

# robótica 2006 festival nacional de robótica

## Competição

Regras e Especificações  
Técnicas

## Prova de Condução Autónoma

(10 de Novembro de 2005)

**NOTAS:**

- **O texto que corresponde a artigos alterados de forma significativa, ou que corresponde a novos artigos relativamente às regras de 2004, aparece em negrito.**
- **Pequenas alterações ao texto de 2004 aparecem igualmente a negrito.**
- **Excepto onde indicado em contrário, todas as medidas fornecidas nestas regras têm uma precisão de  $\pm 5\%$ .**

1.	Robô.....	4
	Dimensões .....	4
	Autonomia .....	4
	Segurança .....	4
2.	Área de competição.....	5
2.1	Pista.....	5
	Dimensões .....	5
	Cores.....	5
	Passadeira .....	5
	Zona de partida/chegada .....	7
	Parque de estacionamento .....	7
2.2	Túnel .....	7
	Dimensões .....	7
	Material e cor.....	7
2.3	Zona de Obras .....	7
	Descrição .....	7
	Materiais e cores .....	8
2.4	Obstáculos.....	8
	Descrição .....	8
2.5	Painel Sinalético.....	9
	Descrição .....	9
	Características dos sinais apresentados.....	9
	Função e sinalética .....	10
	Colocação .....	10
	Emissor de infravermelhos .....	10
3.	Competição .....	11
3.1	Quadro geral.....	11
	Objectivo .....	11
	Organização .....	11
	1ª ronda.....	11
	2ª ronda.....	11
	3ª ronda.....	11
	Estacionamento.....	11
	Parque fechado .....	12
	Verificação técnica .....	12
	Ordenação das Provas.....	12
	Alterações e Assistência .....	12
	Limite de tempo e de número de passagens .....	12
	Demonstrações .....	13
	Classificação.....	13
	Partida.....	13
	Chegada e imobilizações intermédias.....	14
	Funcionamento dos painéis sinaléticos.....	14
	Interrupção de uma passagem.....	14
	Interrupção da prova e prolongamento .....	14
3.2	Penalizações .....	15
	Colisões com acessórios da pista.....	15
	Saída de pista.....	15
	Direcção errada.....	15
	Não imobilização ao sinal de paragem .....	15
	Paragem fora da zona de imobilização .....	15
	Estacionamento no Parque.....	16
	Partida manual das passagens.....	16
	Terminação antecipada de uma passagem.....	16
	Resumo das penalizações .....	16
4.	Júri, Árbitro e cronometragem .....	17
	Júri.....	17
	Árbitro .....	17
	Cronometragem.....	17

## 1. Robô

### Dimensões

O robô tem que caber integralmente num paralelepípedo rectângulo com 60cm de largura, 100cm de comprimento e 80cm de altura (estas medidas têm uma precisão de  $\pm 1\%$ ).

### Autonomia

O robô é um veículo completamente autónomo. Todas as decisões são tomadas pelos sistemas nele incluídos e todos os dispositivos de armazenamento de energia estão lá instalados. Não é permitida a inclusão de dispositivos de radiofrequência ou de infravermelhos destinados a estabelecer qualquer tipo de comunicação entre o robô e outros dispositivos electrónicos exteriores a ele.

### Segurança

O robô deverá possuir mecanismos de segurança adequados à sua potência e modo de locomoção que permitam a sua imobilização em situações que possam representar perigo para pessoas ou bens. Em particular, o robô deverá disponibilizar obrigatoriamente um conector através do qual seja possível, por acção externa (através de um contacto seco), proceder ao corte do circuito de alimentação dos motores. O dispositivo de corte (ver esquema) é fornecido à equipa pela organização no início da sua prova e pode ser remotamente actuado através de uma ligação por rádio-frequência (RF). Por sua vez, o dispositivo de actuação RF é exclusivamente manipulado pelo árbitro, que decidirá as circunstâncias em que o robô deve ser imobilizado.

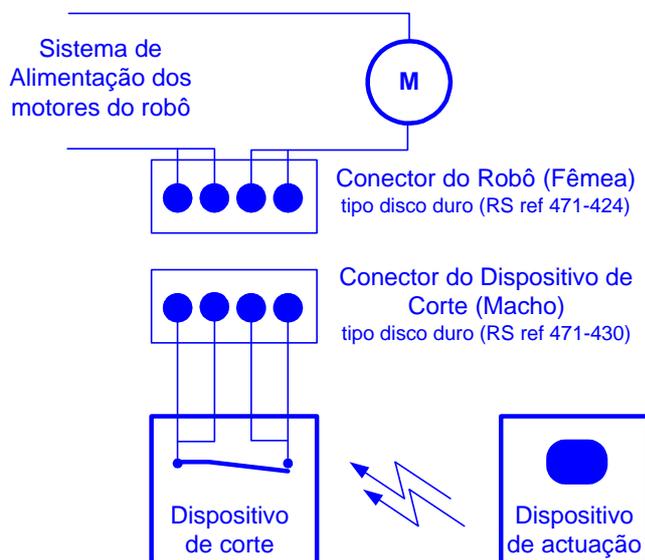


Figura 1 – Esquema de ligação do dispositivo de corte

O circuito de corte encontra-se colocado dentro de uma caixa com 100x80x50(mm), a qual deve ser fixada ao robô com fita de velcro de 20x80(mm), em espaço obrigatoriamente disponibilizado para o efeito. A tira de velcro colocada no robô deverá ser do tipo “velcro fêmea”.

## 2. Área de competição

### 2.1 Pista

#### Dimensões

A pista desenrola-se dentro de uma área de (11 x 16.4)m, possui o formato de estrada e é delimitada por duas linhas laterais e paralelas. Um imagem representativa do respectivo traçado é apresentada na Figura 2. Os raios de curvatura interior e exterior dos traçados curvos são respectivamente de 1.5m e 3.1m. O troço rectilíneo tem 10m de comprimento. A distância entre linhas, no bordo interior, é de 150cm, sendo estas de 5cm de largura. No centro da pista existe uma linha tracejada que a divide em duas faixas de rodagem iguais. Os troços brancos desta linha têm 5cm de largura por 20cm de comprimento e encontram-se espaçados de 15cm.

Todos os dados relativos às principais medidas da pista, passadeira e zona de estacionamento estão indicados na Figura 3.

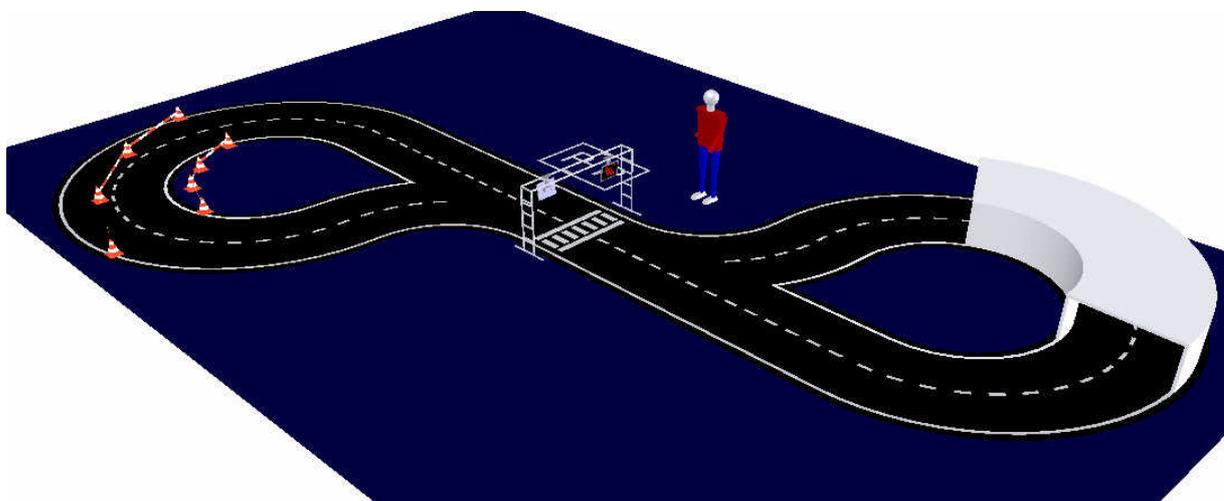


Figura 2 – Formato da pista

#### Cores

O chão da pista é de cor preta, absorvente de infravermelhos. As linhas laterais são brancas e reflectoras de infravermelhos. A zona exterior à pista, mas adjacente à linha externa, numa banda com pelo menos **20cm** de largura, é da mesma cor do chão da pista.

#### Passadeira

A meio da recta central, na junção dos dois troços circulares, está colocada uma passadeira como a representada na Figura 4. A zona "zebrada" é constituída por sete traços brancos com 10x30cm, espaçados de 10cm entre si. Esta zona encontra-se afastada das linhas delimitadoras da pista de 10cm. A passadeira é limitada de ambos os lados por dois traços brancos com 10x130cm (centrados na pista). Todos os traços brancos da passadeira são reflectores de infravermelhos.



### Zona de partida/chegada

A zona de partida/chegada corresponde a uma área imediatamente anterior à passadeira, considerando o sentido de movimento do robô, e que intercepta o 1º traço transversal desta, de acordo com as regras estabelecidas no capítulo "competição".

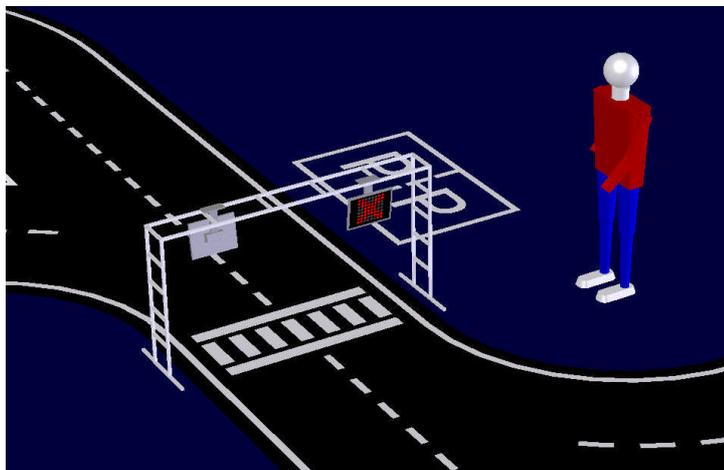


Figura 4 – Passadeira e zona de partida/chegada

### Parque de estacionamento

O parque de estacionamento está colocado depois da passadeira. Consiste em dois rectângulos contíguos onde se encontra inscrita a letra "P". As respectivas medidas e distâncias à pista podem ser consultadas na Figura 3.

## 2.2 Túnel

### Dimensões

O túnel será colocado na pista num dos seus sectores circulares e cobrirá um raio de curvatura de cerca de 90°. As suas dimensões interiores são de 150cm de largura e aproximadamente 100cm de altura. O seu comprimento médio é de cerca de 3,6m. Os bordos verticais de entrada e/ou saída do túnel terão uma largura mínima de 5cm para facilitar o seu reconhecimento.

### Material e cor

Os bordos verticais de entrada/saída e as paredes interiores serão de cor branca, de forma a reflectirem luz infravermelha. O tecto poderá ser em qualquer material, não necessariamente branco, nem necessariamente plano.

## 2.3 Zona de Obras

### Descrição

A zona de obras corresponde a uma alteração ao trajecto original da pista. Esta zona tem um comprimento e uma forma desconhecida das equipas, sendo a sua colocação revelada pela organização após o encerramento do parque fechado. A zona de obras poderá coincidir com uma zona em curva ou com uma zona em recta do percurso original.

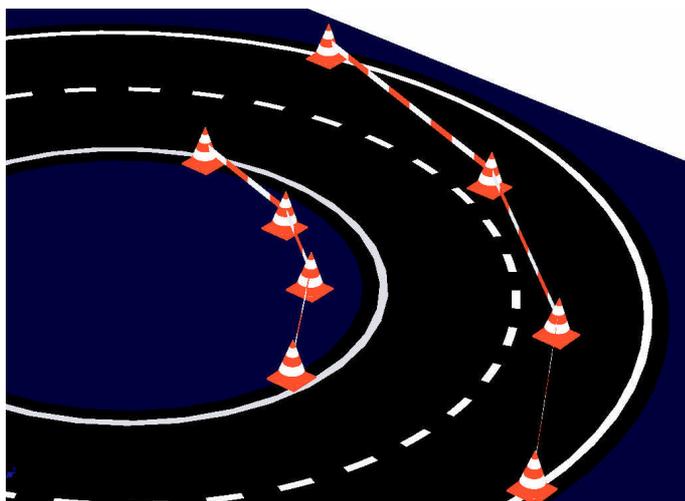


Figura 5 – Exemplo de uma zona de obras

### Materiais e cores

A zona de obras é limitada à entrada e à saída por dois pares de cones cor de laranja (adaptados dos utilizados nas obras das estradas), colocados sobre a linha delimitadora da pista. O percurso em obras será delimitado à esquerda e à direita por uma sequência de cones semelhantes aos já referidos e espaçados entre si de uma distância igual a cerca de 1m. Cada par de cones consecutivos encontra-se unido por uma fita com 5cm de largura, colocada na vertical e de cor alternadamente vermelha e branca (as cores são aproximadas – a fita é semelhante à versão comercial usada para delimitar obras em vias públicas). A base desta fita ficará a cerca de 10cm do solo (ver Figura 7). Este percurso inicia-se nas linhas delimitadoras da pista, afasta-se delas para o exterior (interior) da mesma, regressando posteriormente ao traçado original. Na Figura 5 é fornecido um exemplo de uma zona de obras.

## 2.4 Obstáculos

### Descrição

Na 2ª e 3ª rondas, será colocado na pista um obstáculo que impedirá a circulação dos robôs por uma das faixas de rodagem (ver capítulo sobre a competição). O obstáculo é um paralelepípedo rectângulo de base quadrada com 60cm de lado e uma altura mínima de 20cm. Um exemplo de colocação deste obstáculo pode ser observado na Figura 6.

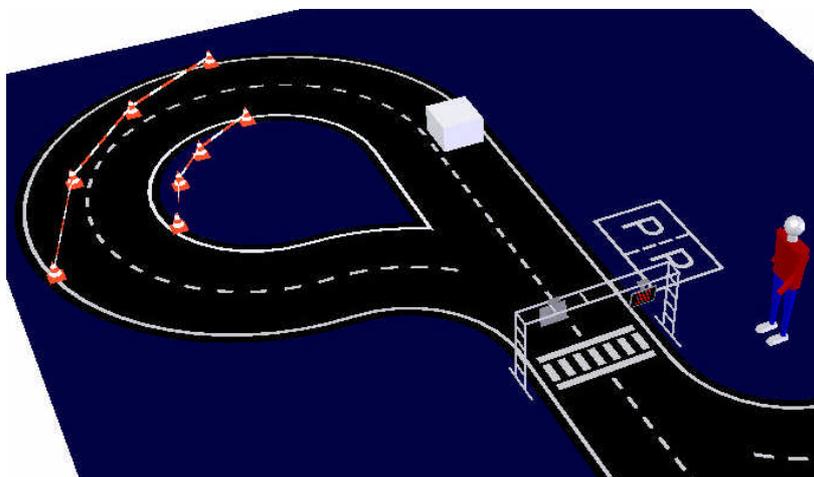


Figura 6 – Exemplo de colocação do obstáculo

## 2.5 Painel Sinalético

### Descrição

Sobre a passadeira serão montados dois painéis TFT com 17' de dimensão diagonal, em posição invertida e verticalmente alinhados com cada uma das faixas de rodagem.

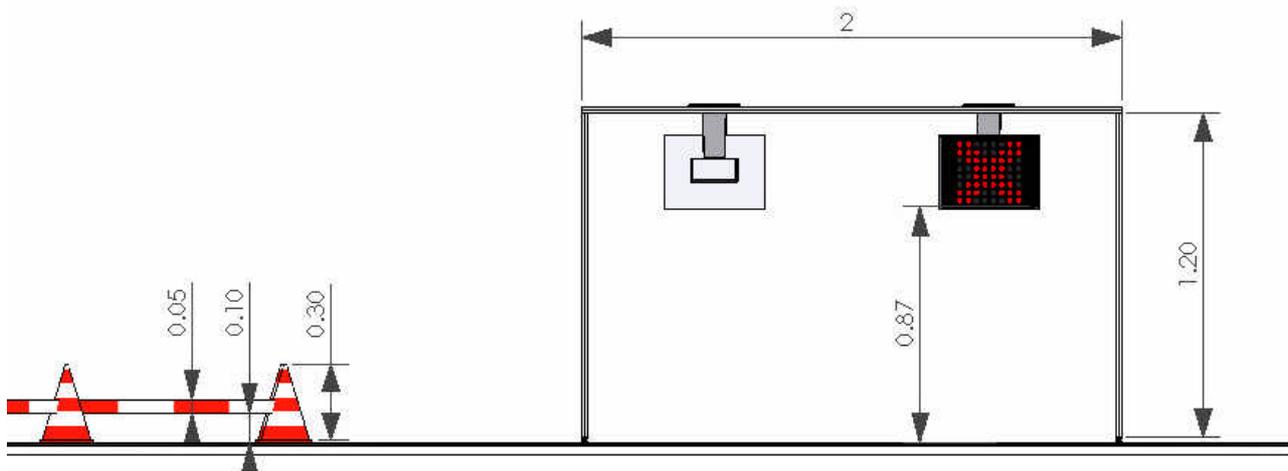


Figura 7 – Painéis sinaléticos e cones da zona de obras - medidas

### Características dos sinais apresentados

Os sinais apresentados nos painéis são gerados a partir de um formato de imagem com 1024x768 *pixels*. Os símbolos propriamente ditos ocupam uma área quadrada com 600x600 *pixels* (os ficheiros de cada uma das imagens usadas pode ser obtido em “*LINK*”). As cores usadas, apresentadas sobre fundo negro, são respectivamente o vermelho, o verde e o amarelo.

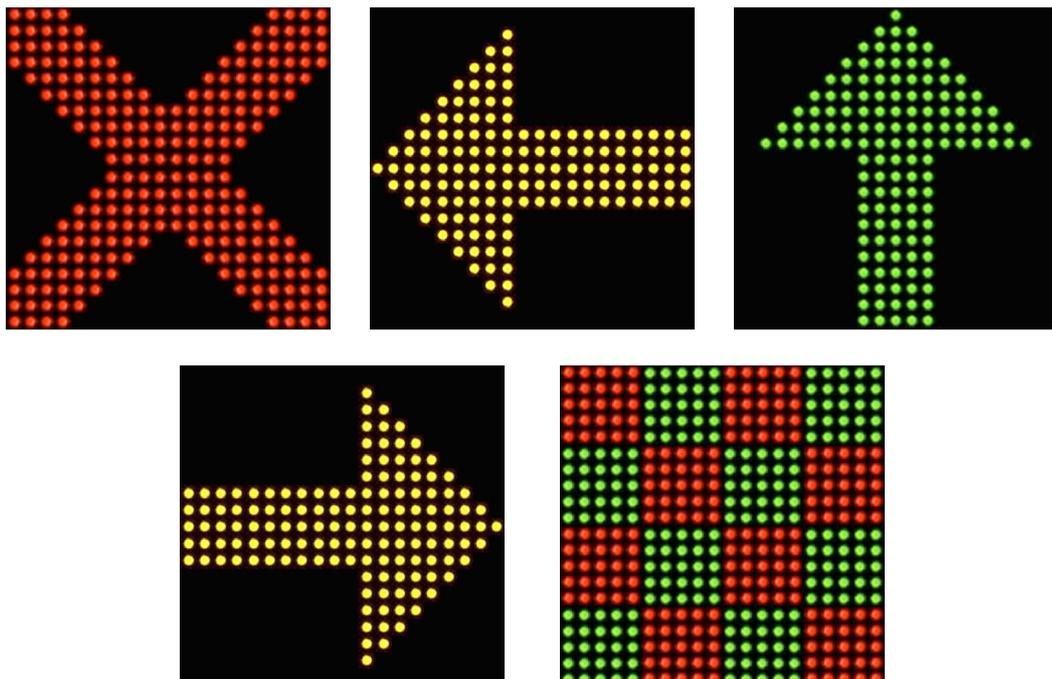


Figura 8 – Sinais do painel sinalético. Na bandeira axadrezada as cores são mostradas

*alternadamente*

### Função e sinalética

A função dos painéis sinaléticos é a de orientar a prova dos robôs dando-lhes ordem para:

- 1-Parar;
- 2-Seguir em frente;
- 3-Seguir sobre a esquerda
- 4-Fim de passagem,
- 5-Seguir para o Parque

A correspondência entre cada uma destas funções e a informação luminosa apresentada no painel sinalético é a seguinte:

<i>Função</i>	<i>Correspondência</i>	<i>Sinalética Semáforos</i>
<b>1</b>	Parar	um "X" (em luz vermelha)
<b>2</b>	Seguir em frente	uma seta vertical (em luz verde)
<b>3</b>	Seguir sobre a esquerda	uma seta horizontal para a esquerda (em luz amarela)
<b>4</b>	Fim de passagem	bandeira xadrez,( em luzes verde e vermelha piscando alternadamente estando cada configuração acesa durante 0,25 s)
<b>5</b>	Seguir para o parque	uma seta horizontal para a direita(luz amarela)

Na Figura 8 podem observar-se, em escala reduzida, as imagens reais dos cinco símbolos apresentados nesses painéis.

### Colocação

Existirá um painel sinalético para cada sentido do percurso. O painel apresentar-se-á ao robô sobre a faixa de rodagem da direita, considerando o sentido do seu movimento.

A distância ao solo da base dos painéis será de 72cm ( $\pm 1\%$ ) e o ângulo entre cada painel e a vertical será de  $25^\circ$  (ver Figura 7 ). Os painéis sinaléticos serão montados numa estrutura em alumínio adequada para o efeito.

### Emissor de infravermelhos

Junto ao canto inferior esquerdo do painel sinalético que se encontra do lado oposto ao do parque de estacionamento, (a 72cm do solo) será colocado um emissor de infravermelhos (nos 940 nm) que emitirá um sinal de 600Hz, com um *duty-cycle* de 25% modulado em *ON/OFF keying* sobre uma portadora de 40KHz. Este emissor serve como sinal de partida para robôs que não recorram a sistemas de imagem.

### 3. Competição

#### 3.1 Quadro geral

##### Objectivo

O objectivo da competição é percorrer a pista duas vezes, partindo da zona de partida/chegada e chegando a essa mesma zona no menor tempo possível e incorrendo no mínimo de penalizações.

##### Organização

A competição está organizada em três rondas realizadas em dias consecutivos. Cada ronda inclui uma prova por equipa. Durante a prova, cada equipa tem direito a realizar um conjunto de passagens cronometradas, limitado a um máximo de quatro ou à duração máxima da prova. **No final de cada prova, apenas a passagem com melhor classificação será tomada em conta.**

##### 1ª ronda

A primeira ronda consiste essencialmente numa prova de velocidade pura. Nesta ronda, os painéis sinaléticos servirão apenas para desencadear a partida, por mudança do sinal de paragem para o sinal de seguir em frente. O emissor de infravermelhos será actuado em simultâneo. Não serão colocados nem o túnel, nem a zona de obras, nem o obstáculo. Os robôs deverão efectuar 2 voltas completas à pista, findas as quais deverão imobilizar-se na zona de chegada. Após o robô ter ultrapassado pela penúltima vez a passadeira, o painel sinalético voltará a apresentar, de novo, o sinal de paragem.

##### 2ª ronda

A segunda ronda será realizada com os painéis sinaléticos em funcionamento mas ainda sem o túnel ou a zona de obras. Ao longo das duas voltas completas a realizar, o robô deverá obedecer às indicações fornecida pelos painéis sinaléticos. **Nesta ronda, o júri determinará, após todos os robôs se encontrarem em parque fechado, qual a localização da pista onde será colocado o obstáculo. Este não poderá interferir simultaneamente com as duas faixas de rodagem.**

##### 3ª ronda

A terceira e última ronda contará com a presença dos painéis sinaléticos, do túnel e de uma zona de obras. **Uma das duas áreas de estacionamento estará igualmente ocupada com o obstáculo. O júri é livre de decidir qual das duas áreas de estacionamento se encontra ocupada para cada passagem realizado por qualquer uma das equipas.**

##### Estacionamento

Na segunda e terceira rondas, e após concluída a sua passagem, o robô deverá efectuar uma manobra de estacionamento em resposta ao respectivo sinal apresentado pelo painel sinalético. Considera-se que o robô se encontra estacionado quando, tendo-se imobilizado no interior do parque, apresente mais de 50% da área da sua projecção no plano horizontal dentro das linhas delimitadoras interiores daquele. Considera-se ainda que o robô se encontra correctamente estacionado quando a projecção do seu contorno exterior no plano horizontal não intercepte as linhas delimitadoras da área interior do parque. **Na terceira ronda, o estacionamento só será considerado correcto se a manobra não interferir com a localização do obstáculo previamente colocado na pista (ver Figura 9).**

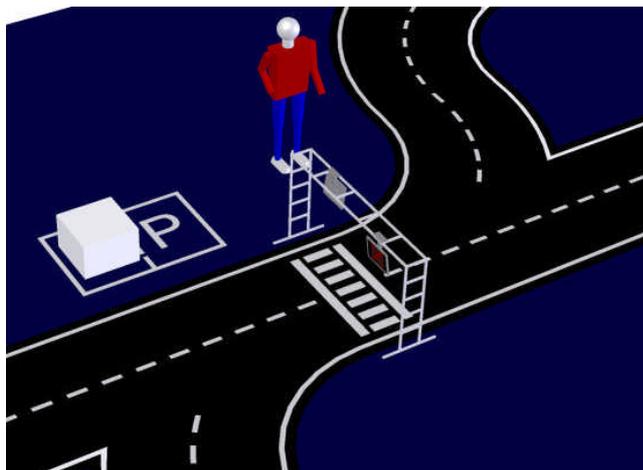


Figura 9 – Obstáculo no parque de estacionamento no decurso da 3ª ronda.

### Parque fechado

Antes de cada ronda, os robôs terão de ser sujeitos a verificação técnica por parte do Júri e serão colocados em parque fechado, o mais tardar até ao início da ronda respectiva. O não cumprimento destes procedimentos é factor impeditivo da participação do robô na respectiva ronda. Os robôs deverão regressar ao parque fechado após concluída a sua prova, e aí permanecer até final da ronda respectiva. **Durante o período de tempo em que os robôs permanecem em parque fechado não é autorizada a realização de qualquer alteração ou manutenção aos mesmos.**

### Verificação técnica

A verificação técnica destina-se a observar e comprovar a compatibilidade de todos os aspectos mecânicos, eléctricos, electrónicos, dimensionais e de segurança, com o estipulado nestas regras. Será efectuada antes dos robôs serem colocados em parque fechado, no início de cada ronda. A verificação técnica é da única e exclusiva responsabilidade do Júri.

### Ordenação das Provas

A ordem pela qual cada equipa participará numa determinada ronda será determinada e anunciada pela organização antes de cada ronda, após os robôs se encontrarem em parque fechado e com a expressa anuência do Júri.

### Alterações e Assistência

**No decorrer, e apenas no decorrer de cada prova,** será permitido à equipa respectiva efectuar alterações e assistência técnica ao seu robô, desde que tal não colida com as exigências estipuladas neste regulamento. A verificação da adequação dos robôs a este mesmo regulamento poderá ser decidida pelo Júri a qualquer momento. Se um robô efectuar uma prova em condições não regulamentares será eliminado.

### Limite de tempo e de número de passagens

O limite de tempo para cada prova é de 10 minutos, com um máximo de 4 passagens. Este período de tempo começa a ser contado a partir do instante em que a equipa é chamada a comparecer na pista. Se o limite acima referido expirar no decurso de uma passagem cronometrada, **esta será terminada de imediato, aplicando-se as respectivas regras de classificação.**

## Demonstrações

Qualquer equipa pode, após concluída a sua participação na prova (num máximo de 4 passagens), usar o tempo remanescente da mesma para fazer uma demonstração à sua escolha. Esta demonstração não poderá durar mais do que 3 minutos, e não poderá prolongar-se para além dos dez minutos atribuídos à equipa. A demonstração terá um carácter exibicional e não será considerada para efeitos de classificação.

## Classificação

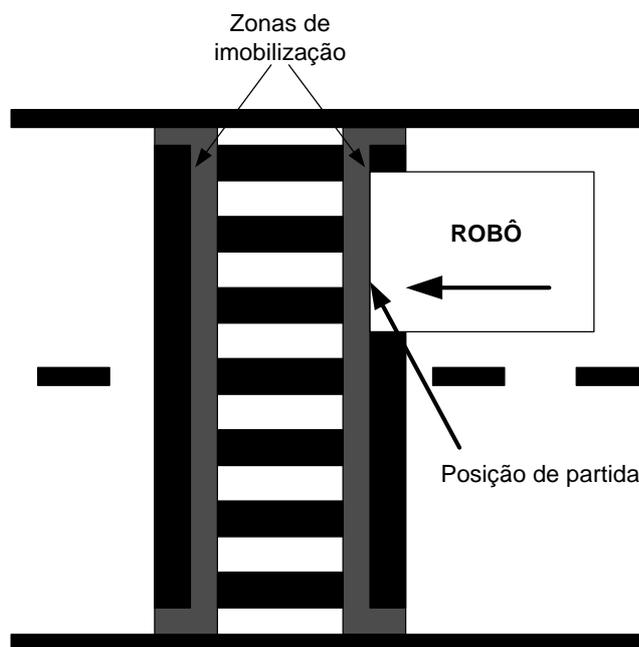
A classificação de cada robô é obtida adicionando ao respectivo tempo de passagem, i.e. cronometrado, o tempo de penalização em que tenha incorrido. Considera-se que o tempo de passagem é o tempo medido entre cada partida e a respectiva chegada. Na segunda e terceira rondas, o tempo necessário à execução da manobra de estacionamento não é considerado para efeitos da determinação do tempo de passagem.

A classificação parcial após cada ronda, do 1º para o último, será obtida pela ordenação crescente dos tempos de classificação.

Após cada ronda, os respectivos tempos de classificação serão adicionados aos das rondas anteriores, servindo essa soma para determinar, após a terceira ronda, a classificação final.

## Partida

A partida para cada passagem é dada com a parte anterior do robô obrigatoriamente sobreposta à linha delimitadora da passadeira, tal como mostra a Figura 10, e de tal modo que nenhum ponto da projecção do robô no plano horizontal ultrapasse aquela linha.



*Figura 10 - Posição de partida e zonas de imobilização.*

O robô deverá ser colocado na sua posição de partida por um, e apenas um, dos elementos da equipa, que desencadeará o procedimento de preparação para a passagem. O mesmo elemento deverá afastar-se para fora do perímetro da pista autorizando simultaneamente o cronometrista a desencadear a partida. Caso a equipa pretenda desencadear manualmente a partida do robô, poderá fazê-lo, sendo que tal opção implica uma penalização (ver na respectiva secção).

Em todas as rondas a partida é dada pelo painel sinalético que, da posição de "X" vermelho, deverá passar a uma posição de seguir em frente ou pela esquerda (o

**emissor de infravermelhos é activado simultaneamente com esta transição). O cronómetro dispara sincronamente com o sinal de partida. Os robôs partem da passadeira, em todas as rondas, e sempre na mesma direcção – do lado oposto do parque e no sentido deste.**

### **Chegada e imobilizações intermédias**

Na segunda e terceira ronda, sempre que o painel sinalético indicar a função paragem, o robô deverá imobilizar-se na proximidade da passadeira, e de tal forma que pelo menos parte da projecção do robô no plano da pista intersecte a zona de imobilização referida na Figura 10. Nenhum ponto dessa mesma projecção poderá, contudo, sobrepor-se à zona zebra da passadeira.

A passagem termina quando o robô entra na zona de imobilização pela 4ª vez consecutiva, i.e. depois de percorrer a pista duas vezes, e se imobiliza. A paragem do cronómetro faz-se simultaneamente com a imobilização do robô na referida zona. Na segunda e terceira rondas, o controlador de painéis sinaléticos indica a função paragem (com a bandeira xadrez vermelha e verde) sempre que um robô termina uma passagem. Após a imobilização do robô, e decorrido um período de tempo entre um e seis segundos (aleatório e gerado automaticamente), o painel sinalético apresentará uma seta amarela para a direita (sentido contrário à seta apresentada durante a passagem - ver Figura 8), indicando que o robô deverá seguir para o parque. Só nessa altura deverá o robô retomar a marcha, efectuando a sua manobra de estacionamento num tempo máximo de 15 segundos. O desrespeito por este sinal e o não estacionamento no limite de tempo serão penalizados independentemente.

Na primeira ronda não há utilização do parque de estacionamento.

### **Funcionamento dos painéis sinaléticos**

Durante cada passagem, o controlador dos painéis sinaléticos assegura a mudança aleatória entre os estados de seguir pela esquerda ou em frente. Em duas das três vezes que o robô passa pelos painéis sinaléticos no decurso de uma passagem (sem contar com partida e chegada), o controlador gera o estado de paragem (X vermelho) durante um tempo que pode variar entre 1 e 9 segundos, gerado aleatoriamente, após o que transita para um dos outros dois estados. A soma dos dois tempos correspondentes à apresentação do sinal de paragem será sempre de 10 segundos. Este lapso de tempo é contado a partir do instante em que o robô pára na zona de imobilização.

### **Interrupção de uma passagem**

**Se, no decurso de uma passagem, todos os pontos de contacto do robô com a pista ultrapassarem uma das linhas delimitadoras exteriores da pista, a passagem é interrompida pelo árbitro recorrendo ao dispositivo de corte da alimentação dos motores (ver capítulo sobre segurança). Com excepção dos períodos de tempo que decorrem entre passagens, nenhum elemento da equipa em prova poderá permanecer dentro do perímetro da pista ou a menos de 50 cm da mesma. A violação desta regra determinará a imediata interrupção e anulação da passagem em curso.**

### **Interrupção da prova e prolongamento**

O árbitro poderá decidir pela interrupção da prova sempre que for necessário consultar o Júri ou quando for necessário repor a configuração dos acessórios da pista, e.g. túnel, obstáculo ou acessórios da zona de obras. Para tal deverá indicar a suspensão temporária da contagem do tempo da prova. Assim que as condições o permitam, o árbitro deverá indicar a continuação da contagem. (Atenção: não confundir a contagem do tempo de prova com a cronometragem das passagens – ver ponto 5: cronometragem). A reposição da

configuração dos acessórios da pista será assegurado por uma equipa de apoio, nomeada para o efeito pela organização.

Por outro lado, quando se verificar que a equipa em prova sofreu atrasos devidos a circunstâncias excepcionais que não lhes sejam directamente imputáveis, o árbitro, mediante consulta obrigatória ao Júri, pode conceder um prolongamento do tempo de prova por um período equivalente aos referidos atrasos.

## 3.2 Penalizações

### Colisões com acessórios da pista

**As colisões contra acessórios da área de competição, nomeadamente o túnel, o suporte dos painéis sinaléticos, os acessórios da zona de obras e o obstáculo, desde que não alterem significativamente a sua disposição, implicam uma penalização de 11s. Para este efeito, os cones e a fita da zona de obras são considerados como um único acessório. Uma colisão que provoque uma clara alteração na disposição dos referidos acessórios implica a terminação antecipada da actual passagem do robô (incorrendo nas respectivas penalizações) com uma penalização adicional de 19s, bem como a interrupção da prova para reposição da configuração apropriada. Para efeitos da aplicação desta regra, apenas se considera significativa a alteração da posição do obstáculo, desde que seja nula a área de intercepção entre a sua base de apoio e a área que a mesma ocupava antes da colisão. Quando haja colisão com o obstáculo que não determine a interrupção da passagem, o árbitro recolocará o mesmo na sua posição original, após a colisão.**

### Saída de pista

Se um dos pontos de contacto do robô com o solo sair da pista, i.e. ultrapassar uma das linhas delimitadoras, o robô sofrerá uma penalização de 7s por cada vez que o fizer. Contudo, se todos os pontos de contacto do robô com o solo saírem da pista então a passagem actual é terminada antecipadamente com uma penalização adicional de 23s. Para este efeito, durante a segunda e terceira rondas, e quando na presença da zona de obras, **a fita que une os pinos** é considerada linha delimitadora da pista.

### Direcção errada

Se o robô tomar a direcção contrária à indicada pelos painéis sinaléticos, ser-lhe-á averbada uma penalização de **25s**. Esta penalização poderá ser atribuída até quatro vezes por passagem, correspondendo às quatro vezes que o robô terá que interpretar o painel sinalético para decidir sobre a direcção a tomar.

### Não imobilização ao sinal de paragem

Se o robô não se imobilizar perante um sinal de paragem (vermelho) ser-lhe-á averbada uma penalização de **90s**. Esta penalização poderá ser atribuída até **três** vezes por passagem uma vez que, à excepção da partida, o controlador de painéis sinaléticos passará pelo estado vermelho exactamente duas vezes a que acresce o sinal de fim de passagem. Esta penalização será igualmente atribuída caso o robô, tendo-se imobilizado ao sinal de paragem, retomar a sua marcha antes de este sinal ter cessado.

### Paragem fora da zona de imobilização

Se o robô ao imobilizar-se ao sinal de paragem, ou de fim de passagem, o fizer fora da zona respectiva, ser-lhe-á averbada uma penalização de 9s. Esta penalização poderá ser atribuída até 3 vezes por passagem.

## Estacionamento no Parque

Se o robô, tendo-se imobilizado ao sinal de fim de passagem, retomar a marcha antes do aparecimento do sinal de parque (seta amarela para a direita), incorrerá numa penalização adicional de 19seg. Esta penalização é cumulativa com a de "Paragem fora da zona de imobilização".

Se o robô não efectuar a manobra de estacionamento num tempo máximo de quinze segundos, contados a partir do aparecimento do sinal de parque, sofrerá uma penalização de 23seg. Considera-se que o robô não efectuou a manobra de estacionamento sempre que, tendo-se imobilizado ao sinal de fim de passagem, não retomar a marcha até dois segundos após o surgimento do sinal de parque, sendo-lhe atribuída a respectiva penalização.

Se o robô, tendo estacionado no tempo limite, o não fizer correctamente, sofrerá uma penalização de 7 Seg. Cada uma destas penalizações poderá ser atribuída apenas uma vez por passagem.

## Partida manual das passagens

As equipas que o pretendam fazer, poderão desencadear manualmente o arranque do seu robô em cada passagem. Esta opção implica uma penalização de 30s.

## Terminação antecipada de uma passagem

Se uma determinada passagem for terminada antecipadamente, o respectivo tempo de passagem para fins de classificação será obtido da seguinte forma:

$(\frac{1}{4} \text{ do tempo limite de prova}) * (4 - (\text{distância percorrida em quartos de Passagem completamente percorridos})) + (\text{penalizações incorridas}).$

## Resumo das penalizações

A tabela seguinte resume os vários tipo de infracção considerados, os seus efeitos acessórios e a respectiva penalização.

Infracção	Efeito acessório	Penalização (s)
Colisão simples com acessórios		11
Colisão com acessórios e alteração da geometria	Terminação antecipada	19
Saída parcial de pista		7
Saída total de pista	Terminação antecipada	23
Direcção errada nos semáforos		25
Não imobilização ao sinal de paragem		90
Partida antecipada durante sinal de imobilização		90
Imobilização fora dos limites da zona obrigatória		7
Partida antes do sinal de Parque		19
Manobra de estacionamento não realizada, realizada em mais de 15 segundos ou não iniciada dentro de 2 segundos		23
Estacionamento incorrecto (fora dos limites ou com interferência com o eventual obstáculo do parque)		7
Partida manual das passagens		30

## 4. Júri, Árbitro e cronometragem

### Júri

O Júri é a entidade máxima na interpretação e aplicação das regras da Prova de Condução Autónoma, ou na deliberação sobre questões omissas nas mesmas. Tem por missão verificar a conformidade dos robôs às regras durante as verificações técnicas, e apoiar o árbitro, durante a competição, na fiscalização do cumprimento das mesmas.

Através da sua autoridade, o Júri garante a justiça na aplicação das regras e regulamentos. Das decisões do Júri não há recurso.

O Júri é nomeado pela Comissão Organizadora.

### Árbitro

O árbitro assegura o cumprimento das regras da competição e dá permissão, se necessário, para entrar na área da pista durante as provas. O árbitro poderá ainda interromper a prova sempre que achar necessária a consulta ao Júri. As decisões do árbitro são finais e delas não há possibilidade de recurso.

Nas questões omissas nestas regras o árbitro deverá, obrigatoriamente, consultar o Júri.

O árbitro é nomeado pela Comissão Organizadora.

### Cronometragem

**A cronometragem dos tempos é assegurada automaticamente pelo sistema integrado de controlo do painel sinalético. Este sistema inclui dois relógios independentes: um relógio totalizador, responsável pela medida do tempo da prova, e um relógio de cronometragem, responsável pela medida do tempo de cada passagem.**