

**Competição Brasileira de Robotica**

**RoboCup@Work Brasil 2024**  
Regras e Regulamentações

Autor: **Victor M. O. de Mello Ayres**

# Sumário

<b>1</b>	<b>Sobre esse regulamento</b>	<b>3</b>
1.1	Reconhecimento . . . . .	3
1.2	Membros do Comitê . . . . .	3
1.2.1	Comitê Técnico, Executivo e Organizacional . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Introdução</b>	<b>4</b>
2.1	Resumo RoboCup@Work . . . . .	4
2.2	Organização . . . . .	4
2.2.1	Comitê Executivo . . . . .	4
2.2.2	Comitê Técnico . . . . .	4
2.2.3	Comitê de Organização . . . . .	4
2.3	Inscrição da equipe e Qualificação . . . . .	4
2.3.1	Artigo de descrição de equipe . . . . .	4
2.3.2	Vídeo Promocional . . . . .	5
2.3.3	Qualificação . . . . .	5
2.3.4	Inscrição . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Regras Gerais</b>	<b>6</b>
3.1	Robô . . . . .	6
3.1.1	Desinge e Restrições . . . . .	6
3.2	Arena . . . . .	6
3.3	Piso . . . . .	7
3.4	Paredes e Paredes virtuais . . . . .	7
3.5	Obstáculos Dinâmicos . . . . .	7
3.6	Estações de trabalho . . . . .	8
3.6.1	Mesa . . . . .	8
3.6.2	Prateleira . . . . .	9
3.7	Área de serviço . . . . .	9
3.8	Objetos . . . . .	11
3.8.1	Objetos Gerais . . . . .	11
3.8.2	April Tagged . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Competição</b>	<b>16</b>
4.1	Líder do time . . . . .	16
4.2	Comunicação da liga . . . . .	16
4.3	Zona Livre . . . . .	16
4.4	Procedimentos da competição . . . . .	16
4.5	Preparação da arena . . . . .	17
4.5.1	Preparação das equipes . . . . .	17
4.5.2	Fase de Execução . . . . .	17
4.6	Recomendo a execução . . . . .	18
4.6.1	Fase Final . . . . .	18
4.7	Pulando Testes . . . . .	18

<b>5</b>	<b>Teste</b>	<b>19</b>
5.1	Regras gerais . . . . .	19
5.2	O que define uma manipulação bem sucedida . . . . .	19
5.3	Testes basico . . . . .	20
5.3.1	Manipulação Basica . . . . .	20
5.3.2	Transporte Basico I . . . . .	20
5.3.3	Transporte Basico II . . . . .	20
5.4	Testes avançados . . . . .	20
5.4.1	Manipulação Avançada . . . . .	20
5.4.2	Transporte Avançado I . . . . .	20
5.4.3	Transporte Avançado II . . . . .	21
5.5	Finais . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Pontuação e Ranqueamento</b>	<b>22</b>
6.1	Pontuação . . . . .	22
6.2	Tempo bônus . . . . .	22
6.3	Simplificação . . . . .	22
6.4	Penalidades . . . . .	22
6.5	Colisao . . . . .	23
6.5.1	Colisao total . . . . .	23
6.5.2	Colisao Parcial . . . . .	23
6.5.3	Colisão com Fita . . . . .	23
6.6	Reneiação . . . . .	24

# 1 Sobre esse regulamento

Esta é a primeira edição da RoboCup@Work Brasil, seguindo as diretrizes do regulamento oficial da RoboCup@Work [2]. Adaptada para o contexto brasileiro, busca promover o avanço da robótica industrial e incentivar a inovação e colaboração entre equipes nacionais, mantendo um ambiente de competição justo e desafiador.

## 1.1 Reconhecimento

Um agradecimento a todos que contribuíram para a comunidade da RoboCup@Work e para a indústria da robótica [1].

## 1.2 Membros do Comitê

### 1.2.1 Comitê Técnico, Executivo e Organizacional

- Victor M. O. de Mello Ayres  
E-mail: [unievayres@fei.edu.br](mailto:unievayres@fei.edu.br)

## 2 Introdução

### 2.1 Resumo RoboCup@Work

A RoboCup@Work visa a utilização de robôs correlacionados à automação de trabalhos, mais especificamente os desenvolvimentos de tecnologias para a área industrial. A categoria quer trazer novos pontos de vista para robôs de serviços e propõe a competição de robôs móveis autônomos em um ambiente geral para a indústria.

Alguns cenários relacionados ao trabalho industrial incluem o carregamento e descarregamento de objetos, como ferramentas e peças mecânicas, a manipulação, transporte e organização desses objetos, a navegação por ambientes que se assemelham a uma fábrica e a capacidade dos robôs de se adaptarem a mudanças repentinas ao seu redor e de superarem seus obstáculos.

### 2.2 Organização

#### 2.2.1 Comitê Executivo

O Comitê Executivo (EC) é responsável pelos objetivos de longo prazo da liga e, portanto, também têm contato com outras ligas, bem como com a Federação RoboCup.

#### 2.2.2 Comitê Técnico

O Comitê Técnico (TC) é responsável pelas questões técnicas da liga, principalmente pela definição das regras, como conformidade dos robôs com as regras e padrões de segurança, a qualificação das equipes, a adesão às regras, bem como a resolução de quaisquer conflitos que possam surgir durante a competição.

#### 2.2.3 Comitê de Organização

O Comitê Organizador (OC) é responsável por todos os aspectos relacionados à implementação prática da competição, principalmente fornecendo as arenas de competição, garantindo sua conformidade com as regras, e quaisquer objetos e instalações necessários para realizar os diversos testes.

### 2.3 Inscrição da equipe e Qualificação

Para participar, uma equipe deve responder ao Chamado de Participação "Call for Participation" (CFP) anunciado na lista de discussão da @Work, enviando sua Inscrição. Em seguida, elas devem ser selecionadas na fase de Qualificação para finalmente completar seu Registro.

#### 2.3.1 Artigo de descrição de equipe

O Artigo de Descrição da Equipe "Team Description Paper" (TDP) descreve a principal pesquisa da equipe, incluindo as contribuições científicas, objetivos, além de descrever o hardware e software. Ele Deve estar em português ou inglês, com até seis páginas de comprimento, e formatado de acordo com as diretrizes do Simpósio Brasileiro de Robótica.

- Nome da equipe.

- Membros da equipe, incluindo os Orientadores do projeto.
- Link para o website da equipe.
- Link de download do vídeo promocional
- Informações de contato.
- Área de interesse da equipe/pesquisas.
- Descrição do hardware, juntamente com imagens do robô.
- Descrição do software. Principais arquiteturas e softwares de terceiros usados.
- Breve explicação sobre o sistema de segurança do robô.
- Inovações trazidas pela equipe. (Não obrigatório)
- Relevância e aplicabilidade no meio da robótica de serviço industrial.

### **2.3.2 Vídeo Promocional**

O vídeo deve demonstrar claramente a capacidade do robô de executar as tarefas exigidas no desafio, como navegação autônoma, identificação de objetos (ou AprilTags) e manipulação de objetos. Deve incluir a demonstração dos sensores do robô e mostrar suas capacidades de reconhecimento do ambiente, ou seja, mostrar o que o robô vê. Não é necessário que haja áudio narrado. A resolução de vídeo ideal é 1080p com uma proporção de 16:9. É necessário fornecer junto com o (TDP) um link de download do vídeo.

### **2.3.3 Qualificação**

O Comitê Organizador (OC) selecionará equipes para a Qualificação. As seleções serão principalmente baseados nos valor científico, novidade e contribuições no Documento de Descrição da Equipe (TDP).

### **2.3.4 Inscrição**

As equipes qualificadas podem se registrar na competição RoboCup@Work. As equipes qualificadas devem entrar em contato com o Comitê Organizador (OC) para confirmar (ou cancelar) a participação.

Confirmar implica que a equipe possui recursos suficientes para concluir o registro e participar da competição. As equipes que não confirmarem sua participação serão desqualificadas.

## 3 Regras Gerais

### 3.1 Robô

Os robôs utilizados para a competição devem satisfazer padrões de qualidade profissional. A definição concreta desses padrões será avaliada pelo TC, abrangendo aspectos como construção robusta, segurança geral e operação robusta. No entanto, alguns requisitos devem ser atendidos para garantir a segurança de todos os participantes da competição. Se houver mesmo dúvidas vagas sobre a elegibilidade do uso de designs, peças ou mecanismos específicos, a equipe deve consultar o TC com bastante antecedência.

#### 3.1.1 Desing e Restrições

Os robôs utilizados pela equipe deve ser móvel e se move sobre rodas. Não são feitas suposições nem restrições específicas sobre o design cinemático do robô. Os robôs são equipados com pelo menos um manipulador e são capazes de manipular objetos. No entanto, o uso de manipuladores não é obrigatório, mas sim incentivado. Os robôs utilizam sensores para obter informações sobre sua localização no ambiente e sobre os objetos relevantes para a tarefa. Os sensores não devem representar perigo para os seres humanos devido às suas propriedades físicas (por exemplo, não devem ser da classe laser 2 ou superior).

**Tamanho** Não há restrições quanto ao tamanho e peso dos robôs utilizados, contudo, é necessário que eles se encaixem na arena. A largura mínima de passagem é de 80cm, e os robôs devem ser capazes de manobrar nesse espaço.

**Elétrica** As baterias utilizadas não podem exceder uma capacidade de 500Wh, e a tensão máxima permitida no sistema robótico é de 60 V DC.

**movimentação** A velocidade máxima do robô não pode exceder 1,5 m/s em nenhum momento da competição.

**Atuadores** elétricos, pneumáticos e hidráulicos são permitidos, desde que sejam construídos e produzidos de acordo com padrões profissionais e atendam às restrições de segurança. Os robôs não podem poluir ou prejudicar seu ambiente de forma alguma. Sendo assim, motores a combustão de qualquer tipo são estritamente proibidos.

### 3.2 Arena

A arena é um ambiente estático em 2D composto por paredes, mesas, obstáculos, etc., com um tamanho de pelo menos 25 m<sup>2</sup> até 120 m<sup>2</sup>. Os layouts podem incluir salas e corredores para criar cenários mais realistas, com o objetivo de replicar um piso de fábrica ou depósito industrial. As Áreas de Serviço marcam os locais onde os robôs devem executarem tarefas. Cada Área de Serviço solicitada deve ser acessível por pelo menos um caminho de 80 cm de largura. As arenas devem apresentar:

- Área de 25 m<sup>2</sup> a 120 m<sup>2</sup>
- Distância mínima entre os elementos da arena de pelo menos 80cm
- Áreas de Serviço distribuídas envolvendo movimentos do robô
- Múltiplos caminhos entre as Áreas de Serviço
- Área de INÍCIO e FIM

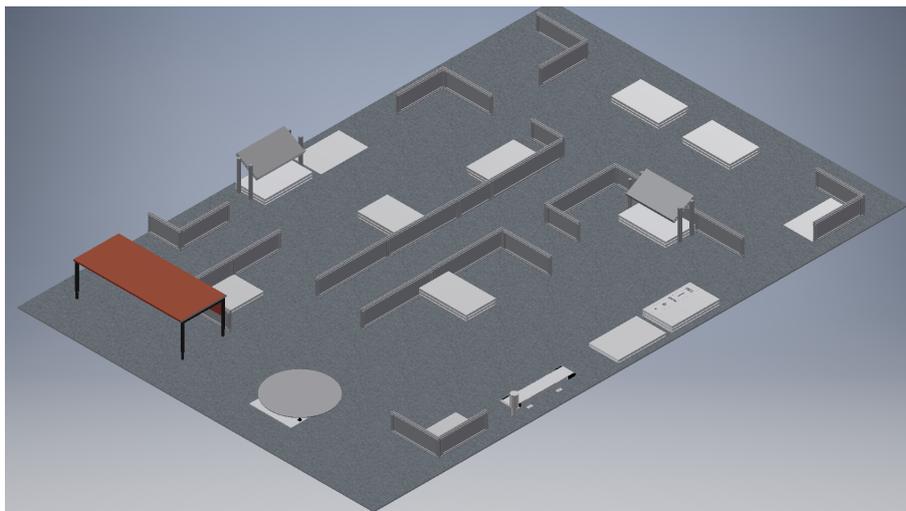


Figura 1: Layout arena RoboCup@Work 2016.

### 3.3 Piso

O piso deve ser feito de um material firme, como concreto, madeira, madeira compensada, placas laminadas, entre outros. Os pisos não podem ser feitos de material solto ou que não seja firme, de qualquer tipo que possa danificar o funcionamento das rodas do robô (como cascalho, areia ou carpete). Líquidos de qualquer tipo não são permitidos. O piso pode ter pontos de irregularidade de até 1cm em qualquer direção (frestas, fissuras, elevações, etc.).

### 3.4 Paredes e Paredes virtuais

A arena é composta por Paredes externas e internas usadas para construir estruturas, criar obstáculos ou funcionar como barreiras de proteção para equipes e espectadores. As Paredes podem ser físicas (placas) ou virtuais (Fita vermelha/branca) Figura[]. Todas as paredes (físicas e virtuais) têm uma altura infinita. A arena é completamente fechada por Paredes (ambos os tipos são possíveis), o que significa que os robôs não têm permissão para sair da arena durante uma execução. Todos os tipos de Paredes não serão alterados durante a competição. Se o robô tocar em uma Parede ou Parede Virtual, isso resultará em uma Colisão Total. A altura de uma Parede física não deve ser inferior a 20 cm e não mais do que 40 cm (mas será considerada infinitamente alta). A maioria das Paredes tem uma cor principal uniforme (branca), podendo ter algumas variações, mas pode ser reforçada por estruturas de metal. As Paredes Virtuais são feitas de Fita vermelha/branca e nunca podem ser ultrapassadas durante uma execução. A arena pode conter Paredes e Paredes Virtuais no interior.

### 3.5 Obstáculos Dinamicos

Além dos elementos estáticos da arena, Obstáculos dinâmicos podem ser colocados dentro da arena antes do início de uma rodada de competição. A posição desses Obstáculos é decidida pelo TC durante a fase de preparação da rodada e é randomizada entre diferentes tipos de rodadas. Os Obstáculos podem ser físicos ou virtuais. Eles podem bloquear parcialmente ou completamente os caminhos, desde que todas as Áreas de Serviço ativas



Figura 2: Fita zebrada Vermelha/Branca

ainda sejam acessíveis.

### **3.6 Estações de trabalho**

#### **3.6.1 Mesa**

As mesas Figura[3] normalmente usadas têm uma largura de 80cm e uma profundidade de 50cm, com variações de  $\pm 2$ cm. Em termos gerais, a mesa deve ser grande o suficiente para conter pelo menos uma zona de manipulação. As alturas de mesa utilizadas são 5cm, 10cm e 15cm.

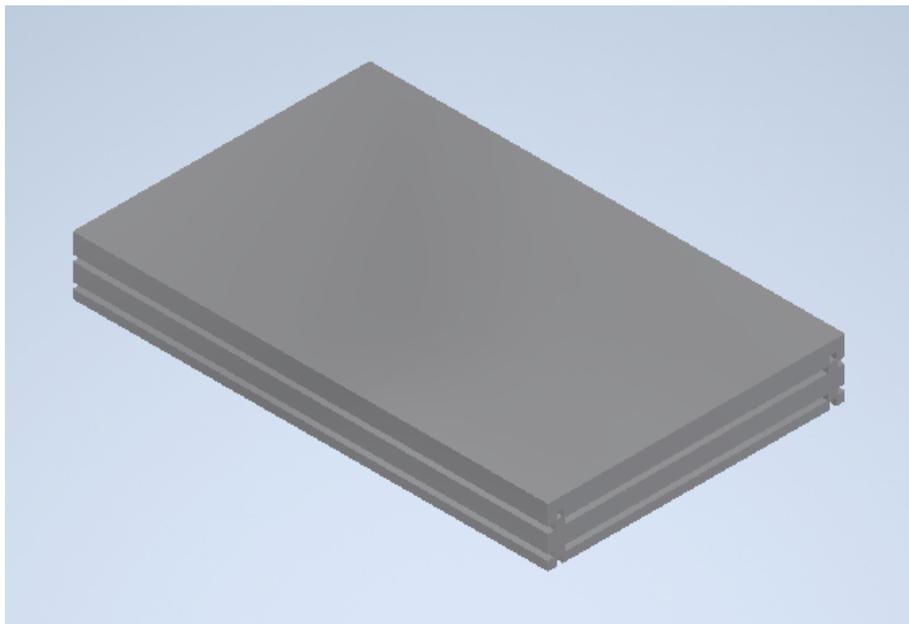


Figura 3: Mesa.

### 3.6.2 Prateleira

As Estações de trabalho podem conter prateleiras Figura[4]. A parte inferior da prateleira é uma mesa de 10 cm de altura. A altura máxima das prateleiras não deve ser superior a 40 cm. Portanto, todas as equipes devem projetar seus robôs para evitar colisões. A superfície superior da prateleira pode ser especialmente projetada para servir a propósitos específicos, como segurar objetos. O posicionamento de um objeto entregue deve SEMPRE ser feito na prateleira superior.

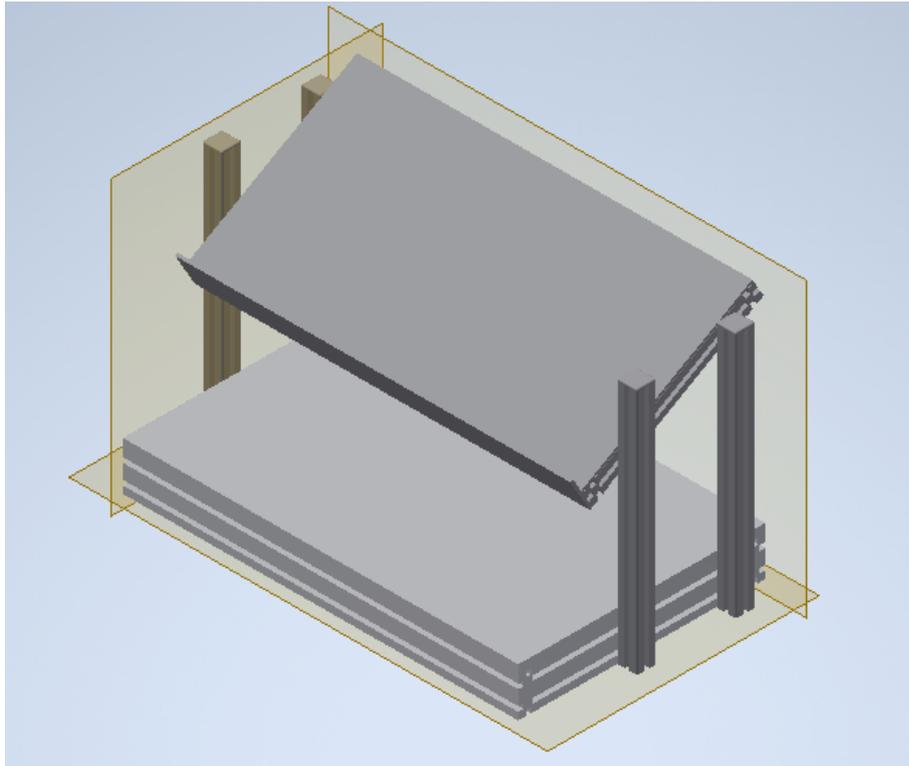


Figura 4: Modelo mecânico prateleira.

### 3.7 Area de serviço

Essa localização geralmente é uma mesa com um topo branco plano, comumente chamada de Estação de Trabalho "Workstation" (WS), mas pode ser uma prateleira "Shelf" (SH) ou qualquer outro tipo necessário para uma tarefa específica. Para alcançar com sucesso uma Área de Serviço, os robôs devem se posicionar em frente à Área de Serviço de forma que permita a manipulação dos Objetos de interesse e o robô deve permanecer parado. Para permitir que os robôs alcancem essa posição, uma área retangular com 80cm de largura deve ser mantida livre de Obstáculos.

O layout da arena deve definir onde está a "frente" de uma mesa. A Figura[5] dá um exemplo para a definição da posição de cada Área de Serviço, marcando-as como WSx (Estação de Trabalho x), SHx (Prateleira x). A orientação indica apenas a direção da Área de Serviço. Não especifica a direção do robô, que pode ser escolhida pelas equipes de acordo com o design individual de seus robôs.

As mesas que incluem Áreas de Serviço que podem ser usadas de ambos os lados são definidas como duas estações de trabalho separadas (por exemplo, WS5 e WS6) Figura[7].





Figura 7: WS5 & WS6.

### 3.8 Objetos

Os Objetos no RoboCup@Work incluem uma ampla variedade de objetos relevantes em aplicações industriais de robótica. Eles eventualmente abrangem qualquer matéria-prima, peças (semi-)acabadas, bem como ferramentas operacionais necessários para processos de fabricação.

Atualmente, existem dois conjuntos de Objetos usados na competição: Objetos Gerais e com "April Tagged" (ID Tags). As seguintes seções fornecem mais detalhes sobre tais conjuntos.

#### 3.8.1 Objetos Gerais

Objetos que não estiverem nas listas seguintes deverão ser considerados pelos robôs como Objetos Iscas. Sendo assim, sua manipulação será considerada uma colisão parcial (detalhes nas seções 6.4 e 6.5).

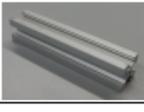
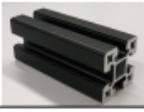
ID	Object	Symbolic Description	Mass	Details
1		F20_20_B	49 g	Small aluminium profile Coating/Colour: black anodized Size: 20 × 20 × 100mm
2		F20_20_G	49 g	Small aluminium profile Coating/Colour: gray anodized Size: 20 × 20 × 100mm
3		S40_40_B	186 g	Large aluminium profile Coating/Colour: black anodized Size: 40 × 40 × 100mm
4		S40_40_G	186 g	Large aluminium profile Coating/Colour: gray anodized Size: 40 × 40 × 100mm
5		M20_100	296 g	Screw ISO4014, DIN 931, EU 24014 Coating/Colour: blank, black burnished Size: M20 × 100
6		M20	56 g	Small nut ISO4032, DIN934, EU 24032 Coating/Color: blank, black burnished Size: M20
7		M30	217 g	Large nut ISO4032, DIN934, EU 24032 Coating/Color: blank, black burnished Size: M30

Figura 8: Lista de objetos simples.

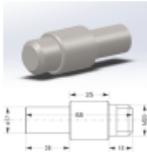
ID	Object	Symbolic Description	Mass	Details
20		Axis2	180 g	<p>Steel axis  Misumi: SFUB25-25-F28-P17-T15-S10-Q20  Coating/Colour: blank, black burnished  Length: 68 mm  Diameter: 17mm, M20</p> <p><a href="#">Misumi</a> (visited Januar 2022)</p>
21		Bearing2	100 g	<p>Bearing  SKF YAR203-2F  Coating/Colour: gray  Useable with housing  <a href="#">SKF</a> (visited Januar 2022)</p>
22		Housing	60 g	<p>Housing  SKF P40  Coating/Colour: gray  Useable with bearing  <b>Remark:</b> needs two hex socket screw M8x10 (ISO 4762, DIN 912) and two M8 nuts (ISO 4032, DIN 934)  <a href="#">SKF</a> (visited Januar 2022)</p>
23		Motor2	350g	<p>Motor 755  Coating/Colour: gray  Size: 66.7 × 42.0mm  Diameter: <math>d_{axis} = 5\text{mm}</math>, <math>l_{axis} = 10\text{mm}</math>  <a href="#">Amazon</a> (visited Januar 2022)</p>
24		Spacer		<p>Flanged Spacer  Misumi CLJHJ25-30-70  Coating/Colour: white  Size: 70mm  Diameter: <math>d_{inner} = 25\text{mm}</math>, <math>d_{outer} = 30\text{mm}</math>  <a href="#">Misumi</a> (visited Januar 2022)</p>

Figura 9: Lista de objetos mecânicos.

Object	Symbolic Description	Mass	Details
24		Screwdriver	19g WERA 352 Ball end screwdriver, hexagon socket screws Coating/Colour: black/green Size: 181mm Diameter: $d_{tip} = 2.5\text{mm}$ Code: 05138070001 <a href="#">Amazon</a> (visited Januar 2022)
25		Wrench	ca. 72g WERA Jocker 6000, 8mm Ratcheting combination wrenches Coating/Colour: silver/grey/pink Size: ca. 144mm Diameter: $d_{max} = 20\text{mm}$ Code: 05073268001 <a href="#">Amazon</a> (visited Januar 2022)
26		Drill	ca. 10g Bosch Drill HSS-Co DIN338 Drill Coating/Colour: gold/ Cobalt alloy Length: ca. 151mm Diameter: $d_{max} = 13\text{mm}$ Code: 3165140382724 <a href="#">Amazon</a> (visited Januar 2022)
27		AllenKey	ca. 10g Wera Allen Key 8mm, 3950 PKL L-key, metric, stainless Coating/Colour: silver Length: ca. 195mm × 37mm Diameter: $d_{max} = 8\text{mm}$ Code: 05022708001 <a href="#">Amazon</a> (visited Januar 2022)

Figura 10: Lista de ferramentas.

### **3.8.2 April Tagged**

As AprilTags serão utilizadas na competição como um meio alternativo para identificar os objetos. Quando necessário, as equipes poderão solicitar ao TC a substituição dos objetos clássicos pelas AprilTags. Elas são compostas por cubos com dimensões de 42mm x 42mm x 42mm e podem ser de duas cores, vermelho e verde. Em sua face superior é onde estão localizadas as AprilTags, contendo seus respectivos IDs correspondentes às listas de Objetos.

## 4 Competição

### 4.1 Lider do time

Durante o registro, cada equipe deve designar um membro como líder da equipe. Caso seja necessário alterar o líder, a equipe deve comunicar o novo líder ao CO. O líder da equipe é a única pessoa autorizada a se comunicar oficialmente com os árbitros durante a competição, por exemplo, para solicitar um teste, pedir uma reinicialização, entre outras questões durante a competição. O líder da equipe pode solicitar ao CO que aceite mais um membro da equipe para assumir essa função.

### 4.2 Comunicação da liga

Tanto o TC quanto o CO podem organizar várias reuniões especiais durante uma competição, como encontros com os árbitros, reuniões com os líderes das equipes, etc. As reuniões serão planejadas e anunciadas localmente. Elas são utilizadas para esclarecer regras, atribuir horários, solicitar participação em testes ou para qualquer outra troca de informações entre as equipes e os membros do comitê.

É responsabilidade de cada equipe se informar sobre a organização e o agendamento de tais reuniões. Espera-se que cada equipe envie seus líderes de equipe. Se a reunião se referir a papéis específicos, a pessoa designada pela equipe para ocupar esse papel deve participar.

### 4.3 Zona Livre

A Zona Livre é uma área adjacente à arena, projetada para evitar a passagem de pessoas e a movimentação de objetos durante todos os momentos da competição. Seu propósito principal é servir como uma área de preparação antes das rodadas de teste, onde os robôs devem ser alinhados conforme são sorteados para o teste. Geralmente, esta área é posicionada na direção do público, pois é do interesse coletivo expor a categoria para que tanto os visitantes quanto os membros de outras equipes possam observar os robôs do RoboCup@Work. Os robôs podem ser levados até ela manualmente ou por teleoperação, mas uma vez em sua posição designada, não podem ser mais operados ou ajustados. Preferencialmente, o robô deve permanecer ligado o tempo todo enquanto estiver na Zona Livre. No entanto, caso isso venha a prejudicar sua execução devido à falta de energia, deve-se comunicar com o juiz e o comitê técnico, e o robô poderá ser desligado. Recomenda-se também que as equipes deixem os robôs com seus manipuladores, caso já estejam na posição inicial.

### 4.4 Procedimentos da competição

A competição é realizada na forma de TESTES. Um teste requer que um robô execute várias habilidades, incluindo navegação, manipulação, planejamento de tarefas e tomada de decisões autônomas. Cada tipo de teste tem como foco uma habilidade do robô, o que não significa que outras habilidades dele não serão avaliadas durante tais testes. Por exemplo, em um teste onde o foco é a manipulação de objetos, possivelmente não haverá grandes mudanças na navegação, porém, caso o robô cause uma colisão total, o teste será interrompido.

Uma sessão de competição consiste em múltiplas etapas de desempenho (uma para cada equipe), incluindo uma fase de preparação, a fase de execução e a fase final.

## 4.5 Preparação da arena

15 minutos antes do horário de início das sessões de competições, a arena é preparada para o próximo teste. O TC (Comitê Técnico) será responsável por verificar a posição de cada elemento estático da arena, e objetos serão colocados nas Áreas de Serviço. O TC decidirá onde os elementos dinâmicos da arena serão posicionados. Isso inclui colocar elementos da arena, obstáculos, objetos falsos (objetos que não estão na lista de objetos e, portanto, não podem ser manipulados pelo robô), contêineres, etc.

### 4.5.1 Preparação das equipes

Durante a fase de preparação, as equipes têm permissão para mover seu robô da zona livre para a quadrante de INICIO da arena, seja manualmente ou teleoperado. Eles devem preparar seu robô para sua execução e, portanto, podem acessar remotamente o robô e/ou fazer alterações mínimas. É explicitamente proibido codificar soluções para requisitos específicos de um teste durante esta fase (por exemplo, posição de desenho de obstáculos no mapa). Além disso, se o robô passar e detectar obstáculos durante esta fase, eles devem ser apagados da memória, a menos que possam ser detectados a partir da localização INICIAL.

### 4.5.2 Fase de Execução

A fase de execução começa assim que o tempo de preparação termina ou quando o líder da equipe anuncia que a equipe está pronta. A tarefa é então enviada para o robô e, a partir desse momento, o robô deve agir totalmente autonomamente. É proibido interagir ou controlar o robô de qualquer forma humana (ações de teclado/mouse, gestos, voz). A única interação permitida é desplugar um cabo de LAN que conecta o robô e ao PC de controle quando se trata de comunicação com fio. Durante a fase de execução, o robô não deve sair, nem qualquer pessoa pode entrar na arena. O líder da equipe da equipe em execução pode entrar na arena para evitar danos em caso de erro (por exemplo, remover um objeto caído do caminho do robô), mas recebe uma penalidade por cada interação. Se um robô se comportar de forma descontrolada e representar uma ameaça potencial ao ambiente, qualquer pessoa pode se aproximar do robô e pressionar o botão de parada de emergência. No entanto, é solicitado e fortemente aconselhado que apenas os desenvolvedores toquem no seu robô, pois em casos de danificar os robos os cominestes nao se responsabilizam.

A fase de execução acaba quando:

- O robô alcançou a area FINAL da arena.
- O tempo de execução acabar.
- O líder da equipe diz 'PARAR'.
- O robô causou uma colisão.
- O botão de parada de emergência ser pressionado antes de uma chamada de reinicialização.

- Uma equipe foi identificada como trapaceira.

O fim de uma fase de execução deve ser anunciado pelo juiz responsável dizendo "fim". Uma vez que isso tenha acontecido, a equipe pode tocar e controlar seu robô para fazê-lo parar completamente.

## 4.6 Recomeçando a execução

Durante uma execução, o líder da equipe pode reiniciar a execução do teste uma vez. Para isso, ele/ela deve dizer "reiniciar", o que interrompe a fase de execução atual. O robô deve ser parado usando os interruptores de emergência, o que permite aos árbitros redefinir o estado da arena. O tempo restante de execução será anotado e usado após o reinício. Uma vez que os árbitros tenham terminado de redefinir a arena, a equipe em execução volta para sua fase de preparação, o que lhes permite mover o robô de volta para a área de início e prepará-lo para a execução reiniciada. Um chamado tático de reinício (por exemplo, para evitar uma colisão grave) é permitido, porque isso recompensa o conhecimento das equipes sobre o robô. Observação: Quando ocorre a primeira grande colisão, a equipe pode decidir se interrompe a execução ou se reinicia a execução.

### 4.6.1 Fase Final

Na fase final resultante, espera-se que a equipe mova seu robô de volta para a zona livre. Os árbitros se reúnem e discutem sua avaliação de desempenho posteriormente. Uma vez que concordem com o resultado da equipe em questão, o líder da equipe é obrigado a aceitar essa pontuação. As equipes podem contestar sua pontuação se não concordarem com a decisão dos árbitros, mas não podem forçar mudanças. Casos especiais serão decididos pelo TC se o regulamento deixar espaço para interpretação. Uma vez que a pontuação tenha sido aceita por uma equipe, a arena deve ser preparada para a próxima execução, se necessário. O tempo de preparação da próxima equipe começa assim que o estado da arena for declarado como pronto pelo TC.

## 4.7 Pulando Testes

Se uma equipe decidir não participar de um teste durante o horário oficial, ela pode repetir esse tipo de teste uma vez em uma das próximas sessões de competição. O slot de desempenho deles para o teste posterior é então substituído por um que se ajuste ao tipo de teste anteriormente ignorado, e eles podem executar esse tipo de teste em vez do originalmente agendado. Isso deve permitir que equipes com dificuldades realizem testes mais simples mais tarde na competição, mas só deve ser usado pelas equipes se for realmente necessário para manter a estrutura geral da competição. Não é permitido repetir um teste que tenha sido substituído por esta opção.

## 5 Teste

### 5.1 Regras gerais

- A ordem na qual as equipes devem se apresentar será determinada por sorteio.
- A fase de preparação tem um limite de tempo de 3 minutos.
- As equipes não devem codificar informações obtidas a partir das execuções de equipes anteriores. Isso é considerado como trapaça.
- Um único robô é utilizado.
- O robô não deve sair da arena.
- Os robôs têm permissão para transportar no máximo três objetos. Se mais de 3 objetos estiverem em cima do robô, a mesma regra de uma colisão total se aplica (execução interrompida ou reinício opcional, parada após a 2<sup>a</sup> vez).
- O robô deve começar e terminar na respectiva localização da arena (INÍCIO, FIM).
- Alcançar cada Área de Serviço ativa com sucesso é recompensado uma vez com pontos. As Áreas de Serviço contam como alcançadas com sucesso conforme definido na seção 3.7.
- As tarefas de manipulação contam como bem-sucedidas conforme definido em 5.2.
- A pontuação para cada teste será calculada como descrito na seção 6.1
- Após a confirmação e registro das pontuações, não poderá haver mudanças.
- Todos os testes terão a duração de 15 minutos, e cada fase de preparação terá 3 minutos.

### 5.2 O que define uma manipulação bem sucedida

Um objeto é considerado capturado com sucesso se o robô pegar o objeto correto da área de serviço correta e o levar para fora da Zona de Manipulação, que é tratada com limites imaginários de altura infinita. O objeto deve estar acima da pegada do robô para uma captura bem-sucedida.

Quando fora da área de manipulação, o objeto deve ser colocado em cima do robô. Objetos que permanecerem no manipulador não serão considerados. Caso o objeto caia posteriormente durante o transporte, isso não invalida a captura do objeto, porém ele não poderá ser manipulado novamente e deve ser retirado da arena pelo líder da equipe.

Um robô pode levantar outros objetos, desde que esses objetos não sejam removidos da Zona de Manipulação em sua forma completa. Isso permite que um robô pegue e inspecione todos os objetos na estação de trabalho com sua câmera de múltiplos ângulos. Remover um objeto incorreto da Zona de Manipulação é tratado como uma Manipulação Incorreta de Objeto.

## 5.3 Testes basico

### 5.3.1 Manipulação Basica

- Em uma mesa, haverão 8 AprilTags (quatro sendo da cor vermelha e quatro da cor azul) em uma linha reta em ordem aleatória.
- O robô deverá organizar as AprilTags colando as AprilTags azuis no contêiner azul e as AprilTags vermelhas no contêiner vermelho.

### 5.3.2 Transporte Basico I

- Quatro objetos Figura[8] selecionados aleatoriamente devem ser transportados.
- Haverá duas áreas de serviço ativas e elas não estarão próximas umas das outras.
- Apenas mesas com uma altura de 10cm serão utilizadas.

### 5.3.3 Transporte Basico II

- Cinco objetos Figura[8] selecionados aleatoriamente devem ser transportados.
- Haverá quatro áreas de serviço ativas, cada uma cobrindo uma das quatro alturas de mesa (5, 10, 15 cm).
- Obstáculos físicos são colocados dentro da arena (um bloqueando, um semi-bloqueando).

## 5.4 Testes avançados

### 5.4.1 Manipulação Avançada

- Em uma mesa, haverão 8 AprilTags (sendo elas do ID 1 ou ID 8) em uma linha reta em ordem aleatória.
- O robô deverá organizar as AprilTags em linha reta e na ordem numérica crescente.

### 5.4.2 Transporte Avançado I

- Seis objetos (Figura[9], Figura[10]) selecionados aleatoriamente devem ser transportados.
- Três objetos de distração selecionados aleatoriamente são colocados em uma ou mais áreas de serviço (ativas) selecionadas aleatoriamente.
- Haverá cinco áreas de serviço ativas (três mesas e duas prateleira).
- Todas as alturas de mesa são utilizadas.
- Um objeto deve ser retirado de uma prateleira (parte superior).
- Um objeto deve ser colocado em uma prateleira (parte superior).
- Obstáculos virtuais (Barreiras) são colocados dentro da arena (um bloqueando, um não-bloqueando).

### 5.4.3 Transporte Avançado II

- seis objetos selecionados aleatoriamente, sendo dois da Figura[8], dois da Figura[9] e dois da Figura[10].
- quatro objetos iscas selecionados aleatoriamente são colocados junto dos outros objetos.
- Haverá seis áreas de serviço ativas (quatro mesas e duas prateleira).
- Todas as alturas de mesa são utilizadas.
- Os dois objetos Figura[8] devem ser colocados em um contêiner da cor azul.
- Os dois objetos Figura[9] devem ser colocados em um contêiner da cor vermelha.
- Os dois objetos Figura[10] devem ser colocados em uma prateleira (parte superior).
- Um obstáculo visual e um obstáculo físico são colocados dentro da arena.

## 5.5 Finais

A Final atua como o desempenho completo para os robôs, incluindo todos os elementos do RoboCup@Work. Com o número de objetos e áreas de serviço ativas no auge, a velocidade de planejamento e execução das tarefas podem se tornar um fator limitante para os robôs concorrentes.

Final

- Dez objetos selecionados aleatoriamente devem ser transportados.
- Oito objetos de isca selecionados aleatoriamente são colocados em uma ou mais áreas de serviço ativas selecionadas aleatoriamente.
- Haverá até 8 áreas de serviço ativas simultaneamente.
- Dois obstáculos visuais e dois físicos são colocados dentro da arena (dois bloqueadores, um semibloqueador, um não bloqueador).
- Quatro áreas de serviço terão uma superfície metálica.
- April Tags não poderão ser utilizadas.
- A cor e o tamanho dos objetos deverão ser levados em conta ao identificar e manipular o objeto. Por exemplo, o Objeto ID 1 será considerado parte do ID 2, ID 3 e ID 4, respectivamente.

## 6 Pontuação e Ranqueamento

### 6.1 Pontuação

Para cada teste, a pontuação final é calculada individualmente para cada equipe. A pontuação entre os testes pode variar, mas para evitar desvantagens, todas as equipes devem percorrer a mesma arena de desafio. O resultado será então calculado com base na tabela de pontos.

Concluído com sucesso	Pontos
Chegou à Área de trabalho	100
Objetos identificados	100
Objetos Pegos	50
Objetos Levados à Área de trabalho correta	100

Tabela 1: Exemplo de uma tabela simples.

Um "Perfect Run" ocorre quando todas as tarefas de um desafio são concluídas com sucesso dentro do tempo determinado. Caso isso seja alcançado, será atribuída uma pontuação extra.

**A pontuação é dada pela multiplicação do número de objetos do teste por 30 pontos.**

Número de Objetos	Pontuação
1	30
2	60
3	90
4	120
5	150

Tabela 2: Pontuação baseada no número de objetos

### 6.2 Tempo bônus

Caso uma equipe termine o trabalho dentro do tempo determinado, o tempo restante será convertido em uma pontuação extra, denominada Tempo bônus. O tempo restante é convertido para segundos, e para cada segundo é multiplicado por 1, resultando na pontuação extra total.

### 6.3 Simplificação

As equipes podem usar simplificações, o que resultará em uma redução de pontos para a execução dada. As simplificações podem ser escolhidas por execução, mas precisam ser anunciadas aos árbitros antes do início da execução.

### 6.4 Penalidades

Os pontos de penalidade são atribuídos da seguinte forma, cada vez que o incidente ocorre:

**ATENÇÃO:** Trapaça resulta na desqualificação da equipe e todos os pontos já obtidos são perdidos.

Situação	Pontuação
Perda de Objeto	-100
Manipulação Incorreta	-50
Dedução de Manipulação	50
Colisão Menor	-50
Colisão Major	Reinício ou -50%
Colisão com Fita	-5% até 25%
Interação Humana	-100
Trapaça	Zerar

## 6.5 Colisao

Apenas colisões do manipulador com a parte superior das áreas de serviço são permitidas durante um processo de Agarrar ou Colocar. Em todos os casos de colisão, as (Virtuais) Paredes e Obstáculos têm altura infinita. Os diferentes tipos de colisões que podem ocorrer são definidos nas seções seguintes. Qualquer colisão causa uma penalidade de pontos.

### 6.5.1 Colisao total

Se o robô (plataforma e manipulador) colidir com um elemento estático do ambiente ou tocar em uma Parede Virtual, isso é considerado uma colisão importante. Uma exceção a esta regra é quando os cabos do manipulador tocam o ambiente durante o processo de Agarrar ou Colocar. Conforme mencionado anteriormente, uma colisão com o garra com a parte superior das áreas de serviço é permitida, desde que não haja uma mudança fundamental no ambiente na área de serviço. Nesse caso, seria considerada uma colisão importante. Isso poderia ser, por exemplo, mover uma superfície arbitrária para fora da área de trabalho.

Se ocorrer uma colisão importante pela primeira vez, a equipe pode decidir entre as seguintes duas opções:

- Parar a execução e obter 50% dos pontos já alcançados.
- Reiniciar a execução (as regras normais de reinício se aplicam).

A decisão provavelmente dependerá do tempo restante da execução. Se ocorrer uma segunda colisão importante, a execução é interrompida e a equipe recebe 50% dos pontos alcançados na segunda tentativa.

### 6.5.2 Colisao Parcial

Se o robô colidir com Objetos (de Manipulação), Iscas enquanto se movimenta pela arena ou durante o processo de agarrar ou colocar são consideradas como Dedução Colisao Parcial.

### 6.5.3 Colisão com Fita

A fita vermelha/branca é chamada de Fita de Barreira e representa um Obstáculo Virtual. Se alguma parte do robô tocar a fita de barreira, é considerada uma Colisão com Fita. Colisões com Fita induzem a uma penalidade de pontos proporcional aos pontos finais da execução. Na primeira colisão, há uma penalidade de 5%. Na segunda colisão, a

penalidade aumenta para 10%. Na terceira colisão, a penalidade é de 25%. Além disso, como a colisão total pode requerer a reinicialização do teste.

## **6.6 Reneição**

Os pontos alcançados antes do reinício são zerados.

## Referências

- [1] Gerhard K. Kraetzschmar, Nico Hochgeschwender, Walter Nowak, Frederik Hegger, Sven Schneider, Rhama Dwiputra, Jakob Berghofer, and Rainer Bischoff. Robocup@work: Competing for the factory of the future. In Reinaldo A. C. Bianchi, H. Levent Akin, Subramanian Ramamoorthy, and Komei Sugiura, editors, *RoboCup 2014: Robot World Cup XVIII*, volume 8992 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 171–182. Springer International Publishing, 2015.
- [2] Asad Norouzi Lucas Reinhart Martin Sereinig Christoph Steup Leander Bartsch, Marco Masannek. Robocup@work 2023 - rulebook. <https://atwork.robocup.org/rules/>, 2023.