

Concurso Robô Bombeiro

Regras e Especificações Técnicas

**Última actualização em
20 de Janeiro de 2005**

Índice

1	Introdução	1
1.1	Objectivo do concurso *	1
1.2	Grau de incerteza *	1
2	Robô	1
2.1	Dimensões do robô *	1
2.2	Peso do robô	1
2.3	Material de que é feito o robô.....	2
2.4	Motorização.....	2
2.5	Funcionamento do robô *	2
2.6	Sensores.....	2
2.7	Segurança.....	2
2.8	Botões de ARRANQUE e PARAGEM	2
2.9	Arranque manual *	3
2.9.1	Computador externo	3
2.9.2	Computador incorporado	3
3	Área de Competição	3
3.1	Dimensões *	3
3.2	Paredes	4
3.3	Chão	4
3.4	Área de partida	4
4	Competição.....	4
4.1	Objectivo	4
4.2	Classes *	4
4.3	Organização da prova *	4
4.4	Limites de tempo *	5
4.5	Prova desastrosa.....	5
4.6	Extinção da chama da vela *.....	5
4.7	Vela	6
4.8	Modos de Funcionamento	6
4.8.1	Funcionamento Standard *	6
4.8.2	Activação por som *.....	7
4.8.3	Viagem de regresso	7
4.8.4	Mobília	7
4.8.5	Ponto de partida arbitrário	8
4.8.6	Chão desigual *.....	8
4.8.7	Ligação por cabo *.....	9
4.8.8	Sistema de extinção *	9
4.9	Penalizações.....	9
4.9.1	Tocar nas paredes	9
4.9.2	Tocar na vela	9
4.10	Factor do Quarto	9
4.11	Factor de Eficiência.....	10
4.12	Cálculo da Pontuação.....	10
4.12.1	Pontuação especial	10
4.12.2	Pontuação standard	11
4.12.3	Pontuação final.....	11
5	Júri, Árbitros e Cronometristas.....	12
5.1	Júri	12
5.2	Árbitro.....	12
5.3	Cronometristas	12

1 Introdução

1.1 Objectivo do concurso *

O Concurso Robô Bombeiro é um concurso de robótica organizado pelo Departamento de Informática da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda e é inspirado no concurso Trinity College Fire Fighting Home Robot Contest, organizado pelo Trinity College de Hartford, Connecticut, Estados Unidos.

O desafio do Concurso Robô Bombeiro consiste na construção de robôs móveis e autónomos que sejam capazes de encontrar e extinguir um incêndio (simulado por uma pequena vela), dentro de um modelo de uma casa formado por corredores e quartos.

O objectivo do concurso é contribuir para o avanço da robótica e usar esta tecnologia como uma ferramenta de ensino, proporcionando um evento extracurricular interessante e divertido, onde os alunos possam aplicar na prática os conhecimentos multidisciplinares tipicamente adquiridos em cursos de engenharia.

Este documento descreve as actuais regras e especificações técnicas do Concurso Robô Bombeiro. No geral as regras e especificações técnicas são semelhantes às da edição anterior do Concurso Robô Bombeiro. Foram alteradas algumas secções e incluídas outras novas, com o intuito de melhorar o concurso. As secções novas e as que sofreram alterações estão assinaladas com um asterisco (*).

1.2 Grau de incerteza *

Como foi dito na secção anterior, o objectivo deste concurso é contribuir para o avanço da robótica. Pretende-se pois que os robôs em competição tenham um funcionamento o mais realista possível. A longo prazo pretende-se que os robôs em competição não sejam apenas protótipos de laboratório, mas que consigam também executar as suas tarefas em cenários do mundo real, cheios de imprevistos e incertezas. Assim, as equipas devem contar com um pequeno grau de incerteza associado à competição, que no contexto da presente edição do concurso se caracteriza pela margem de erro associada a algumas das medidas do labirinto descritas neste documento.

2 Robô

2.1 Dimensões do robô *

O robô deverá caber por completo dentro de uma caixa cúbica com 31 cm de lado. O robô não poderá ter qualquer dispositivo que lhe permita "ver" por cima das paredes e não poderá, após iniciar a prova, alterar a sua dimensão para além dos 31 cm. O robô poderá ser decorado com algum tipo de artefacto, uma bandeira por exemplo, para além dos 31 cm, desde que tal artefacto não tenha qualquer efeito no funcionamento do robô.

2.2 Peso do robô

Não há restrições relativamente ao peso do robô.

2.3 Material de que é feito o robô

Não há restrições relativamente ao tipo de materiais que podem ser usados na construção do robô.

2.4 Motorização

O robô deverá ser movido exclusivamente por motores eléctricos, alimentados por baterias ou pilhas.

2.5 Funcionamento do robô *

O robô deverá funcionar de maneira autónoma, isto é, não poderá ser telecomandado por um operador humano. O robô poderá no entanto estar ligado a um computador externo e ser controlado por este.

A fonte de energia eléctrica para alimentar os motores e os circuitos electrónicos do robô deve ser transportada pelo próprio robô.

O robô não pode deixar nada para trás enquanto navega pela área da competição.

2.6 Sensores

Não há restrições relativamente ao tipo de sensores que podem ser usados, desde que respeitem as outras regras. Note-se no entanto que as modernas câmaras fotográficas e câmaras de filmar emitem luz infravermelha como parte do seu sistema de focagem automático e que a luz ambiente pode também ser uma fonte de luz infravermelha e ultravioleta. Caso o robô use sensores de luz para encontrar a chama da vela ou navegar pela área de jogo, a equipa deve ter em conta que as fontes de luz referidas anteriormente podem interferir no funcionamento dos sensores do robô.

2.7 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. Os robôs, que na opinião do Júri, não possuam tais mecanismos, não poderão participar no concurso.

2.8 Botões de ARRANQUE e PARAGEM

O robô deverá possuir obrigatoriamente dois botões: o botão de ARRANQUE, de cor verde, e o botão de PARAGEM, de cor vermelha. O robô deverá permanecer imóvel até o botão de ARRANQUE ser premido, ou até detectar o sinal sonoro (caso esteja a funcionar no modo de funcionamento Activação por Som - ver secção Modos de Funcionamento) e deverá imobilizar-se quando o botão de PARAGEM for premido. Ambos os botões deverão ser colocados na face superior do robô, em local de fácil acesso. Outros botões e interruptores que possam ser utilizados pelas equipas para controlar funções distintas das duas referidas anteriormente deverão ser colocados de forma a evitar qualquer potencial confusão com os botões regulamentares.

2.9 Arranque manual *

Se o robô não competir no modo de funcionamento Activação por Som, deverá iniciar a sua prova após ter sido premido o botão de arranque, a não ser que o robô esteja ligado a um computador externo.

2.9.1 Computador externo

Se o robô estiver ligado a um computador externo, a única tecla que poderá ser premida para que o robô inicie a sua prova será a tecla "ENTER" ou "RETURN" no teclado desse computador. Esta tecla será premida pelo Árbitro da prova ou por um Cronometrista. Se por alguma razão o robô não arrancar, considerar-se-á que concluiu a sua prova. O software necessário para controlar o robô deverá ser carregado na memória do computador antes do robô ser colocado na pista.

2.9.2 Computador incorporado

No caso do robô usar um computador incorporado, o robô deve iniciar a sua prova após ter sido premido o botão de arranque descrito na secção 2.8. Este botão será premido pelo árbitro da prova ou por um Cronometrista.

3 Área de Competição

3.1 Dimensões *

A figura 1 mostra a planta oficial da área da competição. Notar que a planta da área da competição é conhecida, no entanto as dimensões apresentadas na planta são aproximadas, sendo a margem de erro de ± 5 cm.

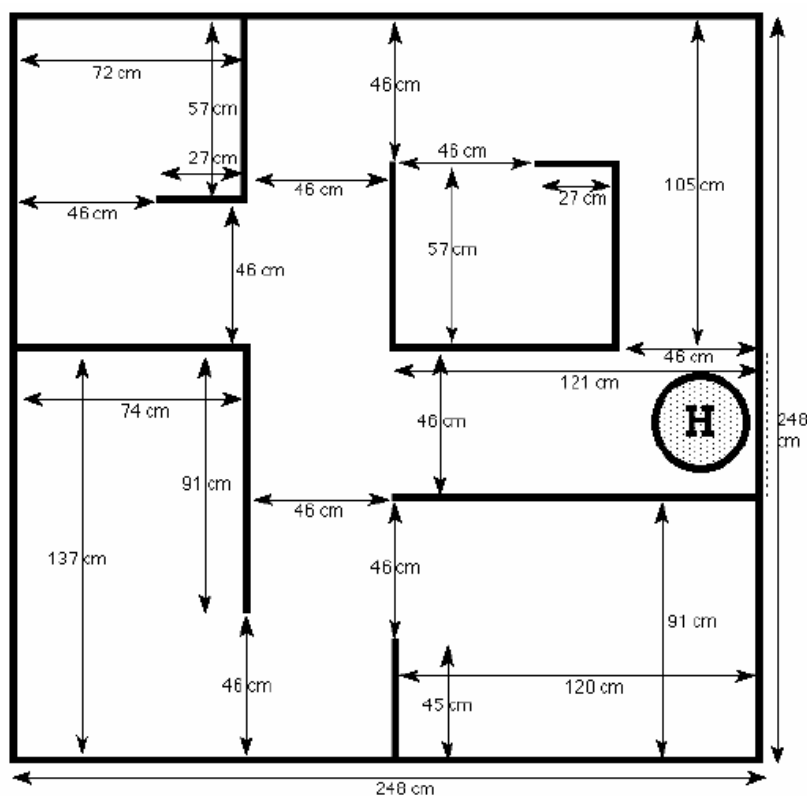


Figura 1 – Planta da área da competição

3.2 Paredes

As paredes da estrutura são de um material duro tipo madeira ou PVC, com aproximadamente 33 cm de altura e entre 1 a 2 cm de espessura. As paredes são de cor branca.

3.3 Chão

O chão é formado por uma carpete de material plástico de cor preta. O chão poderá ter junções que poderão ser cobertas por fita adesiva preta, o que implica que o chão pode não ser completamente liso, podendo haver pequenas irregularidades de cerca de 2 mm.

Todos os corredores e entradas de quartos terão uma largura de aproximadamente 46 cm.

Todas as entradas serão assinaladas por uma fita adesiva branca com uma largura entre 1 e 2,5 cm de largura.

O chão poderá ter pequenos pontos com 3 mm de diâmetro de cor vermelha, verde ou azul, para sinalizarem as possíveis localizações da vela, da mobília e das rampas (ver secção Modos de Funcionamento).

3.4 Área de partida

O robô iniciará a sua prova dentro de um círculo de cor branca com 30 cm de diâmetro (círculo marcado com um H no plano da figura 1). O círculo estará no centro do corredor de 46 cm de largura, pelo que haverá uma folga de cerca de 8 cm entre a fronteira do círculo e as paredes do corredor. O robô poderá ser alinhado manualmente ou automaticamente antes de iniciar a prova.

4 Competição

4.1 Objectivo

O robô deve conseguir encontrar a vela e extinguir a sua chama no menor tempo possível.

4.2 Classes *

As equipas inscritas no concurso estão divididas em duas classes dependendo da instituição de ensino a que pertencem. As classes são Classe Escolas Secundárias e Profissionais e Classe Universidades e Institutos Politécnicos. As equipas de particulares não vinculadas a qualquer instituição de ensino poderão escolher a classe em que querem competir, no momento da inscrição no concurso.

Dependendo do número de equipas inscritas em ambas as classes, a competição no dia do concurso poderá decorrer de forma sequencial, onde as equipas das duas classes competem no mesmo labirinto, ou de forma paralela, onde as equipas de cada classe competem em labirintos distintos.

4.3 Organização da prova *

Antes da competição começar proceder-se-á a um sorteio que estabelecerá a ordem pela qual os robôs competirão. A competição está organizada em 3 mangas.

A ordem definida no sorteio é igual para as três mangas. Os robôs competem individualmente.

As equipas terão tempo, entre as mangas, para realizarem ajustes, alterações ou reparações nos seus robôs, mas uma vez chamados, terão apenas um minuto para levar o robô para a área de jogo. Caso o robô não esteja pronto para iniciar a manga em um minuto, o robô perderá a sua vez, mas poderá ainda competir noutras mangas a que tenha direito.

Os concorrentes posicionaram o robô na área de partida orientando-o como melhor entenderem. Quando terminarem, o Árbitro determinará as posições da vela, da mobília e das rampas.

Os concorrentes mostrarão ao Árbitro da prova como colocar o robô em funcionamento. Embora haja um tempo limite para cada robô terminar a sua prova, o tempo entre mangas é indeterminado e depende do tempo que os outros robôs demorem a finalizar as suas provas.

4.4 Limites de tempo *

Em cada manga o robô terá um tempo limite de 4 minutos para encontrar a vela e extinguir a chama.

Se numa manga, o robô executar a mesma sequência de movimentos várias vezes seguidas, o Árbitro poderá considerar que o robô perdeu o controlo e terminará a manga.

Se o robô ficar imobilizado por mais de 30 segundos, a manga será interrompida. Sempre que a manga for interrompida pelas razões apresentadas, a pontuação do robô nessa manga será dada pelo júri segundo os critérios da pontuação especial (ver secção 4.12.1).

4.5 Prova desastrosa

No caso de um robô executar uma prova desastrosa, infringindo constantemente as regras, o Árbitro poderá interromper a prova e consultar o Júri que decidirá se o robô poderá ou não continuar no concurso.

4.6 Extinção da chama da vela *

O robô não poderá usar meios destrutivos ou perigosos para extinguir a chama da vela. Poderá usar sistemas baseados em água, ar, CO₂, espuma, etc., mas o sistema escolhido não poderá danificar a área de jogo. Por exemplo, o robô não poderá detonar um explosivo para extinguir a chama com a onda de choque, usar líquidos ou substâncias que deixem marcas permanentes na área de jogo, ou tentar extinguir a chama derrubando a vela.

O robô será desqualificado se derrubar a vela ainda acesa. Se a vela for derrubada depois da chama ter sido extinta, a manga ainda será válida, mas o robô será penalizado (ver a secção Penalizações).

O robô deve encontrar a vela antes de tentar apagá-la. Assim, não pode por exemplo, inundar a área de jogo com CO₂ e extinguir a chama da vela por sorte. O robô só poderá extinguir a chama da vela quando se encontrar a uma determinada distância mínima dela. Haverá no chão um círculo branco (ou um sector de círculo se houver paredes no meio), com 30 cm de raio ao redor da vela e o robô deve ter

parte do seu corpo dentro desse círculo antes de tentar extinguir a vela. A parte do corpo do robô que ficar dentro do círculo não tem que estar em contacto com o chão.

A manga não será válida caso o robô apague a vela sem se encontrar à distância mínima.

O círculo da vela será feito de cartolina plastificada ou de um material similar e a vela será colocada no centro desse círculo.

4.7 Vela

A chama da vela pretende simular um pequeno incêndio numa casa, que o robô tentará encontrar e extinguir. A chama da vela estará aproximadamente entre 15 a 20 cm do chão, incluindo uma pequena base cilíndrica em cima da qual se encontra a vela. A vela terá um diâmetro aproximado de 2 cm e será de cor branca.

A base terá aproximadamente 7 cm de diâmetro e 3 cm de altura e será de cor amarela.

A chama da vela começará a uma altura de 20 cm do chão e quando, no decorrer da competição, arder completamente abaixo dos 15 cm, a vela será substituída. Haverá uma linha de cor preta na vela a marcar o limite dos 15 cm. Desde que qualquer parte daquela linha seja ainda visível, a vela ainda será considerada válida. Se no início de uma manga, a vela for válida, mas durante o decorrer da manga, a vela arder abaixo do limite, a manga será considerada válida e a vela só será substituída depois de finalizar a manga.

A vela será colocada ao acaso em um dos quartos da área de jogo e terá a mesma probabilidade de ser colocada em qualquer um dos quatro quartos, em cada uma das três mangas. Pode acontecer que a vela seja colocada duas vezes seguidas no mesmo quarto. Se isso acontecer, o Júri garantirá que a vela não seja colocada nesse mesmo quarto, na terceira e última manga. Assim, todos os robôs terão que encontrar a vela em pelo menos dois quartos distintos, durante as três mangas.

Os concorrentes não podem medir ou tocar na vela.

O Júri poderá usar qualquer vela válida em qualquer das mangas e poderá trocar de vela entre mangas.

A vela será colocada de forma aleatória num dos quartos da área de jogo. A vela será sempre colocada a uma distância maior ou igual a 33 cm da entrada do quarto.

4.8 Modos de Funcionamento

Os robôs poderão competir em Modo de Funcionamento Standard ou escolher um ou mais Modos de Funcionamento adicionais que aumentam a dificuldade da prova, mas também permitem ao robô obter bônus na sua pontuação.

4.8.1 Funcionamento Standard *

Todos os robôs competirão pelo menos no modo de Funcionamento Standard. Neste modo de funcionamento, o robô após ser ligado, deverá ser completamente autónomo no que se refere à sua capacidade de processamento.

4.8.2 Activação por som *

Neste modo de funcionamento o robô em vez de ser activado manualmente por um interruptor, será capaz de se activar sozinho quando detectar um sinal sonoro igual ao emitido pelos alarmes contra incêndios com uma frequência entre 3,0KHz e 4,0KHz.

Depois de ligado, o robô não se poderá mover enquanto o sinal sonoro não for activado. Se o robô se mover antes de o sinal sonoro ser activado, a manga poderá continuar mas considerar-se-á que o robô falhou no modo de funcionamento. Se o robô não se mover em resposta ao sinal sonoro, a manga será interrompida e reiniciada. Se à segunda tentativa o robô também não se mover, considerar-se-á que o robô falhou no modo de funcionamento e o robô poderá ser activado por meio do interruptor. O sinal sonoro poderá ter uma duração máxima de 3 segundos.

A activação por som será realizada pelo Árbitro da prova que usará o dispositivo de som oficial do concurso. Durante os treinos a organização emprestará, às equipas que o solicitarem, o dispositivo de som oficial para calibrarem os sensores de som dos seus robôs.

Os robôs que participem com sucesso neste modo de funcionamento terão uma redução de 5% na pontuação final. O Factor do Modo de Funcionamento é de 0,95 (FMF = 0,95).

4.8.3 Viagem de regresso

Neste modo de funcionamento o robô deve regressar ao ponto de partida (círculo branco com o H, visível na figura 1), depois de extinguir a chama da vela. O robô não tem que fazer o caminho inverso ao que fez para encontrar a vela, ou regressar pelo caminho mais curto, apenas tem que regressar ao ponto de partida sem entrar em nenhum quarto. Considerar-se-á que o robô regressou ao ponto de partida, se qualquer parte do corpo do robô estiver dentro do círculo de 30 cm de diâmetro que identifica o ponto de partida. Os robôs que não consigam regressar ao ponto de partida não serão desqualificados, mas também não terão o bônus correspondente a este Modo de Funcionamento.

A pontuação referente ao Tempo de Prova (TP), apenas terá em conta o tempo que o robô levou a extinguir a chama da vela e não incluirá o tempo da viagem de regresso.

O robô não deve entrar nos quartos durante a sua viagem de regresso, caso esteja a competir nesse modo de funcionamento. Considera-se que o robô entrou no quarto se todo o seu corpo passar a linha branca da entrada do quarto.

Os robôs que participem com sucesso neste modo de funcionamento terão uma redução de 20% na pontuação final. O Factor do Modo de Funcionamento é de 0,8 (FMF = 0,8).

4.8.4 Móvel

Neste modo de funcionamento haverá uma peça de móvel colocada ao acaso em cada um dos quartos. Os robôs poderão tocar na móvel, mas não a podem mover do lugar.

A móvel será feita de cilindros de aço com aproximadamente 10 cm de diâmetro, pintados de amarelo. Os cilindros terão aproximadamente 30 cm de altura e pesarão aproximadamente 2,5 Kg.

A presença da mobília impõe ao robô um desafio interessante e bastante realista, uma vez que é provável que a mobília bloqueie a visão da vela ou que o robô tenha que rodear a mobília para chegar à vela. O robô poderá ter que explorar o quarto de modo a verificar se a mobília não estará a bloquear a vela. Se a vela estiver mesmo atrás da mobília, o robô poderá ter que determinar o melhor caminho para rodear a mobília e chegar à vela.

Os robôs que participem com sucesso neste modo de funcionamento terão uma redução de 50% na pontuação final. O Factor do Modo de Funcionamento é de 0,5 (FMF = 0,5).

4.8.5 Ponto de partida arbitrário

Neste modo de funcionamento o Júri escolherá um ponto de partida para o robô dentro de um dos quartos que não contém a vela. O robô poderá ser colocado com qualquer orientação dentro desse quarto.

O Factor do Quarto (ver secção 4.10), conta os quartos em que o robô entrará à procura da vela. Uma vez que a vela não estará dentro do quarto onde o robô é posicionado, haverá apenas 3 quartos possíveis onde a vela poderá estar, pelo que o Factor do Quarto poderá ser 1; 0,85 ou 0,5.

Os robôs que participem com sucesso neste modo de funcionamento terão uma redução de 20% na pontuação final. O factor deste Modo de Funcionamento é de 0,8 (FMF = 0,8).

4.8.6 Chão desigual *

Um método comumente utilizado por robôs móveis para navegarem é a medição do deslocamento que efectuam. Isto é, depois de serem correctamente orientados no ponto de partida, os robôs medem as distâncias que percorrem e os ângulos que giram para, a partir da posição e orientação anteriores, determinarem a posição e a orientação actual. Embora este método seja bom para ajudar os robôs a navegar no labirinto desta competição, não é um método prático e útil para aplicar em cenários da vida real onde os pisos em que os robôs se movem costumam ser irregulares, o que torna muito difícil efectuar as medições referidas.

Para incentivar o desenvolvimento de métodos mais sofisticados de navegação, será dada uma bonificação na pontuação final aos robôs que não usem o método de medição de deslocamento. A chave para utilizar esse método é conhecer de antemão as distâncias do labirinto. Assim, se a equipa quiser que o seu robô participe no modo de funcionamento Chão Desigual, serão colocadas pequenas rampas nos corredores do labirinto com o intuito de provocar alterações no deslocamento do robô. A forma das rampas será tal que fará com que as distâncias percorridas pelas rodas do robô não sejam iguais, quando este passa pela rampa. Desta forma será difícil o robô efectuar as medições com precisão e será muito difícil usar o método de navegação referido anteriormente.

Poderá haver mais do que uma rampa, mas estas serão sempre colocadas nos corredores. As rampas nunca estarão em frente da entrada de um quarto, mas poderão estar ao lado da entrada do quarto. A altura máxima destas rampas será de cerca de 4 cm e terão uma inclinação máxima de cerca de 15°. As rampas serão de cor preta e estarão forradas com o mesmo material do chão.

O Árbitro colocará as rampas no labirinto, em posições escolhidas aleatoriamente, só depois da equipa ter orientado o robô no ponto de partida.

Serão colocadas figuras e mais informações sobre a forma das rampas, no site do concurso.

Os robôs que participem com sucesso neste modo de funcionamento terão uma redução de 40% na pontuação final. O Factor do Modo de Funcionamento é de 0,6 (FMF = 0,6).

4.8.7 Ligação por cabo *

Neste modo de funcionamento o robô está ligado a um computador externo por um cabo e o Factor do Modo de Funcionamento é neste caso uma penalização.

Se o robô está ligado ao computador externo por uma ligação sem fios, então o robô não pertence a este modo de funcionamento e não haverá penalização.

O Factor do Modo de Funcionamento é de 1,2 (FMF = 1,2).

4.8.8 Sistema de extinção *

Os robôs que têm participado no Concurso Robô Bombeiro usam, no geral, uma ventoinha como sistema de extinção da chama da vela. Embora esse sistema seja simples e relativamente eficaz, é muito pouco realista. De forma a encorajar o desenvolvimento de sistemas de extinção mais realistas, existe uma bonificação para os robôs que não usem a ventoinha como meio para extinguir a chama da vela.

Os robôs que participem com sucesso neste modo de funcionamento terão uma redução de 40% na pontuação final. O Factor do Modo de Funcionamento é de 0,6 (FMF = 0,6).

4.9 Penalizações

O objectivo do concurso é ser o mais realista possível. Por esse motivo algumas das acções do robô, embora não sendo ilegais, são consideradas como falhas de funcionamento no mundo real e serão penalizadas com Pontos de Penalização (PP).

4.9.1 Tocar nas paredes

O robô que toque nas paredes com qualquer parte do seu corpo, terá 5 pontos de penalização adicionados ao Tempo de Prova (PP = 5).

O robô que se desloque com qualquer parte do seu corpo tocando nas paredes, terá 1 ponto adicional de penalização adicionado ao Tempo de Prova, por cada segundo que continuar a tocar na parede enquanto se desloca (PP = 1 por cada segundo).

Notar que nada impede que o robô use algum tipo de sensor que implique contacto físico com a parede, no entanto será penalizado por isso. Estas penalizações não se aplicam na Viagem de Regresso.

4.9.2 Tocar na vela

Qualquer robô que toque na vela ou na sua base, com qualquer parte do seu corpo, tanto deliberadamente como acidentalmente, terá uma penalização de 50 pontos adicionados ao Tempo de Prova. Não haverá penalização, se o toque ocorrer depois da chama ter sido apagada (PP = 50).

4.10 Factor do Quarto

De modo a tornar o concurso tão realista quanto possível e encorajar a criação de robôs inteligentes, foi incluída alguma incerteza no seu funcionamento. O robô não sabe em qual dos 4 quartos está a vela. Por vezes o robô tem sorte e a vela está no 1º quarto que explora e por vezes o robô tem azar e a vela está no 4º quarto que

explora. Para reduzir o factor sorte e para valorizar os robôs que conseguem explorar diferentes quartos com sucesso, existe um Factor do Quarto (FQ), que será multiplicado pela Pontuação do Tempo para obter a Pontuação da Manga. Quanto maior for o número de quartos que o robô tem que explorar antes de encontrar a vela, mais reduzido será o Factor do Quarto e em consequência melhor será a Pontuação da Manga.

Se a vela estiver no 1º quarto explorado, o Factor do Quarto será 1,0.

Se a vela estiver no 2º quarto explorado, o Factor do Quarto será 0,85.

Se a vela estiver no 3º quarto explorado, o Factor do Quarto será 0,50.

Se a vela estiver no 4º quarto explorado, o Factor do Quarto será 0,35.

Alguns robôs têm sensores extremamente sensíveis e conseguem saber se a vela está em determinado quarto "olhando" para dentro do quarto à medida que passam pela sua entrada. O robô não tem que entrar no quarto para se considerar que o quarto foi explorado. Considerar-se-á que o robô explorou um quarto sempre que o robô passar pela entrada desse quarto pela primeira vez. Caso o robô já tenha explorado um quarto e mais tarde passe novamente pela sua entrada a caminho de outro quarto, esse quarto não será contado duas vezes.

4.11 Factor de Eficiência

Qualquer robô que consiga extinguir a chama da vela em cada uma das três mangas terá uma redução de 10% na sua Pontuação Final. No caso do robô extinguir a chama da vela nas três mangas o Factor de Eficiência (FE), será $FE = 0,9$, se não $FE = 1,0$.

4.12 Cálculo da Pontuação

4.12.1 Pontuação especial

Construir um robô não é uma tarefa fácil e construir um robô bombeiro é decerto uma tarefa que exige muito esforço e dedicação. Mesmo que o robô não consiga encontrar e extinguir a vela, conseguir trazê-lo à competição já é um feito notável. Assim, esse esforço deve também ser reconhecido e ninguém deve deixar o concurso com uma pontuação nula.

Será então aplicada a seguinte pontuação especial no caso do robô não conseguir extinguir a vela:

1º Cada robô inicia a manga com 600 pontos.

2º Se o robô conseguir mover-se, subtrair 50 pontos. O robô fica com 550 pontos.

3º Se o robô conseguir virar nas esquinas, subtrair 50 pontos. O robô fica com 500 pontos.

4º Se o robô detectar a vela, subtrair 50 pontos. O robô fica com 450 pontos.

5º Se o robô tentar extinguir a vela, subtrair 50 pontos. O robô fica com 400 pontos.

Esta pontuação é dada apenas no caso do robô não extinguir a vela e é baseada unicamente na opinião do júri.

4.12.2 Pontuação standard

Caso o robô consiga extinguir a vela, o robô recebe uma pontuação de acordo com o tempo que demorou a fazê-lo, das penalizações que teve e dos modos de funcionamento em que competiu.

Assim, a pontuação da manga é calculada seguindo os seguintes passos:

- 1º Multiplicar todos os Factores de Modos de Funcionamento para obter o Factor de Funcionamento (FF). Se não foi usado nenhum dos Modos de Funcionamento e o robô competiu apenas em modo de Funcionamento Standard, $FF = 1$.
- 2º Determinar o Tempo de Prova (TP), em segundos, que o robô levou a extinguir a chama da vela.
- 3º Adicionar todos os Pontos de Penalização (PP).
Tocar nas paredes = 5 pontos por toque.
Deslocar-se tocando na parede = 1 ponto por cada segundo.
Tocar na vela ou na sua base enquanto esta estiver acesa = 50 pontos.
- 4º Determinar o Factor do Quarto (FQ):
Primeiro Quarto, $FQ = 1,0$
Segundo Quarto, $FQ = 0,85$
Terceiro Quarto, $FQ = 0,5$
Quarto Quarto, $FQ = 0,35$
- 5º Adicionar o Tempo de Prova com os Pontos de Penalização para obter a Pontuação do Tempo.
 $PT = TP + PP$
- 6º Multiplicar a Pontuação do Tempo pelo Factor do Quarto e pelo Factor de Funcionamento para obter a Pontuação da Manga.
 $PM = PT \times FQ \times FF$

4.12.3 Pontuação final

A Pontuação Final (PF), é calculada de acordo com a pontuação conseguida nas diferentes mangas (tendo ou não conseguido extinguir a chama da vela). O cálculo é descrito a seguir:

- 1º Após as três mangas, adicionar os dois valores de Pontuação da Manga mais baixos para obter a Soma das 2 Melhores Mangas (S2MM).
- 2º Determinar o Factor de Eficiência.
O robô conseguiu extinguir a chama da vela nas três mangas = 0,9.
O robô não conseguiu extinguir a chama da vela nas três mangas = 1,0.
- 3º Multiplicar a Soma das 2 Melhores Mangas pelo Factor de Eficiência para obter a Pontuação Final.
 $PF = S2MM \times FE$

O robô vencedor será aquele que tiver a Pontuação Final mais baixa.

5 Júri, Árbitros e Cronometristas

5.1 Júri

O Júri é a entidade máxima na interpretação e aplicação do regulamento do concurso Robô Bombeiro. A sua missão é verificar a conformidade dos robôs às regras e apoiar o Árbitro na fiscalização do cumprimento das mesmas. O Júri garante a justiça na aplicação do regulamento do concurso e nas suas decisões. Das decisões do Júri não há recurso.

5.2 Árbitro

O Árbitro assegura o cumprimento das regras do jogo. O Árbitro poderá interromper a prova sempre que achar necessário. O Árbitro poderá consultar o Júri nas questões omissas neste regulamento. O Árbitro é nomeado pela Comissão Organizadora e este nomeará, por sua vez, ajudantes que lhe prestarão apoio sempre que o solicite.

5.3 Cronometristas

Os Cronometristas são nomeados pela Comissão Organizadora e têm como função a cronometragem dos tempos da prova e a anotação da pontuação, segundo as regras do concurso.