

UNIDADE 4 – MODELANDO E SIMULANDO NEGÓCIOS

MÓDULO 1 – CONSTRUINDO UM MODELO PARA SIMULAÇÃO

01

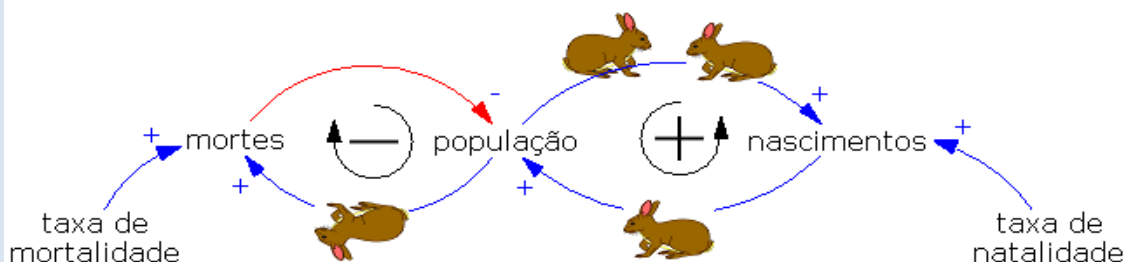
1 - SIMULAÇÃO DE UM MODELO

Vamos à simulação de um modelo de uma população de coelhos. O processo de modelagem quantitativa inicia-se com a diagramação do modelo, implementação das equações e valores iniciais. Em seguida, o modelo é simulado e o conjunto de dados gerados (*dataset*) é automaticamente armazenado. Finalmente, os dados da simulação podem ser analisados com as ferramentas de análise para identificar a dinâmica de comportamento das variáveis.



A construção de um modelo segue padrões de criação, análise e reconstrução, em um processo interativo até que o modelo atinja um nível adequado. **Tanto o processo de simulação como o de análise de comportamento do modelo fazem parte do processo de refinamento.**

Antes de diagramar o modelo quantitativo é desejável diagramar o modelo qualitativo. Este procedimento já foi realizado anteriormente, conforme diagrama replicado a seguir:

**02**

No Vensim, o comportamento do modelo na simulação é determinado apenas pelas equações que governam os relacionamentos entre as diferentes variáveis. O diagrama estrutural de um modelo é uma fotografia dos relacionamentos entre as variáveis.

O Vensim enfatiza a consistência do diagrama e das equações mas informações podem ser omitidas ou perdidas. Durante a construção do modelo de simulação, deve-se estar certo de que as equações são copiadas exatamente como apresentadas neste curso.

03

2 - CONVENÇÕES DO VENSIM

O diagrama do modelo deve estar claramente definido para facilitar a construção, análise e apresentação. Grande parte dos modelos nesse curso segue certas convenções que recomendamos, embora os usuários possam criar suas próprias convenções.

Observação: tendo em vista manter a uniformidade no momento de correção dos modelos elaborados pelos alunos, exige-se que os mesmos sigam os padrões sugeridos no curso.

Estoques têm a primeira letra em maiúscula. **Ex.: População.**

Fluxos, auxiliares, constantes e outros tipos de variáveis são sempre escritos em letras minúsculas. **Ex.: tempo médio de vida.**

04

No diagrama, Estoques (Level) são sempre criados com a ferramenta **Box Variable**. Quando se usa essa ferramenta para criar objetos no diagrama, estes são sempre denominados de Estoque. Quando o editor de equações é aberto, pode-se observar que as variáveis adicionadas, com a ferramenta **Box Variable**, têm o tipo *Level*. É possível trocar o tipo de variável no editor de equações ou construir Estoques sem a caixa que o caracteriza, entretanto, **esse não é um procedimento recomendado**, uma vez que pode criar confusão.

Fluxos são usualmente criados com a ferramenta **Rate**. Como padrão, os fluxos são sempre criados com um nome, mas, se a tecla Esc for pressionada, a caixa de texto referente ao nome será fechada (o fluxo fica sem nome). Entretanto, este procedimento não é recomendado. Por padrão, o Vensim também desenha fluxos com uma única ponta de seta que indica a direção do fluxo. É possível adicionar uma outra ponta de seta na outra extremidade do fluxo, clicando com o botão direito do mouse sobre o fluxo sem ponta de seta (com a ferramenta **Move/Size** selecionada) e marcando a opção **Arrowhead** na caixa de diálogo.

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE: a presença ou ausência de uma ponta de seta em um fluxo não interfere na equação do fluxo definida para o modelo de simulação. A equação de um fluxo pode fazer com que ele faça o nível do estoque decrescer, embora uma simples ponta de seta indica, no diagrama, que o fluxo aumenta seu nível. **Cabe ao modelador definir uma equação que faça o fluxo comportar-se adequadamente.**

Constantes, auxiliares e outras variáveis são usualmente criadas com a ferramenta **Variable** e aparecem como palavras no diagrama, sem caixa. Algumas convenções apresentam auxiliares e constantes em

formato de círculo (com o nome aparecendo embaixo). É possível mudar o formato de uma variável, clicando com o botão direito do mouse sobre o nome da variável e escolhendo um formato diferente. Contudo este procedimento não é recomendado, pois pode “poluir”, visualmente, a janela de construção (Build window) em modelos com um número expressivo de variáveis auxiliares e constantes.

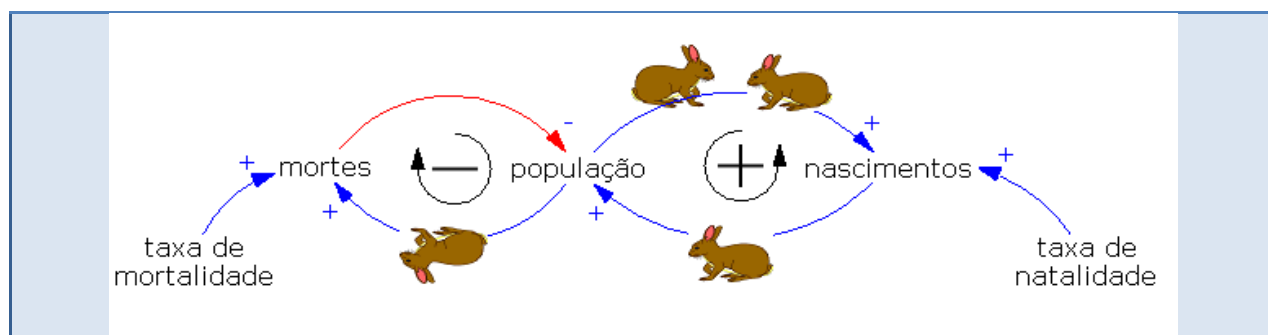
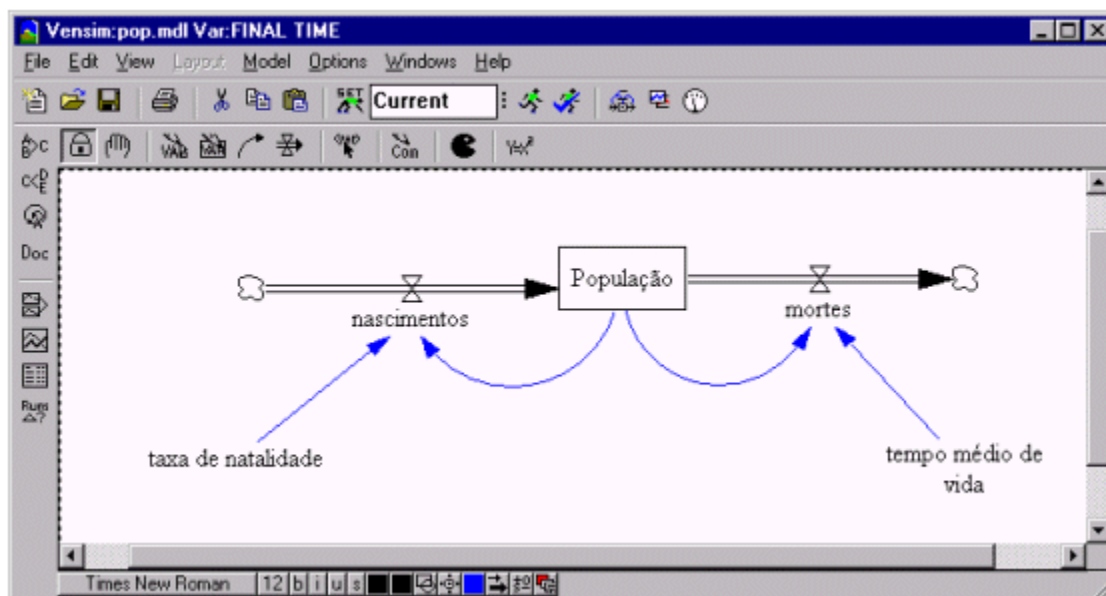
05

3 - DIAGRAMANDO O MODELO DA POPULAÇÃO DE COELHOS (POP.MDL).

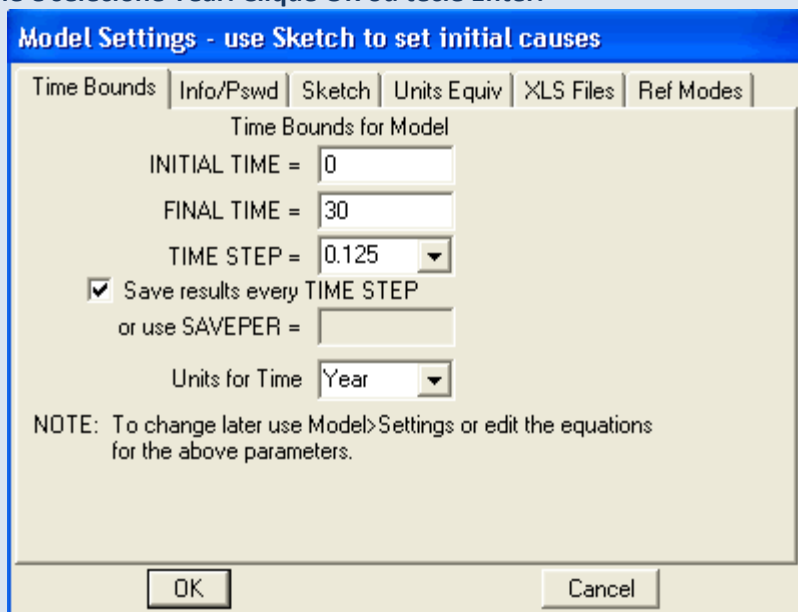
O modelo que vamos construir é apresentado a seguir. Siga as instruções com atenção para que seu diagrama fique parecido com este e não contenha erros. Similarmente ao modelo qualitativo, a estrutura do modelo População mostra que um *feedback* positivo de *População* para *nascimentos* aumenta *População*, enquanto um *feedback* negativo de *População* para *mortes* diminui *População*.

Configurações iniciais.

Diagramação do modelo.

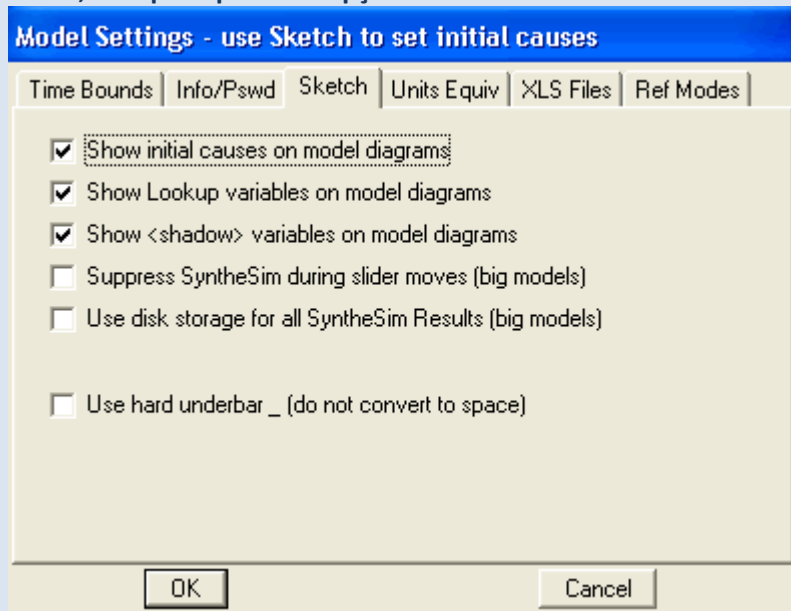


- Inicie o Vensim.
- Clique no ícone New Model, ou execute o comando File>New Model...
- Na caixa de diálogo de parâmetros do modelo (guia Time Bounds), digite 30 para FINAL TIME, digite (ou selecione na listagem) o valor 0.125 para TIME STEP. Clique na caixa de seleção de Units for Time e selecione Year. Clique OK ou tecle Enter.



Os parâmetros de tempo deste modelo sugerem uma simulação anual iniciando no ano zero e finalizando no ano 30, subdivididos em intervalos de tempo de 1/8 do ano (0.125), que equivale a 45 dias (31 dias de gestação da coelha e 14 dias para sincronização de um novo cio).

- Na guia Info/Sketch, marque a primeira opção Show Initial Causes on model diagrams.



Selecione a ferramenta Box Variable e clique no meio do diagrama. Digite População e tecle Enter.

- Selecione a ferramenta Rate. Clique uma vez no diagrama, aproximadamente 5 cm à esquerda da variável População, mova o cursor sobre População e clique novamente. Digite nascimentos e tecle Enter.
- Clique sobre o estoque População e mova o cursor aproximadamente 5 cm para a direita e clique novamente. Digite mortes e tecle Enter
- Selecione a ferramenta Variable. Dê um clique abaixo de nascimentos, digite taxa de natalidade e tecle Enter. Dê um clique abaixo de mortes, digite tempo médio de vida e tecle Enter.
- Selecione a ferramenta Arrow. Clique uma vez sobre taxa de natalidade e depois sobre nascimentos. Clique uma vez sobre tempo médio de vida e depois sobre mortes.
- Clique uma vez sobre População e depois no diagrama, um pouco abaixo e à esquerda de População e, em seguida, clique sobre nascimentos.
- Clique uma vez sobre População e depois no diagrama, um pouco abaixo e à direita de População e, em seguida, clique sobre mortes.
- Clique no ícone Save e nomeie o modelo como pop.mdl.

06

4 - DEFININDO E INSERINDO EQUAÇÕES

O modelo está estruturalmente completo. Contudo, para simular, é necessário um conjunto de equações para descrever cada relacionamento. Essas equações são expressões algébricas simples, definindo uma variável em função das outras com que esteja relacionada. Por exemplo:

$$\text{nascimentos} = \text{População} * \text{taxa de natalidade}$$

Observando o diagrama, vê-se que taxa de *natalidade* não tem causa, é uma constante no modelo. Essa constante tem um valor numérico que será preenchido posteriormente.

Para cada equação digitada no modelo, será definida uma unidade de medida. As unidades permitem checar a consistência dimensional entre todas as equações e implicam verificar se o modelo está correto.

Após todas as equações terem sido digitadas, o modelo poderá ser conferido pela execução do comando **Model>Units Check** (Ctrl + u).

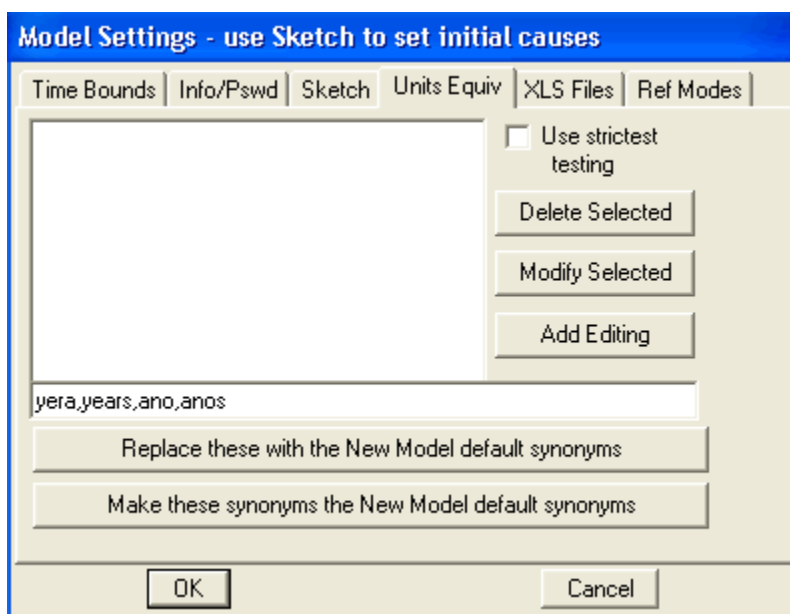
07

Se estivermos trabalhando com soja ou milho, por exemplo, a unidade de medida seria quilogramas (**Kg**) ou toneladas (**T**). Se trabalharmos com água, óleo ou gasolina a unidade de medida seria litros (**l**). Se trabalharmos com o tempo, as unidades de medida seriam segundos (**s**), minutos (**m**), horas (**h**), dias, semanas, meses, anos, etc.

Como o Vensim é um *software* desenvolvido nos EUA e não foi, ainda, adaptado à cultura dos demais países, necessitaremos fazer pequenas alterações nas unidades de medida.

08

- Execute o comando **Model>Settings...** na barra de menu para abrir a caixa de diálogo de parâmetros.
- Dê um clique na guia **Units Equiv** no alto à direita na caixa.
- Na caixa de edição das unidades digite **year,years,ano,anos**, conforme figura. Em seguida, dê um clique no botão **Add Editing**.



Atenção: como se pode observar, *year, years, ano e anos* são sinônimos, ou seja, o Vensim entenderá essas unidades como equivalentes. Essa alteração é basicamente necessária quando se trabalha com unidades de tempo, que já vêm pré-definidas no software. Outras unidades poderão ser digitadas normalmente, sem a necessidade de estabelecer sinônimos, como veremos mais adiante.

09

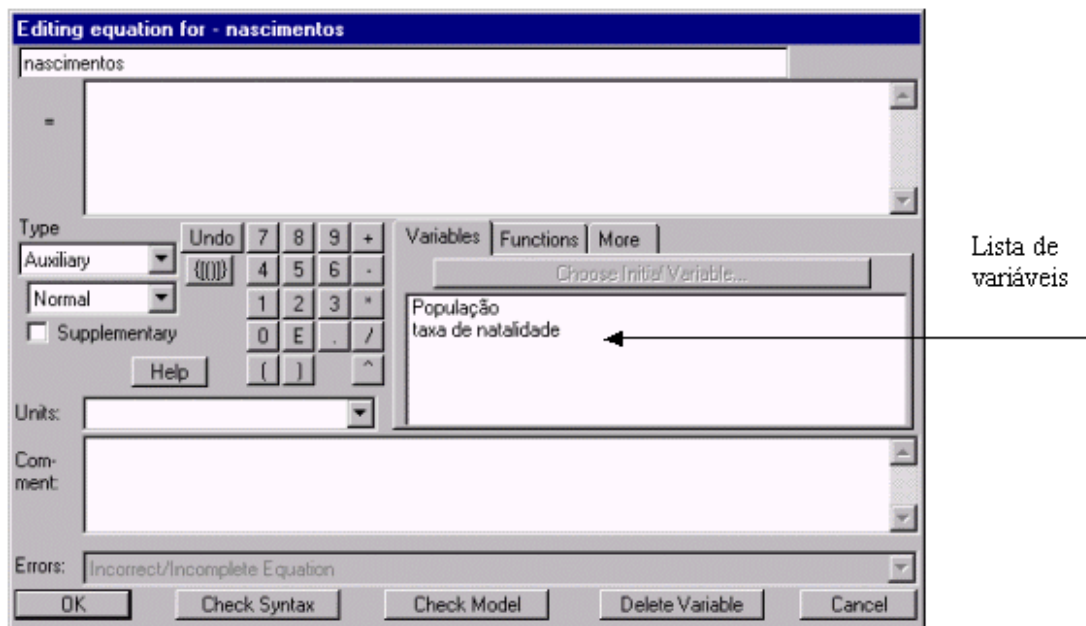
- Clique no ícone da ferramenta **Equations**.

Todas as variáveis do modelo ficarão selecionadas por uma **tarja preta**, que serve para indicar que **ainda não foi digitada uma equação para a variável** ou que a equação está incompleta. À medida que forem sendo introduzidas as equações para as variáveis, essas retornarão à sua aparência normal. Executando o comando **Model>Check** (Ctrl + T) ou o clicando sobre o ícone **Check Model**, é possível identificar quais variáveis ainda não têm uma equação.

5 – PARA VARIÁVEL DO TIPO AUXILIAR (RATE)

- Clique sobre a variável - *nascimentos* - no modelo.

Após executar o comando anterior, abra o editor de equações. Na parte de cima do editor, encontra-se escrito o nome da variável: *nascimentos*. A caixa de seleção **Type**, no lado esquerdo do editor, mostra o tipo da variável: **Auxiliary** (Auxiliar). Clique na seta da caixa de seleção para conhecer os outros tipos de variáveis. Esteja certo que de o tipo de variável *Auxiliary* esteja selecionado depois da consulta. Dê um clique, com o cursor, dentro da caixa de edição da equação (à direita do sinal de "=") para que o ponto de inserção se posicione lá dentro para digitação.



10

- Digite a equação para nascimentos (digitando na caixa de edição):
*População * taxa de natalidade*

Ou

- Clique na variável *População* que está na lista de variáveis (observe a ilustração anterior), digite o símbolo * (que significa multiplicação) e clique em *taxa de natalidade* na lista de variáveis.

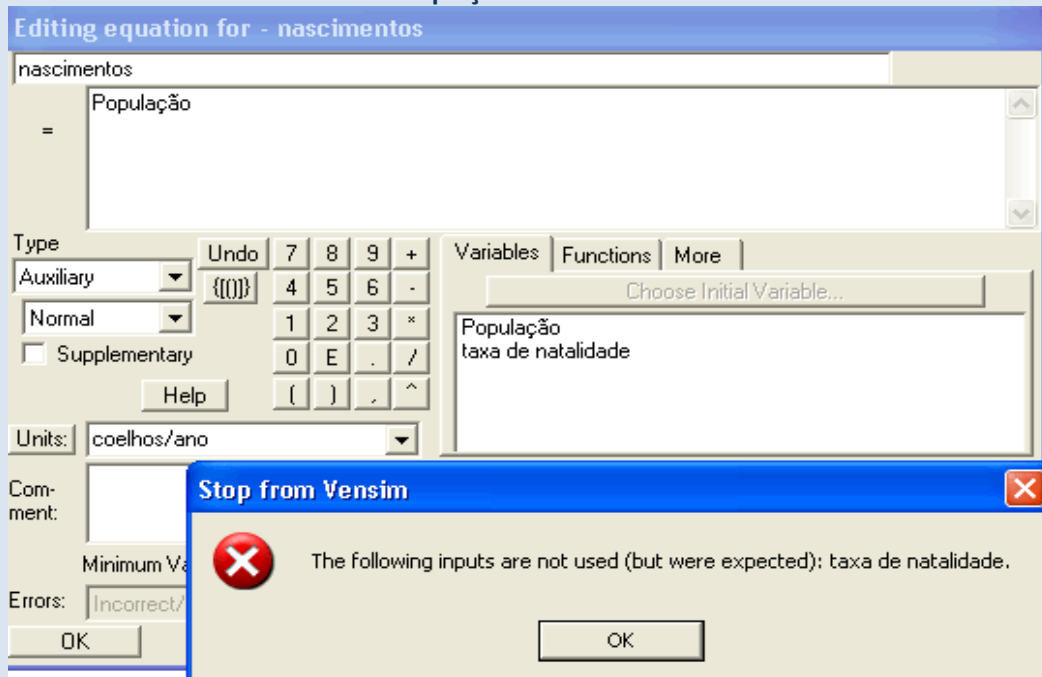
Espaços e linhas podem ser adicionados à equação para torná-la mais legível, porém não é obrigatório.

Adicione agora a unidade de medida para *nascimentos*:

- Na caixa de unidades **Units**: digite **coelhos/ano**. Isso indica que iremos medir a taxa de *nascimentos* em coelhos por ano. Clique em **Ok** ou pressione Enter.

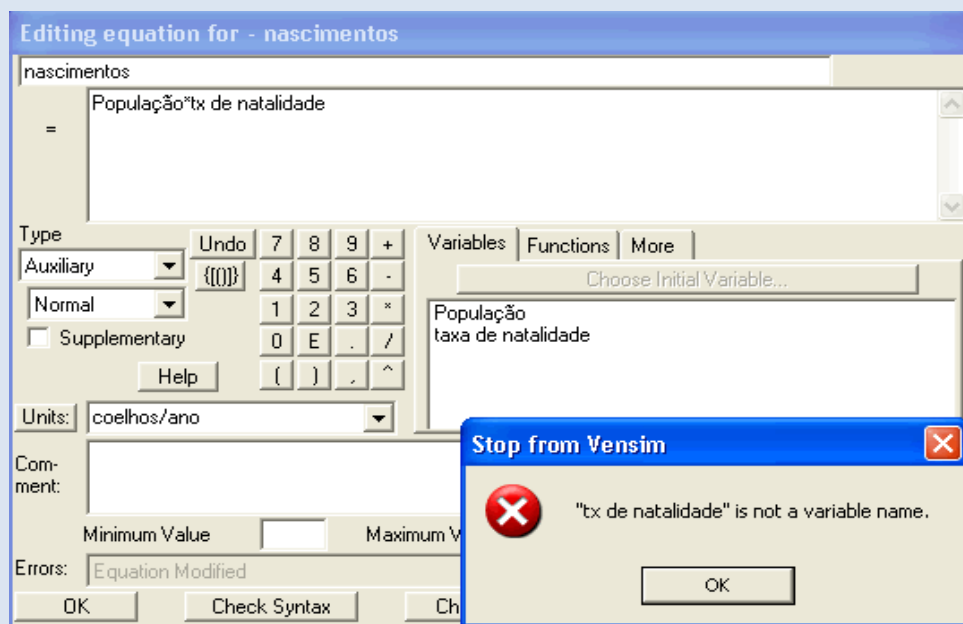
Se a estrutura do modelo estiver correta e não houver erros de sintaxe na equação, a caixa de diálogo será fechada. Se houver erros, o Vensim o alertará por meio de mensagens, informando o que está errado.

Erro 1 – Variável listada não utilizada na equação:



Erro gerado na tentativa de salvar a equação (nascimentos) sem incluir a variável taxa de natalidade disponível na lista de variáveis.

Erro 2 – Erro na digitação



Foi digitada a variável tx de natalidade que não confere com a variável listada taxa de natalidade.

Erro 3 – operador sem variável

Editing equation for - nascimentos

nascimentos

=

População*taxa de natalidade*

Type: Auxiliary (Normal) [Supplementary] [Help]

Units: coelhos/ano

Errors: Expected a name or a valid expression

Buttons: Close, Check Syntax, Check Model, Delete Variable, Cancel

Expected a name or a valid expression - O sinal de multiplicação não está associado com variáveis.

Erro 4 – uso de decimal (virgula)

Editing equation for - nascimentos

nascimentos

=

População*taxa de natalidade*0,1

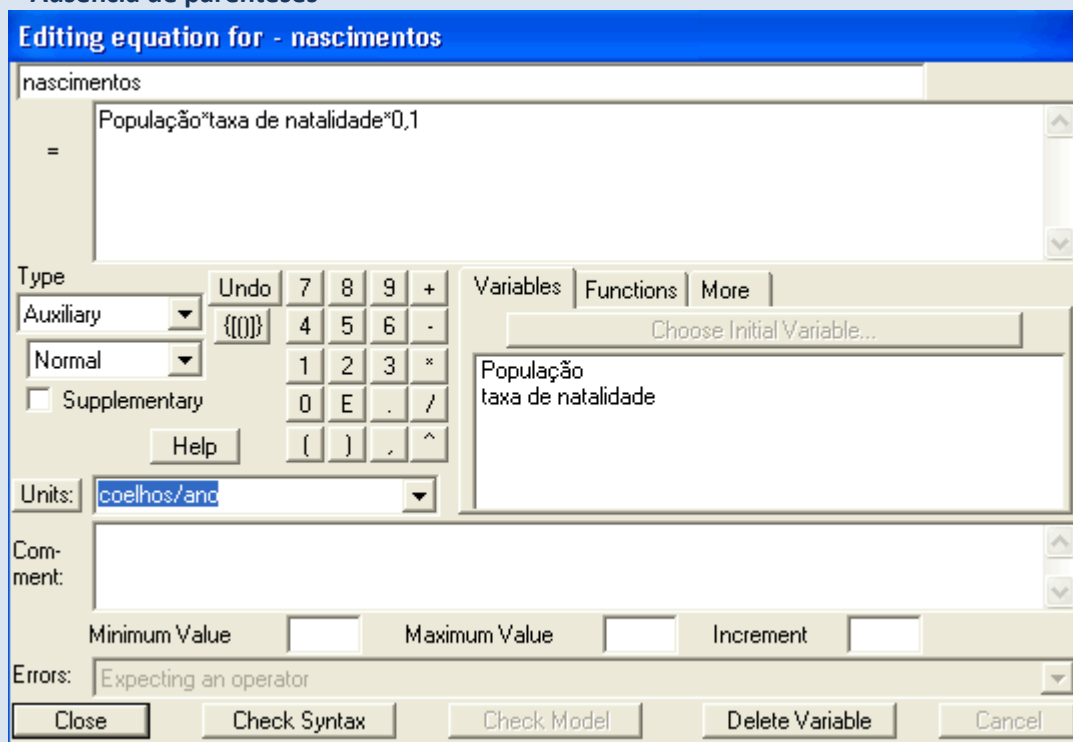
Type: Auxiliary (Normal) [Supplementary] [Help]

Units: coelhos/ano

Errors: Expecting an operator

Buttons: Close, Check Syntax, Check Model, Delete Variable, Cancel

Expecting an operator - O Vensim, desenvolvido nos EUA, adota uma notação numérica decimal como ponto. A notação 0,1 (adotada no Brasil) não é identificada pelo programa.

Erro 5 – Ausência de parênteses

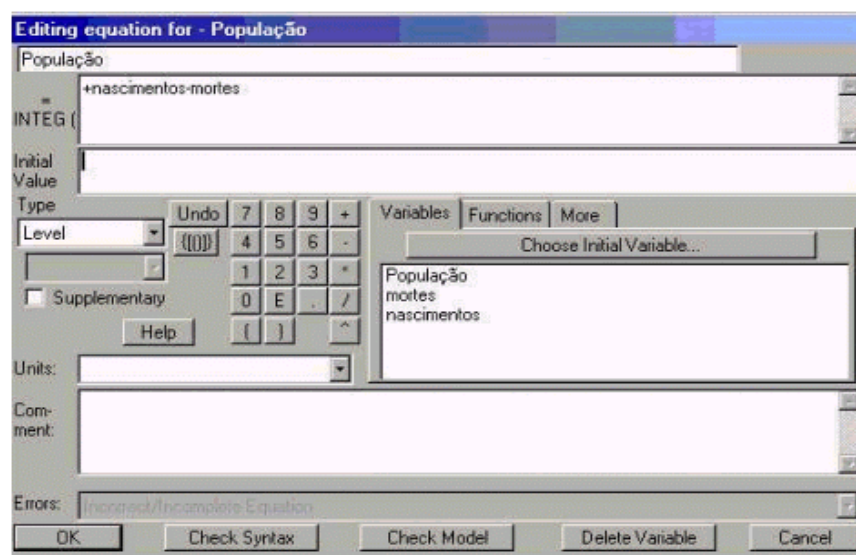
Missing right hand parenthesis – Ausente parêntes do lado direito da equação.

11

6 - PARA VARIÁVEL DO TIPO ESTOQUE (LEVEL):

- Dê um clique em *População*.

O editor de equações se abre e é ligeiramente diferente do que o que vimos na variável - *nascimentos*.



A caixa de seleção *dropdown* à esquerda mostra o tipo de variável: **Level** (estoque). À esquerda da caixa de texto das equações, encontramos a função **INTEG** que define uma variável estoque (integrando a variável ao longo do tempo). Observe que já existe uma equação escrita na caixa de texto. Como nós conectamos os fluxos *mortes* e *nascimentos* ao estoque *População*, o Vensim incluiu automaticamente esses fluxos na equação do estoque. Fluxos construídos, clicando-se primeiramente em um espaço vazio e depois na caixa do estoque, são considerados positivos (de entrada). Fluxos construídos, clicando-se primeiramente na caixa do estoque e depois fora dela, são considerados negativos (de saída). Caso essa ordem seja invertida, será necessário trocar os sinais na equação. A equação para *População*, como escrita, está correta. O fluxo *nascimentos* aumenta a *População* (é positivo) enquanto o fluxo *mortes* diminui a população (é negativo).

12

O editor de equações para uma variável estoque tem uma caixa de edição extra para estabelecer o início ou o valor inicial do estoque (*Initial Value*).

- Na caixa de edição *Initial Value* (valor inicial) digite o valor **1000**.

Atenção: nunca digite o separador de milhares ou o programa vai acusar um erro.

Esse valor é o número inicial da população de coelhos com o qual vamos iniciar a simulação (no momento zero).

- Digite **coelhos** na caixa de edição de unidades (*units*). Clique **Ok** ou pressione Enter.

7 - PARA CONSTANTES (CONSTANT):

- Dê um clique na taxa de natalidade. Digite o número **0.125** na caixa de edição de fórmulas.

Atenção: utilize o ponto decimal no lugar de vírgula pois o programa trabalha com notação numérica norte-americana.

- Digite na caixa de unidades (*units*) a expressão **fraction/ano**, que significa a taxa de nascimento dos coelhos por ano. A expressão **fraction** é própria do Vensim e deve ser digitada dessa forma. Clique **OK** ou tecle Enter.

13

Todas as variáveis do modelo devem aparecer claramente no diagrama após a digitação das equações. Unidades que já tenham sido digitadas anteriormente podem ser selecionadas, clicando-se na seta à esquerda da caixa de unidades e selecionando-a na lista.

Equações do modelo pop.mdl:

tempo médio de vida = 8

Unidade: ano

taxa de natalidade = 0.125

Unidade: fraction/ano

nascimentos = População * taxa de natalidade

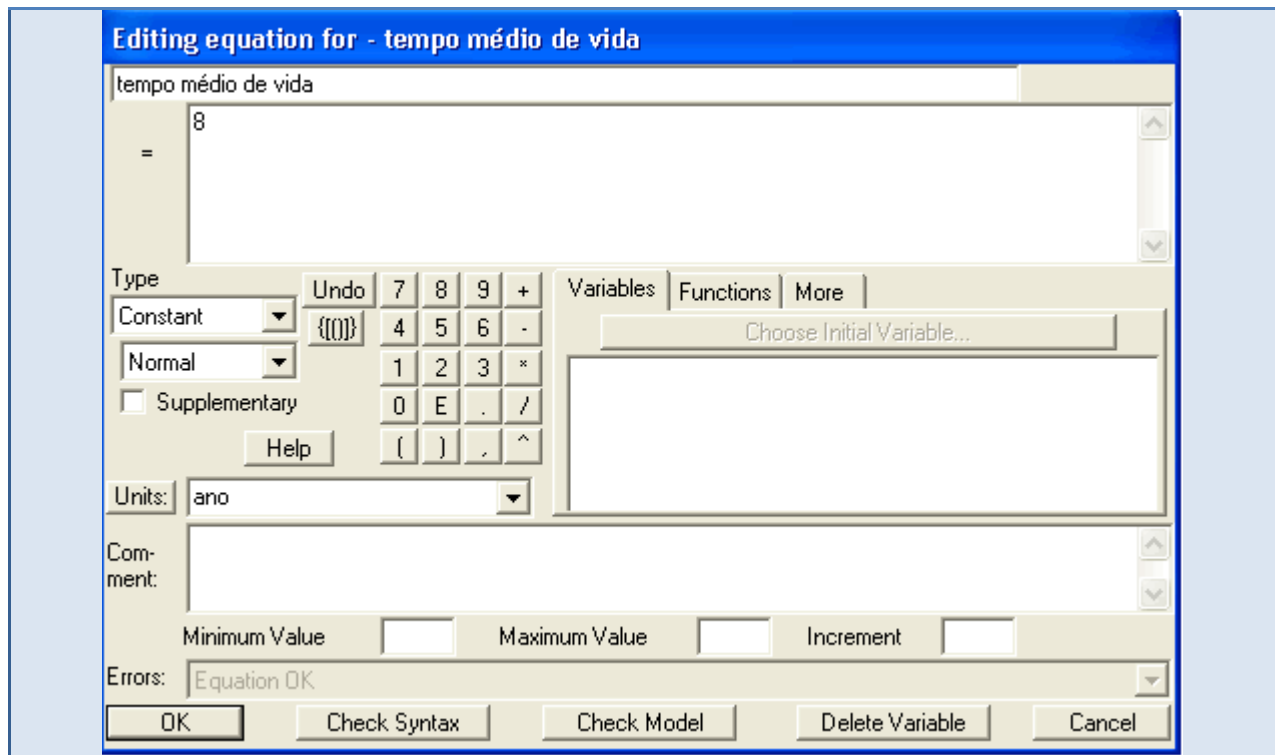
Unidade: coelhos/ano

mortes = População/tempo médio de vida

Unidade: coelhos/ano

População = INTEG (nascimentos - mortes, 1000)

Unidade: coelhos



Editing equation for - taxa de natalidade

taxa de natalidade

= 0.125

Type: Constant
Normal
☐ Supplementary

Undo {() } 7 8 9 + 4 5 6 - 1 2 3 * 0 E . / () , ^

Help

Units: fraction/ano

Comment:

Minimum Value Maximum Value Increment

Errors: Equation OK

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel

Editing equation for - nascimentos

nascimentos

= População*taxa de natalidade

Type: Auxiliary
Normal
☐ Supplementary

Undo {() } 7 8 9 + 4 5 6 - 1 2 3 * 0 E . / () , ^

Help

Units: coelhos/ano

Comment:

Minimum Value Maximum Value Increment

Errors: Equation OK

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel

Editing equation for - mortes

mortes

= População/tempo médio de vida

Type: Auxiliary (Normal) ☐ Supplementary

Units: coelhos/ano

Comment:

Minimum Value: Maximum Value: Increment:

Errors: Equation OK

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel

Variables: População, tempo médio de vida

Functions: Choose Initial Variable...

More: () , ^

Editing equation for - População

População

= +nascimentos-mortes

INTEG (

Initial Value: 1000

Type: Level ☐ Supplementary

Units: coelhos

Comment:

Minimum Value: Maximum Value: Increment:

Errors: Equation OK

OK Check Syntax Check Model Delete Variable Cancel

Variables: População, mortes, nascimentos

Functions: Choose Initial Variable...

More: () , ^

8 - VERIFICANDO ERROS DE SINTAXE OU DE UNIDADES

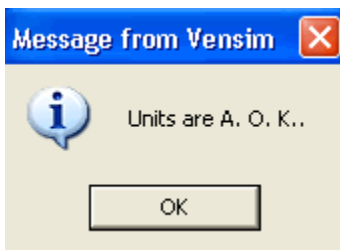
Antes de simular o modelo, devemos verificar se não há erros nas equações ou nas unidades.

- Execute o comando **Model>Check Model** na barra de menu (ou pressione Ctrl + T). O Vensim deverá enviar uma mensagem, dizendo que o modelo está correto ("*Model is OK*").

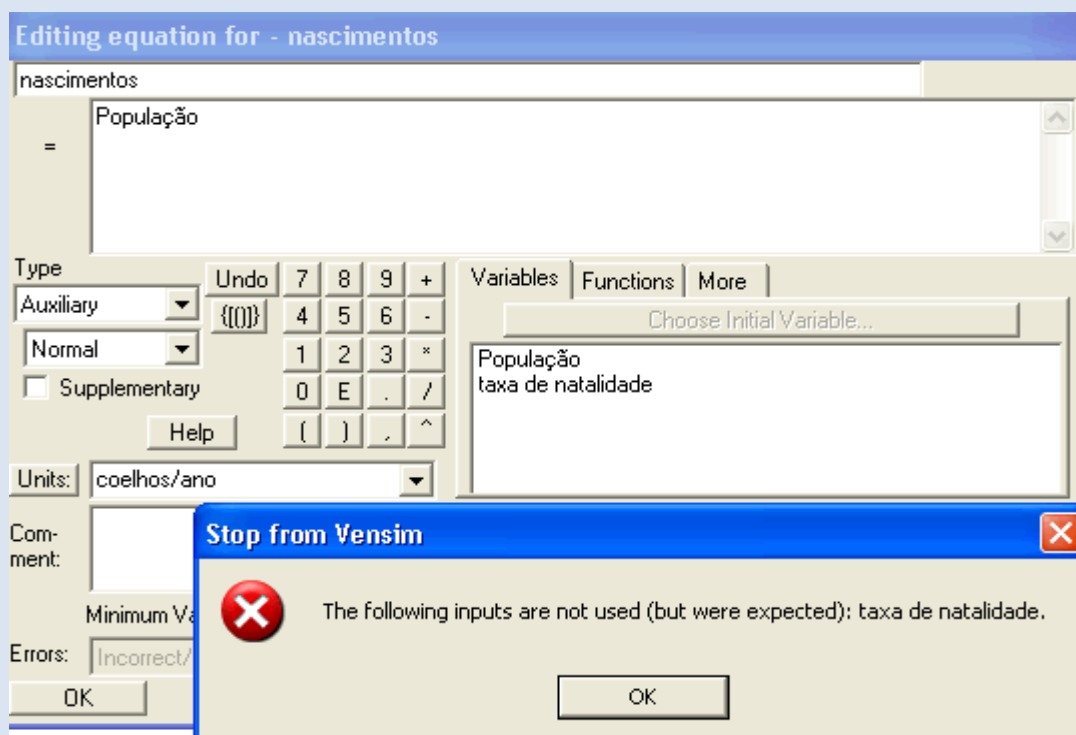


Se o modelo tiver erros, o editor de equações abrirá a variável que contem o erro. Verifique se a equação utiliza todas as variáveis. Confira se a estrutura de seu modelo é a mesma que foi apresentada anteriormente.

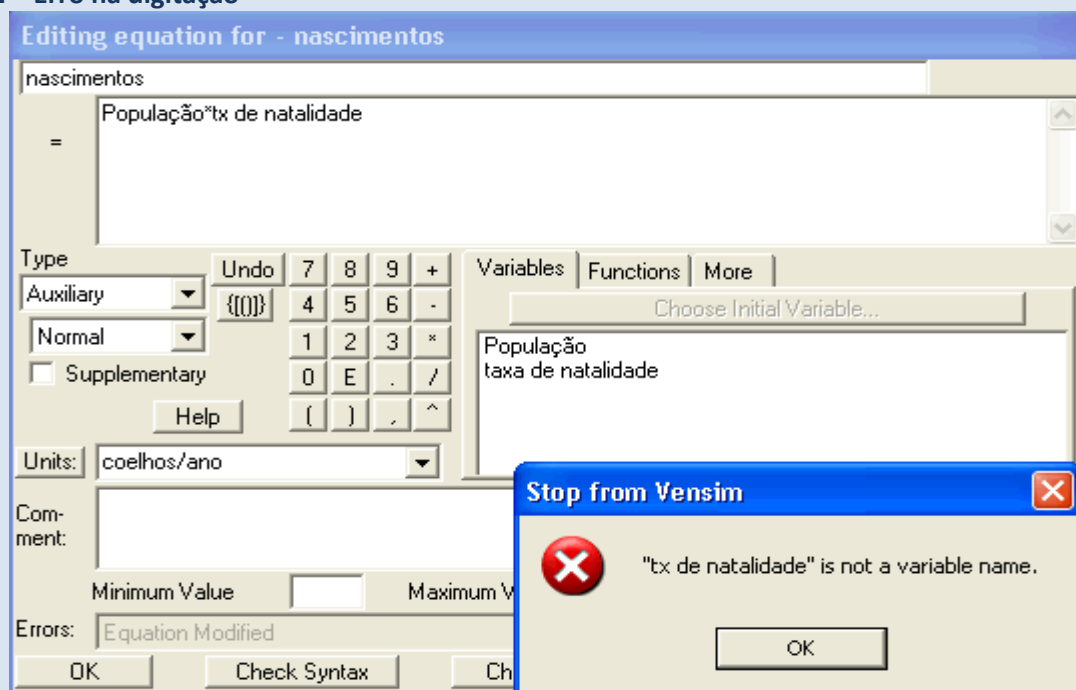
- Execute o comando **Model>Units Check** na barra de menu (ou pressione Ctrl + U). O Vensim deverá enviar uma mensagem, dizendo que as unidades estão corretas ("*Units are A.O.K.*").



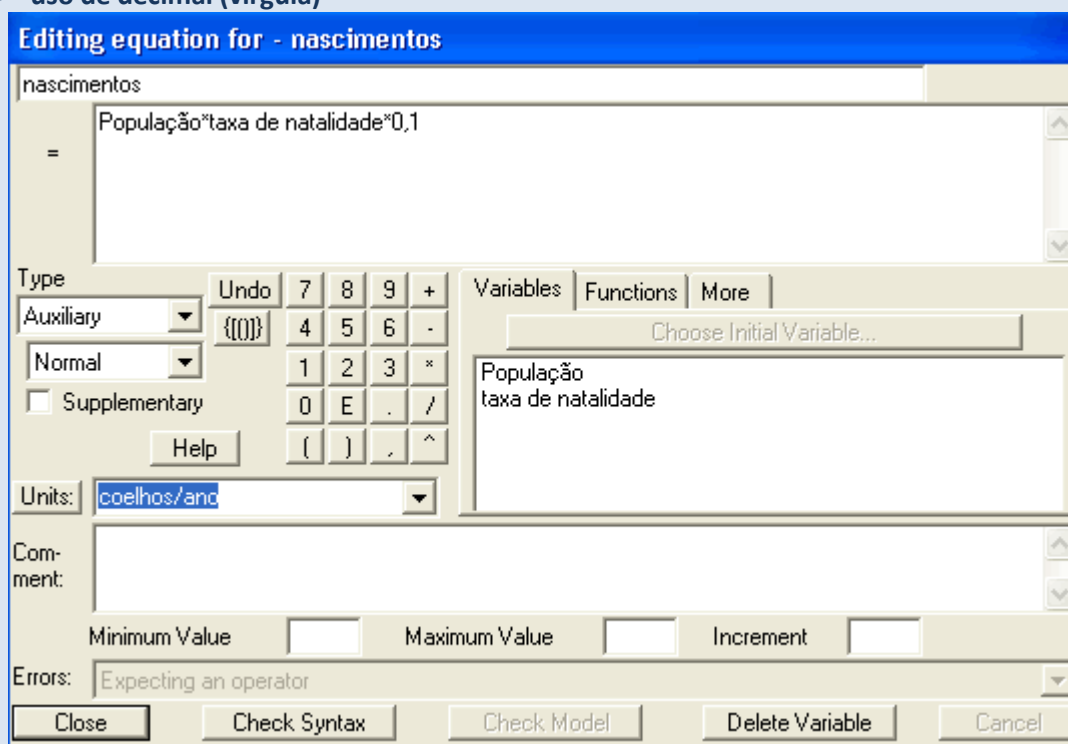
Se algum erro em unidades for encontrado, leia o que está escrito na janela que será aberta de modo a identificar qual variável está com a unidade errada. Abra o editor de equações para cada variável e confira com a lista da página anterior. Unidades que apresentam erro pode ser um indício de que a formulação das equações não está correta.

Erro 1 – Variável listada não utilizada na equação:

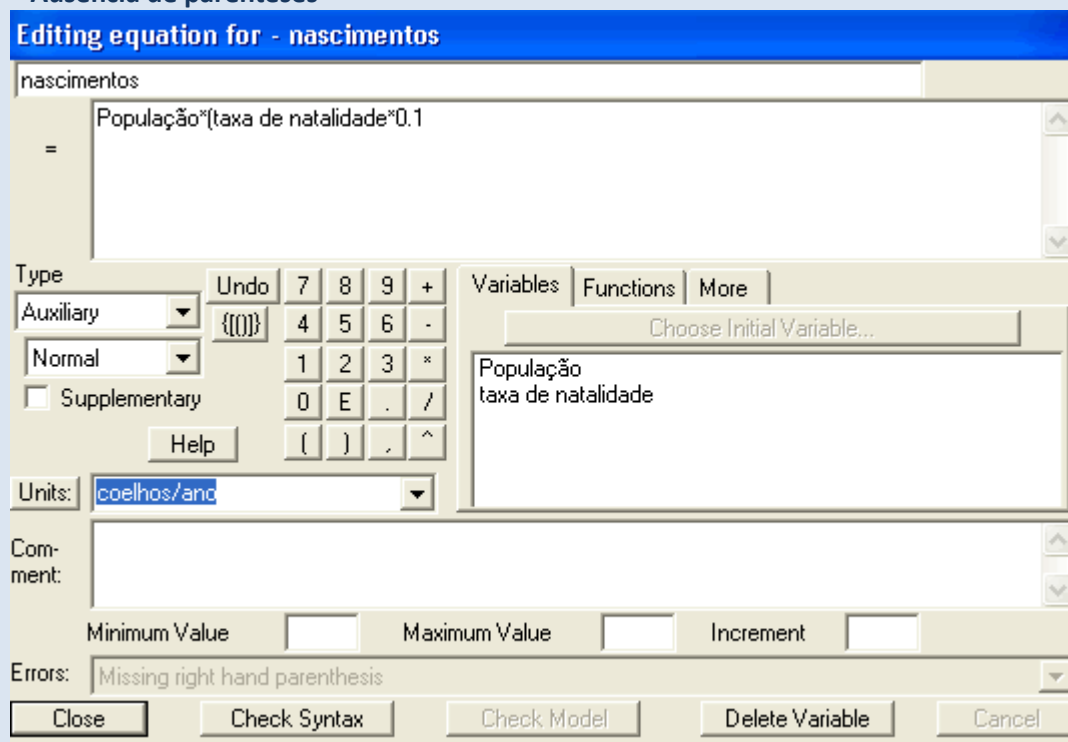
Erro gerado na tentativa de salvar a equação (nascimentos) sem incluir a variável taxa de natalidade disponível na lista de variáveis.

Erro 2 – Erro na digitação

Expected a name or a valid expression - O sinal de multiplicação não está associado com variáveis.

Erro 4 – uso de decimal (virgula)

Expecting an operator - O Vensim, desenvolvido nos EUA, adota a notação numérica decimal como ponto. A notação 0,1 (adotada no Brasil) não é identificada pelo programa.

Erro 5 – Ausência de parênteses

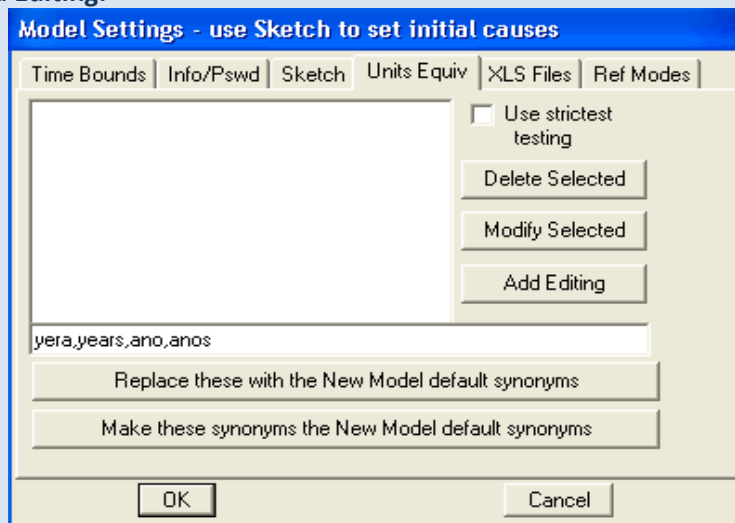
Missing right hand parenthesis – Ausente parêntes do lado direito da equação.

Erro	Tradução
<p>*****</p> <p>Error in units for the following equation:</p> <p>População = INTEG(nascimentos - mortes , 1000)</p> <p>População --> coelhos</p> <p>Analysis of units error: Right hand and left hand units do not match População Has Units: coelhos INTEG(nascimentos - mortes , 1000) Has Units: coelhos*Year/ano</p>	<p>A seguinte equação possui erro na unidade</p> <p>População = INTEG(nascimentos - mortes , 1000)</p> <p>População --> coelhos</p> <p>Análise do erro na unidade: A unidade do lado direito da equação não coincide com a unidade do lado esquerdo. População Tem unidade: coelhos INTEG(nascimentos - mortes , 1000) Tem unidade: coelhos*Year/ano</p>

coelhos*Year/ano=unidade do lado direito).

Esse erro é muito comum... Toda vez que o Vensim reportar um erro de uma fração sendo no numerador a unidade de tempo em inglês e no denominador a unidade de tempo em português, podemos selecionar conforme detalhamento a seguir (exemplo para a unidade anos):

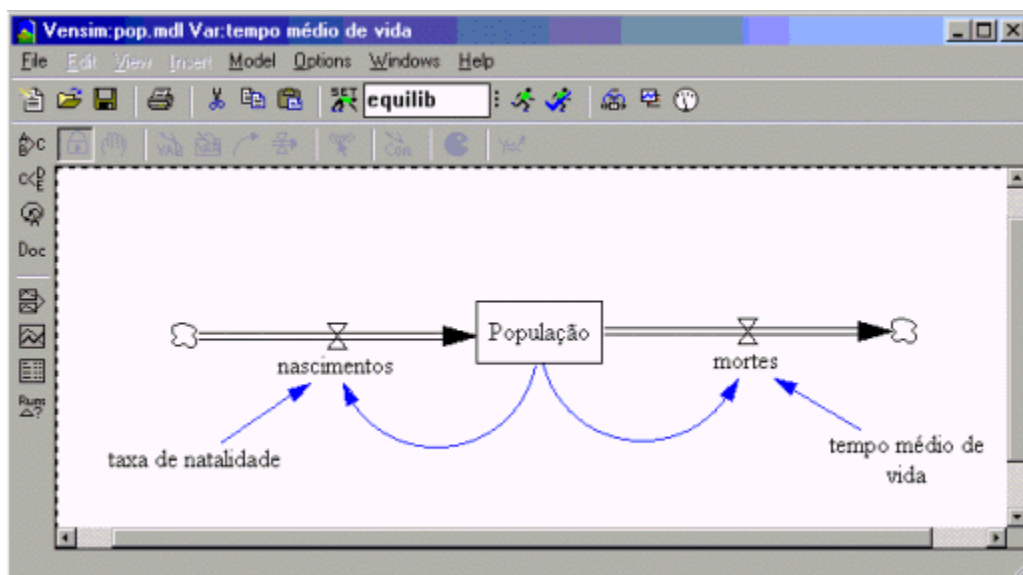
- Execute o comando Model>Settings... na barra de menu para abrir a caixa de diálogo de parâmetros.
- Dê um clique na guia Units Equiv no alto à direita na caixa.
- Na caixa de edição das unidades digite year,years,ano,anos, conforme figura. Em seguida, dê um clique no botão Add Editing.



9 – SIMULAR O MODELO

Para simular o modelo:

- Dê um clique no ícone **Set** na barra de ferramentas.
- Na caixa de edição **Runname** digite **equilib**. Este será o nome do primeiro conjunto de dados (*dataset*) da primeira simulação.
- Clique no botão de simulação (ou apenas tecle Enter se o cursor estiver dentro da caixa de edição Runname).



O modelo será simulado, mostrando o progresso em uma janela até que tenha terminado. Observe que nos computadores atuais, muito rápidos, e com um modelo simples como esse, dificilmente veremos a janela de simulação.



10 - ANÁLISE DO MODELO

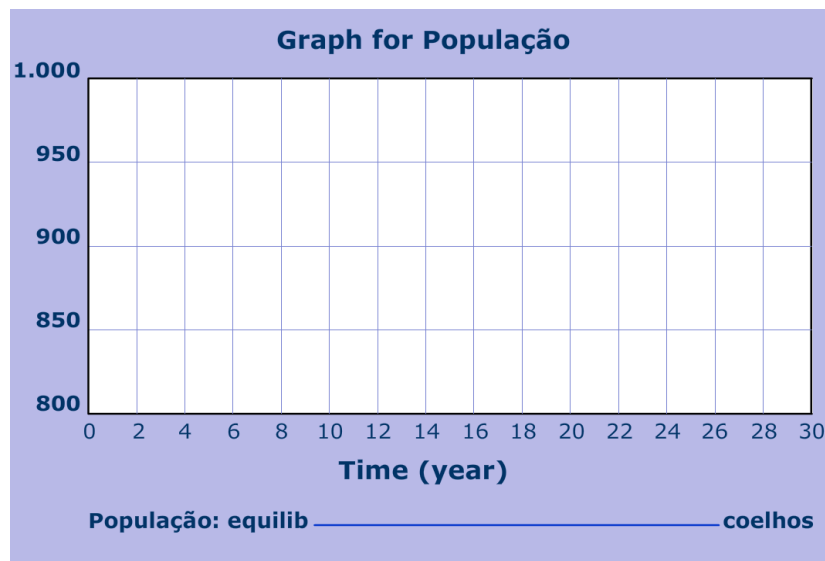
O modelo foi desenhado para mostrar as condições de equilíbrio de uma população de coelhos. As constantes: *taxa de natalidade* e *tempo médio de vida* foram definidas para um fluxo de 12,5 % da *População*. Isso implica que, se o fluxo de entrada e o de saída têm os mesmos valores, a população de coelhos permanecerá inalterada.

Para **Gráfico e Table Time Down**:

- Dê um duplo clique no estoque *População*.

Isso irá selecionar essa variável. Verifique se o nome da mesma aparece na barra de títulos, caso contrário, clique novamente.

- Clique no ícone da ferramenta **Graph**. Será gerado um gráfico da *População*:

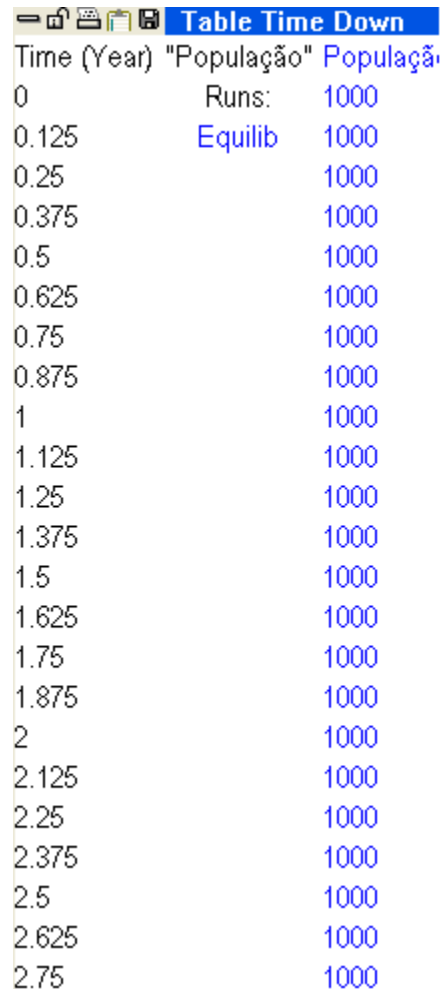


17

A variável *População* é representada por uma linha azul horizontal no topo do gráfico na altura dos 1000 coelhos. Para verificar numericamente o comportamento de *População*, dê um clique na ferramenta **Table Time Down** (tabela).

Uma janela mostra que a *População* se mantém inalterada em 1000 coelhos. Role pela janela para ver os valores durante os 30 anos.

Table				
Time (Year)		29.625	29.75	29.875
"População" Runs:		equilib		
População		1000	1000	1000



Time (Year)	"População"	Populaçã
0	Runs:	1000
0.125	Equilib	1000
0.25		1000
0.375		1000
0.5		1000
0.625		1000
0.75		1000
0.875		1000
1		1000
1.125		1000
1.25		1000
1.375		1000
1.5		1000
1.625		1000
1.75		1000
1.875		1000
2		1000
2.125		1000
2.25		1000
2.375		1000
2.5		1000
2.625		1000
2.75		1000

18

11 - COMPARANDO SIMULAÇÕES

Uma característica importante do Vensim é a capacidade de fazer múltiplas simulações de um modelo sob diferentes condições para testar o impacto que as mudanças provocam nas variáveis do modelo e seu comportamento. O *software* também armazena todos os dados de todas as variáveis de cada uma das simulações. Isso facilita a recuperação de informações sobre o comportamento de qualquer variável em uma determinada simulação. Várias experiências podem ser feitas, mudando valores do modelo enquanto este permanece estruturalmente o mesmo.

19

Agora que já observamos nosso modelo em equilíbrio, vamos fazer mudanças no mesmo para gerar um **crescimento exponencial**. Esse é um dos comportamentos do sistema que já abordamos anteriormente.

- Dê um clique no botão **Set** na barra de ferramentas.

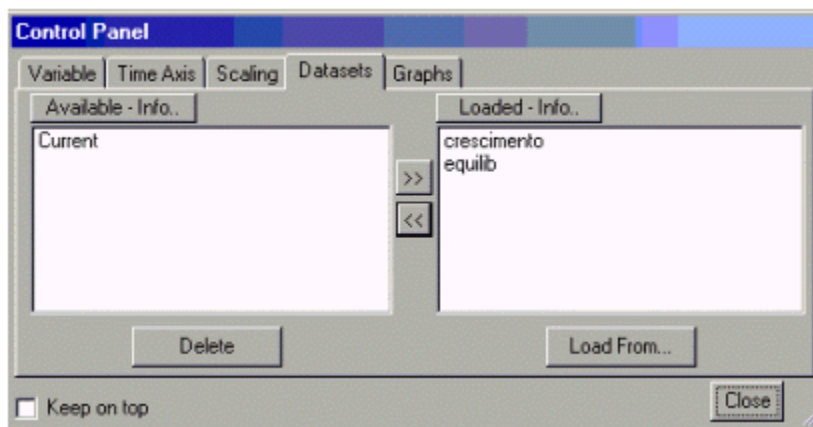
Observe que as constantes do modelo mudam da cor preta para a amarela e são envoltas em uma faixa azul. As ferramentas do modelo também ficam em cinza para evitar alterações no mesmo.

- Na caixa de edição **Runname** apague **equilib** e digite **crescimento**.
- Dê um clique na constante taxa de natalidade e, na caixa de edição, digite **0.2** (lembre-se: **digite ponto decimal e não vírgula**). Tecle Enter. Essa é uma mudança temporária apenas para essa simulação e não afetará o seu modelo.
- Clique no botão de simulação.

20

Para analisar os gráficos:

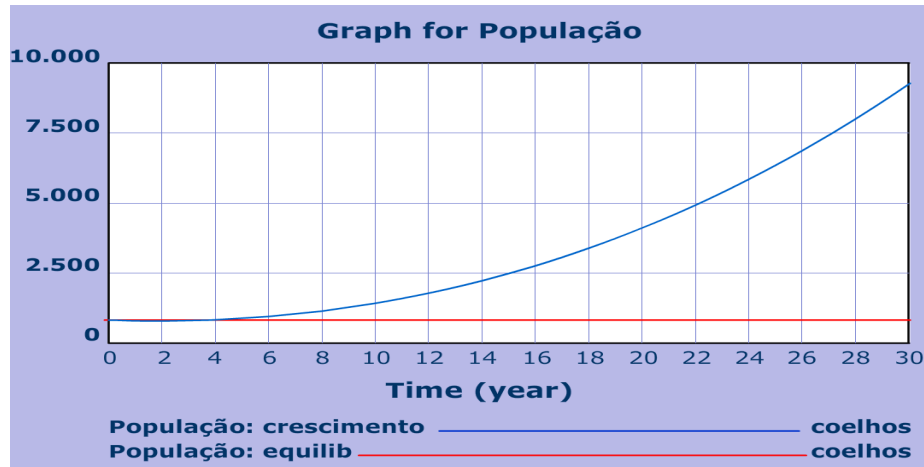
- Clique no ícone do Painel de Controle (*Control Panel*) para abrir a caixa de diálogo. Clique na guia Datasets para abrir o controle das bases de dados e verifique se as duas simulações - **equilib** e **crescimento** - estão carregadas na coluna da direita, conforme figura.



- Clique em Close (Fechar o **Control Panel**).
- Clique na ferramenta **Graph**.

21

Um gráfico será gerado mostrando as duas simulações, conforme figura.

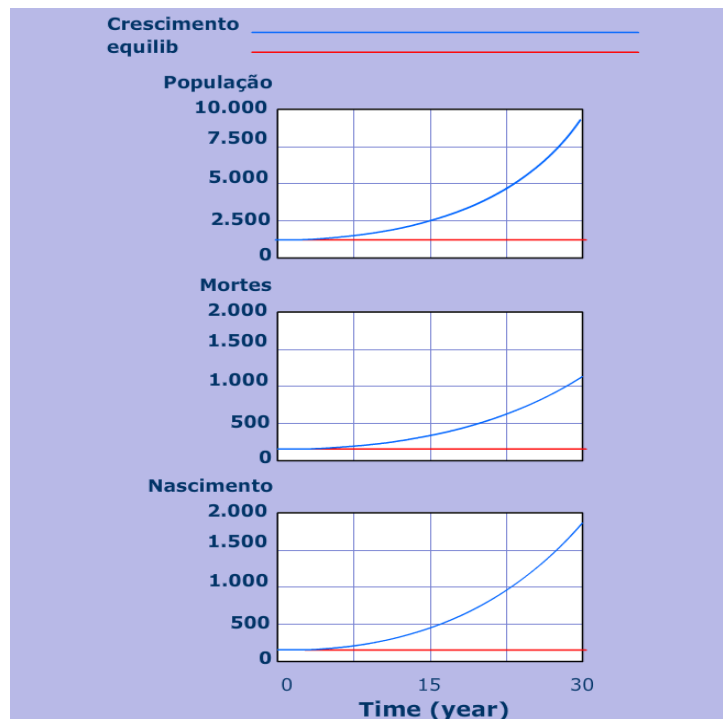


- Pressione a tecla **Del** (*delete*) no teclado ou clique no botão **Close** para fechar o gráfico.

22

- Dê um clique na ferramenta **Causes Strip** (Gráfico de causas).

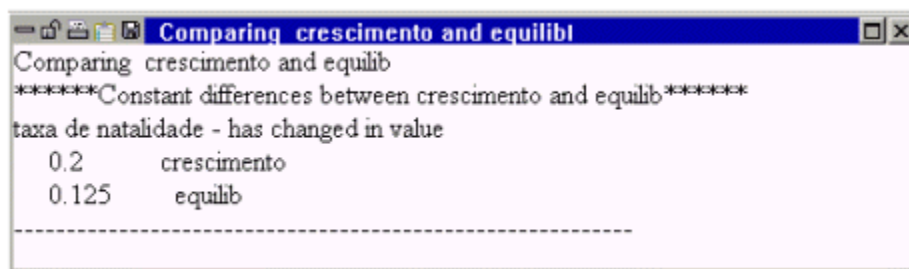
Um gráfico é gerado, mostrando a variável *População* e as que lhe são causas, *nascimentos* e *mortes*.



23

Para descobrir as diferenças entre a primeira e a segunda simulação, utilizaremos uma ferramenta que compara todas as constantes. Essa ferramenta trabalha apenas com as duas primeiras simulações carregadas (examine a guia *Datasets* no *Control Panel*).

- Clique na ferramenta **Runs Compare** (Comparação de Simulações). O texto na janela mostra as diferenças na constante taxa de natalidade para as simulações *equilib* e *crescimento*.



A *População* aumentou na simulação *crescimento* porque a *taxa de natalidade* foi colocada acima do valor de equilíbrio. Isso tornou o *feedback* positivo, que passa pela variável *nascimentos*, mais forte que o *feedback* negativo, que passa pela variável *mortes*, resultando no crescimento da *População* ao longo do tempo.

24

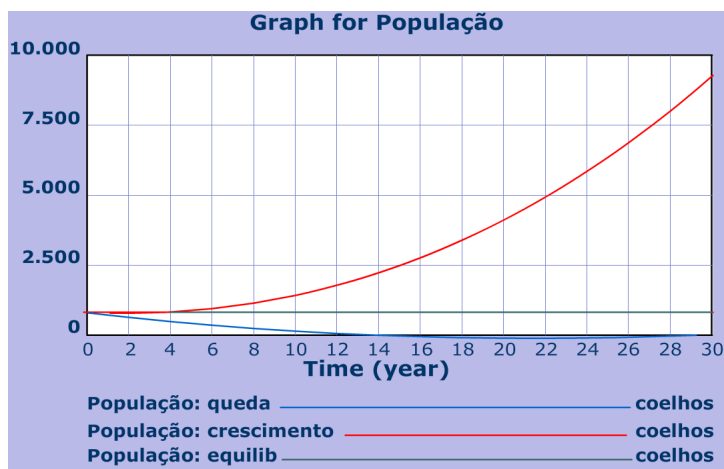
- Execute o comando **Windows>Close All Output** para fechar as janelas.

Vamos agora fazer algumas mudanças nas constantes do modelo para gerar uma queda exponencial (ou declínio) na população de coelhos. Assim como o crescimento exponencial, este é um dos comportamentos de sistemas dos mais comuns.

- Dê um clique no botão **Set** na barra de ferramentas.
- Digite **queda** na caixa de edição **Runname** no lugar de *crescimento*.
- Dê um clique na variável tempo médio de vida e digite 4 na caixa de edição. Tecle Enter. Essa é uma alteração temporária e não afetará a estrutura do modelo.
- Execute a simulação, clicando no botão apropriado.

25

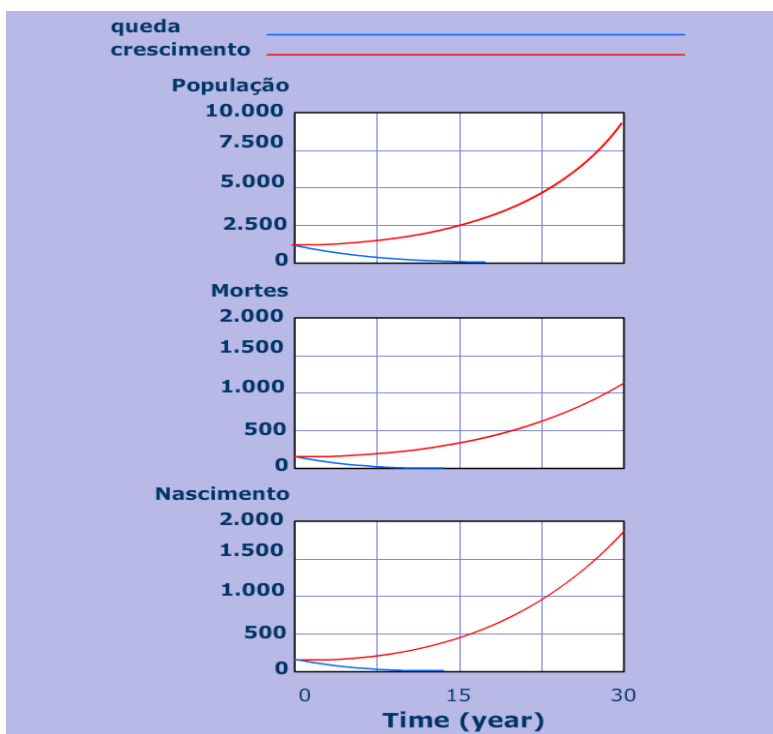
- Clique na ferramenta **Graph** e compare as três simulações.



- Dê um clique no ícone do **Control Panel** (Painel de Controle). Na caixa de controle dos *datasets* (conjuntos de dados de simulação), dê um duplo clique na simulação *equilib*, no lado direito da caixa. Isso fará com que essa simulação seja descarregada, e as ferramentas de análise não a examinem. (Também é possível selecionar qualquer *dataset* com um único clique e, em seguida, carregá-lo ou descarregá-lo por meio dos botões (<<) ou (>>)).
- Clique em Close (Fechar o Control Panel).

26

- Clique na ferramenta **Causes Strip**. Um gráfico é gerado, mostrando *População*, *mortes* e *nascimentos*.



Verifique que o dataset *equilib* não é apresentado, pois foi desabilitado na guia **Dataset** do painel de controle.

A População declinou porque o tempo médio de vida foi estabelecido em um valor inferior ao equilíbrio. Isso fez com que o *feedback* negativo, que passa pela variável *mortes*, ficasse mais forte que o *feedback* positivo, que passa pela variável nascimentos, resultando numa queda da população de coelhos ao longo do tempo.

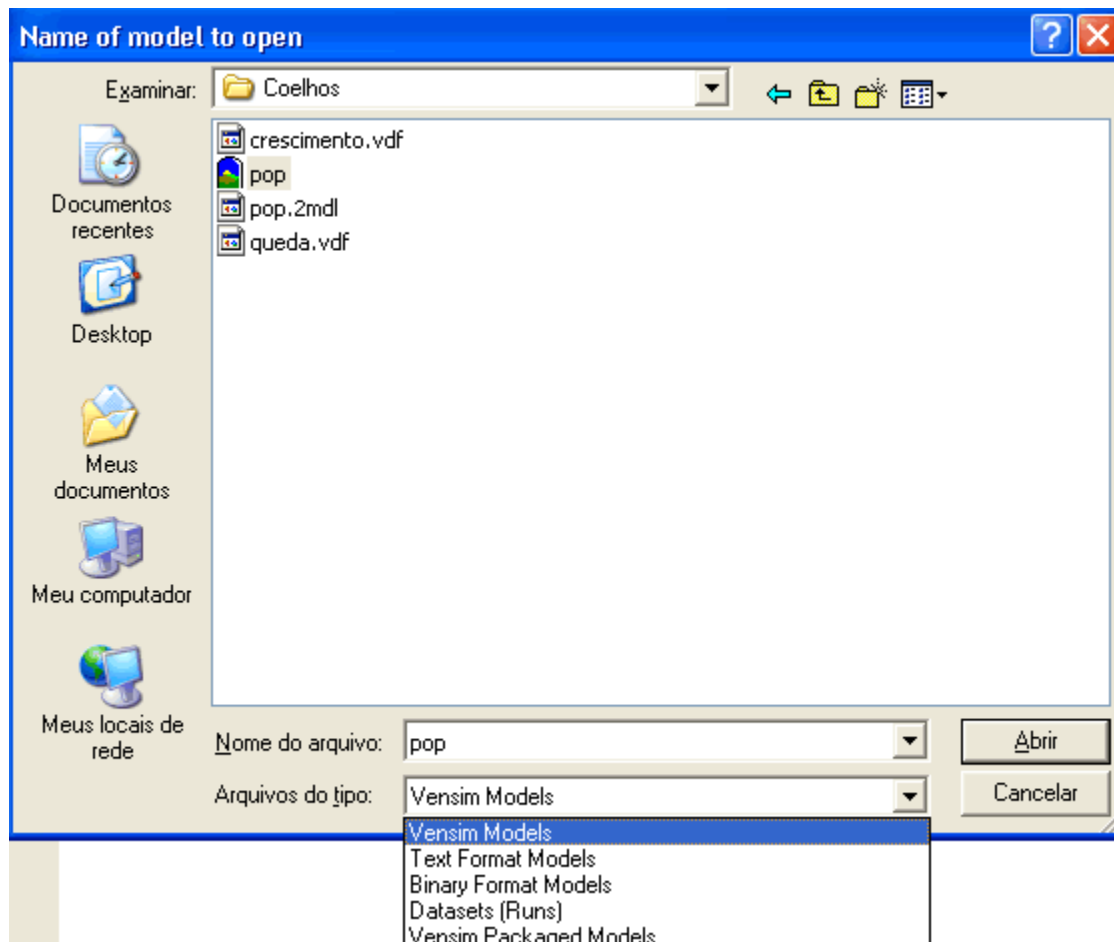
27

12 – PUBLICANDO O MODELO

Quando salvamos um modelo no Vensim o arquivo armazena apenas os parâmetros **Time Bounds**, a estrutura do modelo (diagramação) e equações, com a extensão **mdl** (abreviação de **model**). A partir da segunda operação de salvamento o Vensim gera um arquivo backup (2mdl) com a versão salva anteriormente.

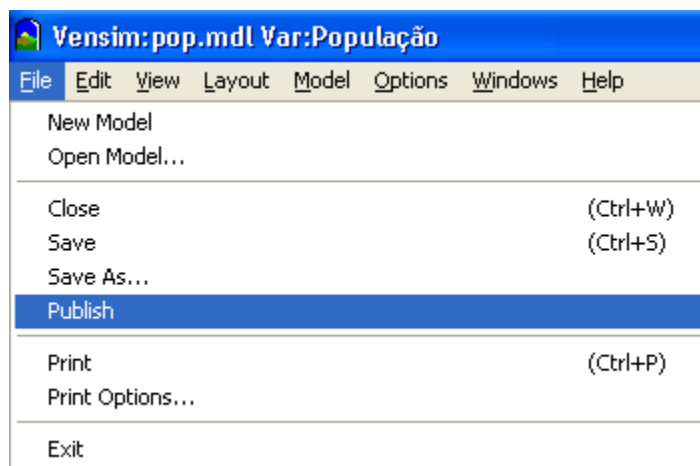
Os conjunto de dados da simulação (**dataset**) são gravados com a extensão **vdf** (**vensim dataset file**).

Para abertura do modelo em outro computador você deveria transferir os seguintes arquivos:

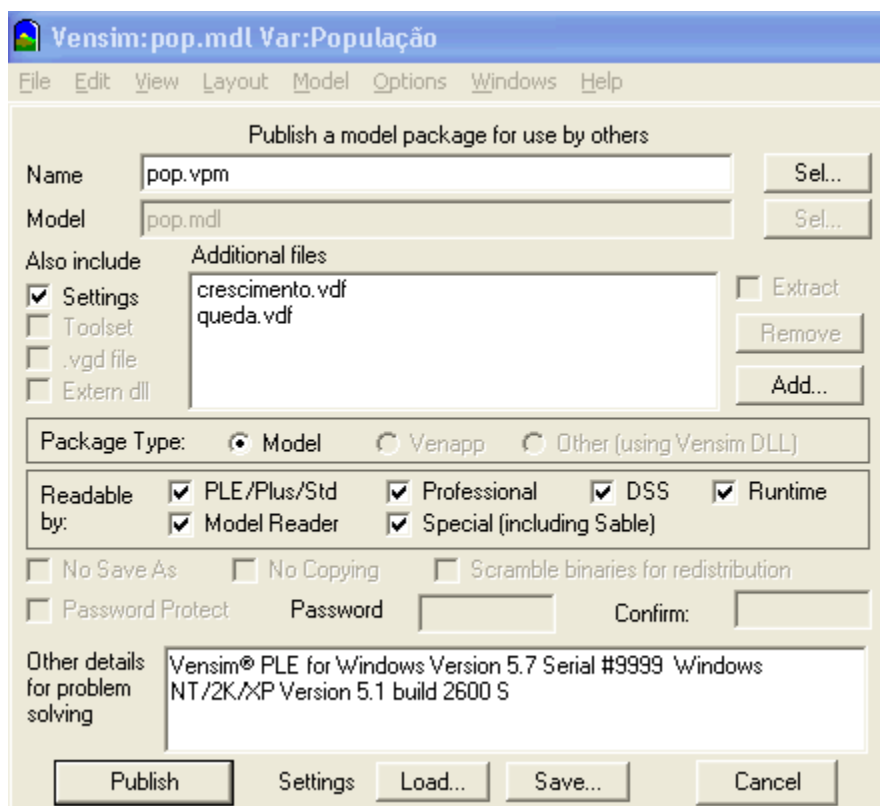


Imagine que você realizasse 30 simulações diferentes. Haveria 30 **datasets** para transferência... Um procedimento pouco prático concordam? Ademais os arquivos mdl, 2mdl, e vdf não armazenam as configurações do modelo (sinônimos para as unidades equivalentes e **Sketch**).

Felizmente existe um formato de arquivo que reúne o modelo com todas as configurações e **datasets** em um único arquivo: **Vensim Packaged Models** (vpm). Este formato é disponibilizado na opção **Publish** no menu File.



Clique nesta opção e publique seu modelo. Verifique que este recurso sugere o mesmo nome do modelo alterando apenas a extensão do arquivo (pop.vpm)



28

Apreciarei seus comentários adicionais e o arquivo vpm deste módulo no fórum. Até breve!

29

RESUMO

Neste módulo, foi construído um modelo de simulação de uma população de coelhos. As atividades realizadas foram:

- a diagramação do modelo;
- implementação das equações e valores iniciais;
- simulação do modelo;
- análise para identificar a dinâmica de comportamento das variáveis.

Viu-se que a construção de um modelo segue padrões de criação, análise e reconstrução, em um processo iterativo até que o modelo atinja um nível adequado. E principalmente que:

Tanto o processo de simulação como a análise do comportamento do modelo fazem parte do processo de refinamento.

É importante ter em mente que:

- o comportamento do modelo na simulação é determinado apenas pelas equações que governam os relacionamentos entre as diferentes variáveis;
- o diagrama estrutural de um modelo é uma fotografia dos relacionamentos entre as variáveis.

O Vensim enfatiza a consistência do diagrama e das equações, mas outras informações consistentes podem ser omitidas ou perdidas;

A consistência geral do modelo pode ser verificada de acordo com as causalidades e o padrão de comportamento dos dados simulados.

UNIDADE 4 – MODELANDO E SIMULANDO NEGÓCIOS

MÓDULO 2 – PLANEJAMENTO AGREGADO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

01

1 - PLANEJAMENTO AGREGADO

Vamos agora discutir o planejamento de pedidos dentro de uma cadeia de suprimentos nas quais diversas variáveis devem ser ajustadas de modo a diminuir os custos de determinada organização. O objetivo é observar a complexidade dos sistemas organizacionais nos quais a empresa deve ser administrada de forma integrada, já que adotar apenas uma política pode não ser a melhor solução.

De acordo com Chopra e Meindl, autores da obra *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*,

“o **planejamento agregado** é o processo pelo qual a empresa determina os níveis de capacidade, produção, subcontratação, estoque, esgotamento de estoque e até precificação, sobre um horizonte de tempo específico”.

Isso tudo é necessário porque em nosso mundo atual, a capacidade de produção, armazenagem, transporte etc. possuem custos que devem ser administrados.

Empresas eficazes devem saber tomar decisões a respeito dos níveis de capacidade de fabricação, antecipando-se à demanda e sabendo como atendê-la ao menor custo de modo a maximizar seus lucros. Esse é o objetivo principal do planejamento agregado. No exemplo que será tratado, o período considerado para gerenciamento é de 12 meses. Uma das restrições é que não há tempo suficiente para se investir em novos conjuntos de instalações para a produção.

Um dos problemas mais sérios enfrentados por muitas organizações é a sazonalidade da demanda. Isso significa que, para determinados produtos, a demanda oscila durante períodos do ano, o que torna mais complexo, porém, ao mesmo tempo mais necessário, o planejamento da produção.

02

2 - PARÂMETROS OPERACIONAIS DO PLANEJAMENTO AGREGADO

Os principais parâmetros operacionais com os quais os planejadores lidam ao longo de um horizonte de tempo específico são:

- **Taxa de produção:** o número de unidades concluídas por unidade de tempo (como por exemplo, por semana ou por mês).
- **Mão-de-obra:** o número de funcionários necessários para a produção.
- **Horas extras:** quantidade de horas extras previstas para a produção.
- **Nível de capacidade das máquinas:** número de máquinas necessárias para a produção.
- **Subcontratação:** a capacidade subcontratada exigida para o horizonte de planejamento.
- **Pedidos em atraso:** demanda não atendida no período em que surgiu. Pode ser postergada para períodos futuros ou considerada como vendas perdidas.

Evidentemente o planejamento não termina aí. O planejamento de diferentes capacidades de produção ao longo de período implica também em mudanças na cadeia de suprimentos. Se um fabricante planejou um aumento na produção para um determinado período, o fornecedor e o transportador devem ser avisados sobre esse plano para que possam fazer os ajustes necessários aos seus próprios planos.

Como foi dito, o objetivo do plano agregado é atender à demanda de modo a maximizar os lucros da empresa, especificando um tempo futuro denominado horizonte de planejamento. Esse horizonte deve, por sua vez, ser dividido em unidades de tempo, normalmente semanas, meses ou trimestres. Geralmente, o planejamento agregado é utilizado para períodos de 3 a 18 meses.

3 - INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA O PLANEJAMENTO AGREGADO

É necessário definir todas as informações para realizar o plano e as decisões que deverão ser tomadas. Como exemplo, pode-se citar:

- Previsão da demanda para cada período do horizonte de tempo;
- Custos de produção:
 - Custos de mão-de-obra, período normal e custos de horas-extras;
 - Custos de subcontratação da produção;
 - Custos de contratações e demissões de mão-de-obra ou adequação de capacidade das máquinas.
- Horas de mão-de-obra/máquina exigidas por unidade;
- Custo de manutenção de estoque;
- Custo de esgotamento de estoque ou pedidos em atraso;
- Restrições:
 - Limites de horas-extras;
 - Limites de demissões;
 - Limites de capital disponível;
 - Limites de esgotamento de estoque e de pedidos em atraso.
- Outras informações e/ou restrições.

Essas informações subsidiam o desenvolvimento do plano agregado, auxiliando as empresas nas seguintes decisões:

- **Quantidade de produção a partir de carga horária normal, horas extras e horas de subcontratação:** para determinar o número de funcionários e os níveis de compra dos fornecedores.
- **Estoque mantido:** para determinar a quantidade de espaço no depósito e qual será o capital de giro necessário.
- **Quantidade de pedidos em atraso/esgotamento de estoque:** para determinar quais serão os níveis de serviço do cliente;
- **Mão-de-obra contratada/demitida:** para determinar possíveis questões trabalhistas.
- **Aumento/redução da capacidade de máquina:** para determinar se será necessário comprar novos equipamentos para a produção.

O planejamento agregado é muito importante para as organizações, pois influi diretamente em sua rentabilidade. Planejamentos mal feitos podem provocar aumento de custos durante o horizonte de tempo, perda de vendas, excesso de estoques de produtos acabados, interrupções na produção/produção acelerada etc.



05

4 - ESTRATÉGIAS DO PLANEJAMENTO AGREGADO

As estratégias do Planejamento Agregado consistem, basicamente, em manipular os custos de capacidade, estoque e pedidos em atraso. Um planejamento agregado que reduza um desses custos normalmente acarreta o aumento dos outros dois. Conseguir a combinação mais lucrativa é o objetivo do responsável pelo planejamento.

Essas combinações representam *trade-offs*, ou seja, são escolhas que implicam em "abrir mão" de certas vantagens em favor de outras. A essência do *trade-off* é a renúncia a algumas atividades, produtos, serviços ou áreas de atuação em benefício de outras. Escolhendo claramente atuar de um modo e não de outro, os gerentes tornam claras as prioridades da organização.

No geral, os *trade-offs* fundamentais disponíveis para o planejador acontecem entre os seguintes itens:

- Capacidade (período normal de trabalho, horas-extras, subcontratação);
- Estoque;
- Pedidos em atraso/vendas perdidas.

06

Essencialmente, existem três estratégias de planejamento agregado envolvendo *trade-offs* entre os itens citados:

1. Estratégia de acompanhamento – utilizando a capacidade como alavanca

Como funciona: a taxa de produção é sincronizada com a taxa de demanda alterando-se a capacidade das máquinas ou contratando e demitindo funcionários conforme a taxa de demanda sofre modificações.

Quando deve ser utilizada: quando o custo de manutenção for muito alto e os custos para mudança nos níveis de capacidade e mão-de-obra forem baixos.

Impactos:

1. Dificuldade de alterar a mão-de-obra em curto espaço de tempo;
2. Aumento dos custos se a alteração da capacidade das máquinas for cara;
3. Desmotivação dos funcionários em função das demissões.

07

2. **Estratégia de flexibilidade de tempo da mão-de-obra ou da capacidade** – a utilização tornando-se a alavanca

Como funciona: a mão-de-obra é mantida estável, mas o número de horas trabalhadas varia com o tempo na tentativa de sincronizar produção com demanda. A empresa pode utilizar quantidades variáveis de horas-extras ou ter um horário flexível para atingir essa sincronização.

Impactos:

- Deve haver disponibilidade de capacidade nas máquinas para ser aproveitado;
- Mão-de-obra estável e mais motivada;
- Flexibilidade de horários.

Quando deve ser utilizada: quando os custos de manutenção dos estoques forem relativamente altos e quando o custo da capacidade e das horas-extras for relativamente baixo.

08

3. **Estratégia de nível** – utilizando o estoque como alavanca

Como funciona: a capacidade das máquinas e a mão-de-obra são mantidas estáveis a uma taxa constante de produção. A produção não é sincronizada com a demanda, o que faz os estoques oscilarem muito com o tempo.

Impactos:

- Risco de perda de vendas;
- Possibilidade de aumento dos custos de manutenção de estoque;
- Possibilidade de aumentar o número de pedidos em atraso.

Quando deve ser utilizada: quando os custos de manutenção de estoque e os custos dos pedidos em atraso (incluindo imagem da empresa) são relativamente baixos.

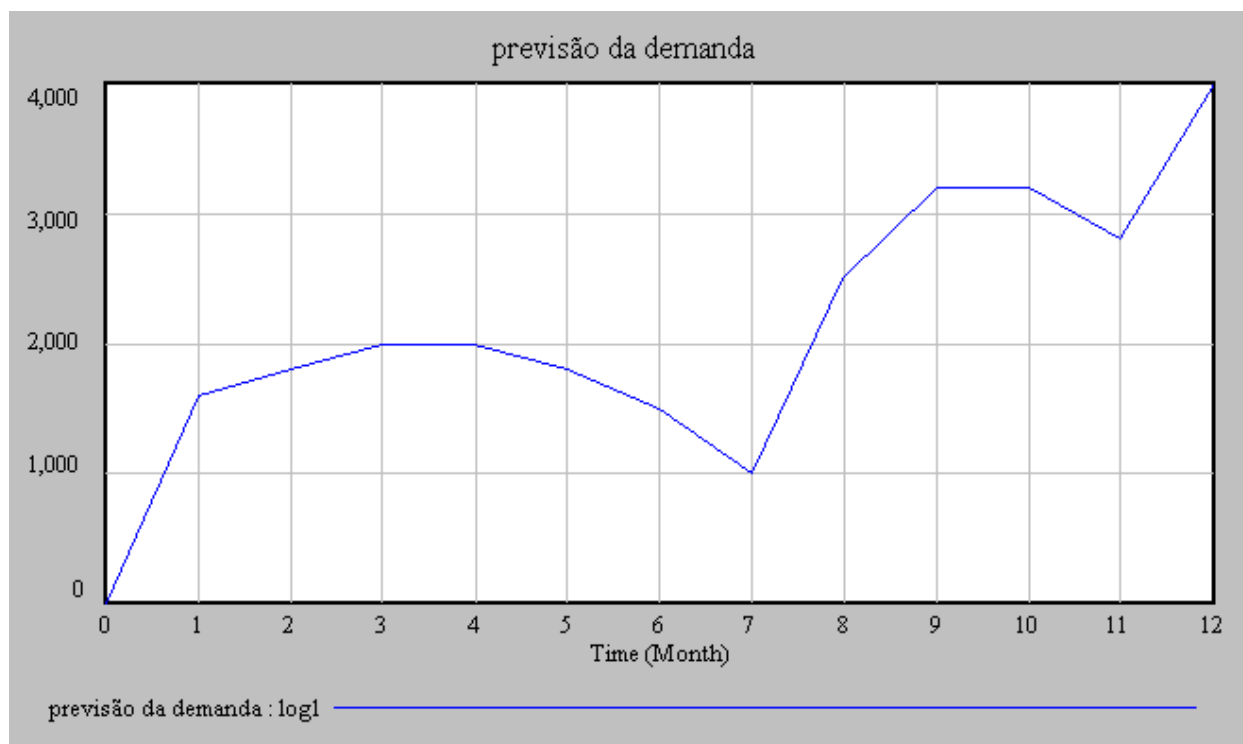
09**Exemplo – Planejamento Agregado para a empresa Fernet**

A empresa Fernet comercializa um kit para jardinagem, composto de diversas ferramentas modulares, armazenadas em uma prática e bonita maleta plástica pré-moldada. A demanda pelos kits de

jardinagem da Fernat é altamente sazonal, com picos durante a primavera, quando as pessoas plantam seus jardins e no Natal, quando são comprados para serem dados de presente.

A previsão de demanda para o próximo ano foi estimada com base nas demandas dos anos anteriores e é apresentada na Tabela e no Gráfico a seguir:

Nº	Mês	Demanda Prevista
1	Janeiro	1600
2	Fevereiro	1800
3	Março	2000
4	Abril	2000
5	Maio	1800
6	Junho	1500
7	Julho	1000
8	Agosto	2500
9	Setembro	3200
10	Outubro	3200
11	Novembro	2800
12	Dezembro	4000



Comportamento previsto para a demanda de kits da Fernat

10

A Fernat vende cada kit aos varejistas por R\$ 40,00. A empresa possui um estoque inicial de 100 kits e 30 funcionários contratados, que recebem um salário base de R\$ 640,00 por mês e produzem, em média, 40 kits por mês (custo de R\$ 18,00 por kit produzido).

É possível aumentar a produtividade dos funcionários pedindo-lhes horas-extras, mas há um custo adicional de 20%, passando de R\$ 18,00 para R\$ 21,60 por kit que exceda a média de 40. Se a média de produção por funcionário for menor que 40, o salário não é reduzido. No modelo, considera-se que há máquinas suficientes para qualquer nível de produção, portanto, não há limite para a contratação de funcionários.

Os clientes da Fernat não aceitam atrasos nas encomendas (portanto não é gerado backlog), por outro lado, a Fernat não subcontrata sua produção. Assim, caso não haja estoque suficiente para atender aos pedidos, estes são considerados como não atendidos e contabilizados a um custo de R\$ 5,00 por kit. Todos os custos estão listados na tabela a seguir.

Item	Custo
Custo de material	R\$ 10,00 por kit produzido
Custo de manutenção de estoques	R\$ 2,00 por kit por mês
Custo de esgotamento de estoques	R\$ 5,00 por unidade por mês
Custo de contratação e treinamento	R\$ 300,00 por funcionário
Custo de demissões	R\$ 500,00 por funcionário
Salário base	R\$ 640,00 por funcionário (mínimo)
Hora-extra	R\$ 27,00 por kit produzido

Considerou-se também o *Estoque inicial de kits* como de **100** unidades.

O objetivo do gerente da cadeia de suprimentos é obter um planejamento agregado da produção que atenda à demanda da maneira mais satisfatória possível, de modo a alcançar o maior resultado bruto acumulado ao final dos 12 meses. Para isso, será necessário trabalhar com três variáveis: o plano de contratação, o **plano de demissões e a produção por funcionário**.

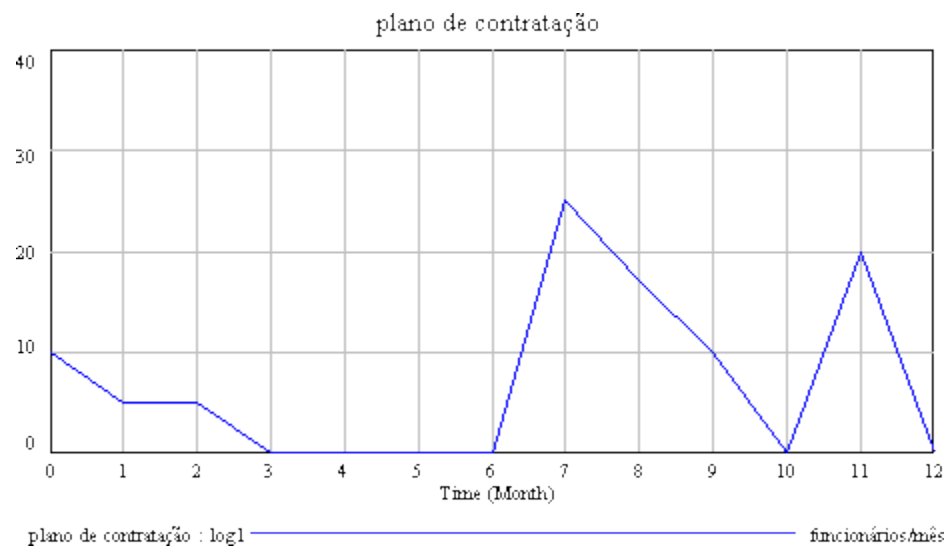
Backlog, no contexto desse exemplo, significa controle de pedidos não atendidos para posterior execução.

11

O gerente da cadeia de suprimentos já fez um primeiro teste com o planejamento mostrado a seguir.

a) Planejamento de Contratações

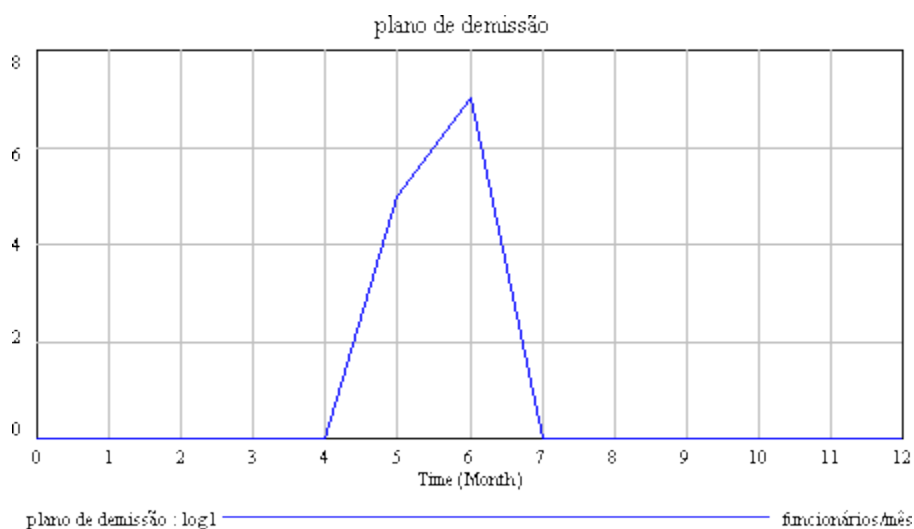
Mês	Plano de contratação
0	10
1	5
2	5
3	0
4	0
5	0
6	0
7	25
8	17
9	10
10	0
11	20
12	0



b) Planejamento de demissões

Mês	Plano de demissão
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	5
6	7
7	0

8	0
9	0
10	0
11	0
12	0



Plano de Produção por funcionário: 40 kits por mês

12

5 - POLÍTICAS ADOTADAS

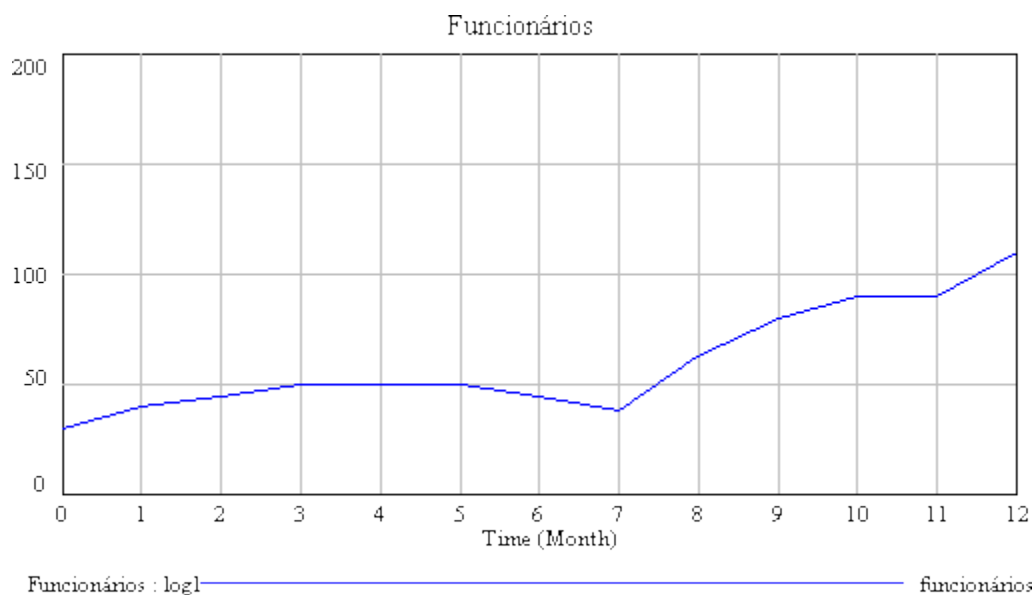
É importante observar que o funcionário, depois de contratado, só entra na linha de produção no mês seguinte, sendo este atraso considerado como o tempo necessário de treinamento. Da mesma forma, os funcionários demitidos só saem da empresa no mês seguinte, após cumprirem o aviso prévio. Isso pode ser observado na tabela e no gráfico da quantidade de funcionários.

Comportamento da quantidade de funcionários planejada

Mês	Contratando funcionários	Funcionários	Demitindo funcionários
0	10	30	0
1	5	40	0
2	5	45	0
3	0	50	0
4	0	50	0
5	0	50	5
6	0	45	7
7	25	38	0
8	17	63	0

9	10	80	0
10	0	90	0
11	20	90	0
12	0	110	0

Comportamento da quantidade de funcionários planejada



13

Resultados alcançados pelo gerente da cadeia de suprimentos

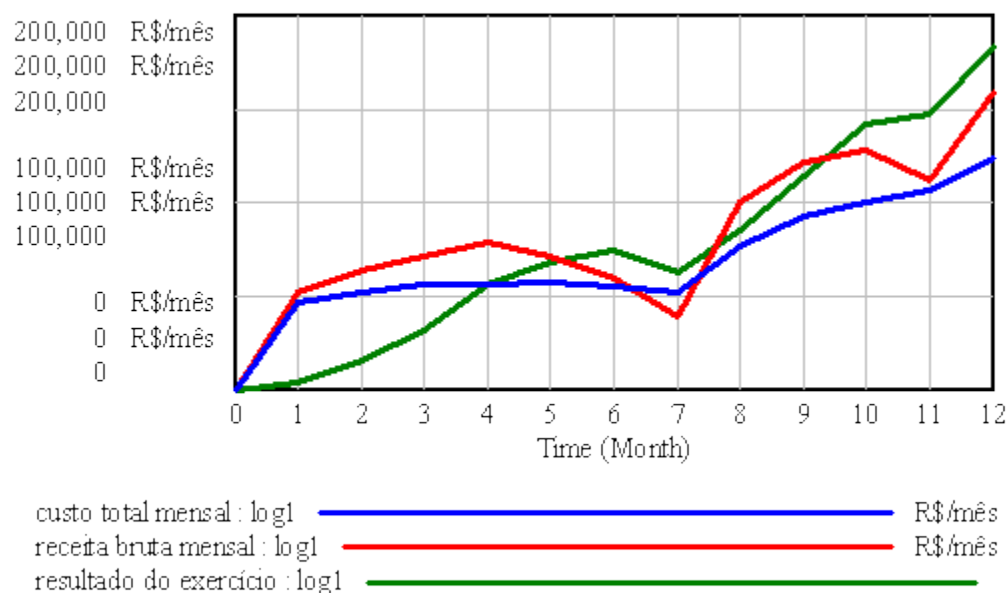
Com as políticas adotadas, o gerente da cadeia de suprimentos obteve os resultados apresentados a seguir.

Custo total mensal

Mês	Custo total mensal (R\$)	Receita bruta mensal	Resultado bruto mensal	Resultado do exercício
0	0	0	0	0
1	47.200,00	52.000,00	4.800,00	4.800,00
2	52.500,00	64.000,00	11.500,00	16.300,00
3	56.600,00	72.000,00	15.400,00	31.700,00
4	56.000,00	80.000,00	24.000,00	55.700,00
5	58.500,00	72.000,00	13.500,00	69.200,00
6	54.700,00	60.000,00	5.300,00	74.500,00
7	52.020,00	40.000,00	(12.020,00)	62.480,00
8	76.660,00	100.000,00	23.340,00	85.820,00

9	93.080,00	121.600,00	28.520,00	114.340,00
10	100.000,00	128.000,00	28.000,00	142.340,00
11	106.800,00	112.000,00	5.200,00	147.540,00
12	123.200,00	160.000,00	36.800,00	184.340,00

Resultados



Observação: foi utilizada a variável **resultado do exercício** porque, sendo um modelo que envolve fluxos e estoques, o valor do fluxo **resultado bruto mensal** só seria incorporado ao estoque **Resultado bruto acumulado** depois de decorrido um intervalo de tempo de 1 mês, isto é, no mês 13.

14

O resultado alcançado pelo gerente foi satisfatório, considerando que o resultado do exercício foi positivo. Porém, a pergunta que se coloca é:

É possível melhorar este resultado?

Para isso será necessário realizar outras simulações, trabalhando apenas as três variáveis anteriormente mencionadas: o plano de **contratação**, o plano de **demissões** e a **produção por funcionário**.

Em outras palavras, está lançado um desafio para que você seja o gerente de planejamento da Fernet e consiga um melhor resultado. Este desafio pode ficar mais interessante se você disputar com os colegas de seu grupo quem conseguirá o melhor resultado.

Diagrama o modelo **quantitativo** de acordo com as instruções e fórmulas detalhadas a seguir. Lembre que antes de simular o modelo devemos verificar a consistência do modelo e consistências de unidades.

Se necessário, incorpore variáveis para garantir a consistência das unidades do modelo.

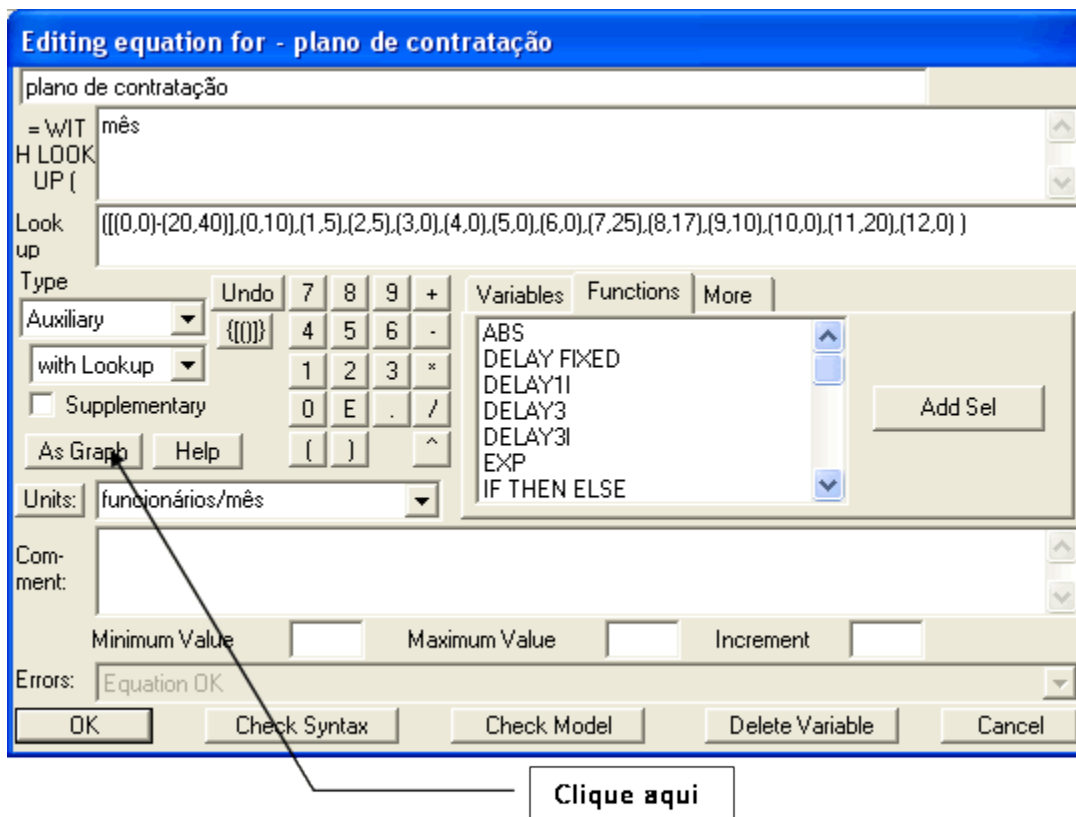
Divulgue no fórum seu modelo no formato VPM.

15

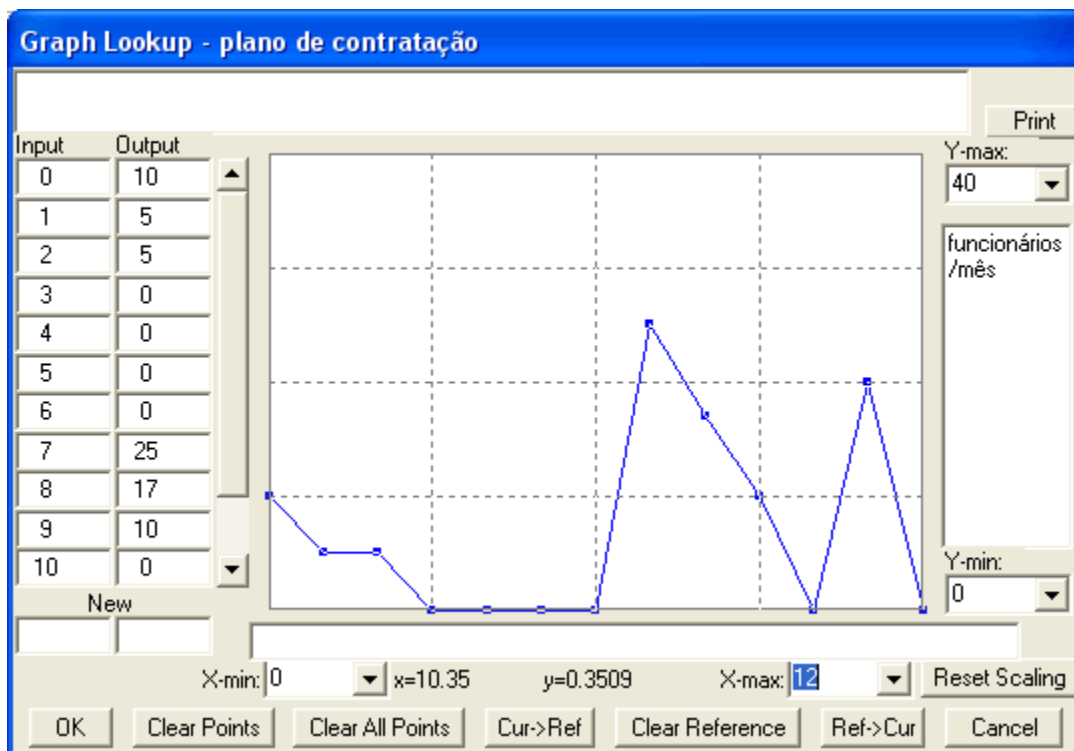
6 - COMO ALTERAR PLANOS DE CONTRATAÇÃO E DEMISSÃO

Os dois planos foram construídos utilizando-se a função *lookup* do Vensim. Essa função permite que se entre com os valores em forma de uma tabela, que, por sua vez, gera um gráfico de comportamento. Preste atenção nos passos a seguir:

- Selecione a ferramenta *Equations*.
- Dê um clique sobre a variável **plano de contratação**.
- Será aberta a caixa de edição de fórmulas da variável.



- Dê um clique no botão *As Graph*.
- Será aberta a caixa de diálogo do *lookup* mostrada a seguir.



A coluna de *Input* à esquerda, representa os valores do eixo x (coordenadas), no caso os meses que serão simulados. A coluna de *Output* representa os valores do eixo y (abscissas) que é a quantidade de funcionários que serão contratados mês a mês.

Para que o gráfico tenha o visual apresentado, observe os valores que foram colocados nos parâmetros *X-min* (menor valor de X), *X-max*, *Y-max* e *Y-min*.

Atenção: não clique com o mouse na área do gráfico, pois isso poderá criar pontos aleatórios que irão interferir na simulação do modelo. Caso tenha feito isso sem querer, clique no botão *Cancel* e depois em *As Graph* novamente. Caso tenha algum outro problema, faça o *download* do modelo de novo.

- Para efetuar o planejamento, digite nas caixas de *Output* a quantidade de funcionários que deseja contratar e depois clique no botão *OK*.
- Para fazer o planejamento das demissões, repita os mesmos procedimentos.

16

7 - COMO FAZER O PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO POR FUNCIONÁRIO

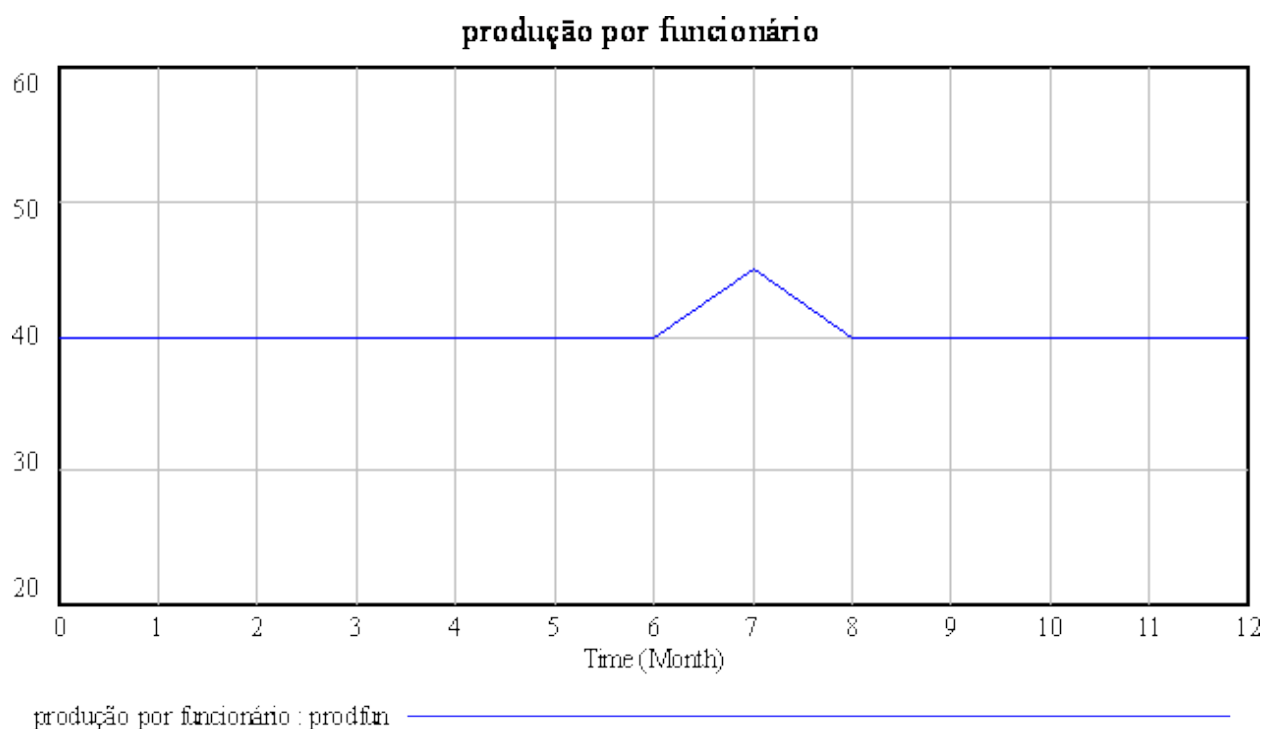
A produção média por funcionário é de 40 kits/mês. Contudo, esse valor pode ser aumentado. Porém, há que se atentar para o fato de que há um custo adicional de 20% (representando as horas-extras ou prêmio por produtividade), passando o custo de R\$ 18,00 para R\$ 21,60 por kit que exceda a média de

40. É importante lembrar que **uma produção por funcionário menor que 40 kits não implicam em redução dos custos salariais.**

Para introduzir uma política de produção um bom recurso é a utilização da função STEP do Vensim. Um exemplo é dado na fórmula a seguir:

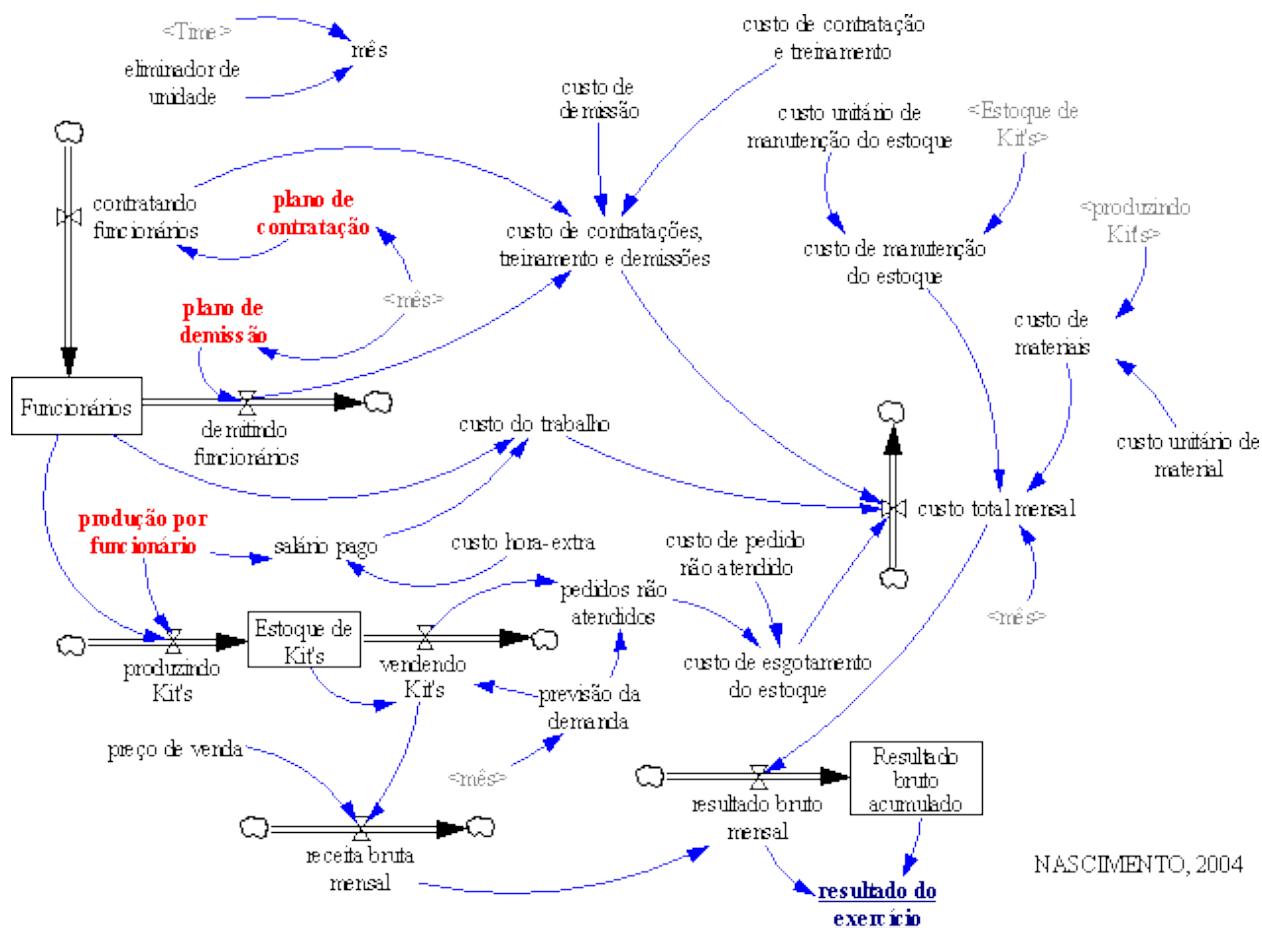
Produção por funcionário = $40 + \text{STEP}(5,7) - \text{STEP}(5,8)$

Isso gerará a produção de 40 kits por funcionário até o mês 6 (junho), aumentando para 45 no mês 7 (julho) e retornando para 40 a partir do mês 8 (agosto), conforme gráfico a seguir.



17

Diagrama do modelo



Fórmulas do modelo

18

Diagrama do modelo

- (01) $\text{contratando funcionários} = \text{plano de contratação}$
Units: funcionários/mês
- (02) $\text{custo de contratação e treinamento} = 300$
Units: R\$/funcionário
- (03) $\text{"custo de contratações, treinamento e demissões"} = (\text{contratando funcionários} \times \text{custo de contratação e treinamento}) + (\text{demitindo funcionários} \times \text{custo de demissão})$
Units: R\$/mês
- (04) $\text{custo de demissão} = 500$
Units: R\$/funcionário
- (05) $\text{custo de esgotamento do estoque} = \text{custo de pedido não atendido} \times \text{pedidos não atendidos}$
Units: R\$/mês

- (06) custo de manutenção do estoque=Estoque de Kit's*custo unitário de manutenção do estoque
Units: R\$/mês
- (07) custo de materiais=produzindo Kit's*custo unitário de material
Units: R\$/mês
- (08) custo de pedido não atendido=5
Units: R\$/Kit
- (09) custo do trabalho=Funcionários*salário pago
Units: R\$/mês
- (10) "custo hora-extra "=21.6
Units: R\$/Kit
- (11) custo total mensal=IF THEN ELSE (mês>0,"custo de contratações, treinamento e demissões"+custo de esgotamento do estoque+custo de manutenção do estoque+custo de materiais+custo do trabalho,0)
Units: R\$/mês
- (12) custo unitário de manutenção do estoque=2
Units: R\$/Kit/mês
- (13) custo unitário de material=10
Units: R\$/Kit
- (14) demitindo funcionários=plano de demissão
Units: funcionários/mês
- (15) eliminador de unidade=1
Units: mês
- (16) Estoque de Kit's= INTEG (produzindo Kit's-vendendo Kit's,100)
Units: kits
FINAL TIME = 12
- (17)
Units: Month
The final time for the simulation.
Funcionários= INTEG (contratando funcionários–demitindo funcionários,30)
- (18)
Units: funcionários
INITIAL TIME = 0
- (19)
Units: Month
The initial time for the simulation.
mês= Time/eliminador de unidade
Units: Dmnl
- (20)
mês assume os valores dos meses, representados pela variável <time> do Vensim. Como essa variável é utilizada na função lookup, o Vensim gera uma mensagem de erro de unidade. Para eliminar essa mensagem, cria-se a variável mês dividindo time pelo eliminador de unidade.
pedidos não atendidos=previsão da demanda-vendendo Kit's
- (21)
Units: kits/mês
plano de contratação = WITH LOOKUP (mês,([(0,0)-(20,40)],(0,10),(1,5),(2,5),(3,0),(4,0),(5,0),(6,0),(7,25),(8,17),(9,10),(10,0), (11,20),(12,0)))

- (22) Units: funcionários/mês
plano de demissão = WITH LOOKUP (mês,([(0,0)-(20,10)],(0,0),(1,0),(2,0),(3,0),(4,0),(5,5),(6,7),(7,0),(8,0),(9,0),(10,0),(11,0),(12,0)))
- (23) Units: funcionários/mês
preço de venda=40
- (24) Units: R\$/Kit
previsão da demanda = WITH LOOKUP (mês,([(0,0)-(12,4000),(0,0),(1,1600),(2,1800),(3,2000),(4,2000),(5,1800),(6,1500),(7,1000),(8,2500),(9,3200),(10,3200),(11,2800),(12,4000),(13,0)],(0,0),(1,1600),(2,1800),(3,2000),(4,2000),(5,1800),(6,1500),(7,1000),(8,2500),(9,3200),(10,3200),(11,2800),(12,4000)))
- (25) Units: kits/mês
produção por funcionário=40
- (26) Units: kits/mês/funcionário
produzindo Kit's=Funcionários*produção por funcionário
- (27) Units: kits/mês
- (28) receita bruta mensal=preço de venda*vendendo Kit's
Units: R\$/mês
- (29) Resultado bruto acumulado= INTEG (resultado bruto mensal, 0)
Units: R\$
- (30) resultado bruto mensal=receita bruta mensal-custo total mensal
Units: R\$/mês
- (31) resultado do exercício=Resultado bruto acumulado+resultado bruto mensal
Units: R\$
- (32) salário pago=640+((produção por funcionário-40)*"custo hora-extra")
Units: R\$/mês/funcionário
- (33) SAVEPER=TIME STEP
Units: Month [0,?]
The frequency with which output is stored.
TIME STEP = 1
- (34) Units: Month [0,?]
The time step for the simulation.
- (35) vendendo Kit's=IF THEN ELSE (Estoque de Kit's>=previsão da demanda, previsão da demanda, Estoque de Kit's)
Units: kits/mês

Você agora está em um micromundo gerencial. Que tenha um ótimo desempenho!

RESUMO

Chopra e Meindl, autores da obra *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*, definem: “o **planejamento agregado** é o processo pelo qual a empresa determina os níveis de capacidade, produção, subcontratação, estoque, esgotamento de estoque e até precificação, sobre um horizonte de tempo específico”. Isso é necessário, pois em nosso mundo atual, a capacidade de produção, armazenagem, transporte etc. possuem custos a serem administrados.

Empresas eficazes tomam suas decisões acerca dos níveis de capacidade de fabricação antecipando-se à demanda e sabendo como atendê-la ao menor custo, de modo a maximizar lucros. Um sério problema enfrentado é a sazonalidade da demanda. Ou seja, para determinados produtos, a demanda oscila durante períodos do ano, o que torna complexo e ao mesmo tempo necessário, o planejamento da produção.

Os principais parâmetros operacionais com que os planejadores lidam ao longo de um horizonte de tempo específico são: taxa de produção, mão-de-obra, horas extras, nível de capacidade das máquinas, subcontratação, pedidos em atraso.

O plano agregado deve atender à demanda de modo a maximizar os lucros, especificando um tempo futuro denominado horizonte de planejamento, o qual deve ser particionado em unidades de tempo (semanas, meses ou trimestres).

As decisões tomadas pela empresa quanto ao planejamento agregado serão: **quantidade de produção a partir de carga horária normal, horas extras e horas de subcontratação** (determina o número de funcionários e os níveis de compra dos fornecedores), **estoque mantido** (determina a quantidade de espaço no depósito e o capital de giro necessário), **quantidade de pedidos em atraso/esgotamento de estoque** (determina os níveis de serviço do cliente), **mão-de-obra contratada/demitida** (determina possíveis questões trabalhistas), **aumento/redução da capacidade de máquina** (determina a necessidade de novos equipamentos).

As estratégias do Planejamento Agregado consistem em manipular os custos de capacidade, estoque e pedidos em atraso. Um planejamento agregado que reduza um desses custos normalmente acarreta o aumento dos outros dois. O objetivo do planejador é chegar a uma combinação mais lucrativa. A essência do *trade-off* é a renúncia a atividades, produtos, serviços ou áreas de atuação em benefício de outras. A escolha em atuar de um modo e não de outro tornam claras as prioridades da organização pelos gerentes. Os *trade-offs* fundamentais ao planejador acontecem entre os itens: capacidade (período normal de trabalho, horas-extras, subcontratação); estoque; pedidos em atraso/vendas perdidas.

Existem três estratégias de planejamento agregado envolvendo *trade-offs*:

Estratégia de acompanhamento – a capacidade como alavanca: taxa de produção sincronizada com a demanda. **Estratégia de flexibilidade de tempo da mão-de-obra ou da capacidade – a utilização como alavanca:** mão-de-obra estável, número de horas trabalhadas variando com o tempo, produção em

sincronia com a demanda. **Estratégia de nível – o estoque como alavanca:** capacidade das máquinas e mão-de-obra estáveis a uma taxa constante de produção.

UNIDADE 4 – MODELANDO E SIMULANDO NEGÓCIOS

MÓDULO 3 – MODELANDO A ÁREA DE MARKETING

01

1 - DIFUSÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Dentre várias possibilidades, o conceito de marketing pode ser entendido como:

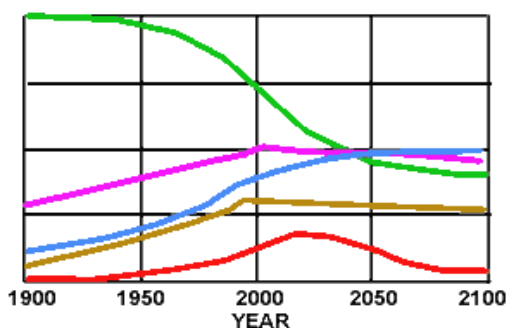
“A função empresarial que cria continuamente valor para o cliente e gera vantagem competitiva duradoura para a empresa, por meio da gestão estratégica das variáveis controláveis de marketing: produto, preço, comunicação e distribuição.”

Gestão de marketing / Coordenação Sergio Roberto Dias. – São Paulo: Saraiva, 2003.



As variáveis tratadas pelo marketing não são exclusivas de uma área ou departamento, como se pode observar. Na realidade, tais variáveis permeiam toda a organização. Porém, o que se quer enfatizar neste momento é: como a modelagem de negócios pode contribuir para o melhor entendimento, não apenas da área de marketing, bem como dar *feedbacks* para as demais áreas?

02



A modelagem de negócios permite estudar o ambiente empresarial e compreender o comportamento dinâmico das variáveis que o compõem. Uma boa modelagem permite antecipar entendimentos que, no ambiente real, levaria anos.

Para demonstrar isso, vamos escolher um determinado processo de marketing para elaborar um modelo de simulação, respeitando algumas premissas que serão estabelecidas ao longo do trabalho.

Para a construção do modelo, consideremos uma situação muito comum na área de marketing: a introdução de um produto inovador no mercado (como, por exemplo, um produto de alta tecnologia).



03

Os produtos de alta tecnologia, em geral, têm um ciclo de vida característico. Eles são lançados com um preço alto para tentar recuperar os altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento efetuados antes da introdução do produto no mercado. No início, poucas pessoas estão dispostas a pagar esse alto preço para ter a novidade. Com o passar do tempo, a empresa começa a baixar o preço, aumenta a divulgação e utiliza outras estratégias de marketing para ganhar mercado. O volume de vendas cresce até o mercado ficar maduro. Posteriormente, o produto vai ficando obsoleto e o volume de vendas vai decrescendo até a sua “morte”.

Uma das pessoas que estudou profundamente esse tipo de comportamento foi o comunicólogo Norte-americano Everett Rogers (Diffusion of Innovations, 1995). Rogers identificou um conjunto de cinco atributos, segundo os quais uma inovação pode ser classificada: vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, visibilidade e experimentalidade. A partir desta classificação pode-se prever a taxa de adoção da tecnologia e a reação dos potenciais utilizadores à inovação.



Vantagem relativa: É o grau em que uma inovação é percebida como melhor que a idéia a ser substituída. O grau de vantagem relativa pode ser medido em função da rentabilidade econômica, prestígio social, baixo custo inicial etc.

Compatibilidade: É o grau em que uma inovação é percebida como compatível com valores existentes, experiências passadas, e necessidade de potenciais clientes a adotarem.



04



Complexidade: É o grau de dificuldade de entendimento e de utilização percebido pelo potencial usuário. Quanto mais fácil de entender e utilizar, mais fácil será adotada.

Experimentação: É o grau em que um potencial usuário pode experimentar a inovação antes de adquiri-la.



Observação: É o grau em que os resultados de uma inovação são visíveis para os outros.

05

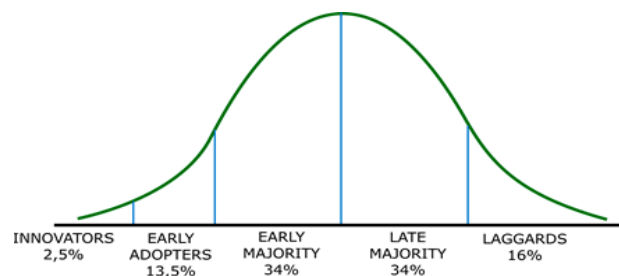


Figure 1. Bell shaped curve showing categories of individual innovativeness and percentages within each category.

Rogers identificou o padrão que geralmente ocorre na disseminação tecnológica. Este padrão classifica os usuários que adotam produto em categorias, em função do tempo para adoção, o qual começa com um pequeno número de inovadores (*innovators*), tomando forma e acelerando até o ponto máximo, quando metade dos inovadores potenciais já está utilizando a inovação. Em seguida, a curva começa a declinar até os poucos e últimos inovadores (*leggards*).

06

As categorias propostas por Rogers são:

Inovadores (*Innovators*)



O primeiro segmento de público a adotar a inovação. Em geral, os **inovadores** são pessoas que aceitam o risco de adquirir um produto ainda não difundido em troca de serem as primeiras a usufruir os possíveis benefícios, ou aprender algo novo, ou, ainda, pelo status e pelas diferenciações decorrentes do uso do produto. Devido ao seu perfil arrojado, muitas vezes são percebidos como extravagantes, não têm credibilidade suficiente para atuar como grupo de referência. Porém, a empresa deve identificar esse grupo para realizar testes de produto, obtendo feedback para ajustes e correções no plano de lançamento para o mercado mais amplo. Em geral, esse grupo representa 2,5% do público.

Adotantes Iniciais (*Early Adopters*)

Este grupo desempenha o papel de formador de opinião, grupo de referência e agente de mudança e é muito importante para acelerar a difusão do produto. Em geral, os **adotantes iniciais** são pessoas possuidoras de credibilidade e respeito devido ao seu grande conhecimento ou especialização, maior poder aquisitivo e posição social de maior visibilidade. A empresa deve identificar essas pessoas e realizar um trabalho de apoio, esclarecimento, incentivo educação. Representam 13,5% do público



07

Maioria Inicial (*Early Majority*)



É o público dos segmentos de maior poder aquisitivo, que se apóia nas propagandas do produto e nas opiniões dos adotantes iniciais. A **maioria inicial** é o grupo responsável pelo maior volume a ser adquirido, tornando-se cliente típico do produto. A estratégia de marketing deve objetivar a conquista da fidelidade desse grupo, mantendo-o permanentemente satisfeito.

Representa 34% do público.

Maioria tardia (*Late Majority*)

Grupo que compõe 34% do público e tende a ser mais cético e conservador e, em geral, tem menor poder aquisitivo. As pessoas do grupo **maioria tardia** são menos sensíveis a apelos de inovação e esperam a queda dos preços ou a pressão dos amigos para passar a consumir o produto.



Retardatários (*Laggards*)

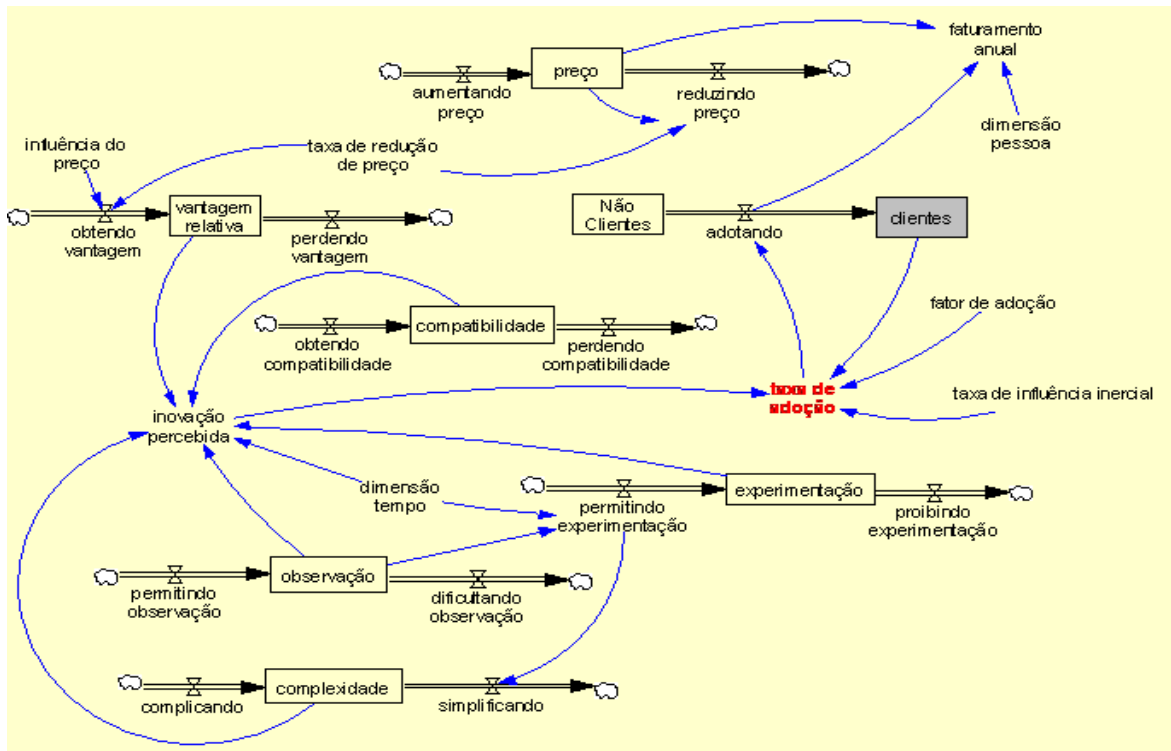


São os últimos a adotar uma inovação. Representam 16% do público. Em geral, são pessoas idosas, de baixo poder aquisitivo, ou residentes em áreas rurais, mais distantes. Poucos contribuem para o desempenho das vendas, não merecendo ser alvo de ações de marketing dirigidas.

08

2 - ANÁLISE DO MODELO

Observe o diagrama a seguir.

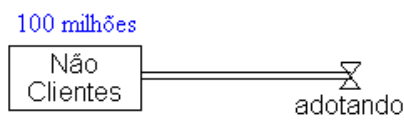


Este é um modelo teórico que não tem a pretensão de fornecer valores exatos. Os pesos das variáveis foram atribuídos intuitivamente, uma vez que o objetivo não é efetuar previsões com precisão matemática, mas sim demonstrar o comportamento dinâmico das variáveis e permitir seu estudo por meio de um modelo simulável de fluxos e estoques.

Observação importante: As constantes e variáveis sem unidades de medida foram tratadas como *dmnl* (*dimensionless*).

09

No modelo, foram consideradas as seguintes premissas básicas:



1. O Tamanho total do mercado potencial (**não clientes**) é grande, cerca de 100 milhões de pessoas;
2. O produto tem ciclo de vida de aproximadamente 20 anos;

INITIAL TIME = 0

Units: Year

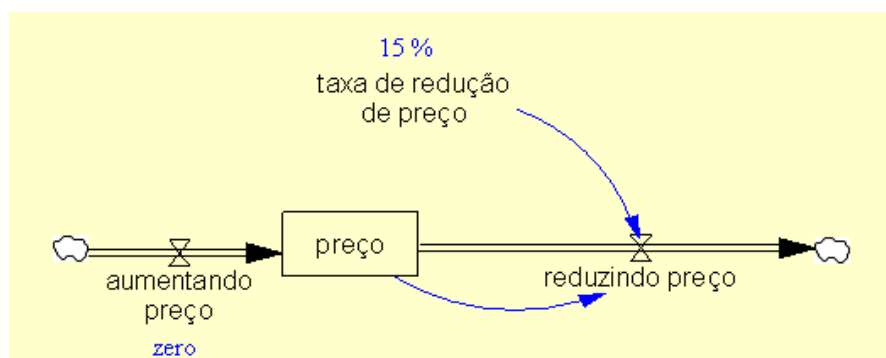
The initial time for the simulation.

FINAL TIME = 20

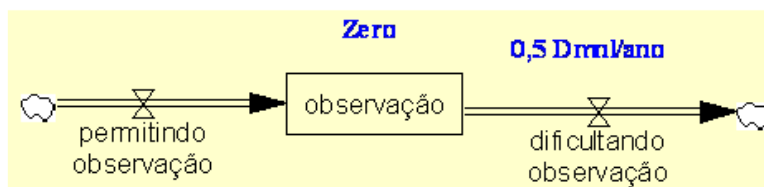
Units: Year

The final time for the simulation.

3. O **preço** de lançamento do produto é de R\$ 10.000,00. Em função da concorrência e da necessidade de aumentar a participação no mercado, o preço é reduzido anualmente a uma taxa de 15% ao ano;

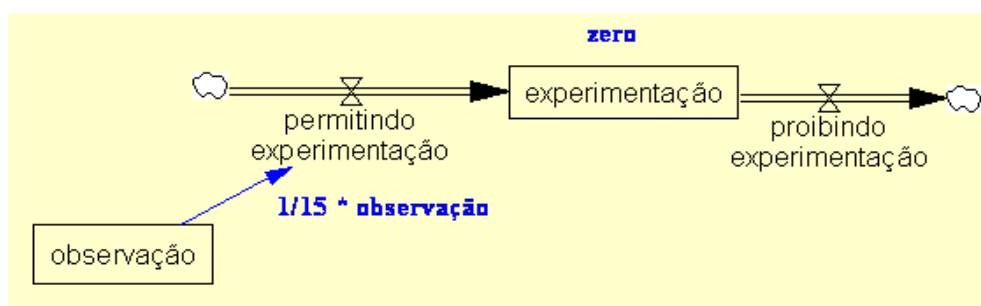


4. O nível de observação inicia-se com zero. Com o passar do tempo, em função da divulgação crescente, o nível de observação aumenta a uma taxa de 0,5 *dmnl*/ano;

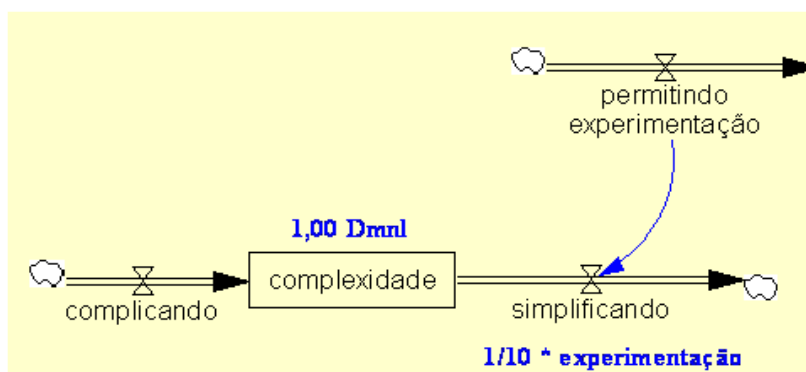


10

5. O nível de **experimentação** inicia-se com zero Dmnl no lançamento e aumenta na proporção de 1/15 do valor atual do nível de observação por ano. Ou seja, a cada ano, em função das observações bem sucedidas do desempenho do produto, o nível de pessoas interessadas em experimentar o produto também aumenta;

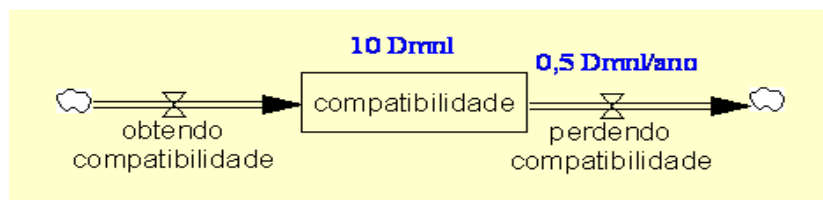


6. O nível de **complexidade** inicia-se com 1,0 Dmnl e decresce anualmente em 1/10 da taxa de experimentação. Isto porque quanto maior a taxa de experimentação do produto, menor sua complexidade no longo prazo;



11

7. Quando o produto é lançado, ele possui um nível de **compatibilidade** igual a 10,0 Dmnl, compatível com os produtos anteriores existentes. Com o passar do tempo, produtos mais sofisticados surgem e o nível de compatibilidade de nosso produto decresce a uma taxa de 0,5 Dmnl/ano;

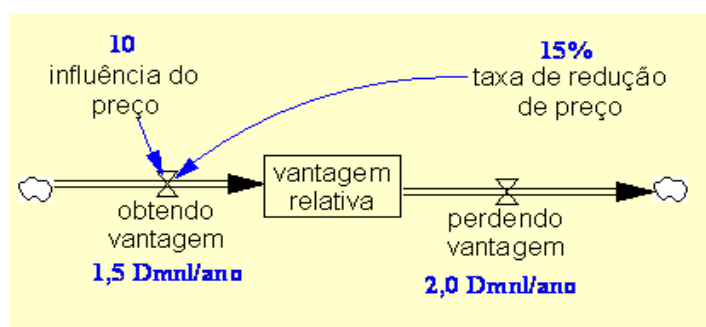


8. No lançamento, o produto possui **vantagem relativa** de 10,0 Dmnl por ter melhor qualidade intrínseca que os produtos anteriores. Este nível decresce a uma taxa de 2,0 Dmnl/ano. Paralelamente, em função da política anual de redução de preços para ganhar mercado, o nível de vantagem relativa cresce a uma taxa dada pela fórmula:

(taxa de redução de preço/influência do preço)

A influência do **Preço** no nível de vantagem relativa é 10,0. Portanto, cada 1% de redução do preço, aumenta o nível de vantagem relativa em 0,1 Dmnl/mês.

Logo, o nível de vantagem relativa irá aumentar a uma taxa de 1,5 Dmnl/ano e, simultaneamente, decrescerá a uma taxa de 2,0 Dmnl/ano, e resulta em uma variação líquida negativa de 0,05 Dmnl/ano.



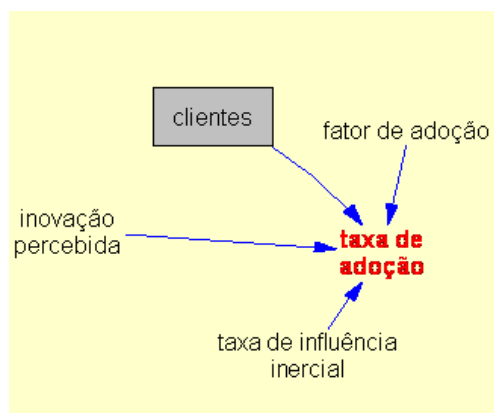
12

9. Existe uma taxa de crescimento inercial de 2%. Isso significa que uma parte das pessoas adotará o produto mesmo que ele apresente desvantagem ou esteja obsoleto;

10. A inovação percebida é diretamente proporcional ao produto das variáveis: (vantagem relativa x compatibilidade x experimentação x observação) e inversamente proporcional à complexidade.

11. A taxa de adoção é dada pela fórmula: fator de adoção x inovação percebida + Clientes x taxa de influência inercial.

12. Ainda por hipótese, admite-se que cada unidade de inovação percebida corresponde a 1000 clientes adotando o produto (fator de adoção = 1000 pessoas).



13

Fórmulas do modelo

(01) adotando = taxa de adoção Units: pessoas/ano
(02) aumentando preço = 0 Units: R\$/ano
(03) clientes = INTEG (adotando, 0) Units: pessoas
(04) compatibilidade = INTEG (obtendo compatibilidade – perdendo compatibilidade, 10) Units: Dmnl É o grau em que uma inovação é percebida como compatível com valores existentes, experiências passadas, e necessidade de potenciais clientes adotarem.
(05) complexidade = INTEG (complicando – simplificando, 1) Units: Dmnl É o grau de dificuldade de entendimento e de utilização percebidos pelo potencial usuário. Quanto mais fácil de entender e utilizar, mais fácil será adotada.
(06) complicando = 0 Units: Dmnl/ano
(07) dificultando observação = 0 Units: Dmnl/ano
(08) dimensão pessoa = 1 Units: Dmnl/pessoa

<p>(09) dimensão tempo = 1 Units: Dmnl/ano</p>
<p>(10) experimentação = INTEG (permitindo experimentação – proibindo experimentação, 0) Units: Dmnl É o grau em que um potencial usuário pode experimentar a inovação antes de adquiri-la.</p>
<p>(11) fator de adoção = 1000 Units: pessoas Quantidade de clientes que adotarão o produto quando a inovação percebida for igual a 1,00 Dmnl.</p>
<p>(12) faturamento anual= adotando*preço*dimensão pessoa Units: R\$ Resultado dos clientes que adotam o produto pelo preço atual.</p>
<p>(13) FINAL TIME = 20 Units: Year The final time for the simulation.</p>
<p>(14) influência do preço = 10 Units: Dmnl Influência da taxa de redução de preço no aumento da vantagem relativa do produto. Um valor 10 significa que uma redução de 1% no preço aumenta a vantagem relativa em 1/10 unidades (0, 1).</p>
<p>(15) INITIAL TIME = 0 Units: Year The initial time for the simulation.</p>
<p>(16) inovação percebida = (vantagem relativa * compatibilidade * experimentação * observação) / (complexidade) * dimensão tempo Units: Dmnl/ano Resultado da combinação das variáveis que influenciam diretamente na inovação.</p>
<p>(17) Não Clientes = INTEG (– adotando, 1e + 008) Units: pessoas Pessoas que ainda não compram o produto. Obs.: $1e+008 = 1 \cdot 10^8 = 100.000.000$.</p>
<p>(18) observação = INTEG (+ permitindo observação – dificultando observação, 1) Units: Dmnl É o grau em que os resultados de uma inovação são visíveis para os outros. A partir da devida identificação das variáveis no processo de inovação e os seus respectivos inter-relacionamentos e interdependências torna-se necessário conceber a forma e os mecanismos para decidir qual o momento mais adequado para iniciar o processo de inovação.</p>

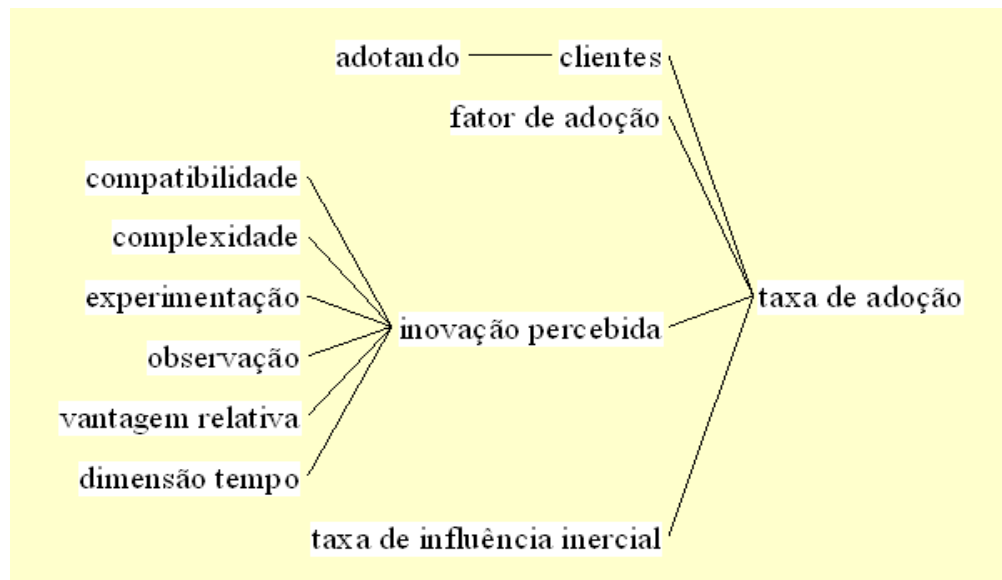
(19) obtendo compatibilidade = 0 Units: Dmnl/ano
(20) obtendo vantagem = IF THEN ELSE (taxa de redução de preço > 0, (taxa de redução de preço/influência do preço), 0) Units: Dmnl/ano
(21) perdendo compatibilidade = 0.5 Units: Dmnl/ano
(22) perdendo vantagem = 2 Units: Dmnl/ano
(23) permitindo experimentação = observação/15 * dimensão tempo Units: Dmnl/ano
(24) permitindo observação = 0.5 Units: Dmnl/ano
(25) preço = INTEG (aumentando preço – reduzindo preço,10000) Units: R\$
(26) proibindo experimentação = 0 Units: Dmnl/ano
(27) reduzindo preço = (preço*taxa de redução de preço/100) Units: R\$/ano
(28) SAVEPER = TIME STEP Units: Year [0, ?] The frequency with which output is stored. (A frequência em que os dados de saída são armazenados).
(29) simplificando = permitindo experimentação/10 Units: Dmnl/ano
(30) taxa de adoção =IF THEN ELSE (inovação percebida * fator de adoção + clientes * taxa de influência inercial / 100 < 0, 0, inovação percebida * fator de adoção + clientes * taxa de influência inercial / 100) Units: pessoas/ano Produto da inovação percebida pelo fator de adoção. Representa quantas pessoas irão adotar o produto por ano.
(31) taxa de influência inercial = 2 Units: Dmnl/ano

Percentual de pessoas que adotarão o produto por "osmose".
(32) taxa de redução de preço = 15 Units: Dmnl/ano
(33) TIME STEP = 1 Units: Year [0,?] The time step for the simulation. (Intervalo de tempo nos quais os dados serão calculados. No caso, ano a ano).
(34) vantagem relativa = INTEG (obtendo vantagem –perdendo vantagem, 10) Units: Dmnl Representa o nível de vantagem do produto em relação à concorrência em função de preço, qualidade intrínseca, inovação etc.

14

Analisando o modelo – Antes de simular o modelo é interessante analisar previamente o comportamento de algumas variáveis:

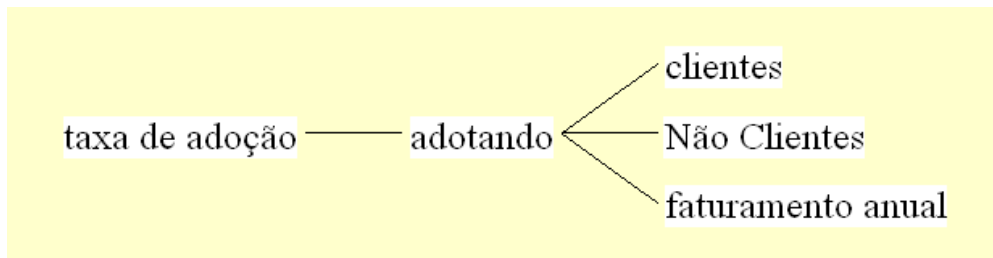
a) Para verificar as variáveis que interferem na taxa de adoção, clique com o mouse nesta variável e selecione a ferramenta *Causes Tree*:



Como se pode observar, a taxa de adoção depende diretamente do número atual de clientes, do fator de adoção, da inovação percebida e da taxa de influência inercial.

A inovação percebida, por sua vez, depende de um conjunto de variáveis (compatibilidade, complexidade, vantagem relativa, etc.).

b) Para uma análise inversa, deseja-se agora verificar em que a taxa de adoção é utilizada. Para isso seleciona-se esta variável e aciona-se a ferramenta *Uses Tree*:



O Vensim mostra claramente que, por meio da taxa de adoção, se pode calcular quantos “não clientes” estão “adotando” o produto, tornando-se clientes e gerando, por consequência, um faturamento anual.

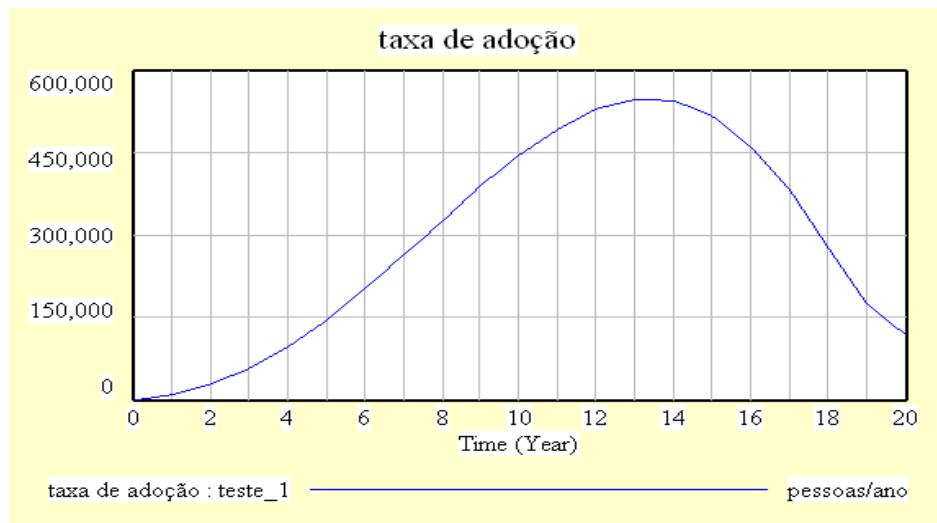
Experimente utilizar as ferramentas de *Causes Tree* e *Uses Tree* para outras variáveis do modelo e veja se faz sentido. Essas ferramentas são importantes para visualizar relações de causa e efeito.

15

3 - SIMULANDO O MODELO

Simulando o modelo – Simule o modelo, dando um primeiro nome para a base de dados de simulação (caixa de texto Runname). No exemplo, no modelo abaixo foi utilizado o nome teste_1.

a) Para visualizar o comportamento dos clientes que estão adotando o produto anualmente, seleciona-se a variável “adotando” e aciona-se a ferramenta Graph. Se o modelo foi construído corretamente, deverá apresentar o resultado mostrado no gráfico a seguir.



O gráfico traçado é bem semelhante ao proposto por Rogers no Processo de difusão de inovação, mostrando desde os inovadores até os retardatários.

Para visualizar esses valores em forma de tabela, aciona-se a ferramenta Table Time Down:

Time (Year) "adotando" Runs: adotando

0 Current 0

1 9085.57

2 27639.3

3 56597.9

4 95852.5

5 144408

6 200518

7 261791

8 325293

9 387637

10 445070

11 493568

12 528949

13 547028

14 543839

15 516005

16 461395

17 380413

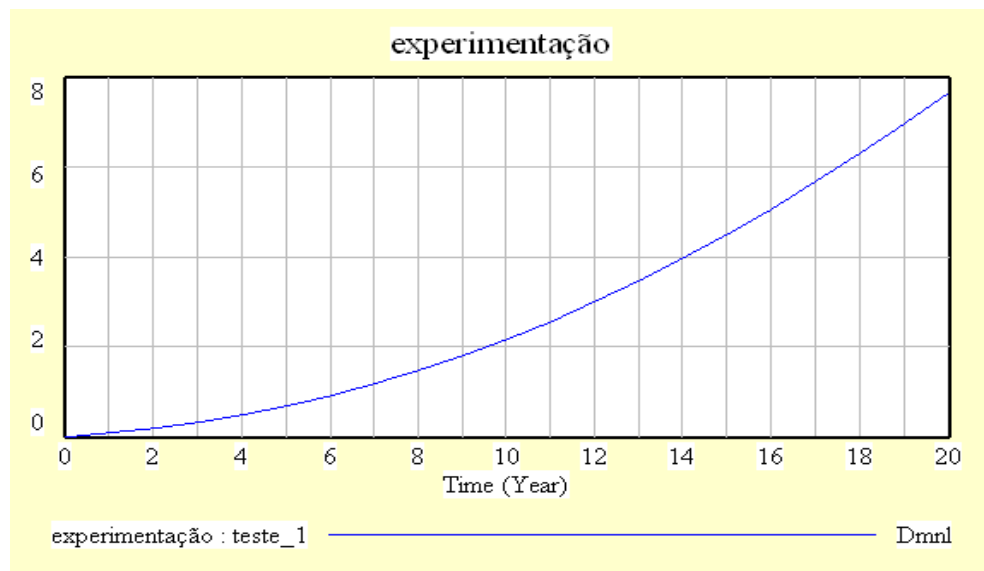
18 278772

19 174366

20 117565

16

b) Vamos verificar graficamente, agora, o comportamento da variável experimentação. Selecione esta variável e a ferramenta *Graph*:

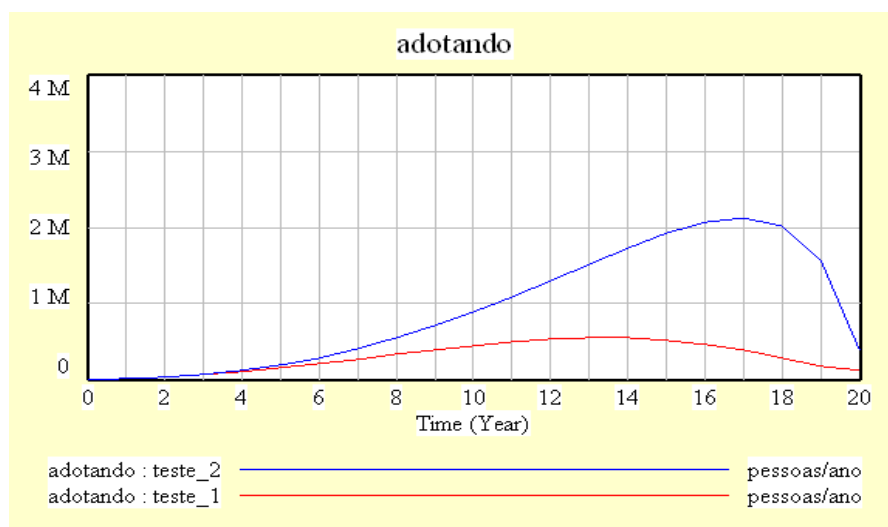


Como pode ser observado, o crescimento do nível de experimentação não é linear.

17

c) Um cenário interessante é analisar a influência do preço no número de clientes que adotam o produto. Para isso, altera-se a equação da taxa de redução de preço de 15 para 20%. Mude o nome do dataset para teste_2 e execute a simulação.

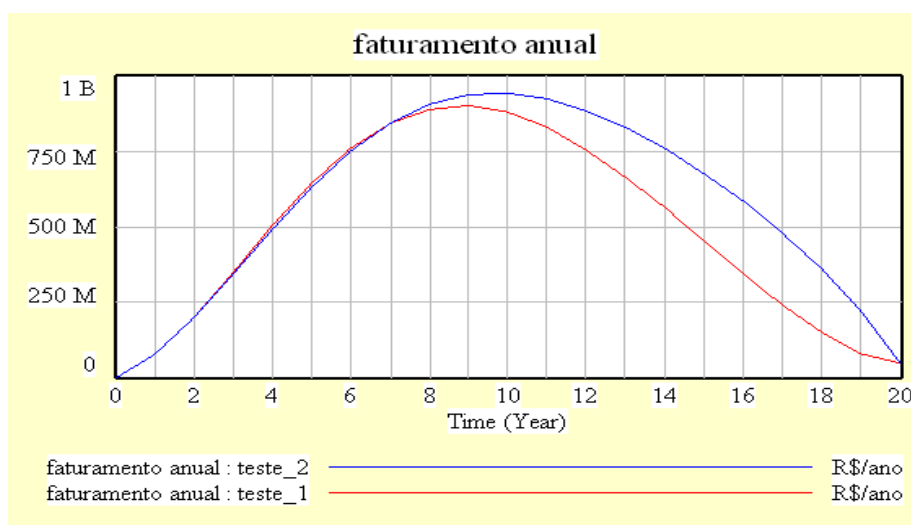
Ao selecionar a variável “adotando” e a ferramenta Graph, deve aparecer o seguinte:



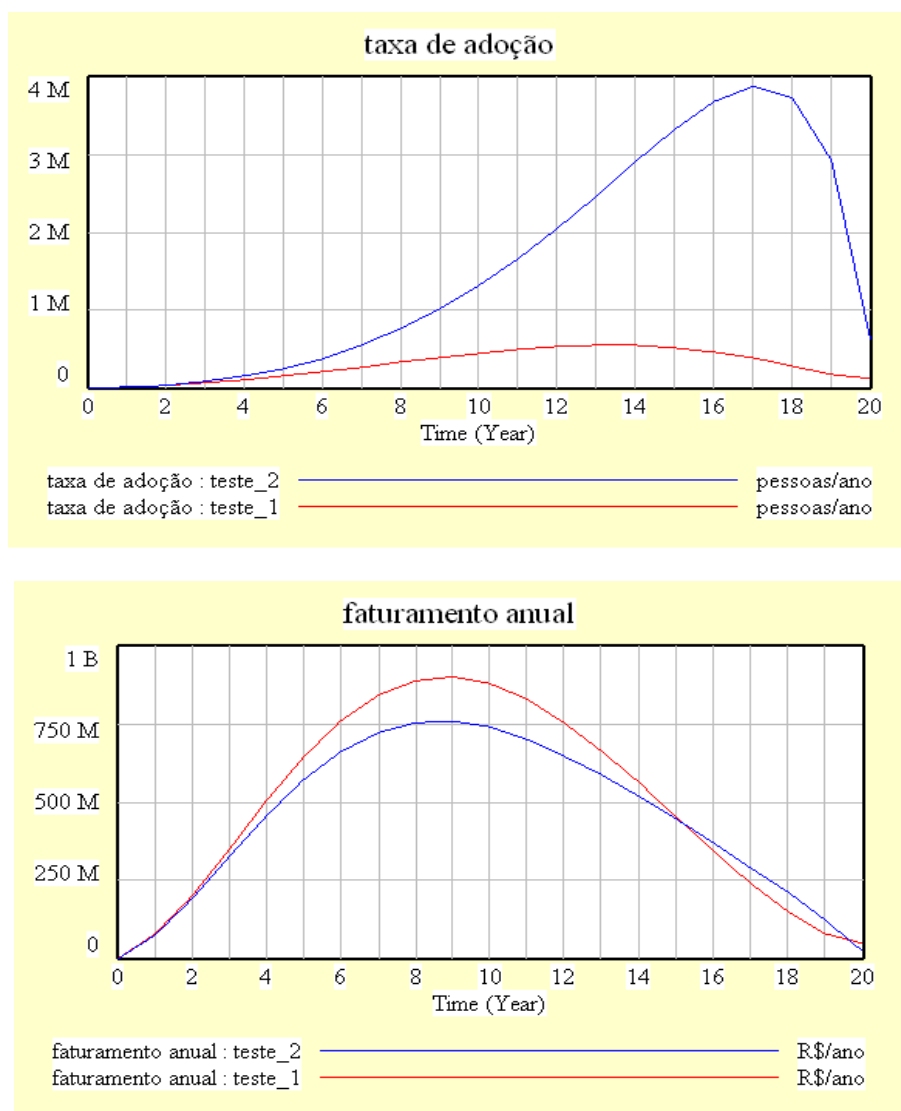
Isso mostra que uma variação de 5% ao ano na redução do preço desse produto pode apresentar um incremento enorme no número de clientes.

18

Mas, reduzir o preço isoladamente pode reduzir o faturamento. Vamos ver o comportamento dinâmico da variável faturamento. Para isso selecione esta variável e a ferramenta *Graph*:



Realmente, embora o número de clientes aumente (marketshare) e o faturamento anual também aumente, será que isso sempre acontece? Vamos agora alterar a taxa de redução de preço de 15 para 25%:



Neste caso, o número de clientes aumentou em função da vantagem relativa obtida pela variação de preço, mas houve queda no faturamento até o 15º ano.

19

Sugestões

As variáveis de marketing podem fornecer *feedbacks* importantes para as demais áreas da empresa. Em função da vantagem relativa necessária, compatibilidade e complexidade, o pessoal de Pesquisa e Desenvolvimento e Finanças podem planejar melhor.

O pessoal de vendas também tem como apurar a importância da experimentação por parte do cliente e a observação dos resultados do produto para o convencimento do cliente.

O pessoal de logística e produção pode programar-se em função do ciclo de vida previsto para o produto.

Em resumo, quando se utiliza o processo de modelagem de negócios apoiado em ferramentas de dinâmica de sistemas, fica mais fácil tratar a complexidade dos negócios. Comportamentos intuitivos podem ser comprovados ou contestados em função da observação do comportamento dinâmico das variáveis.

Diagrama o modelo **quantitativo** de acordo com as instruções e fórmulas detalhadas anteriormente. Lembre que antes de simular o modelo devemos verificar a consistência do modelo e consistências de unidades. Se necessário, incorpore variáveis para garantir a consistência das unidades do modelo.

Divulgue no fórum seu modelo no formato VPM.

- **Altere o valor de algumas variáveis do modelo e estude seu comportamento.**
- **Utilize o painel de controle para criar alguns gráficos personalizados.**
- **Aproveite os recursos de simulação disponíveis no Vensim.**
- **Para tornar o modelo mais completo e próximo da realidade podem ser inseridas variáveis relativas aos custos envolvidos em criação e manutenção da vantagem relativa, experimentação, divulgação etc.**
- **Para tornar os resultados mais precisos seria necessário “calibrar” os pesos das variáveis relativas à inovação com base em pesquisas de mercado e posterior comprovação.**

20

RESUMO

O presente módulo demonstrou, por meio da construção reflexiva de modelos, o papel da área de marketing no contexto organizacional e a geração de feedbacks para as demais áreas da organização. O conceito de marketing pode ser entendido como: “A função empresarial que cria continuamente valor para o cliente e gera vantagem competitiva duradoura para a empresa, por meio da gestão estratégica das variáveis controláveis de marketing: produto, preço, comunicação e distribuição”.

As variáveis tratadas pelo marketing não são exclusivas de uma área ou departamento, tais variáveis permeiam toda a organização. De que forma a modelagem de negócios pode contribuir para o melhor entendimento, não apenas da área de marketing, mas fornecer *feedbacks* às demais áreas?

A modelagem de negócios permite estudar o ambiente empresarial e compreender o comportamento dinâmico das variáveis o compõem. Uma boa modelagem permite antecipar entendimentos que, no ambiente real, levaria muitos anos.

Os produtos de alta tecnologia têm um ciclo de vida característico: são lançados com um preço alto para tentar recuperar os altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento efetuados antes da introdução do produto no mercado. Poucas pessoas se dispõem a pagar o alto preço inicial para obter a novidade.

Com o passar do tempo, a empresa diminui o preço, amplia a divulgação e utiliza outras estratégias de marketing para ganhar mercado. O volume de vendas cresce até o mercado ficar maduro. Posteriormente, o produto torna-se obsoleto e o volume de vendas decresce até a sua “morte”.

O norte-americano Everett Rogers (*Diffusion of Innovations*, 1995) identificou um conjunto de cinco atributos, segundo os quais uma inovação pode ser classificada: vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, visibilidade e experimentalidade. A partir desta classificação pode-se prever a taxa de adoção da tecnologia e a reação dos potenciais utilizadores à inovação.

Vantagem relativa: É o grau em que uma inovação é percebida como superior à que está sendo substituída. Pode ser medido em função da rentabilidade econômica, prestígio social, baixo custo inicial etc.

Compatibilidade: É o grau em que uma inovação é percebida como compatível com valores existentes, experiências passadas, e necessidade de potenciais clientes a adotarem.

Complexidade: É o grau de dificuldade de entendimento e de utilização percebido pelo potencial usuário. Quanto mais fácil de entender e utilizar, mais fácil será adotada.

Experimentação: É o grau em que um potencial usuário pode experimentar a inovação antes de adquiri-la.

Observação: É o grau em que os resultados de uma inovação são visíveis para os outros.

Rogers identificou o padrão que geralmente ocorre na disseminação tecnológica, o qual classifica os usuários que adotam produto nas seguintes categorias:

Inovadores (Innovators): é o primeiro segmento de público a adotar a inovação. São pessoas que aceitam o risco de adquirir um produto ainda não difundido em troca de serem as primeiras a usufruir os possíveis benefícios, ou aprender algo novo, ou, ainda, pelo status e pelas diferenciações decorrentes do uso do produto. Devido ao seu perfil arrojado, são percebidos como extravagantes, não possuindo credibilidade suficiente para atuar como grupo de referência. A empresa, entretanto, deve identificar esse grupo para realizar testes de produto e obter feedback para ajustes e correções no plano de lançamento para o mercado mais amplo.

Adotantes Iniciais (Early Adopters): desempenham o papel de formadores de opinião, grupo de referência e agentes de mudança e são muito importantes para acelerar a difusão do produto. Possuem credibilidade e respeito devido ao seu grande conhecimento ou especialização, maior poder aquisitivo e posição social. A empresa deve identificá-los e realizar um trabalho de apoio, esclarecimento, incentivo e educação.

Maioria Inicial (Early Majority): é o público dos segmentos de maior poder aquisitivo, apoiados nas propagandas do produto e nas opiniões dos adotantes iniciais. Grupo responsável pelo maior volume a ser adquirido, tornando-se clientes típicos do produto. A estratégia de marketing deve objetivar a conquista da fidelidade desse grupo, mantendo-o permanentemente satisfeito.

Maioria tardia (*Late Majority*): grupo que compõe 34% do público e tende a ser mais cético e conservador e, em geral, possui menor poder aquisitivo. Formado por pessoas menos sensíveis a apelos de inovação, que esperam a queda dos preços ou a pressão dos amigos para passar a consumir o produto.

Retardatários (*Laggards*): são os últimos a adotar uma inovação. São pessoas idosas, de baixo poder aquisitivo, ou residentes em áreas rurais, mais distantes. Contribuem pouco para o desempenho das vendas, não sendo alvo de ações de marketing dirigidas.

UNIDADE 4 – MODELANDO E SIMULANDO NEGÓCIOS

MÓDULO 4 – MODELANDO A ÁREA DE FINANÇAS

01

1 - VARIÁVEIS FINANCEIRAS

Um dos grandes objetivos da área de finanças é mensurar o valor do dinheiro no tempo. Neste aspecto, a dinâmica de sistemas pode colaborar muito por meio da construção de modelos de negócios, levando em conta o comportamento das variáveis financeiras e sua evolução temporal.



Uma das formas mais efetivas de se apurar o valor de um ativo é descontar seus fluxos de caixa futuros a valor presente. Para isso, é necessário descontar todas as entradas e saídas em função da taxa de custo do capital.

Valor presente do Líquido (VPL) = $\sum \text{entradas}/(1+i)^{\text{tempo}} - \sum \text{Saídas}/(1+i)^{\text{tempo}}$ Onde:

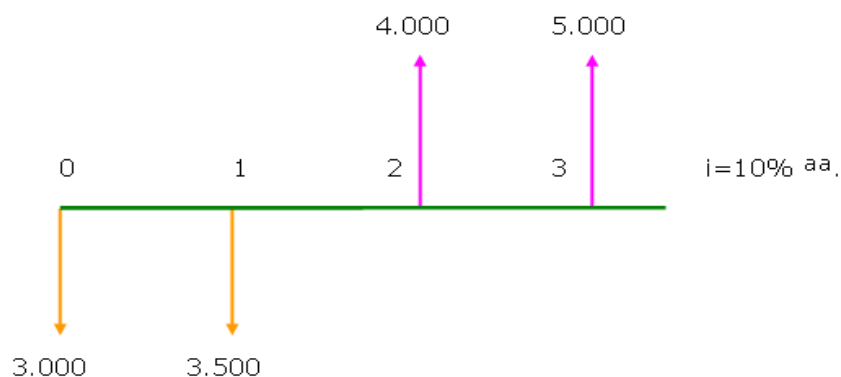
Entradas = valor dos recebimentos de caixa

Saída = valor dos pagamentos de caixa

i = taxa percentual de custo do capital

02

Exemplo:



Entrando com os valores na fórmula para calcular o VPL do exemplo acima, temos:

$$VPL = -3000/(1+10/100)^0 + (-3500/(1+10/100)^1 + 4.000/(1+10/100)^2 + 5000/(1+10/100)^3$$

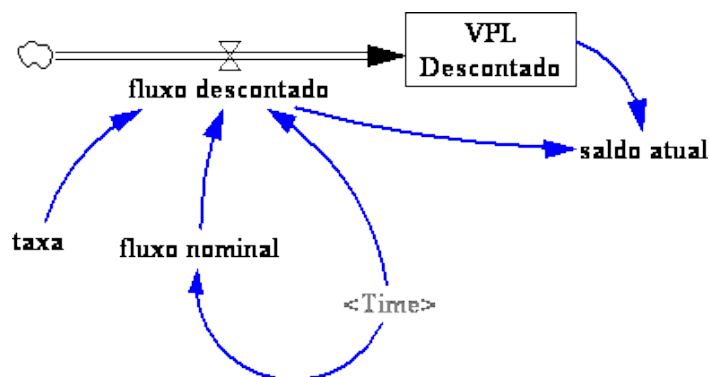
$$VPL = -3000/1 - 3500/1,1 + 4000/1,1^2 + 5000/1,1^3$$

VPL = R\$ 880,54

Isso significa que o resultado de todas as entradas e saídas do fluxo de caixa acima, levando-se em conta o valor do dinheiro no tempo, equivale a ter R\$ 880,54 no instante zero.

Quanto maior o VPL, maior o valor do ativo ou investimento.

Para modelar no Vensim pode-se utilizar um modelo conforme o exemplo:

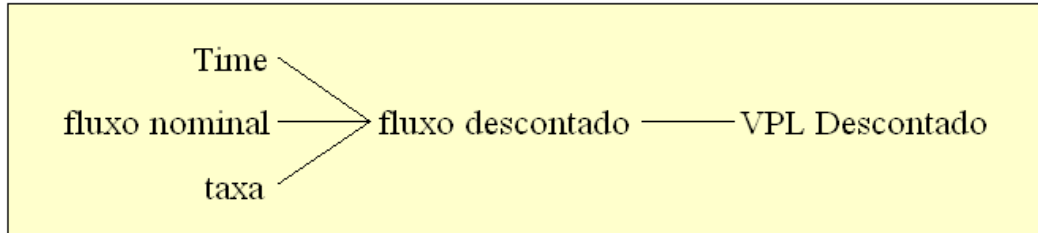


Diagrame o modelo **quantitativo** de acordo com as instruções e fórmulas detalhadas a seguir. Lembre que antes de simular o modelo devemos verificar a consistência do modelo e consistências de unidades. Se necessário, incorpore variáveis para garantir a consistência das unidades do modelo.

Divulgue no fórum seu modelo no formato VPM

03

Clicando na variável VPL descontado e na ferramenta “Causes Tree” pode-se ver o relacionamento causal das variáveis:



Por meio da ferramenta “DOC” obtém-se a descrição das variáveis:

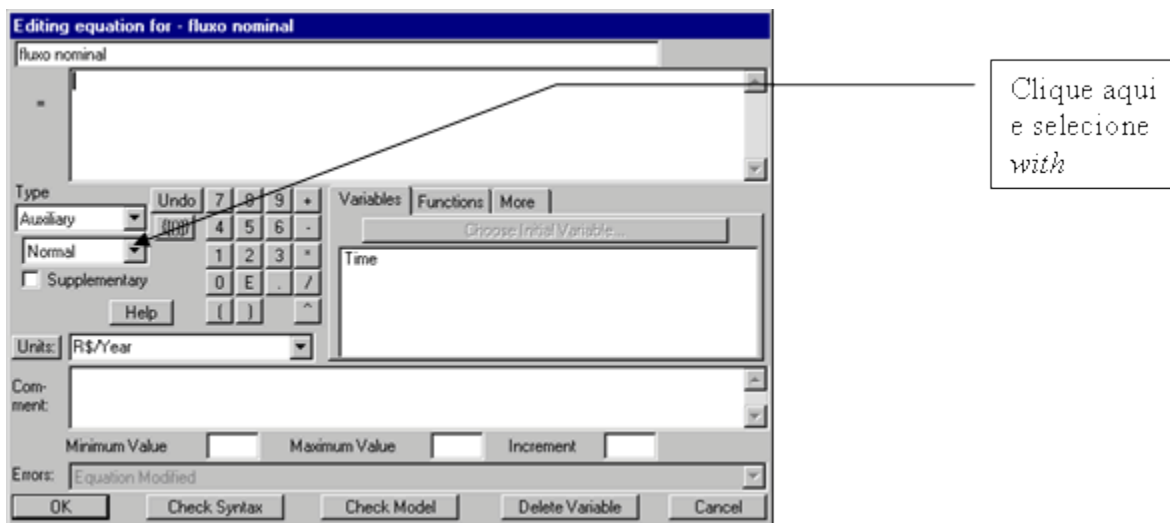
(01) FINAL TIME = 3 Units: Year <i>The final time for the simulation.</i>
(02) fluxo descontado = fluxo nominal/ (1+taxa/100) ^ Time Units: R\$/Year
(03) fluxo nominal = WITH LOOKUP (Time,([0,-6000)-(4,6000)],(0,0),(1,-3500),(2,4000),(3,5000),(4,0)) Units: R\$/Year
(04) INITIAL TIME = 1 Units: Year <i>The initial time for the simulation.</i>
(05) saldo atual = fluxo descontado + VPL Descontado Units: R\$
(06) SAVEPER = TIME STEP Units: Year [0, ?] <i>The frequency with which output is stored.</i>
(07) taxa = 10 Units: Dmnl
(08) TIME STEP = 1 Units: Year [0,?] <i>The time step for the simulation.</i>
(09) VPL Decontado = INTEG (fluxo descontado, -3000) Units: R\$

04

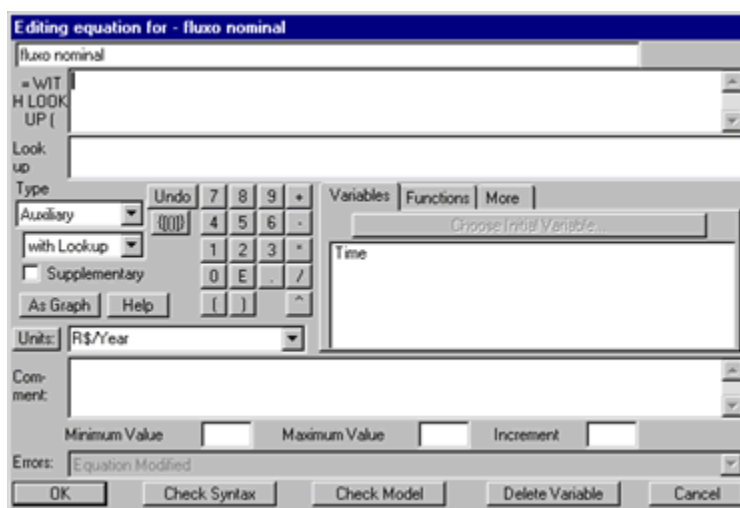
2 - UTILIZANDO A FUNÇÃO LOOKUP

A função *Lookup* tem um importante papel no modelo anterior que é o de gerar o fluxo de caixa. Acompanhe os passos a seguir para utilizar corretamente a função.

- Depois de desenhado o modelo, selecione a função *Equations* e clique sobre a variável **fluxo nominal**. A caixa de edição de equações será aberta, conforme figura abaixo.

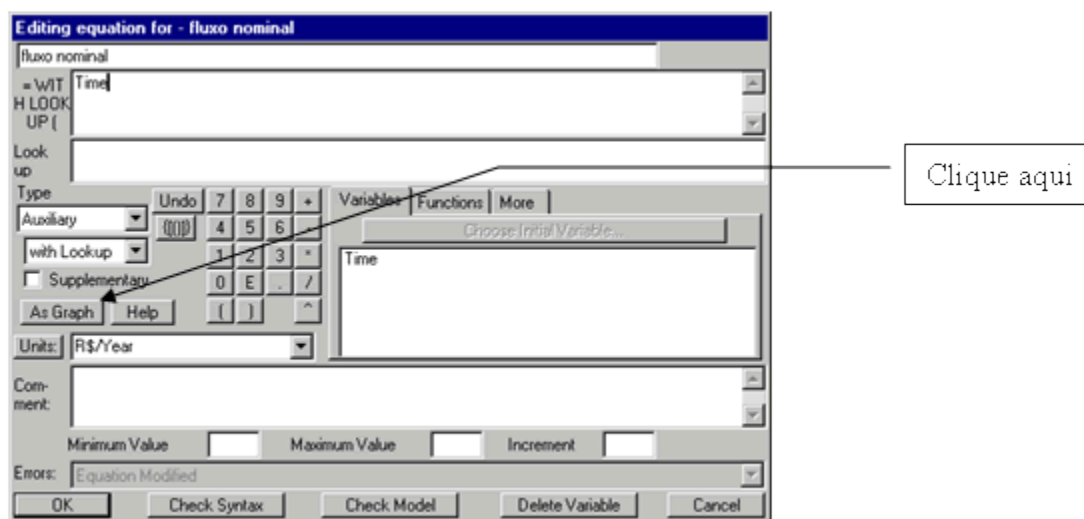


- No lado esquerdo, debaixo de *Type*, clique na seta ao lado da palavra Normal e escolha o termo *with Lookup*. A tela deverá ficar como mostrada a seguir.

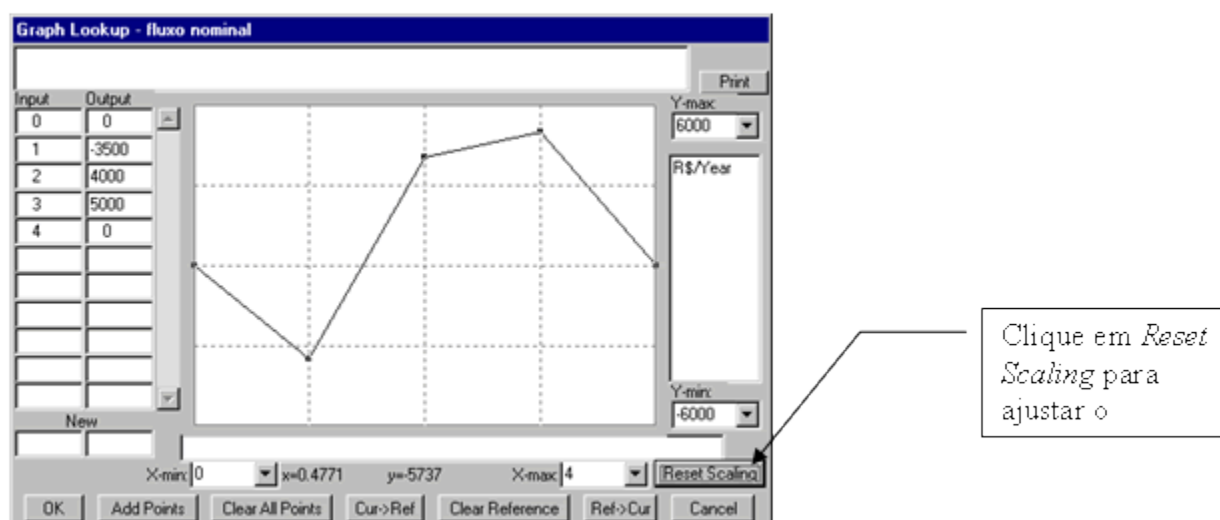


05

Dentro da caixa = with Lookup (selecione a variável Time). Em seguida, clique no botão As Graph como mostra a figura a seguir.



- Digite os valores do fluxo, como mostra o exemplo abaixo. Repare, nas fórmulas, que o fluxo do momento 0, o valor –3000 já foi colocado como valor do VPL Descontado. Por isso, foi colocado o valor 0 (zero) para o momento 0 (zero). Depois que terminar a digitação, clique no botão Reset Scaling para ajustar a escala do gráfico na tela. Confira o procedimento na figura a seguir.



- Clique em Ok e depois em Ok novamente, para fechar o editor de fórmulas.

06

3 - ANÁLISE DO MODELO

Nos modelos que envolvem fluxos e estoques, o valor de um determinado fluxo só é incorporado ao estoque depois de decorrido um intervalo de tempo t . Isso exige um certo cuidado para quem trabalha com o conceito de regime de caixa.

Caso se inicie um investimento com zero e seja depositado 100 no primeiro ano, o **Vensin só irá alterar o valor do estoque no ano 2:**

Ano	Fluxo	Estoque
0	0	0
1	100	0
2	0	100

Para contornar esse problema existem duas alternativas:

Alternativa A: apurando saldo em t (ano) por meio de uma variável auxiliar (saldo atual):

Ano	Fluxo nominal	Fluxo descontado	VPL Descontado (estoque)	Saldo anual
0	-	-3.000	-3.000	-3.000
1	-3500	-3.181,82	-3000	-6.181,82
2	4.000	+3.305,78	-6.181,82	-2.876,03
3	5.000	+3.756,57	-2.876,03	+ 880,54

No decorrer desse módulo, serão vistos outros exemplos de acréscimo de uma unidade de tempo no horizonte de simulação. Com isso, todos os fluxos gerados até a data “ t ” são contemplados no estoque de “ $t + 1$ ”, não necessitando forçar esta soma por meio de uma variável auxiliar. Exemplo:

Alternativa B: apurando saldo em t (ano 3) da verificação do estoque (VPL descontado) em $t + 1$ (ano 4):

Ano	Fluxo nominal	Fluxo descontado	VPL Descontado (Estoque)	Saldo anual
0	-	-3.000	-3.000	-3.000
1	-3500	-3.181,82	-3000	-6.181,82
2	4.000	+3.305,78	-6.181,82	-2.876,03
3	5.000	+3.756,57	-2.876,03	+ 880,54
4	-	-	+880,54	

07

Ciclos operacional e financeiro da empresa Alpha – Elaboraremos o modelo da Empresa Alpha, a qual compra mercadorias de um único fornecedor para revender a clientes, à vista e a prazo. O Negócio da empresa apresenta as seguintes características:

a) a empresa efetua **compras** a cada **70** dias. Cada compra corresponde a um lote de **14.500** unidades de mercadoria.



b) O prazo médio de **pagamento** ao fornecedor é de **28 dias** após a data da compra. O custo unitário da mercadoria é de **R\$ 10,80**.



08

c) O prazo médio de recebimento das mercadorias do fornecedor é de 32 dias após a data do pedido.



d) Os produtos recebidos demoram, em média, **25 dias** para serem **vendidos**. O cliente **paga** a empresa em um prazo médio de **41 dias** após a venda, o que pode ser detalhado da seguinte forma:

30 % a vista;
20 % com 35 dias;
50 % com 68 dias.



d) O **preço** do produto é **R\$ 20,00**.

f) Existe um custo fixo de **R\$ 29.230,80** para cobrir despesas administrativas, o qual é desembolsado a cada 30 dias.



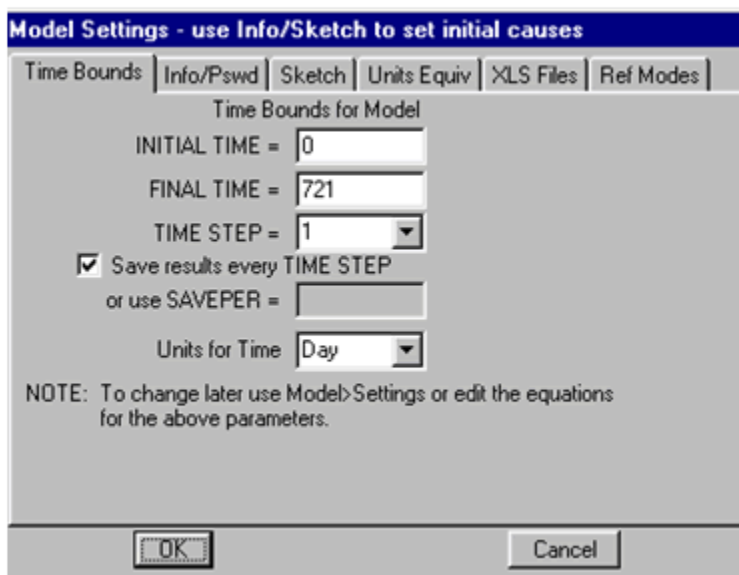
g) Os custos e preços se mantêm estáveis durante o horizonte de tempo de simulação (**720 dias**) e o custo do capital é de **8,5 % a.a.**

09

4 - O MODELO

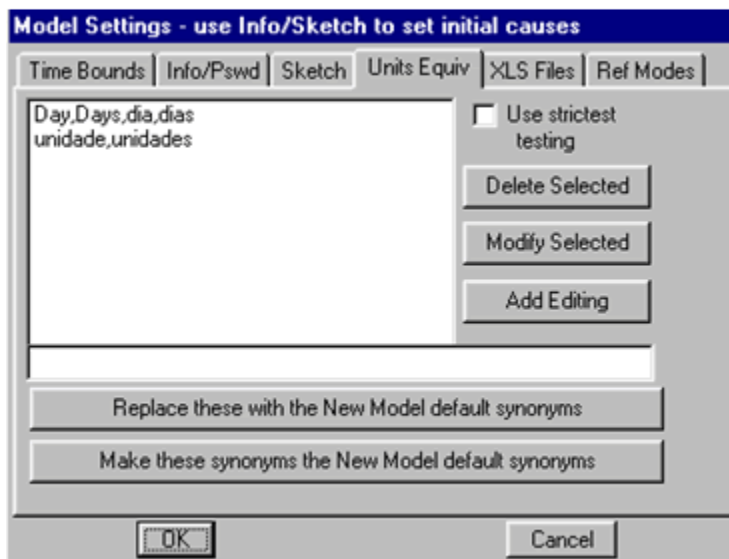
Fixando as fronteiras de tempo do modelo – Acesse o **Vensim**, crie um novo modelo com o nome **Finan_3.mdl** e salve-o. Em seguida, defina as fronteiras de tempo (Model -> Settings -> Time Bounds):

O horizonte de tempo para simulação é de 721 dias ("t + 1", conforme comentado na Introdução). Isso é definido no Vensim, conforme figura abaixo.



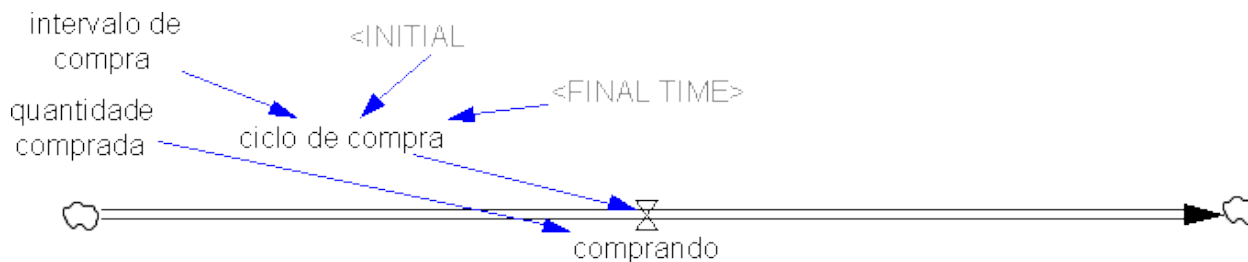
10

Definindo a equivalência de variáveis – Para que o Vensim possa avaliar corretamente as conversões de unidades decorrentes do tratamento de equações, é necessário informar quais nomes de unidades devem ser tratados como sinônimos:



Definindo o processo de compras – Representam-se as compras efetuadas pela empresa como um fluxo. Os fluxos normalmente são contínuos. No caso, é preciso simular um comportamento que efetue uma compra a cada setenta dias e “zero compras” nos demais dias. Para isso será utilizada a função PULSE TRAIN:

PULSE TRAIN ({start}, {duration}, {repeattime}, {end})



Esta função irá gerar valor 1 (um) no instante {start}, com duração de {duration}, repetindo o ciclo a cada {repeattime}, até o instante final {end}

No caso, será utilizado:

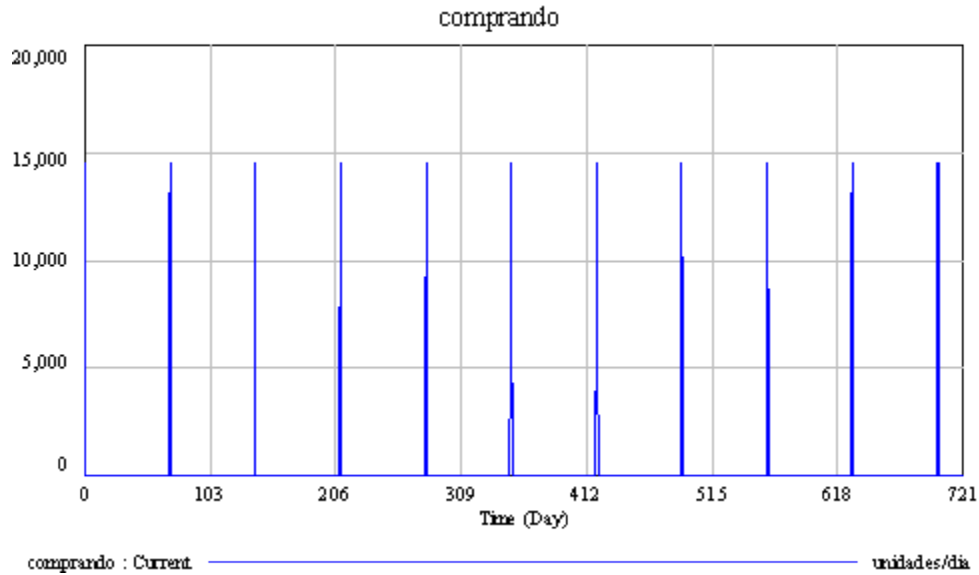
Ciclo de Compra = PULSE TRAIN (INITIAL TIME, 1, intervalo de compra, FINAL TIME)

Isto retornará a função 1 a partir do instante 0 (INITIAL TIME), com duração de 1 dia (Units for Time), repetindo a cada 70 dias (intervalo de compra), até 721 dias (FINAL TIME). Nos demais dias do intervalo entre INITIAL TIME e FINAL TIME, a função irá retornar zero.

A quantidade que se estará comprando, diariamente, será, então, dada pela fórmula:

Comprando = Quantidade Comprada * Ciclo de Compra

Após a tabulação de todos os dados a variável “comprando” apresentará o seguinte comportamento:



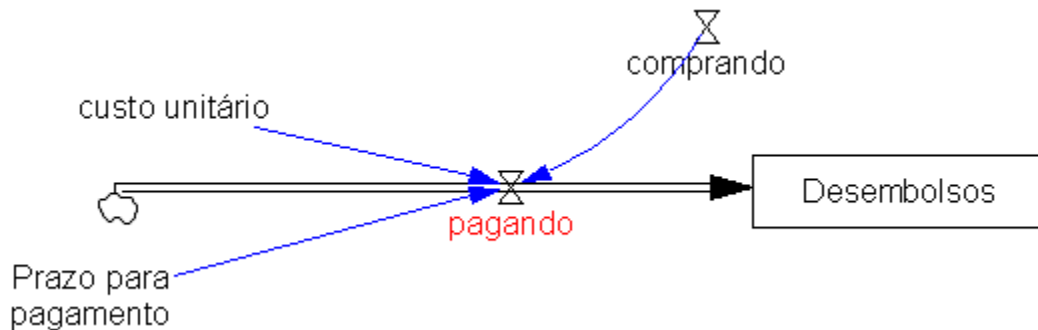
11

Definindo o processo de pagamento ao fornecedor – Como o pagamento ao fornecedor é efetuado 28 dias após a compra, é preciso representar este intervalo de tempo no modelo. Isso pode ser obtido por meio da função DELAY FIXED:

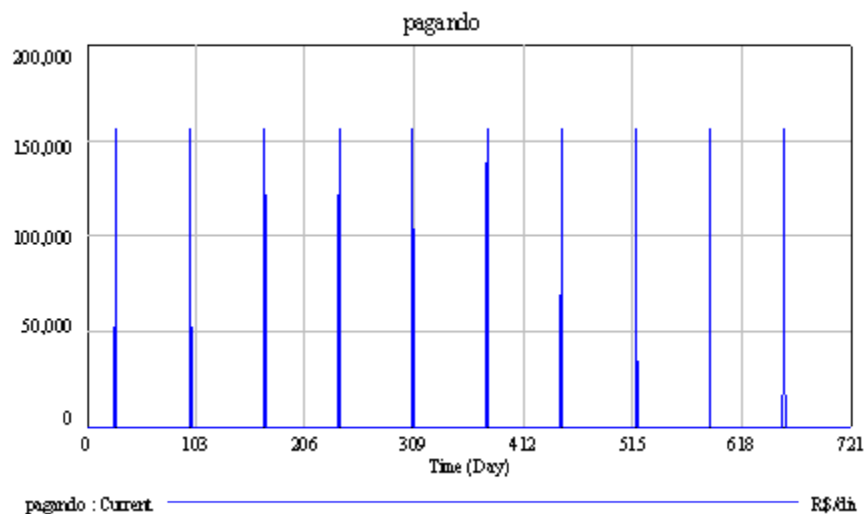
Pagando = DELAY FIXED (comprando * custo unitário, Prazo para pagamento, 0)

Isso fará que o valor do pagamento (variável “comprando” multiplicado pela variável “custo unitário”), seja efetuado no “prazo para pagamento” (28 dias).

Após cada compra:



O comportamento desse processo será:

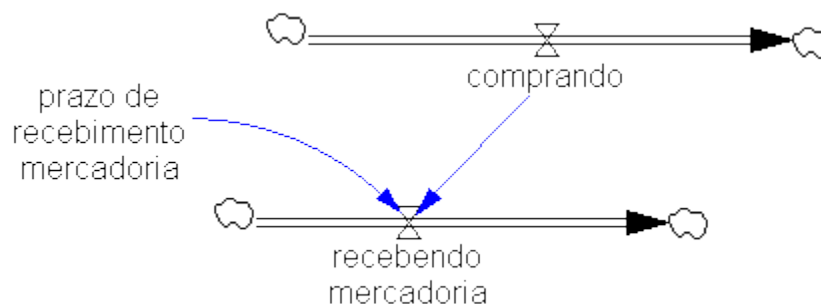


12

Recebendo as mercadorias do fornecedor – Como o recebimento da mercadoria acontece 32 dias após a compra, também irá se representar esse atraso através da função DELAY FIXED:

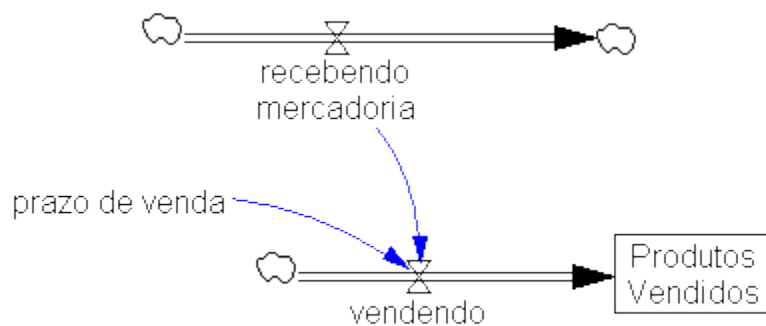
Recebendo Mercadoria = DELAY FIXED (comprando, prazo de recebimento mercadoria, 0)

Essa função irá retornar a quantidade comprada, decorridos 32 dias (prazo de recebimento).



Representando o processo de vendas – Como os produtos demoram em média 25 dias **para serem vendidos**, utilizando a função DELAY FIXED, temos:

Vendendo = DELAY FIXED (recebendo mercadoria, prazo de venda, 0)



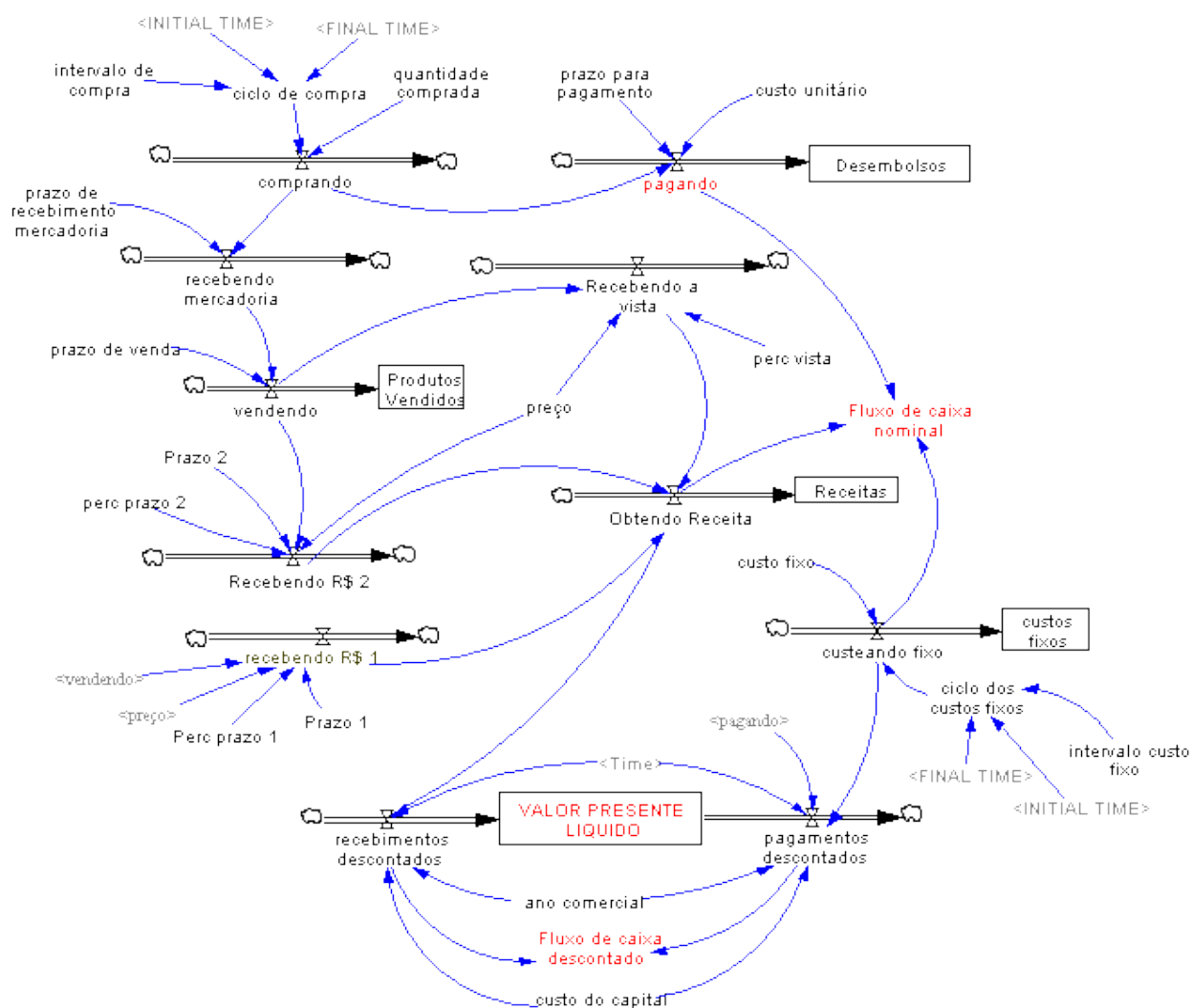
Fórmulas do modelo

(01) ano comercial = 360 Units: dias
(02) ciclo de compra = PULSE TRAIN (INITIAL TIME, 1, intervalo de compra, FINAL TIME) Units: Dmnl/dia
(03) ciclo dos custos fixos = PULSE TRAIN (INITIAL TIME + intervalo custo fixo, 1, intervalo custo fixo, FINAL TIME) Units: Dmnl/dia
(04) comprando = ciclo de compra * quantidade comprada Units: unidades/dia
(05) custeando fixo = ciclo dos custos fixos * custo fixo Units: R\$/dia
(06) custo do capital = 8.5 Units: Dmnl
(07) custo fixo = 29230.8 Units: R\$
(08) custo unitário = 10.8 Units: R\$/unidade
(09) custos fixos = INTEG (custeando fixo, 0) Units: R\$
(10) desembolsos = INTEG (pagando, 0) Units: R\$
(11) FINAL TIME = 721 Units: Day <i>The final time for the simulation.</i>
(12) fluxo de caixa descontado = recebimentos descontados – pagamentos descontados Units: R\$/dia
(13) fluxo de caixa nominal = Obtendo Receita – pagando – custeando fixo Units: R\$/dia
(14) INITIAL TIME = 0 Units: Day <i>The initial time for the simulation.</i>

(15) intervalo custo fixo = 30 Units: dias
(16) intervalo de compra = 70 Units: dias Intervalo médio de dias entre compras sucessivas.
(17) obtendo Receita = Recebendo a vista + recebendo R\$ 1+ Recebendo R\$ 2 Units: R\$/dia
(18) pagamentos descontados = (pagando + custeando fixo) / (1+custo do capital/100) ^ (Time/ano comercial) Units: R\$/dia
(19) pagando = DELAY FIXED (comprando * custo unitário, Prazo para pagamento, 0) Units: R\$/dia
(20) perc prazo 1= 20 Units: Dmnl
(21) perc prazo 2 = 50 Units: Dmnl
(22) perc vista = 30 Units: Dmnl
(23) prazo 1 = 35 Units: dias
(24) prazo 2 = 68 Units: dias
(25) prazo de recebimento mercadoria = 32 Units: dias Prazo médio de recebimento das mercadorias do fornecedor, após a compra.
(26) prazo de venda = 25 Units: dias Prazo médio de venda dos produtos após o recebimento das mercadorias do fornecedor.
(27) prazo para pagamento = 28 Units: dias Prazo médio de pagamento aos fornecedores, após a compra.
(28) preço = 20 Units: R\$/unidade
(29) produtos vendidos = INTEG (vendendo, 0) Units: unidades
(30) quantidade comprada = 14500 Units: unidades Quantidade comprada por vez.
(31) recebendo a vista = perc vista * preço * vendendo/100 Units: R\$/dia
(32) recebendo mercadoria = DELAY FIXED (comprando, prazo de recebimento mercadoria, 0) Units: unidades/dia
(33) recebendo R\$ 1= DELAY FIXED (vendendo * preço * Perc prazo 1/100, Prazo 1, 0)

Units: R\$/dia
(34) recebendo R\$ 2 = DELAY FIXED (preço * vendendo * perc prazo 2/100, Prazo 2, 0) Units: R\$/dia
(35) recebimentos descontados = Obtendo Receita / (1 + custo do capital/100) ^ (Time/ano comercial) Units: R\$/dia
(36) receitas = INTEG (Obtendo Receita, 0) Units: R\$
(37) SAVEPER = TIME STEP Units: Day [0,?] <i>The frequency with which output is stored.</i>
(38) TIME STEP = 1 Units: Day [0,?] <i>The time step for the simulation.</i>
(39) VALOR PRESENTE LIQUIDO = INTEG (+ recebimentos descontados –pagamentos descontados, 0) Units: R\$
(40) vendendo = DELAY FIXED (recebendo mercadoria, prazo de venda, 0) Units: unidades/dia

Diagrama do Modelo



Diagrame o modelo **quantitativo** de acordo com as instruções e fórmulas detalhadas anteriormente. Lembre que antes de simular o modelo devemos verificar a consistência do modelo e consistências de unidades. Se necessário, incorpore variáveis para garantir a consistência das unidades do modelo.

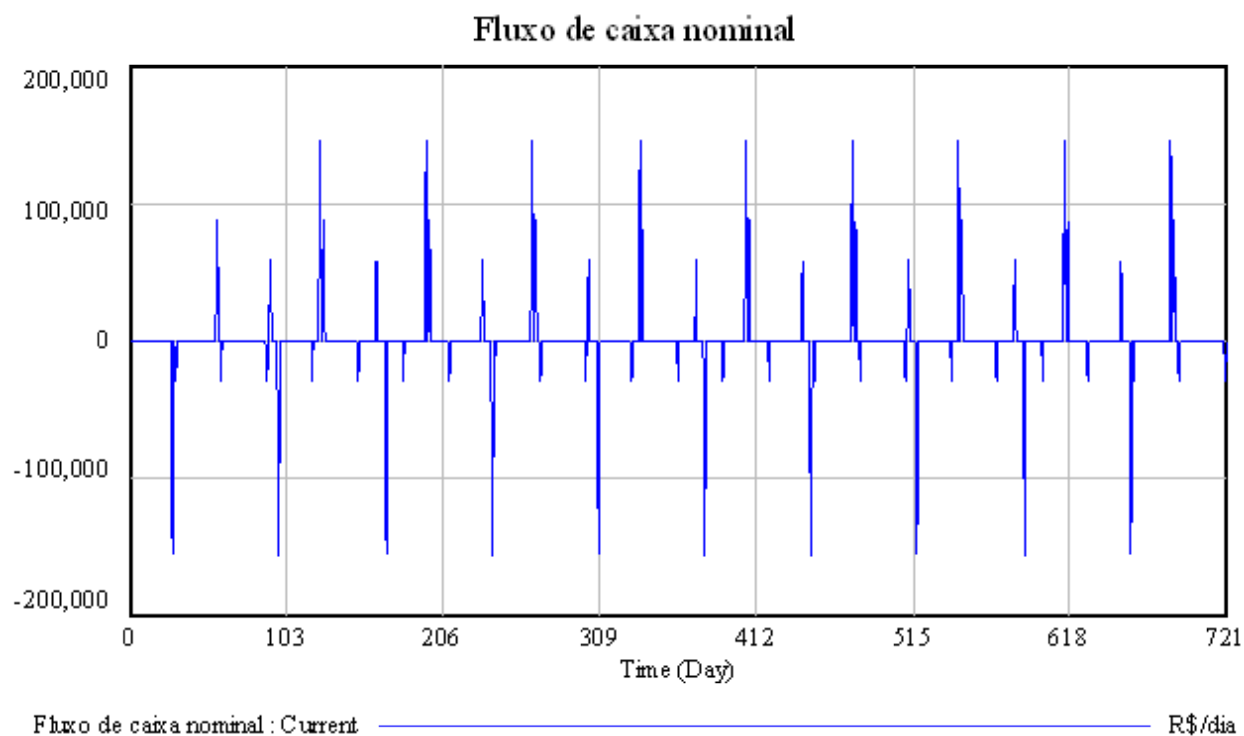
Divulgue no fórum seu modelo no formato VPM.

As respostas a serem geradas pelo Modelo:

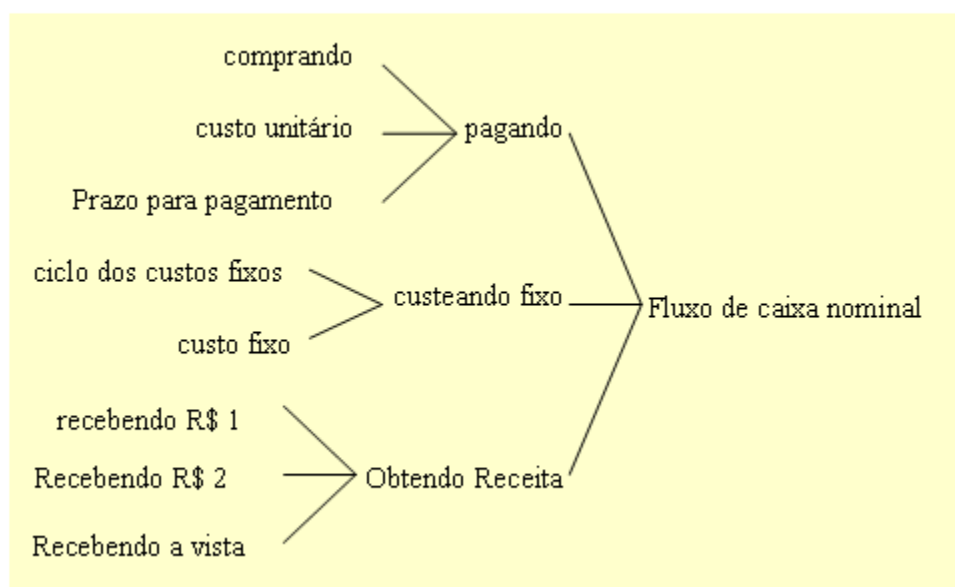
O modelo deverá responder inicialmente às seguintes perguntas:

- Qual o fluxo de caixa nominal dessa operação;
- Qual é o valor presente líquido de 1 ano de operação;
- Qual é o prazo seguro para que a empresa não tenha valor presente líquido negativo.

a) Fluxo de caixa nominal da operação – Neste caso, apenas se mostra o gráfico da variável fluxo de caixa nominal. Clique com o mouse na variável fluxo de caixa nominal e selecione a ferramenta “Graph” na caixa de ferramentas



Para saber quais são as variáveis que interferem diretamente no fluxo de caixa nominal seleciona-se a ferramenta *Causes Tree* na caixa de ferramentas:

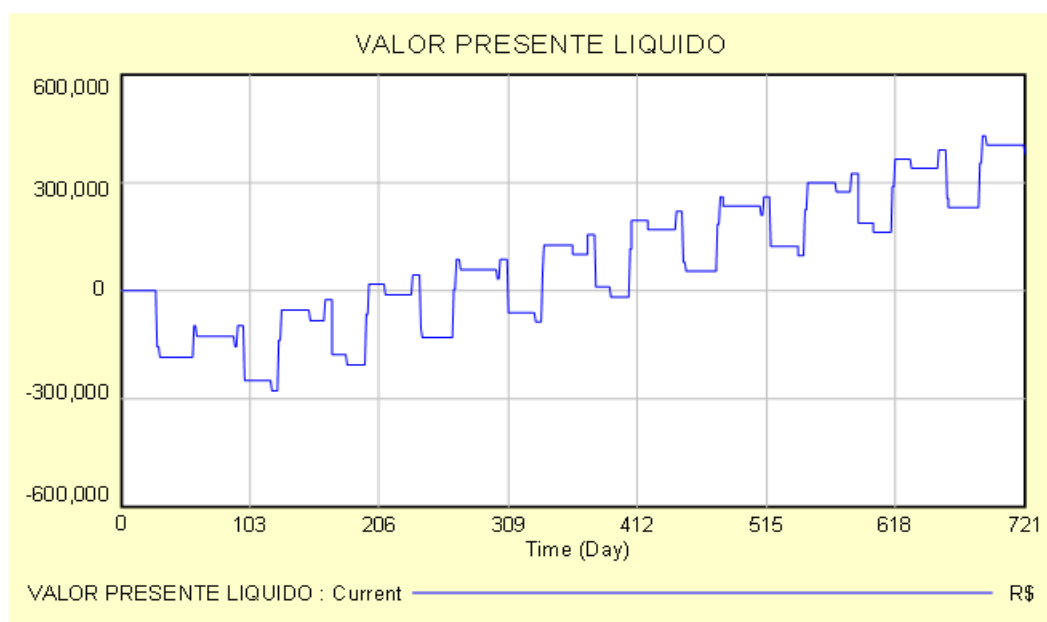


b) Valor Presente Líquido da operação após um ano:

Para apurar o VPL após um ano, pode-se utilizar a variável do tipo estoque denominada “VALOR PRESENTE LÍQUIDO” e verificar seu valor quando tempo = 361 dias:

Por que 361 dias e não 360?

Deve-se tomar cuidado ao se tratar de estoques. Se trabalharmos com $t = 360$, no 360º dia estarão acumulados no estoque o efeito dos 359 dias anteriores, e no fluxo estarão transitando valores do 360º que comporão o estoque somente no final do dia. Desta forma, se o desejável é que os valores dos 360 dias completos já estejam no estoque, deve-se olhar a situação do dia 361.



Ao verificar os dados acima na forma de tabela por meio da ferramenta *Table Time Down*, tem-se:

Para $t = 361$; VPL = R\$ 99.009,00

Porém, pode-se verificar que essa situação é temporária. Logo após esse período, o VPL chega a cair abaixo de zero, depois retoma seu valor.

E se o que interessa é saber o Valor presente líquido após 720 dias?

É simples. Basta verificar o valor da variável estoque VPL para $t = 721$, pelos mesmos motivos acima. Ao consultar os valores de VPL, sob a forma de tabela (*Table Time Down* na caixa de ferramentas) temos:

Para $t = 721$ dias, VPL = R\$ 376.766,00

Se ainda permanecer dúvida em relação à utilização de 361 dias e 721 dias e não 360 e 720, respectivamente, volte à introdução e leia novamente.

c) Qual o prazo seguro para que a operação não tenha Valor presente líquido negativo?

Ou seja, qual o período mínimo que devem ser mantidas as operações dessa empresa para que ela gere margem de contribuição suficiente para cobrir os descasamentos de fluxo de caixa existentes?

Pelo gráfico anterior pode-se ver que após, **aproximadamente**, 396 dias o VPL passa a ficar apenas positivo. Para ser mais preciso:

Quando $t = 406$ dias, $VPL = R\$ 114.102,00$ e, a partir deste ponto, o VPL segue oscilando, mas é sempre positivo.

Logo após 405 dias o VPL é sempre positivo.

d) Outros *feedbacks* que o modelo pode gerar são:

Simulação 1 – Suponha-se que a empresa implante um novo sistema de cobrança conseguindo que 70% pague à vista, 10% em 30 dias e o restante em 60 dias.

Qual seria o prazo necessário para que a empresa passe a ter somente VPL positivo?

Solução:

Basta alterar o valor das variáveis abaixo:

(20) perc prazo 1 = 10 Units: Dmnl
(21) perc prazo 2 = 20 Units: Dmnl
(22) perc vista = 70 Units: Dmnl
(23) prazo 1 = 30 Units: dias
(24) prazo 2 = 60 Units: dias

Pelo gráfico e pelas informações sobre a forma de tabela do Vensim (*Table Time Down* na caixa de ferramentas), podemos ver que após 257 dias o VPL gerado é sempre positivo. Isso é bem melhor que a situação anterior.

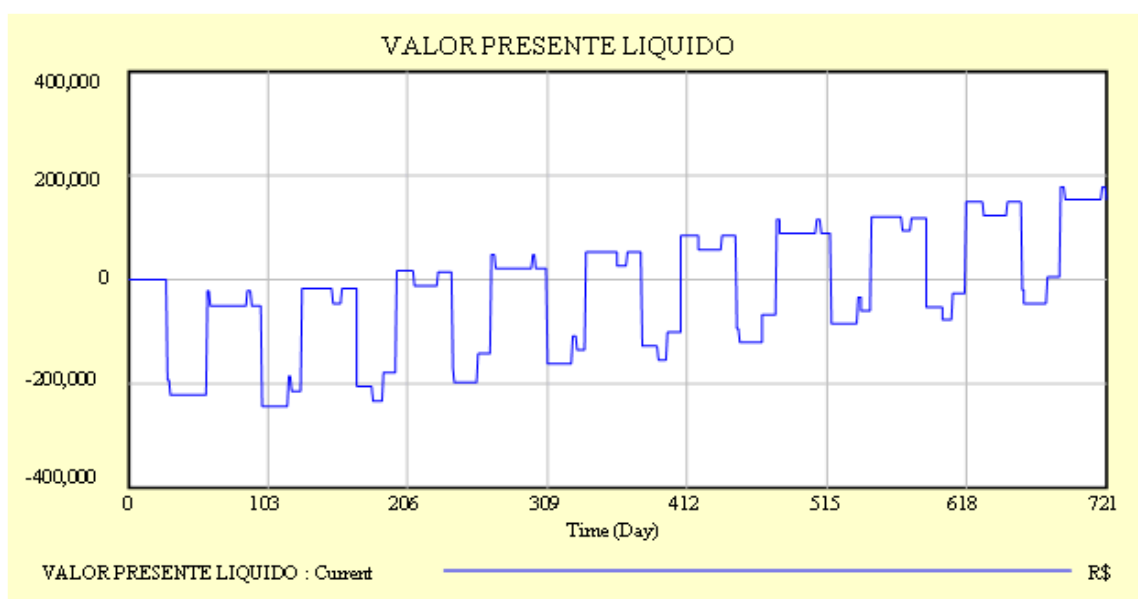
Tempo	VPL
255	- 46.911,50
256	- 46.911,50
257	+ 7.087,08
258	+ 7.087,08

17

Simulação 2 – Simula-se novamente por que na simulação anterior, faltou um dado: ao implementar o novo sistema de cobrança os custos unitários passaram de R\$ 10,80 para R\$ 13,50.

a) Para a nova situação é necessário efetuar as alterações do item anterior e realizar a alteração do custo unitário de R\$ 10,80 para R\$ 13,50:

(08) custo unitário = 13.50
Units: R\$/unidade



Para:

T = 721 dias, VPL = R\$ 152.246,00

A situação inicial da empresa é aquela na qual para $t=721$ dias, VPL = R\$ 376.766,00.

Logo, **não compensa** implementar o novo sistema de cobrança, uma vez que o VPL original (R\$ 376.766,00) é maior que o VPL da Proposta (R\$ 152.246,00).



18

Concluindo, a Modelagem e Simulação de Negócios, por meio da Dinâmica de Sistemas, pode oferecer informações importantes para toda empresa a partir da área financeira. Nesta área, como em várias outras das organizações, as decisões e suas conseqüências estão distantes tanto no espaço quanto no tempo.

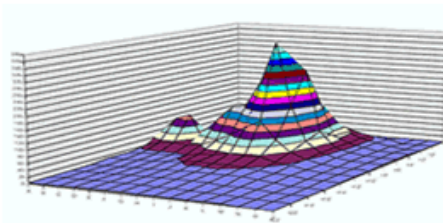
Para que a intuição ou o pensamento reducionista não atuem de forma a tomar decisões apressadas e de alto risco, é fundamental a utilização de ferramentas automatizadas de simulação que permitam testar a eficácia das estratégias, antes de sua implementação.

Experimente fazer suas próprias simulações alterando:

- Intervalo de compra
- Prazo de pagamento
- Prazo de recebimento
- Prazo médio de venda
- Prazos e percentuais de recebimentos em R\$ pelas vendas efetuadas.

Para cada alteração dessas variáveis veja o comportamento do Valor Presente Líquido no negócio no decorrer do tempo.

Bom estudo!



19

RESUMO

Um dos grandes objetivos da área de finanças é mensurar o valor do dinheiro no tempo. A dinâmica de sistemas pode colaborar muito por meio da construção de modelos de negócio considerando o comportamento das variáveis financeiras e sua evolução temporal.

Uma das formas mais efetivas de se apurar o valor de um ativo é descontar seus fluxos de caixa futuros a valor presente. Para isso, descontam-se todas as entradas e saídas em função da taxa de custo do capital.

Valor presente do Líquido (VPL) = $\text{entradas}/(1+i)^{\text{tempo}} - \text{Saídas}/(1+i)^{\text{tempo}}$

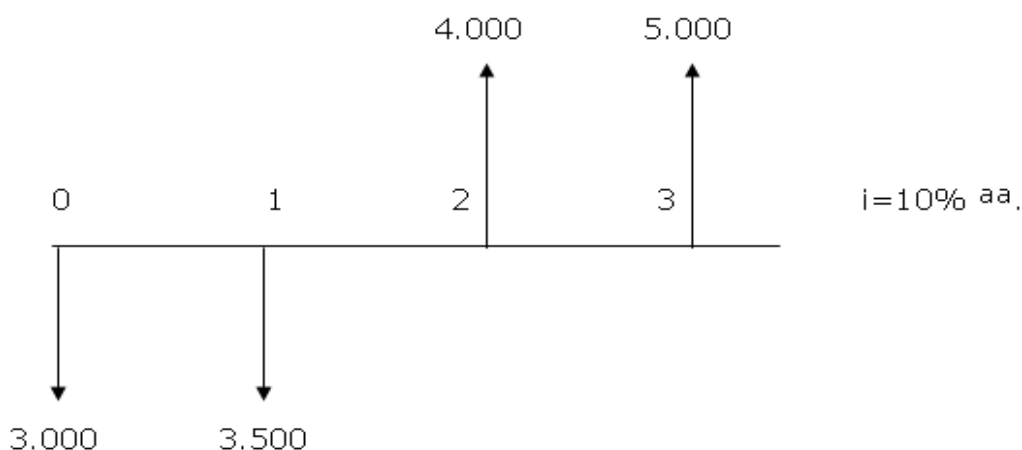
Onde:

Entradas = valor dos recebimentos de caixa

Saída = valor dos pagamentos de caixa

i = taxa percentual de custo do capital

Exemplo:



Entrando com os valores na fórmula para calcular o VPL do exemplo acima, temos:

$$\text{VPL} = -3000/(1+10/100)^0 + (-3500/(1+10/100)^1 + 4.000/(1+10/100)^2 + 5000/(1+10/100)^3$$

$$\text{VPL} = -3000/1 - 3500/1,1 + 4000/1,21 + 5000/1,33$$

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 880,54$$

Isso significa que o resultado de todas as entradas e saídas do fluxo de caixa acima, levando em conta o valor do dinheiro no tempo, equivale a ter R\$ 880,54 no instante zero.

Quanto maior o VPL, maior o valor do ativo ou investimento.

O módulo apresentou um modelo desenvolvido em Vensim para cálculo do VPL com explicações detalhadas sobre a utilização da função *Lookup*.

O modelo principal foi o de uma empresa fictícia (Empresa Alpha), que compra mercadorias de um único fornecedor para revender a clientes, a vista e a prazo. Todas as características da empresa foram

simuladas de modo a tornar compreensível a aplicação da Dinâmica de Sistemas na gestão financeira de organizações.