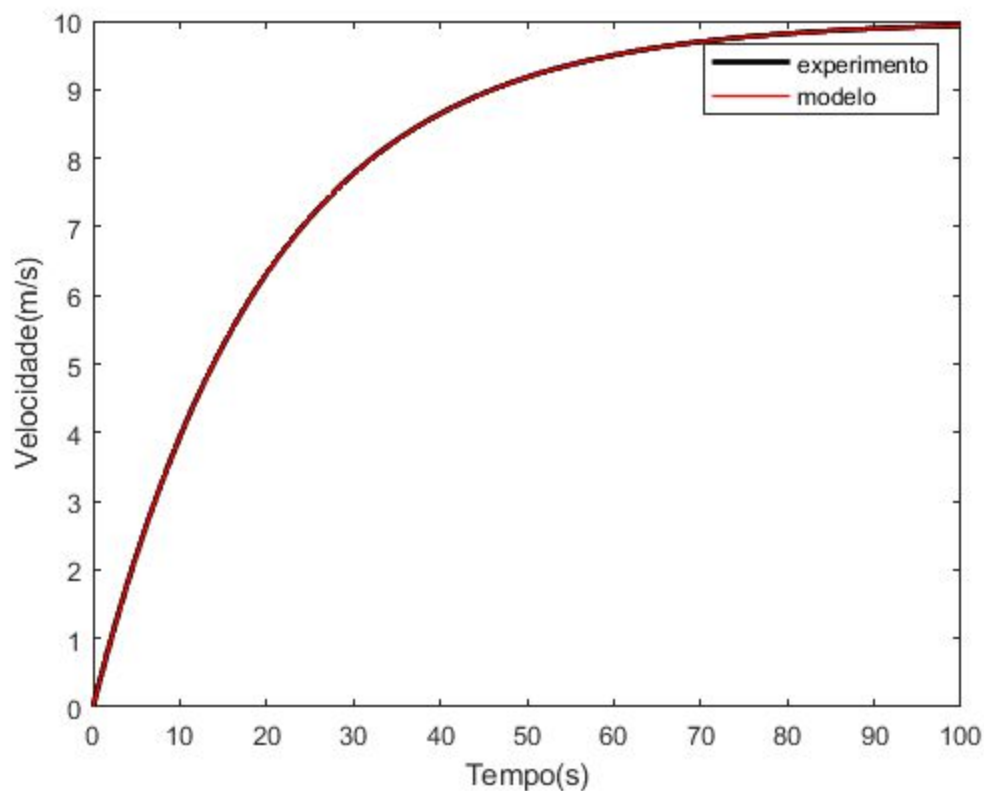


## Relatório do Laboratório 1 - Simulação de Sistema de *Cruise Control*

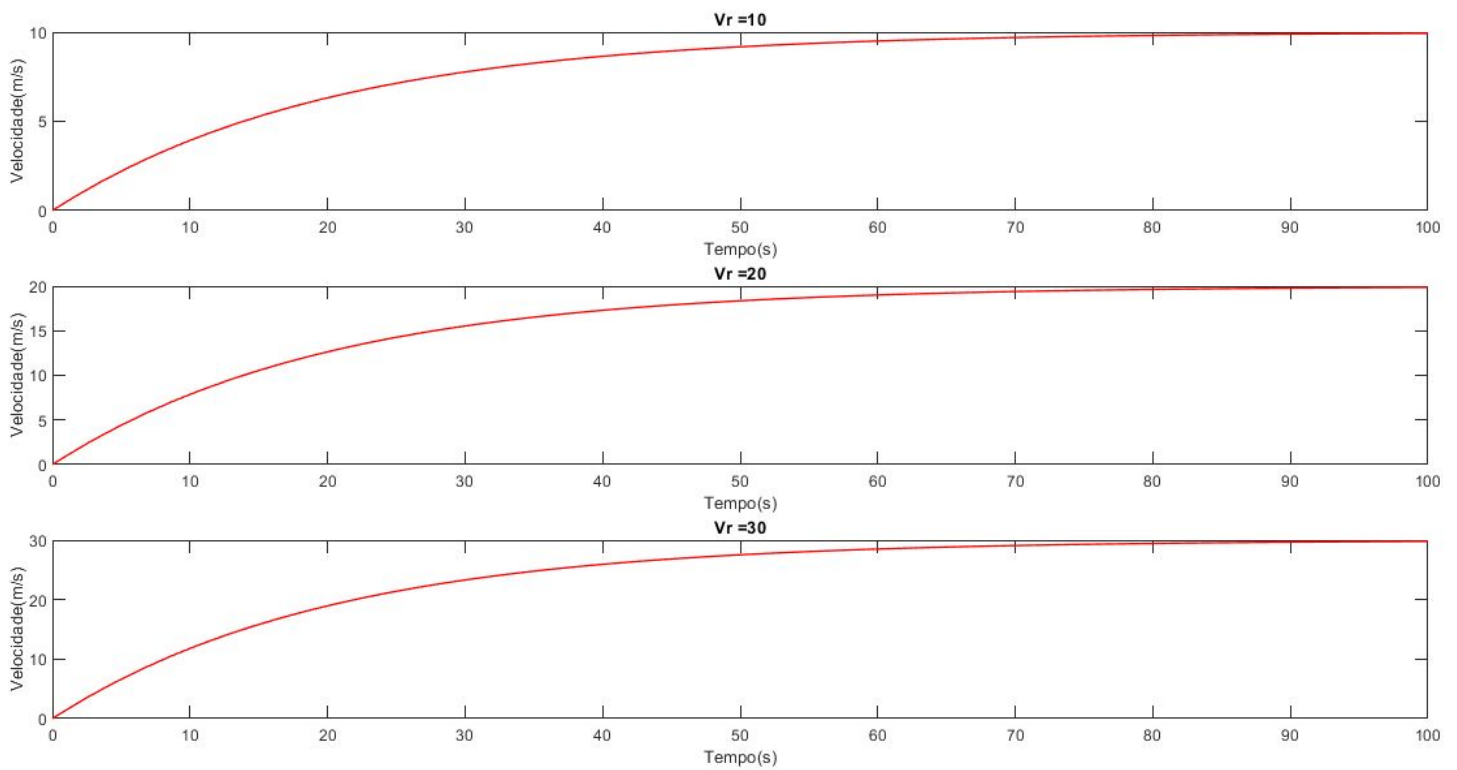
### 1. Identificação do Sistema

A linha preta, referente ao experimento, foi plotada diretamente dos dados presentes no arquivo *data.mat*. A linha vermelha, referente ao modelo, foi plotada a partir da simulação de Cruise Control no Simulink, utilizando dados obtidos pela função *identificarCruiseControl()*. Nota-se que as linhas apresentam resultados muito semelhantes.

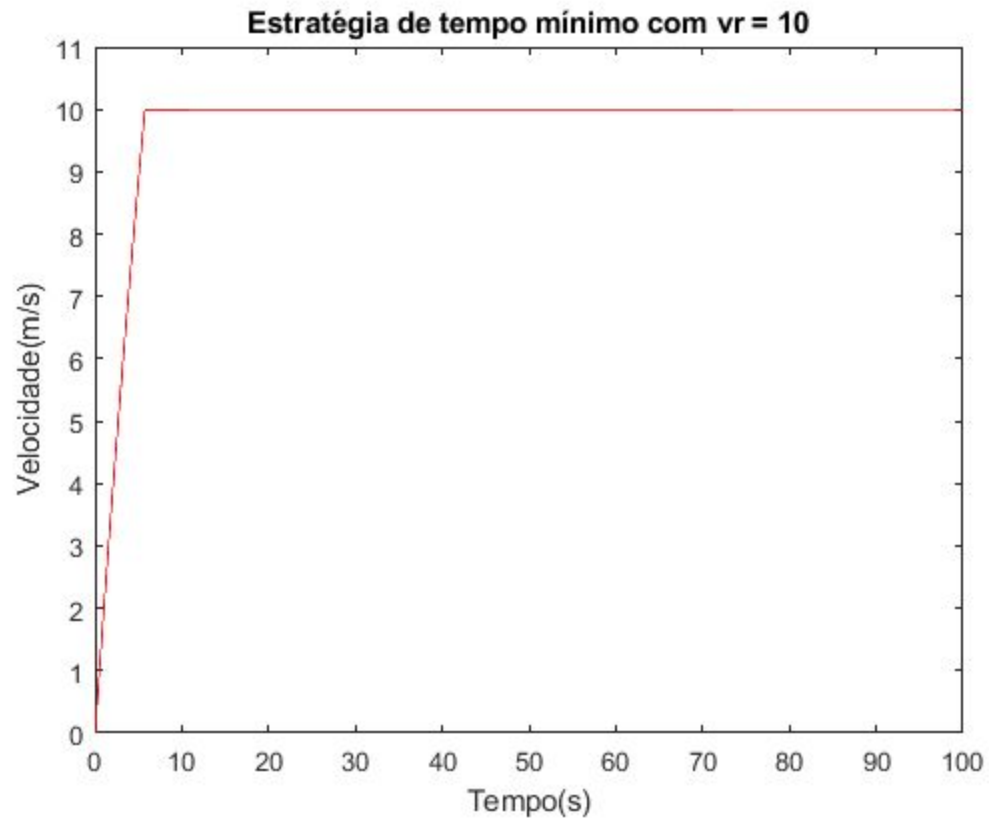


### 2. Controle em Malha Aberta

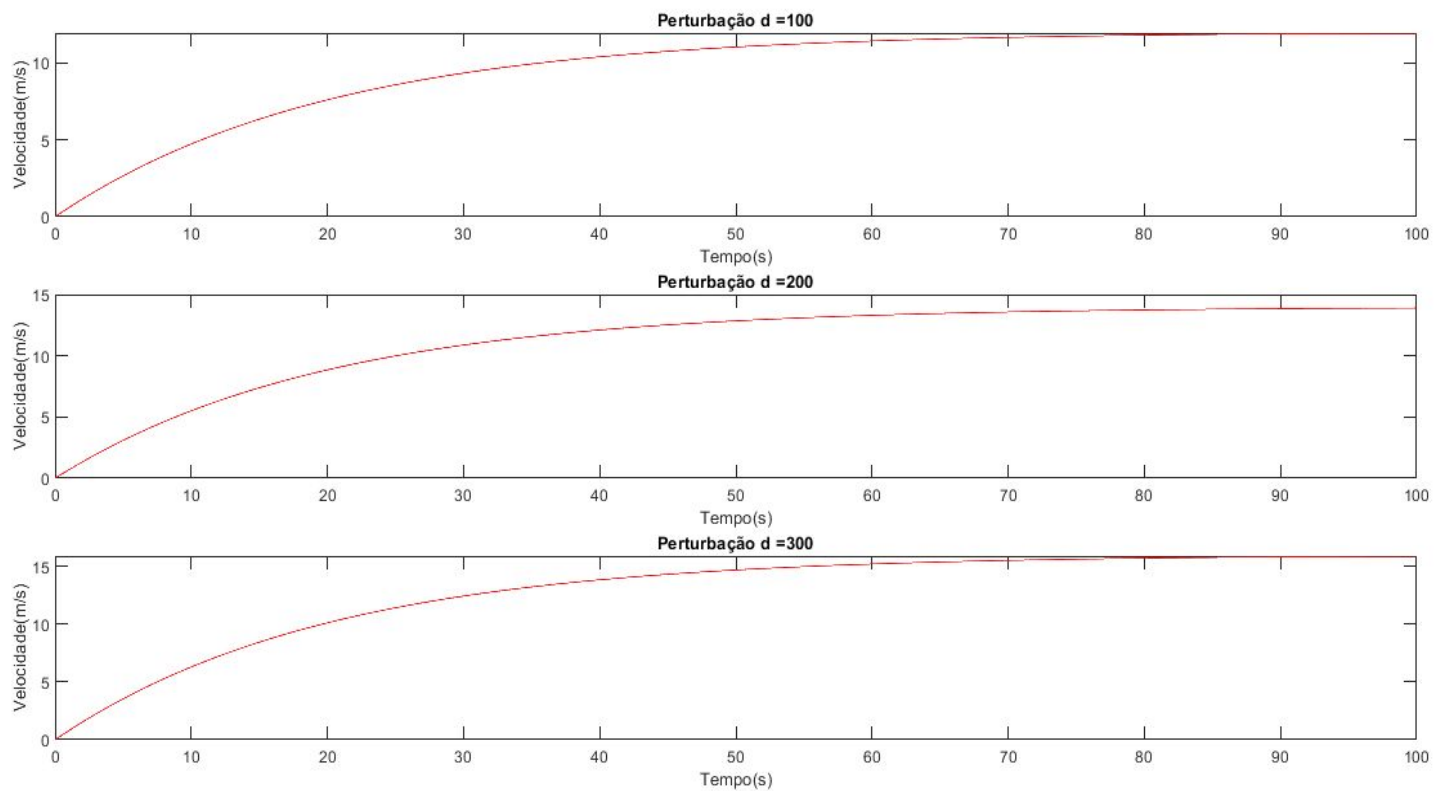
- a. Nas 3 simulações, houve variação apenas do valor correspondente ao  $u$ , que é ajustado pelo controlador para obter a velocidade desejada. Nota-se que, assim como é previsto pela teoria, há convergência da velocidade para o valor esperado.



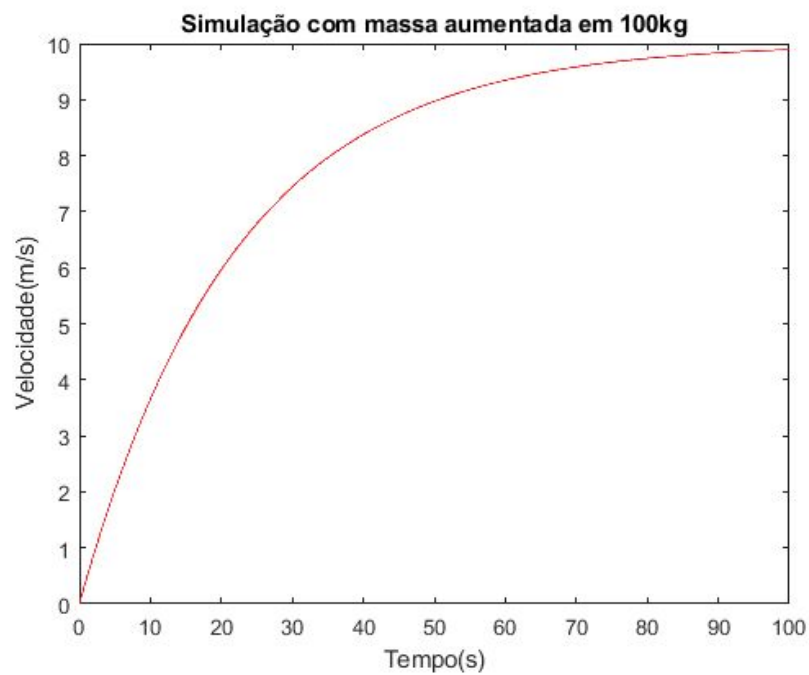
- b.** Nessa simulação, os valores de  $u$  variam ao longo do tempo. Até o tempo  $t_s$  calculado de acordo com as equações vistas em aula, é aplicada força máxima  $u = 2000N$ , depois desse instante a força aplicada é de  $u = b * v_r$  para manter a velocidade constante.



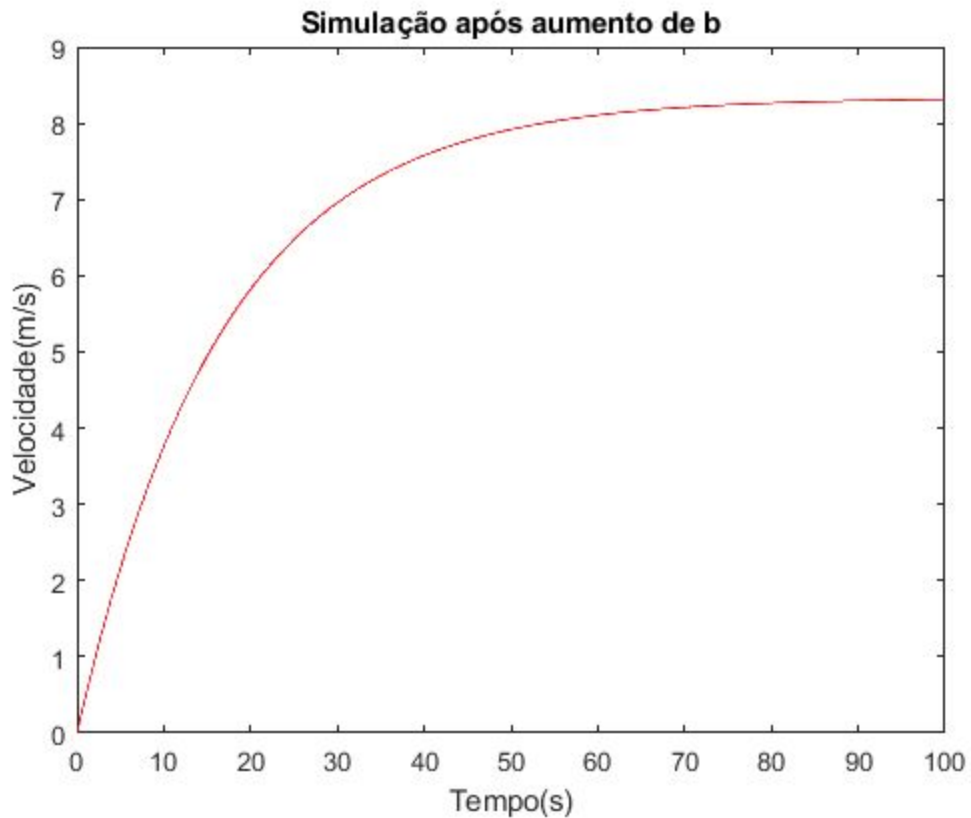
- c. Nestas simulações, nota-se que a presença de forças perturbativas fazem com que a velocidade de equilíbrio se distancie da prevista teoricamente ( $v_r = 10$ ). Também é possível notar que, quanto maior a força perturbativa  $d$ , maior o desvio.



- d. De acordo com a teoria, o aumento da massa implica no aumento da constante de tempo, que implica que o sistema demora mais para atingir o equilíbrio. Isso pode ser confirmado ao compararmos o gráfico abaixo com o gráfico do item a.

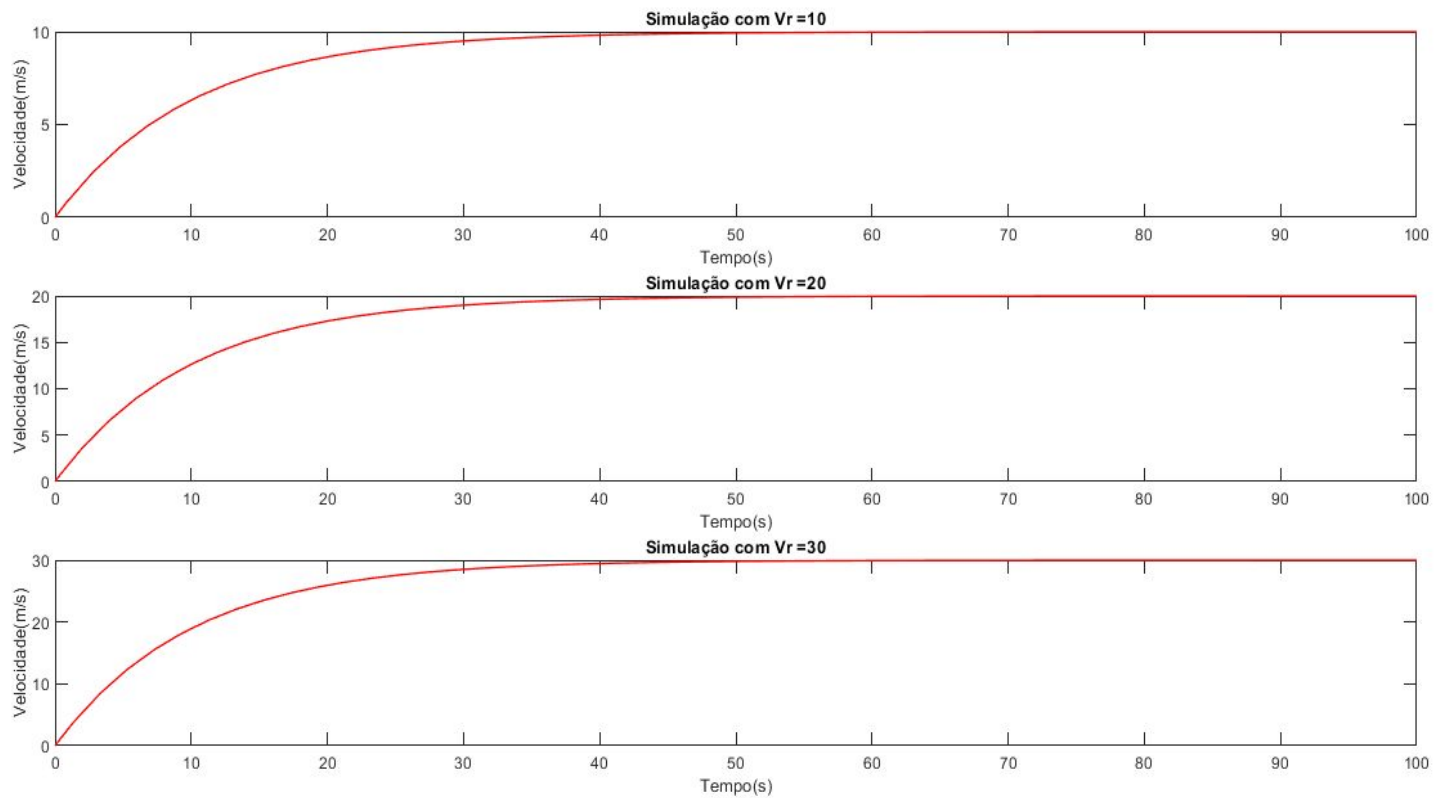


- e. O aumento no coeficiente de amortecimento após o sistema de controle estar projetado implica que o motor continuará aplicando a mesma força mesmo com alteração no coeficiente de amortecimento. Isso implica na diminuição da velocidade de equilíbrio e também na diminuição da constante de tempo (como a velocidade de equilíbrio diminui, o tempo para chegar ao equilíbrio também).

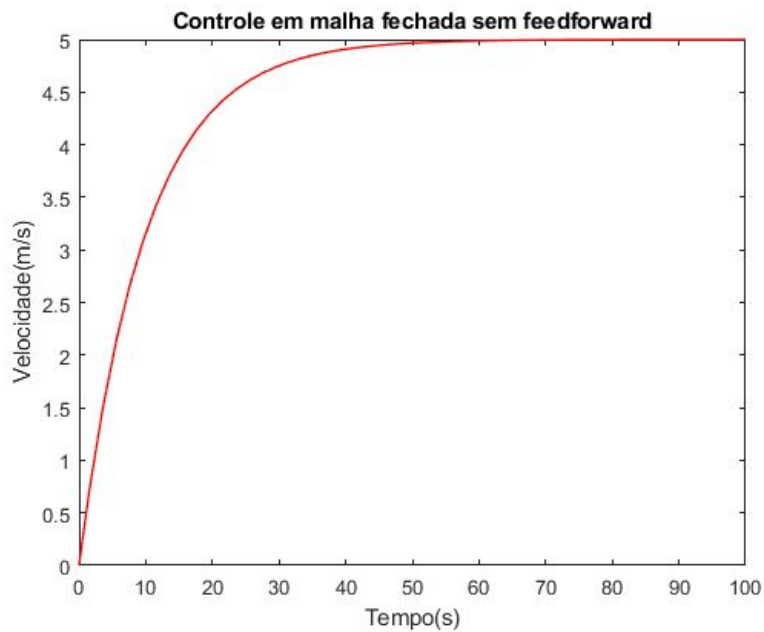


### 3. Controle em Malha Fechada

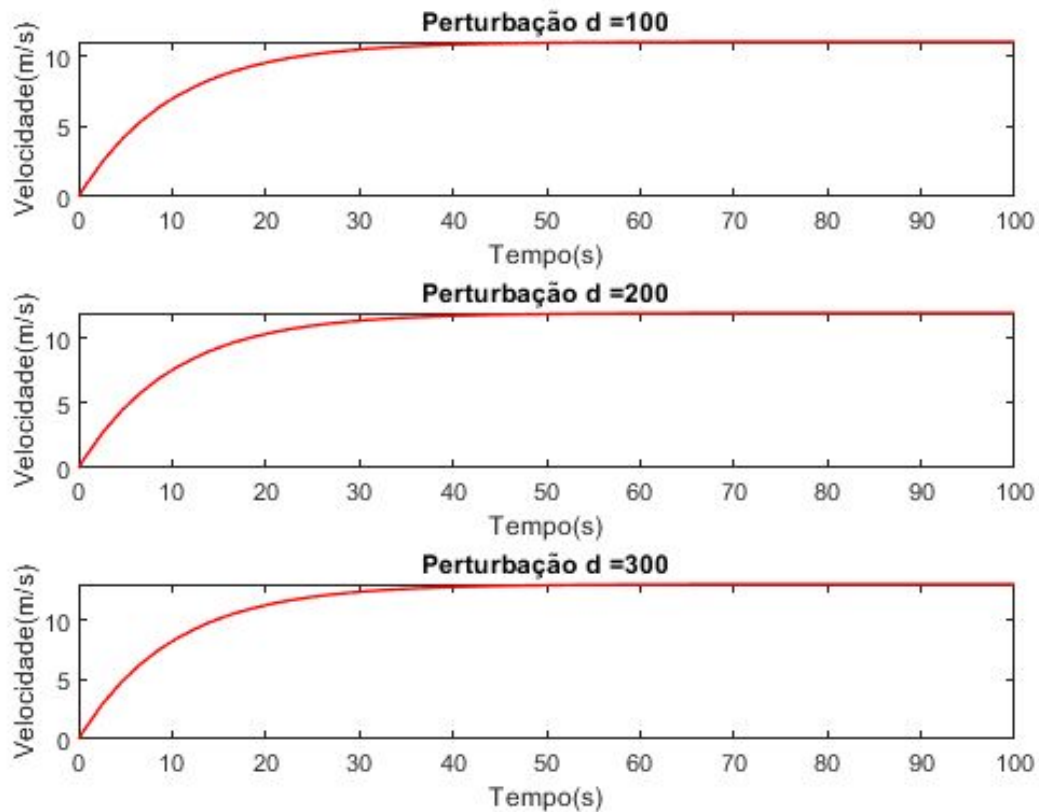
- a. Estas simulações foram feitas utilizando controle em malha fechada nominal, a partir de uma constante de tempo igual a 10s. Nota-se que há rápida convergência para a velocidade referência.



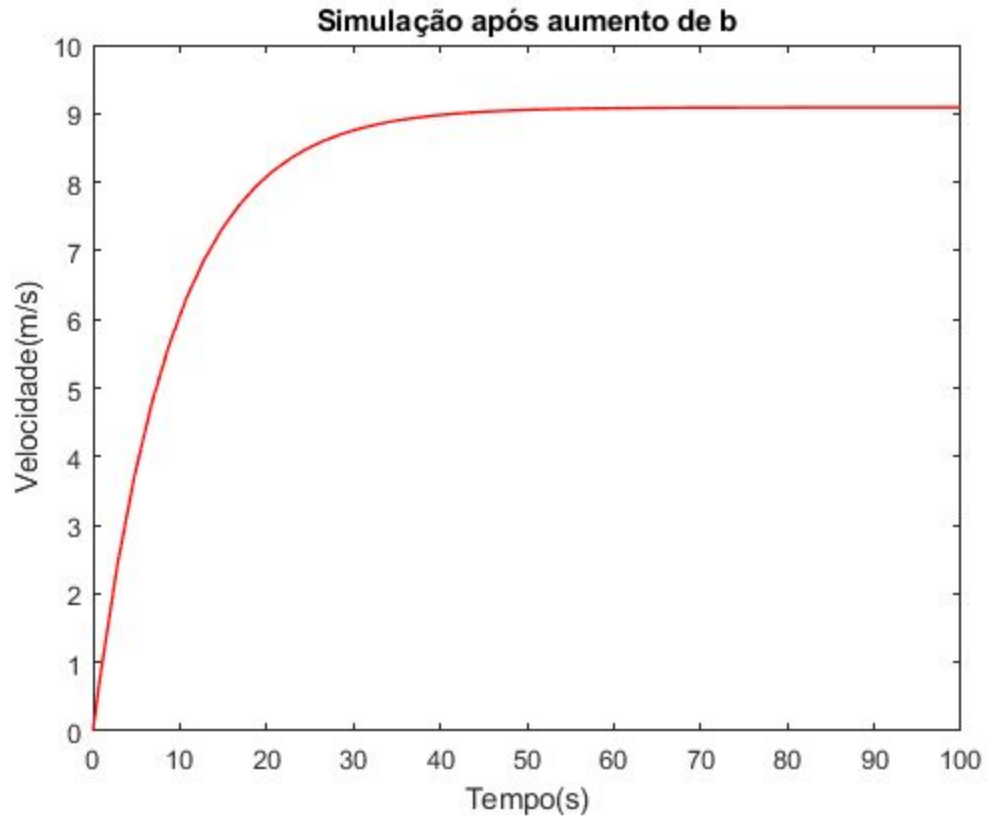
- b. Sem o recurso de *feedforward*, nota-se que há um deslocamento na velocidade de equilíbrio, que passa a ser 5m/s.



- c. Assim como em malha aberta, a presença de perturbação desloca a velocidade de equilíbrio, de modo que esse deslocamento é proporcional à força (que nesse caso é constante).



- d. Como o sistema de controle já havia sido projetado, os valores de  $b_c$  e  $K_p$ , que já haviam sido fornecidos para o sistema, não são alterados. A variação de  $b$ , entretanto, causa uma diminuição na velocidade de equilíbrio e na constante de tempo.



- e. De acordo com a teoria, o esforço realizado pelo motor tem um termo proporcional à diferença entre a velocidade do carro e a velocidade de referência e um termo constante (*feedforward*), que mantém o carro no equilíbrio quando atinge a velocidade de referência. Isso pode ser observado no gráfico: o esforço do motor começa alto e vai diminuindo até atingir o valor de  $500\text{ N}$ , que mantém o carro na velocidade de equilíbrio, o que é uma estratégia muito semelhante à utilizada em malha aberta.



