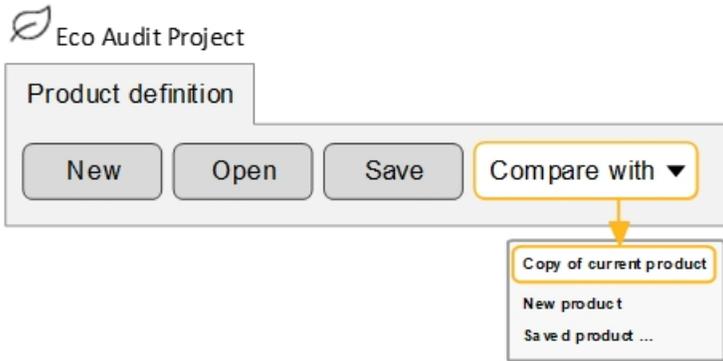


Clique em **Relatório detalhado** para visualizar um detalhamento, componente por componente, de cada fase de vida. O Relatório pode ser salvo como documento PDF ou Word.

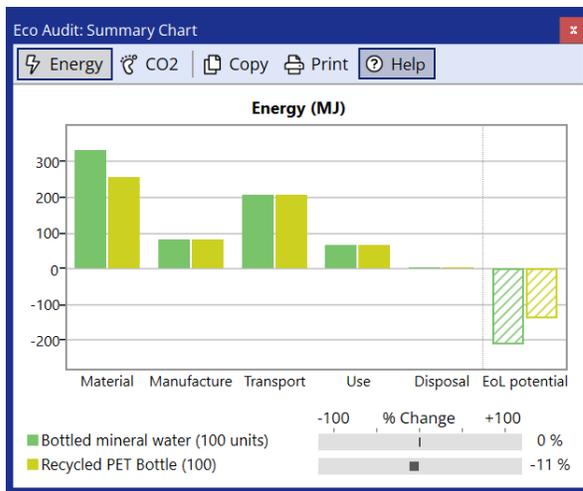
8.2. Exercício 21: Compare produtos com o Eco Audit

Este exercício pressupõe que você tenha concluído o [Exercício 20: Defina e audite um produto](#) na página 33.

1. Crie uma cópia do seu produto para comparação
 - a) Clique em **Comparar com** na aba Definição do produto e selecione **Cópia do produto atual**.



2. Altere o **Nome do produto** para Garrafa PET (reciclada)
3. Altere o valor do **Conteúdo reciclado** da PET para 35%
 - a) Clique na caixa para digitar manualmente um valor.
4. Gere o **Gráfico de resumo**.



A energia do primeiro ciclo de vida (não incluindo o potencial de FdV) é reduzida em 11%.

Nota: O Gráfico de resumo pode ser copiado em um documento ou impresso usando as opções **Copiar** e **Imprimir** na parte superior da janela do gráfico.

8.3. Exercício 22: Como salvar e exportar

As definições e os relatórios de produtos do Eco Audit não fazem parte de um projeto de seleção e precisam ser salvos separadamente.

1. **Salvar** sua definição de produto



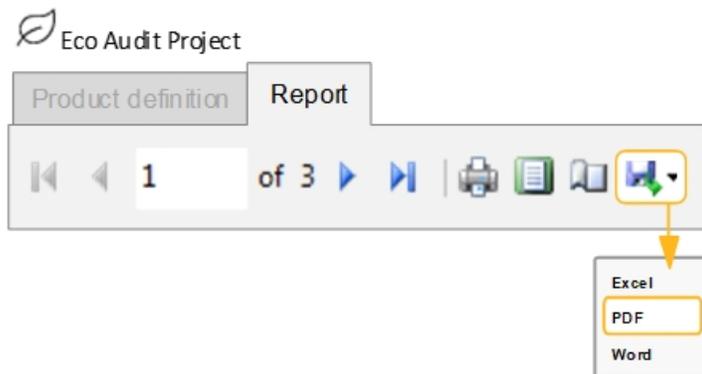
2. Gere um relatório do Eco Audit

a) Clique na aba **Relatório** (ou clique em **Relatório detalhado** na aba Definição do produto).

3. **Exportar** o relatório como um PDF

a) Clique no ícone de disco na parte superior da aba **Relatório** e selecione **PDF**.

Você precisará de um leitor de PDF, como o Adobe Reader, para visualizar o relatório exportado.



Capítulo 9: Ferramenta Synthesizer

Nota: A ferramenta **Synthesizer** está habilitada somente nos bancos de dados avançados de Nível 3 (por exemplo, *Level 3 Eco Design*). O ícone da barra de ferramentas ficará desativado se você abrir qualquer um dos bancos de dados disponíveis no *Granta EduPack Introductory*, incluindo o *Level 3*.

A ferramenta **Synthesizer** foi projetada para uso na fase inicial de desenvolvimento do produto. Ela inclui três tipos de modelo: *Modelos híbridos*, para estimar o desempenho de novos materiais e estruturas, *Calculadora do custo da peça*, para calcular o custo de um componente com base nos materiais e processos utilizados e *Designer de bateria*, para comparar os módulos de bateria em fase inicial e projetos de pacotes.

Os registros sintetizados produzidos usando a ferramenta **Synthesizer** podem então ser comparados aos registros existentes no banco de dados *Universo dos Materiais* usando as fases de seleção.

9.1. Exercício 23: Modele materiais híbridos com o modelo de Painéis sanduíche

Os materiais e estruturas híbridos combinam os benefícios de dois ou mais materiais para produzir novos materiais, apresentando combinações únicas de propriedades. Por exemplo, tanto os materiais compostos quanto os painéis sanduíche são comumente usados para criar estruturas robustas e leves.

- Você precisará usar um banco de dados avançado de Nível 3 para este exercício.
 - Altere o banco de dados para **Level 3 Polymer**.
- Faça uma plotagem do *Young's modulus (E)* contra a *Density (ρ)* usando o *Material Universe: All bulk materials* Como em [Exercício 6: Criar um gráfico de bolhas](#) na página 14.
- Use o modelo de *Painéis do tipo sanduíche* para criar registros sintetizados para uma família de materiais híbridos
 - Clique em **Synthesizer** na barra de ferramentas (ou clique em **Ferramentas > Synthesizer** na barra de menus).
 - Selecione o modelo de **Painéis do tipo sanduíche –**



Equilibrado.

- Defina os valores de **Registros de origem**

Face frontal	<i>Aluminum, 6061, T6 (wrought)</i>
Núcleo	<i>Polymethacrylimide foam (rigid, 0.200)</i>

Clique em **Procurar** e localize os registros na árvore de navegação.

- Mantenha os valores padrão para as **Variáveis do modelo** e os **Parâmetros do modelo**, e defina os seguintes valores de **Nome do registro**:

Face frontal	A1
---------------------	----

Núcleo

Rohacell

6. Criar os registros sintetizados

- a) Clique em **Criar** e, em seguida, **Terminar**. Os novos registros sintetizados são mostrados na lista de Resultados e no Estágio de gráfico.

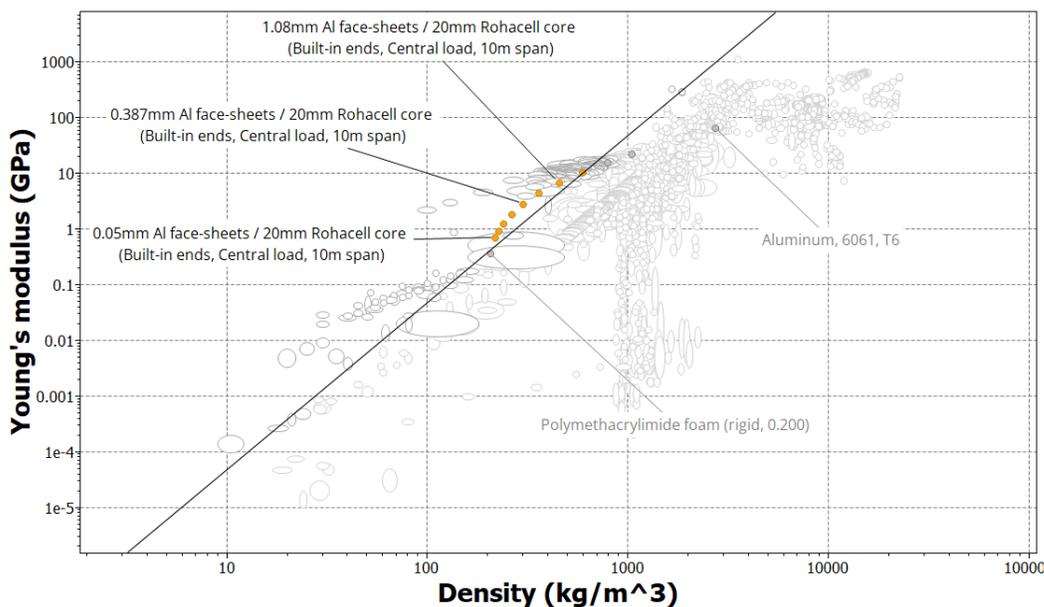
Nota: Clique no ícone de Ajuda azul ou pressione F1 na caixa de diálogo da ferramenta Synthesizer para ver mais informações sobre o tipo de modelo atual, incluindo os detalhes dos cálculos usados.

7. Faça uma plotagem da **Linha de Índice** correspondente a um painel leve e rígido em flexão: $E^{1/3}/\rho$

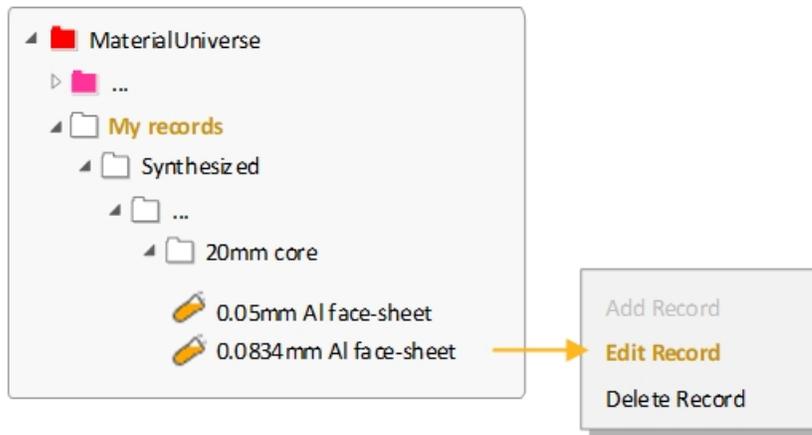
- a) Clique em **Linhas de índice e exibição** , insira um valor de inclinação de 3 e selecione **maximizar o índice**. Clique na área do gráfico para colocar a linha de índice e, em seguida, clique e arraste para alterar sua posição.

8. Adicione rótulos aos registros de origem e alguns dos registros sintetizados

- a) Você pode clicar em registros individuais no gráfico e usar a opção arrastar para colocar um rótulo.
- b) Você também pode adicionar rótulos da lista de **Resultados**: selecione um ou mais registros na lista, clique com o botão direito do mouse e selecione **Etiqueta** no menu de atalho e arraste os rótulos para o local desejado no gráfico.
- c) Clique em  **Destacar registros sintetizados** para ajudá-lo a identificar os registros sintetizados no gráfico.
- d) Use os controles de zoom  e  para ampliar a área de interesse no gráfico.

**9.** Acesse seus registros sintetizados no painel **Procurar**

Os registros sintetizados são exibidos na árvore de navegação em **Meus registros** e podem ser editados ou excluídos de maneira semelhante aos **Registros definidos pelo usuário**.



10. Exclua a Estágio de gráfico

9.2. Exercício 24: Calculadora do custo da peça

A *Calculadora do custo da peça* é um modelo do **Synthesizer** que calcula o custo total de um componente com base nos custos de material e processamento.

Nota: Você precisará usar um banco de dados avançado de Nível 3 para este exercício.

1. Use a *Calculadora do custo da peça* para comparar o custo de um componente quando fabricado, como um polímero moldado por injeção ou um metal laminado e prensado
 - a) Clique em **Synthesizer** na barra de ferramentas. Na caixa de diálogo, selecione **Custo - Calculadora do custo da peça**.

2. Insira os **Detalhes do componente** para o primeiro componente

Material	<i>PP (copolymer, 20% talc)</i>
Valor do material de sucata	10%
Grandeza da peça	6,4
Comprimento da peça	10
Tamanho do lote	1000 - 1E6
Numero de valores	10

Para este exercício, as unidades de massa e comprimento da peça não importam.

3. Insira os valores do **Processo principal de conformação**

Processo principal	<i>Injection molding (thermoplastics)</i>
Disponibilidade	Formulário personalizado
Complexidade da peça	Padrão

Use os valores padrão para **Fator de carga**, **Custos indiretos** e **Tempo de liquidação do capital**.

4. Defina os valores de **Nome do registro**

Material	PP
-----------------	----

Processo principal moldado

5. Criar os novos registros

a) Clique em **Criar**. Mantenha a caixa de diálogo **Calculadora do custo da peça** aberta.

6. Insira os **Detalhes do componente** para o segundo componente

a) Na caixa de diálogo **Calculadora do custo da peça**, clique em **Anterior** e altere os **Detalhes do componente:**

Material	<i>YS170 hot rolled</i> (um aço de alta resistência e qualidade de trefilação)
Grandeza da peça	10

Use os valores existentes para **Valor do material de sucata**, **Comprimento da peça**, **Tamanho do lote** e **Numero de valores** (são retidos da primeira entrada da cadeia de processamento do material).

7. Insira os valores do **Processo principal de conformação**

Processo principal	<i>Hot shape rolling</i>
---------------------------	--------------------------

Use os valores existentes para as propriedades restantes.

8. Insira os detalhes para o **Processo de conformação secundário**

a) Selecione **Incluir processo secundário** e insira o seguinte valor:

Processo secundário	<i>Press forming</i>
----------------------------	----------------------

Use os valores padrão para **Complexidade da peça**, **Quantidade de sucata** e **Sucata reciclada?**.

9. Insira os valores de **Nome do registro:**

Material	Aço
Processo principal	laminado
Processo secundário	prensado

10. Clique em **Criar** e, em seguida, em **Terminar** para criar os registros e fechar a *Calculadora do custo da peça*

Os registros sintetizados criados usando a *Calculadora do custo da peça* são anexados à árvore de navegação *Universo dos Materiais* em **Meus registros > Sintetizados > Estimador de custo de peça**.

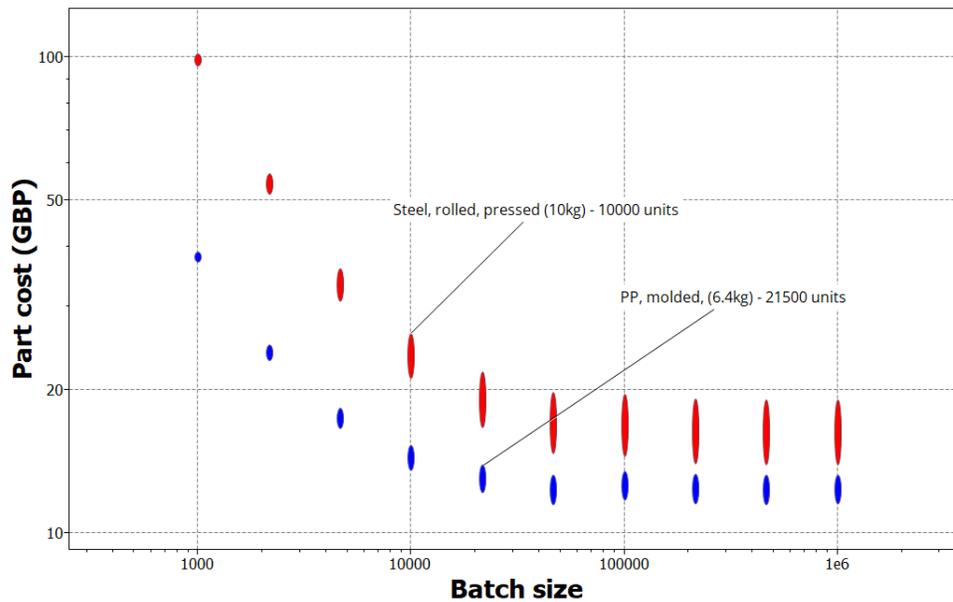
11. Crie um gráfico de bolhas para comparar as duas cadeias de processamento de materiais

a) Selecione **MaterialUniverse: All bulk materials**, clique em **Gráfico/Índice** e defina os seguintes valores dos eixos x e y:

Categoria	Part Cost Estimator
Atributo do eixo X	Batch size
Atributo do eixo Y	Part cost

12. Altere a **Cor do registro** para facilitar a comparação das duas cadeias de processamento

a) Acesse **Meus registros > Sintetizados > Estimador de custo de peça**. Clique com o botão direito do mouse na subpasta *PP, molded*, clique em **Cor do registro** e, em seguida, em uma cor para alterar a cor do registro para todos os registros nessa pasta.



13. Exclua o Estágio de gráfico

9.3. Exercício 25: Designer de bateria

O *Designer de bateria* é um modelo do Synthesizer que estima o desempenho do módulo de bateria e os designs de pacote com base nos materiais, tipo de célula da bateria e sistema de gerenciamento térmico usados.

Nota: Você precisará usar um banco de dados avançado de Nível 3 para este exercício.

1. Crie um gráfico de bolhas para comparar as células de bateria individuais.
 - a) No painel **Gráfico/Selecionar**, **Selecione de: Battery Cells: All Cells**.
 - b) Clique em **Gráfico/Índice** e defina os seguintes valores dos eixos x e y:

Categoria

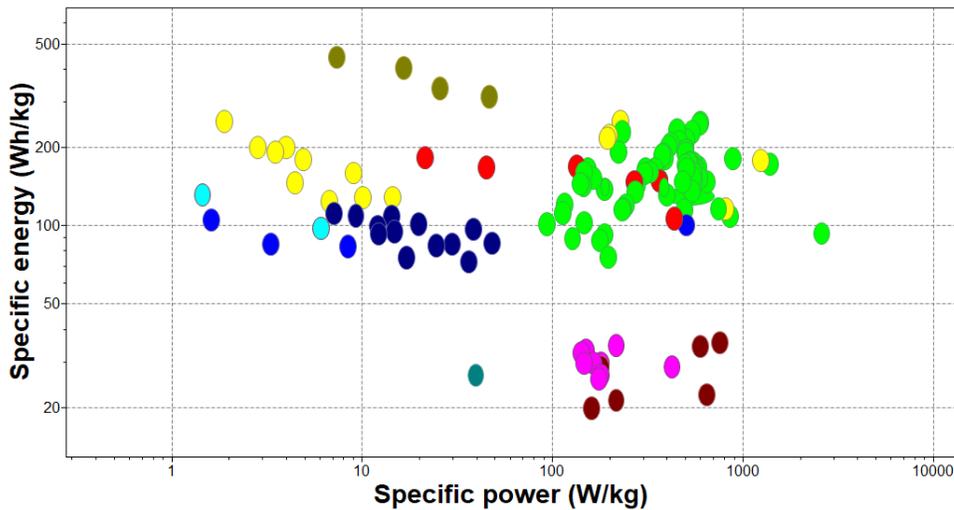
General

Atributo do eixo X

Specific power

Atributo do eixo Y

Specific energy



Os gráficos de *Energia específica* contra *Potência específica* também são conhecidos como gráficos de Ragone. Por padrão, isso exibirá todas as células da tabela *Battery Cells*, bem como quaisquer registros de Módulo e Pacote sintetizados no Projeto de seleção.

2. Use o *Designer de bateria* para estimar o desempenho de um exemplo de configuração de módulo de várias células

a) Clique em  **Synthesizer** na barra de ferramentas. Na caixa de diálogo, selecione **Designer de bateria - Célula para o módulo (por número de células)**.

3. Em **Módulo**, insira o nome e o tipo de célula da bateria

Nome Módulo de teste 1
Célula de bateria Lithium-ion (NCA) Cylindrical 3500 mAh

4. Defina o **Número de células** e a meta da **Corrente de descarga**

Número de células em série 10
Número de células em paralelo 2
Corrente de descarga 7 A

5. Selecione uma **Configuração** personalizada

a) Marque a caixa de seleção **Configuração personalizada**.
 b) Verifique se a caixa de seleção **Ou o módulo predefinido** não está marcada.

6. Defina os materiais e dimensões da **Embalagem**:

Material de caixa PC (high viscosity, molding and extrusion)
Espessura da parede 3 mm
Material de isolamento PC foam (rigid, closed cell, 0.65)
Espessura do isolamento 3 mm
Espaçamento da célula 1 mm

7. Selecione um **Sistema de gestão térmico (TMS)**

Tipo de sistema de refrigeração Refrigeração passiva a ar

8. Clique em **Criar** e, em seguida, em **Terminar** para criar o registro sintetizado e fechar o Battery Designer

Os registros sintetizados criados usando o Battery Designer são anexados à tabela Células de bateria: em **Meus registros > Sintetizados > Módulos**.

9. Volte para o gráfico de bolhas

O novo registro do Módulo agora é exibido no gráfico de Ragone.

10. Agora crie alguns registros do Módulo com base no desempenho desejado e compare-os ao módulo existente

a) Clique em  **Synthesizer** e, na caixa de diálogo, selecione **Designer de bateria - Célula para o módulo (por desempenho)**.

11. Insira os **Detalhes do módulo**:

Nome	Módulo de teste 2
Célula de bateria	<i>Lithium-ion (NCA) Cylindrical 3500 mAh</i>

12. Defina a meta de **Desempenho**:

Deve durar pelo menos	60 a 240 minutos
Número de valores com corrente e tensão	10 7 A 36 V

13. Selecione a **Configuração personalizada**

14. Defina os materiais e dimensões da **Embalagem**:

Material de caixa	<i>PC (high viscosity, molding and extrusion)</i>
Espessura da parede	3 mm
Material de isolamento	<i>PC foam (rigid, closed cell, 0.65)</i>
Espessura do isolamento	3 mm
Espaçamento da célula	1 mm

15. Defina o **Sistema de gestão térmico (TMS)**

Tipo de sistema de refrigeração	Refrigeração passiva a ar
--	----------------------------------

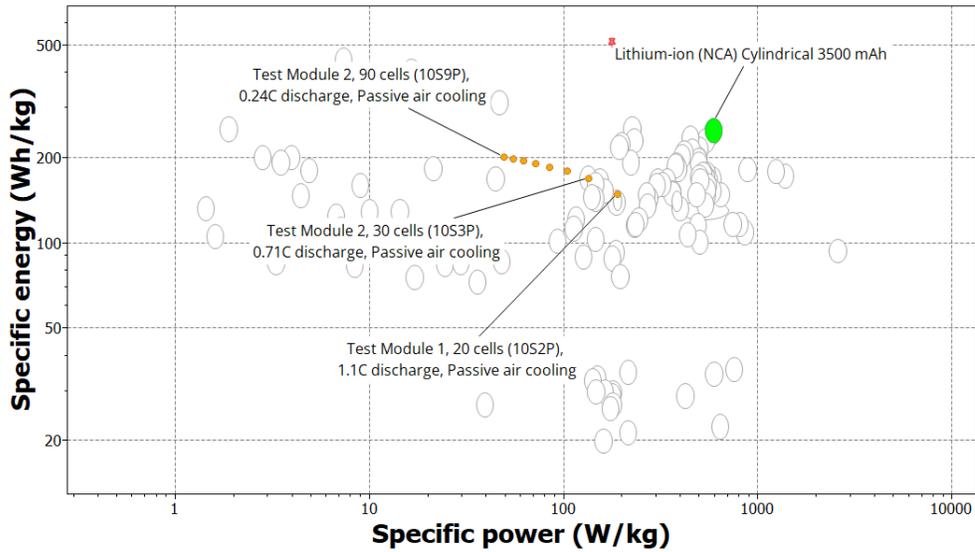
16. Crie registros do Módulo

a) Clique em **Criar** e, em seguida, **Terminar**.

17. Compare os registros do Módulo usando o gráfico de bolhas

Todos os Módulos sintetizados agora podem ser comparados entre si e com células individuais.

Você também pode abrir as folhas de dados do Módulo para visualizar outras propriedades calculadas associadas a esse módulo, por exemplo, temperatura operacional prevista e tempo de descarga.



Para reproduzir este gráfico:

- Defina o *Lithium-ion (NCA) Cylindrical 3500 mAh* como o registro de referência.
- Selecione  **Destacar registros sintetizados** e  **Destacar registro de referência** na barra de ferramentas do Gráfico.