

Guia de Atividades para Introdução do Powersim no Processo Ensino-aprendizagem de Equações Diferenciais Ordinárias

Nestas atividades temos como objetivo sua familiarização com o *software* Powersim e, através do estudo de uma situação-problema que envolve um tanque d'água, em que há uma furo por onde pode sair água e uma torneira para enchê-lo, investigar o comportamento do nível de água no tanque em função do tempo e da taxa de entrada e saída de água no tanque. Também o comportamento da solução do problema na forma gráfica será discutida.

Ao modelar um sistema podemos representá-lo de várias maneiras e uma destas é através da elaboração de diagramas de fluxo utilizando a metáfora de Forrester¹. Forrester considera que existem dois tipos fundamentais de variáveis associados a sistemas dinâmicos: os **níveis** e as **taxas**. Estes podem ser simulados usando o *software* Powersim. O Powersim usa a metáfora de tanques, torneiras e canos. O tanque (estoque ou nível) representa uma quantidade cujo valor inicial pode crescer, decrescer ou permanecer igual. Uma torneira (taxa) conectada a um tanque decide quão rapidamente a quantidade no tanque varia. As constantes são representadas por um losango. O Powersim permite a construção de um modelo através da conexão desses objetos básicos e, fornecendo apenas as relações algébricas o programa gera as equações diferenciais que regem o modelo. Também permite a obtenção de gráficos de quaisquer variáveis contra outras, e contra o tempo, e gera uma tabela de dados.

Na Figura 1.1, apresentamos uma situação onde o nível representa uma população, a taxa representa nascimentos desta população e o k é a constante de crescimento. As setas que ligam a população e o k com a taxa, indicam que a taxa de nascimentos depende do tamanho da população e do valor do k . A nuvem representa uma "fonte" fora do sistema onde o fluxo começa e não existe um ícone específico para criá-la, ela surge junto com o ícone da válvula (torneira). Se a válvula é de entrada a nuvem representa uma "fonte" e aparece no início da válvula e se esta for de saída, a nuvem representa um "sumidouro" onde o fluxo termina, e aparece no final da válvula.

1 FORRESTER, J. W. Principles of systems. Portland, OR.: Productivity Press, 1990.

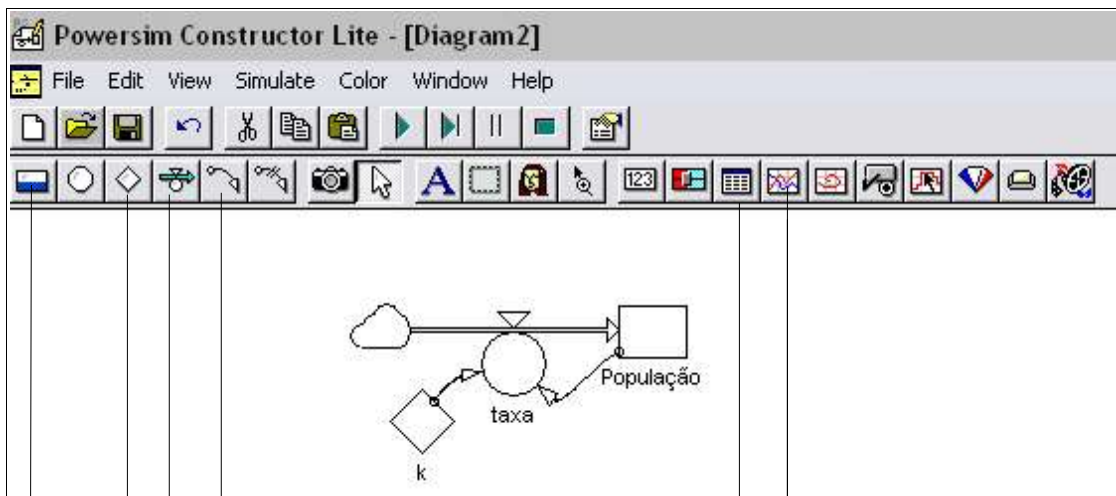


Figura 1.1. Tela principal do *software* Powersim com um exemplo de crescimento populacional.

Usado para interligar uma variável com outra

Permite criar um gráfico de qualquer variável do diagrama.

Serve para criar uma válvula que pode ser ligada à caixa, atuando de modo semelhante a uma torneira que coloca ou retira água de um tanque.

Permite criar uma tabela de qualquer variável apresentada no diagrama.

Usado para representar as constantes

Representa o nível de uma variável. Este varia conforme a taxa de entrada e/ou saída de uma ou mais variáveis que influenciam a caixa.

Vamos construir o diagrama representado acima, considerando que estamos trabalhando com uma população de coelhos, cuja quantidade inicial é de 100 coelhos e esta população está crescendo a uma taxa 8% ao ano.

Para inserir os valores das constantes e variáveis no diagrama, clicamos duas vezes no objeto, por exemplo o tanque, e abre uma janela, conforme a Figura 1.2. Digitamos o valor e clicamos em OK para confirmar. Quando definimos o valor de um objeto que possui dependência de outro, por exemplo a taxa, precisamos definir como estes se relacionam. Veja a Figura 1.2.

Podemos construir tabelas e gráficos referentes a esta situação. Para tal, selecionamos o ícone correspondente, conforme Figura 1.1 e depois clicamos duas vezes sobre o gráfico ou tabela para definir as variáveis.

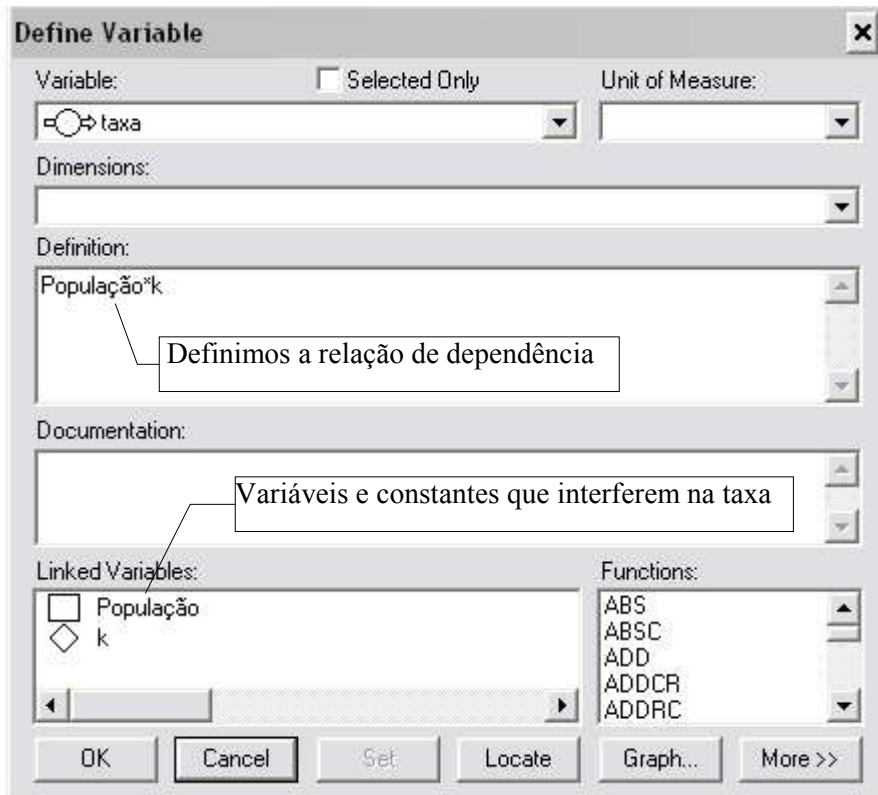


Figura 1.2. Tela onde definimos os valores e funções das constantes e variáveis.

Agora consideremos também que exista uma taxa de morte desses coelhos a um percentual de 2%. Podemos representar esta situação conforme diagrama da Figura 1.3, onde k_1 e k_2 são constantes associadas às taxas da natalidade e mortalidade da população.

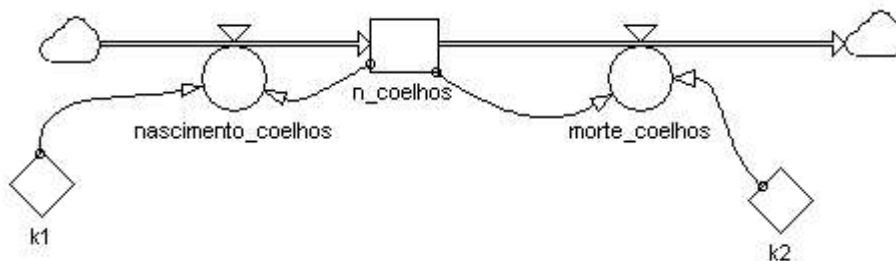


Figura 13. População com taxa de nascimento e taxa de morte.

Atividade A

Considere um tanque com uma quantidade inicial de 100.000 litros de água, em que há um furo na base por onde, a cada hora, sai 10% da água existente no tanque.

I. Esboce o gráfico da **quantidade de água no tanque** em função do tempo.

II. Esboce o gráfico da **quantidade de água que sai para o "sumidouro"** em função do tempo.

III. Construa, com auxílio do *software* Powersim, um diagrama (conforme Figura 1.4) para representar esta situação. Note que o furo na base é representado por uma torneira que retira água do tanque.

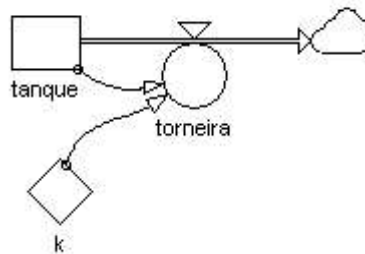


Figura 1.4. Fluxo de saída de água

IV. Construa os gráficos do item I e II com auxílio do Powersim.

V. Como se pode explicar o comportamento da curva descrita no gráfico do item II? Se considerarmos o tempo em horas, é correto afirmar que a quantidade de água que sai do tanque a cada hora é a mesma? Justifique sua resposta.

VI. Acrescente, no diagrama do Powersim, uma torneira colocando água no tanque a um fluxo de 1.000 *litros/hora*. O que acontece com a quantidade de água no tanque a medida que o tempo passa?

VII. Suponha que o tanque de capacidade total de 100.000 litros se encontra, no instante inicial, com 50.000 litros. Escolha valores para a taxa de entrada e saída de água tais que:

- a) a quantidade de água no tanque seja menor que 100 litros em aproximadamente 20 horas.
- b) o tanque encha em aproximadamente 25 horas.
- c) o nível de água do tanque não se altere.

Considerações:

- Para construir diagramas no Powersim para outras situações-problema você pode usar como base os já construídos e simplesmente adaptar as entradas e saídas, os valores das constantes e as relações de dependência.