



# Competição

Regras e Especificações  
Técnicas

Prova de  
Condução  
Autónoma  
(Ex-UIP)

(24 de Janeiro de 2004)

# Índice

Pág.

<b>1. Robô .....</b>	<b>3</b>
Dimensões.....	3
Autonomia .....	3
Segurança.....	3
<b>2. Área de competição .....</b>	<b>3</b>
2.1 Pista .....	3
Dimensões.....	3
Cores.....	4
Passadeira .....	4
Zona de partida/chegada.....	4
Parque.....	4
2.2 Túnel.....	5
Dimensões.....	5
Material e cor .....	5
2.3 Zona de Obras .....	5
Descrição .....	5
Materiais e cores .....	5
2.4 Semáforos .....	<b>Error! ]</b>
Descrição .....	6
Função e sinalética .....	6
Colocação .....	7
Dimensões.....	7
<b>3. Competição.....</b>	<b>8</b>
3.1 Quadro geral.....	8
Objectivo .....	8
Organização .....	8
Parque fechado.....	9
Verificação técnica.....	9
Ordenação das Provas .....	9
Alterações e Assistência.....	9
Limite de tempo e de número de passagens .....	9
Demonstrações.....	9
Classificação .....	9
Partida.....	10
Chegada e imobilizações intermédias .....	10
Funcionamento dos semáforos.....	11
Interrupção da prova e prolongamento.....	11
3.2 Penalizações.....	11
Colisões com acessórios da pista .....	11
Saída de pista .....	11
Direcção errada .....	11
Não imobilização ao sinal de paragem.....	12
Terminação fora da zona de imobilização.....	12

Estacionamento no Parque.....	12
Terminação antecipada de uma passagem.....	12
Não utilização da zona de obras.....	12
<b>4. Júri, Árbitro e Cronometragem .....</b>	<b>13</b>
Júri.....	13
Árbitro .....	13
Cronometragem.....	13

## 1. Robô

### Dimensões

As dimensões do robô estão limitadas apenas pelas dimensões da pista e dos dispositivos utilizados nas provas, nomeadamente, o túnel e o painel sinalético.

### 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 estar equipado com um interruptor de emergência, facilmente acessível, que corte o circuito de alimentação dos actuadores.

## 2. Área de competição

### 2.1 Pista

#### Dimensões

A pista desenrola-se dentro de uma área de 9x14m, possui o formato de estrada e é delimitada por duas linhas laterais e paralelas. O respectivo traçado está indicado na Figura 1. O raio de curvatura médio dos troços circulares é de 2m (2,5m raio exterior e 1,5m interior). O troço rectilíneo tem 9m de comprimento. A distância entre linhas, bordo interior, é de 90cm, sendo estas de 5cm de largura.

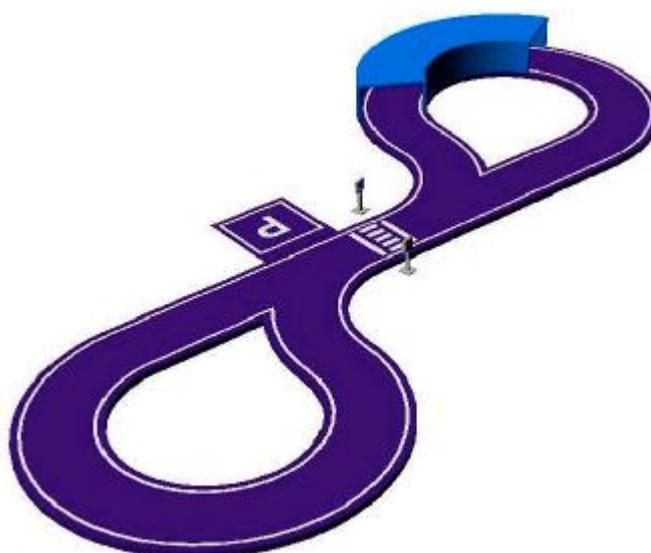


Figura 1 – Formato da pista

## Cores

O chão da pista é de cor preta, absorvente de infra-vermelhos. As linhas laterais são brancas e reflectoras de infra-vermelhos. A zona exterior à pista mas adjacente à linha externa, numa banda com pelo menos 10cm 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 1. A zona "zebrada" é constituída por cinco traços brancos com 10x30 cm, espaçados de 8 cm. Esta zona encontra-se afastada das linhas delimitadoras da pista de 4 cm. A passadeira é limitada de ambos os lados por dois traços brancos com 10x82 cm. Todos os traços brancos da passadeira são reflectores de infra-vermelhos.

## Zona de partida/chegada

A partida/chegada dos robôs faz-se de uma zona imediatamente anterior à passadeira, considerando o seu sentido de movimento, de acordo com as regras estabelecidas no capítulo "competição".



Figura 2 – Pormenor da zona de partida/chegada

## Parque

O parque está colocado depois da passadeira. Consiste num quadrado onde está inscrita a letra "P". A Figura 3 apresenta os detalhes das dimensões do parque.

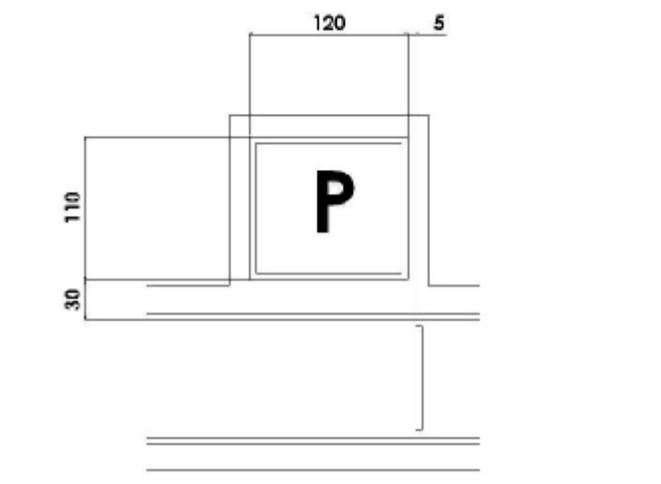


Figura 3 – Pormenor e dimensões do parque

## 2.2 Túnel

### Dimensões

O túnel, que será colocado na pista conforme indicado na Figura 1, cobrirá cerca de  $\frac{1}{4}$  de círculo. As suas dimensões interiores são de 120cm de largura e 100cm de altura. O seu comprimento médio é de cerca de 3m. Os bordos de entrada e/ou saída do túnel terão uma largura mínima de 5cm para facilitar o seu reconhecimento.

### Material e cor

Os bordos de entrada/saída e as paredes interiores serão de cor branca, de forma a reflectirem luz infra-vermelha. No interior do túnel são eliminadas as linhas delimitadoras da pista.

## 2.3 Zona de Obras

### Descrição

A zona de obras corresponde a uma alteração ao trajecto original da pista, delimitado por uma entrada e uma saída. A largura do percurso em obras será igual à largura 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 iniciar-se numa zona em curva ou numa zona em recta do percurso original.

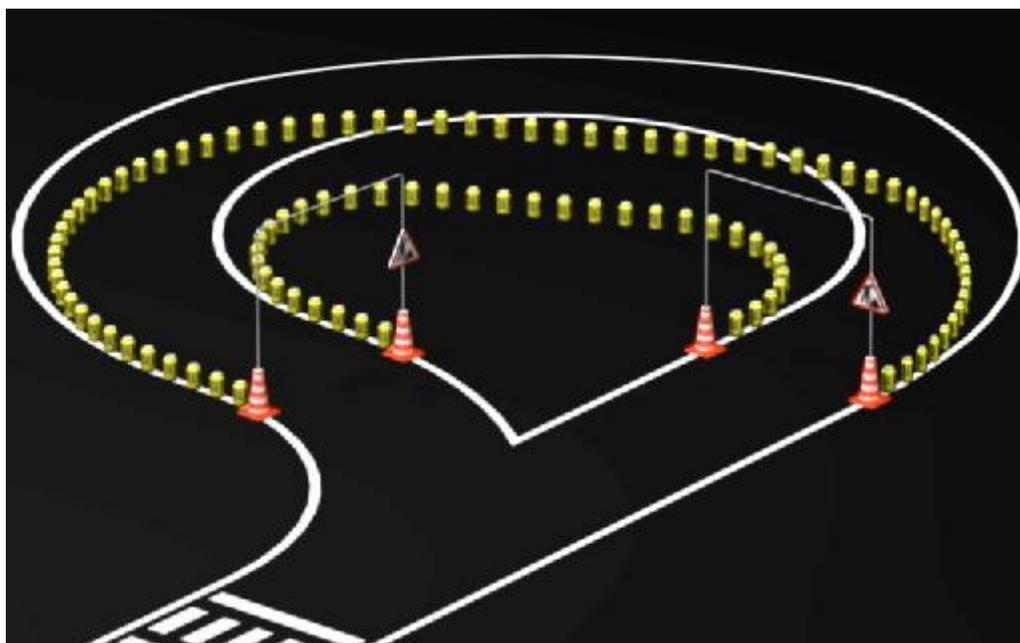


Figura 4 – Exemplo de uma zona de obras

### 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. Cada par de cones será unido por um pódico em forma de U invertido com uma altura equivalente à do túnel. Na secção vertical direita desse pódico serão colocados dois sinais de trânsito (de tamanho adequado, e.g 20cm de diâmetro) indicando a existência de uma zona de obra. Esses sinais terão uma função fundamentalmente decorativa, embora possam ser usados pelas equipas para identificar a referida zona. O percurso em obras será delimitado à esquerda e à direita por uma sequência de pinos cilíndricos com um diâmetro

de aproximadamente 6.5cm e uma altura de aproximadamente 10cm, espaçadas entre si de uma distância igual ao diâmetro de um pino. Este percurso inicia-se nas linhas delimitadoras da pista, afasta-se delas para o exterior ou interior da mesma, regressando posteriormente ao traçado original. Na Figura 4 é possível observar uma imagem exemplificativa de uma zona de obras.

## 2.4 Painel sinalético

### Descrição

Na zona de partida/chegada existirá um painel sinalético, formado por uma matriz de leds tri-cores de luz visível inscrita numa área quadrada, que permite a apresentação gráfica de cinco sinais base.

### Função e sinalética

A função do painel sinalético 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 5 podem observar-se imagens reais dos cinco símbolos apresentados nesses painéis.

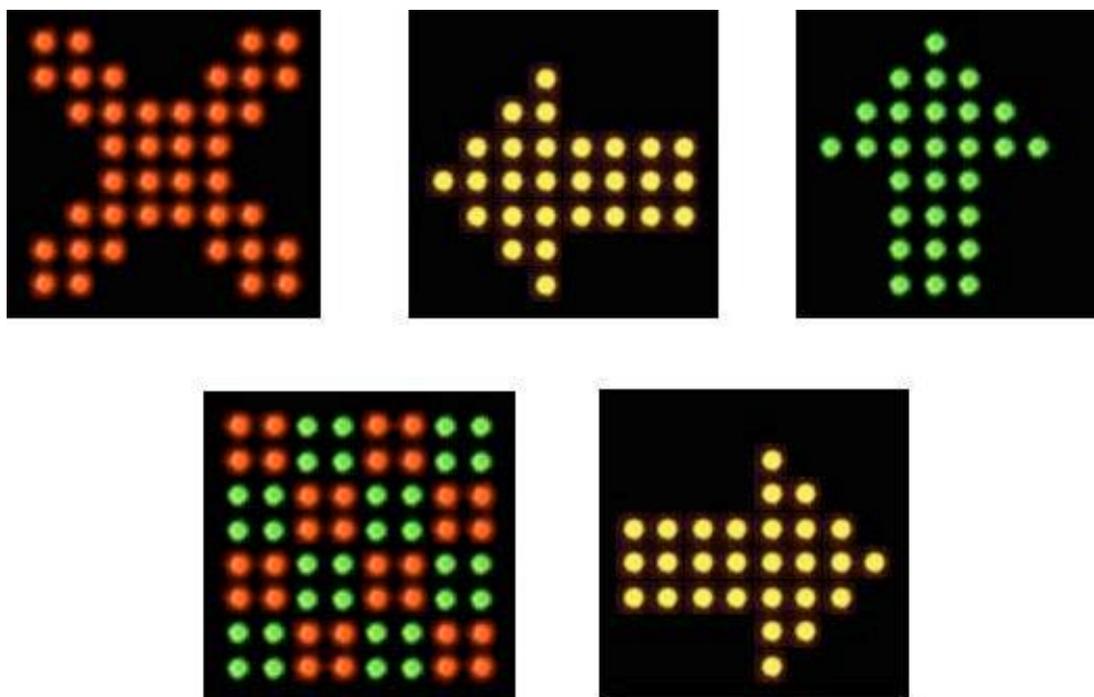


Figura 5 – Sinais do painel sinalético. Na bandeira axadrezada as cores piscam alternadamente

### Colocação

Existirá um painel sinalético para cada sentido do movimento. O painel sinalético apresentar-se-á ao robô à sua direita, fora do limite da pista e no alinhamento do traço delimitador que antecede a zona "zebrada" da passadeira. O suporte respectivo estará 20cm afastado da pista, medidos do bordo exterior da linha mais próxima. A projecção no plano horizontal do painel sinalético fará um ângulo de 30° com a linha delimitadora da pista (Figura 6).

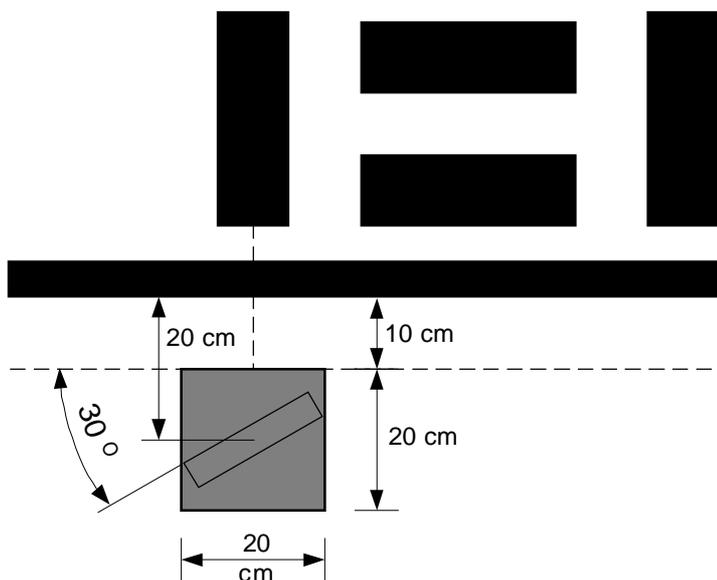


Figura 6 – Colocação do painel sinalético

### Dimensões

As medidas do painel sinalético são as indicadas na Figura 7.

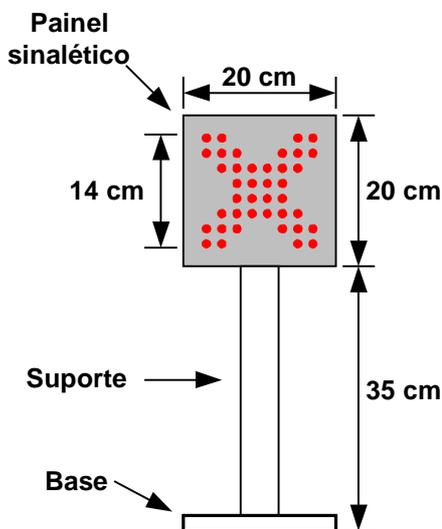


Figura 7 – Medidas do Painel Sinalético

### 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 menor tempo de classificação será tomada em conta.

A primeira ronda consiste numa prova de velocidade pura. Nesta ronda não serão colocados nem o painel sinalético, nem o túnel, nem a zona de obras. Os robôs deverão efectuar 2 voltas completas à pista, findas as quais deverão imobilizar-se na zona de chegada.

A segunda ronda será realizada com o painel sinalético em funcionamento mas ainda sem o túnel ou a zona de obras. Ao longo das duas voltas completas a realizar, o robô deverá obedecer à sinalética fornecida pelo painel sinalético.

A terceira e última ronda contará com a presença do painel sinalético, do túnel e de uma zona de obras.

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.

NOTA: A utilização da zona de obras, na edição de 2004 da competição, será facultativa, podendo as equipas que o pretendam optar por efectuar a terceira ronda sem a presença

desse obstáculo suplementar. A opção pela não utilização da zona de obras implicará, no entanto, uma penalização (ver secção respectiva), e deverá ser comunicada à organização impreterivelmente até à conclusão da ronda número dois.

### **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.

### **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, e após os robôs se encontrarem em parque fechado. Na terceira ronda, as equipas que optem por não utilizar a zona de obras, efectuarão a sua prova obrigatoriamente depois das equipas que utilizem a referida zona.

### **Alterações e Assistência**

No decorrer de cada prova será permitido às equipas efectuar alterações e assistência técnica aos robôs, 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 deverá ser levada até ao fim.

### **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 sobreposta à linha delimitadora da passadeira, tal como mostra a Figura 8, e de tal modo que nenhum ponto da projecção do robô no plano horizontal ultrapasse aquela linha.

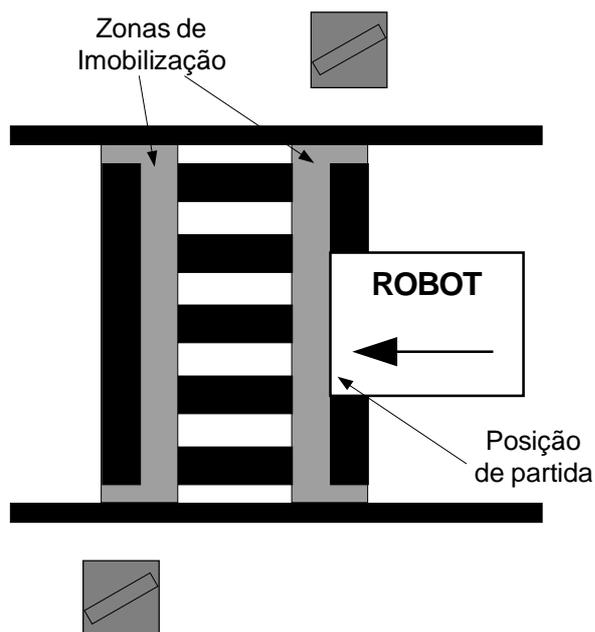


Figura 8 - Posição de partida e zonas de imobilização.

Na primeira ronda, o sinal de partida é dado pelo árbitro recorrendo a um dispositivo sonoro, embora o arranque do robô não tenha que ser feito de forma automática e em resposta a este aviso sonoro. Na segunda e terceira 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. Com excepção da primeira ronda (ver ponto 4 - cronometragem), 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 semáforo 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 8. Nenhum ponto dessa mesma projecção poderá, contudo, sobrepor-se à zona zebraada 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 do painel sinalético 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 5), 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.

### **Funcionamento do painel sinalético**

Durante cada passagem, o controlador do painel sinalético assegura a mudança aleatória entre os estados de seguir pela esquerda ou em frente. Em duas das três vezes que o robô passa pelo painel sinalético 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 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. painel sinalético, túnel 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 4: cronometragem). A reposição da configuração dos acessórios da pista será assegurada por uma equipa de apoio, nomeada para o efeito pela organização.

Por outro lado, se 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 painel sinalético e os acessórios da zona de obras, desde que não alterem significativamente a sua disposição, implicam uma penalização de 11s (esta penalização só poderá ser atribuída uma vez por passagem e por acessório). Para este efeito, os pinos 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.

### **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 terceira ronda, e quando na presença da zona de obras, a linha virtual que une os pinos cilíndricos é considerada linha delimitadora da pista.

### **Direcção errada**

Se o robô tomar a direcção contrária à indicada pelo painel sinalético, ser-lhe-á averbada uma penalização de 13s. 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 21s. Esta penalização poderá ser atribuída até duas vezes por passagem uma vez que, à excepção da partida e chegada, o controlador de painel sinalético passará pelo estado vermelho exactamente duas vezes. Esta penalização será igualmente atribuída caso o robô, tendo-se imobilizado ao sinal de paragem, retome a sua marcha antes de este sinal ter cessado.

### **Terminação fora da zona de imobilização**

Se o robô terminar uma passagem e não se imobilizar, ou se, imobilizando-se, o fizer fora da zona respectiva, ser-lhe-á averbada uma penalização de 9s. Esta penalização poderá ser atribuída apenas 1 vez 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 "Terminação 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.

### **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:

(metade do tempo limite de prova) \*(1+ (1- (percentagem da distância percorrida medida em metros))) + (penalizações incorridas).

### **Não utilização da zona de obras**

As equipas que, na terceira ronda, optem por não utilizar a zona de obras, sofrerão uma penalização temporal que é determinada pela seguinte fórmula:

$$P = 8 * L_o - 2 * L_n$$

em que  $P$  é o valor da penalização em segundos,  $L_o$  representa o comprimento em metros (com uma casa decimal) do percurso de obras medido pela linha central do mesmo, entre o seu local de entrada e o seu local de saída, e  $L_n$  representa o comprimento em metros (com uma casa decimal) do percurso original, medido pela linha central do mesmo, entre o local de entrada e o local de saída da zona de obras.

## 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. No decurso da primeira ronda, o relógio de cronometragem é activado manualmente por um auxiliar nomeado pelo árbitro, no instante em que o robô inicia o seu movimento, após ter sido dado o sinal sonoro de partida.