

Sistema de Planejamento de Longo Prazo de Alternativas Energéticas
EXERCÍCIOS UTILIZANDO LEAP

Março 2012



Estes exercícios são para a versão Windows do LEAP.

Faça o *download* da última versão do LEAP em www.energycommunity.org antes de iniciar estes exercícios.



STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE – U.S. CENTER
11 CURTIS AVENUE
SOMERVILLE
MA 02144-1224
ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

TEL: +1 (617) 627-3786
FAX: +1 (617) 449-9603
WEB: [HTTP://WWW.ENERGYCOMMUNITY.ORG](http://www.energycommunity.org) E [WWW.SEI-US.ORG](http://www.sei-us.org)
EMAIL: [LEAP@SEI-US.ORG](mailto:LEAP@sei-us.org)

“CAPACITY BUILDING IN ENERGY PLANNING AND MANAGEMENT” IN MOZAMBIQUE
SERVICE CONTRACT Nº 2010/256-068
IN THE CONTEXT OF THE EUROPEAN UNION EXTERNAL ACTIONS
FINANCED FROM 9TH EDF

GILBERTO MAHUMANE
PETER MULDER
DAVID NADAUD

CONTEÚDO

INTRODUÇÃO	4
FAMILIARIZANDO-SE COM O LEAP	5
EXERCÍCIO 1: INTRODUÇÃO AO LEAP	9
1.1 O MODELO FREEDONIA	9
1.2 PARÂMETROS BÁSICOS	9
1.3 CONSUMO FINAL	10
1.4 TRANSFORMAÇÃO	18
1.5 CARGAS AMBIENTAIS	25
1.6 UM SEGUNDO CENÁRIO: GESTÃO DA DEMANDA	27
EXERCÍCIO 2: DEMANDA	29
2.1. INDÚSTRIA	29
2.2 TRANSPORTE	31
2.3 SETOR COMERCIAL: ANÁLISE DE ENERGIA ÚTIL	33
2.4 DEMANDA FINAL TOTAL	35
EXERCÍCIO 3: TRANSFORMAÇÃO	36
3.1 PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL	36
3.2 GERAÇÃO DE ELETRICIDADE	36
3.3 REFINO DE PETRÓLEO	36
3.4 MINERAÇÃO DE CARVÃO	37
EXERCÍCIO 4: ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO	40
4.1 CRIANDO CENÁRIOS	41
4.2 INSERINDO DADOS DE CUSTO	41
4.3 VISUALIZANDO RESULTADOS DE CUSTO-BENEFÍCIO	45
EXERCÍCIO 5: UM ESTUDO DE TRANSPORTE	47
5.1 PARÂMETROS BÁSICOS E ESTRUTURA	47
5.2 DADOS DO ANO BASE	49
5.3 FATORES DE EMISSÃO DO ANO BASE	50
5.4 CENÁRIO <i>BUSINESS AS USUAL</i>	53
5.5 CENÁRIOS ALTERNATIVOS	55
EXERCÍCIO 6: MOZAMBIQUE_EDM	60
EXERCÍCIO 7: MOZAMBIQUE_COMBUSTIVEIS	62
EXERCÍCIO 8: MOZAMBIQUE_RENOVAVEIS	66

EXERCÍCIOS UTILIZANDO LEAP

Introdução

Estes exercícios são uma introdução ao LEAP, o Sistema de Planejamento de Longo Prazo de Alternativas Energéticas. Através destes exercícios você entenderá como este sistema pode ser usado para análises integradas de energia e meio ambiente. São exercícios normalmente usados em treinamentos de LEAP. Assuma-se que o novo usuário já tenha algum conhecimento sobre o setor de energia e que também esteja familiarizado com o ambiente Windows e programas de planilhas como Microsoft Excel.

Os exercícios são separados em módulos. Caso você tenha apenas poucas horas e queira ter noções gerais sobre o funcionamento do LEAP, faça apenas o Exercício 1.

- **Exercício 1** apresentará elementos básicos sobre análise de oferta e demanda de energia, projeção de requerimentos de energia e cálculo de cargas ambientais. Você deverá terminar o Exercício 1 antes de iniciar o Exercício 2.
- **Exercícios 2 e 3** permitirão você elaborar uma análise básica de energia (e emissões), criar cenários e avaliar o impacto de algumas alternativas tecnológicas e de políticas públicas tais como cogeração, padrões de eficiência energética e troca de combustível em usinas térmicas de carvão mineral para gás natural. Estes exercícios tratam da demanda, oferta, cargas ambientais e análise de cenários e podem ser executados individualmente ou em grupos. Podem requerer de 2 a 4 dias para serem executados completamente.

Todos os exercícios utilizam um modelo preparado para um país fictício chamado “Freedonia”. Estes exercícios apresentam dados que são similares aos que são encontrados no mundo real. Como no mundo real, em alguns casos você terá que converter os dados para um formato adequado antes de inseri-los no LEAP. São apresentadas algumas dicas de como fazer isso de forma a se estruturar um modelo consistente. Os exercícios 1-3 trazem as “respostas corretas” e você terá como confirmar os seus resultados. Note que a estrutura de dados pode variar, mas os requerimentos de energia devem coincidir com as “respostas corretas”. É possível importar os resultados de um exercício caso deseje pulá-lo. Por exemplo, um usuário interessado apenas em análise de oferta (Exercício 3) pode importar uma base de dados que corresponde aos resultados do Exercício 2 (análise de demanda).

- **Exercício 4** permite explorar cenários alternativos para os quais não há respostas conhecidas. Neste exercício, os grupos de trabalho devem definir responsabilidades para cada membro (e.g., fornecedor de energia, organização não governamental ambientalista, agência governamental para o desenvolvimento rural) e usar o LEAP para elaborar, apresentar e defender os cenários de políticas energéticas que reflitam interesses e perspectivas diversos.
- **Exercício 5** apresenta as ferramentas de análise de transporte presentes no LEAP para que você possa construir cenários que examinem várias alternativas de redução de

consumo de combustível e emissões de poluentes de carros e outros veículos. Você pode fazer o Exercício 5 sem ter terminado os exercícios anteriores.

Para fazer estes exercícios, você necessitará de um computador compatível com Pentium (mínimo 400 MHz é recomendável) com pelo menos 64 MB de memória RAM e Microsoft Windows 98 com o LEAP instalado. Você também necessitará de caneta, lápis, papel e uma calculadora, podendo ser a calculadora do próprio Windows.

Familiarizando-se com o LEAP

Caso o LEAP já esteja instalado, inicie o **LEAP** através do menu do Windows **Iniciar/Programas/LEAP**. Caso não o tenha instalado, instale-o de um CD-ROM ou baixe o programa de instalação da Internet (www.energycommunity.org).

Nota: Para completar estes exercícios você terá que utilizar uma versão registrada do LEAP. A versão de avaliação do LEAP não permite que dados sejam salvados, portanto não poderá ser utilizada para estes exercícios.

A janela principal do LEAP consiste de 8 “visualizações” principais. Cada uma delas permite que você examine diferentes aspectos do software. A **Barra de Visualizações** à esquerda da tela apresenta um ícone para cada visualização. Clique nos ícones da Barra de Visualizações ou utilize o **Menu Visualização** para alterar de uma visualização à outra.

*Dica: Caso esteja trabalhando com um monitor de baixa resolução, você pode ocultar a Barra de Visualizações para ter mais espaço de tela para trabalhar. Utilize o menu **Visualização: Barra de Visualizações** para fazer isso. Enquanto a Barra de Visualizações estiver oculta, utilize o menu **Visualização** para alterar de uma visualização à outra.*

- A visualização **Análise** é a que permite a inserção e a visualização de dados e também a construção de modelos e cenários.
- A visualização **Diagrama** apresenta a estrutura do seu modelo num Diagrama simplificado.
- A visualização **Resultados** é a que permite a análise dos resultados através de gráficos e tabelas para os vários cenários elaborados.

Para informação sobre as outras visualizações, clique em **Ajuda** (somente disponível em inglês no momento).

Módulo Análise



A visualização **Análise** (veja figura abaixo) contém várias subdivisões. A barra de ferramentas superior dá acesso a comandos como salvar dados, criar novas áreas e acessar base de dados de combustíveis, cargas ambientais, unidades e referências. Abaixo desta barra de ferramentas, à esquerda, está a árvore em que você visualiza e edita a estrutura de dados e, à direita, há dois painéis. O painel superior contém uma tabela em que você visualiza e edita os dados e também estabelece as relações entre os cenários. Acima desta tabela de dados há uma barra de ferramentas que permite você escolher a variável e o cenário a ser

editado. O painel inferior apresenta gráficos e tabelas que ilustram os dados inseridos no painel superior.

O menu e a barra de ferramenta principais dão acesso a diversas opções.

Árvore: a estrutura da base de dados

Tabela de Dados: edite e insira dados

Branch Name	2000 Value	Expression	Escala	Unidade	Por
Household	8.00	Growth(3%)	Million	Household	
Urban	30.00	Household(30%)	Percent	Share	of Households
Rural	70.00	Remainder(100)	Percent	Share	of Households

Barra de Visualizações: selecione a visualização desejada

Barra de Status: indica a "Área" e a "Visualização" em uso.

Gráficos e Tabelas: revise facilmente os dados inseridos


As partes principais da visualização **Análise** são descritas em maior detalhe abaixo:





- **Árvore:** A árvore é onde você organiza a estrutura do seu modelo, tanto para análise de demanda quando para análise de oferta (Transformação). A árvore no LEAP funciona praticamente como uma árvore no Windows. Você pode renomear ramos (subpastas) clicando neles uma vez e depois digitando o novo nome. Também é possível expandir ou colapsar a estrutura da árvore clicando nos símbolos +/- . Utilize o botão direito do mouse para expandir ou colapsar todos os ramos ou para definir a visualização até um nível específico.


Para editar uma árvore, clique o botão direito do mouse e selecione a opção desejada: **Adicionar** (+), **Apagar** (-) e **Propriedades** (ícone). Todas estas opções também estão disponíveis no menu logo acima da **Árvore**. Você pode mover ramos selecionados clicando neles e, sem soltar o botão, movê-los até a posição desejada. Você também pode copiar partes da árvore mantendo a tecla **Ctrl** apertada e depois clicando e


movendo os ramos que se deseja copiar. É possível também copiar e colar os ramos usando os comandos usuais do Windows: **Ctrl-C** e **Ctrl-V**.


A árvore contém tipos diferentes de ramos. Cada tipo depende do seu contexto (por exemplo, se faz parte do módulo consumo final ou do módulo transformação, ou se é uma de suas variáveis independentes em “Premissas Básicas”). Ícones diferentes indicam tipos distintos de ramos. Os principais tipos de ramos são:

 Ramos **Categoria** são usados principalmente para estabelecer a estrutura hierárquica da árvore. Na análise de demanda, estes ramos só contêm dados de nível de atividade e custos. Na análise de oferta (transformação), estes ramos são usados para indicar os principais módulos de conversão de energia (e.g., geração elétrica, refino de petróleo e extração de recursos) e seus sub-níveis Processos e Combustíveis Produzidos.

Ramos **Tecnologia** contêm dados sobre as tecnologias que consomem, produzem e convertem energia. Na análise de oferta, os ramos de tecnologias apresentam este logo  e indicam um processo particular dentro de um módulo de conversão de energia (e.g., uma usina termelétrica em particular dentro do módulo de geração de eletricidade). Na análise de demanda, os ramos de tecnologia são associados a combustíveis específicos e normalmente têm uma intensidade energética associada a eles. Ramos de tecnologias de consumo final podem apresentar três ícones dependendo da metodologia de análise escolhida. Estas metodologias são: análise por atividade () , análise por estoques () e análise de transporte () . Esta última metodologia é descrita em detalhe no Exercício 5.

 Ramos **Premissas Básicas** são os que contêm as variáveis independentes criadas por você, tais como indicadores macroeconômicos ou demográficos. Também podem ser usados para armazenar dados ou expressões que são usados repetidamente no seu modelo.

 Ramos **Combustível** são encontrados na árvore abaixo do ramo Recursos Primários ou Secundários. Estes ramos também aparecem abaixo de cada módulo de Transformação representando cada **Combustível Produzido** e também cada **Combustível Consumido** e cada **Combustível Auxiliar** consumidos no módulo.

 Ramos **Carga Ambiental** representam os vários poluentes emitidos por cada tecnologia definida nos módulos demanda e transformação. Estes ramos são sempre os últimos ramos na estrutura da árvore. Na análise de demanda, estes ramos aparecem abaixo das tecnologias. Na análise de oferta (transformação), estes ramos aparecem abaixo dos combustíveis consumidos e combustíveis auxiliares. Estes ramos também podem ser criados para análise de emissões de fontes não-energéticas ou para análise de outros impactos ambientais além das emissões atmosféricas.

- **Tabela de Dados:** Na visualização Análise há dois painéis à direita da árvore. O painel superior é uma tabela em que você pode ver e editar os dados associados a cada variável em cada ramo da árvore. Conforme você seleciona um ramo diferente na árvore, a tabela de dados apresenta os dados do ramo selecionado e dos ramos imediatamente inferiores a este. Cada linha da tabela representa dados de um ramo da árvore. Por exemplo, clique no ramo “Consumo Final” na árvore e verá que na tabela de dados aparecerá os setores do seu modelo (e.g., Residencial, Comercial, Industrial, Transporte). Depois clique em “Residencial”, por exemplo, e verá que na tabela de dados aparecerá um resumo com dados dos subsetores residenciais (e.g., Urbano e Rural).

No topo da tabela de dados há uma aba para cada variável associada ao ramo selecionado. As abas que aparecem dependem de como você estruturou sua base de dados e em que parte da árvore você está trabalhando. Por exemplo, ao editar setores da demanda, você normalmente verá abas para “Nível de Atividade” e “Custo da Demanda”; e em ramos inferiores da árvore você também verá as abas “Intensidade Energética Final” e “Carga Ambiental”.

- **Gráficos/Tabelas/Notas:** O painel inferior apresenta resumidamente os dados inseridos no painel superior através de gráficos e tabelas. Há uma barra de ferramentas à direita para customização dos gráficos. Os gráficos podem ter vários formatos (barra, pizza, etc.) e podem ser impressos ou copiados para uma área de transferência (*clipboard*) para que depois sejam inseridos em relatórios. A barra de ferramentas também permite a exportação de dados para o Excel e para o PowerPoint.
- **Caixa de Seleção de Cenário:** Acima da tabela de dados há uma caixa em que se pode selecionar o Ano Base ou qualquer dos cenários existentes. Em Ano Base são inseridos os dados do ano base do seu estudo. Todos os cenários no LEAP iniciam no mesmo ano base. A caixa de seleção de cenários também indica a relação de “herança” entre o Ano Base e os diversos cenários. No LEAP, cenários podem *herdar* expressões de outros cenários. Por sua vez, todos os cenários herdam dados do Ano Base. Em outras palavras, se os dados para uma variável específica não forem alterados em um cenário, este cenário irá utilizar os dados de um cenário anterior (ou do Ano Base).

Para criar um novo cenário, clique em **Gerenciar Cenários** (📄). Quando você cria um novo cenário, você pode especificar de qual outro cenário este irá *herdar dados*. Caso nenhuma expressão seja alterada no novo cenário, este será exatamente igual ao cenário do qual herdou dados. Expressões na tabela de dados são apresentadas em cor preta quando foram herdadas de outros cenários e em cor azul quando foram inseridas no cenário em que se está trabalhando.

Exercício 1: Introdução ao LEAP

1.1 O modelo Freedonia

Para ilustrar como o LEAP pode ser usado numa variedade de contextos, criamos o modelo Freedonia que reflete as características tanto de um país desenvolvido quanto de um país em desenvolvimento. Por exemplo, a população urbana no Freedonia é totalmente eletrificada e vive com padrão de vida equivalente ao dos habitantes de países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), enquanto a população rural tem acesso limitado a serviços de energia modernos e depende fortemente da lenha e do carvão vegetal para suprir suas necessidades energéticas básicas. Para simplificar os exercícios e reduzir o tempo de inserção repetitiva de dados, nós não incluímos uma série de setores econômicos e usos finais de energia. Por exemplo, o exercício 1 considera apenas uma parte do setor residencial: consumo de energia de eletrodomésticos da população urbana do Freedonia e consumo de eletricidade e consumo de energéticos para cocção na população rural do Freedonia. Da mesma forma, no exercício 2, não há setor agrícola e o único uso energético de estabelecimentos comerciais é para aquecimento ambiente.

1.2 Parâmetros Básicos

Antes de iniciar os exercícios, defina os parâmetros básicos do seu estudo. Isto inclui a unidade padrão de energia, a unidade monetária padrão (inclusive seu ano base) e outros parâmetros básicos que serão adotadas no estudo.

LEAP já traz uma área completa intitulada Freedonia. Para este exercício, criaremos uma nova área chamada “Nova Freedonia”. Crie esta nova área “Nova Freedonia” (clique no menu **Área** e depois na opção **Nova**). Revise os Parâmetros Básicos em **Geral: Parâmetros Básicos** (🔍) e defina o ano base e o ano final para sua nova área. Defina a ano base como 2000 e o ano final como 2030. Defina também apenas um ano padrão para as séries de tempo como 2030 (isso irá economizar tempo quando for interpolar dados). Na aba Escopo, você pode inicialmente deixar todas as opções não selecionadas já que começaremos apenas conduzindo análise de demanda. Para todas as outras opções podemos manter os valores padrões.

1.3 Consumo Final

Este exercício de análise preliminar de demanda considera apenas o uso de energia no setor residencial em Freedonia. Você começará criando o “Ano Base” em que serão inseridos os dados de consumo de energia do ano mais recente de que se têm dados (2000). Depois você criará um cenário “Referência” que indicará as alterações nos padrões de consumo de energia nos anos seguintes na ausência de qualquer nova política. Finalmente, desenvolveremos um cenário “Eficiência” que examinará os impactos no consumo de energia devido a novas medidas adotadas para incentivar a eficiência energética.

1.3.1 Estruturas de Dados

O primeiro passo para a análise de demanda é definir a estrutura de dados. A estrutura dependerá dos tipos de tecnologias, políticas e alternativas de desenvolvimento que você pretende analisar. A estrutura dependerá das informações disponíveis (dados e premissas) e das relações entre elas que você assume. Por exemplo, você pode definir se incluirá ramos para todos os usos finais ou somente para as principais categorias de consumo de energia do setor residencial; se a intensidade energética no setor residencial será definida como um consumo per capita ou consumo por residência; ou se a demanda energética será determinada pela renda ou pelos preços. (Neste exercício nós não iremos incluir estes fatores).

Antes de usar o software, é importante planejar como deseja inserir os dados no programa. Leia a descrição abaixo dos dados que serão considerados (itens 1.3.2 a 1.3.3) para analisar as estruturas que poderiam ser criadas. *Note que há mais de uma estrutura possível para os dados apresentados abaixo.*

É uma boa idéia rascunhar a estrutura antes de criá-la no LEAP. Use o quadro abaixo para o seu rascunho. Se você estiver participando de um curso, discuta e revise o seu rascunho com o instrutor se necessário.

Primeiro esboço da árvore

Segundo esboço da árvore

Depois de ler as próximas sessões e finalizar o rascunho da árvore, você estará pronto para criar a árvore no LEAP que reflita a estrutura da demanda energética residencial em Freedomia.

***Dica:** Assegure-se antes de proceder que você selecionou a visualização Análise na Barra de Visualizações e que também selecionou Ano Base na caixa de seleção de cenários. Note que você só pode alterar a estrutura da árvore (e também selecionar fatores de escala, combustíveis e unidades) quando estiver editando dados de Ano Base.*

Crie uma estrutura de dados usando os comandos **Adicionar**, **Apagar** e **Propriedades** disponíveis ao clicar com o botão direito do mouse sobre a árvore ou através do menu **Árvore**. Neste exercício, você criará vários sub-setores, usos finais e tecnologias abaixo do ramo “Residencial”. No momento, você pode ignorar outros setores da demanda como Industrial, Transporte, etc. Lembre-se que os ramos de nível mais alto serão categorias (📁), e os ramos de nível mais baixo em que você selecionará um combustível e inserir intensidades energéticas serão tecnologias (🔧).

1.3.2 Ano Base

No ano 2000, os 40 milhões de habitantes em Freedomia vivem em 8 milhões de residências e 30% das residências estão em áreas urbanas. Os dados principais são apresentados abaixo.

Residências Urbanas

- Todos os habitantes urbanos em Freedomia estão conectados à rede elétrica e utilizam eletricidade para iluminação e outros serviços.
- 95% têm refrigeradores que consomem 500 kWh por ano em média.
- Uma residência urbana consome em média 400 kWh por ano para iluminação.
- Outros dispositivos como televisores, vídeos e ventiladores consomem 800 kWh por ano por residência urbana.
- 30% dos habitantes urbanos de Freedomia utilizam fogões elétricos para cocção e o restante utiliza fogões a gás natural. Todas as residências só têm um tipo de fogão.
- A intensidade energética dos fogões elétricos é 400 kWh por ano por residência e dos fogões a gás natural é de 60 metros cúbicos por ano por residência.

***Dica 1:** em geral você pode inserir os dados acima como dados numéricos na coluna *Expressão* na tabela de dados no “Ano Base”. Nas colunas *Escala* e *Unidade*, selecione as unidades para o *Nível de Atividade* e *Intensidade Energética* para cada ramo (fator de escala pode ser deixado em branco). Se você especificar “Participação” (“Share”) como a unidade para tipo de fogão (gás natural ou elétrico), então você precisa indicar o percentual para fogão elétrico, por exemplo, e depois inserir “Remainder(100)”¹ para fogão a gás natural, de forma que a soma das participações resulte sempre em 100%. LEAP usará esta expressão para calcular as residências que usam gás natural para cocção.*

¹ Este comando calcula a diferença para que a soma das participações dos ramos adjacentes seja 100%.

Dica 2: Ao selecionar unidades para nível de atividade, é importante selecionar cuidadosamente entre saturações (“saturations”) e participações (“shares”). Participações devem ser usadas somente quando os níveis de atividade de todos os ramos adjacentes devem somar 100%, como no caso dos fogões acima. Os cálculos no LEAP requerem que participações sempre somem 100% entre os ramos imediatamente vizinhos. Desta forma, para evitar mensagens de erro de cálculo, assegure-se que seja usado saturação para os itens que podem não somar 100% como, por exemplo, refrigeradores.

Residências Rurais

- Uma pesquisa recente envolvendo todas as residências urbanas (eletrificadas ou não eletrificadas) indica que os seguintes dispositivos são usados para cocção:


<u>Cocção em áreas rurais em Freedonia</u>		
	<u>% residências Rurais</u>	<u>Intensidade Energética por Residência</u>
Carvão Vegetal	30%	166 kg
GLP	15%	59 kg
Lenha	55%	525 kg

Dica: Caso você decida criar dois ramos, um para residências rurais eletrificadas e outro para residências rurais não eletrificadas, você poderá inserir os dados acima apenas uma única vez e depois copiar e colar o grupo de sub-ramos de um ramo a outro. Para fazer isso, deixe pressionada a tecla **Ctrl** e depois clique em cima dos ramos e carregue-os para a posição que queira inseri-los. Você também pode usar os comandos: **Ctrl-C** e **Ctrl-V**.


- Somente 25% das residências rurais estão conectadas à rede elétrica.
- 20% das residências rurais eletrificadas têm refrigeradores, que consomem 500 kWh por ano em média.
- Todas as residências rurais eletrificadas usam eletricidade para iluminação, o que consome em média 335 kWh por residência. 20% das residências também utilizam lâmpadas de querosene para iluminação, utilizando cerca de 10 litros por ano.

Dica: Use saturação como unidade em Nível de Atividade já que algumas residências têm mais do que um tipo de tecnologia para iluminação.

- Outros equipamentos elétricos (TV, rádio, ventiladores, etc.), consomem 111 kWh por residência por ano.
- Residências não eletrificadas dependem exclusivamente de lâmpadas de querosene para iluminação, consumindo em média 69 litros por residência por ano.

***Dica:** É recomendado que você salve o trabalho executado até o momento antes de prosseguir. Para salvar, clique no ícone  ou selecione no menu Área: Salvar. É um ótimo hábito salvar os seus dados regularmente.*


1.3.3 Cenário Referência

Você agora está pronto para criar o seu primeiro cenário, o Cenário Referência, para analisar como o demanda de energia do setor residencial evolui ao longo do tempo. Clique no ícone **Gerenciar Cenários** () e, na janela que se abre, adicione um primeiro cenário. Nomeie este cenário “Referência” e defina a abreviação como “REF”. Adicione notas explicativas sobre o cenário, e.g., “desenvolvimento *business-as-usual*; PIB e projeções populacionais oficiais; nenhuma nova política pública considerada.”

Saia do Gerenciador de Cenários e selecione “Referência” na Caixa de Seleção de Cenários na parte superior da tela. Insira agora as premissas com respeito ao futuro, conforme descritas abaixo.


***Dica:** Se você desejar adicionar ramos ou editar dados do ano base, você precisará retornar ao “Ano Base”.*

Primeiramente insira os dados básicos demográficos esperados para Freedonia. Espera-se que o número de residências de 8 milhões no ano 2000 aumente numa taxa de 3% ao ano.

***Dica:** Para inserir uma taxa de crescimento, utilize o comando **Ctrl-G** ou clique no ícone  que aparece no campo em que pretende inserir uma expressão e selecione “**Growth Rate**”² (você deve estar em algum cenário para ver esta opção). Você também pode escrever “Growth(3%)” diretamente no campo desejado, definindo assim uma taxa de crescimento de 3% ao ano.*

Residências Urbanas

- Até 2030, 45% das residências em Freedonia estarão localizadas em áreas urbanas.

***Dica:** É comum querermos inserir os dados para apenas poucos anos (por exemplo, apenas para os anos 2000 e 2030) e depois fazermos com que o LEAP interpole os dados e calcule todos os dados para cada ano intermediário. Você pode inserir de diversas formas os dados que serão interpolados. A forma mais simples é clicar no ícone  e selecionar “End Year Value”³. Depois só insira o valor 45 para o ano 2030. Ao clicar **OK**, o LEAP irá criar a função “Interp” no campo de expressões. Você também pode escrever “Interp(2030, 45)” diretamente.*

- A preferência por fogões elétricos resultou em um aumento de sua participação no mercado para 55% em 2030.
- A intensidade energética de fogões elétricos e de fogões a gás natural deverá reduzir em meio por cento ao ano devido à introdução de tecnologias mais eficientes.

² Taxa de crescimento

³ Valor no Ano Final (ultimo ano do seu modelo)

- Com o aumento de renda, a população compra equipamentos cada vez maiores, conseqüentemente aumentando a intensidade energética média dos refrigeradores para 600 kWh por residência em 2030.
- Da mesma forma, a intensidade energética para iluminação aumenta para 500 kWh por residência em 2030.
- O uso de outros equipamentos que consomem eletricidade aumenta rapidamente numa taxa de 2.5% ao ano.

Dica: Para especificar uma redução, simplesmente insira uma taxa de crescimento negativa.

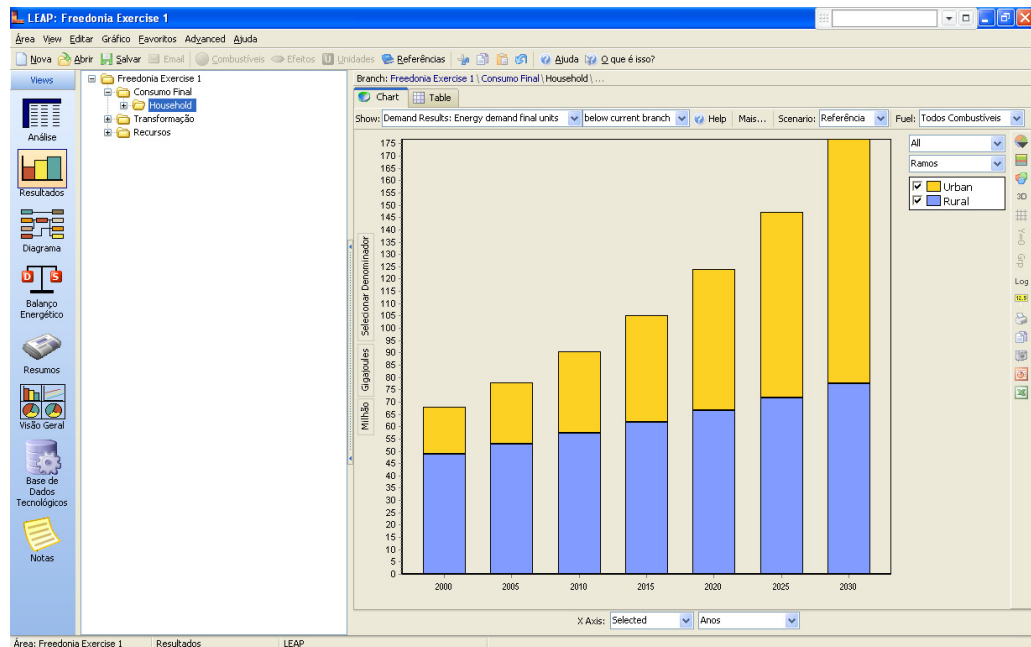
Residências Rurais

- Um programa de eletrificação rural deverá aumentar o percentual de residências rurais conectadas à rede elétrica para 28% em 2010 e 50% em 2030.
- Com o aumento de renda, a intensidade energética para iluminação deverá aumentar em 1% ao ano.
- O uso de refrigeradores em residências rurais conectadas à rede elétrica deverá aumentar para 40% em 2010 e para 66% em 2030.
- Como conseqüências de programas de desenvolvimento rural, as participações de vários equipamentos para cocção variam de forma que em 2030, fogões GLP são utilizados por 55% das residências e fogões a carvão vegetal por 25% das residências. As demais residências utilizam fogões à lenha.

Dica: Salve os seus dados antes de prosseguir clicando no ícone Salvar (💾).

1.3.4 Visualizando Resultados

Clique na visualização **Resultados** para ver os resultados do cenário “Referência” em tabelas e gráficos.



Para configurar os seus resultados:

- No gráfico, utilize as caixas de seleção para selecionar os tipos de dados que você deseja ver na legenda e nos eixos. Normalmente você selecionará a opção “Anos” para o eixo X e “Combustíveis” ou “Ramos” no eixo Y (veja imagem acima).
- Na barra de ferramentas acima do gráfico, selecione Resultado: “Consumo Final: Demanda Energética Final” e depois selecione na Árvore o ramo que você quer visualizar no gráfico. Clique no ramo “Consumo Final” para visualizar no gráfico a demanda energética total de Freedomia.
- Utiliza a caixa de seleção “Unidades” ao longo do eixo vertical do gráfico para alterar a unidade no gráfico. Você pode customizar ainda mais o gráfico utilizando a barra de ferramentas à direita do gráfico. Utilize a barra de ferramentas para selecionar opções como tipo de gráfico (área, barra, linear, pizza, etc.) ou definir se o gráfico de barras deve ser ou não empilhado.
- Depois de criado o gráfico, clique na aba **Tabela** para ver os resultados em formato de tabela. Você pode salvar a configuração do gráfico para utilizá-la novamente no futuro salvando-o como “Favorito” (clique no menu Favoritos). Esta ferramenta funciona de forma muito parecida às opções Favorito/Bookmark de browsers de Internet como o Internet Explorer.

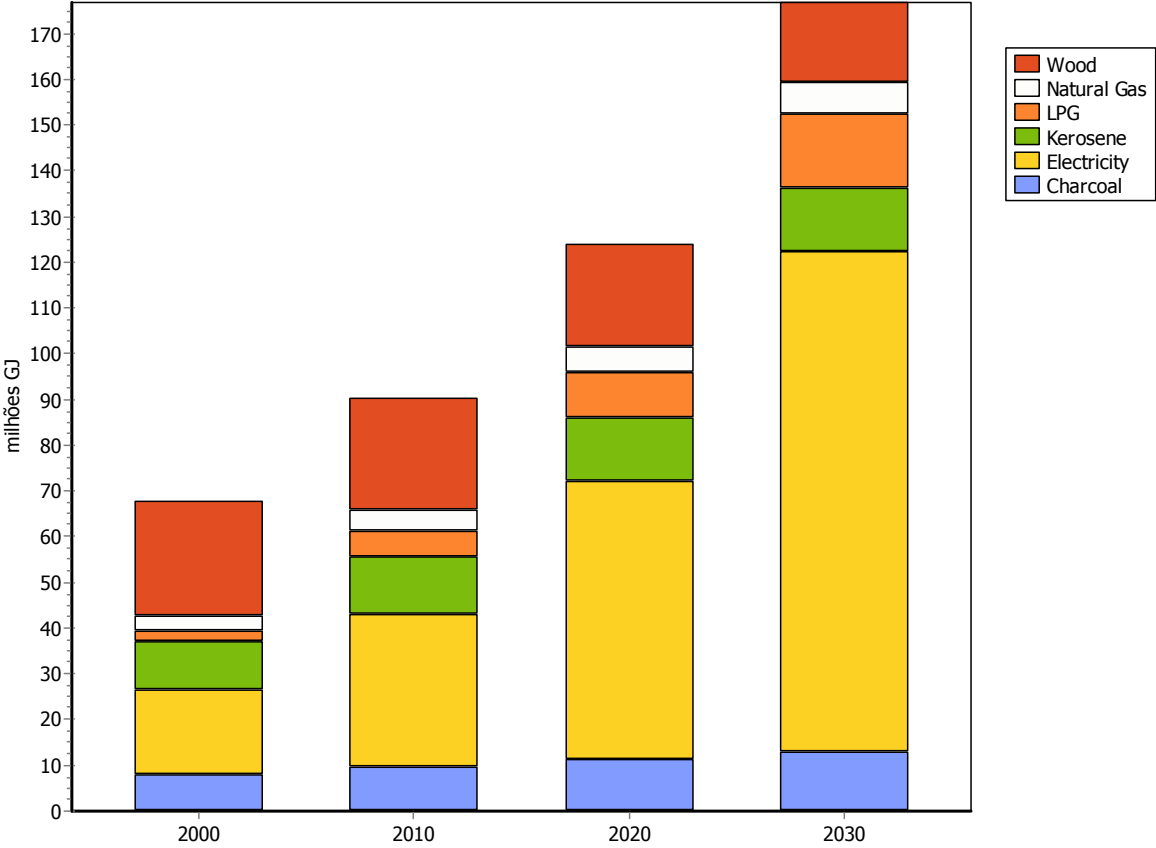
Agora compare as suas projeções de demanda com a tabela e o gráfico apresentados ao lado. Comece verificando os resultados nos ramos superiores (i.e. comece em “Consumo Final” e siga para níveis mais detalhados para verificar se há problemas utilizando a tabela ao lado como referência). Ajuste os seus dados antes de continuar com os exercícios. (Ignore diferenças menores de 1%).

Dica: sempre elimine problemas no Ano Base antes de corrigir problemas nos anos futuros.

Demanda Energética por Ramo (milhões GJ)

Ramos	2000	2030
Urbano (100% eletrificado)	19.0	99.3
Refrigeração	4.1	17.9
Cocção	4.5	12.9
Eletricidade	1.0	6.0
Gás Natural	3.4	6.9
Iluminação	3.5	15.7
Outros Usos	6.9	52.8
Rural	48.8	77.6
Eletrificado	11.7	40.9
Refrigeração	0.5	6.3
Cocção	8.9	23.3
Carvão Vegetal	2.0	6.4
Lenha	6.3	8.7
GLP	0.6	8.2
Iluminação	1.8	9.2
Eletricidade	1.7	8.7
Querosene	0.1	0.5
Outros Usos	0.6	2.1
Não eletrificado	37.1	36.7
Cocção	26.6	23.3
Carvão Vegetal	6.0	6.4
Lenha	18.8	8.7
GLP	1.8	8.2
Iluminação	10.5	13.4
Total Residencial	67.8	176.9

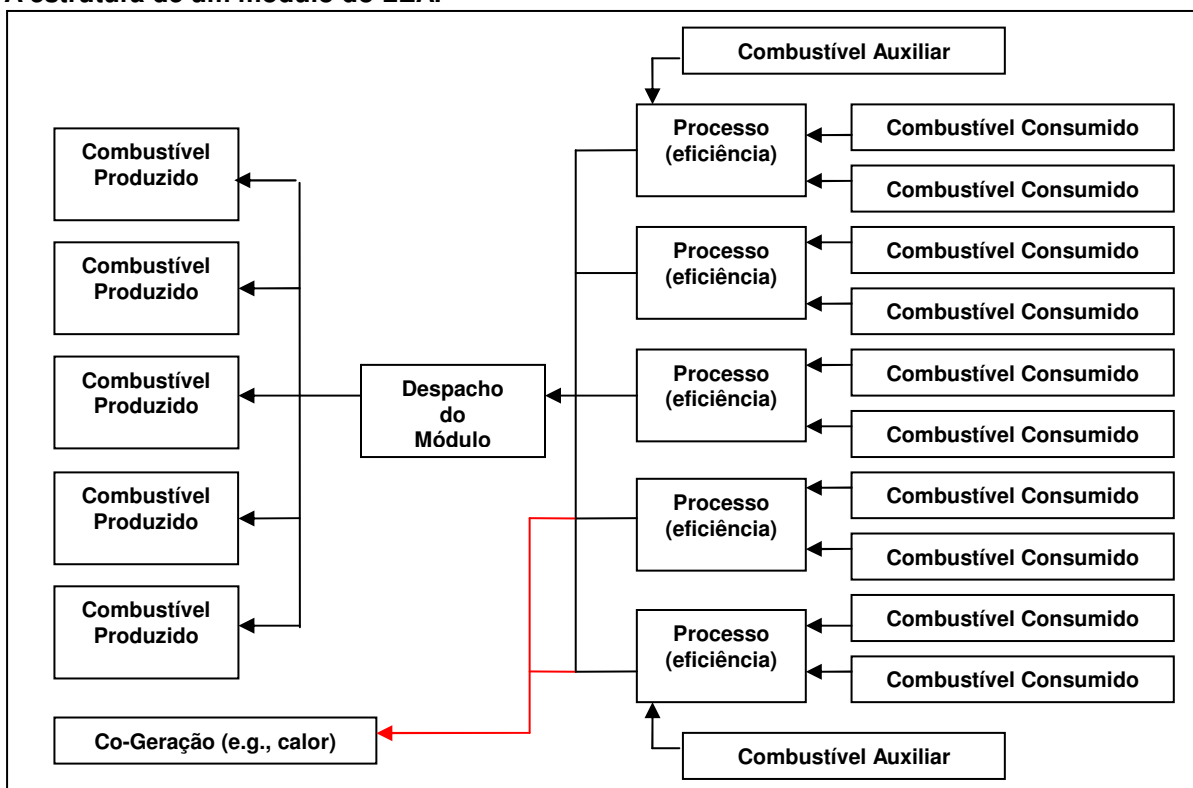
Demanda Energética por Combustível (milhões GJ)




1.4 Transformação

O setor de Transformação utiliza ramos especiais chamados *módulos* para modelar a oferta de energia e setores de conversão como a geração elétrica, refino de petróleo e produção de carvão vegetal. Cada módulo contém um ou mais *processos*, os quais representam tecnologias individuais tais como tipos de plantas de geração elétrica ou refinaria de petróleo, e estes produzem um ou mais *combustíveis produzidos* (energéticos produzidos pelo módulo). A estrutura básica de um módulo é mostrada abaixo:

A estrutura de um módulo do LEAP

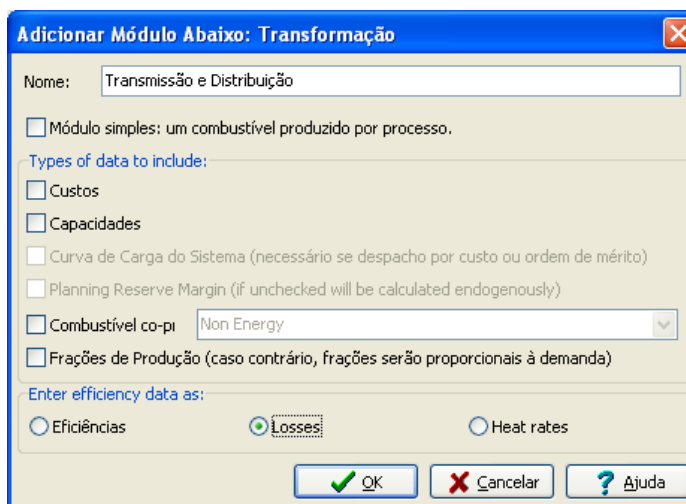


Neste exercício você irá desenvolver um modelo simplificado dos setores de geração e transmissão de eletricidade de Freedonia. Este modelo será a base de um modelo mais detalhado e realístico que você criará no Exercício 3.

Vá até **Geral: Parâmetros Básicos** () e selecione a caixa para Transformação & Recursos, já que agora iremos inserir dados de Transformação.

1.4.1 Transmissão e Distribuição

Iniciaremos adicionando um módulo simples para representar perdas na transmissão e distribuição (T&D) de eletricidade e perdas de gás natural nos gasodutos. Perdas na T&D de eletricidade representam 15% de toda eletricidade gerada em 2000. No Cenário Referência estas perdas devem ser reduzidas para 12% em 2030. Perdas de gás natural nos gasodutos somam 2% em 2000 e devem ser reduzidas a 1.5% em 2030 no Cenário Referência.



Para criar um módulo, clique com o botão direito do mouse no ramo Transformação e selecione a opção **Adicionar** (+). Na janela de propriedades do Módulo que se abrirá (figura acima⁴), insira o nome “Transmissão e Distribuição” e utilize as caixas para indicar o tipo de dados que você inserirá. Marque a opção “Módulo simples” e depois indique que eficiências serão inseridas como perdas.

Ao clicar “OK” o módulo será adicionado à Árvore. Expanda os ramos da árvore abaixo do módulo que você acabou de criar e verá os ramos **Combustíveis Produzidos** e **Processos**. Clique em **Processos** adicione um novo processo chamado “Eletricidade”. Selecione o combustível consumido (eletricidade) e depois insira o percentual de perdas de eletricidade na aba **Perdas**. Repita os mesmos passos para adicionar um processo para perdas de gás natural nos gasodutos.

***Dica:** Utilize as mesmas ferramentas utilizadas na demanda para inserir dados com variações no tempo. No Cenário Referência utilize a função Interp (Interpolação) para indicar como as perdas variam com o tempo.*

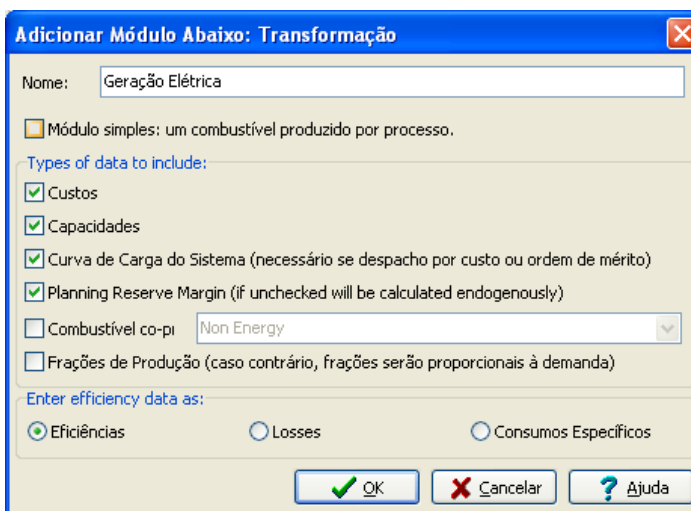
⁴ Note que na figura ainda há termos em inglês. Estamos trabalhando para arrumar isto antes do workshop. “Losses” é perdas em inglês.

1.4.2 Geração de Eletricidade

Agora simularemos a geração de eletricidade em Freedonia. O módulo “Geração Elétrica” já deveria como um ramo na Árvore. Caso contrário, você deverá criar o ramo.

Tenha certeza que o módulo Geração Elétrica aparece abaixo do módulo Transmissão e Distribuição. Você talvez tenha que utilizar os comandos “para cima” (↑) ou “para baixo” (↓) para reordenar os módulos. Você

deve estar no cenário Ano Base antes de fazer isso. A ordem dos módulos reflete o fluxo de energia dos recursos primários (base da Árvore) para o uso final (topo da Árvore). A geração de eletricidade deve ocorrer antes de transmissão e distribuição. Da mesma forma, o módulo de mineração de carvão mineral, que alimenta a geração elétrica, deverá ser adicionado abaixo desta.



Adicionar Módulo Abaixo: Transformação

Nome: Geração Elétrica

Módulo simples: um combustível produzido por processo.

Types of data to include:

Custos

Capacidades

Curva de Carga do Sistema (necessário se despacho por custo ou ordem de mérito)

Planning Reserve Margin (if unchecked will be calculated endogenously)

Combustível co-pi: Non Energy

Frações de Produção (caso contrário, frações serão proporcionais à demanda)

Enter efficiency data as:

Eficiências Losses Consumos Especificos

OK Cancelar Ajuda

Tenha certeza que você definiu corretamente as propriedades (ícone) para o módulo Geração Elétrica (imagem acima⁵). Como você estará especificando dados de **capacidade**, **custos**, **eficiências** e **curva de carga do sistema**, tenha certeza que estes itens estão selecionados.

Adicione três processos que representarão as diversas plantas de geração existentes na região. Informações básicas sobre estas plantas estão apresentadas na tabela abaixo:

Tipo de Planta	Capacidade		Ordem de Mérito	Disponibilidade Máxima (%)
	Exógena (MW)	Eficiência (%)		
Carvão Mineral	1000	30	1 (base)	70
Hidrelétrica	500	100	1 (base)	70
Diesel	800	25	2 (peak)	80

Neste exercício iremos simular as operações no ano base de uma forma especial já que temos dados que descrevem as operações conhecidas (históricas) das plantas de geração. Para os anos futuros, dos quais não temos dados, iremos simular o despacho de diferentes plantas de geração especificando regras de despacho e vários parâmetros que permitirão o LEAP simular o despacho por ordem de mérito.

Para que tenhamos permissão para executar tal simulação, teremos que definir algumas variáveis de processo no Ano Base. Primeiramente, defina o **Primeiro Ano de Simulação** como 2001 (o ano logo depois do Ano Base) para todos os processos. Depois, defina as

⁵ Note que nesta figura também há termos em inglês. “Planning Reserve Margin” é Margem de Reserva Planejada em inglês.

Regras de Despacho dos Processos como “em ordem de mérito ascendente” para todos os processos. As regras serão seguidas de 2001 em diante.

No ano base, a geração total foi de 5970 GWh, sendo que 29% proveniente de hidrelétricas; 15% de térmicas a Diesel e o restante de térmicas a Carvão Mineral.

O sistema elétrico opera com uma margem de reserva planejada de 35% e atualmente o sistema elétrico tem um fator de carga baixo que está refletido na Curva de Carga (veja dados ao lado).

Curva de Carga do Sistema em 2000

<u>Horas</u>	<u>% do Pico</u>
0	100
1000	98
2000	95
3000	70
4000	40
5000	25
6000	20
7000	15
8000	12
8760	10

1.4.2.1 Cenário Referência

- Nenhuma planta nova se encontra em construção em Freedomia.
- No cenário Referência, várias plantas existentes devem ser desativadas: 500 MW das plantas existentes de carvão mineral serão desativados em 2010 e os outros 500 MW serão desativados em 2020.

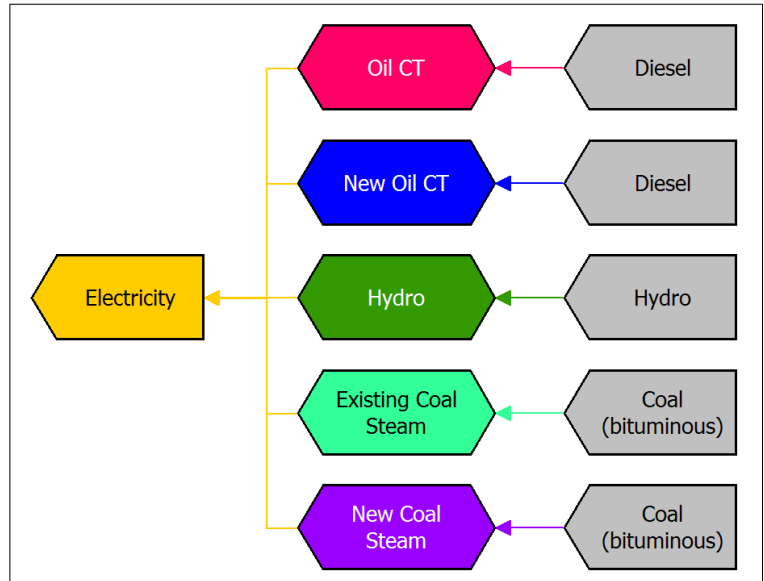
***Dica:** Para simular as adições de capacidade, selecione Processos: Capacidade Endógena e insira no campo “Tamanho da Adição” uma função degrau (crie uma função “Step”⁶ utilizando o Assistente para Séries de Tempo). Você pode então inserir os valores mencionados, resultando no caso para as plantas térmicas a carvão mineral a seguinte função: Step(2010, 500, 2020, 0).*

- No futuro, para atender à crescente demanda (e substituir as plantas desativadas), são esperadas novas plantas térmicas a carvão mineral que servirão de base para o sistema (construídas em unidades de 500 MW com eficiência térmica de 35%) e novas plantas térmicas a óleo combustível que servirão para atender o pico de demanda (construídas em unidades de 300 MW com eficiência térmica de 30%). Ambos tipos de plantas térmicas têm tempo de vida estimado em 30 anos y disponibilidade máxima de 80%.

***Dica:** Adicione novos tipos de plantas no Ano Base e depois insira informações sobre adições de capacidade endógena na aba **Capacidade Endógena** (somente em cenários). Lembre-se de definir a ordem de mérito de despacho para cada processo.*

⁶ “Step” é degrau em inglês

Utilize a visualização **Diagrama** para rever o fluxo de energia no sistema de oferta de energia que você criou.⁷ O seu diagrama deve apresentar os módulos que você criou. Clique duas vezes no módulo geração elétrica e verifique se o diagrama é similar ao diagrama ao lado. Caso não sejam, verifique se você especificou apropriadamente todos os combustíveis consumidos (específico para cada processo) e os combustíveis produzidos (específico para cada módulo).

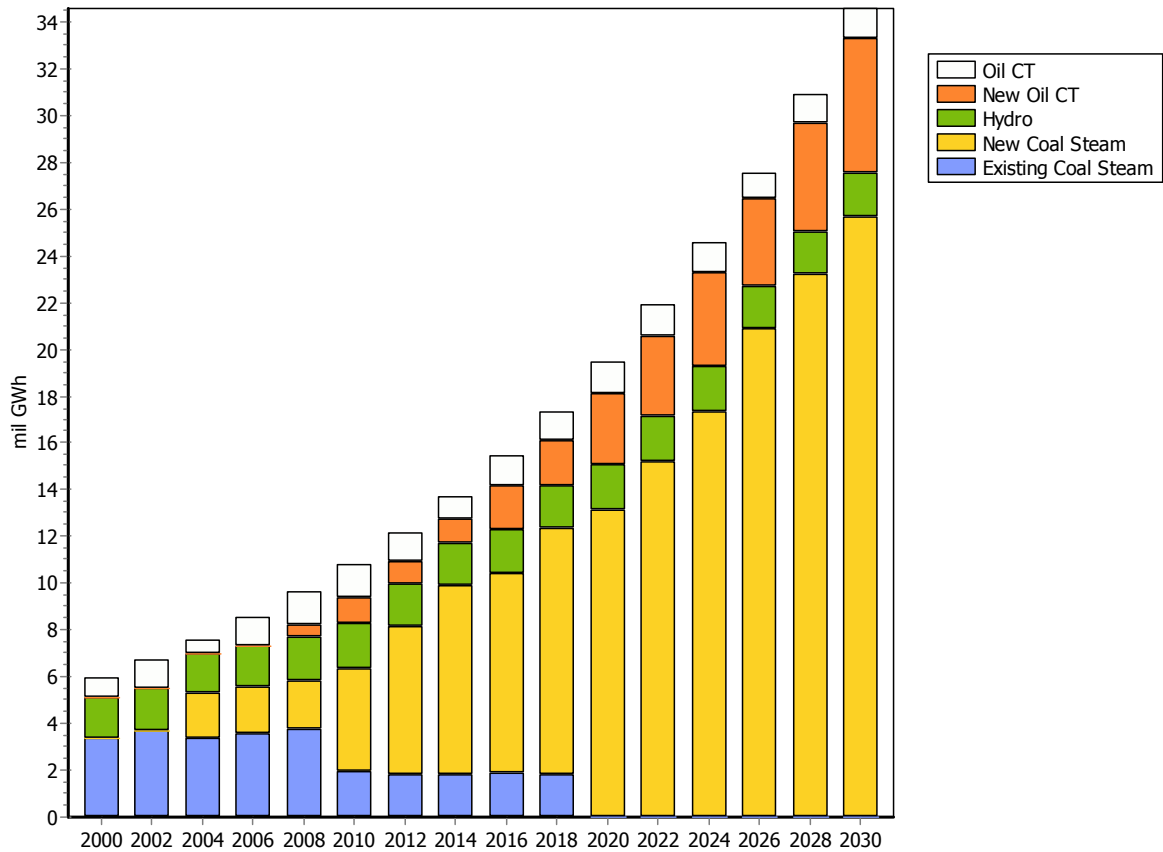


1.4.3 Visualizando Resultados

Clique na visualização **Resultados** para ver os resultados do cenário “Referência”. Selecione Transformação: Geração Elétrica e veja os resultados de capacidades, produção (outputs) e margem de reserva. Compare os seus resultados com as tabela e gráficos abaixo.

⁷ Se você definir os nomes dos combustíveis em português, verá este diagrama em português.

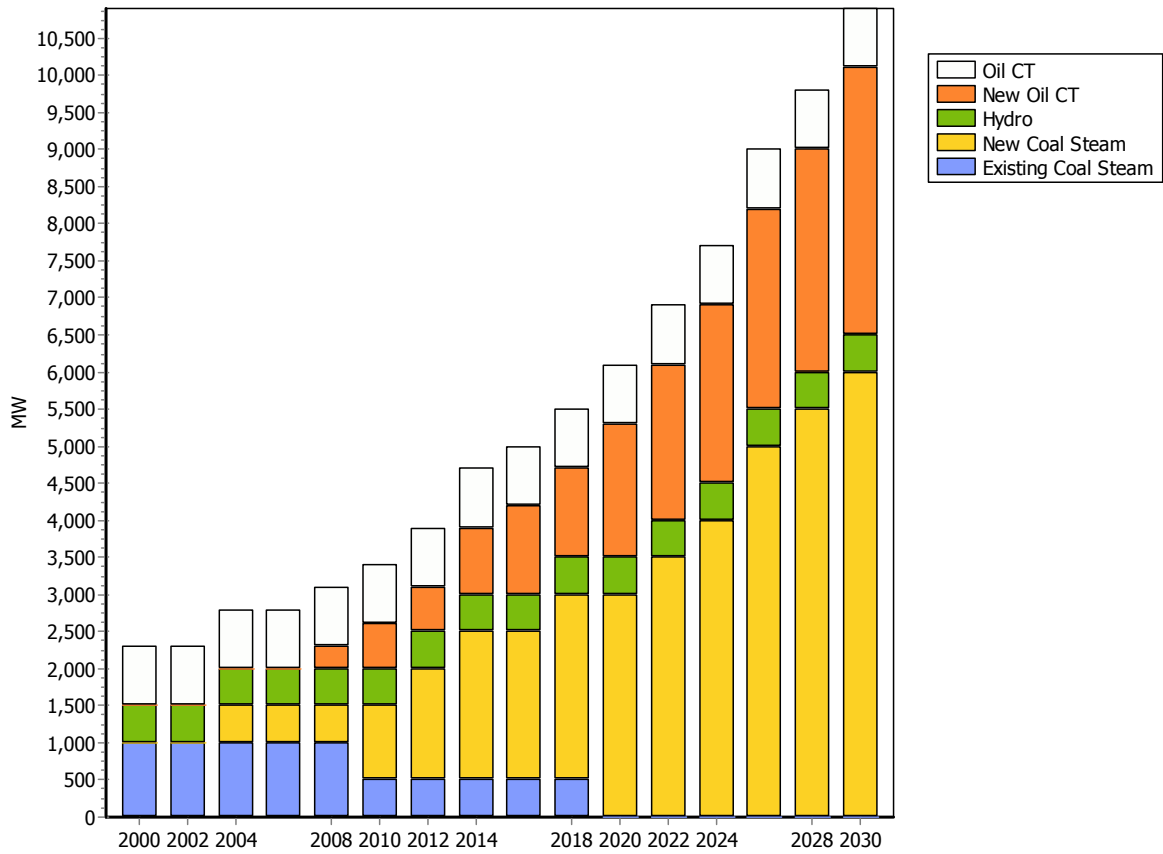
Geração Elétrica em Freedomia: Cenário Referência



Notas: ano base = 5.970 GWh, 2030 = 34.583 GWh

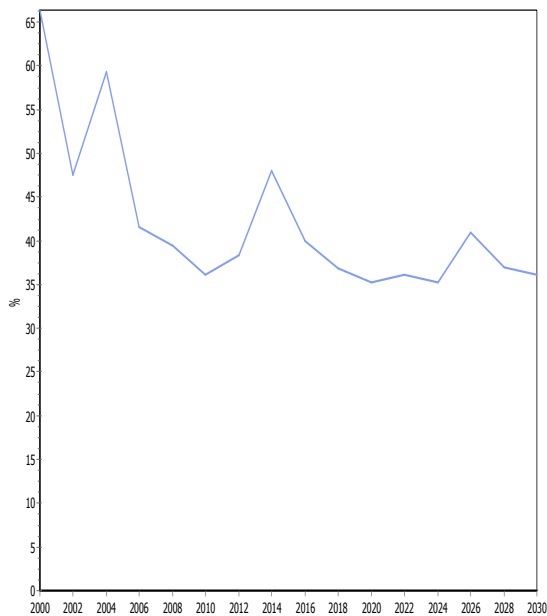
Dica: Para visualizar o gráfico acima, clique em no ramo “Geração Elétrica: Processos” e selecione **Resultados: Transformação: Combustíveis Produzidos**. Depois escolha **Anos Selecionados** no eixo X do gráfico e escolha “de 2 em 2 anos”. Na legenda do gráfico selecione **Todos Ramos**. Na barra de ferramentas à direita do gráfico, selecione “barras” e “empilhadas”. Finalmente, assegure-se que as unidades estão em GWh no eixo vertical. Para salvar estas configurações para uso futuro, clique no menu Favoritos e escolha “Salvar Gráfico como Favorito”.

Capacidade para Geração Elétrica (MW)

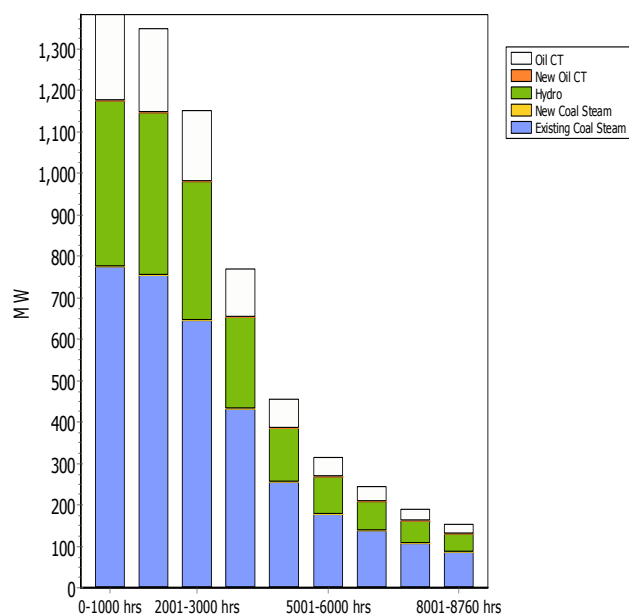


Notas: ano base = 2.300 MW, 2030 =11.400 MW



Margem de Reserva (%)



Potência Despachada em 2030 (MW)



1.5 Cargas Ambientais

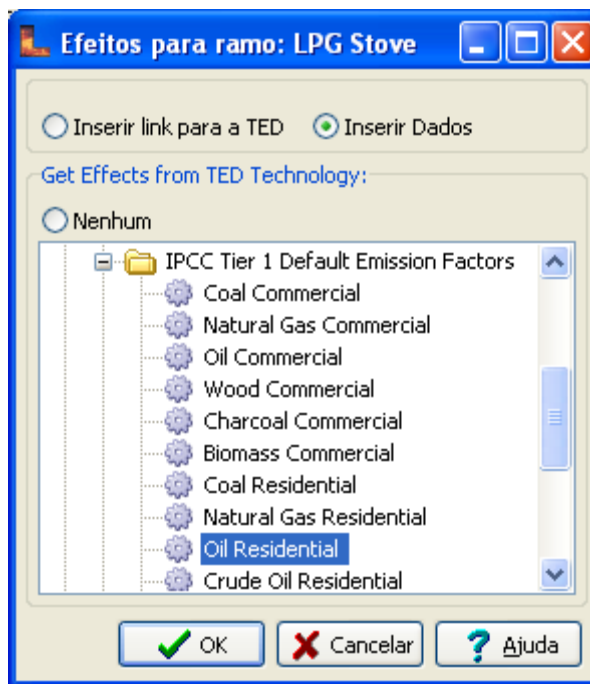
Você agora irá usar o LEAP para estimar emissões dos poluentes mais relevantes no Cenário Referência. Para isso, retorne para a visualização Análise, selecione o Ano Base e crie links entre os ramos de tecnologia (marcados com o ícone ) e as tecnologias similares na Base de Dados Tecnológicas (TED) integrada ao LEAP. Os links ao TED são criados selecionando a aba **Carga Ambiental** e depois clicando no ícone TED (). Uma janela similar a esta figura ao lado se abrirá.⁸

Para este exercício nós utilizaremos os fatores de emissão sugeridos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima.

Para criar os links, clique primeiro no ramo tecnologia e selecione a aba **Carga Ambiental**. Depois, para cada tecnologia na demanda ou na geração elétrica selecione a tecnologia IPCC Tier 1 mais apropriada que esteja na TED.

Assegure-se que os combustíveis consumidos pelas tecnologias na TED sejam os mesmos combustíveis consumidos pela tecnologia no seu modelo LEAP. Em alguns casos, as tecnologias IPCC tier 1 não apresentam dados para todos os combustíveis. Neste caso, você pode escolher uma outra opção que se demonstre a mais adequada (e.g. a categoria IPCC “Oil Residential” pode ser associada à categoria LEAP “LPG stoves”).

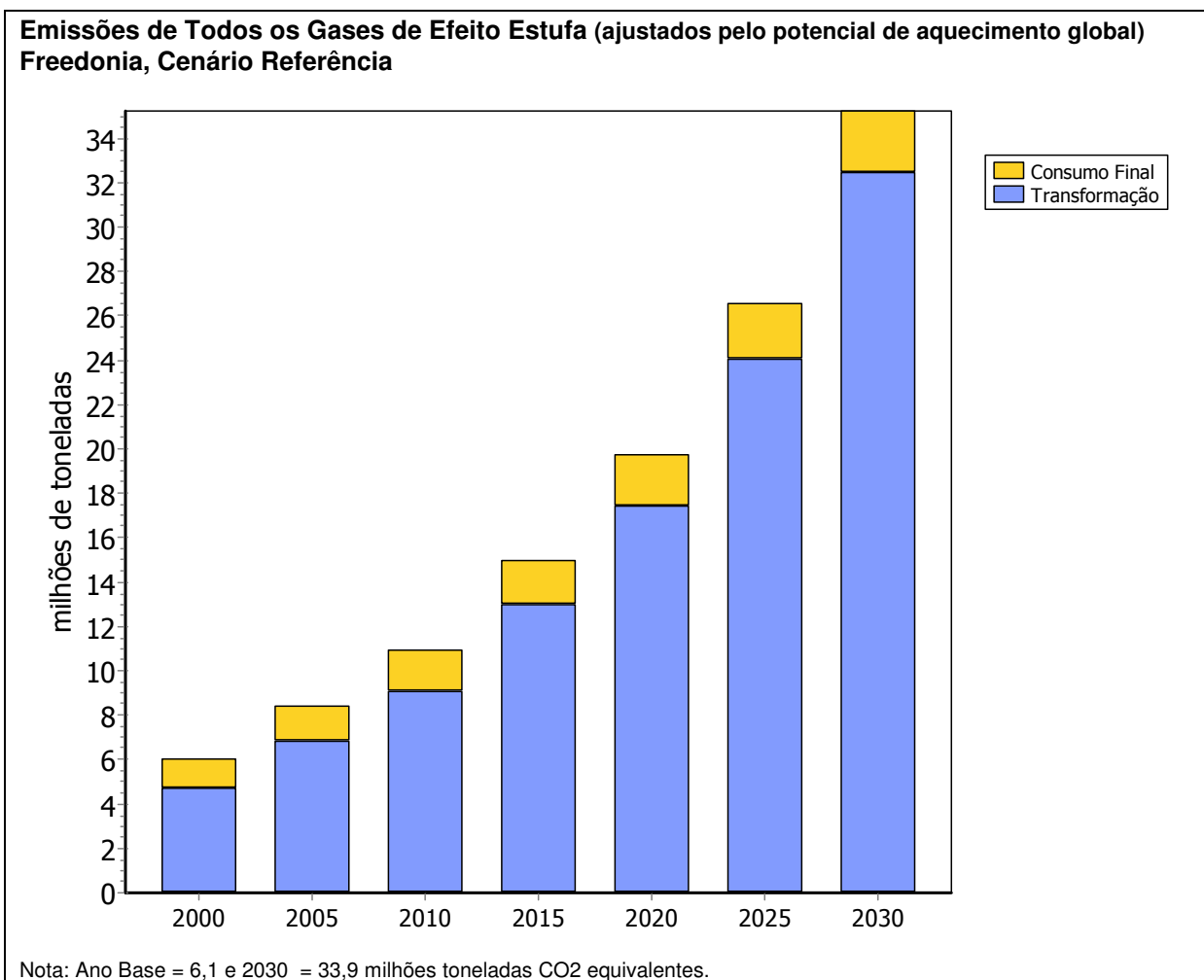
Você NÃO precisa criar links para o TED para dispositivos que na demanda que consomem eletricidade (e.g. iluminação e refrigeradores), já que as emissões ambientais ocorrem na geração (e.g. nas plantas térmicas que geram a eletricidade).



⁸ Note que nesta figura também está parcialmente em inglês. Ela já deverá estar em português no dia do workshop.

1.5.1 Visualizando Resultados

Clique na visualização **Resultados** para visualizar os resultados ambientais do cenário Referências. Clique no nível mais alto da árvore do modelo “Freedonia” e selecione a categoria **Emissões Ambientais: Onde Emissões Ocorrem: Potencial de Aquecimento Global (CO2 equivalente)**. Compare seus resultados aos apresentados abaixo. Também verifique os resultados para outros gases como óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio.



1.6 Um Segundo Cenário: Gestão da Demanda

Agora nós criaremos um segundo cenário para analisar o potencial de conservação de eletricidade em Freedonia. Clique no ícone **Gerenciar Cenários** (S) para criar um novo cenário. Adicione um cenário de forma que este novo cenário herde as premissas e as expressões do Cenário Referência.

Nomeie o novo cenário “Gestão da Demanda” e defina a abreviação como “DSM” (sigla em inglês para *Demand Side Management*). Adicione as seguintes notas “Eficiência na iluminação, reduções de perdas na transmissão e distribuição e melhorias no fator de carga do sistema”.

Saia do gerenciador de cenários, selecione o cenário “Gestão da Demanda” e edite os dados do cenário de acordo com as informações abaixo.

Dica: Lembre-se que você deve estar na visualização Análise para alterar os cenários. Selecione a visualização correta na Barra de Visualizações.

O Cenário DSM consiste em quatro medidas:

1. **Refrigeração:** Novos padrões de eficiência para refrigeradores deverão reduzir a intensidade energética média em 5% em 2010 comparado ao Ano Base e em 20% em 2030.

Dica: Você pode inserir esta informação de diversas formas.

- *Através do Assistente para Séries de Tempo, selecione interpolação e insira os dados de intensidade energética para anos futuros (será necessário calcular os valores antes de inseri-los), ou*
- *Insira a expressão que calcula os valores para você, como por exemplo $Interp(2010, BaseYearValue * 0.95, 2030, BaseYearValue * 0.8)$, onde $BaseYearValue$ é o valor no Ano Base da variável que está sendo projetada.*

2. **Iluminação:** Várias medidas (e.g. novos padrões de eficiência para iluminação e programas de gestão de demanda das empresas de geração e distribuição de energia) deverão reduzir a intensidade elétrica da iluminação em residências urbanas em 1% por ano (-1%/ano) e também deverão reduzir o aumento da intensidade elétrica da iluminação em áreas rurais de 1% (Cenário Referência) para 0.3% por ano (+0.3%/ano).
3. **Transmissão e Distribuição:** Como resultado de um programa de gestão de demanda, perdas na transmissão e distribuição de eletricidade devem reduzir a 12% em 2015 e a 9% em 2030.

Curva de Carga do Sistema em 2030: Cenário DSM

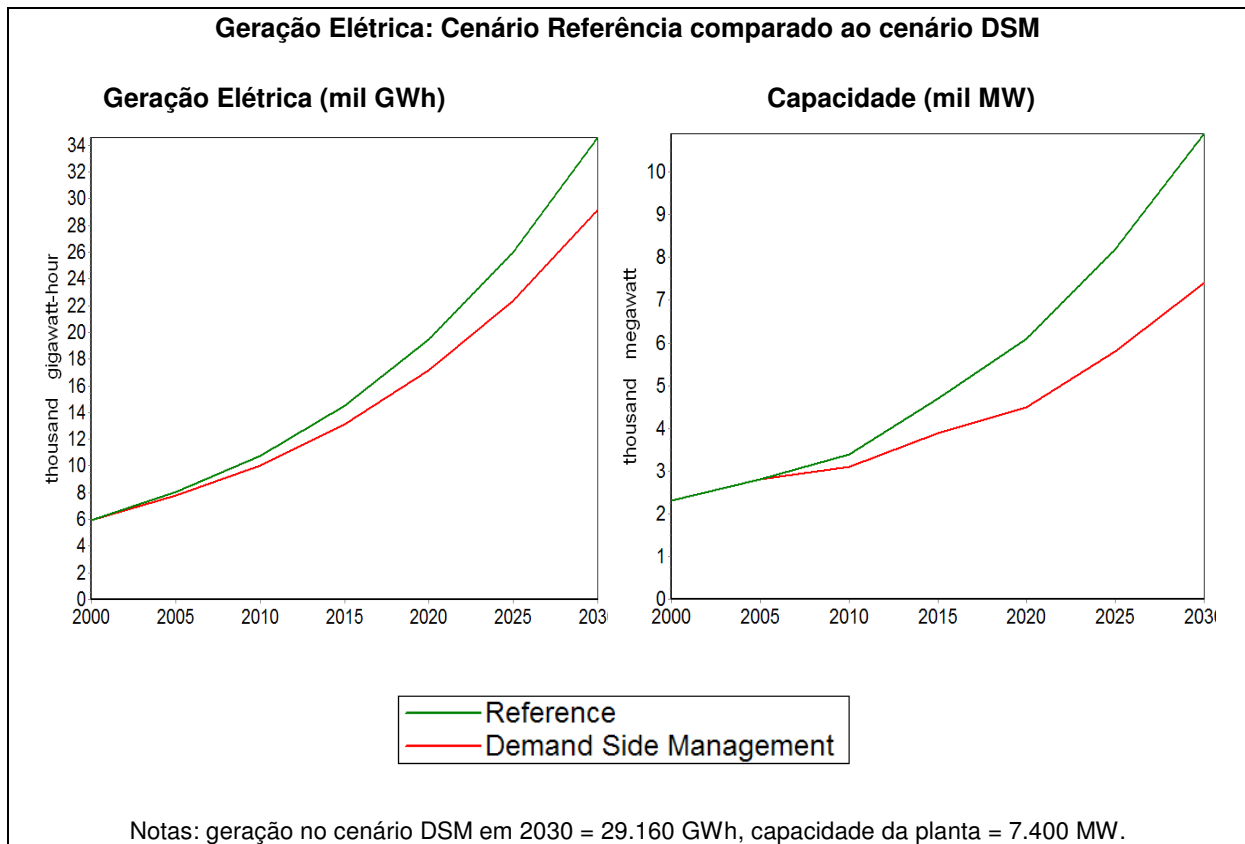
<u>Horas</u>	<u>% do Pico</u>
0	100
1000	98
2000	95
3000	75
4000	60
5000	50
6000	45
7000	40
8000	35
8760	30

Dica: Insira estes valores usando a função Interp: NÃO como números isolados.

4. **Melhorias no Fator de Carga do Sistema:** O plano de gestão de demanda também contempla medidas de nivelamento da curva de carga, aumentando o fator de carga para 64% em 2030. A curva de carga do sistema em 2030 é apresentada na tabela acima.

1.6.1 Resultados do Cenário DSM

Clique na visualização **Resultados** para visualizar os resultados do cenário DSM. Compare seus resultados com os apresentados abaixo:



Exercício 2: Demanda

Exercício 2 é uma continuação do Exercício 1 e cobre três outros setores: Indústria, Transporte e Comércio. Use as informações abaixo para elaborar a estrutura da Árvore e inserir os dados do Ano Base e do Cenário Referência para estes setores.

2.1. Indústria

2.1.1 Ano Base

Há dois principais subsetores industriais energo-intensivos em Freedonia: Siderurgia e Papel & Celulose. Todos os demais subsetores industriais são agrupados numa única categoria. A tabela ao lado apresenta a produção de cada um dos subsetores. A análise energética para o setor industrial é normalmente feita em termos econômicos (e.g., valor agregado) ou em termos de produção física (e.g. toneladas). A escolha geralmente depende da disponibilidade de dados e da diversidade de produtos de cada subsetor. Ambos os métodos são utilizados neste exercício.

Produção Industrial (2000)

Siderurgia	600,000 Toneladas
Papel e Celulose	400,000 Toneladas
Outras Indústrias	1.8 bilhões US\$

Dica: Ao adicionar o ramo “Indústria”, defina a unidade do nível de atividade como “No data” já que neste setor você irá especificar diferentes unidades de nível de atividade para cada subsetor.

O consumo de energia na indústria Siderurgia e na indústria de Papel & Celulose pode ser dividido em dois usos finais: calor de processo e força motriz.

Siderurgia

- Atualmente, o requerimento por calor de processo é em média 24.0 GJ por tonelada, o que é gerado por caldeiras a carvão mineral (bituminoso).
- A produção de cada tonelada de aço requer em média 2.5 GJ de eletricidade.

Papel e Celulose

- Caldeiras a lenha atendem todo o requerimento por calor de processo (40.0 GJ por tonelada de produção).
- Cada tonelada produzida requer 3 MWh de eletricidade.

Outras Indústrias

- Outras indústrias consumiram 36 milhões GJ de energia em 2000.
- 40% desta energia foi eletricidade e o restante óleo combustível.

Dica: Ao adicionar o ramo “Outras Indústrias”, defina o tipo de ramo como “Uso Final” (). Isto indica que você pretende inserir um valor agregado de intensidade energética neste ramo. Em seguida você pode inserir dois sub-ramos, um para eletricidade e outro para óleo

combustível. Estes sub-ramos só definirão a participação de cada combustível, não as intensidades energéticas. Note também que você deverá calcular a intensidade energética em GJ/dólar americano utilizando o valor agregado associado às “Outras Indústrias” (veja acima).

2.1.2 Cenário Referência

Siderurgia

- A produção anual deve se manter constante: todas as plantas estão operando em máxima capacidade e nenhuma planta nova deve ser instalada no período de análise.
- Gás natural deverá prover 10% do requerimento para calor de processo em 2030.
- Caldeiras a gás natural são 10% mais eficientes que caldeiras a carvão mineral.

Dica: Você precisará retornar ao Ano Base para adicionar um ramo Gás Natural. Você pode usar a seguinte expressão para calcular a intensidade energética para gás natural como função da intensidade energética para carvão mineral:

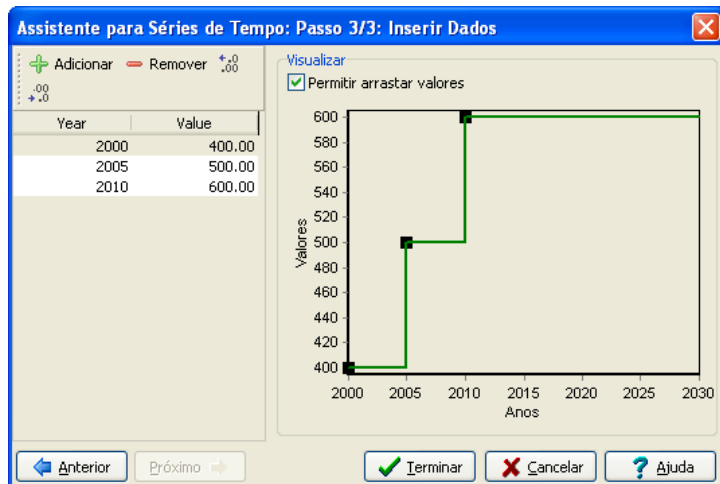
$$\text{Carvão Mineral} * 90\%$$

Dica: Lembre-se de usar as funções “Interp” e “Remainder(100)” para calcular as participações das caldeiras.

Papel e Celulose

- Duas novas plantas de papel devem ser instaladas: uma em 2005 e outra em 2010. Cada uma irá adicionar 100 mil toneladas por ano de produção ao setor.

Dica: Use a função degrau (Step) disponível no Assistente de Séries de Tempo para modelar alterações abruptas em nível de atividade ou outras variáveis (veja imagem).



Outras Indústrias

- A produção de outras indústrias deverá crescer numa taxa de 3.5% ao ano.
- A participação da eletricidade deverá crescer para 55% em 2030.

2.1.3 Visualizando Resultados

Agora compare seus resultados com os valores na tabela abaixo.

Demanda Energética da Indústria em Freedonia: Referência (milhões GJ)

Combustíveis	2000	2030	Subsetores	2000	2030
Carvão Mineral (bit)	14.4	13.0	Siderurgia	15.9	15.8
Eletricidade	20.2	63.6	Outras Indústrias	36.0	101.0
Gás Natural	-	1.3	Paper e Celulose	20.3	30.5
Óleo Combustível	21.6	45.5			
Lenha	16.0	24.0			
Indústria	72.2	147.3	Indústria	72.2	147.3

2.2 Transporte

2.2.1 Ano Base

Transporte de Passageiros

- Todo transporte de passageiros em Freedonia ocorre por rodovias (carros e ônibus) ou ferrovias. (Ignoraremos transporte aéreo e hidroviário neste exercício).
- No ano 2000, estima-se que carros percorreram um total de 8 bilhões de quilômetros e os ônibus percorreram 1 bilhão de quilômetros.
- Pesquisas também estimam que carros tenham uma ocupação média (ponderada pela distância) de 2.5 pessoas, enquanto a dos ônibus é de 40 passageiros.
- Pesquisas também mostram que a frota de carros atual tem um desempenho médio de 12 km/litro (aproximadamente 28 milhas por galão). Ônibus, por outro lado, têm um desempenho de 3 km/litro.
- Os relatórios nacionais sobre transporte rodoviário informam que houve um total de 15 bilhões de passageiros-quilômetros em 2000.

Dica: Você pode inserir a população total como o nível de atividade para este setor (veja 1.3 para dados demográficos).

Dica: Use a informação acima para calcular o total de passageiro-kms, o percentual de cada modo de transporte e a intensidade energética média (por passageiro-km). Use a tabela à direita.

<u>Calculando Passageiro-km</u>		
A	Uso de Carro (bilhões veículo-km)	<input type="text"/>
B	Ocupação (pass-km/veículo-km)	2.5
$C=A*B$	= Total Pass-km por carro	<input type="text"/>
D	Uso de ônibus (bilhões veículo-km)	<input type="text"/>
E	Ocupação (pass-km/veículo-km)	40.0
$F=D*E$	Total Pass-km por Ônibus	<input type="text"/>
$G=F+C$	Pass-km Rodoviário	<input type="text"/>
H	Pass-km Ferroviário	<input type="text"/>
$I=G+H$	Total Pass-km	<input type="text"/>
<u>Calculando Intensidades Energéticas</u>		
J	Desempenho Carro (veículo-km/l)	12.0
K	Ocupação (pass-km/veículo-km)	2.5
$L=1/(J*K)$	Intensidade Energética (litros/pass-km)	<input type="text"/>
M	Desempenho Ônibus (veículo-km/l)	3.0
N	Ocupação (pass-km/veículo-km)	40.0
$O=1/(M*N)$	Intensidade Energética (litros/pass-km)	<input type="text"/>

- 20% do transporte ferroviário é feito por trens elétricos e o restante por trens a diesel. A intensidade energética dos trens elétricos é de 0.1 kWh por passageiro-km. A intensidade energética dos trens a diesel é 25% maior que a dos trens elétricos.

Transporte de Carga

- Em média 250 toneladas-km de carga são transportadas por habitante.
- 85% do transporte de carga é feito por rodovias e o restante por ferrovias.
- O transporte rodoviário consome em média 4 MJ de diesel por tonelada-km.
- Trens de carga a diesel têm uma intensidade energética de 3 MJ/tonelada-km.

Cancelamento de Unidades no LEAP

Ao especificar o nível de atividade no transporte de carga, note como o LEAP automaticamente cancela as unidades dos numeradores e denominadores dos seus dados ao passar de um ramo a outro da árvore.

Neste exemplo, comece indicando a população no ramo mais alto do setor e no nível seguinte especifique tonelada-km/pessoa. O LEAP irá cancelar as unidades

$$\frac{\{População\}}{\{pessoa\}} \times \frac{[tonelada-km]}{[pessoa]}$$

2.2.2 Cenário Referência

Transporte de Passageiros

- A demanda por transporte de passageiro (pass-km/pessoa) deve aumentar mais rápido que a renda (a elasticidade da demanda por transporte com respeito à renda é de 1.1).
- A população total cresce numa taxa de 2.5% ao ano.
- Renda média per capita deve aumentar do nível atual de \$3.000 numa taxa de 3.5% por ano até 2030.
- Carros devem ser responsáveis por 75% do transporte rodoviário em 2030.

*Dica: Crie uma variável chamada “Renda” em **Premissas Básicas** na Árvore, depois calcule a demanda por transporte como uma função desta variável. Use a seguinte expressão para a demanda per capita por transporte:*

$$GrowthAs(Renda, 1.1)^9$$

Transporte de Carga

- A demanda per capita por transporte de carga deve aumentar numa taxa de 2% ao ano durante o período de análise.
- A eficiência energética de todos os modos de transporte (tanto de passageiro quanto de carga) deve aumentar em 0.5% por ano até 2030, exceto para carros, que devem aumentar a eficiência em 1% por ano.

⁹ “GrowthAs” significa “Cresça como”.

2.2.3 Visualizando Resultados

Agora vá para a visualização **Resultados** e compare seus resultados com os valores na tabela abaixo.

Demanda Energética do Setor de Transporte em Freedonia
Cenário Referência (milhões GJ)

Ramos	2000	2030	Combustíveis	2000	2030
Carga	38.5	125.9	Diesel	56.5	182.6
Ferroviário	4.5	14.7	Eletricidade	1.1	6.1
Rodoviário	34.0	111.2	Gasolina	22.1	240.1
Passageiro	41.2	303.0			
Ferroviário	6.5	36.4			
Diesel	5.4	30.3			
Eletricidade	1.1	6.1			
Rodoviário	34.7	266.6			
Ônibus Diesel	12.6	26.5			
Carros Gasolina	22.1	240.1			
Transporte Total	79.7	428.8	Transporte Total	79.7	428.8

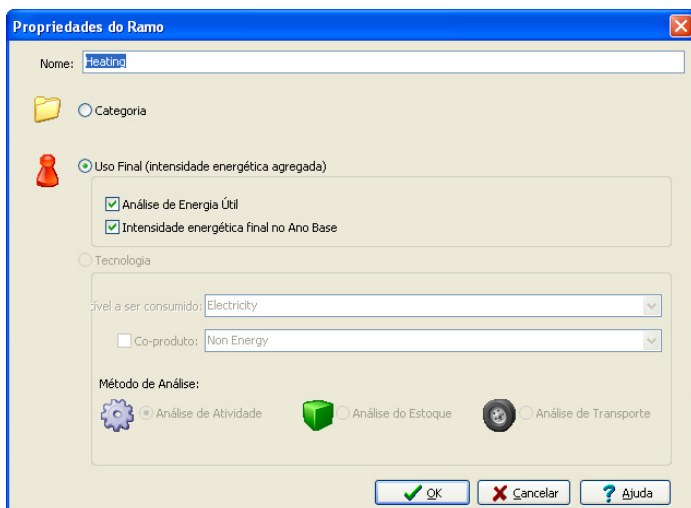
2.3 Setor Comercial: Análise de Energia Útil

Este exercício considera o aquecimento ambiente de edifícios comerciais e introduz o uso de técnicas de análise de energia útil. Análise de energia útil é particularmente interessante quando há múltiplas combinações de combustíveis e tecnologias para um único serviço (como aquecimento ambiente) ou quando você pretende modelar de forma independente a eficiência energética de dispositivos e o requerimento de energia total para o serviço sendo analisado.

2.3.1 Ano Base

- Edifícios comerciais em Freedonia utilizam um total de 100 milhões de metros quadrados de área construída em 2000.
- Consumo de energia total para aquecimento foi de 20 milhões GJ em 2000.
- Óleo combustível e eletricidade atendem metade da demanda por energia para aquecimento cada um. Esperasse uma introdução de gás natural num futuro breve.

***Dica:** Neste exercício, você terá que criar um ramo “Uso Final” para aquecimento ambiente. Selecione a opção intensidades energéticas agregadas E análise de energia útil na janela de propriedades do ramo (veja figura abaixo).*



- Aquecedores elétricos têm uma eficiência de praticamente 100% e aquecedores a óleo combustível e gás natural têm eficiências de 65% e 80%, respectivamente.

2.3.2 Cenário Referência

- Área construída para o setor commercial deve crescer 3% ao ano.
- Devido a melhorias no isolamento térmico de construções, a intensidade de energia *útil* (i.e. a quantidade de calor que atinge cada metro quadrado¹⁰) deve reduzir em 1% ao ano até 2030.
- Em 2030, aquecedores a gás natural deverão aumentar sua participação (i.e. em área construída) para 25%, enquanto aquecedores a óleo combustível devem ter sua participação reduzida para 10%. Aquecedores elétricos atendem o restante. (Note que estas participações em *nível de atividade* diferem das participações dos combustíveis que você inseriu no Ano Base).
- Os padrões de eficiência energética dos aquecedores sofrem melhorias graduais, levando a um aumento das eficiências dos aquecedores a gás natural e óleo combustível para 75% e 85%, respectivamente, em 2030.

2.3.3 Visualizando Resultados

Agora vá para a visualização **Resultados** e compare seus resultados com os valores na tabela abaixo.

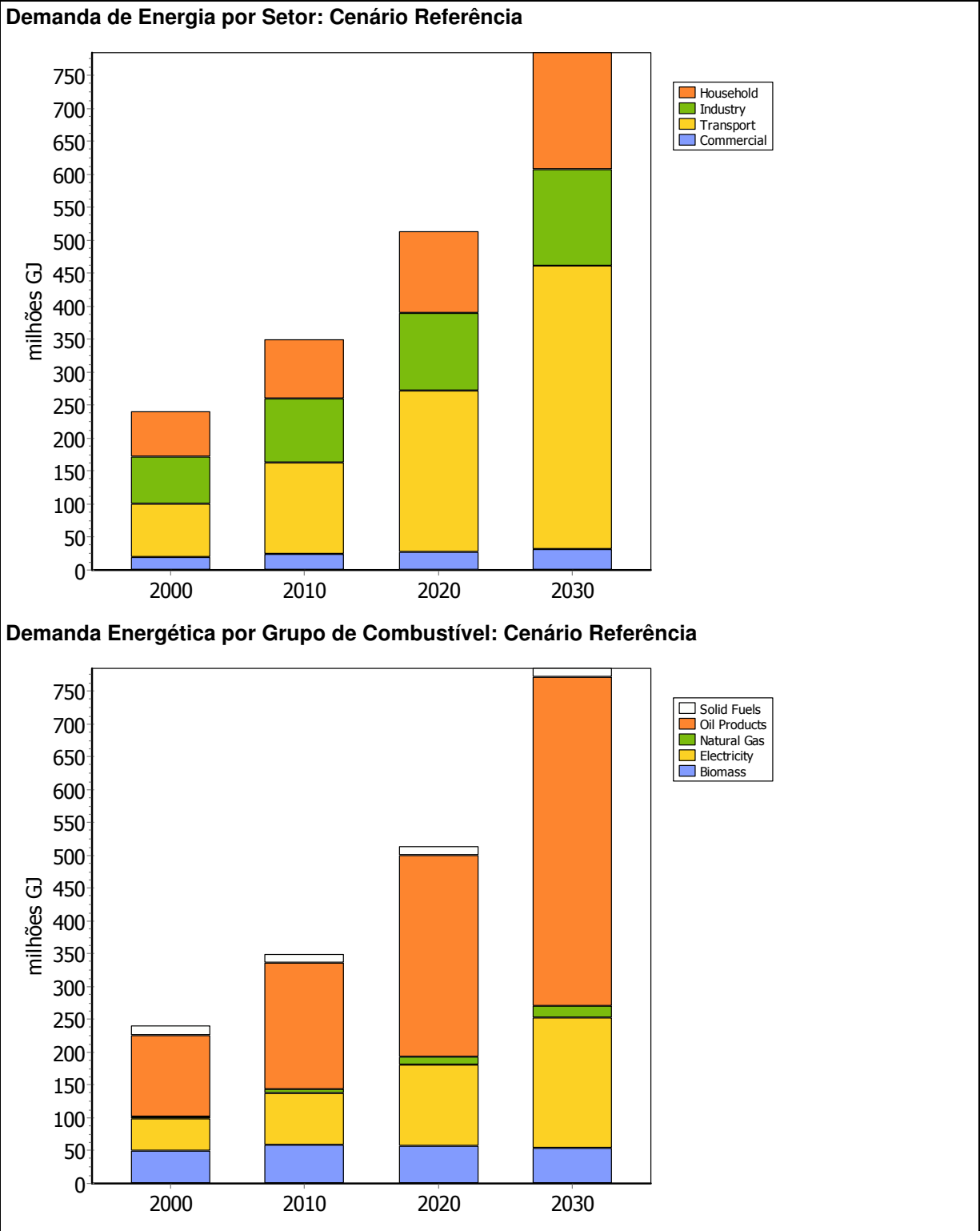
Aquecimento ambiente no setor Comercial 9 Cenário Referência) Cenário Referência

Combustíveis	2000	2030
Eletricidade	10.0	19.3
Gás Natural	-	8.7
Óleo Combustível	10.0	3.9
Total Comercial	20.0	31.9

¹⁰ As opposed to the *final* energy intensity: the amount of fuel used per square meter.

2.4 Demanda Final Total

Antes de continuar com os exercícios de Transformação, verifique os seus resultados da demanda com os gráficos abaixo.



Exercício 3: Transformação

Neste quarto exercício iremos sofisticar o modelo simples elaborado no Exercício 1 para o setor de Transformação. Neste exercício iremos adicionar novos módulos que tratarão produção de carvão vegetal, refino de petróleo e mineração de carvão mineral.

3.1 Produção de Carvão Vegetal

Carvão vegetal não é exportado nem importado e é produzido a partir de lenha. Todo carvão vegetal em Freedonia é atualmente produzido em fornos tradicionais, os quais permitem uma eficiência de conversão (em termos de energia) de aproximadamente 20%. No futuro, devem introduzir fornos importados da Tailândia que têm uma eficiência de conversão de 47%. Estes fornos deverão atender 5% da demanda por carvão vegetal em 2010 e 20% da demanda em 2030.

3.2 Geração de Eletricidade

Com a adição de novos setores de demanda no Exercício 2, a demanda por geração elétrica triplicou para aproximadamente 16.200 GWh. Desta forma, você deve especificar um sistema de geração de eletricidade maior e mais realista. Altere os dados inseridos no Exercício 1 no Ano Base para a módulo Geração Elétrica conforme a tabela abaixo:

Tipo de Planta	Ano 2000 Capacidade (MW)	Geração no Ano Base (% GWh)
Hidrelétricas	1.000	34%
Carvão Vapor	2.500	44%
Óleo Combustível	2.000	22%
Total	5.500	100% (16,200 GWh)

3.3 Refino de Petróleo

Refinarias de Petróleo em Freedonia processaram aproximadamente 4 milhões de toneladas de petróleo no 2000, o que é significativamente inferior à capacidade de 6 milhões de toneladas de petróleo¹¹. A eficiência das refinarias (em termos energéticos) foi de 97,0%. Atualmente não há nenhum plano para expandir a capacidade de refino.

As refinarias usam apenas um Combustível Consumido: petróleo. Por outro lado produzem sete tipos de produtos: gasolina automotiva, gasolina de aviação, querosene/querosene de aviação, diesel, óleo combustível, GLP e lubrificantes. As refinarias podem ser operadas com certa flexibilidade de forma que a composição os produtos se adeque à composição dos requerimentos por estes produtos.

Qualquer requerimento por derivado de petróleo que não pode ser atendido pela refinaria é atendido através da importação deste derivado para Freedonia.

¹¹ Nota: você está limitado a inserir dados de capacidade em unidades básicas de energia (tonelada de petróleo equivalente ou tonelada de carvão equivalente por ano). Para este exercício, assumiremos que 1 tonelada de carvão mineral = 1 TEC e 1 tonelada de petróleo = 1 TEP.

3.4 Mineração de Carvão

Todo o carvão mineral minerado em Freedonia é bituminoso. No ano base, as minas de carvão produziram 4,7 milhões de toneladas de carvão. A capacidade de produção do país era de 6 milhões de toneladas e a eficiência da mineração (incluindo plantas de lavagem de carvão) é de 80%.

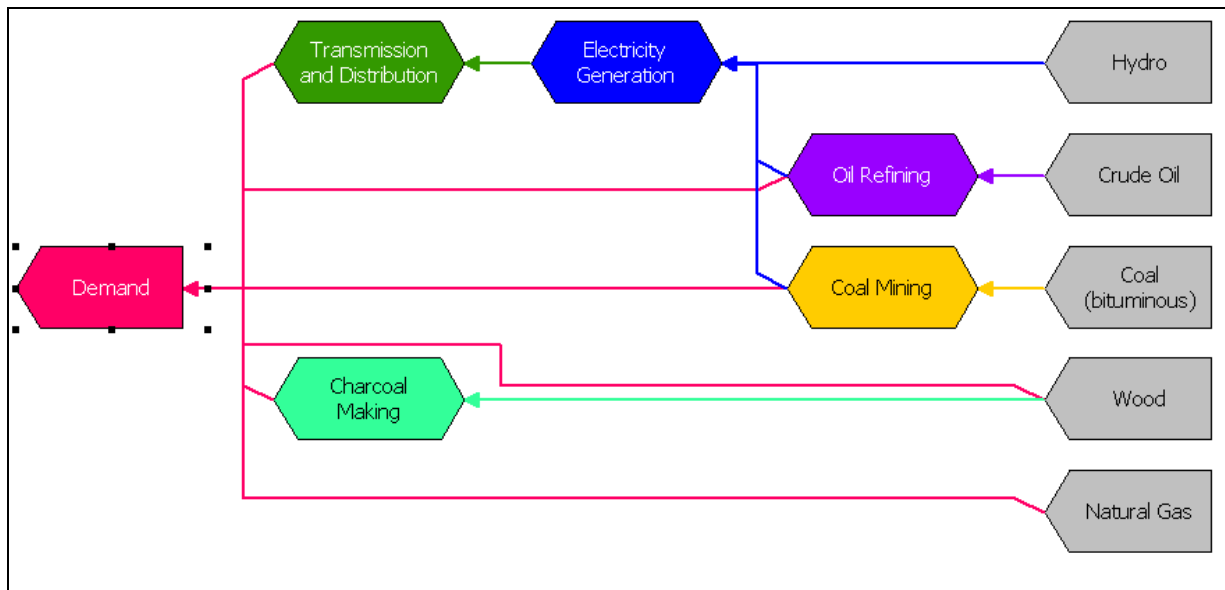
No Cenário Referência assume-se que a capacidade de mineração de carvão cresce para 14 milhões de toneladas em 2010 e 23 milhões de toneladas em 2030. Assume-se que a capacidade irá crescer linearmente entre ano base e 2010 e entre 2010 e 2030. Apesar deste programa de expansão, é esperado que em 2020 seja necessário importar carvão para suprir a demanda interna por este combustível.

No futuro, qualquer requerimento por carvão que não pode ser atendido pelas minas do país será atendido através da importação.

3.4.1 Visualizando Resultados

Antes de visualizar os resultados, revise o diagrama do seu sistema energético e verifique se é parecido com o diagrama abaixo:

Diagrama do Sistema Energético



Veja também a visualização **Balanco Energético** e compare os seus balanços energéticos para o ano inicial e o ano final do seu modelo com as tabelas abaixo:

Balanco Energético de Freedonia no ano 2000 (GJ)

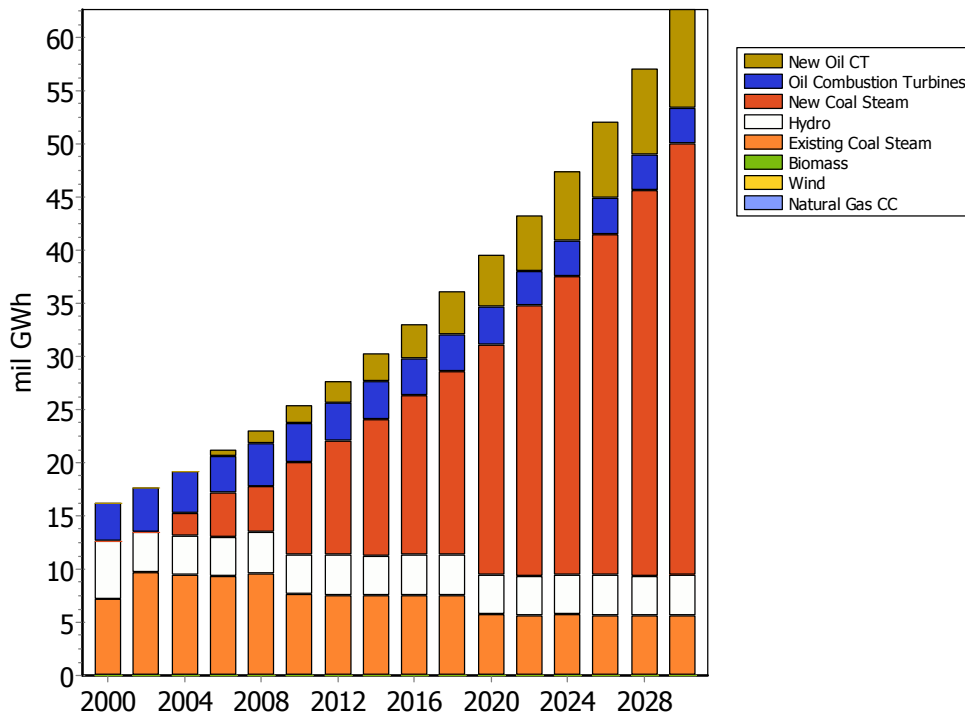
	Combustíveis		Gás		Energia			Produtos	
	Sólidos	Natural	Petróleo	Hidráulica	Biomassa	Electricidade	Petróleo	Total	
Produção	125	0	0	20	81	0	0	226	
Importação	0	4	183	0	0	0	0	187	
Exportação	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oferta Primária Total	125	4	183	20	81	0	0	413	
Mineração de Carvão Mineral	-25	0	0	0	0	0	0	-25	
Refino de Petróleo	0	0	-183	0	0	0	174	-9	
Produção de Carvão Vegetal	0	0	0	0	-32	0	0	-32	
Transmissão & Distribuição	0	0	0	0	0	-9	0	-9	
Geração Elétrica	-86	0	0	-20	0	58	-51	-98	
Total Transformação	-110	0	-183	-20	-32	50	123	-174	
Residencial	0	3	0	0	33	18	13	68	
Indústria	14	0	0	0	16	20	22	72	
Transporte	0	0	0	0	0	1	78	79	
Comercial	0	0	0	0	0	10	10	20	
Demanda Total	14	3	0	0	49	50	123	239	
Demanda não atendida	0	0	0	0	0	0	0	0	

Balanco Energético de Freedonia no ano 2030 (GJ)

	Combustíveis		Gás		Energia			Produtos	
	Sólidos	Natural	Petróleo	Hidráulica	Biomassa	Electricidade	Petróleo	Total	
Produção	546	0	0	12	105	0	0	663	
Importação	0	17	251	0	0	0	513	782	
Exportação	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oferta Primária Total	546	17	251	12	105	0	513	1,445	
Mineração de Carvão Mineral	-109	0	0	0	0	0	0	-109	
Refino de Petróleo	0	0	-251	0	0	0	239	-13	
Produção de Carvão Vegetal	0	0	0	0	-51	0	0	-51	
Transmissão & Distribuição	-424	0	0	-12	0	225	-250	-459	
Geração Elétrica	0	0	0	0	0	-27	0	-27	
Total Transformação	-533	0	-251	-12	-51	198	-11	-660	
Residencial	0	7	0	0	30	110	30	177	
Indústria	13	1	0	0	24	64	45	147	
Transporte	0	0	0	0	0	6	423	429	
Comercial	0	9	0	0	0	19	4	32	
Demanda Total	13	17	0	0	54	198	502	785	
Demanda não atendida	0	0	0	0	0	0	0	0	

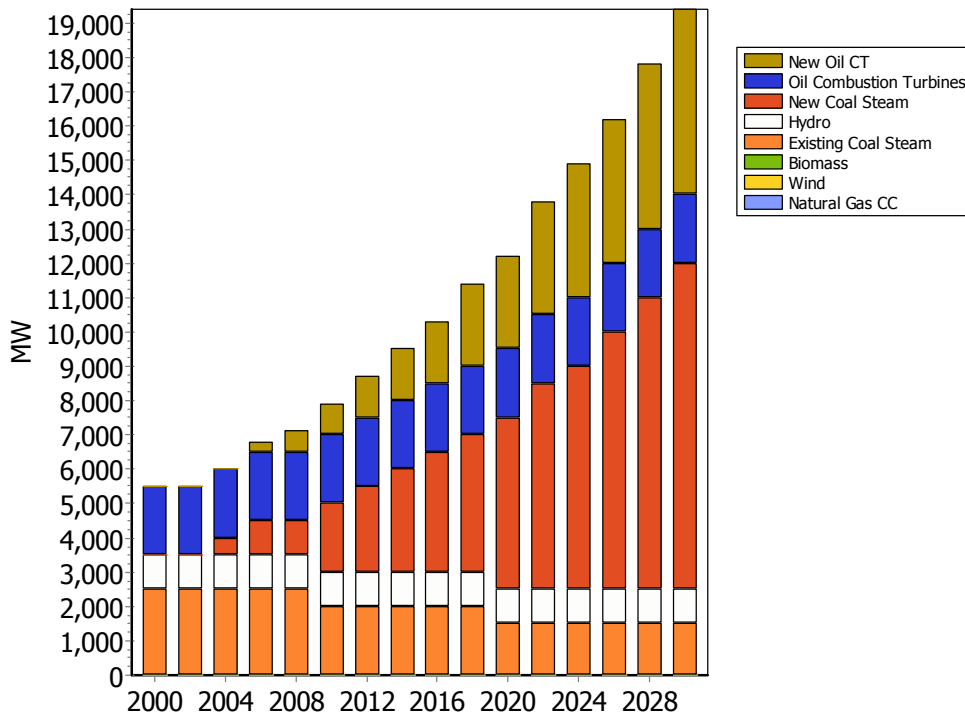
Agora vá para a visualização **Resultados** e compare os seus resultados com os gráficos abaixo.

Geração de Eletricidade: Cenário Referência



Notas: ano base = 16.200 GWh, 2030 = 62.640 GWh

Capacidade de Geração de Eletricidade: Cenário Referência



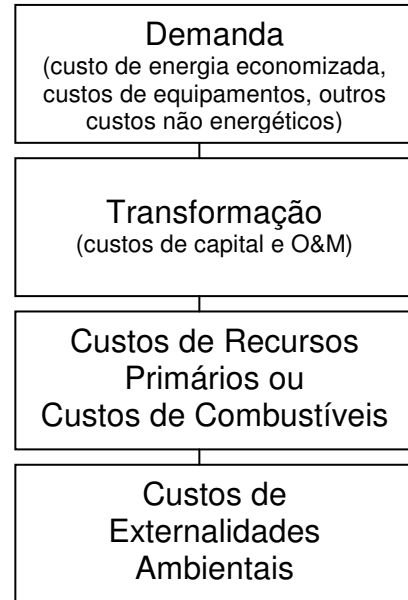
Exercício 4: Análise Custo-Benefício

Neste exercício você irá inserir dados de custo de várias tecnologias da demanda e da oferta. Você irá usar o LEAP para fazer uma análise custo-benefício integrada de vários cenários alternativos.

Assegure-se que você já tem um modelo com todos os dados apresentados até o Exercício 3.

O LEAP executa os cálculos de custo-benefício numa perspectiva da sociedade e comparando os custos de quaisquer dois cenários. O LEAP pode incluir os seguintes elementos associados ao custo:

- Custos de investimento, operação e manutenção na Demanda, expressos em termos de custo total, custo por nível de atividade ou custo de economia de energia quando comparado a algum cenário.
- Custos de investimento na Transformação
- Custos fixos e variáveis de operação e manutenção de ativos de Transformação.
- Custo de recursos endógenos
- Custo de combustíveis importados
- Benefícios da exportação de combustíveis
- Custo da externalidades associadas a emissões de poluentes
- Outros custos diversos definidos pelo usuário como, por exemplo, o custo de administrar um programa de eficiência energética.



Para elaborar uma análise de custo no LEAP é necessário primeiro definir as fronteiras do seu modelo de forma que o LEAP não faça nenhuma dupla contagem dos custos ou dos benefícios. Por exemplo, se você considerar os custos com combustíveis usados na geração elétrica, você não deve incluir os custos com a eletricidade nos seus cálculos de custo-benefício.

Caso você já tenha definido isso, vá para **Geral: Parâmetros Básicos: Escopo** e marque a opção Custos. Agora vá para a aba **Custos** e defina a fronteira para os seus cálculos de custos. Para este exercício selecionaremos “Sistema Energético Completo”, indicando que custos de combustíveis são contabilizados apenas quando são importados ou exportados ou quando combustíveis endogenamente produzidos são extraídos como recursos primários.

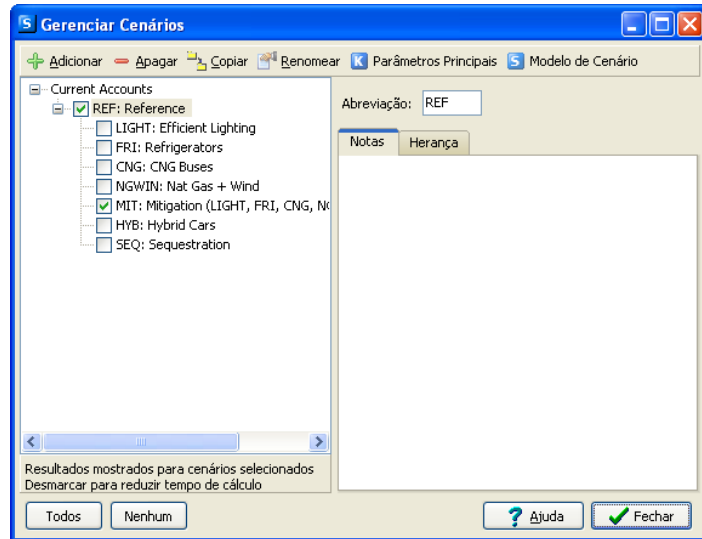
Iniciaremos construindo alguns cenários alternativos que serão analisados. Depois inseriremos os dados de custo relevantes para estes cenários incluindo custos de demanda, de transformação e de recursos. Finalmente, examinaremos alguns resultados de custo e faremos uma comparação de custo-benefício entre vários cenários.

4.1 Criando Cenários

Abra a janela **Gerenciar Cenários** (imagem a direita) e crie os seguintes cinco cenários:

- Eficiência na Iluminação
- Eficiência na Refrigeração
- Ônibus GNC
- Carros Híbridos
- Gás Natural e Renováveis
- Eficiência na Indústria

Assegure-se que os cenários alternativos são criados abaixo do Cenário Referência. Desta forma os cenários alternativos irão herdar as expressões já inseridas no Cenário Referência.



Finalmente, crie um cenário **Mitigação** abaixo do Cenário Referência que seja a combinação de todos os cenários listados acima. Use a aba Herança para definir de quais cenários se herdam expressões.

4.2 Inserindo Dados de Custo

Agora você inserirá dados que tornarão estes cenários diferentes do Cenário Referência.

Em geral, os custos *unitários* de cada tecnologia são os mesmos nos diferentes cenários. No entanto, os cenários diferirão um dos outros em quanto de cada tecnologia será utilizada e quanto de cada combustível será consumido. Desta forma, você primeiro precisa inserir os dados de custos em **Ano Base**. Depois disso, você poderá descrever a penetração de cada tecnologia nos diferentes cenários.

Nós iniciaremos especificando os custos na demanda. Em geral precisamos inserir três tipos de dados:

- **Penetração das Tecnologias:** quantos destes novos (eficientes) dispositivos serão instalados no cenário alteranativo?
- **Performance das Tecnologias:** qual a eficiência destes novos dispositivos?
- **Custo das Tecnologias:** quanto custam estes novos dispositivos? Podemos especificar os custos totais de dispositivos que competem entre si nos cenários Referência e Alternativos ou simplesmente podemos inserir os custos adicionais dos novos dispositivos utilizados nos cenários Alternativos quando comparados aos custos dos dispositivos utilizados no cenário Referência.

4.2.1 Cenário Eficiência na Iluminação

- **Penetração das Tecnologias:** Um programa de instalação de sistemas eficientes de iluminação poderia reduzir o consumo elétrico em residências urbanas através do uso de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) e outras tecnologias. Assuma que o programa se inicie no ano 2002 e que atinja 40% das residências em 2007 e 75% em 2030. Insira estes dados no cenário **Eficiência na Iluminação** na variável **Nível de Atividade**.
- **Performance das Tecnologias:** Novas tecnologias de iluminação consomem 30% menos energia que tecnologias convencionais em residências urbanas. Insira estes dados no cenário **Ano Base** na variável **Intensidade Energética Final**.
- **Custo das Tecnologias:** Lâmpadas usuais custam \$1 cada, mas duram apenas um ano. Lâmpadas eficientes custam \$6 cada, mas devem durar 3 anos. Assume-se que cada residência tem 5 lâmpadas instaladas e funcionando. Insira estes dados no cenário **Ano Base** e na variável **Custo da Demanda**. Você irá inserir dados por residência, por isso assegure-se que selecionou o método Custo de Atividade¹². Você deverá usar a função Custo Anualizado para especificar os custos anualizados das tecnologias atual e nova por residência e por ano. Por exemplo, o custo anualizado por residência para lâmpadas eficientes seria definido desta forma:

$$\text{AnnualizedCost}(6*5, 3)^{13}$$

Esta função utiliza uma fórmula padrão para anualizar custos por residência (5 lâmpadas x \$6/ lâmpada) pelos 3 anos de vida da lâmpada.

4.2.2 Cenário Eficiência na Refrigeração

- **Penetração das Tecnologias:** O governo está considerando estabelecer padrões de eficiência para refrigeradores em 2004. Assume-se que todos os refrigeradores no país atenderão o novo padrão em 2015.
- **Performance das Tecnologias:** O padrão requerirá que os fabricantes produzam refrigeradores com uma intensidade energética média de 380 kWh/ano.
- **Custo das Tecnologias:** O custo para aumentar a eficiência dos refrigeradores para 380kWh/ano é de aproximadamente US\$100 por refrigerador. Refrigeradores atuais e novos têm um tempo de vida de 10 anos. Nós só temos dados de *custo incremental* destes novos dispositivos eficientes. Desta forma, ao inserir dados de **Custo de Demanda** em **Ano Base**, você terá que especificar como zero o custo dos refrigeradores atuais e anualizar os US\$100 de custo incremental dos novos refrigeradores pelo período de 10 anos. Para se fazer uma análise de custo-benefício, NÃO é necessário especificar os custos totais do cenário, basta especificar como os custos de um cenário diferem dos de outro.

¹² O LEAP normalmente converte automaticamente esta seleção para o inglês: “Activity Cost”. Não se preocupe se isto acontecer.

¹³ É necessário usar a função em inglês “AnnualizedCost” para anualizar os custos.

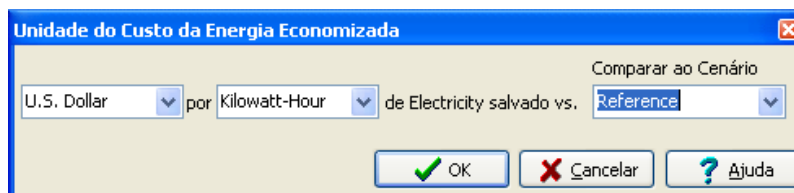
4.2.3 Cenário Eficiência na Indústria

No setor “Outras Indústrias” de Freedonia o consumo de energia ocorre em variados processos industriais. Uma pesquisa em indústrias selecionadas concluiu que o consumo de energia pode ser reduzida através de várias medidas a um custo de 5 centavos por kWh economizado (tanto para eletricidade como para óleo combustível). Estas medidas podem reduzir em até 30% a energia consumida em “Outras Indústrias” até 2030.

Diferentemente dos exemplos anteriores, o dado de custo não faz referência ao número de dispositivos que serão instalados. Você terá que inserir os dados de custo como **Custo de Energia Economizada**.

Em **Ano Base**, selecione a variável **Custo de Demanda** nos ramos Eletricidade e Óleo Combustível abaixo do ramo “Outras Indústrias”. Agora selecione o método Custo de Energia Economizada. Ao selecionar este método, uma janela se abrirá. Selecione as unidades *Dollars/kWh economizada vs. Cenário Referência*. A janela deve parecer como a imagem abaixo.

Depois de definidas as unidades, clique em OK e insira o dado \$0.05/kWh economizado. Repita o mesmo procedimento para cada combustível.



Agora selecione o Cenário Eficiência na Indústria e especifique o quanto de economia de energia é esperada. Uma forma fácil de se inserir este dado é selecionar a variável **Intensidade Energética Final** (no ramo Outras Indústrias) e inserir a seguinte fórmula que informa ao LEAP que a intensidade energética será 30% menor em 2030 do que no Ano Base:

$$\text{BaselineValue} * \text{Interp}(2000, 1, 2030, 0.7)$$

onde “*BaselineValue*” é o valor da variável no Ano Base.

4.2.4 Cenário Ônibus GNC

A troca de ônibus a diesel para ônibus a GNC é uma boa opção para melhorar a qualidade do ar em cidades populosas e poluídas e também é uma boa opção para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

- **Penetração das Tecnologias:** Ônibus a GNC são introduzidos em 2002. Em 2007, estes ônibus representam 7% dos passageiros-kms da frota de ônibus, subindo para 70% em 2030.
- **Desempenho das Tecnologias:** Ônibus a GNC usam 0.29 MJ/passageiro-km (um pouco menor que ônibus a diesel atuais).

- **Custo das Tecnologias:** Ônibus a GNC custam US\$0.1 por passenger-km a mais que ônibus a diesel atuais, mas este custo é distribuído ao longo dos 15 anos de tempo de vida dos ônibus.

4.2.5 Custos na Transformação

Cada um dos cenários alternativos para a demanda impacta distintamente o tamanho e a operação do setor de Transformação. Assim sendo, para calcular os custos na Transformação, você tem que inserir dados de custo para todas as plantas de geração e combustíveis que serão afetados pelos cenários alternativos.

Inicia especificando os custos de capital e os custos fixos e variáveis de operação e manutenção (OM) das plantas de Geração Elétrica do seu sistema. Use os dados apresentados na tabela abaixo.

Custos de plantas existentes e plantas futuras:

Processo	Capital (\$/kW)	O&M Fixo (\$/kW)	O&M Variável (\$/MWh)
Plantas Existentes			
Carvão Mineral	1000	40	3
Hídricas	2000	---	1
Turbinas de Combustão	400	10	0.7
Novas Plantas			
Carvão Mineral	1000	40	3
Turbinas de Combustão	400	10	0.7
Gás Natural Ciclo Combinado	50	10	0.5
Biomassa	1500	80	\$1
Eólicas	800	25	--

Obs: estes custos não incluem custos com combustíveis, os quais são tratados abaixo quando especificarmos dados de custos de recursos.

4.2.6 Cenário Gás Natural e Renováveis

No **Cenário Referência**, assume-se que no futuro serão construídas principalmente plantas a carvão e óleo combustível. Estes dados já foram inseridos anteriormente quando especificamos a Capacidade Endógena (veja em Transformação: Geração Elétrica: Processos).

Neste cenário alternativo construiremos uma combinação diferente de plantas de geração elétrica. Construiremos plantas a Gás Natural de Ciclo Combinado e plantas eólicas para atender a demanda de base e algumas plantas a óleo combustível para atender a demanda de ponta.

Selecione o cenário **Gás Natural e Renováveis**, e na janela **Capacidade Endógena** substitua os dados do cenário Referência pelos dados abaixo:

Adição de Capacidade no cenário Gás Natural e Renováveis

Processo	Ordem de Adição	Tamanho da Adição
Gás Natural CC	1	400
Óleo combustível	2	200
Eólicas	3	200

4.2.7 Custos dos Recursos

Finalmente, no módulo Recursos, você terá que especificar o custo unitário para recursos primários produzidos endogenamente e importados e também para recursos secundários. Use as informações de custo abaixo.

Recursos Primários (produção interna e importação):

- Carvão Mineral - \$20/ton em 2000, aumentando para \$30/ton em 2030;
- Gás Natural - \$0.1/m³ em 2000, aumentando para \$0.2/m³ em 2030;
- Petróleo - \$30/ton em 2000, aumentando para \$50/ton em 2030.

Recursos Secundários:

- Diesel, Gasolina, GLP, querosene e óleo combustível - \$300/ton em 2000, aumentando para \$400/ton em 2030;
- Electricidade não é precificada já que você está modelando o custo da eletricidade a partir dos custos de combustíveis e outros custos associadas às plantas de geração.

Insira os dados de custo do ano base no cenário **Ano Base** e todos os demais cenários considerarão os mesmos custos. Projeções de custos podem ser inseridas no cenário **Referência**.

4.3 Visualizando Resultados de Custo-Benefício

Na janela **Gerenciar Cenários**, você pode selecionar para qual cenário você quer que sejam calculados os resultados. Para acelerar e simplificar os resultados, você pode selecionar apenas os cenários Referência e Mitigação.

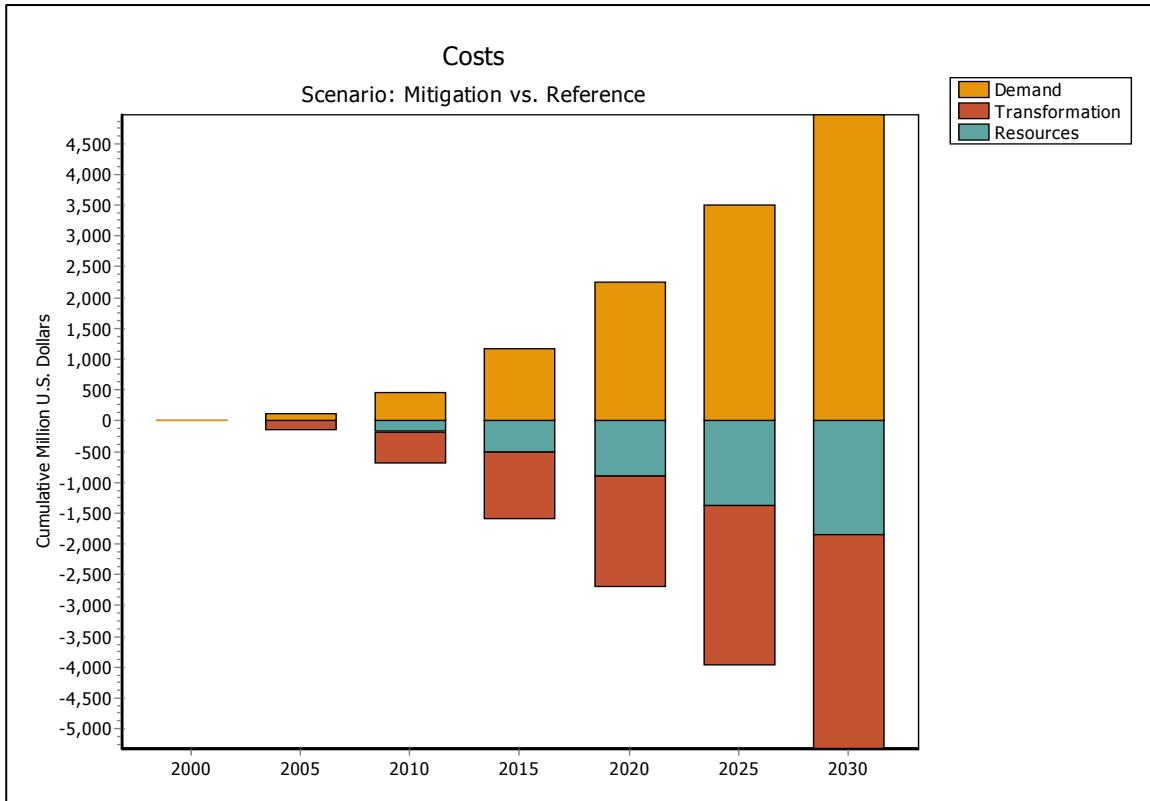
Na visualização Resumos você pode ver o **Valor Presente Líquido (VPL)** do cenário Mitigação relativo a outro cenário selecionado. O VPL neste caso é a soma de todos os custos e benefícios de um cenário menos os de outro cenário descontados ano a ano sobre todo o período em estudo.

Você deve ver resultados similares ao apresentado ao lado. Note que estes resultados indicam que pela demanda o cenário Mitigação apresenta custos maiores que o cenário Referência (já que estamos investindo em medidas de eficiência energética), mas isto é

	Mitigation
Demand	
Household	0.9
Industry	1.7
Transport	2.3
Commercial	0.0
Transformation	
Transmission and Distribution	0.0
Electricity Generation	-3.5
Charcoal Making	0.0
Oil Refining	0.0
Coal Mining	0.0
Resources	
Production	-2.1
Imports	0.2
Exports	0.0
Environmental Externalities	0.0
Net Costs	-0.4

compensado pelas economias no setor Transformação e na redução de requerimentos por recursos. O VPL final do cenário Mitigação é negativo, indicando que custa menos que o cenário Referência.

Você também pode ver os resultados graficamente na visualização Resultados. Selecione o ramo superior na árvore e selecione a opção de resultados Custos. Normalmente é mais informativo analisar a diferença dos custos com respeito ao cenário Referência. Por exemplo, tente elaborar o gráfico abaixo que mostra os custos incrementais descontados e acumulados no cenário Mitigação versus o cenário Referência.



Exercício 5: Um Estudo de Transporte

Neste exercício 5 você utilizará as ferramentas de análise de transporte do LEAP para construir cenários alternativos com respeito a carros e utilitários (SUVs). SUVs são veículos grandes energo-intensivos que por terem se tornado populares em vários países, especialmente nos Estados Unidos, estão causando um rápido aumento no consumo de combustíveis e nas emissões de gases de efeito estufa.

Primeiro construa no LEAP o Ano Base, inserindo o inventário de consumo de combustível e de emissões destes veículos. Em seguida, crie um cenário “*Business as Usual*” (BAU) que projeta consumo de combustível e emissões considerando a premissa de que nenhuma medida será adotada para redução do consumo de combustível e das emissões. Finalmente você irá criar e comparar cenários que examinarão algumas alternativas para redução do consumo de combustíveis e das emissões.

Como nos outros exercícios, iniciaremos criando uma Área e definindo os parâmetros básicos para o estudo.

Selecione **Área: Nova Área**, ou clique no botão **Nova Área** (📄). Nomeie a nova área “**Transportia**” (ou dê qualquer outro nome que preferir!). Marque a opção para criar a área *com dados padrões* e clique OK.

5.1 Parâmetros Básicos e Estrutura

Vá para **Geral: Parâmetros Básicos**.

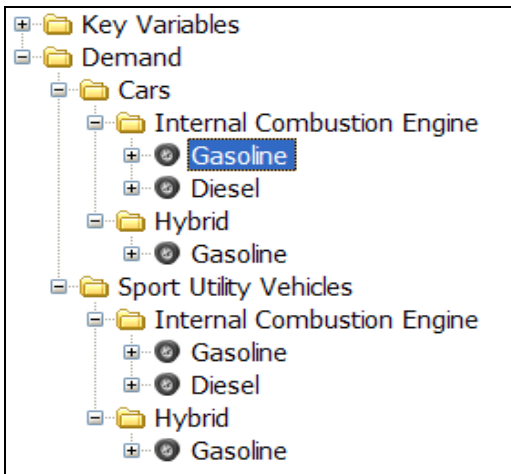
- Na aba Escopo selecione apenas a opção Cargas Ambientais do Setor Energético e Gases que não causam efeito estufa. Este estudo não incluirá dados de Transformação e de Recursos.
- Na aba Anos, insira o ano base 2000 e o ano final 2020.
- Transportia usa unidades comuns nos Estados Unidos e não unidades mais comuns em outros países, desta forma você terá que definir unidades padrões para seu estudo. Na aba Padrões selecione **Gallons of Gasoline Equivalent** (galões de gasolina equivalente) como a unidade padrão para energia, **Miles** (milhas) como a unidade padrão para distância, **Pounds/Million BTU** (libras/milhão BTU) como a unidade padrão para impactos ambientais associados a energia e **grammes/Vehicle-Mile** (gramas/veículo-milha) como a unidade padrão para impactos ambientais associados a transporte.
- Na aba Estoque, assegure-se que estão selecionadas as opções **Dados Top-down e Salvar Idades da Frota**.

Você está pronto para inserir sua estrutura de **Árvore**. Primeiro, crie duas categorias: uma para **Carros** e outra para **Utilitários** (SUVs). Clique no botão Adicionar (+) acima da árvore e crie os ramos de categoria (📁).

Abaixo de cada categoria, crie subcategorias para veículos convencionais com **Motores de Combustão Interna (ICE)** e veículos novos do tipo **Híbrido-Elétrico** (veja texto ao lado).

Abaixo de cada categoria **Motores de Combustão Interna** você irá criar duas tecnologias, **Gasolina** e **Diesel**. Assegure-se que você crie dois ramos de Tecnologia de Transporte (🚗) e selecione o combustível correto para cada ramo. Abaixo da categoria **Híbrido** você irá criar apenas veículos a gasolina.

Sua estrutura de árvore deve parecer como a apresentada abaixo:



Veículos Híbridos-Elétricos

Veículos híbridos combinam um motor de combustão interna com um motor elétrico e baterias para reduzir o consumo de combustível e as emissões de poluentes. A energia perdida na frenagem é capturada e retornada para a bateria num processo chamado "freagem regenerativa".

Diferentemente de veículos elétricos, híbridos têm a vantagem de não precisar ficar ligados na tomada para se abastecerem. Motores híbridos operam de forma mais eficiente e produzem menos poluentes que os motores de combustão interna convencionais.

Híbridos seriam vendidos a preços competitivos se todos os custos do tempo de vida do veículo fossem considerados. O maior custo inicial é mais que compensado pela economia em gasto com combustível.

Ao combinar gasolina com energia elétrica, híbridos permitem uma autonomia igual ou maior que a dos veículos usuais. Híbridos também oferecem um desempenho muito similar a dos veículos usuais.



Toyota Prius: um dos híbridos já disponíveis no mercado.

5.2 Dados do Ano Base

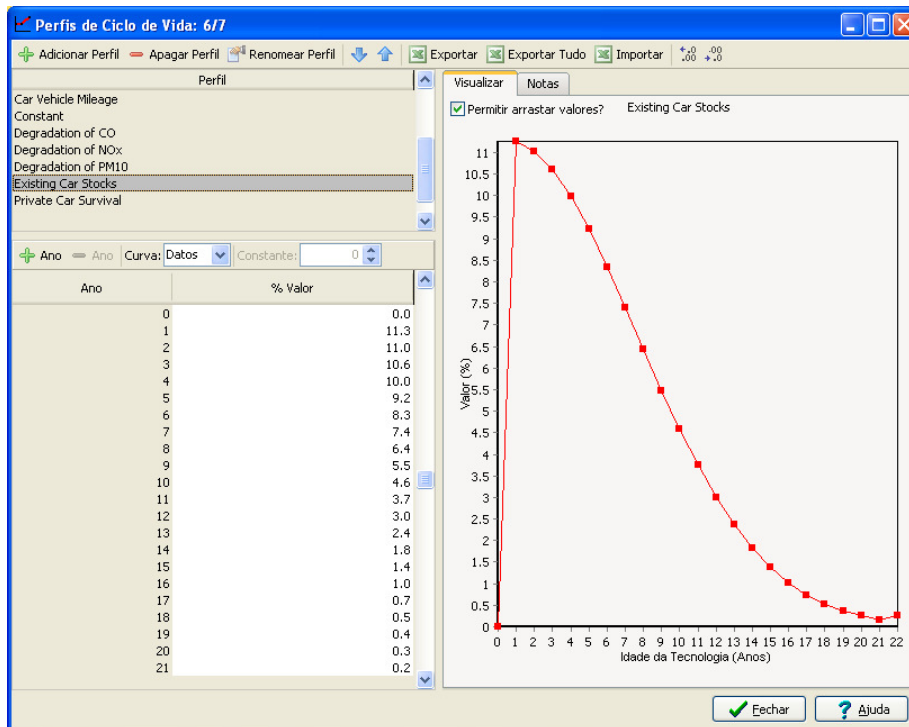
Agora insira os dados do Ano Base:

- Há 6 milhões de carros e 4 milhões de SUVs circulando no Ano Base (2000), excluindo-se os carros vendidos neste mesmo ano.
- As frotas existentes de Carros e SUVs é constituída de veículos de diversas idades (“vintages”). A participação percentual de cada uma dessas idades é apresentada na tabela à direita.

***Dica:** Cria um Perfil de Ciclo de Vida chamado “Estoque de Carros Existentes” para representar a distribuição por idade do estoque no ano base. A janela de Perfis de Ciclo de Vida pode ser acessada no menu **Geral**. Primeiro adicione um novo perfil e depois insira os dados apresentados ao lado. A figura abaixo mostra como esta informação será apresentada no LEAP. De volta à visualização **Análise**, vá à aba **Estoque** em cada ramo de tecnologia e na coluna **Perfil de Idade do Estoque**, selecione o perfil **Estoque de Carros Existentes**.*

Importante: Note que o LEAP requer que o **perfil de idade do estoque** não tenha nenhum veículo de idade zero. Isto se deve ao fato de que os dados de estoque que você inseriu para o ano base não incluem os veículos novos vendidos neste mesmo ano. Estes veículos são incluídos através da variável Participação nas Vendas.

Idade (Anos)	% da Frota
0	0.00
1	11.26
2	11.04
3	10.60
4	9.99
5	9.22
6	8.34
7	7.40
8	6.43
9	5.48
10	4.58
11	3.75
12	3.01
13	2.37
14	1.82
15	1.38
16	1.02
17	0.74
18	0.53
19	0.37
20	0.25
21	0.17
22	0.27



- No ano base, 0.8 milhões de carros e 0.5 milhões de SUVs foram vendidos. À medida que estes e outros veículos foram envelhecendo, os veículos são sucateados (tirados de circulação). Um perfil de sobrevivência que descreve este sucateamento de veículos pode ser representado por uma função exponencial como esta:

$$S_t = S_{t-1} \cdot e^{t \cdot -0.02}$$

Onde S é a fração de veículos circulantes e t é a idade em anos dos veículos.

Dica: Crie outro perfil de ciclo de vida chamado “Sobrevivência dos Carros” para representar o percentual de veículos que sobrevivem ao longo dos anos. Primeiro adicione um novo perfil e depois crie uma curva exponencial com o parâmetro constante -0.02 . De volta à visualização Análise, vá para a aba Vendas em cada ramo tecnologia e na coluna Perfil Sobrevivência, selecione o perfil Sobrevivência de Carros.

- Entre os carros e SUVs de combustão interna, 2% das vendas e 2% do estoque no ano base são veículos a diesel. O restante é de veículos a gasolina.
- 0.05% do estoque de carros no ano base e 0.5% das vendas de carros no ano base são veículos Híbridos.
- Assume-se que todos os novos carros e novos SUVs percorrem 15.000 milhas no primeiro ano. À medida que vão envelhecendo, vão percorrendo menores distâncias ano a ano. Esta redução na distância percorrida anualmente pode ser representada por uma função exponencial similar à função apresentada acima e também com uma constante -0.002 .
- A eficiência na consumo de combustível de cada tipo de veículo é apresentada na tabela ao lado. Assume-se que a eficiência é mantida constante ao longo da vida do veículo.
- SUVs híbridos não existem no momento.

Eficiência em 2000 (milhas por galão)

	Gasolina ICE	Diesel ICE	Gasolina Híbrido
Carros	25	28	40
SUVs	15	17	23

5.3 Fatores de Emissão do Ano Base

Agora você deve inserir Cargas Ambientais – neste caso as emissões associadas aos veículos que você está analisando. Para reduzir o volume de dados, vamos analisar apenas quatro poluentes neste exercício: o gás de efeito estufa Dióxido de Carbono (CO₂) e três poluentes que contribuem para a poluição local: Óxido de Nitrogênio (NO_x), Monóxido de Carbono (CO) e Material Particulado menor que 10 microns (PM₁₀).

Emissões de CO₂ de veículos dependem do tipo de combustível utilizado e da eficiência no consumo de combustível do veículo. As emissões podem ser especificadas em termos de emissões por energia consumida. Neste exercício usaremos a unidade libras de CO₂ por milhão de BTU de combustível consumido.

Poluentes locais são muitos mais dependentes do tipo de tecnologia de controle de emissões instaladas nos veículos e também costumam ser mais regulados pelos governos. Por isso os fatores de emissões costumam ser especificados em termos de veículo-milha percorrida. A unidade usada é grama de poluente por veículo-lilha percorrida. Pelo fato das emissões destes poluentes dependerem criticamente do desempenho dos conversores catalíticos ou de outros dispositivos de controle presentes nos veículos, é esperado que estas emissões por veículo-milha aumentem substancialmente com a idade dos veículos. Por esta razão, além de especificar os fatores de emissões para novos veículos, você deve também especificar a deterioração do fator de emissão para cada poluente que indicará como estas emissões aumentarão com a idade dos veículos.

O Governo revê e restringe continuamente as emissões veiculares com base em recomendações de sua Agência de Proteção Ambiental. Desde 1990, os padrões de emissões para novos veículos foram reduzidos várias vezes. A tabela abaixo indica como os padrões de emissões evoluíram para cada tipo de veículo desde 1990.

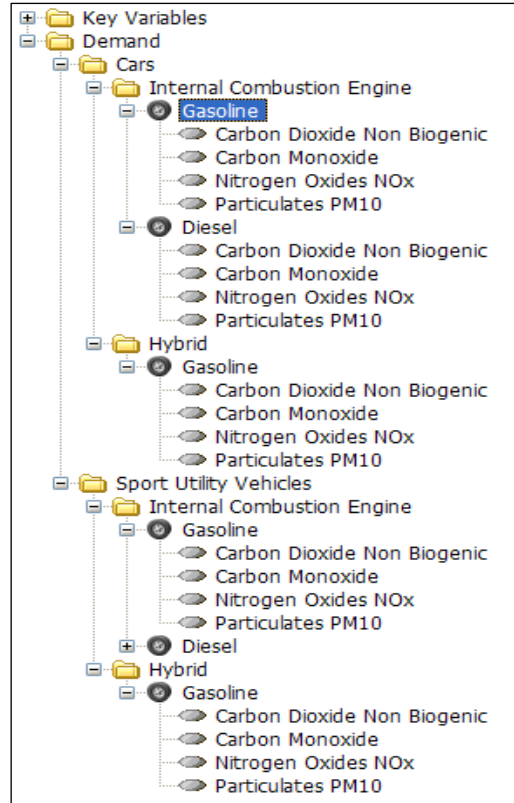
Carro	Poluente	Unidade	1990	1995	2004	Novo Padrao?
Gasolina	CO2	libras/milhoes BTU	159.50			
	CO	g/veiculo-milha	6.20	5.30	3.50	1.70
	NOx	g/veiculo-milha	0.44	0.35	0.04	0.03
	PM10	g/veiculo-milha	0.40	0.30	0.20	0.05
Diesel	CO2	libras/milhoes BTU	161.00			
	CO	g/veiculo-milha	1.05	0.54	0.20	
	NOx	g/veiculo-milha	0.60	0.27	0.08	
	PM10	g/veiculo-milha	1.50	1.50	0.50	0.20

Dados de emissões de veículo híbridos ainda não estão disponíveis. No entanto, estes veículos são regulados da mesma forma que os veículos convencionais de combustão interna e por isso assume-se que têm o mesmo fator de emissões que estes veículos.

Uma nova série de padrões de emissões afetará veículos fabricados a partir de 2004. O Governo também está considerando estabelecer novos padrões de emissões (listados na última coluna) que ainda não foram aprovados e por isso não se sabe quando serão efetivados e quando afetarão novos veículos fabricados.

Para inserir os dados acima no LEAP você deve criar ramos de cargas ambientais (☺) abaixo de cada tecnologia (☺). Na aba Carga Ambiental use o botão Adicionar (+) e adicione as emissões CO₂, CO, NO_x e PM₁₀. Uma vez concluído isto, sua árvore deve parecer com esta à direita.

É importante estabelecer a unidade correta para cada poluente. Para CO₂, selecione o Tipo “**de energia consumida**” e a unidade libra/milhão de BTU (*Pound/MMBTU*). Para os demais poluentes selecione o Tipo “**de transport**” e a unidade grammas/veículo-milha (*grammes/vehicle-mile*).



Como os padrões de emissões foram estabelecidos para novos veículos a partir de um ano específico, você deve inserir os dados para os anos 1990, 1995 e 2004 usando uma função degrau (*Step*). Como o ano para o novo padrão ainda não foi definido, você pode especificar este ano usando uma **Premissa Básica** chamada “New Reg Year”. Defina o valor desta variável como 2050 de forma que estes novos padrões não afetem seus cálculos iniciais.

Por exemplo, você pode criar uma expressão para representar emissões de CO de veículos a gasolina da seguinte forma:

Step(1990, 6.2, 1995, 5.3, 2004, 3.5, New Reg Year, 1.7)

Você também definir como os fatores de emissões para os poluentes locais se comportam ao longo do tempo conforme os veículos vão envelhecendo. Você novamente precisa criar perfis de ciclo de vida (o comando Alt-L abrirá a janela de que necessita) que indicará o fator de deterioração para cada poluente local: CO, NO_x e PM₁₀. A deterioração destes fatores pode ser representada por uma curva exponencial com os seguintes parâmetros: CO=0.006, NO_x=0.008, PM₁₀=0.005. Na visualização Análise, vá à aba **Carga Ambiental** em cada ramo de tecnologia e no **Perfil de Deterioração** selecione o perfil apropriado.

Emissões de dióxido de carbono (CO₂) dependem somente da quantidade de combustível consumida pelo veículo. Desta forma, neste caso pode ser usado um fator de emissão constante e nenhum perfil de deterioração é necessário (obs: **Perfil de Deterioração** deve ser definido como constante).

5.4 Cenário *Business as Usual*

Você está pronto para criar o cenário “*Business and Usual*” (*BAU*) que projeto consume de combustível e emissões assumindo que não há nem haverá medidas para redução do consumo de combustível ou para redução das emissões.

Vá para a janela **Gerenciar Cenários** (S) e clique no botão Adicionar (+) e adicione um novo cenário chamado “*Business as Usual*” (*BAU*). Insira os seguintes dados:

- As vendas de veículos devem dobrar, alcançando 2 milhões de veículos por ano em 2020. No entanto, todo este incremento deve ocorrer no segmento de mercado dos SUVs. Vendas anuais de carros serão mantidas em 0.8 milhões por ano até 2020 e as vendas de SUVs atingirão 1.2 milhões em 2020.
- A penetração de veículos Híbridos é mantida constante no cenário *BAU*. Nenhum SUV Híbrido é introduzido.
- Na ausência de novos padrões, o consumo de combustível é mantido constante durante todo o período de análise.
- Além dos novos padrões de emissões efetivados em 2004, nenhum outro padrão deverá ser imposto.

Você agora está pronto para ver os resultados do cenário *BAU*. Compare os seus resultados com os dados na tabela abaixo.

Estoque de Veículos (Milhões)		2000	2010	2020
Carros	Motores Combustão Interna\Gasolina	6.7	6.9	6.9
	Motores Combustão Interna\Diesel	0.1	0.1	0.1
	Híbrido\Gasolina	0.01	0.03	0.04
SUVs	Motores Combustão Interna\Gasolina	4.4	5.9	8.9
	Motores Combustão Interna\Diesel	0.1	0.1	0.2
Total		11.3	13.1	16.2
Venda Anual (Milhares)				
Carros	Motores Combustão Interna\Gasolina	780	780	780
	Motores Combustão Interna\Diesel	16	16	16
	Híbrido\Gasolina	4	4	4
SUVs	Motores Combustão Interna\Gasolina	490	833	1,176
	Motores Combustão Interna\Diesel	10	17	24
Total		1,300	1,650	2,000
Distância Percorrida Anual (Bilhões Veículo-Milhas)				
Carros	Motores Combustão Interna\Gasolina	94.8	98.2	99.1
	Motores Combustão Interna\Diesel	1.9	2.0	2.0
	Híbrido\Gasolina	0.1	0.5	0.5
SUVs	Motores Combustão Interna\Gasolina	62.8	85.9	128.2
	Motores Combustão Interna\Diesel	1.3	1.8	2.6
Total		160.9	188.3	232.5
Consumo de Combustível (Milhões de Galões de Gasolina Equivalente)				
Carros	Motores Combustão Interna\Gasolina	3,793	3,929	3,965
	Motores Combustão Interna\Diesel	69	72	72
	Híbrido\Gasolina	3	12	13
SUVs	Motores Combustão Interna\Gasolina	4,186	5,723	8,546
	Motores Combustão Interna\Diesel	75	103	154
Total		8,125	9,838	12,750
Emissões de Poluentes				
CO2 (Milhões de Toneladas)		70	85	110
CO (Milhares de Toneladas)		1,079	882	930
NOx (Milhares de Toneladas)		69	52	54
PM10 (Milhares de Toneladas)		82	36	14

Dica: se os seus resultados diferem em mais de um ponto percentual dos dados acima, primeira confira os dados no Ano Base e faça correções necessárias. Elimine primeiro qualquer erro no Ano Base antes de tentar corrigir anos futuros.

5.5 Cenários Alternativos

Agora você está pronto para examinar alguns cenários alternativos. Você deve iniciar analisando cada medida individualmente e depois combinando-as em cenários integrados.

5.5.1 Aumento de Eficiência no Consumo de Combustível

O primeiro cenário alternativo considerado pelo Governo é a determinação de padrões de eficiência energética para veículos convencionais com motores de combustão interna (i.e. não híbridos) a gasolina ou diesel. Os novos padrões exigem que novos carros e SUVs aumentem sua eficiência em 5% em 2005, 10% em 2010 e 20% em 2020 (todos os valores são relativos à eficiência no ano base).

Para simular este cenário, vá à janela **Gerenciar Cenários** (S) e crie um cenário “Aumento de Eficiência” abaixo do cenário BAU. Para reduzir o tempo de inserção de dados, você pode criar uma nova **Premissa Básica** para representar o aumento de eficiência. Por exemplo, você pode criar uma variável chamada “Meta de Eficiência”, definir o valor 1 para o Ano Base e no cenário “Aumento de Eficiência” especificar valores futuros através da expressão:

Step(2005, 1.05, 2010, 1.1, 2015, 1.2)

Agora vá a aba **Eficiência Consumo** em cada tipo de veículo e insira a expressão abaixo para o cenário “Aumento de Eficiência”:

BaselineValue*Meta de Eficiência

A eficiência no consumo de combustível nesse cenário será o resultado da multiplicação da economia no consumo de combustível no cenário BAU pelos valores estabelecidos em Meta de Eficiência.

5.5.2 Aumento da Penetração dos Veículos Híbridos Elétricos

O segundo cenário alternativo é o aumento da penetração de veículos híbridos elétricos através de subsídios e incentivos fiscais para fabricantes e consumidores. Espera-se que estes incentivos aumentem para 50% a participação dos híbridos nas vendas de carros e SUVs em 2020.

A eficiência no consumo de combustível dos híbridos deve aumentar com o amadurecimento da tecnologia. Carros híbridos a gasolina deverão atingir uma eficiência de 60 milhas por galão em 2020, enquanto SUVs híbridos devem atingir uma eficiência de 35 milhas por galão no mesmo ano.

Crie um novo cenário chamado Híbridos e insira um função **Interp** para especificar como as vendas futuras de carros e SUVs convencionais e híbridos irão evoluir.

5.5.3 Aumento da Penetração dos Carros a Diesel e Utilitários

Devida à maior eficiência e menores emissões de gases de efeito estufa, o Governo pretende promover o aumento de participação dos veículos a diesel nas vendas de carros e SUVs. No entanto, não é claro se estes benefícios são justificados já que veículos a diesel emitem mais poluentes locais, especialmente particulados. Espera-se que através de vários incentivos a participação de veículos a diesel aumente para 30% do mercado para veículos convencionais de combustão interna em 2020.

Crie um cenário chamado “Diesel” e insira uma função **Interp** para indicar como as vendas futuras de carros e SUVs de combustão interna serão divididas entre veículos a gasolina e veículos a diesel.

5.5.4 Novos Padrões de Emissões

Como mencionado na seção 5.3, o Governo também está considerando a introdução de novos e mais restritos padrões de emissões. O Governo quer os benefícios das reduções de emissões se os novos padrões foram adotados em 2010, tanto como uma medida isolada como uma parte de um pacote de medidas para reduzir a poluição local e combater o aquecimento global.

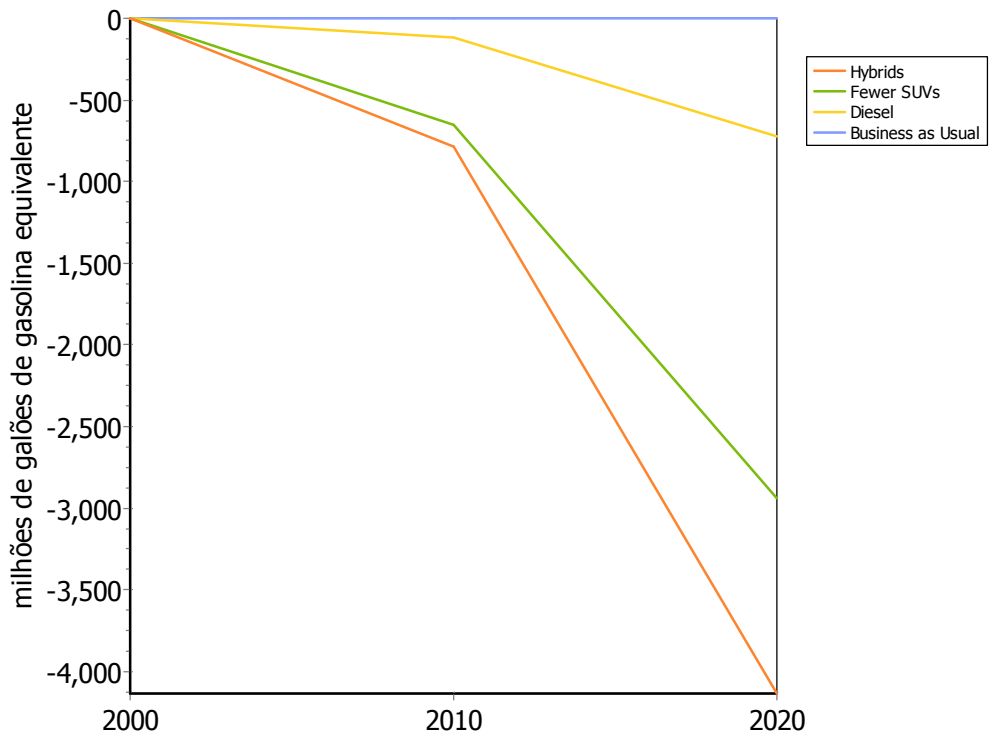
***Dica:** Crie um novo cenário chamado “Padrões de Emissões” e simplesmente edite o valor de “New Reg Year” em **Premissas Básicas**. Como você deve se lembrar, esta variável representa a data em que os novos fatores de emissões não introduzidos. Altere o valor para 2010.*

5.5.5 Promoção de Carros sobre os Utilitários

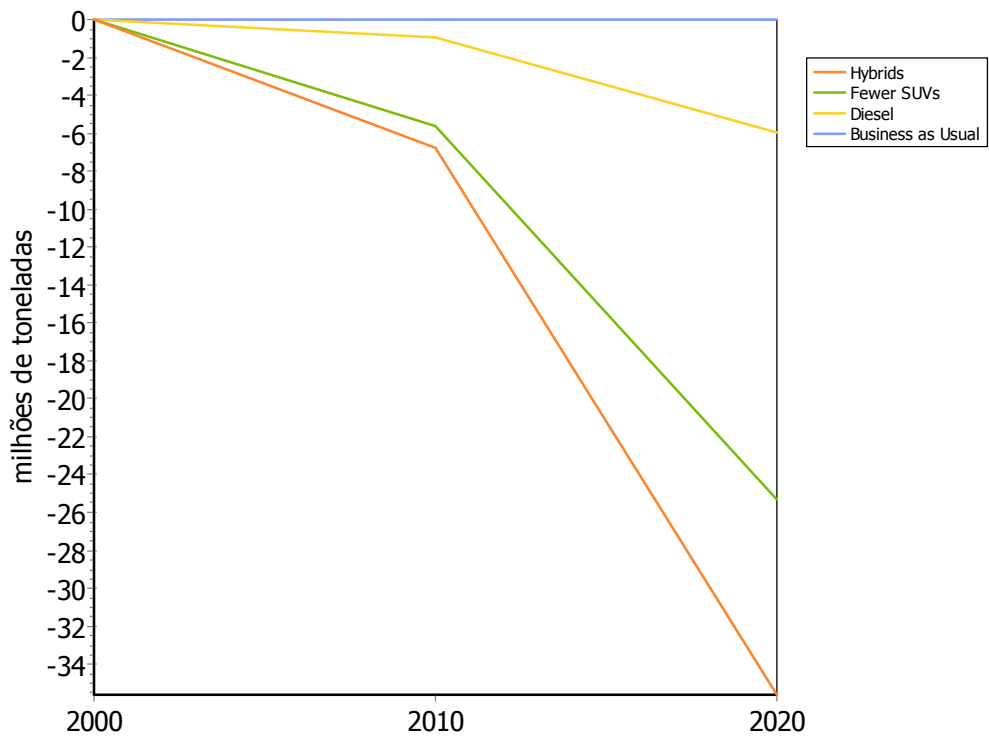
O Governo também está considerando promover uma série de medidas para desencorajar consumidores a comprarem grandes e ineficientes SUVs, tais como impostos sobre combustíveis ou emissão de carbono e seguros automotivos proporcionais ao tamanho e consumo de combustível dos veículos. Com isto, espera-se que as vendas de SUV em 2020 possam ser reduzidas em 500.000 unidades, enquanto as vendas de carros aumentem em quantidade similar.

Agora você pode ver os resultados dos seus cenários. Compare-os com os gráficos apresentados abaixo.

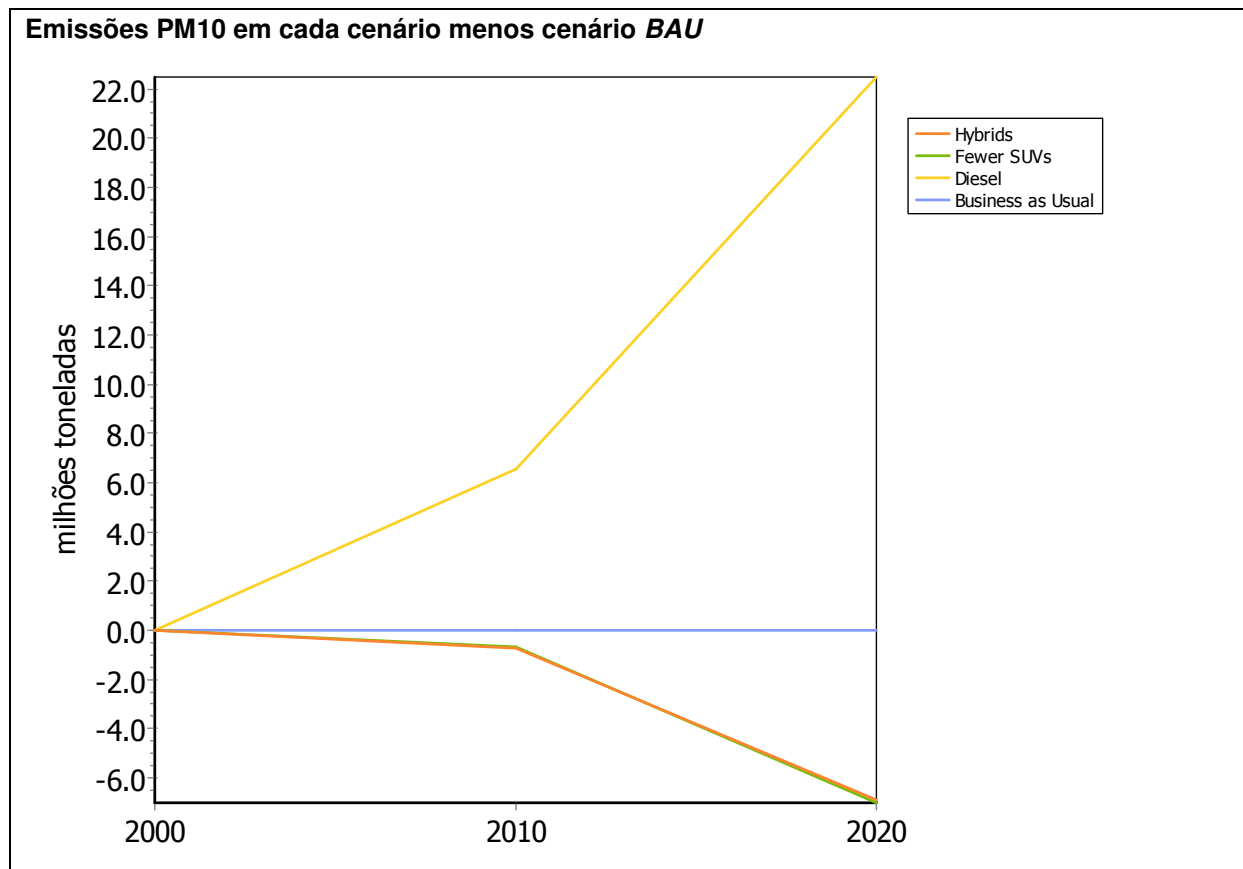
Consumo em cada cenário menos cenário BAU



Emissões CO₂ em cada cenário menos cenário BAU



Para estes dois gráficos, resultados do cenário "padrões de emissões" são os mesmos que os do BAU.



Note que em alguns cenários há melhoria de algum aspecto ambiental em detrimento de outro aspecto ambiental. Em particular, note que o aumento do uso de veículos diesel reduz as emissões de CO₂ mas aumenta significativamente as emissões de PM₁₀ e NO_x.

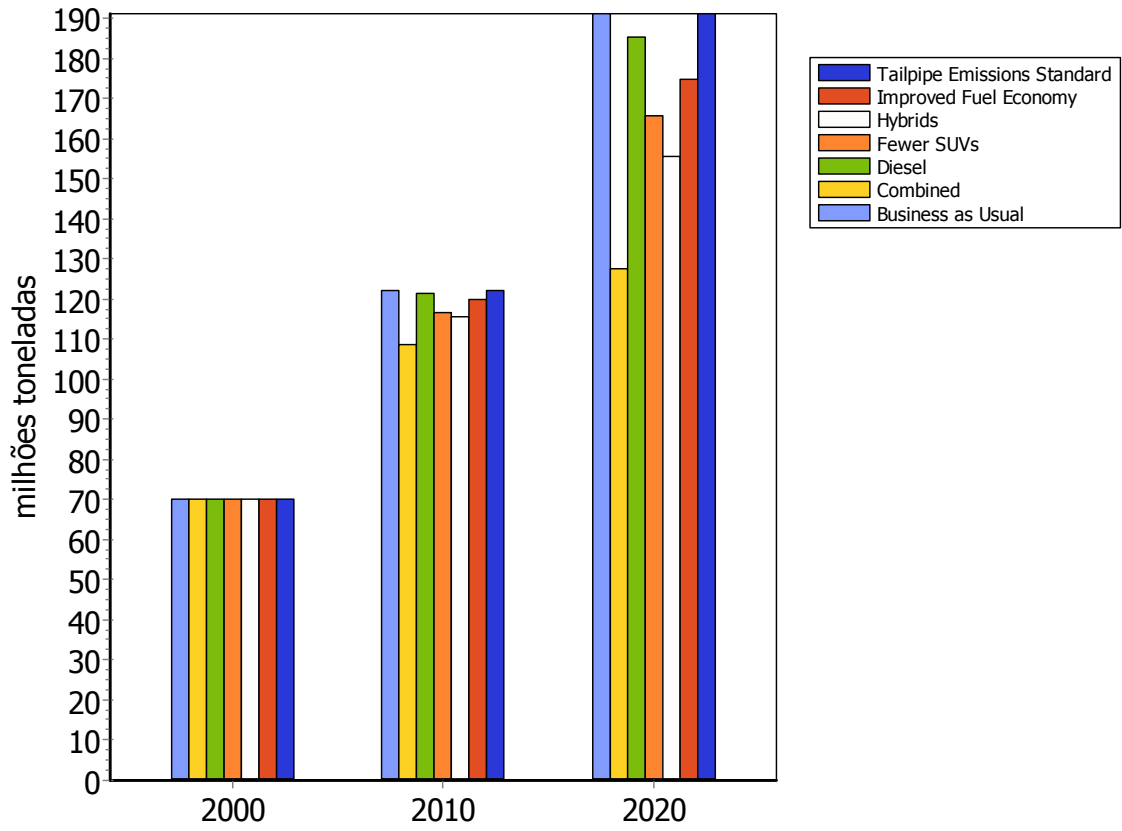
Você pode tentar criar uma combinação de cenários. Comece combinando os seguintes cenários:

- Aumento de Eficiência no Consumo de Combustível
- Novos Padrões de Emissões
- Aumento da Penetração dos Veículos Híbridos Elétricos
- Promoção de Carros sobre os Utilitários

Abra a janela **Gerenciar Cenários** (S) e crie um novo cenário chamado “Combinado” que herda a estrutura e os dados do cenário BAU. Na aba Herança, clique no botão adicionar (+) e adicione os cenários mencionados acima ao campo “Herdar Também De”. Você não precisa inserir dados neste cenário já que ele automaticamente herdará todos os dados inseridos nos referidos cenários.

Agora compare os resultados deste novo cenário combinado aos cenários individuais e ao cenário BAU.

Comparação das Emissões de CO₂ entre Cenários



Exercício 6: Mozambique_EdM

Neste exercício 6 você utilizará dados reais para construir um cenário alternativo com respeito ao consumo de electricidade.

1.

Veja as Premissas: 20% da população tem acesso a electricidade em 2010, e prevê-se que esta % aumente para 50 em 2030.

2.

Calcule o número de Clientes domésticos, com base na % da população com acesso a electricidade. Dica: considere o parâmetro tamanho agregado familiar.

3.

Introduza os dados seguintes no modelo LEAP relativos ao de referente (veja o ficheiro de Excel: 'Exercicio6_EdM')

	2007	2008	2009	2010	2011-2030 per
Outro / Other	48,347	57,079	57,370	69,192	15%
Geral	44,953	53,440	53,490	64,970	20%
Agricultura / Agriculture	22	30	35	37	5%
GCBT	1,677	1,830	1,977	2,223	12%
MT&AT	1,695	1,779	1,868	1,962	1%
Total	512,544	616,512	737,953	860,050	

4.

As novas ligações dos clientes domésticos da EdM são de famílias relativamente pobres e, portanto, com baixo consumo de energia, em média. Este facto irá reduzir a intensidade energética do sector doméstica em 5% por ano até 2020. Depois de 2020, devido ao aumento do desenvolvimento económico, espera-se que a intensidade energética aumente a uma taxa anual de 3% até 2030..

5.

Considere que as perdas de distribuição irão reduzir 10% em 2005 e em 5% em 2030.

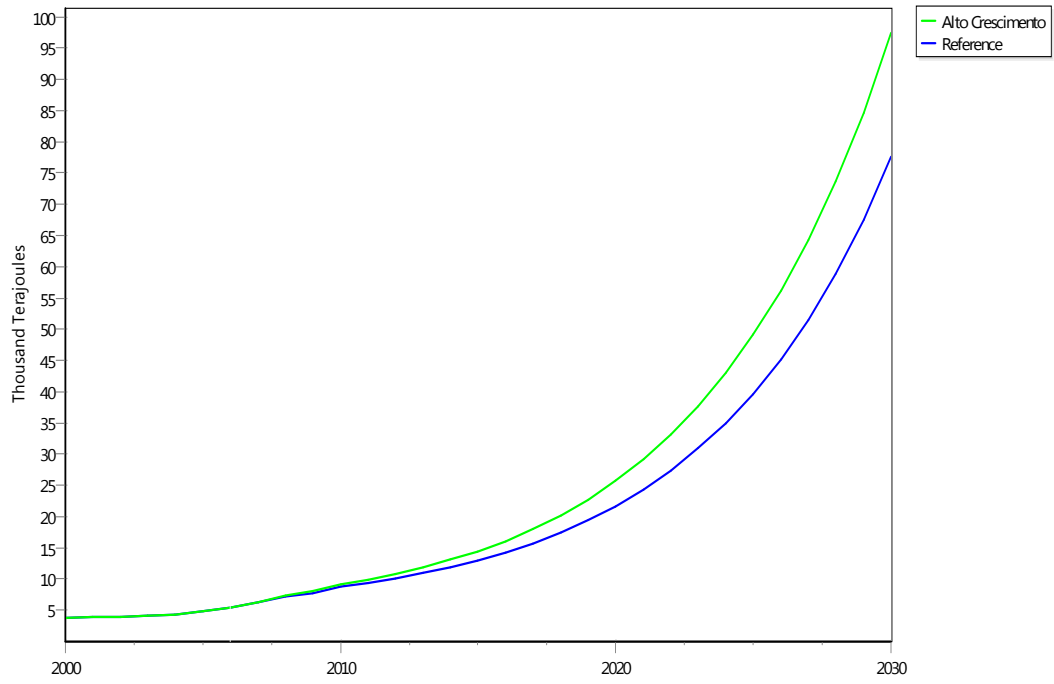
6.

Assuma que em 2015 a barragem de Mpanda Nkuwa estará pronta. Considere que a barragem tem uma capacidade instalada de 500MW, eficiência de 100%, e disponibilidade máxima de 80%. Assuma também que a sua produção será despachada antes da importação.

7.

Crie um novo cenário denominado 'Alto Crescimento'. Este cenário deriva do cenário de referência, sendo a única diferença o facto de assumirmos que a população irá crescer em 3% até 2030. Compare a procura de electricidade entre os 2 cenários. As curvas obtidas devem ser conforme o gráfico abaixo.

Demand: Energy Demand Final Units
Fuel: All Fuels



Exercício 7: Mozambique_Combustiveis

Neste exercício 7 você irá criar e actualizar o banco de dados Moçambique: inserir dados realizados e fazer projecções e vários cenários alternativos. Analisamos 6 produtos petrolíferos: Jet A1; Petroléo de Iluminação; Fuel Oil; GPL; Gasolina; Gasoléo. Fazemos cenários da sua evolução no tempo.

Construção do modelo:

Abre LEAP_Area Combustiveis. Inclua estas quantidades (cuidado: é preciso mudar *algo* em “Parametros basicos”...)

(Resultados:)

	<i>Masa por volumen</i>		<i>Litros de vendas 2010</i>	<i>Kg de vendas 2010</i>	<i>Tonnes de vendas 2010 Input para o LEAP</i>
<i>gasoléo</i>	<i>0,84</i>	<i>kg/litro</i>	<i>598 945 308</i>	<i>503 114 059</i>	503 114
<i>gasolina</i>	<i>0,76</i>	<i>kg/litro</i>	<i>211 779 599</i>	<i>160 952 495</i>	160 952
<i>JetA1</i>	<i>0,71</i>	<i>kg/litro</i>	<i>56 021 886</i>	<i>39 775 539</i>	39 776
<i>Fuel oil</i>	<i>0,9</i>	<i>kg/litro</i>	<i>922 790</i>	<i>830 511</i>	831
<i>GPL</i>	<i>0,55</i>	<i>kg/litro</i>		<i>15 949 121</i>	15 949
<i>Petroléo de Iluminação</i>	<i>0,71</i>	<i>kg/litro</i>	<i>25 636 213</i>	<i>18 201 711</i>	18 202

Também actualiza:

População 2010	21 700 700	habitantes
PIB 2010:	9900	Millhoes de Dollars

Comparar cenários para Moçambique:

1. Exercício “Tendência de consumo”

Cria um cenário “TEN” (Tendência)
É uma herencia de REF que ja existe

Para o cenário TEN, vamos fazer o seguinte: assumir que até 2030, a tendência fica a mesma que durante o periodo 2000-2010:

Usa a função “Growth” com Ctrl+G

- Petroléo de Iluminação:
 1. -8,6% por ano.
 2. Input a tasa no cenário “TEN”

- Fuel Oil
 1. -24,5% por ano.
 2. Input a tasa no cenário “TEN”
- GPL
 1. +1,21% por ano.
 2. Input a tasa no cenário “TEN”
- Jet A1:
 1. -0,65% por ano.
 2. Input a tasa no cenário “TEN”
- Gasolina:
 1. +11,7% por ano.
 2. Input a tasa no cenário “TEN”
- Gasoléo
 1. +6% por ano.
 2. Input a tasa no cenário “TEN”

➤ *Olha os Resultados, tira um Grafico e uma tabela Excel*

2. Exercicio “Projección alternativa”

Cria um cenário “ALT” (Alternativo)
É também uma herencia de “REF”

- Petroléo de Iluminação:
 1. Veja o consumo com um cenário de crescimento **se os niveis de consumo per capita ficam igual ao nivel actual** = Crecimento de +2,2% ano (por causa do crecimiento da população)
 2. Fica com esa tendência y pasa por o proximo
- Fuel Oil
 1. Tendência actual de evolução até 2020 **e logo** um crecimiento de 1% por ano.
- GPL
 2. Tendência actual de evolução até 2020 **e logo** um crecimiento de 5% por ano.
- Jet A1:
 1. Veja o consumo **se ha de crescer no mesmo ritmo que o PIB**
- Gasolina:
 1. Adiciona **1,5% acima da tendência actual**
- Gasoléo
 1. Adiciona **1,5% acima da tendência actual**

➤ *Olha os Resultados do Cénario “ALT”, tira um Grafico e uma tabela Excel*
➤ *Compara com os resultados do Cénario “TEN”*

- ✓ Qual é a diferença entre o consumo total em 2025 com TEN e o consumo total 2025 com ALT ? Em Thousand Ton Oil Equivalent

Resultado deve ser 402 000 Ton Oil Equivalent

3. Exercício “Custos da demanda”

Cria um cenário “TEN+CUS” (Referência+Custos)
>é uma herencia do cenário TEN!

- ✓ Input os dados de custos da demanda para 2010.

	Toneladas vendidas no Mercado interno 2010	Custos sociais (vendas) em USD 2010	USD/Tonne
diesel	503 114	472 592 462	939
gasoline	160 952	202 060 946	1255
jet fuel	39 776	53 412 648	1343
LPG	8 772	21 123 482	2408
Petroléo de Iluminação	20 509	15 368 266	749
heavy fuel oil	886	733 359	828

Olha: estes são custos de 2010, devem ficar nos Current accounts.

- ✓ Com os Custos da demanda para 2010, **aplica uma estimacão de inflacão dos Custos da demanda e**
- ✓ **estima o valor que o pais tera que pagar** em 2020 (em dollars de 2010).

(Imagina um cenário de crescimento de preço até 2030, input uma tasa de crescimento (Ctrl+G), faz isso para cada Combustivel). Escreve bem claramente em “Notas” o num rascunho tuas suposicões.

- ✓ Calcula para **2010** as importacões de Combustiveis como % do PIB (em dollars de 2010) com os Current accounts.
- ✓ Calcula para **2020** as importacões de Combustiveis como % do PIB (em dollars de 2010) com o Cénario “TEN+CUS”.
- ✓ Com o cenário “TEN+CUS”; Cuantos USD (de 2010) Moçambique va gastar em 2025 para Gasoléo + Gasolina? Isso é quantas vezes mais que em 2010?

4. Exercício “Biocombustíveis”

Cria um cenário “TEN+CUS+MIX” (Referência+Custos+Mistura)
>é uma herencia do cenário TEN+CUS!

- ✓ Em “Gasolina” impor um % de mistura obrigatoria a partir de 2012: **10% de Ethanol** e nomea-lo “**Bioethanol**”. O Bioethanol têm uma Intensidade Energética Final de 43 Gigajoule Per Tonne
 - *Como fazer?*
- ✓ Em “Gasóleo” impor uma % de mistura obrigatoria a partir de 2012: **3% de Ethanol** y nomea-lo “**Biodiesel**”. O Biodiesel têm uma Intensidade Energética Final de 41 Gigajoule Per Tonne

Dica: Usa a função Step(ano; valor porcentual) o a função Interp(ano; 0; ano; valor porcentual)

Olha: O Gasóleo e a Gasolina serao compostos de 3 e 10% de Ethanol respectivamente, o resto sendo combustivel normal.

- ✓ Faz uma estimação das tonnes de Biocombustíveis que o pais tera que produzir em 2020, 2025, 2030 para cumprir com a meta de mistura.

Resultados

2020	38160 t
2025	59837 t
2030	95325 t

- ✓ Estima as importações poupadas no periodo 2012-2020 se o pais logra cumprir com a mistura obrigatoria, em US Dollars de 2010.
 - *Como fazer?*

Resultado

280,9 Millhoes de Dollars de 2010

Exercício 8: Mozambique_Renovaveis

Neste exercício 7 você utilizará dados reais de Mozambique para construir um cenário alternativo com respeito ao sector de combustiveis.

1.

Crie sob a demanda 2 categorias: 1) Casas com acesso a electricidade, e 2) casas sem acesso a electricidade

2.

Assuma que a taxa de electrificacao é a seguinte:

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005
% populacao com acesso a rede electrica	5%	5.2%	5.5%	5.7%	6.8%	7.8%

Assuma que a o Ministerio de Energia pretende que em in 2030 30% da populacao tenha acesso a electricidade.

3.

Assuma que

- A lenha e o carvao sao usados apenas pelo sector domestico
- Todas casas sem acesso a electricidade usam carvao e lenha
- 20% das casas electrificadas usam carvao e as outras 20% usam lenha

4.

Considere os seguintes dados (veja tambem o ficheiro de Excel: 'Exercicio8_Renovaveis')

		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Producao de lenha	GJ	268,000,820	270,895,229	273,820,897	276,778,163	279,767,367	282,827,049
Producao de carvao vegetal	GJ	11,187,000	11,484,000	11,715,000	11,946,000	12,184,920	12,428,618
Lenha usado pela producao de carvao vegetal.	GJ	44,670,051	45,180,677	45,685,744	46,195,866	46,712,366	47,240,907
Households	#	3,448,448	3,531,231	3,616,505	3,696,900	3,784,310	3,871,061

Calcule a intensidade energetica para lenha e carvao, e insira os resultados dos seus calculus no LEAP.

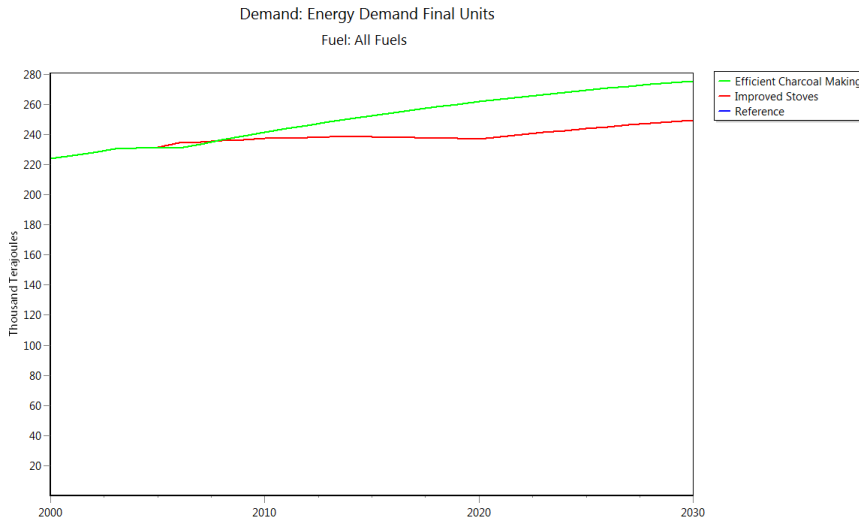
5.

Crie um novo cenario, "Producao Eficiente do Carvao". Neste cenario assumimos que a producao do carvao a partir da lenha é mais eficiente (por exemplo, atraves do uso de fornos melhorados) em comparacao com a producao descrita no Cenario de Referencia. Considere que em 2020, 25% do carvao é produzido com um nivel maior de eficiencia de 20% (i.e. 40% ao inves dos 20%)

6.

Crie um novo cenario designado “Fogoes Melhorados”. Neste cenario assumimos que os fogoes melhorados de lenha usam este combustivel de forma mais eficiente em comparacao com o cenario da referencia. Considere que em 2020, a intensidade energetica da lenha, por cada casa, é 10% mais baixa que no cenario de referencia.

Compare a procura de energia entre os 3 cenários. As curvas obtidas devem ser conforme o gráfico abaixo.



Compare a producao de carvao vegetal entre os 3 cenários. As curvas obtidas devem ser conforme o gráfico abaixo.

