

Árvore Binária de Busca Balanceada (Rubro-Negra)

Prof. Flavio B. Gonzaga
flavio.gonzaga@unifal-mg.edu.br
Universidade Federal de Alfenas
UNIFAL-MG

Sumário

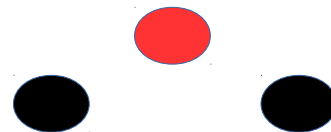
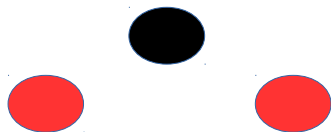
- Árvore Rubro-Negra;
 - Motivação;
 - Regras;
 - Inserindo nós....;

Motivação

- A árvore Rubro-Negra é uma árvore auto balanceável (semelhante à AVL), mas que permite um grau maior de desbalanceamento;
- Isto é, ela não realiza operações de balanceamento com tanta frequência;
- Isso faz com que geralmente ela seja um tipo de árvore mais adequada à situações onde existam muitas operações de inserção/remoção;
- E portanto, a árvore AVL acaba sendo mais indicada em situações onde existam muitas operações de leitura.

Regras

- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
 - Após trocar cores:
- Após rotacionar:



Inserindo nós...

3 – 1 – 5 – 7 – 6 – 8 – 9 – 10

- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - 1 - 5 - 7 - 6 - 8 - 9 - 10



- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:



Inserindo nós...

~~3~~ - 1 - 5 - 7 - 6 - 8 - 9 - 10

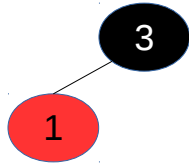
3

- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após rotacionar:
- Após trocar cores:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - 5 - 7 - 6 - 8 - 9 - 10



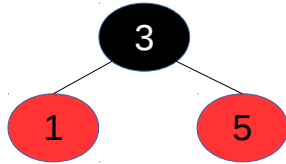
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - 7 - 6 - 8 - 9 - 10



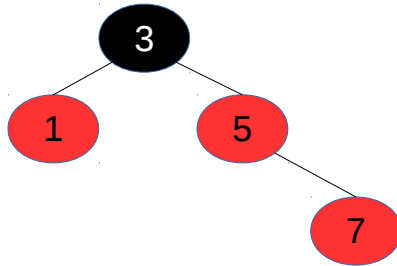
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - ~~7~~ - 6 - 8 - 9 - 10



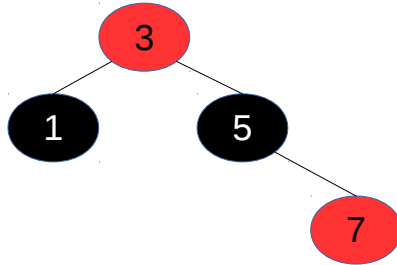
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - ~~7~~ - 6 - 8 - 9 - 10



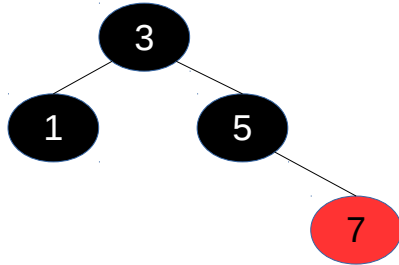
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - ~~7~~ - 6 - 8 - 9 - 10



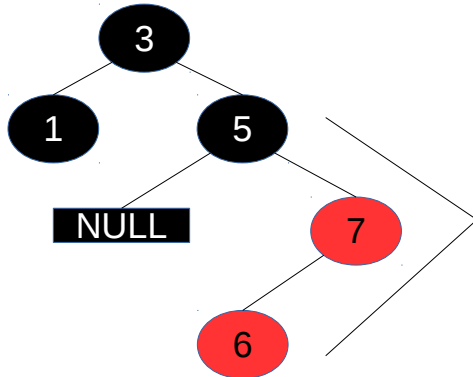
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - ~~7~~ - ~~6~~ - 8 - 9 - 10

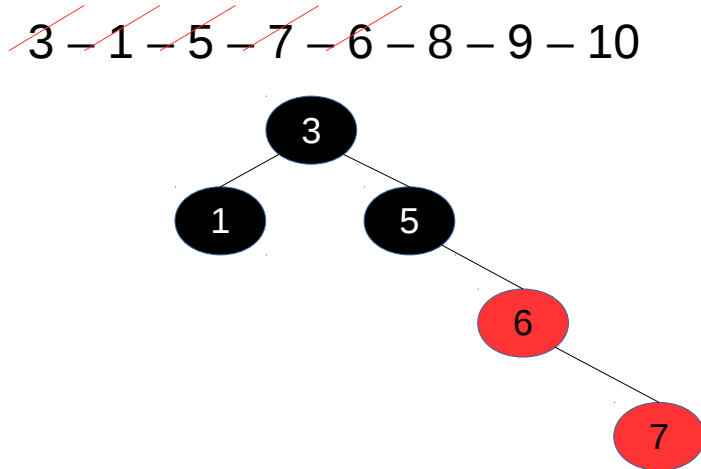


- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...



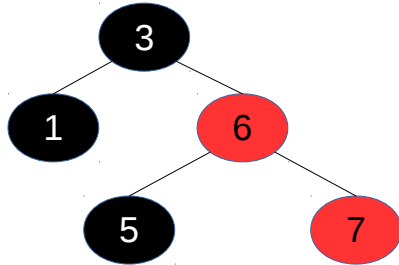
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - ~~7~~ - ~~6~~ - 8 - 9 - 10



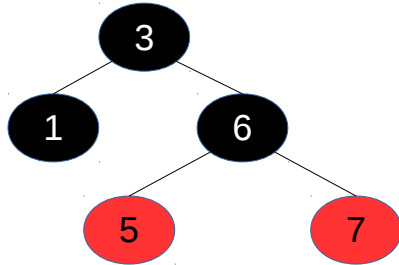
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - ~~7~~ - ~~6~~ - 8 - 9 - 10

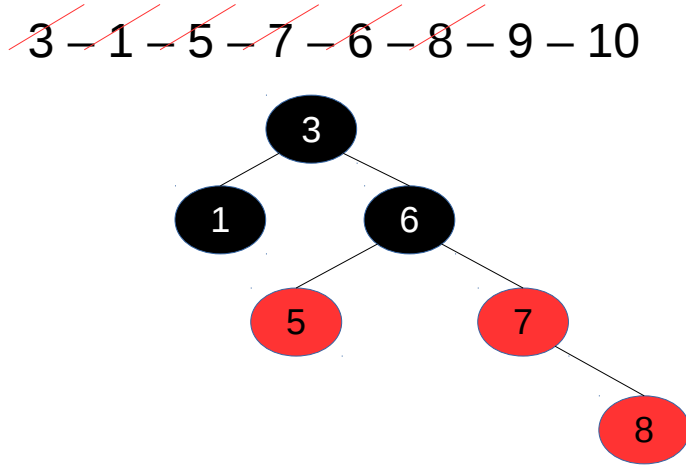


- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

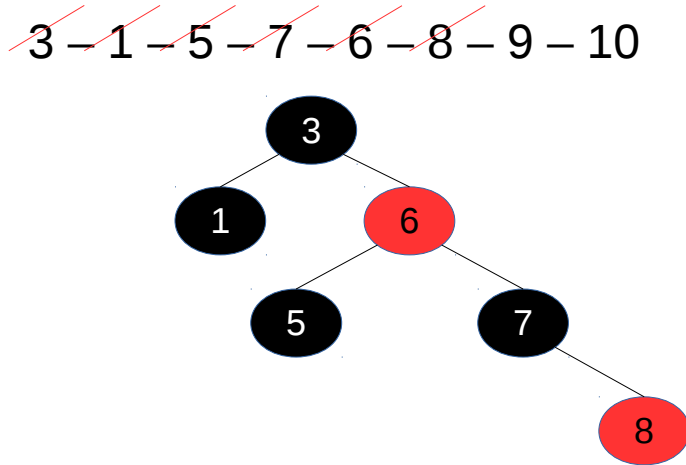


- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

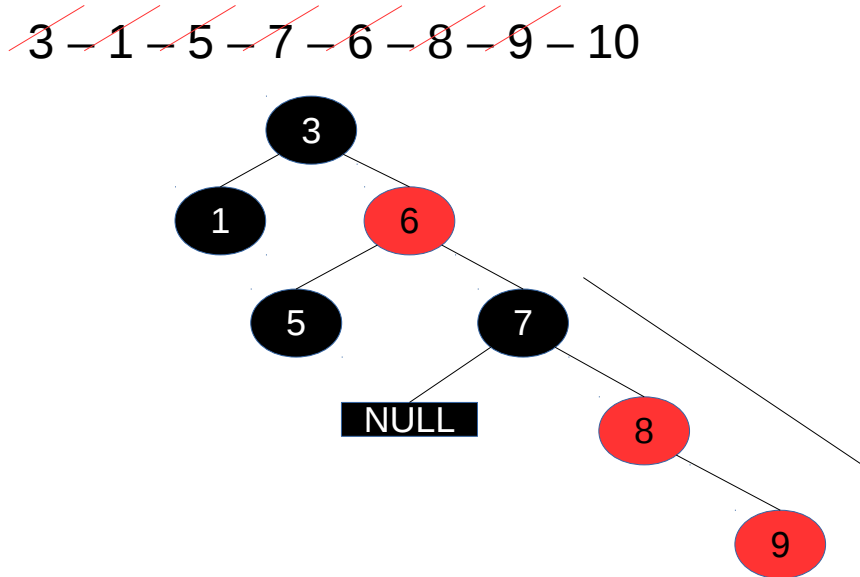


- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

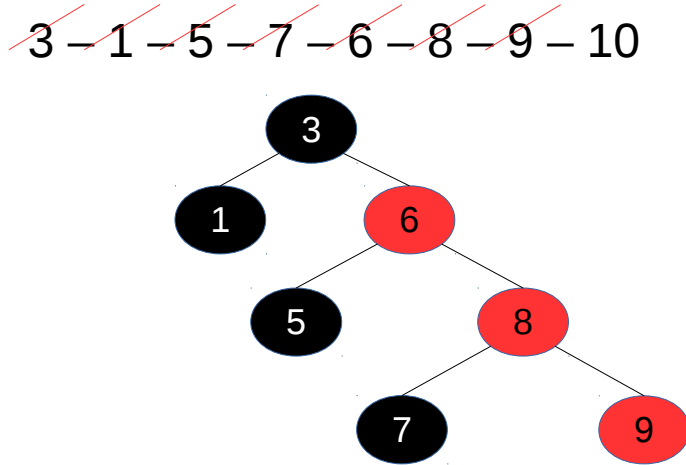


- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



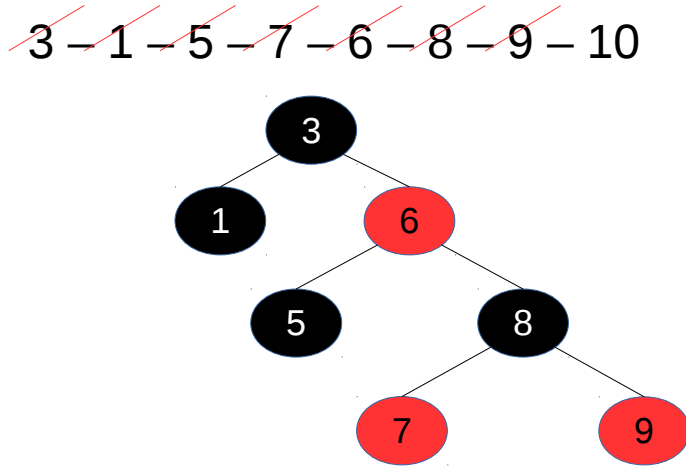
Inserindo nós...



- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:



Inserindo nós...



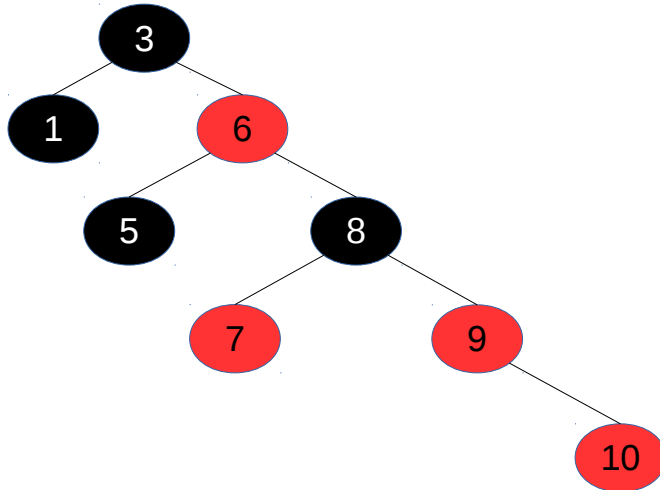
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - ~~7~~ - ~~6~~ - ~~8~~ - ~~9~~ - ~~10~~

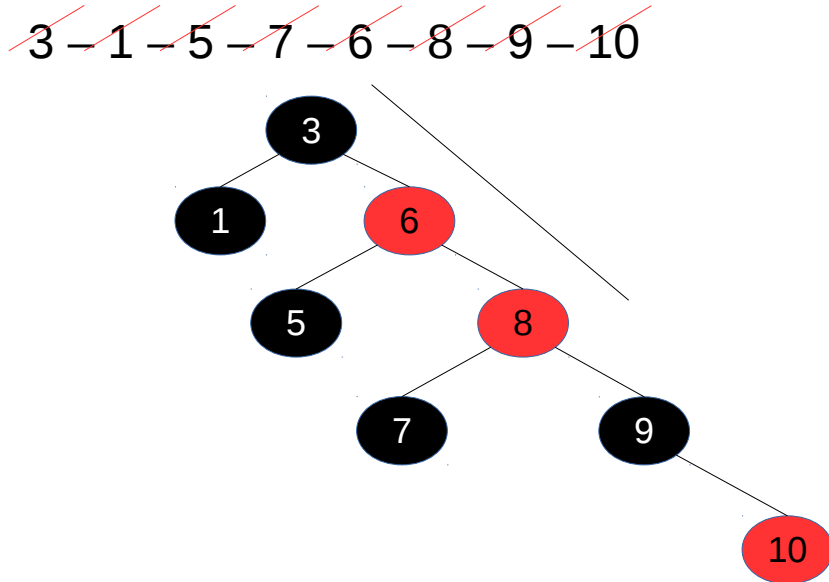


- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...



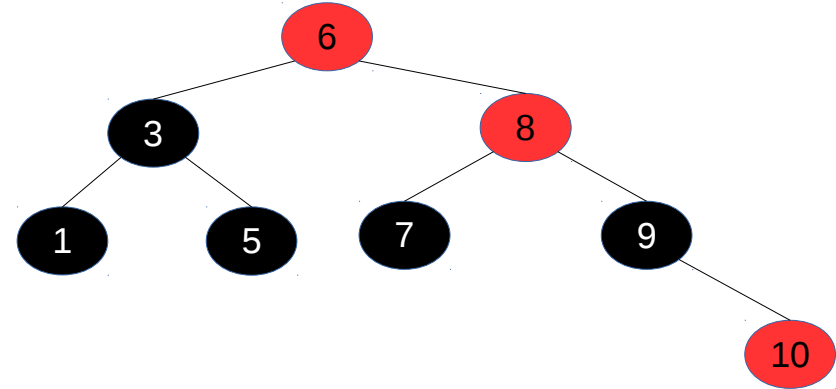
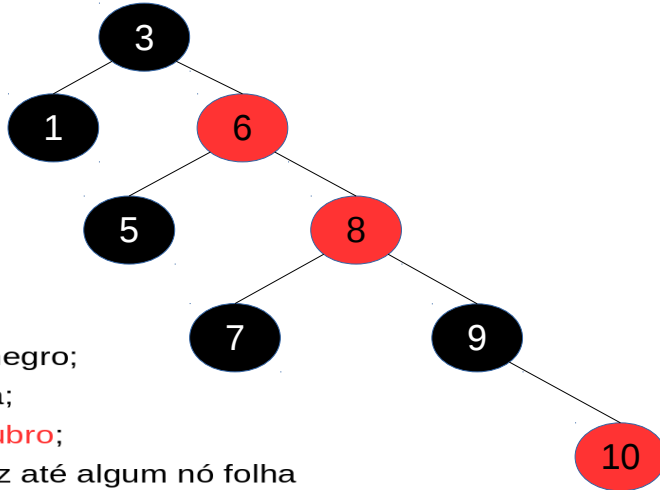
- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:

• Após rotacionar:



Inserindo nós...

~~3-1-5-7-6-8-9-10~~

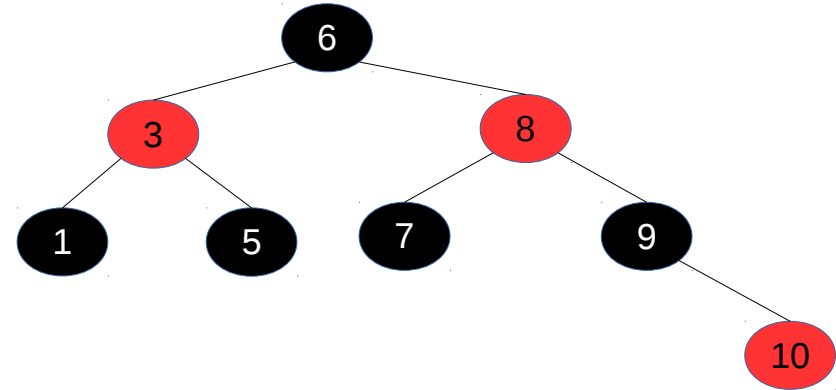
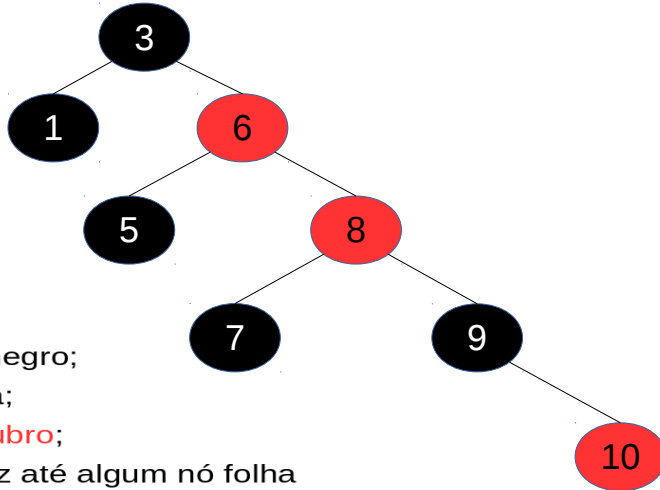


- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
- Após trocar cores:



Inserindo nós...

~~3~~ - ~~1~~ - ~~5~~ - ~~7~~ - ~~6~~ - ~~8~~ - ~~9~~ - ~~10~~



- Todo nó é **rubro** ou negro;
- Raiz é sempre negra;
- Novo nó é sempre **rubro**;
- Todo caminho da raiz até algum nó folha terá o mesmo número de nós negros;
- Nenhum caminho pode ter dois nós **rubros** consecutivos;
- **NULL** é considerado negro;
- Operações:
 - Tio negro: rotaciona;
 - Tio **rubro**: troca cores;
 - Após trocar cores:
- Após rotacionar:



Referências Bibliográficas

- Estruturas de Dados e Seus Algoritmos. Szwarcfiter J. L.; Markenzon L.. 3a Edição. Editora LTC. 2010.
- Estruturas De Dados Usando C. Tenenbaum A. M.; Langsam Y.; Augenstein M. J.. 1a Edição. Editora Pearson. 1995.
- Introdução a Estruturas de Dados: Com Técnicas de Programação em C. Celes W.; Cerqueira R.; Rangel J.. 2a Edição. Editora Elsevier. 2017.
- <https://www.youtube.com/watch?v=v6eDztNiJwo>, acesso em 24/10/2019.