

# **Ambiente Virtual para Simulação de Futebol de Robôs**

## **Aplicado ao Estudo de Programação, Sistemas Inteligentes e Robótica.**

**Paulo H. S. Silva<sup>1</sup>, Amanda P. Caetano<sup>1</sup>, Rodrigo T. B. de Almeida<sup>1</sup>,  
Marcos G. Prado<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Faculdade Independente do Nordeste (FAINOR)

Av. Luis Eduardo Magalhães, 1305 – Candeias - Vitória da Conquista - BA

paulohenriquesousa1997@gmail.com, amandaprates-12@hotmail.com,  
rodrigocontaa@outlook.com, marcosprado@fainor.com.br

**Resumo.** *A consolidação da teoria com a prática é um dos principais desafios no processo de ensino e aprendizagem, tanto na educação básica como na superior. O crescente número de ferramentas digitais, que podem ser usadas nesse processo, tem auxiliado alunos e professores na construção do conhecimento. Dessa forma, esse trabalho apresenta um ambiente virtual para a simulação de futebol de robôs, aplicado em aulas práticas de disciplinas que envolvem linguagens de programação, sistemas inteligentes e robótica. A plataforma de simulação gerencia uma partida de futebol, onde a programação de cada jogador é feita pelo usuário. A demonstração de funções básicas, para o controle de uma partida, envolvem conteúdos como programação orientada a objeto, recursão, buscas heurísticas, sensores e atuadores. O uso de jogos, como o futebol de robôs, na educação visa ampliar o interesse e a curiosidade dos alunos em buscar novos conhecimentos e para o educador, a possibilidade de expandir suas metodologias de ensino.*

**Abstract.** *The consolidation of theory and practice is one of the main challenges in the teaching and learning process, both in basic and higher education. The growing number of digital tools that can be used in this process has helped students and teachers build knowledge. Therefore, this work presents a virtual environment for robot soccer simulation, applied in practical classes of disciplines that involve programming languages, intelligent systems and robotics. The simulation platform manages a soccer game, where the programming of each player is made by the user. The demonstration of basic functions for controlling a match involves content such as object-oriented programming, recursion, heuristic searches, sensors, and actuators. The use of games, such as robot soccer, in education aims to broaden the interest and curiosity of students in seeking new knowledge and to the educator, the possibility of expanding their teaching methodologies.*

## 1. Introdução

Com a necessidade da inovação do ensino em cursos de engenharia é necessário que os alunos possuam métodos para obter conhecimento e habilidades essenciais para sua formação profissional. Diante desta necessidade de renovação constante dos laboratórios e metodologias de ensino, é fundamental o avanço em métodos de ensino no nível superior para a abstração de conhecimento a quem discorre sobre esse tipo de conteúdo.

Nos cursos de engenharia, a utilização de laboratórios é primordial para que os discentes obtenham conhecimento e habilidades importantes para sua formação profissional. Simuladores como o SoccerSimulator são usados para testar sistemas robóticos em ambientes virtuais, como exemplo, os simuladores V-REP e ROS que são usados como base de testes de ensino e pesquisa em robótica e inteligência artificial.

Segundo Rapkiewicz, *et. al.* (2007), a programação está presente implicitamente no jogo e na forma com que o jogo é pensado pelo aluno. Com a utilização de jogos, os alunos se sentem mais motivados no desenvolvimento das tarefas e, por consequência, desenvolvem um raciocínio maior quando os mesmo possuem elementos multimídia que conseguem focar a atenção de uma melhor forma do que a didática em sala de aula.

Rapkiewicz, *et. al.* (2007) considera também que a simulação é um benefício que o jogo oferece, uma vez que o discente consegue visualizar a sua ação sobre o jogo e através da simulação é possível alcançar um resultado baseado nos passos realizados pelo mesmo, sendo assim, o jogo permite tornar real o que seria somente pensado, no caso de problemas passados pelo professor em aula.

Será abordado neste artigo o uso da plataforma de simulação de futebol de robôs, o SoccerSimulator, iniciativa da RoboCup, com o intuito de proporcionar uma aperfeiçoamento na metodologia de ensino em disciplinas essenciais em disciplinas de computação.

## 2. Trabalhos Relacionados

O trabalho de Casara, Zamparete e Beloli (2014) apresenta uma aplicação da plataforma eletrônica Arduino como forma de contribuição para a melhoria da qualidade de formação acadêmica em um curso de Engenharia Elétrica. A metodologia foi aplicada para alunos do primeiro semestre, durante a disciplina de Algoritmos e Linguagem de Programação, introduzindo os conceitos de eletrônica digital e sistemas embarcados em uma carga horária de 16 horas.

Ao longo da atividade facilitadora, os alunos foram capazes de desenvolver um projeto com a plataforma Arduino e outros dispositivos de entrada e saída de dados. Ao final, uma pesquisa de opinião mostrou que mais de 50% dos participantes da atividade, consideraram-se motivados para o aprendizado de linguagem de programação.

Lopes (2017) em seu trabalho apresenta um ambiente de controle e programação de robô móvel (CPE) e suas aplicações pedagógicas, o sistema é um laboratório remoto para robótica e uma ferramenta de programação online para servir como um ambiente virtual de aprendizagem. O robô foi construído com componentes de baixo custo e possui sensores que permitem seu uso em várias experiências. O CPE pode ser usado no

ensino contextualizado em vários assuntos da ciência da computação, tanto em sala de aula presencial como a distância.

Para validar os benefícios do uso do CPE como uma ferramenta educacional um workshop de programação foi projetado para manipular o robô móvel, o principal objetivo do workshop foi avaliar a perspectiva de aprendizagem de programação e a experiência do usuário do CPE.

O trabalho mostrou que o CPE tem um grande potencial para ajudar professores em contextualização da educação em informática, demonstrando também que os alunos estão interessados em usar ambientes virtuais em seus processos de aprendizagem.

Dotta (2011) expõe o uso de uma mídia social como ambiente virtual de aprendizagem colaborativa com o objetivo de verificar se sua aplicação pode ampliar ou motivar a colaboração em atividades de aprendizagem. A metodologia foi baseada na criação de um espaço em uma mídia social para a realização de atividades ao longo de um período de aulas na disciplina de Comunicação e Redes.

A proposta de se utilizar uma mídia social como ambiente virtual de aprendizagem colaborativa apresentou inúmeros desdobramentos, verificou-se que a sua utilização motivou a colaboração, uma das razões dessa motivação pode ser atribuída às características da interface da mídia social, que oferece flexibilidade de adaptação das ferramentas e do layout aos interesses dos usuários.

Gallinari (2010) em seu trabalho RoboCup Simulation 2D: Uma Perspectiva Evolutiva Tecnológica extrai três modelos utilizados em épocas distintas da referida competição, fazendo uma análise evolutiva acerca das técnicas e comportamentos apresentados em cada um deles. Neste trabalho foi possível concluir uma evolução não só por parte dos clientes, mas também do servidor que os comporta (soccerserver), inserindo características que o aproximam cada vez mais de um jogo real de futebol.

### **3. RoboCup**

O RoboCup é uma competição de frequência anual que busca promover pesquisas nas áreas de robótica e inteligência artificial através da proposição de plataformas estimulantes fundamentadas em problemas do mundo real que sejam capazes de atrair o grande público.

A simulação em duas dimensões (2D) é disputada por dois times composto de onze jogadores e técnico, na figura 1 é possível verificar o ambiente de simulação com os dois times ainda fora de campo.

O time utiliza regras pré-definidas para determinar as estratégias do goleiro, dos defensores, jogadores do meio de campo e atacantes, é através destas estratégias que os agentes vão se comportar no campo e tomar suas decisões. Não existe uma estratégia padrão, a partir da lógica criada é possível desenvolver várias estratégias para o que melhor convém para o estilo da equipe.

Vale ressaltar que em nenhuma das partidas existe intervenção humana nas decisões por parte dos robôs (jogadores). O sistema de simulação do futebol de robô é implementado pela linguagem C++ por ser uma linguagem orientada objeto, possibilitando assim que possa haver uma abstração de dados utilizando classes.



Figura 1. Parte visual da simulação 2D.

#### 4. Objetivos da pesquisa

A proposta da pesquisa é estudar sobre o SoccerSimulator e aplicá-lo ao ensino e aprendizagem em disciplinas no curso de engenharia. Para isso, foi realizado um estudo acerca do funcionamento do ambiente de simulação com o intuito de aplicar para potencializar o ensino em disciplinas essenciais para a formação do engenheiro.

Foi proposto a criação de um roteiro de aula para ser aplicado em atividades práticas em laboratório com a finalidade de promover uma nova experiência em aula e a hospedagem de uma máquina virtual com as pendências do SoccerSimulator instaladas para download e uso do simulador.

#### 5. RoboCup SoccerSimulator

O RoboCup SoccerSimulator (RCSS) é o sistema responsável pela realização do jogo e é dividido em duas partes, o Soccer Server que controla as regras do jogo e é conectado com o Soccer Monitor, responsável pela parte gráfica e de visualização do campo e da partida.

As conexões cliente/servidor são realizadas utilizando o protocolo de rede UDP e através do socket produzido, as informações são transmitidas entre o cliente e o servidor. O cliente atua como a parte pensante do jogador e é responsável por executar todas as estratégias ensinadas a ele.

Na figura 2 é visto o funcionamento da parte gráfica do simulador, rcssmonitor, com os times do Agent2D e Enigma, ambos os times disponibilizaram seu código fonte como *framework* para que fosse possível utilizá-los para estudo. Por conta da proposta do RoboCup de promover pesquisas nas áreas de robótica é comum alguns times da

simulação 2D disponibilizarem seus códigos, na versão básica, para que outros times possam utiliza-los como framework, como os times já demonstrados na figura 2.



**Figura 2. Times do Agent2d-3.1.1 e Enigma**

Esses times são chamados de time-base e permite que outras equipes possam estudar o comportamento dos agentes e na estratégia a ser designada, uma vez que, com o framework disponibilizado, não será necessário a elaboração de ações básicas dos agentes.

Os frameworks mais utilizados são o Agent2D, WE-Base e UvaTrilearn. Neste artigo será utilizado como framework o Agent2D, mostrado na figura 2, foi desenvolvido por Hidehisa Akiyama e tem como linguagem de programação o C++, dentre os três frameworks citados, o Agent2D é o mais atualizado. A documentação do Agent2D é escassa em inglês e possui um manual em japonês, contudo, possui uma ampla cobertura em relação às habilidades básicas.

## **6. Aplicação do simulador em programação orientada a objetos**

Cortés (2015) afirma que um tipo de dado definido pelo usuário, incrementado com a definição e implementação das operações necessárias para a sua manipulação, constitui um Tipo Abstrato de Dados.

A utilização das mesmas permite que linguagens de programação de propósito geral sejam personalizadas para um domínio de aplicação mais específico. Um Tipo de Abstrato de Dado não é reconhecido por um compilador e é tarefa do programador programar, abstraindo o que é mais relevante, para que seja possível a construção de um modelo que execute as tarefas necessárias.

Uma partida de futebol conta com atividades como chutar, tocar, correr, driblar, interceptar um passe e inúmeras outras ações, sendo assim, para que exista esse desenvolvimento do Soccersimulator, todas essas interações que existem no futebol necessitam antes serem abstraídas e implementadas, é neste aspecto onde a programação orientada a objeto se mostra relevante.

No time Agent2D, na sua versão 3.1.1 existem ações básicas implementadas, como drible, passe, chute, como também ações mais elaboradas como driblar e chutar, analisar campo, girar o pescoço para receber bola e estratégias de jogo.

Como dito acima, o drible é uma ação abstraída e implementada como um tipo, classe, em um time na simulação de futebol 2D. O framework Agent2D na sua versão 3.1.1 dispõe de arquivos com o comportamento de time juntamente com as estratégias, como demonstrado na figura 3, dentre esses arquivos será exposto sobre a programação presente no arquivo Dribble.h.



**Figura 3. Arquivos do time Agent2D-3.1.1**

Arquivos .h na programação em C são arquivos de cabeçalho, que possuem partes de códigos que o compilador necessita para executar outros códigos do mesmo programa, em outras palavras, são estrutura de dados, classes, que contém funções e métodos implementados que serão utilizados posteriormente em algum momento na programação.

A seguir, será apresentado parte da programação contida no arquivo Dribble.h no time agent2D.

```

1. namespace rcsc {
2. class Dribble
3.     : public CooperativeAction {
4. private:
5. public:
6.     Dribble( const int dribbler,
7.             const rcsc::Vector2D & target_point,
8.             const double & ball_speed,
9.             const int kick_count,
10.            const int turn_count,
11.            const int dash_count,
12.            const char * description = 0 );
13. };
14. }

```

Pode-se encontrar na linha dois a utilização de programação orientada a objetos na criação da classe Dribble, juntamente com suas atribuições de private e public nas linhas seguintes, também é notado a utilização de ponteiros na linha doze, outro conteúdo importante da programação.

O framework utilizado neste artigo contém o Dribble.cpp, arquivos cpp são responsáveis pelas chamadas de determinadas classes para utilizar as implementações feitas na mesma. A seguir é apresentada parte da programação presente no arquivo Dribble.cpp.

```

1. namespace rcsc{
2.     Dribble::Dribble( const int dribbler,
3.                     const rcsc::Vector2D &
4. target_point,
5.                     const double & ball_speed,
6.                     const int kick_count,
7.                     const int turn_count,
8.                     const int dash_count,
9.                     const char * description )
10.        : CooperativeAction(
11. CooperativeAction::Dribble,
12.                        dribbler,
13.                        target_point,
14.                        kick_count + turn_count +
dash_count,
15.                        description )
16.    {
17.        setTargetPlayerUnum( dribbler );
18.        setFirstBallSpeed( ball_speed );
19.        setKickCount( kick_count );
20.        setTurnCount( turn_count );
21.        setDashCount( dash_count );
22.    }
23. }

```

Na linha dois, pode-se notar a utilização de herança, Dribble::Dribble, conteúdo presente na disciplina de programação. Ao decorrer deste trecho de código é encontrado a utilização de herança nas linhas três e onze, encontra-se também na linha nove a utilização de ponteiros.

### 6.1 Utilização da ferramenta em laboratórios

Utilizando máquinas virtuais é possível fazer a utilização do simulador instalado em qualquer laboratório que possua o VirtualBox, programa que permite instalar e executar diferentes sistemas operacionais em um único computador, fazendo assim, com que todas as pendências do simulador sejam instaladas uma única vez e distribuídas como uma máquina virtual clonada, como demonstrado na figura 4.

Com isto, uma aula prática pode ser realizada por um professor em um laboratório de informática, aprofundando o estudo de programação orientada a objetos, heranças, ponteiros, etc., utilizando do benefício da simulação, onde se é possível tornar real o que a princípio seria somente pensado pelo aluno.

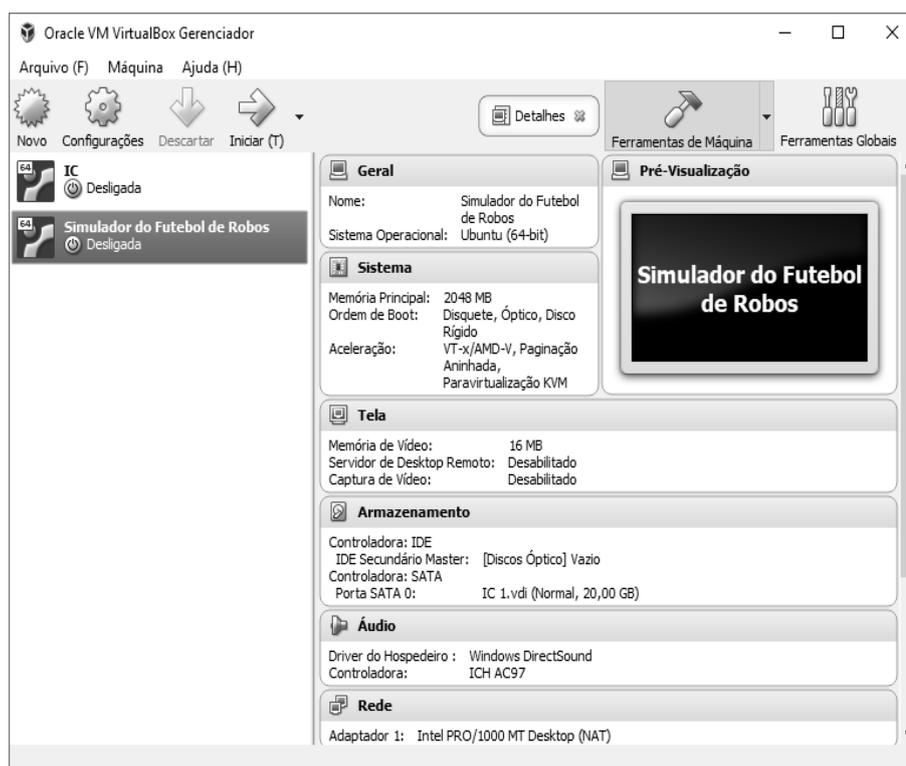


Figura 4. Máquina Virtual com o Simulador Instalado

O download da máquina virtual com todas as pendências do SoccerSimulator previamente instalada pode ser encontrada no link: <[https://drive.google.com/open?id=1tbC5hruarh78PtmDMUwKCJ0I3R\\_2rg6Y](https://drive.google.com/open?id=1tbC5hruarh78PtmDMUwKCJ0I3R_2rg6Y)>. Com isso só é necessário que o responsável por gerenciar o uso do simulador importe a máquina virtual nos computadores com o VirtualBox instalado podendo assim, promover uma aula no laboratório utilizando o simulador e realizando tarefas como o estudo e detalhamento de classes e a criação/adaptação de novas ações derivadas dessas existentes.

## 7. Plano de aula

<b>Curso:</b> Engenharia de Computação	<b>Disciplina:</b> Algoritmos de Programação 2
<b>Tema:</b> Utilização do SoccerSimulator para o estudo de Classes na programação orientada a objeto.	
<b>OBJETIVO GERAL</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>
Utilizar o SoccerSimulator para introduzir conceitos básicos de programação orientada ao objeto, para auxiliar a definir e entender conceitos como: passagem de parâmetros, ponteiros, recursividade, objetos, classes, herança.	Compreender as estruturas básicas da programação orientada ao objeto com o intuito de implementar e modificar ações existentes em uma partida de futebol utilizando os conceitos de programação orientada ao objeto;
<b>METODOLOGIA</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definir um time base;</li><li>2. Escolher uma função básica preexistente;</li><li>3. Entender o funcionamento da Classe e alterar funções que afetem o desempenho desta função durante a partida;</li><li>4. Testar a Classe alterada em uma partida e verificar o desempenho da nova Classe;</li><li>5. Analisar o desempenho da nova Classe.</li></ol>	
<b>RECURSOS NECESSÁRIOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Computador com VirtualBox instalado.</li><li>• Importação da máquina virtual disponível no link: &lt;<a href="https://drive.google.com/open?id=1tbC5hruarh78PtmDMUwKCJ0I3R_2rg6Y">https://drive.google.com/open?id=1tbC5hruarh78PtmDMUwKCJ0I3R_2rg6Y</a>&gt;</li></ul>	

## 8. Considerações Finais

O aprendizado de programação em cursos da área de computação é de fundamental importância. Com isto, a necessidade da utilização de ferramentas e novos métodos de ensino é muito relevante. Este artigo apresenta o simulador do futebol de robôs, na categoria de simulação 2D, e o seu encaixe com disciplinas de programação para

facilitar o processo de ensino e aprendizagem da disciplina de programação orientada a objetos e programação em geral.

Isto pode ser feito estudando sobre as etapas do funcionamento da criação de classes para determinadas necessidades como acontece no futebol de robôs, demonstrando a importância da utilização de recursos que possibilitam os alunos absorverem e praticar o que lhe vem sendo ensinado. De acordo com Santos (2006), os softwares que utilizam animações, bem como as demais ferramentas educacionais que exploram o desenvolvimento da prática auxiliam o aprendiz a caminhar da compreensão abstrata para o entendimento real da funcionalidade de uma determinada estrutura.

## Referências

- CASARA, Vinicius Pelizzer; ZAMPARETTE, Roger Luís Brito; BELOLI, Amanda Santana Rodrigues. Utilização da plataforma Arduino como forma de contribuição para a melhoria da qualidade da formação acadêmica dos alunos e introdução de novas práticas pedagógicas no curso de engenharia elétrica. Anais: XLII – Congresso Brasileiro de Educação de Engenharia. Juiz de Fora, MG, 2014.
- CORTÉS, M. I. Computação: Estrutura de Dados. 3º Ed. Fortaleza, Ceará. 2015. EdUECE. Disponível em: <[https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/204083/2/Livro\\_Computacao\\_Estrutura%20de%20Dados.PDF](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/204083/2/Livro_Computacao_Estrutura%20de%20Dados.PDF)>
- LOPES, Máisa Soares dos Santos et al. Web environment for programming and control of a mobile robot in a remote laboratory. IEEE Transactions on Learning Technologies, v. 10, n. 4, p. 526-531, 2017.
- DOTTA, Sílvia. Uso de uma mídia social como ambiente virtual de aprendizagem. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2011. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1623/1388>> .
- GALLINARI, D. B. RoboCup Simulation 2D Uma Perspectiva Evolutiva Tecnológica. FEEC, UNICAMP. Junho, 2010. Disponível em: <[http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA009/artigos/IA009\\_2010\\_15.pdf](http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA009/artigos/IA009_2010_15.pdf)>.
- RAPKIEWICZ, E.C; FALKEBACH G; SEIXAS, L; ROSA, N.S; CUNHA, V.V; KLEMANN, M. Estratégias Pedagógicas No Ensino De Algoritmos e Programação Associadas Ao Uso De Jogos Educacionais. Renote, Rio Grande do Sul, v.4 n.2 2006. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10183/22862>>
- SANTOS, R. P.; COSTA, H. A. X. Análise de Metodologias e Ambientes de Ensino para Algoritmos, Estruturas de Dados e Programação aos iniciantes em Computação e Informática. In INFOCOMP – Journal of Computer Science, Lavras/MG – Brasil, v. 5, n. 1, p. 41-50, 2006. Disponível em: < <http://www.cos.ufrj.br/~rps/pub/periodicos/2006/INFOCOMP.pdf>>.