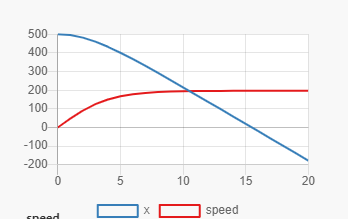
B)

1) Existe exatamente 1 ciclo de feedback neste diagrama, mais concretamente um ciclo de feedback negativo composto pela velocidade do corpo, que influencia positivamente a forca de atrito, que influencia negativamente a força total aplicada ao corpo, que influencia positivamente a aceleração e finalmente influencia positivamente a velocidade do corpo. Assim sendo temos um ciclo de feedback negativo, que irá estabilizar a velocidade atingida pelo corpo, a chamada velocidade terminal, ou seja, neste ponto a soma das forças aplicadas ao corpo é zero.



Nesta imagem é possível perceber que a estabilização da velocidade. De notar que como o importante neste caso não é a velocidade, mas sim a sua derivada (aceleração), a velocidade foi multiplicada por 5 para facilitar a visualização.

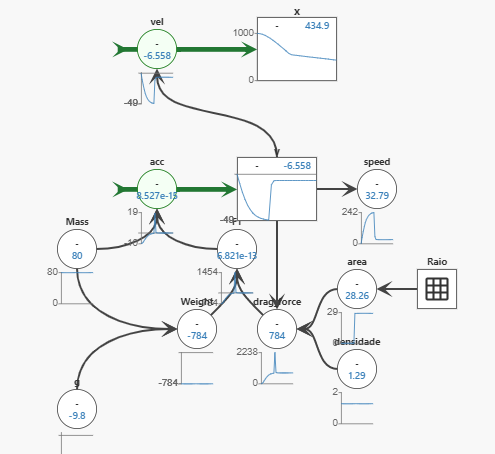
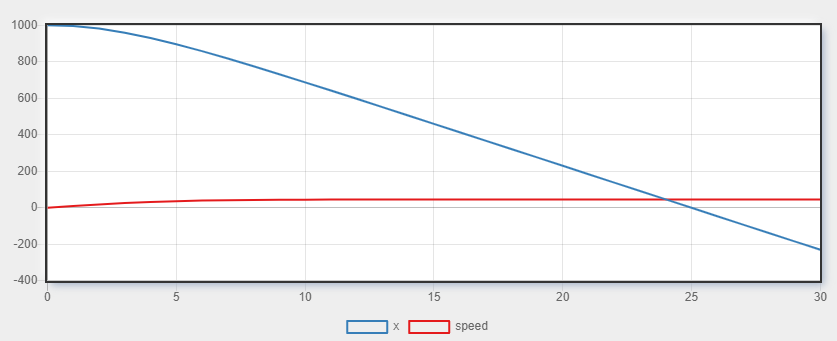
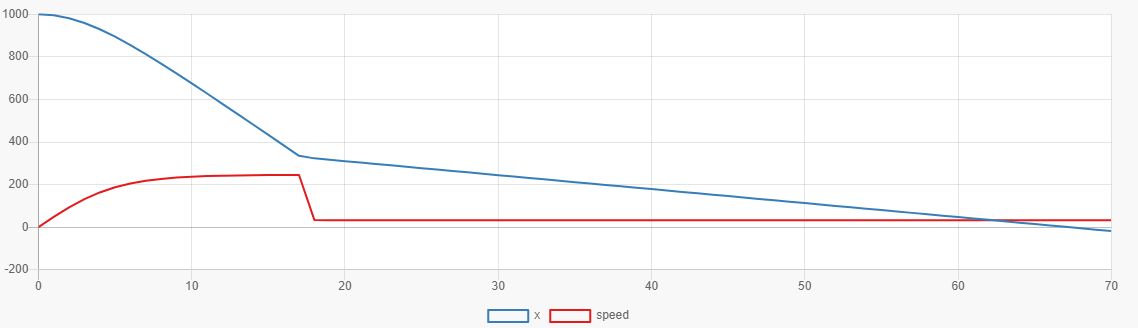


Diagrama stocks e flows, final com raio dinâmico

2) 

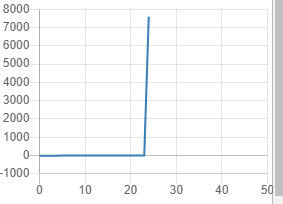
Tendo em conta as condições iniciais do problema anterior nomeadamente a altura inicial ser igual a 1000 metros, a velocidade com que o corpo atinge o chão é de 46.01 m/s ou de 165.64 km/h, após cerca de 25 segundos. O corpo acelera inicialmente e depois mantem uma velocidade constante, demorando cerca de 5 segundos a atingir uma velocidade muito próxima da velocidade final.

3) Tendo em conta as condições no enunciado, a massa do paraquedista irá aumentar para 80kg visto que não é o estado do paraquedas que influencia a sua massa. O raio irá aumentar de 0.4m para 3m a partir do momento em que se atinge os 300m de altitude, que no gráfico anterior se verifica acontecer após 17 segundos, dado as equações não serem lineares, é impossível calcular deterministicamente o instante em que tal ponto é atingido, tendo sido utilizado uma aproximação.



Tendo em conta as condições acima mencionadas, foi elaborado seguinte gráfico utilizando as ferramentas disponíveis no software utilizado até aqui. Nesse gráfico é possível verificar uma redução brusca da velocidade aquando da abertura do paraquedas devido á força de atrito ser muito maior que a força gravítica. Novamente a velocidade foi multiplicada por 5 para facilitar a visualização dos gráficos, tendo a mesma justificação que no ponto 1). A velocidade terminal foi de 6.56m/s ou de 23.6088 km/h, demorando cerca de 67 segundos, dos quais 50 foram para percorrer os últimos 300 metros.

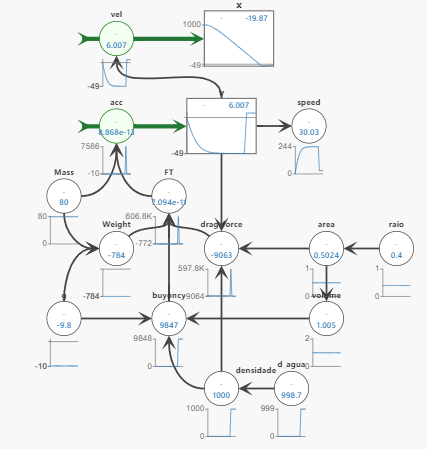
4) Sendo a força igual a massa\*aceleração, no instante em que se fez contacto com a água (determinado anteriormente como sendo igual a 24). Assim sendo a força gravítica nesse instante foi de como pode ser visível no gráfico seguinte.



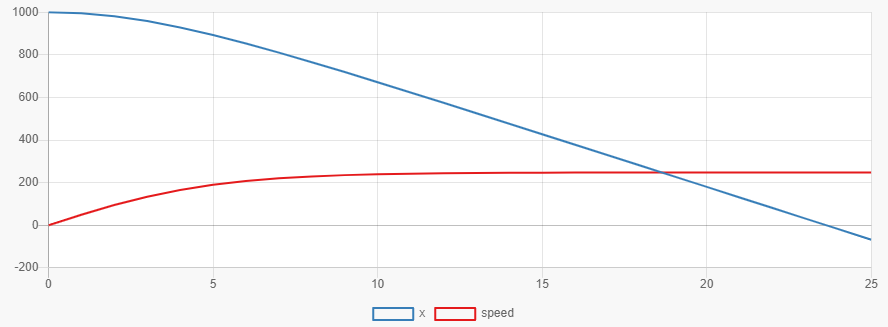
Assim sendo, e como pode ser visualizado nos próprios valores a força aplicada aquando do choque com a água foi de 606.8 kN. Rapidamente o paraquedista assume a sua velocidade final de

5) (extra) Alterar o diagrama para incluir a impulsão.

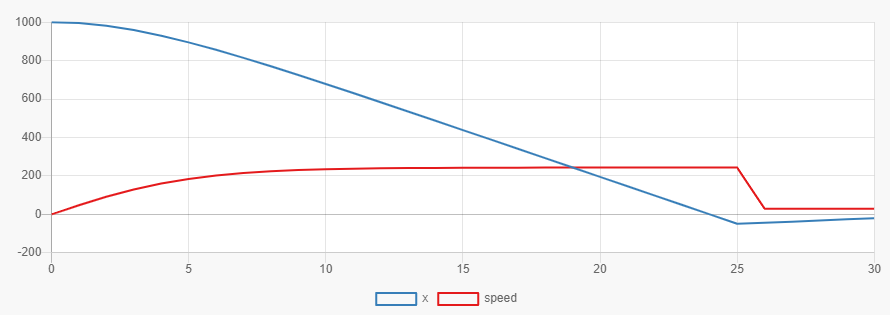
Assumindo que o paraquedas não abriu, a massa permanece inalterada nos 80kg, no entanto o raio também, nos 0.4m, no entanto a densidade do corpo irá alterar-se mudando completamente a força de atrito. Assim sendo o diagrama de stocks e flows resultantes foi o seguinte.



Iremos então introduzir um segundo ciclo de feedback negativo, pois dentro dos fluidos, existe uma força denominada impulsão que empurra os corpos para cima dentro de um líquido, seguindo a fórmula em que pj é a densidade do fluido, Vj é o volume de água deslocado (volume do corpo, assumimos que o paraquedista tem a forma de um cilindro perfeito, com 2 metros de altura), e g é a força da gravidade. Como o ar também é um fluido, iremos demonstrar também o efeito que a impulsão teve nos cálculos.



No gráfico em cima é possível verificar que o impacto da impulsão foi nulo ou praticamente nulo devido á baixa densidade do fluido “ar”. Assim sendo assumimos que o valor em que se contactou com a água foi parecido com aquele em se contactou com o solo em exercícios anteriores, ou seja, 24 segundos, a diferença deve-se ao peso acrescido pelo paraquedas, que provoca uma aceleração mais rápida no corpo. Após o contacto com a água, e consequente submersão a densidade do líquido envolvente é alterado e a força de impulsão fica maior que o modulo do peso, pelo que o corpo sobe, como pode ser visto no seguinte gráfico.



O limite do gráfico foi determinado experimentalmente de modo a não provocar que o paraquedista seja ejetado da água. Podemos ver tambem que ele atinge uma profundidade relativamente baixa na ordem dos 10 ou 20 metros de profundidade.

# Comportamentos individuais

Tendo em conta o proposto no exercício D, realizamos um boid composto por diversos comportamentos individuais nomeadamente acelerar e travar, arrive, patrulhar, vaguear. Tendo em conta a interface fornecida na aula a implementação do comportamento tratou-se apenas de definir qual a direção que o corpo deveria seguir.

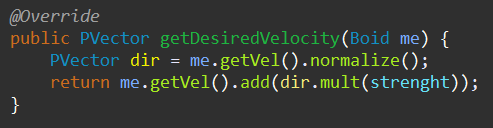
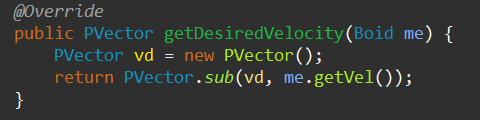


Figura 1 - Como a aceleração é calculada

Figura 2 - Como a força de travagem é calculada

De notar que a aceleração tem em conta o vetor normalizado (norma colocada com valor igual 1) e não o vetor propriamente dito, pois desta forma temos a direção do vetor, permitindo somar diretamente com a própria velocidade mantendo a direção anterior.

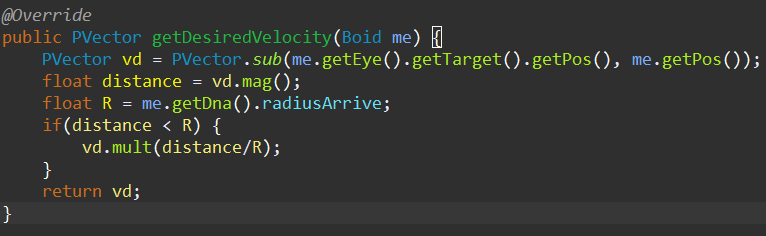


Figura 3 -Comportamento arrive

Este comportamento vai reduzindo gradualmente a velocidade aquando da chegada do corpo a um alvo. Assim sendo não é necessário aplicar forças de grande magnitude para efetuar uma travagem.

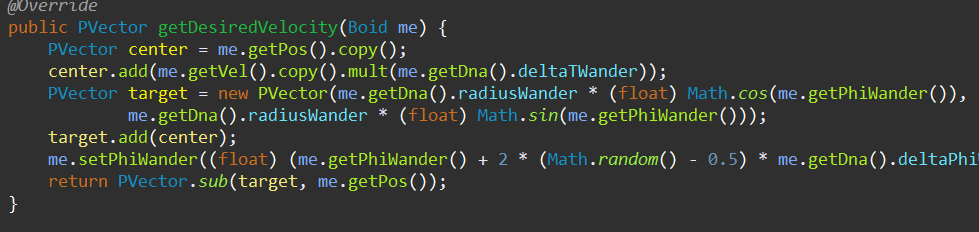


Figura 4 - Comportamento Wander

Este comportamento varia o movimento do boid de forma regular, e calcula a variação para a próxima iteração do movimento. Através disto somos capazes de gerar um movimento aparentemente aleatório, mas mantendo um movimento semi realista.