

# INF1771 - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

## TRABALHO 1 – BUSCA HEURÍSTICA E BUSCA LOCAL

### Descrição:

*“Na Segunda Era da Terra-média, o Senhor das Trevas Sauron forja o Um Anel na intenção de distribuir poderes e dominar, através do artefato, os senhores dos Elfos, Anões e dos Homens. Um exército de homens e elfos trava uma batalha contra Sauron em Mordor, onde Isildur, Príncipe de Gondor, corta o Anel junto com seu dedo, destruindo temporariamente sua forma física. Isildur, já corrompido pelo Um Anel, é morto por Orcs e o Anel se perde por mais de dois mil anos até ser encontrado pela criatura Gollum e mantido em segredo por mais de cinco séculos.*

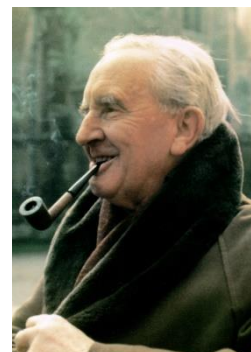


Fig. 1: J. R. R. Tolkien

*Mais de seis décadas depois, Bilbo Bolseiro celebra seu 111º aniversário no Condado, reunindo seu velho amigo Gandalf, o Cinzento, entre outros. Bilbo revela sua intenção de deixar o Condado e partir em uma última aventura, deixando sua herança para seu sobrinho, Frodo, incluindo o Um Anel. Após descobrir a identidade do Um Anel, Frodo deixa o Condado na companhia de seu amigo, Samwise Gamgee, enquanto Gandalf parte em busca de ajuda. Ao chegarem em Bree, juntamente com Merry e Pippin, Frodo e Sam são surpreendidos por um estranho conhecido apenas como Strider, que os leva até Valfenda. Elrond, Senhor dos Elfos, decide que o Um Anel deve ser destruído para evitar o retorno total de Sauron e Frodo se oferece para levá-lo até a Montanha da Perdição.”*



Fig. 2: Olho de Sauron

*O seu objetivo é ajudar Frodo, Sam Pippin a passar pelos perigos da terra média e levar o Um Anel para ser destruído na Montanha da Perdição – Localizada nas terras de Mordor. A tarefa deve ser realizada o mais rápido possível para evitar que Sauron localize nossos heróis! ”.*

O Trabalho 1 consiste em implementar um agente inteligente capaz de guiar autonomamente os Hobbits até Mordor e retorná-los em segurança ao condado. Para isso, você deve utilizar o **algoritmo de busca heurística A\***.

O agente deve ser capaz de calcular automaticamente as **melhores rotas** através das etapas da viagem. Cada etapa pode ser realizada em tempos diferentes dependendo de quais Hobbits são escolhidos para realiza-la. Todos podem ser escolhidos, porém há uma

limitação – cada um só pode realizar até 7 etapas. A seguir é mostrado o mapa da terra média na figura 3.



Fig. 3: Mapa da Terra Média  
(acima mapa original, abaixo instância em texto gerada para representar o mapa do trabalho)

No caminho, existem 4 **tipos de terrenos**: montanhoso (região em marrom), floresta (região em verde), plano (região em branco) e rochoso (região em cinza). Também há duas regiões que não podem ser atravessadas: água (em azul) e o portão negro.

Para passar por cada tipo de terreno, os Hobbits gastam uma determinada quantidade de tempo:

- ( . ) Plano: +1 minuto
- (R) Rochoso: +5 minutos
- (V) Floresta: +10 minutos
- (M) Montanhoso: +200 minutos
- (P) Portão Negro e (#) água são bloqueados e não podem ser atravessados.

O mapa possui etapas que devem ser seguidas e são descritas a seguir. Cada etapa deve ser calculada de acordo com os hobbits que vão realizar as tarefas. Conforme mencionado, a escolha deverá resultar no tempo necessário para realiza-la e cada hobbit só pode ser usado em 7 etapas. Não há limite de uso de hobbits em uma única etapa podendo escolher todos os 4 ou apenas 1 para realiza-la (claro, quanto mais hobbits, mais rápido sua realização).

---

As etapas no mapa são:

- **Etapas 1:** comece no condado (The Shire) e viaje para o leste aproximadamente 150 milhas em direção a Bree. Você vai cruzar a ponte Brandywine após cerca de 50 milhas.
- **Etapas 2:** uma vez em Bri, procure o Pônei Saltitante para repor os suprimentos de comida e descansar antes do próximo trecho da jornada.
- **Etapas 3:** De Bree, continue para o leste por mais 300 milhas até a cidade élfica de Valfenda. Aqui, procure o conselho do rei dos elfos, Elrond. Este é um ótimo lugar para adquirir pão de Lembas de qualidade, um barco e talvez alguns companheiros.
  - Observação: Elrond lhe dirá que a maneira mais segura de chegar a Mordor é pelo Rio Anduin.
- **Etapas 4:** No próximo nascer do sol, viaje aproximadamente 160 quilômetros a leste até as Montanhas Nebulosas. Atravesse as montanhas, se o tempo permitir.
  - Cuidado: o clima nas Montanhas Nebulosas pode ser traiçoeiro. Cuidado com as avalanches.
- **Etapas 5:** Como o tempo não permite, comece a viajar para o sul ao longo das Montanhas Nebulosas até chegar às Minas de Moria (cerca de 400 milhas de Valfenda).
  - Cuidado: As Minas de Moria estão cheias de orcs e coisas piores. Pisar com cuidado.

- **Etapa 6:** Nos portões oeste de Moria (Portas de Durin), fale a palavra “amigo” e entre.
  - Nota: 'Amigo' em élfico é 'Mellon' :).
- **Etapa 7:** uma vez dentro, siga o caminho para o portão leste de Moria (Dimrill Gate)
  - Cuidado: Evite todos os orcs e trolls. Os trolls, especificamente, são muito difíceis de combater.
  - Aviso: NÃO ACORDE O BALROG.
- **Etapa 8:** Depois de passar pelas Montanhas Nebulosas, viaje diretamente para o leste até chegar ao Rio Anduin. Ambos os caminhos mantêm uma distância de aproximadamente 100 milhas entre as Montanhas Sombrias e o Rio Anduin.
- **Etapa 9:** Ambos os caminhos conduzem o viajante através do reino da floresta de Lothlórien (indicado no mapa como “Lórien”). Pare aqui, mas esteja atento à cultura élfica, pois ela é muito diferente da cultura hobbit.
  - Nota: Adquira a estrela de Earendil de Galadriel.
  - Todos os caminhos que levam ao Montanha da Perdição em Mordor
- **Etapa 10(A):** Ao nascer do sol, viaje mais para o sul ao longo do Rio Anduin (de barco).
  - Cuidado: O Portão Negro é um lugar extremamente perigoso e é o lar de exércitos e da Boca de Sauron. Evite a todo custo (resulta no fim da jornada).
  - Nota: Pule para a Etapa 14 se o caminho escolhido for em torno de Minas Morgul.
- **Etapa 11(B):** comece a viajar por terra assim que os Pântanos Mortos aparecerem do seu lado esquerdo.
- **Etapa 12(C):** viaje para o leste através dos Pântanos Mortos aproximadamente 150 milhas até chegar ao Portão Negro.
  - Aviso: Qualquer tentativa de atravessar o Portão Negro resultará no fim da jornada. Não tente passar.
- **Etapa 13(D):** viaje para o sul ao longo das Montanhas das Sombras por aproximadamente 150 milhas até chegar a Minas Morgul.
- **Etapa 14(E):** Se você pular a etapa 10, abandone seu barco após viajar cerca de 500 milhas no rio Anduin e comece a viajar para o oeste em direção a Minas Morgul.
  - Aviso: Minas Morgul é a casa do Rei Bruxo. Não entre em Minas Morgul, dê a volta.
- **Etapa 15(F):** Viaje 50 milhas a oeste (ao redor de Minas Morgul) na direção da Montanha da Perdição.
  - Aviso: Em nenhum momento durante sua viagem você deve colocar o anel. Se você fizer isso, Sauron o encontrará.
- **Etapa 16(G):** Escale até Sammath Naur (“Fendas da Perdição”) e jogue o Anel nas chamas do vulcão.

- Cuidado com quaisquer ex-seres semelhantes aos hobbits que foram corrompidos pelo Anel. Eles morderão seu dedo, se tiverem oportunidade.
- **Passo 17(H):** Saia da Montanha da Perdição o mais rápido possível, pois provavelmente ela desmoronará ao seu redor. Parabéns, você destruiu o Um Anel de Poder, derrotou Sauron e trouxe paz à Terra Média!
- **Etapa 18(I):** Viaje para casa e escreva um livro sobre suas aventuras ... ou três.

---

As etapas são simbolizadas com um caracter no mapa – 1 até 9 e A até I (simbolizando as etapas de 10 até 18). As etapas 1 e 18 são respectivamente o inicio e o fim da aventura e não possuem tempo relacionado. A Tabela 1 mostra os níveis de dificuldade das 16 etapas (2 até 17):

Etapa	Dificuldade
2	10
3	30
4	60
5	65
6	70
7	75
8	80
9	85
A (10)	90
B (11)	95
C (12)	100
D (13)	110
E (14)	120
F (15)	130
G (16)	140
H (17)	150

Tabela 1. Níveis de dificuldade das Etapas – Etapa 1(Inicio) e Etapa 18 (Fim) não possuem dificuldade.

Conforme mencionado, o **número de Hobbits** participando das etapas influência o tempo gasto da sua realização. Além disso, cada Hobbit possui um determinado nível de “agilidade” que também influencia no tempo gasto nas etapas. Quanto mais Hobbits mais rápido será a realização da tarefa, porém cada hobbit só pode ser escolhido uma única vez. A Tabela 2 mostra a agilidade de cada Hobbit.

Hobbit	Agilidade
Frodo	1.5
Sam	1.4
Merry	1.3
Pippin	1.2

Tabela 2. Agilidade dos Hobbits



Merry, Sam, Frodo e Pippin

O tempo gasto nas etapas é dado pela equação:

$$Tempo = \frac{Dificuldade\ da\ Etapa}{\sum Agilidade\ para\ avançar\ pela\ etapa}$$

Lembre-se, cada Hobbit só pode ser escolhido 7 vezes (como se possuísse **7 pontos de energia**). Ao participar de uma etapa, o Hobbit perde -1 “ponto de energia”. Se o Hobbit perder todos os pontos de energia, ele “fica para trás” e se perde do grupo.

### Informações Adicionais:

- O mapa principal deve ser representado por uma matriz 200 x 71 (igual à mostrada na Figura 3).
- O agente sempre **inicia** a jornada no condado (etapa 1 no mapa).
- O agente sempre **termina** a sua jornada ao chegar ao retornar ao condado (etapa i no mapa).
- O agente não pode andar na diagonal, somente na **vertical** e na **horizontal**.
- O agente obrigatoriamente deve utilizar um **algoritmo de busca** para encontrar o melhor caminho e planejar as etapas.
- Deve existir uma maneira de **visualizar os movimentos** do agente, mesmo que a interface seja bem simples. Podendo até mesmo ser uma matriz desenhada e atualizada a cada etapa.
- **Os mapas devem ser configuráveis**, ou seja, deve ser possível modificar o tipo de terreno em cada local. O mapa pode ser lido do arquivo de texto fornecido.
- A **dificuldade das etapas e o agilidade** dos Hobbits devem ser configuráveis e facilmente editáveis.
- O programa deve **exibir o custo do caminho** percorrido pelo agente enquanto ele se movimenta pelo mapa e também o **custo final** ao terminar a execução.
- O programa pode ser implementado em **qualquer linguagem**.
- O trabalho pode ser feito **individualmente** ou em grupos de no **máximo 4** pessoas.



### Dicas:

- Neste trabalho existem dois problemas distintos:
  1. Encontrar o melhor caminho para cruzar a terra média;
  2. Encontrar a melhor combinação de Hobbits para as etapas.

- Os dois problemas podem ser resolvidos individualmente (problema em dois estágios) ou tratando ambos em um único problema. Você deve definir a melhor maneira de estruturar a sua solução.

### **Forma de Avaliação:**

Será avaliado se:

- (1) O trabalho atendeu a todos os requisitos especificados anteriormente;
- (2) Os algoritmos foram implementados e aplicados de forma correta;
- (3) O código foi devidamente organizado;
- (4) O trabalho foi apresentado corretamente em “sala de aula” (neste caso através de vídeo enviado pelo grupo);

### **Recomendações Finais:**

- (1) A interface gráfica não é o objetivo desse trabalho, mas auxilia na compreensão do resultado. Implementar uma “boa” interface gráfica (2D ou 3D) para representar o ambiente e o agente vale até 1 ponto extra.
- (2) O trabalho valerá 10 pontos divididos da seguinte forma: 9 pontos (para a busca A\* e Busca Local) + 1 pontos para quem conseguir encontrar a solução ótima (menor tempo calculado para alcançar o objetivo).