

INF1771 - INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

TRABALHO 1 – BUSCA HEURÍSTICA E BUSCA LOCAL



Descrição:

“Um grupo de seis jovens em um parque de diversões embarcando em uma montanha russa chamada Dungeons & Dragons. Contudo, durante o passeio, um portal se abre e transporta as crianças para outro mundo, chamado simplesmente de ‘Reino’, no qual o grupo já aparece trajando outras roupas e recebendo logo em seguida armas mágicas — as armas do poder — de alguém que se apresenta como o Mestre dos Magos (Dungeon Master).

A partir deste momento, os jovens passam por diversas aventuras buscando voltar para casa, durante as quais o Vingador, um mago maléfico, tenta a todo custo tomar as armas do poder dos jovens com a intenção de derrotar tanto o Mestre dos Magos quanto Tiamat, um deus-dragão de cinco cabeças, para assim dominar o Reino. Ao longo do seriado, revela-se que o Vingador é, na realidade, filho do Mestre dos Magos.”

O seu objetivo é ajuda-los a passar pelos perigos do Reino e encontrar o caminho de volta para casa. A tarefa deve ser realizada o mais rápido possível para evitar que o Vingador localize nossos heróis e capture suas armas do poder! ”.

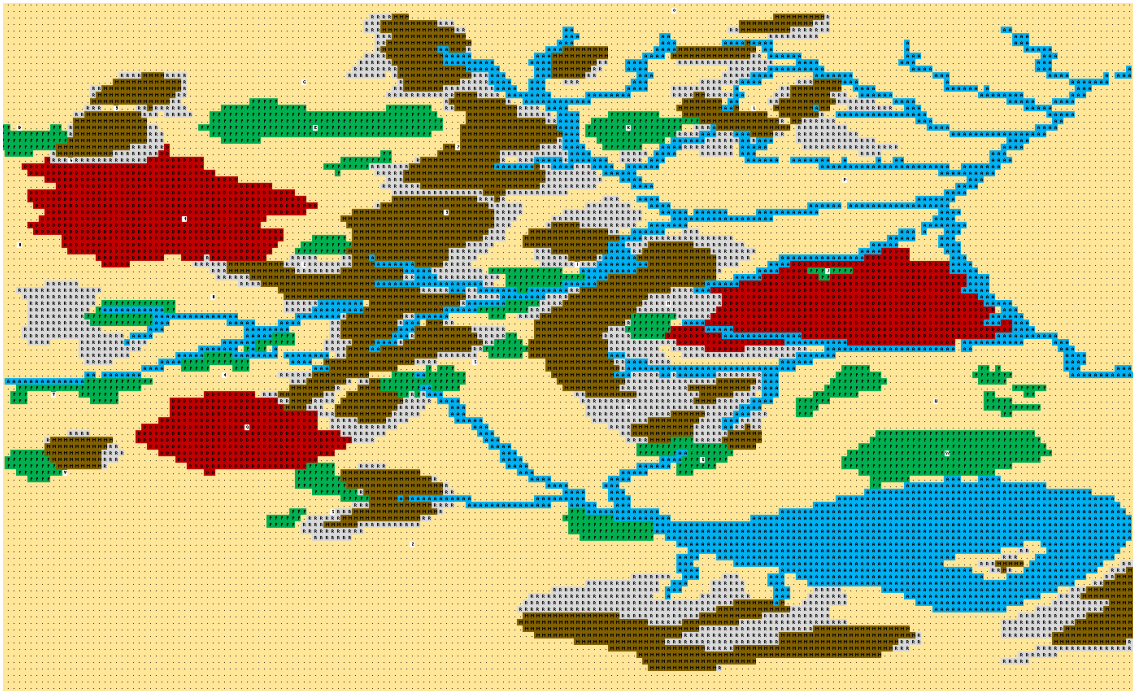
O Trabalho 1 consiste em implementar um agente inteligente capaz de guiar autonomamente os personagens de “Caverna do Dragão” e retorná-los em segurança para casa (sim, incluí o último episódio que não foi gravado na época mas foi feito recentemente). Para isso, você deve utilizar o **algoritmo de busca 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 personagens são escolhidos para realiza-la. Todos podem ser escolhidos, porém há uma limitação – cada um só pode realizar até 11 etapas. A seguir é mostrado o mapa do Reino na figura 2.



Fig. 2: Mapa do Reino

(acima mapa original, abaixo instância em texto gerada para representar o mapa do trabalho)



No caminho, existem **6 tipos de terrenos**: montanhoso (região em marrom), floresta (região em verde), plano (região em amarelo), rochoso (região em cinza), deserto (região em vermelho) e água (região em azul).

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

- (.) Plano: +1 minuto
- (R) Rochoso: +5 minutos
- (D) Deserto: +10 minutos
- (F) Floresta: +15 minutos
- (A) Água: +20 minutos
- (M) Montanhoso: +100 minutos

O mapa possui etapas que devem ser seguidas e são descritas a seguir. Cada etapa deve ser calculada de acordo com os personagens que vão realizar as tarefas. Conforme mencionado, a escolha deverá resultar no tempo necessário para realiza-la e cada personagem só pode ser usado em 11 etapas. Não há limite de uso de personagens em uma única etapa podendo escolher todos os 6 ou apenas 1 para realiza-la (claro, quanto mais personagens, mais rápido sua realização).

As etapas no mapa são:

REINO CENTRAL

Visão Geral: Este costumava ser o coração do Reino, a sede do poder de onde o Conselho dos Magos governava o Reino. Agora é um grande terreno baldio, com grandes porções sob o controle do Vingador e seus asseclas. Assentamentos humanos livres são muito improváveis nesta parte do Reino. Vingador tem muitas fortalezas espalhadas por toda a terra.

- **Etapas 1.** A cidade de Helix. Costumava ser uma grande cidade e a base do Conselho dos Magos, mas durante a Grande Guerra, a maior parte da cidade foi reduzida a escombros. A única razão pela qual sobreviveu foi graças à magia do mago Merlin. Atualmente, seus principais cidadãos são anões e gnomos (estranhamente), e não está sob o controle do Vingador (embora ele esteja tentando conter o feitiço de Merlin e esmagar Helix).

A área ao redor de Helix é um deserto árido, mas no céu está o castelo flutuante de Merlin, que sempre é visto flutuando em torno de Helix. Ao contrário da crença, Merlin não morreu ao salvar Helix. Ele foi apenas transportado para o nosso mundo onde se tornou parte da lenda Aurthuriana.

- **Etapas 2.** O Vale do Observador. Outrora uma das partes mais bonitas do Reino, o Vale é desprovido de qualquer vida, exceto o terrível Beholder, que ataca qualquer um que entre em seu domínio.

Ao norte fica a pequena, porém misteriosa, Floresta dos Cogumelos. Além disso, fica a vila de Pendrake.

- **Etapas 3.** O Salão dos Ossos. Este é o local de descanso final de muitos dos maiores heróis do Reino. Está isolada nas profundezas da cordilheira central; o assentamento mais próximo é a cidade de Threshold, a oeste. É proibido a qualquer malvado entrar no túmulo; é supostamente assombrado.

Threshold não está sob o controle do Vingador, mas Orcs e outros monstros passam livremente por aqui. Além disso, Lolth, a Rainha Demônio das Aranhas, disse ter muitas teias tecidas nas cavernas abaixo da cidade.

- **Etapas 4.** O Vale dos Unicórnios. Esta raça quase extinta tem um terreno escondido debaixo de uma bela cachoeira. Ninguém pode encontrar o vale sem que um unicórnio mostre o caminho. O malvado feiticeiro Kelek tem um castelo a nordeste.

- **Etapa 5.** As minas de escravos de Baramore. Uma vasta rede de cavernas fica sob essas montanhas e sob o pântano adjacente. As Slave Mines são dirigidas por Orcs e seu líder, o malvado mercenário Warduke. Warduke é conhecido por fazer "viagens de caça" com seu exército particular de Bullywogs, deixando as minas sob o controle dos Orcs, que mantêm os prisioneiros (a maioria anões) trabalhando sem parar por ouro. A leste das minas fica a pequena Floresta das Árvores Conhecidas. Esses estudiosos idosos podem dizer a você praticamente qualquer coisa.
- **Etapa 6.** O Vale das Brumas. A pátria dos Gnomos, que agora são escravos do Vingador e seus Orcs. O Vingador lançou um feitiço sobre o vale, impedindo a saída de qualquer gnomo. Lukion, o Feiticeiro, o líder dos gnomos, foi aprisionado no Pântano das Mágoas, ao sul. O pântano das mágoas é um lugar horrível que é o lar de muitos mortos-vivos e outras criaturas estranhas. Diz-se que o pântano esmaga as esperanças e os sonhos de quem entra.
- **Etapa 7.** A Prisão da Agonia. Situada dentro de um vulcão ativo (seus erros são controlados pelo Vingador), a Prisão da Agonia é um dos locais mais temidos do Reino. A prisão é administrada por lizardmen e um gigante chamado Karox. Os lizardmen mantêm um Slimebeast voraz à mão; um de seus passatempos favoritos é alimentar a besta com um prisioneiro.

Qualquer um condenado à Prisão deve lutar contra a magia repressiva e maligna do lugar ou, eventualmente, se transformar em uma criatura agonizante, uma casca de seu antigo eu. A pessoa que luta contra essa magia maligna por mais tempo é o bravo paladino Strongheart, que está lá há 10 anos.

No extremo norte do vulcão fica outra cordilheira e, além dela, está a terra natal do gigante Karox, da qual ele fala com frequência. Muitas raças e tamanhos diferentes de gigantes residem lá. Ele lutou contra os ataques do Vingador com bastante sucesso até agora, e o Vingador se contenta em deixá-lo sozinho, pelo menos por enquanto...

- **Etapa 8.** O Vale Subterrâneo das Feras do Pântano. Debaixo desta área acidentada de selvas e desertos fica o Vale das Feras do Pântano. Uma raça primitiva e covarde, eles vivem em constante medo do gigante Cawamung, o mestre desta área. O gigante escravizou muitos Anões nesta área também.
- **Etapa 9.** A Torre dos Cavaleiros Celestiais. Este já foi o reduto dos maiores cavaleiros do Reino, os Cavaleiros Celestiais. Durante a Grande Guerra, eles foram traídos por um dos seus e quase todos os cavaleiros morreram em batalha. Mas sua torre mística (que foi construída com a ajuda dos maiores magos da época) ficou escondida para aqueles que procuravam reivindicar suas riquezas

para uso próprio. Está perdido nestas montanhas, à espera que alguém descubra a torre.

- **Etapa 10 (B).** A cidade de Zinn. Esta é uma das poucas grandes cidades que restaram nesta parte do Reino. Mas não é exatamente próspero. Zinn foi governado ao longo dos anos por uma linhagem de ditadores, todos assumindo o nome de Zinn para si. A última Rainha Zinn é uma espécie de feiticeira, e governa com a ajuda de seus Shadow Stalkers, (graças à sua terrível habilidade de metamorfose) formam uma milícia privada que mantém a cidade alinhada.
- **Etapa 11 (C).** Montanha da Caveira. Este foi o local de uma batalha de magos durante a Grande Guerra. Ninguém sobe a montanha, uma aura antiga e maligna paira sobre a paisagem.

Ao sul fica a suposta localização da Caixa de Zandora. Zandora foi uma das maiores feiticeiras do Reino, e sua caixa foi sua maior criação. Funcionava como um portal entre os mundos. Zandora foi banida para sua caixa por Vingador na batalha dos magos sob a Montanha da Caveira.

- **Etapa 12 (E).** A Floresta das Crianças Perdidas. É uma floresta típica, mas os habitantes são tudo menos típicos e um tanto novos no Reino. The Lost Children veio em um navio das estrelas e caiu aqui. Lá o líder, Alfar, foi capturado pelo Vingador, e ele e o navio estão sendo mantidos prisioneiros em uma das fortalezas do Vingador ao norte.
- **Etapa 13 (G).** A Ilha Flutuante. Nos céus acima desta floresta encontra-se uma das ilhas flutuantes. Esses pedaços de terra ficaram à deriva nos céus graças às magias lançadas durante a Grande Guerra. Neste em particular vive um Rogue Giant, que mantém uma das terríveis Slime Beasts. Um raro Dragão Dourado também mora lá.

(Como sei que há mais ilhas flutuantes? Confira a primeira parte de Night of No Tomorrow e a sequência de abertura da primeira temporada. Você pode ver algumas penduradas no céu. Legal, hein?)

REINO ORIENTAL

Visão Geral: Esta parte do Reino resistiu por mais tempo durante a Grande Guerra. Na verdade, algumas partes ainda estão resistindo! Muitas batalhas são travadas nesta terra; os lugares sitiados guardam prêmios pelos quais Vingador ainda anseia.

Você não encontrará lugares como a Cidade à Beira da Meia-Noite, nem o Cemitério do Dragão neste mapa, pois eles não existem no plano de existência

do Reino. Esses lugares existem em pequenas "dimensões de bolso" que o Reino parece ter em torno dele constantemente.

- **Etapa 14 (H).** O Labirinto das Trevas. Uma das criações favoritas do Vingador, o Labirinto das Trevas é um dos locais mais perigosos do Reino. Diz-se que um portal mágico no centro do labirinto leva qualquer um para casa. Este prêmio único iludiu os aventureiros por muitos anos; as pessoas que entram no labirinto nunca mais são vistas.
- **Etapa 15 (I).** Fortaleza de Tardos. A poderosa cidade-fortaleza de Tardos Keep existe desde antes da Grande Guerra. Vingador e seus Orcs fizeram muitos ataques à fortaleza ao longo dos anos, mas as paredes de Tardos Keep foram fortalecidas por magia. Durante esses períodos de guerra, os cidadãos são enviados para as cavernas nas montanhas além de Tardos. Apenas os militares e governantes ficam para proteger o Tesouro de Tardos.

O Tesouro de Tardos é o misterioso Dragonsbane, uma planta cultivada em sua fortaleza, em um jardim semelhante ao de Zinn. As propriedades mágicas da planta permitem que ela mate o mais poderoso dos dragões!

- **Etapa 16 (J).** A cidade de Kadish. Talvez a maior terra livre no Reino seja a Cidade e o Reino de Kadish. Essas pessoas do deserto estão isoladas do resto do Reino. Isso, e a forte liderança dos reis e rainhas ao longo dos anos, manteve o reino seguro.

Talvez o que manteve o reino seguro durante a Grande Guerra foi seu isolamento; não se envolveu na política dos outros países. Talvez seja isso que tenha impedido o Vingador de se concentrar mais no reino: eles evitam ele e o resto do Reino, e ele não se importa com eles.

A oeste, nas profundezas do deserto, encontra-se o Oasis of No Return. Criado por magos malignos, ele aparece apenas uma vez por ano, da luz do sol ao pôr do sol, e foi feito para prender viajantes incansáveis.

- **Etapa 17 (K).** A Floresta dos Ursos das Nuvens. Este é outro reino que escapou da ira do Vingador, por enquanto... é povoado por uma raça rara de ursos falantes, que vivem nas árvores. Estas são as árvores mais altas do Reino.

Uma das poucas coisas que o Vingador teme é encontrada aqui: pedras do coração. Essas joias mágicas parecem atacar todos os itens mágicos com os quais entram em contato, e o Vingador não tem certeza do efeito que elas podem ter sobre ele.

- **Etapa 18 (L).** Darkhaven. Isso já foi chamado de Light Haven, mas o novo nome de Darkhaven agora parece se encaixar de forma mais apropriada. Ninguém mora lá agora, nem ninguém se lembra do que causou as pessoas desta outrora poderosa cidade-fortaleza para evacuar. Há apenas rumores de que o lugar agora está amaldiçoado.

Em algum lugar da cidade está o Golden Grimoire, um dos mais poderosos livros de feitiços já criados. A atração deste livro de feitiços fez com que muitos magos encontrassem seu destino dentro da cidade antiga.

- **Etapa 19 (N).** A Torre Proibida. Uma das fortalezas favoritas do Vingador, ele gosta de fazer todos os tipos de criações malignas aqui. Ele frequentemente libera suas criações em uma vila pobre no vale abaixo; é sua maneira de torturá-los. Relatórios indicam que ele acabou de capturar uma jovem da cidade e planeja usá-la para torturar a aldeia de alguma forma.
- **Etapa 20 (O).** A Grande Geleira. Este é o ponto mais ao sul das Grandes Geleiras. As geleiras são o lar de muitos monstros, particularmente os ameaçadores Gigantes de Gelo.
- **Etapa 21 (P).** A cidade de Turodh. Esta cidade foi governada por um demônio terrível por quase mil anos. O demônio assumiu a forma da rainha, mas ela não é uma rainha amorosa. Ela governa com a ajuda dos nobres corruptos e do exército de elite, enquanto o resto da cidade vive com medo do demônio.

Recentemente, alguns dos nobres iniciaram uma rebelião contra o demônio. Sua única esperança está em uma profecia que diz que o filho de um observador de estrelas um dia salvará seu povo.

REINO SUL

Visão geral: O Reino do Sul foi destruído mais do que qualquer outra parte do Reino. Todas as grandes cidades foram destruídas na Grande Guerra. Os humanos que vivem aqui agora sobrevivem em tribos errantes, apenas recentemente suas cidades foram estabelecidas. Mas a maior parte desta parte do Reino ainda é um terreno baldio.

Lendas circulam entre as tribos de uma terra nas profundezas da terra e de um lugar chamado Dungeon at the Heart of Dawn, mas apenas as pessoas mais velhas e sábias sabem de sua verdadeira existência.

- **Etapa 22 (Q).** A Torre das Trevas. Isso é tudo o que resta de uma cidade antiga. Agora ele fica sozinho nos terrenos baldios. Esta torre contém a misteriosa Caixa de Balefire; qualquer um que conheça seu nome sabe temê-lo.

- **Etapa 23 (S).** A Cidadela das Sombras. A Cidadela das Sombras fica em uma cordilheira raramente visitada; toda a área é supostamente assombrada. Diz a lenda que uma grande batalha mágica foi travada aqui no final da Grande Guerra. Diz-se que Vingador tinha uma irmã que está enterrada aqui. Mas isso geralmente é ridicularizado, pois a ideia de o Maligno ter uma irmã é absurda!
- **Etapa 24 (T).** O Templo de Cronos. Este é o Templo do Cristal de Chronos. O Cristal é maior que um humano e foi criado eras atrás. Possui propriedades mágicas que permitem abrir um portal para qualquer hora ou lugar. Somente uma pessoa forte pode usar o cristal corretamente; é difícil obter a hora e o local corretos.
- **Etapa 25 (U).** As tribos humanas. Esta é a área onde a maioria dos humanos se reúne; eles vivem como bárbaros agora. Houve uma vez muitas grandes cidades em toda esta área, nas quais foram criados muitos itens mágicos poderosos.
- **Etapa 26 (W).** A Gruta das Trevas. Nas profundezas desta floresta encontra-se a Gruta das Trevas, lar do terrível Darkling. Ele aparece a cada 30 anos para atormentar esta área, mas quem entra em seu domínio privado nunca retorna.

Ao norte estão duas cidades: Shouldron e Mindrel. Ambos foram fundados apenas no século passado, mas Mindrel parece estar se tornando uma nova grande cidade desta parte do Reino. Mas ambas as comunidades vivem com medo do Darkling. Só o tempo dirá se essas cidades sobreviverão.

- **Etapa 27 (Y).** A Caverna dos Dragões Fada. Este é o lar temporário dos mágicos Fairy Dragons. Eles moravam na Floresta Encantada, que foi incendiada há muito tempo. Eles agora estão lentamente em uma peregrinação para o extremo oeste, indo para uma floresta chamada Floresta do Fim do Mundo.

A sudoeste da caverna encontra-se um reino relativamente novo, fundado por uma linhagem de bárbaros, seu líder atual é o rei Varin, um selvagem cruel. Ele tem procurado a Caverna dos Dragões Fadas desde que ouviu histórias de riquezas fabulosas lá.

A EXTREMIDADE DO REINO SUL

Visão geral: Não há sinais de civilização nesta parte do Reino. É também uma das regiões mais inóspitas, com grandes porções sendo terreno baldio estéril. É quase como se esta região do Reino tivesse sido esquecida.

- Etapa 28 (**Z**). A Tumba Esquecida. À beira do Abismo (o vazio negro que envolve o Reino) encontra-se a Tumba Esquecida. A quem a tumba é dedicada é um mistério, pois é por isso que a tumba foi colocada aqui nesta região desolada. Esta torre fica isolada e sozinha na borda do mundo...

Qualquer um que vier aqui deve tomar cuidado com a Grande Besta que dizem viver sob a Tumba.

Ao norte ficam as Montanhas Flamejantes, uma grande cadeia de vulcões; a nordeste fica o Mar das Mágoas.

As etapas são simbolizadas com um carácter no mapa – 1 até 9 e B até Z (simbolizando as etapas de 10 até 28). A jornada se inicia na etapa 0, que representa o ponto de partida no mapa. A Tabela 1 mostra os níveis de dificuldade das 28 etapas (1 até 28):

Etapas	Dificuldade
1	10
2	20
3	30
4	60
5	65
6	70
7	75
8	80
9	85
B (10)	90
C (11)	95
E (12)	100
G (13)	110
H (14)	120
I (15)	130
J (16)	140
K (17)	150
L (18)	160
N (19)	170
O (20)	180
P (21)	190
Q (22)	200
S (23)	210
T (24)	220
U (25)	230
W (26)	240
Y (27)	250
Z (28)	260

Tabela 1. Níveis de dificuldade das Etapas – Etapa 0(Início) não possui dificuldade.

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

Personagem	Agilidade
Hank	1.5
Diana	1.4
Sheila	1.3
Presto	1.2
Bob	1.1
Eric	1.0

Tabela 2. Agilidade dos Personagens

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 11 vezes (como se possuísse **11 pontos de energia**). Ao participar de uma etapa, o Personagem perde -1 “ponto de energia”. Se o Personagem 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 105 x 200 (igual à mostrada na Figura 2).
- O agente sempre **inicia** a jornada na chegada ao reino (etapa 0 no mapa).
- O agente sempre **termina** a sua jornada ao chegar ao retornar ao para casa (final da etapa \ 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 a agilidade** dos personagens 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 3 pessoas**.

Dicas:



- Neste trabalho existem dois problemas distintos:
 1. Encontrar o melhor caminho para cruzar o Reino;
 2. Encontrar a melhor combinação de personagens 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: 8 pontos (para a busca A* e Busca Local) + 2 pontos para quem conseguir encontrar a solução ótima (menor tempo calculado para alcançar o objetivo).