



Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Engenharia de Software

# **Máquina de Raciocínio Lógico para Tomada de Decisões Estratégicas em Robotica Educacional**

Autor: Carolina Barros Ramalho  
Orientador: (Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano)

Brasília, DF  
2015





Carolina Barros Ramalho

# **Máquina de Raciocínio Lógico para Tomada de Decisões Estratégicas em Robotica Educacional**

Monografia submetida ao curso de graduação  
em (Engenharia de Software) da Universi-  
dade de Brasília, como requisito parcial para  
obtenção do Título de Bacharel em (Enge-  
nharia de Software).

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: (Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano)

Coorientador: (Prof. Dr. Maurício Serrano)

Brasília, DF

2015

---

Carolina Barros Ramalho

Máquina de Raciocínio Lógico para Tomada de Decisões Estratégicas em Robotica Educacional/ Carolina Barros Ramalho. – Brasília, DF, 2015-  
45 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: (Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano)

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA , 2015.

1. Palavra-chave01. 2. Palavra-chave02. I. (Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano). II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Máquina de Raciocínio Lógico para Tomada de Decisões Estratégicas em Robotica Educacional

CDU 02:141:005.6

---

# Errata

Elemento opcional da ??, 4.2.1.2). **Caso não deseje uma errata, deixar todo este arquivo em branco.** Exemplo:

FERRIGNO, C. R. A. **Tratamento de neoplasias ósseas apendiculares com reimplantação de enxerto ósseo autólogo autoclavado associado ao plasma rico em plaquetas:** estudo crítico na cirurgia de preservação de membro em cães. 2011. 128 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

Folha	Linha	Onde se lê	Leia-se
1	10	auto-conclavo	autoconclavo



Carolina Barros Ramalho

# **Máquina de Raciocínio Lógico para Tomada de Decisões Estratégicas em Robotica Educacional**

Monografia submetida ao curso de graduação em (Engenharia de Software) da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia de Software).

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 01 de junho de 2013:

---

**(Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Milene Serrano)**  
Orientador

---

**Titulação e Nome do Professor**  
**Convidado 01**  
Convidado 1

---

**Titulação e Nome do Professor**  
**Convidado 02**  
Convidado 2

Brasília, DF  
2015





**A dedicatória é opcional. Caso não deseje uma, deixar todo este arquivo em  
branco.**

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,  
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*



# Agradecimentos

A inclusão desta seção de agradecimentos é opcional, portanto, sua inclusão fica a critério do(s) autor(es), que caso deseje(em) fazê-lo deverá(ão) utilizar este espaço, seguindo a formatação de *espaço simples e fonte padrão do texto (arial ou times, tamanho 12 sem negritos, aspas ou itálico*.

**Caso não deseje utilizar os agradecimentos, deixar toda este arquivo em branco.**



A epígrafe é opcional. Caso não deseje uma, deixe todo este arquivo em  
branco.

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,  
mas transformai-vos pela renovação da mente,  
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:  
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.  
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)*



# Resumo

O resumo deve ressaltar o objetivo, o método, os resultados e as conclusões do documento. A ordem e a extensão destes itens dependem do tipo de resumo (informativo ou indicativo) e do tratamento que cada item recebe no documento original. O resumo deve ser precedido da referência do documento, com exceção do resumo inserido no próprio documento. (...) As palavras-chave devem figurar logo abaixo do resumo, antecedidas da expressão Palavras-chave:, separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto. O texto pode conter no mínimo 150 e no máximo 500 palavras, é aconselhável que sejam utilizadas 200 palavras. E não se separa o texto do resumo em parágrafos.

**Palavras-chaves:** latex. abntex. editoração de texto.





# Abstract

This is the english abstract.

**Key-words:** latex. abntex. text editoration.



## Lista de ilustrações



## Lista de tabelas



# Lista de abreviaturas e siglas

Fig.            Area of the  $i^{th}$  component

456            Isto é um número

123            Isto é outro número

lauro cesar    este é o meu nome





# Lista de símbolos

$\Gamma$	Letra grega Gama
$\Lambda$	Lambda
$\zeta$	Letra grega minúscula zeta
$\in$	Pertence



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>27</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b>	<b>27</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b>	<b>28</b>
<b>1.3</b>	<b>Questão de Pesquisa</b>	<b>29</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos</b>	<b>30</b>
1.4.1	Objetivo geral	30
1.4.2	Objetivos específicos	30
<b>1.5</b>	<b>Organização de capítulos</b>	<b>30</b>
	<b>Referências</b>	<b>33</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>35</b>
	<b>APÊNDICE A – PRIMEIRO APÊNDICE</b>	<b>37</b>
	<b>APÊNDICE B – SEGUNDO APÊNDICE</b>	<b>39</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>41</b>
	<b>ANEXO A – PRIMEIRO ANEXO</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO B – SEGUNDO ANEXO</b>	<b>45</b>



# 1 Introdução

Este documento apresenta considerações gerais e preliminares relacionadas à redação de relatórios de Projeto de Graduação da Faculdade UnB Gama (FGA). São abordados os diferentes aspectos sobre a estrutura do trabalho, uso de programas de auxílio a edição, tiragem de cópias, encadernação, etc.

## 1.1 Contextualização

O termo robô surgiu em meados do século XX, derivado da palavra tcheca *robota*, que significa trabalhador forçado (ou escravo) (SILVA, 2009). Desde esta época, a propagação do conceito de robôs está acontecendo de forma acelerada, seja por filmes de ficção científica, ou documentários, ou desenhos animados. Os robôs saíram, de fato, da ficção científica em 1961, quando Joseph Engelberger desenvolveu o primeiro robô comercial, o UNIMATE, e desde então estão cada dia mais inseridos em meio a sociedade, seja como elevadores, caixas eletrônicos, robôs de entretenimento ou de chão de fábrica (MURPHY, 2000 apud SILVA, 2009). Segundo (SILVA, 2009), um robô deve ter, idealmente, os seguintes elementos:

- Atuadores: São os meios utilizados para que o robô se locomova e/ou altere a forma de seu corpo. Exemplo: pernas, rodas, articulações, garras, dentre outros.
- Sensores: São os meios utilizados pelo robô para medir e conhecer o ambiente, detectando objetos, calor ou luz, e convertendo essa informação em símbolos processados por computadores.
- Computador: É o responsável por controlar o robô através de algoritmos nele implementados.
- Equipamentos ou mecanismos: São ferramentas ou equipamentos mecânicos.

Um robô pode ser categorizado em um dos três grupos, atualmente conhecidos: manipuladores, móveis e híbridos. Os robôs manipuladores são fixos ao seu local de trabalho; os móveis se locomovem por meio dos atuadores, e os híbridos são um composto das duas categorias anteriores (RUSSEL; NORVIG, 2004 apud SILVA, 2009).

A robótica é uma ciência, em rápida ascensão, que envolve áreas do conhecimento como: microeletrônica, computação, engenharia mecânica, inteligência artificial, física, neurociência, entre outras. Portanto, estuda tecnologias associadas a projeto, fabricação, teoria e aplicação dos robôs.

Sendo a robótica uma área tão interdisciplinar, usá-la como instrumento de aprendizagem é um tanto quanto benéfico, pois ensina a criança e/ou jovem a trabalhar em equipe, desenvolver o raciocínio lógico através de problemas concretos, estimulando a leitura, exploração, investigação, criatividade e organização. Além de aprimorar a parte motora do indivíduo ao trabalhar com o hardware do robô, também é aprimorado o raciocínio lógico e a abstração ao programar o software do robô.

Em meados dos anos 60, Seymour Papert, reconhecido matemático, educador e pesquisador do MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), criou a linguagem de programação LOGO. Essa linguagem foi utilizada nos kits educacionais da LEGO, conferindo o início do sistema educacional LEGO-LOGO. Nesse sistema, as crianças têm a possibilidade de construir seus robôs protótipos com os blocos de montagem e outros recursos do kit educacional da LEGO bem como programar com a linguagem LOGO, gerando o comportamento desejado nesses protótipos.

Um dos kits de robótica mais populares criados pela LEGO é o Mindstorms, que combina um computador programável, NTX ou RCX dependendo da versão, com motores elétricos, engrenagens, peças de encaixe, polias, roscas, dentre outros. Este kit contém cerca de mil peças LEGO, incluindo o computador, o CD-ROM do software Mindstorms, um transmissor infravermelho para envio de programas para o robô, um guia do construtor, motores, sensores, rodas, pneus, conectores e outros. Para aprimorar o aprendizado, a LEGO disponibiliza, além do kit de peças para montagem dos robôs, um tapete de missões a serem realizadas pelos mesmos. Cada missão do tapete tem uma pontuação máxima, que poderá ser alcançada se a missão for completada dentro do tempo e sem penalidades. É possível completar 'n' missões dentro do tempo limite.

## 1.2 Justificativa

Retomando aspectos apontados na contextualização, seguem algumas preocupações intrínsecas desse contexto, com as quais procura-se justificar as necessidades: (i) de uma investigação mais detalhada quanto à literatura associada; (ii) da elicitação de soluções candidatas, apoiadas na Engenharia de Software, na Inteligência Artificial e no Projeto e Análise de Algoritmos, e (iii) da implementação de uma solução dentre as elicitadas.

O curso de Engenharia de Software da UnB/FGA oferece uma disciplina chamada Robótica Educacional. Dentre os objetivos dessa disciplina, tem-se a intenção de formar grupos de granduandos para competições em robótica, âmbito regional, nacional e internacional. Nesse contexto, são estabelecidos desafios aos grupos de alunos matriculados na disciplina. Esses desafios orientam-se pelas propostas de atividades da First LEGO League ([KAMEN](#); [KRISTIENSEN](#), ). Uma preocupação intrínseca dos grupos partici-

pantes consiste em lidar com diferentes variáveis, em tempo de competição. No caso, destacam-se: tempo total estabelecido para conclusão das missões, localização atual do robô e pontuação das missões.

No intuito de colaborar na formação de uma equipe competitiva, têm-se como preocupações a serem investigadas nesse Trabalho de Conclusão de Curso, principalmente:

- O fato do tempo total para a conclusão das missões ser relativamente curto para que todas sejam realizadas, logo são necessários algoritmos que permitam a seleção dessas missões considerando o tempo como um fator impactante.
- Não apenas o tempo, mas para realizar essa seleção de forma apropriada, outras variáveis devem ser consideradas, tais como:
  - Localização atual do robô, pois dependendo da posição do robô em relação ao tapete o tempo de locomoção para realizar uma missão irá mudar.
  - Pontuação das missões, pois pode existir uma missão 'X' que gaste o mesmo tempo para ser realizada que uma missão 'Y', porém 'X' tem uma maior pontuação que 'Y', logo será mais valoroso executar a missão 'X' do que a missão 'Y'.

Diante do exposto, acredita-se que a elaboração de uma base de conhecimento orientada ao Paradigma Lógico (TUCKER; NOONAN, 2009, chap. 15), especificamente implementada com base em algoritmos da Inteligência Artificial, conferirá ao robô a capacidade de gerar um roteiro de missões, sendo esse o de maior pontuação possível de ser realizada dentro do tempo restante.

Pretende-se, com tal esforço, agregar valor na formação de uma equipe competitiva em robótica, disponibilizando uma máquina de raciocínio apoiada em algoritmos avançados e instigando os membros da equipe a refinarem essa máquina de forma evolutiva e continuamente.

## 1.3 Questão de Pesquisa

Este TCC buscará responder ao seguinte questionamento: É possível implementar uma inteligência artificial no robô LEGO Mindstorms, i.e. uma máquina de raciocínio lógico, de tal forma que dada uma posição ( $X_0$ ,  $Y_0$ ) e um tempo restante, esse robô consiga gerar um roteiro de missões a serem executadas para alcançar a maior pontuação possível?

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo geral

Prover uma máquina de raciocínio lógico, considerando um algoritmo específico para tomada de decisões, com a qual o robô deverá ser capaz de selecionar as missões, compondo um roteiro, de forma que a pontuação seja maximizada em relação ao tempo disponível, previamente estabelecido.

### 1.4.2 Objetivos específicos

Com base nas colocações apresentadas nos tópicos anteriores, são objetivos específicos deste TCC:

- Investigar algoritmos candidatos à solução da questão de pesquisa considerando, em um primeiro escopo dessa atividade, o estudo de algoritmos gulosos, programação dinâmica e Paradigma Lógico;
- Implementar uma solução que agregue ao robô a capacidade de gerar roteiros de missões de máxima pontuação a partir de um ponto inicial e um tempo restante.
- Estudar o funcionamento do kit educacional LEGO Mindstorms visando a realização de uma pesquisa exploratória/experimental que permita a verificação quanto a pertinência da solução estabelecida para o contexto investigado.
- Estabelecer uma metodologia de desenvolvimento, orientada às boas práticas da Engenharia de Software, no intuito de conduzir o processo investigativo, a implementação da solução bem como a verificação dessa solução no contexto acordado.

## 1.5 Organização de capítulos

Este trabalho está disposto entre 7 capítulos:

- Introdução: este capítulo, que visa explanar sobre a motivação deste trabalho.
- Referencia Teórico: explana sobre a evolução da robótica educacional, conceitos fundamentais do paradigma lógico e programação dinâmica.
- Referencial Tecnológico: aborda as tecnologias utilizadas no desenvolvimento tanto da máquina de raciocínio quanto da prova de conceito, expondo ferramentas, plugins e kits utilizados.
- Metodologia: análise acerca das dificuldades e riscos do trabalho, fluxo e descrição das atividades, cronograma e métodos utilizados.



- Proposta: descreve em detalhes a máquina de raciocínio desde a arquitetura até a implementação do algoritmo.
- Resultados obtidos: relata as divergências e convergências entre os resultados esperados e obtidos.
- Conclusão: efetua uma breve reflexão sobre o trabalho e lista atividades previstas para a continuação do mesmo.



## Referências

KAMEN, D.; KRISTIANSEN, K. K. *First lego league*. Citado na página 28.

MURPHY, R. *Introduction to AI robotics*. [S.l.]: MIT press, 2000. Citado na página 27.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. Inteligência artificial. *Editora Campus*, 2004. Citado na página 27.

SILVA, A. F. D. *RoboEduc: Uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional*. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2009. Citado na página 27.

TUCKER, A.; NOONAN, R. *Linguagens de Programação-: Princípios e Paradigmas*. [S.l.]: Grupo A Educação, 2009. Citado na página 29.



## Apêndices



# APÊNDICE A – Primeiro Apêndice

Texto do primeiro apêndice.





## APÊNDICE B – Segundo Apêndice

Texto do segundo apêndice.



# Anexos



## ANEXO A – Primeiro Anexo

Texto do primeiro anexo.



## ANEXO B – Segundo Anexo

Texto do segundo anexo.