

**GUILHERME VIEIRA**

**O USO DOS CONCEITOS DE TECNOLOGIA ADAPTATIVA NO DESENVOLVIMENTO  
DE APLICAÇÕES PARA ROBÓTICA EDUCACIONAL**

**Assis/SP  
2019**

**GUILHERME VIEIRA**

**O USO DOS CONCEITOS DE TECNOLOGIA ADAPTATIVA NO DESENVOLVIMENTO  
DE APLICAÇÕES PARA ROBÓTICA EDUCACIONAL**

Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de  
Iniciação Científica e em Desenvolvimento Tecnológico e  
Inovação – PIBITI / CNPq / FEMA

**Orientando:** Guilherme Vieira

**Orientador:** Dr. Almir Rogério Camolesi

**Assis/SP  
2019**

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	04
2. Robótica Lego.....	05
2.1 Lego Mindstorm.....	05
3. Tecnologia Adaptativa.....	10
4. Uso de Tecnologia Adaptativa em Robótica LEGO.....	11
4.1 Estudo de Caso.....	11
4.2 Implementação do Estudo de Caso.....	11
5. Desenvolvimento.....	12
5.1. Construção do robô.....	12
5.2. Programação adaptativa do robô lego.....	13
6. Conclusões e Trabalhos Futuros.....	15
7. Referências.....	16

## 1. Introdução

Uma técnica utilizada para auxiliar os projetistas na modelagem de aplicações com comportamento modificável é a tecnologia adaptativa (NETO, 1993). A tecnologia adaptativa envolve um dispositivo não adaptativo (subjacente) já existente em uma camada adaptativa que permite realizar mudanças no comportamento da aplicação definida (PISTORI, 2003). É possível citar, por exemplo, trabalhos relacionados a reconhecedores sintáticos adaptativos (NETO, 1988), os Statecharts Adaptativos (ALMEIDA, 1995) - empregados na modelagem de sistemas reativos - e a modelagem de aplicações complexas com base no ISDL Adaptativo (CAMOLESI; NETO, 2004). O desenvolvimento de tecnologia adaptativa aplicado a sistemas de dispositivos adaptativos dirigidos por regras vem sendo pesquisada com totais preocupações a fim de que o usuário consiga gerenciar novos dispositivos adaptativos.

Pistori, 2002 apresentou em seu trabalho um conjunto de contribuições teóricas e práticas que buscam solidificar alguns conceitos da teoria dos dispositivos adaptativos baseados em regras, enfatizando a sua alta aplicabilidade. No trabalho ele descreve uma ferramenta de apoio ao desenvolvimento de autômatos adaptativos, incluindo recursos de animação gráfica. Tal ferramenta foi desenvolvida de acordo com uma nova proposta de formalização que complementa e simplifica a proposta original. Além desta ferramenta, (Pistori, 2002) apresenta alguns exemplos do uso da Tecnologia Adaptativa na solução de problemas complexos. Tais exemplos tiveram como foco mostrar e ajudar com que futuros pesquisadores entendam como aplicar a tecnologia adaptativa na solução de problemas computacionais.

Uma outra área de estudos em alta é a Robótica Educacional. Essa nova forma de ensinar e aprender é um dos braços da Educação 4.0 e vem se apresentando como um método cada vez mais engajador e estimulante para os alunos, que a cada dia estão mais ligados em inovação e tecnologia.

Neto, 2019 nos diz que

*“um estudo realizado pela consultoria JS Brasil com participantes do Torneio SESI de Robótica, mostrou que a metade dos entrevistados aumentaram suas notas escolares depois de ingressarem no torneio. Fora que 94% dos participantes tiveram, ao menos, mais motivação e dedicação em matérias de exatas, como Matemática e Física.”*

Neste contexto situou-se este trabalho que teve por objetivo o estudo e o emprego da Tecnologia Adaptativa na solução de problemas relacionados à Robótica Educacional. Tal projeto teve como foco o estudo em como a Tecnologia Adaptativa pode auxiliar o desenvolvimento de programas e soluções de problemas no âmbito da Robótica Computacional.

Este trabalho está organizado em 6 seções. Na primeira foi realizado um panorama geral do assunto a ser tratado. Na seção 2 serão apresentados os conceitos de Robótica LEGO e seus principais comandos. A seguir, na seção 3 será ilustrado os conceitos de Tecnologia Adaptativa. Na seção 4 o estudo de caso, será descrito e realizado. O desenvolvimento e a programação são apresentados na seção 5. Por fim, serão tecidas, na seção 6, algumas conclusões e trabalhos futuros

## 2. Robótica Lego

A Robótica Educacional vem ganhando muito destaque no ensino e aprendizagem de conceitos nas mais diversas áreas como a matemática, a física, a biologia, o ensino de algoritmos e outros.

A plataforma LEGO ® está inovando cada vez mais na educação com robótica. O kit do Mindstorm Education EV3, ao qual tive acesso, é uma solução educacional de robótica onde estimula o Aprendizado de STEM (sigla internacional para as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). É destinada a alunos a partir dos 10 anos até o Ensino Médio e também para projetos de cursos do Ensino Superior.

### 2.1. Lego Mindstorm

A plataforma LEGO ® Mindstorms EV3 é um kit educacional que consiste em um conjunto tradicional de peças LEGO ®, um conjunto de sensores e atuadores e um "bloco inteligente", o EV3 Brick funciona como a unidade de controle central.

O conjunto de peças disponível permite montar robôs de diferentes formas, tais como veículos, animais, humanoides, entre outros. Estes podem ser programados com as funcionalidades desejadas, já que o EV3 Brick possui uma porta USB (Universal Serial Bus) 2.0 e também conta com comunicação Bluetooth, através das quais pode-se enviar programas específicos desenvolvidos em computador. A plataforma LEGO ® Mindstorms já conta com uma IDE (Integrated Development Environment) nativa para desenvolvimento de programas. Esta é baseada no estilo drag and drop (do inglês, arrastar e soltar).

Baseado em uma tecnologia robótica de fácil utilização e no Conjunto Principal EV3, o LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 oferece:

- Blocos de construção LEGO®;
- Bloco EV3, um computador programável, compacto e poderoso, que torna possível controlar motores e coletar feedback dos sensores utilizando o software de programação e registro de dados;
- Motores e 5 Sensores (giroscópio, ultrassônico, de cor e dois de toque);
- Software de registro de dados e programação disponível para PC Windows/MAC, iPads, tablets Android e Chromebooks. Tudo isso em um ambiente intuitivo, baseado em ícones, com usabilidade simples e natural;

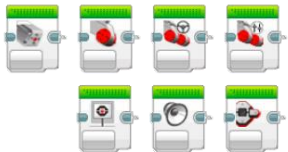
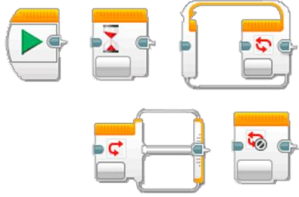
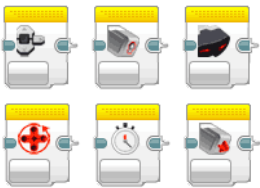
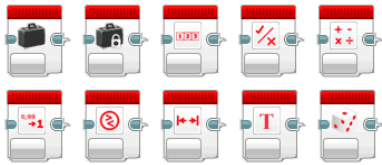
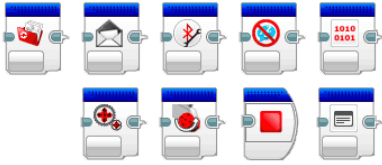


Figura 1 - Kit Lego Mindstorm EV3

Benefícios do LEGO® MINDSTORMS® EV3 para o aprendizado:

- Auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico e na criatividade dos alunos nas disciplinas que envolvem STEM.
- Estimula a aprendizagem por meio da resolução de problemas baseados em situações do cotidiano;
- Desperta o interesse dos seus alunos com uma abordagem investigativa, por meio de uma solução de ensino abrangente e inspiradora;
- Motiva os alunos a desenvolverem, construírem e programarem robôs usando motores, sensores, engrenagens, rodas, eixos e outros componentes. Isso ajuda em uma melhor compreensão de como a tecnologia funciona nas aplicações da vida real.
- Permite que os alunos entendam e interpretem desenhos bidimensionais para a criação de modelos tridimensionais; construam, testem, resolvam problemas e revejam projetos; apliquem conceitos de matemática e ciências em aplicações da vida real; e dominem funções de programação e registro de dados.

Quadro 1: Componentes de Programação LEGO

 <p>Bloco de ação (verde) Action blocks</p>	<p>Os blocos de ação controlam as ações do programa. Eles controlam a rotação do motor e também imagens, sons e a luz no EV3 P-brick.</p>
 <p>Bloco de fluxo (laranja) Flow block</p>	<p>Os blocos laranja controlam o fluxo do programa. Todos os programas que vocês criarem irá começar com o bloco Start.</p>
 <p>Blocos sensores (amarelo) Sensor block</p>	<p>O bloco de sensor permite seu programa ler a entrada de dado do sensor de cor, do sensor Infravermelho, do sensor de Toque e muito mais.</p>
 <p>Bloco de operação de dados (vermelho) Data operation block</p>	<p>O bloco de operação permite você escrever e ler variáveis, comparar valores e muito mais.</p>
 <p>Blocos avançados (azul escuro) Advanced block</p>	<p>O bloco avançado permite você administrar arquivos, conexões bluetooth e muito mais.</p>
<p>Meus blocos My blocks</p>	<p>Quando você estiver utilizando repetidamente um mesmo segmento de blocos em muitos programas, essa é uma boa hora para criar um My Block. Uma vez criado tal My Block, você pode simplesmente inserir esse único bloco em programas futuros dentro do mesmo projeto.</p>

## Motores:

### Motor Grande (Large Motor)

É um motor potente, porém lento. Possui um sensor de rotação embutido com resolução de 1 grau, para um controle preciso. O motor grande é otimizado para ser a base motriz do robô.

Ao utilizar o bloco de programação Move Steering (Mover Volante) ou Move Tank (Mover Tanque) no EV3 Software, os Large Motors irão coordenar a ação simultaneamente.

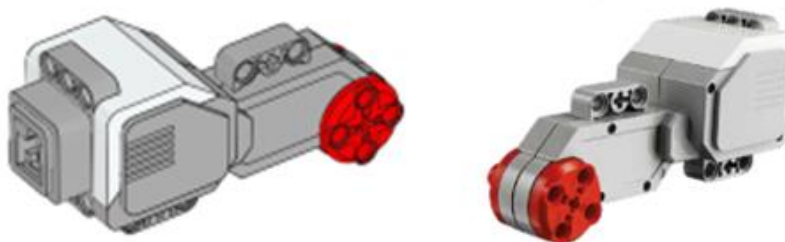


Figura 2 - Motor Grande

### Motor Médio (Medium Motor)

O Motor Médio (Figura 2) também inclui um Rotation Sensor embutido (com resolução de 1 grau), mas é menor e mais leve que o Motor Grande. Significa que ele é capaz de responder com mais rapidez que o Motor Grande.

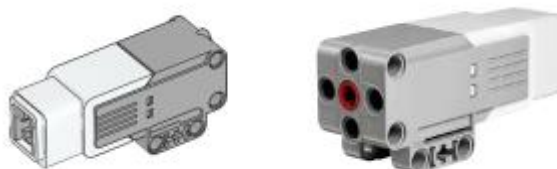


Figura 3 - Motor Médio

O Motor Médio pode ser programado para ligar ou desligar, controlar seu nível de força, ou para funcionar por uma quantidade específica de tempo ou rotações.

Comparação dos motores:

- O Large Motor (Motor Grande) funciona entre 160-170 rpm (rotações por minuto), com um torque de funcionamento de 20 Ncm e um toque neutro de 40 Ncm (mais lento, porém mais forte).
- O Medium Motor funciona entre 240-250 rpm, com um torque de funcionamento de 8 Ncm e um torque neutro de 12 Ncm (mais rápido, porém menos potente).
- Ambos compatíveis com Auto ID.



## Sensores:

### Sensor de Cor (Color Sensor):



Figura 4 - Sensor

O Color Sensor é um sensor digital capaz de detectar a cor ou a intensidade da luz que entra pela pequena janela na sua face. Esse sensor pode ser utilizado em três modos diferentes:

Color Mode (Modo de cores): reconhece até 7 cores – preto, azul, verde, amarelo, vermelho, branco e marrom – e ainda sem cor.

Reflected Light Intensity Mode (Modo Intensidade da Luz Refletida): mede a intensidade da luz refletida a partir de uma lâmpada vermelha emissora de luz. O sensor utiliza uma escala que vai de 0 (muito escuro) até 100 (muita luz).

Ambient Light Intensity Mode (Modo Intensidade da Luz Ambiente): mede a força da luz que entra pela janela vinda do ambiente. Utiliza também uma escala de 0 a 100.

A taxa de amostra do Color Sensor é de 1 kHz (quilohertz).

### Sensor de Toque (Touch Sensor):



Figura 5 - Sensor de Toque

O Touch Sensor é um sensor analógico capaz de detectar quando o seu botão vermelho foi pressionado e quando ele é liberado. Isso significa que ele pode ser programado para agir em três condições – pressionado, liberado ou pulsado (pressionado e liberado ao mesmo tempo).

### Sensor Infravermelho e Baliza Remota Infravermelha (Infrared Sensor and Remote Infrared Beacon):

O Infrared Sensor é um sensor digital capaz de detectar a luz infravermelha refletida em objetos sólidos. Ele também pode detectar sinais de luz infravermelhas enviadas pela Remote Infrared Beacon.



**Figura 6 - Sensor Infravermelho**

O Infrared Sensor pode ser utilizado em três modos diferentes, mas utilizaremos apenas um em específico:

Modo de Proximidade (Proximity Mode):

No Proximity Mode, o Infrared Sensor utiliza as ondas de luz refletidas em um objeto para estimar a distância entre ele e esse objeto. Ele descreve a distância usando valores de 0 (muito perto) à 100 (bem longe), não em um número específico de centímetros ou polegadas. O sensor pode detectar objetos distantes até 70 cm, dependendo do tamanho e do formato do objeto.

### **3. Tecnologia Adaptativa**

A Tecnologia Adaptativa consiste em formalismos matemática capazes de alterar seu comportamento dinamicamente, sem a interferência de agentes externos, em resposta a estímulos de entrada.

A tecnologia adaptativa envolve um dispositivo não adaptativo (subjacente) já existente em uma camada adaptativa que permite realizar mudanças no comportamento da aplicação definida (PISTORI, 2003).

Refere-se quando à propriedade de um sistema muda suas características automaticamente de acordo com estímulos de entrada. Desta forma, o mesmo vai alterando-se de acordo com os estímulos que recebe, seus conhecimentos e experiências anteriores, sem que para isso, o usuário precise alterar as configurações do sistema. O próprio sistema altera suas configurações de forma automática.

Desta forma buscam uma auto-modificação do comportamento de um processo em execução permitindo a solução de problemas em tempo real. Sem a necessidade de interferência externa, deixando que o dispositivo tome essas decisões.

Normalmente, os agentes robóticos são normalmente equipados com sistemas de sensores e de atuadores, para percepção e atuação, respectivamente, no espaço físico ao qual estão integrados. Em robótica móvel, além dos sistemas de sensores e atuadores, os robôs são providos também de sistemas de deslocamento para que se movimentem pelo ambiente a fim de executar atividades de maior complexidade que as da robótica tradicional. Entende-se navegação como o processo ou atividade de planejamento de um caminho e posterior movimentação e direcionamento nesse caminho para que um robô autônomo se desloque com segurança de um local para outro, sem se perder ou colidir com outros objetos, a fim de executar determinada tarefa. Afirma que em navegação robótica existem três problemas gerais que são localização de um objetivo ou alvo a alcançar, planejamento da rota ou caminho das partes móveis para atingir o objetivo, e controle do movimento na rota.

#### 4. Uso de Tecnologia Adaptativa em Robótica LEGO

Inicialmente foram realizados estudos referentes aos conceitos de Tecnologia Adaptativa e Robótica Lego. Após esta fase foi realizado um estudo na busca de encontrar problemas relacionados a Robótica Educacional que demandam conceitos de Tecnologia Adaptativa na sua resolução.

##### 4.1. Estudo de Caso

O Estudo de Caso proposto consiste na situação na qual um robô está seguindo um determinado caminho, como na figura abaixo, se não tiver nenhum obstáculo ele prossegue sem nenhum problema.



Figura 7

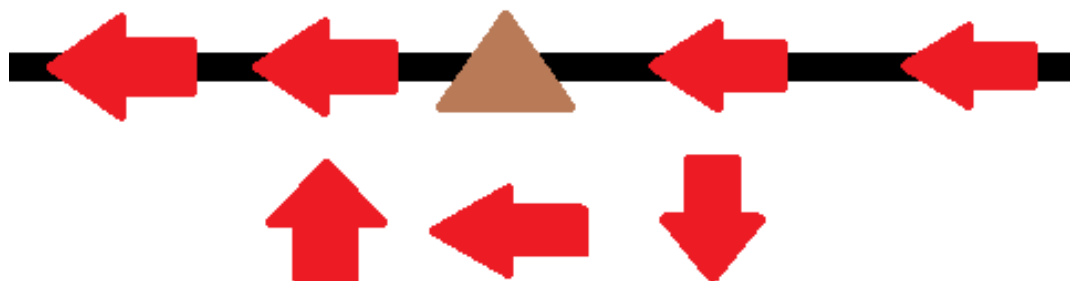


Figura 8

Porém se o caminho tiver um obstáculo, como na figura 8, o robô terá que desviar do mesmo.

##### 4.2. Implementação do estudo de caso

Para tal é proposto uma estrutura de programação adaptativa que muda o percurso quando encontra um objeto a sua frente. Segue abaixo, na figura 9, um exemplo em fluxograma.

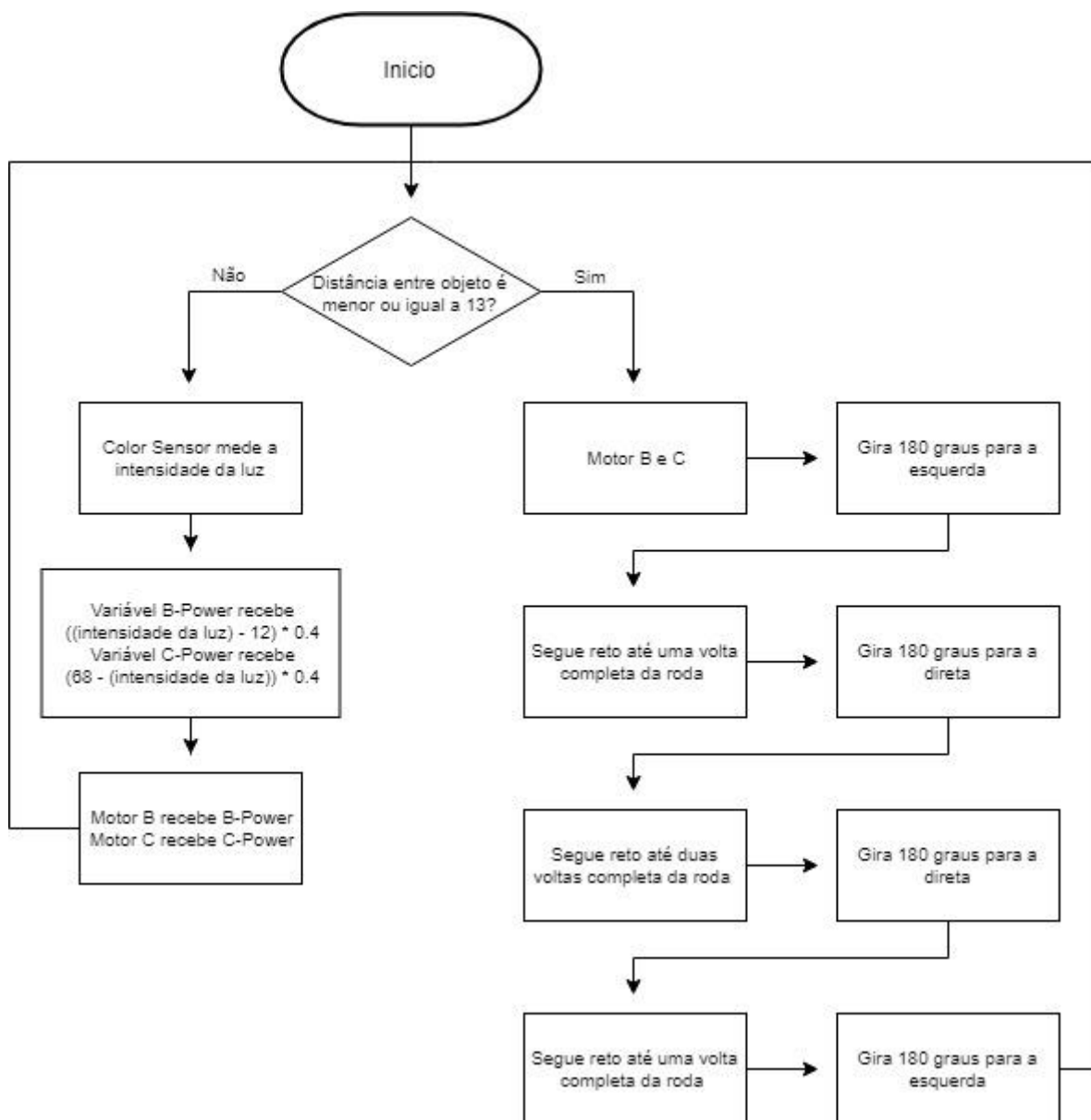


Figura 9 – Fluxograma

Nessa estrutura não tem um término, o robô sempre ficará em constantes loops.

## 5. Desenvolvimento

Nesta seção serão apresentados a construção do robô e a sua programação.

### 5.1. Construção do robô

Para efeito deste trabalho o robô utilizado foi simples pois o foco é a programação. Para tal foi utilizado o material da Lego que traz o projeto do Robô Lego Educador, com as implementações do sensor de cor e do ultrassônico.

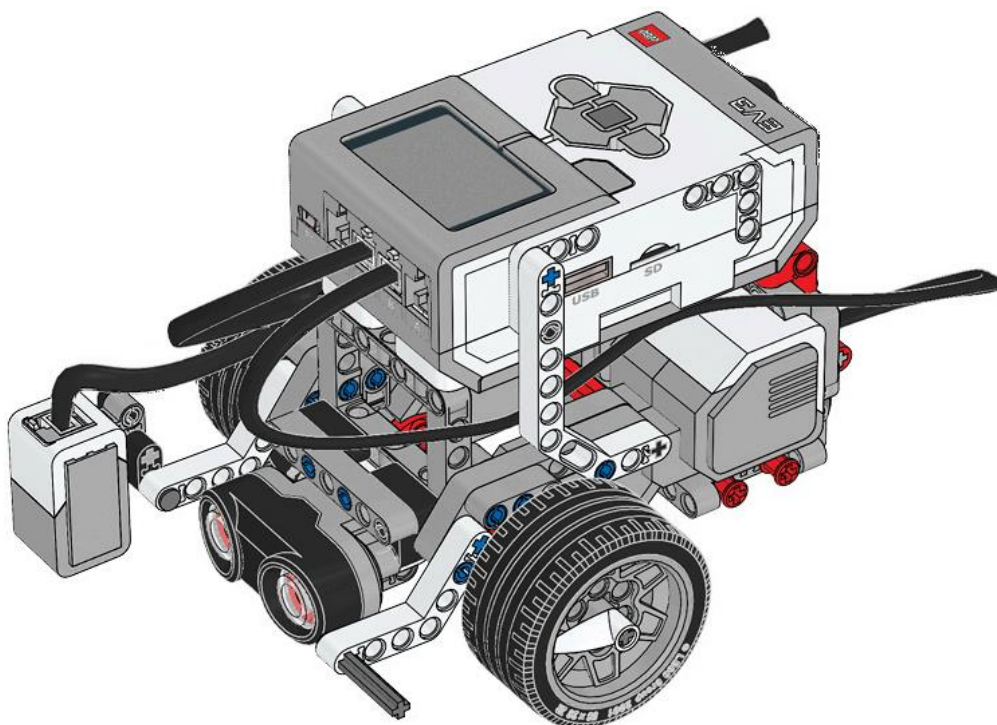


Figura 10 - Robô Lego

## 5.2. Programação adaptativa do robô lego

Com base no algoritmo apresentado na figura 9, foi realizada a programação no software da própria Lego, como mostra abaixo:

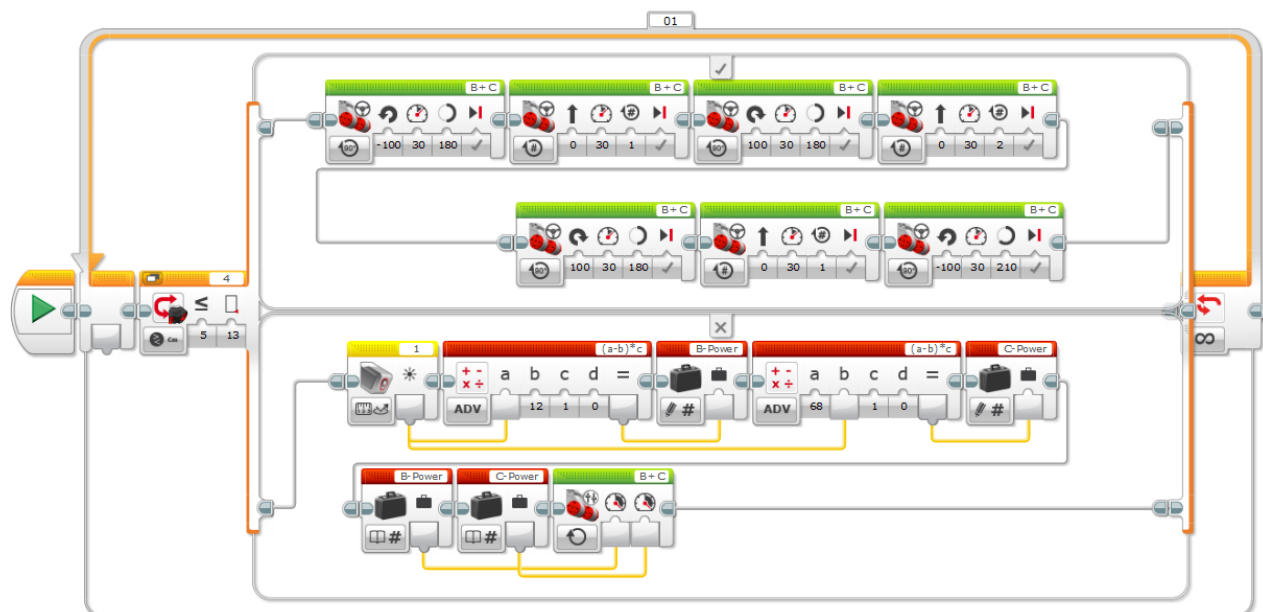


Figura 11 - Programação EV3

Como dito no começo o algoritmo é do estilo arrasta e solta (drag and drop). Então fica bem fácil de programar.

Primeiro iniciamos com uma estrutura de repetição.



Figura 12 - Bloco de Repetição

Após inicia-se um teste para verificar se existe algum objeto à frente. A condição é menor ou igual a 13 centímetros de distância. Pode-se perceber através da figura 13, onde é marcado por  $\checkmark$  condição é verdadeira, e a falsa é marcada por um "x".

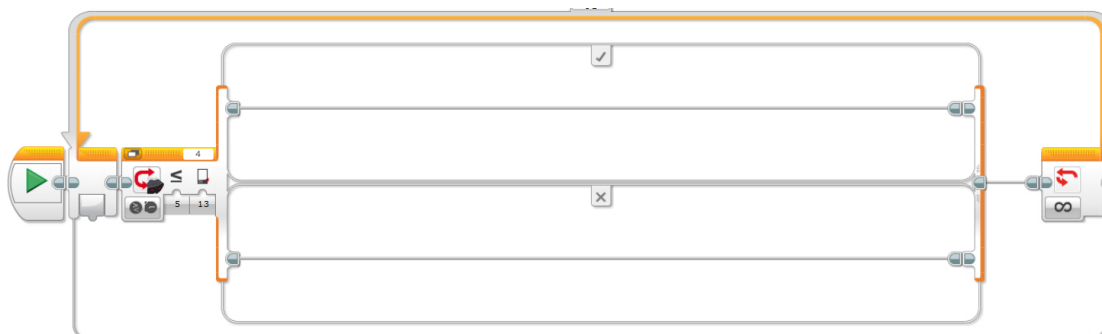


Figura 13 - Teste da condição

Se for falsa a condição, ou seja, se não teve nenhum objeto a sua frente, o robô vai seguir o caminho livremente através da programação. Pelo cálculo feito é possível identificar onde se encontra o caminho.

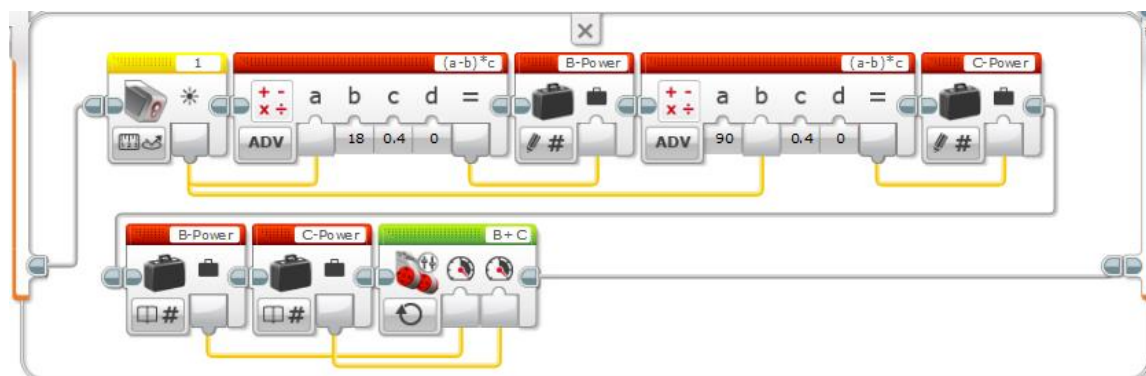


Figura 14 - Condição falsa

Se verdadeira a condição, o robô entra na outra parte da programação, onde já são definidos os passos a ser tomado para desviar do obstáculo e voltar para o mesmo caminho.

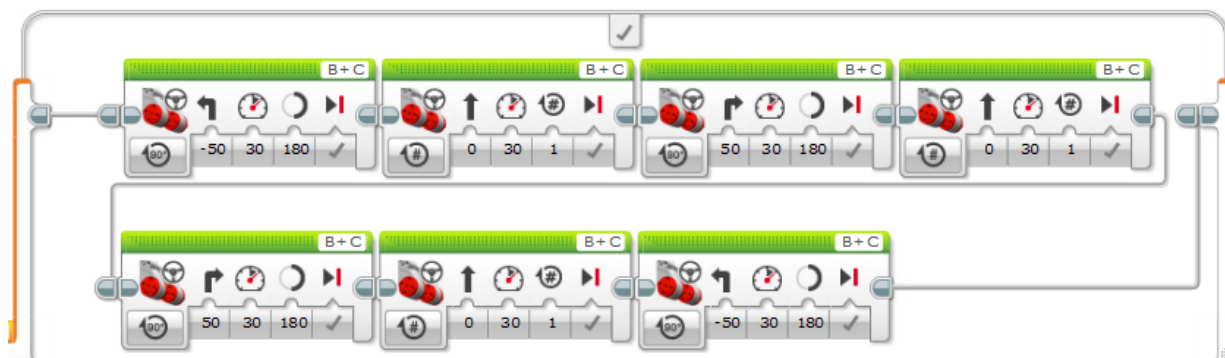
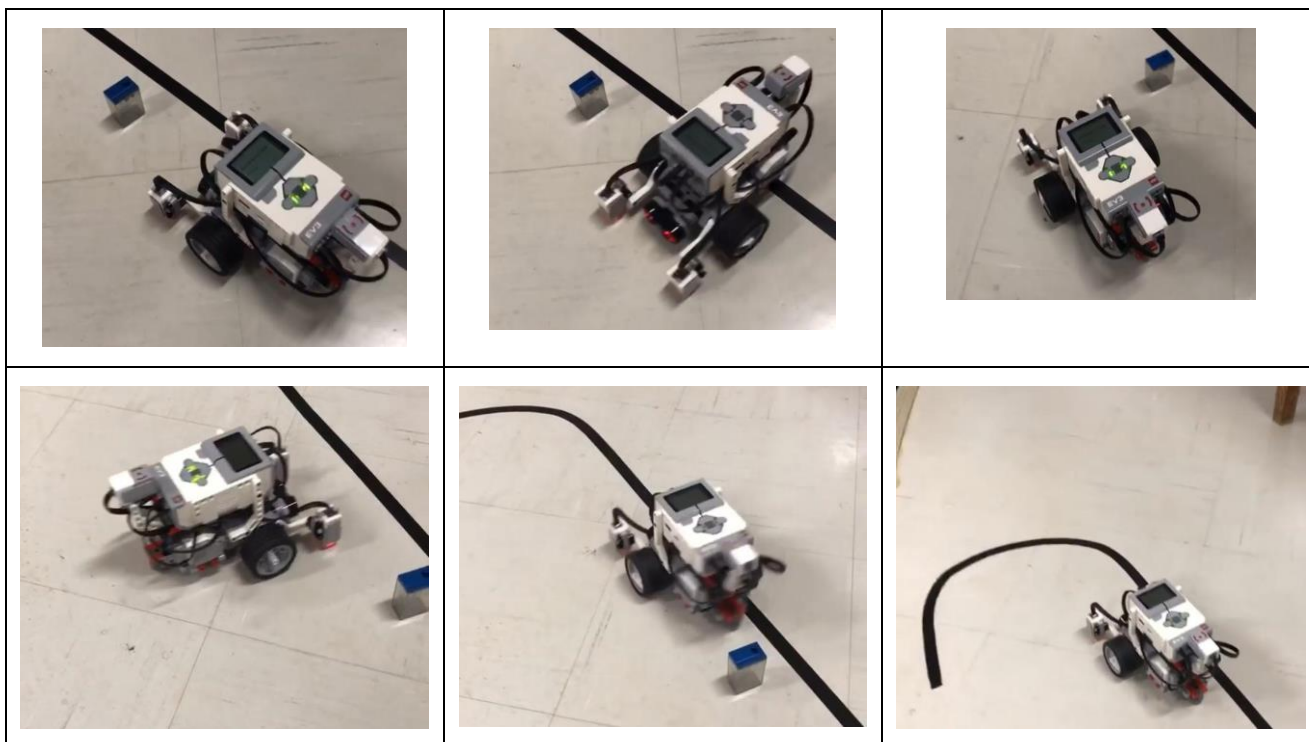


Figura 15 - Condição verdadeira

Abaixo segue algumas imagens do robô desviando do obstáculo.



## 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

A Tecnologia Adaptativa demonstrou que consegue atuar com a parte da robótica, e facilitou na programação do software para ocasionar o desvio do obstáculo quando encontrado.

O componente Lego também se demonstra uma boa técnica metodológica para demonstrar o uso da tecnologia Adaptativa.

## 7. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, J.R. **STAD - Uma ferramenta para representação e simulação de sistemas através de statecharts adaptativos.** Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

BARRETO, J. M. **Introdução às redes neurais artificiais.** V Escola Regional de Informática. Sociedade Brasileira de Computação, Regional Sul, Santa Maria, Florianópolis, 2002.

BEZERRA NETO R.P., ROCHA D. P., SANTANA A. M., SOUZA A. A. S. **Robótica na Educação: Uma revisão sistemática dos últimos 10 anos.** Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Maceió/AL, 2015.

CAMBRUZZI E, SOUZA R. M. **O uso da Robótica Educacional para o Ensino de Algoritmos.** Anais do Encontro Anual de Tecnologia da Informação e Semana Acadêmica de Tecnologia da Informação. Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen - RS; 2014.

CAMOLESI, A.R. e NETO, J.J. **Modelagem Adaptativa de Aplicações Complexas.** XXX Conferencia Latinoamericana de Informática - CLEI'04. Arequipa - Peru, Setiembre 27 - Octubre 1, 2004.

HAREL D. et al. **On the formal semantics of statecharts.** In: **Symposyumon logic in Computer Science.** 2º, Ithaca, Proceedings, IEEE Press, pp. 54-64, New York, 1987.

L. C. Barros Neto and A. H. Hirakawa, "Uma Abordagem por Técnicas Adaptativas de Segmentos de Retas em Navegação Robótica".

Lego Mindstorm user guide, disponível em <https://www.lego.com/pt-br/mindstorms/downloads/user-guide>, acessado no dia 06 de abril de 2019.

LEGO® MINDSTORMS® Education EV3: o que é isso?  
<https://www.positivoteduc.com.br/blog-robotica-e-stem/o-que-e-lego-mindstorm-education-ev3/>

NETO, R. B. Projetos de robótica despertam interesse em alunos da nova geração. Disponível em: <https://www.positivoteduc.com.br/blog-robotica-e-stem/projetos-de-robotica/>, visitado em Julho de 2019.

NETO, J.J.; MAGALHÃES, M.E.S. **Um Gerador Automático de Reconhedores Sintáticos para o SPD.** VIII SEMISH - Seminário de Software e Hardware, pp. 213-228, Florianópolis, 1981.



NETO, J.J.; KOMATSU, W. **Compilador de Gramáticas Descritas na Notação de Wirth Modificada**. Anais EPUSP - Engenharia de Eletricidade - série B, vol. 1, pp. 477-517, São Paulo, 1988.

NETO, J. J. **Contribuições à metodologia de construção de compiladores**. Tese de Livre Docência, USP, São Paulo, 1993.

PEREIRA, J.C.D.; NETO, J.J. **Um Ambiente de Desenvolvimento de Reconhecedores Sintáticos Baseado em Autômatos Adaptativos**. II Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação - SBLP97, pp. 139-150, Campinas, 1997.

PEREIRA, J.C.D. **Ambiente integrado de desenvolvimento de reconhecedores sintáticos, baseado em autômatos adaptativos**. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 1999.

PISTORI, H. **Tecnologia Adaptativa em Engenharia de Computação: Estado da Arte e Aplicações**. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2003.

PROGRAMMING BLOCKS IN THE EV3 SOFTWARE. Conteúdo de Site de Internet disponível em <https://www.lego.com/pt-br/mindstorms/learn-to-program>, visitado em Julho de 2019.

ROCHA, R. L. A. **Uma proposta de uso de tecnologia adaptativa para simulação de redes neurais em um dispositivo computacional**. IX Encuentro Chileno de Computación - Punta Arenas, 2001.

SANTOS F. L., NASCIMENTO F. M. S., BEZERRA R. M. S. **REDUC: A Robótica Educacional como Abordagem de Baixo Custo para o Ensino de Computação em Cursos Técnicos e Tecnológicos**. Anais do Workshop de Informática na Escola, Belo Horizonte, 2010.