



# Tabela Hash com colisão linear e Árvores AVL

---

Alunos: Pietro Alessandro Rodrigues Torres - mat. ME2112004,  
Roberto Carlos dos Santos - mat. ME2112005

# Objetivo

Apresentar as estruturas:

- Tabela de dispersão com colisão linear
- Árvore AVL
- Aplicações
- Experimento

# Tabela de dispersão - Colisão Linear

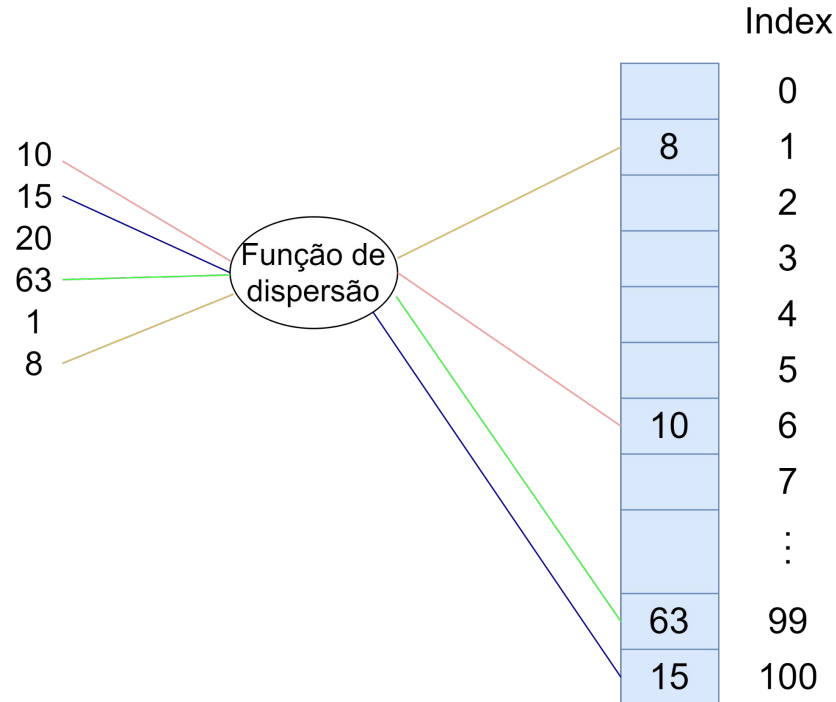
Objetivo:

- Resolver os problemas das 3 operações: busca, inserção e remoção
- Realizar operações em tempos constantes
- Aproveitamento do acesso randômico a memória.

# Tabela de dispersão - Colisão Linear

Funcionamento:

- Compartimento (tabela)
- Funções de dispersão
  - Método da divisão



# Tabela de dispersão - Colisão Linear

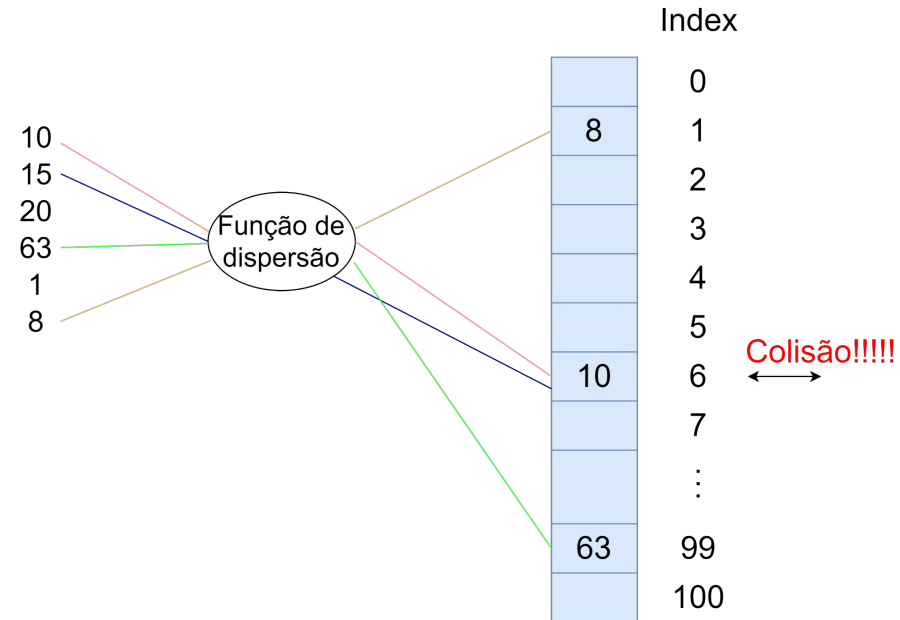
Grande problema da estrutura, colisão!!!

O que é colisão?

- Duas chaves em um mesmo compartimento

Tratamento das colisões:

- Fator de carga
- Listas encadeadas: externo e interno
- Árvores balanceadas.

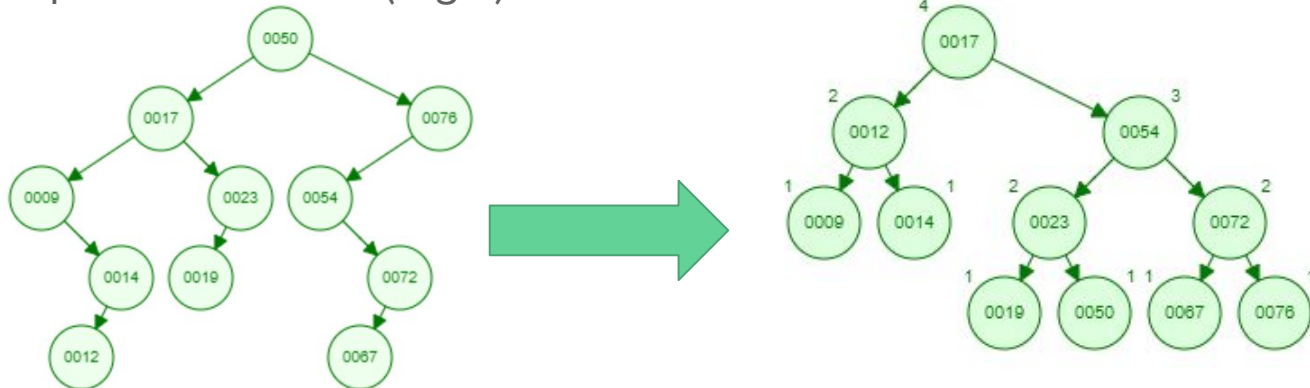
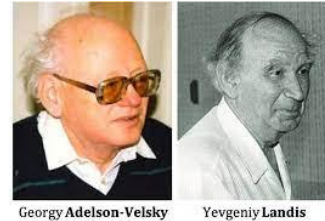


# Árvores AVL

Árvore de **A**delson **V**elsky e **L**andis - AVL

Motivação:

- Manter a estrutura ótima de uma Árvore
- Não ter Árvores ZigZag ou Lineares
- Diminuição do número de comparações na busca.
- Manter a complexidade em  $O(\log N)$

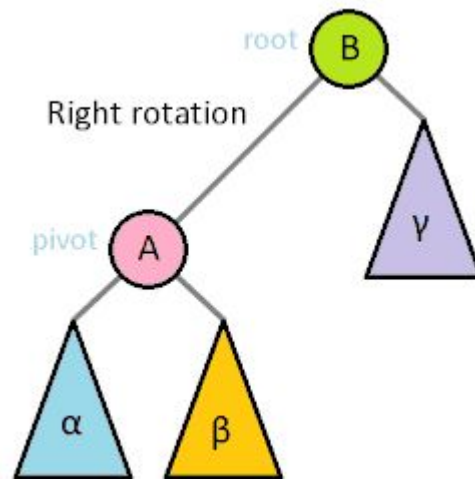


# Árvores AVL



## Funcionamento da árvore

- Inserção:
  - Insere um item
  - Verifica o desbalanceamento
  - Rotaciona a árvore e atualiza o Rotacionamento
- Remoção
  - Procura o item na árvore
  - Verifica o desbalanceamento
  - Rotaciona a árvore e atualiza o Rotacionamento
- Rotacionamento
  - Rotacionamento simples a esquerda
  - Rotacionamento simples a direita
  - Rotacionamento duplo a esquerda
  - Rotacionamento duplo a direita



# Árvores AVL



## Vantagens:

- Busca - caso médio  $O(\log N)$
- Inserção - caso médio  $O(\log N)$
- remoção - caso médio  $O(\log N)$

## Desvantagens:

- Complexidade na escrita do algoritmo
- Pior caso  $O(N)$



# Aplicações

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9284264> - Criação de um algoritmo de classificação de pacotes escaláveis em Ipv6 utilizando Tabela de dispersão e Arvore AVL.

Catálogos como demonstrado nos experimentos

# Experimento

Etapas:

Criação de uma lista telefônica - Nome e telefone.

- Chave da tabela hash = Primeira letra do nome
- Função hash - método da divisão (h)
- Chave da Árvore = Número de Telefone
- Criação do vetor floresta de árvores AVL
- Inserção de 250 registros
- impressão em nível da floresta
- Remoção de cerca de 30% dos registros
- impressão em nível da floresta

# Experimento

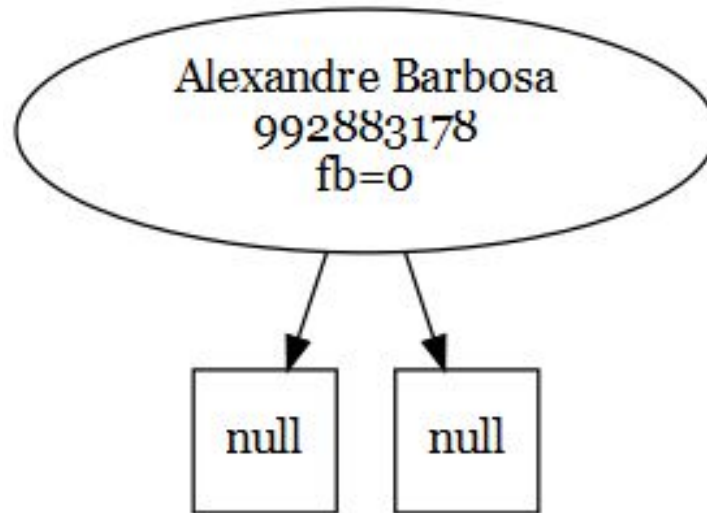
Primeiramente, os nomes e respectivos números de telefones fictícios, e sem repetição, foram inseridos em um vetor de 250 elementos do tipo struct NoAVL\*.

A partir dali, esses itens foram inseridos em seus respectivos compartimentos em um vetor de 26 posições (uma para cada letra do alfabeto). A função de hash para inserção nessa tabela hash foi formada de um modo bem simples: a posição é correspondente à primeira letra do nome (posição 0 para o A, 1 para o B, 2 para o C... e 26 para o Z). Cada compartimento desses contém o nó raiz de uma árvore AVL.

Mostraremos, a seguir, um exemplo de inserções de 16 registros na letra A.

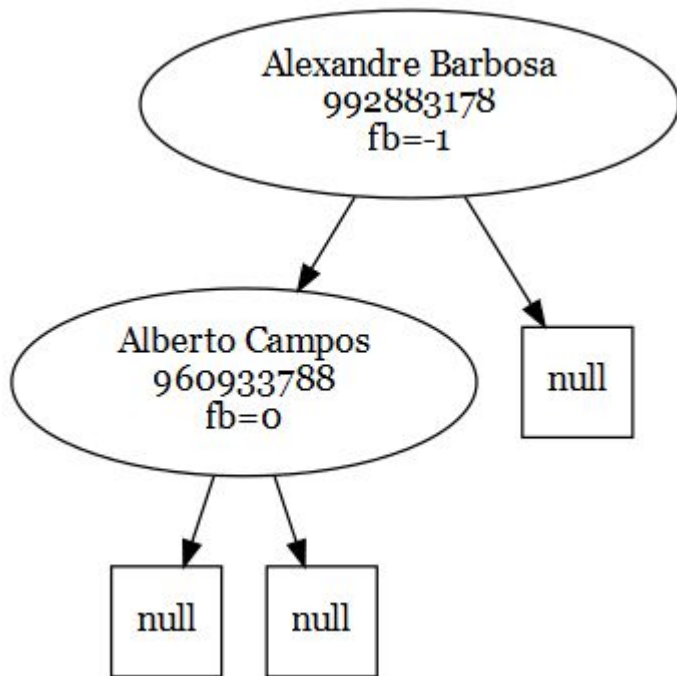
Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 1: Alexandre Barbosa, telefone 992883178, nível 1 (raiz da AVL):



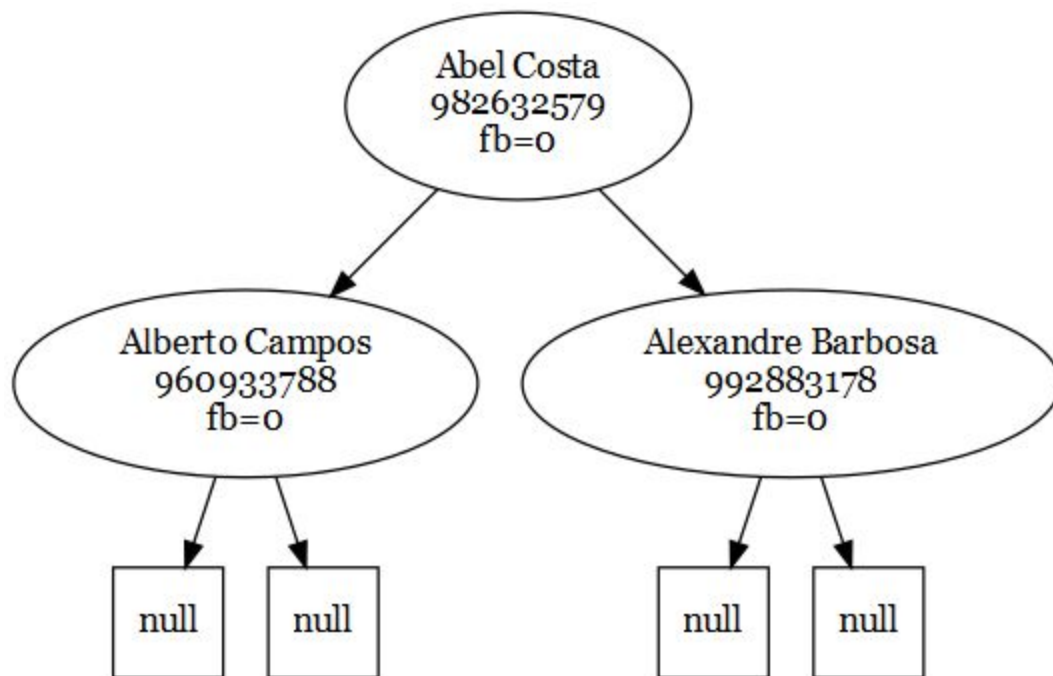
Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 2: Alberto Campos, telefone 960933788, nível 2, esquerda:



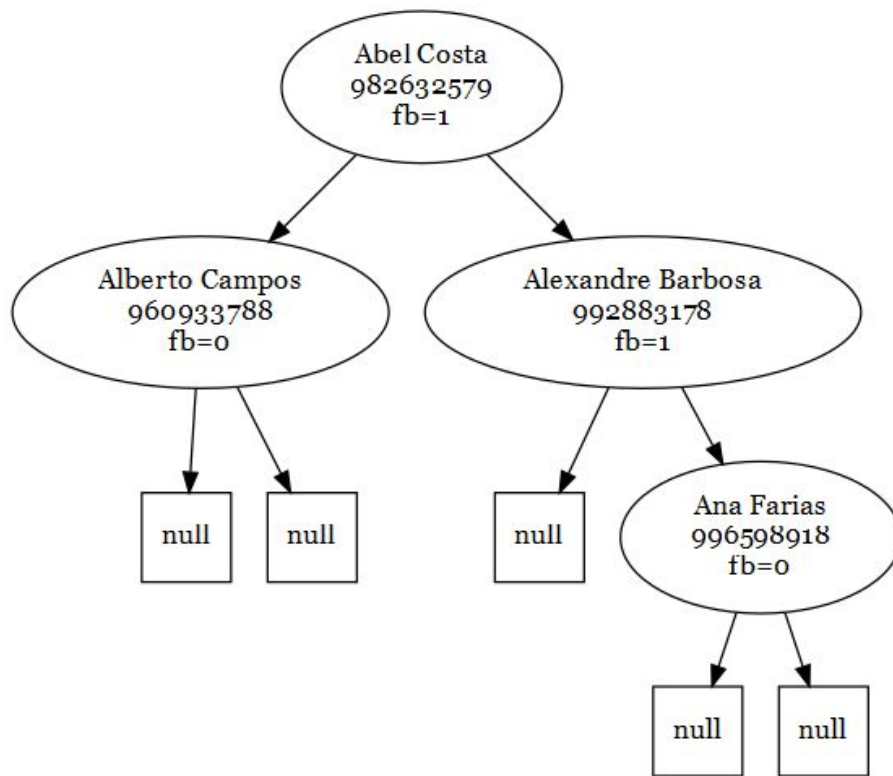
Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 3: Abel Costa, telefone 982632579, subiu para a raiz da AVL:



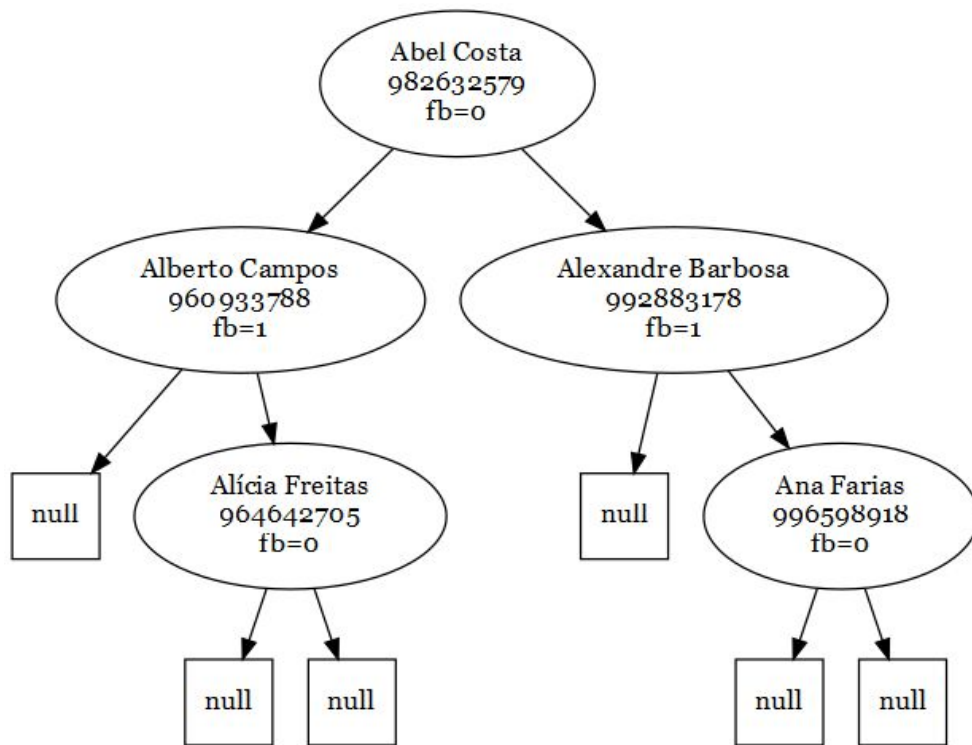
## Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 4: Ana Farias, telefone 996598918, nível 3:



Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

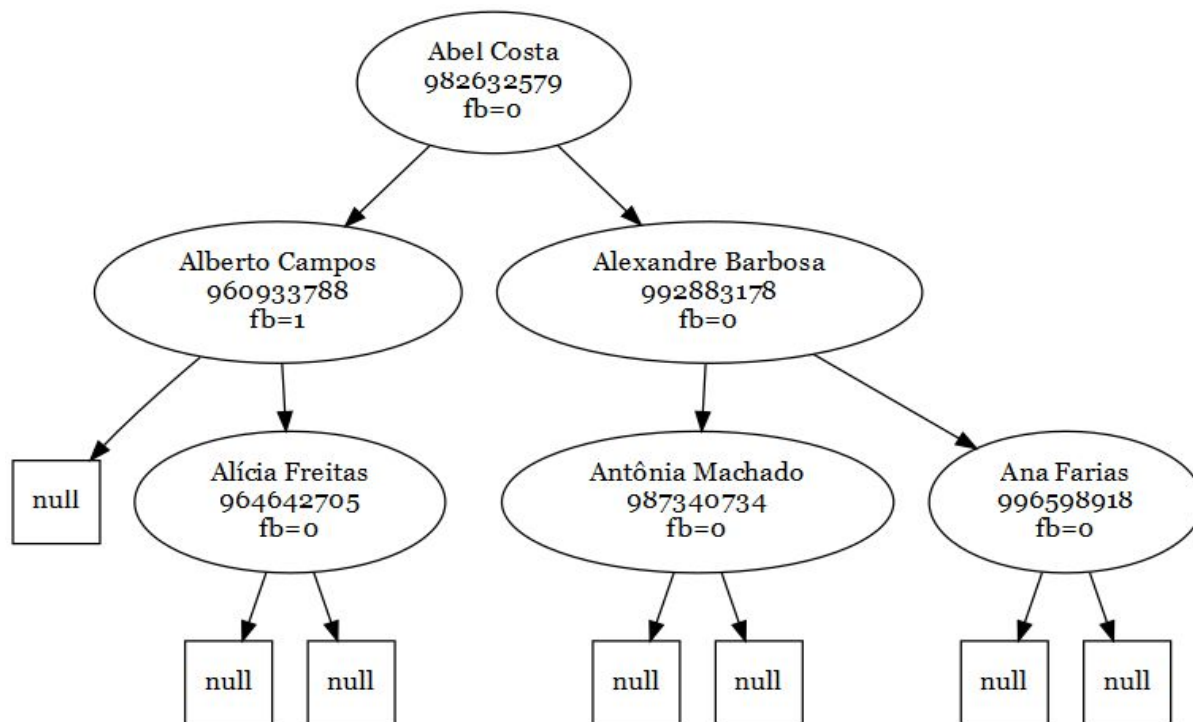
Inserção 5: Alícia Freitas, telefone: 964642705, nível 3:





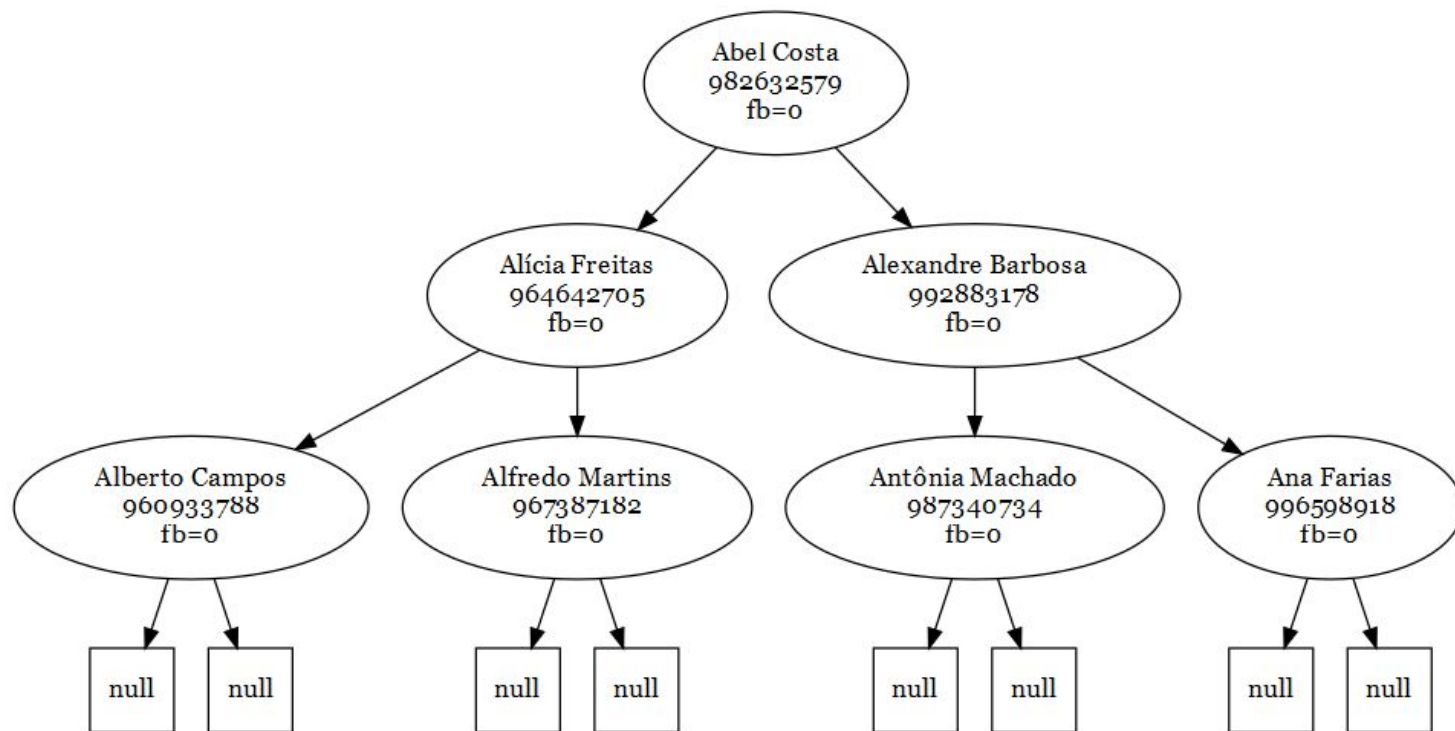
Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 6: Antônia Machado, telefone: 987340734, nível 3



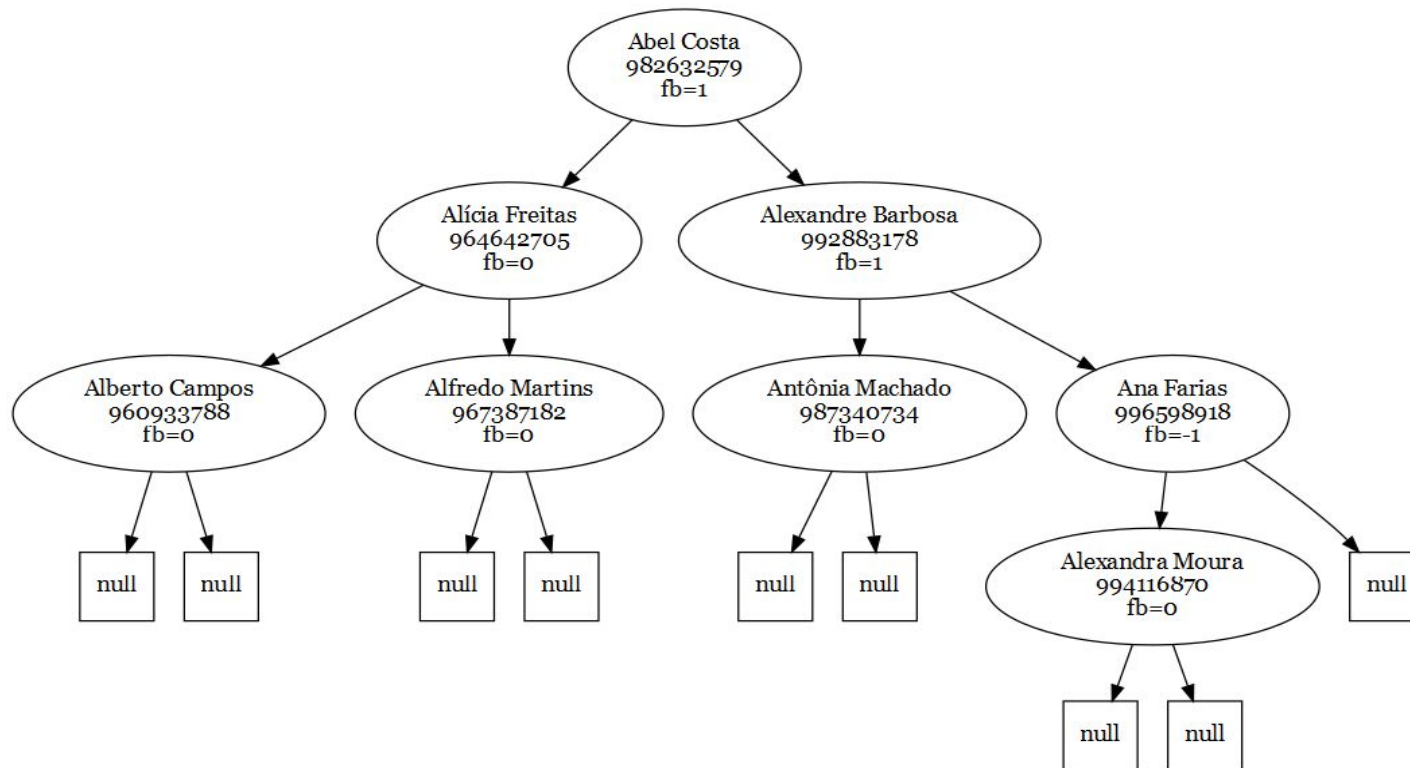
## Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 7: Alfredo Martins, telefone: 967387182, nível 3.



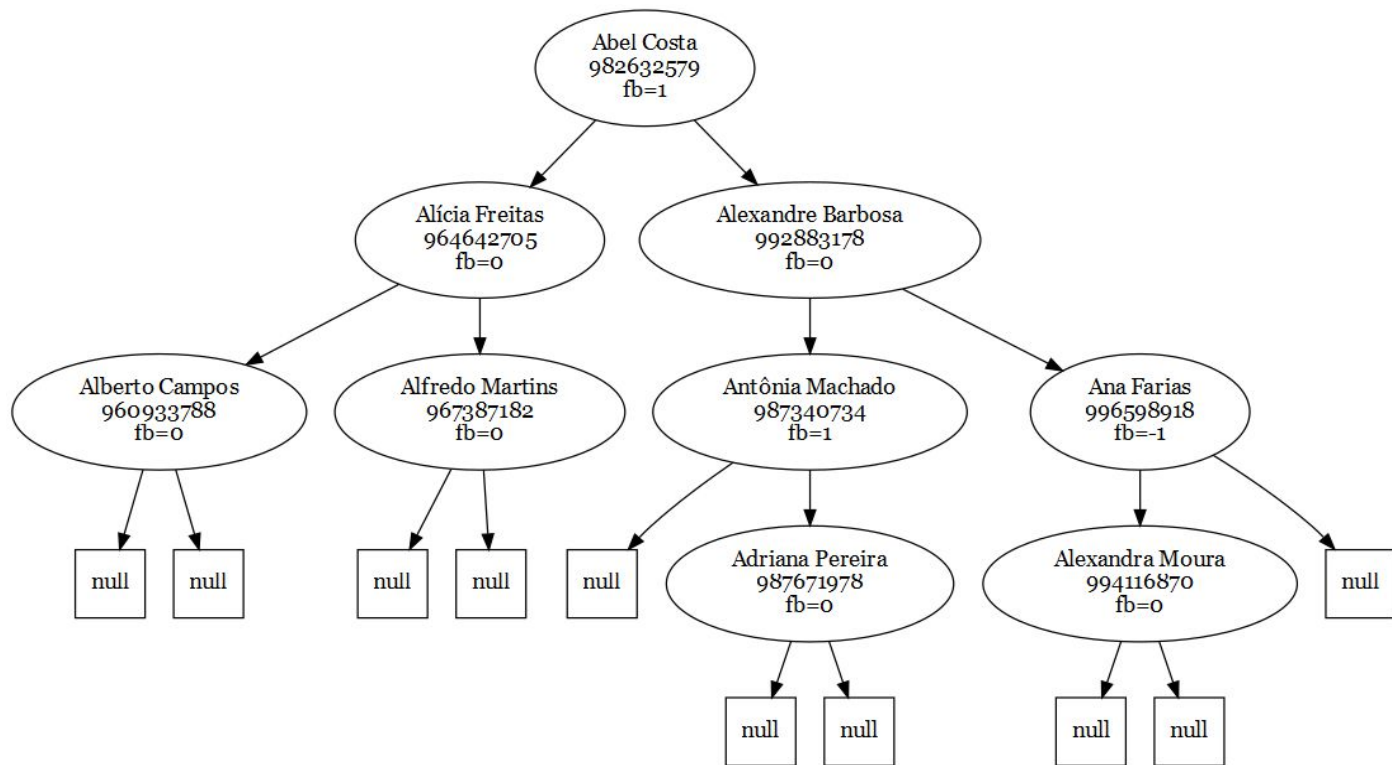
## Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 8: Alexandra Moura, telefone: 994116870, nível 4.



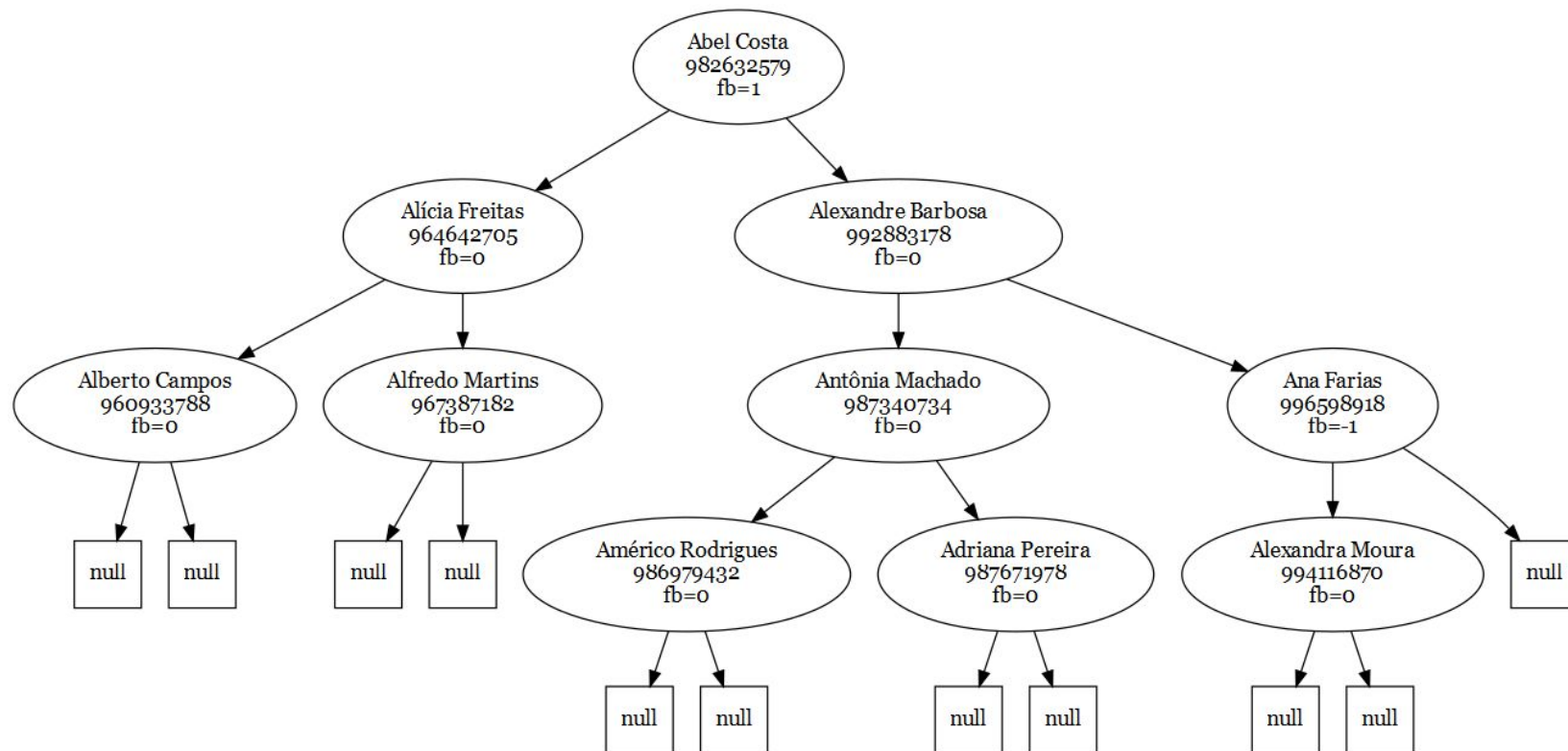
Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 9: Adriana Pereira, telefone: 987671978, nível 4.



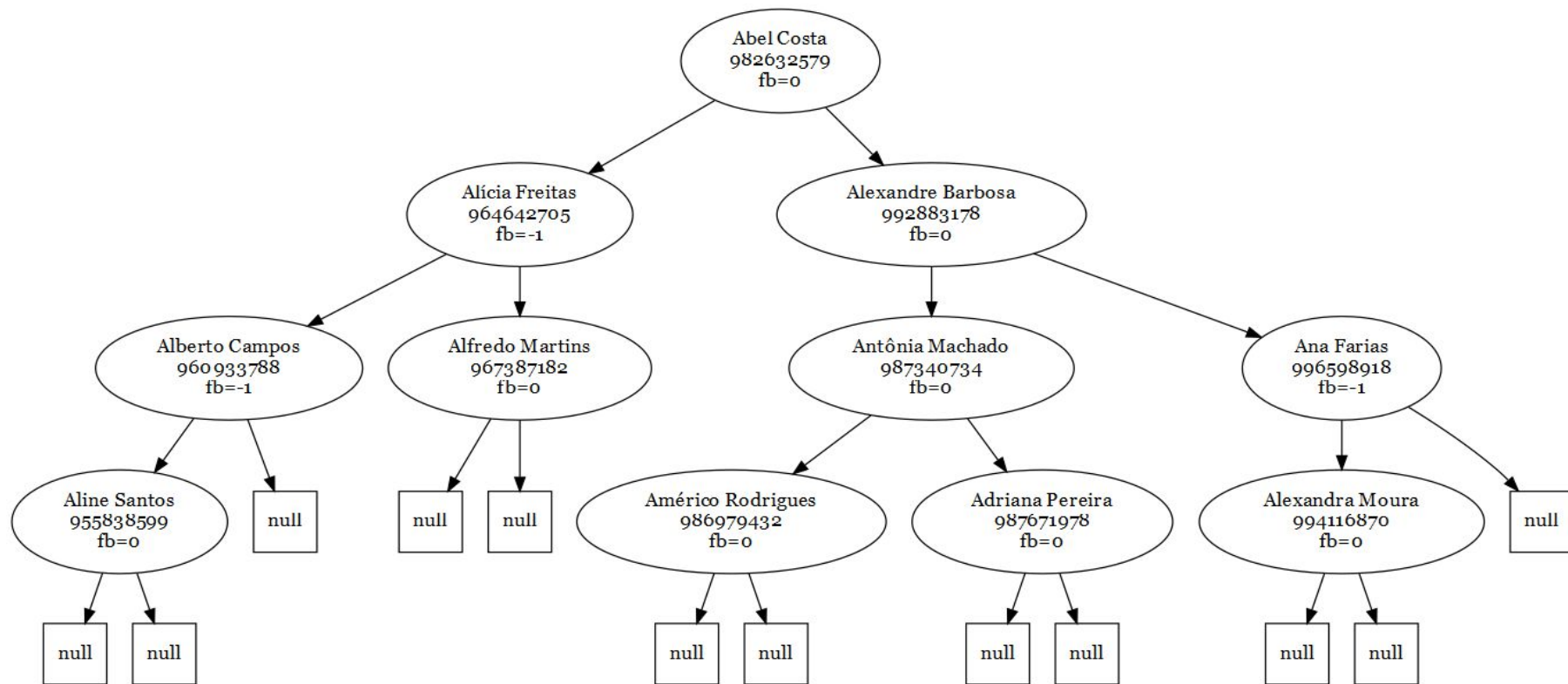
## Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 10: Américo Rodrigues, telefone: 986979432, nível 4.



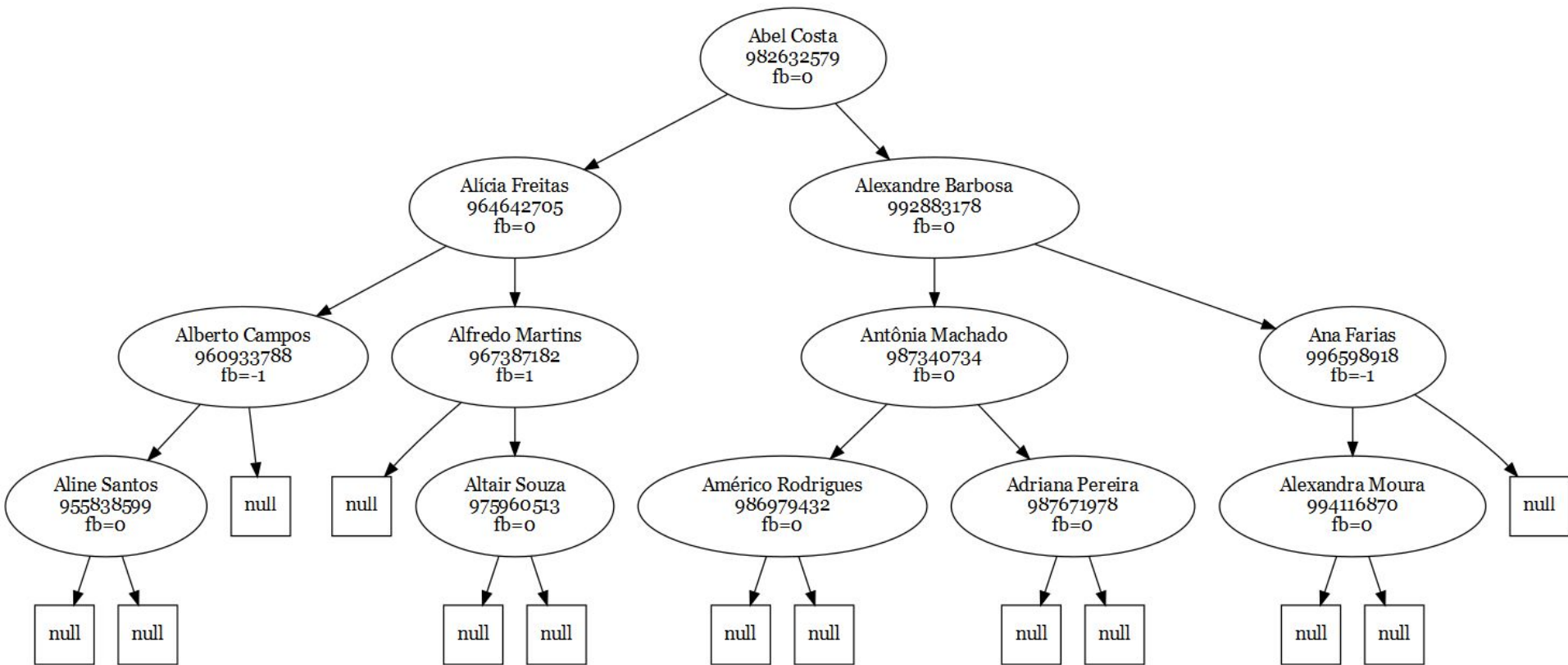
## Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 11: Aline Santos, telefone: 955838599, nível 4.



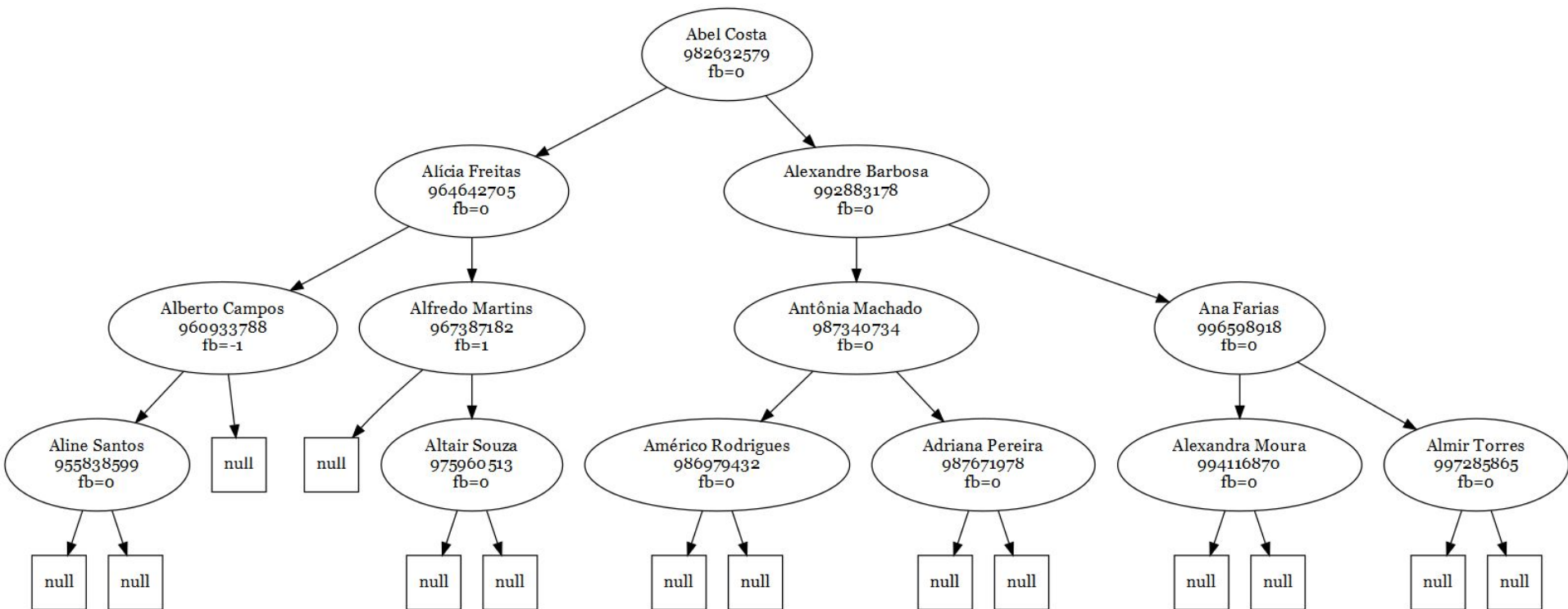
Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 12: Altair Souza, telefone: 975960513, nível 4.



Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

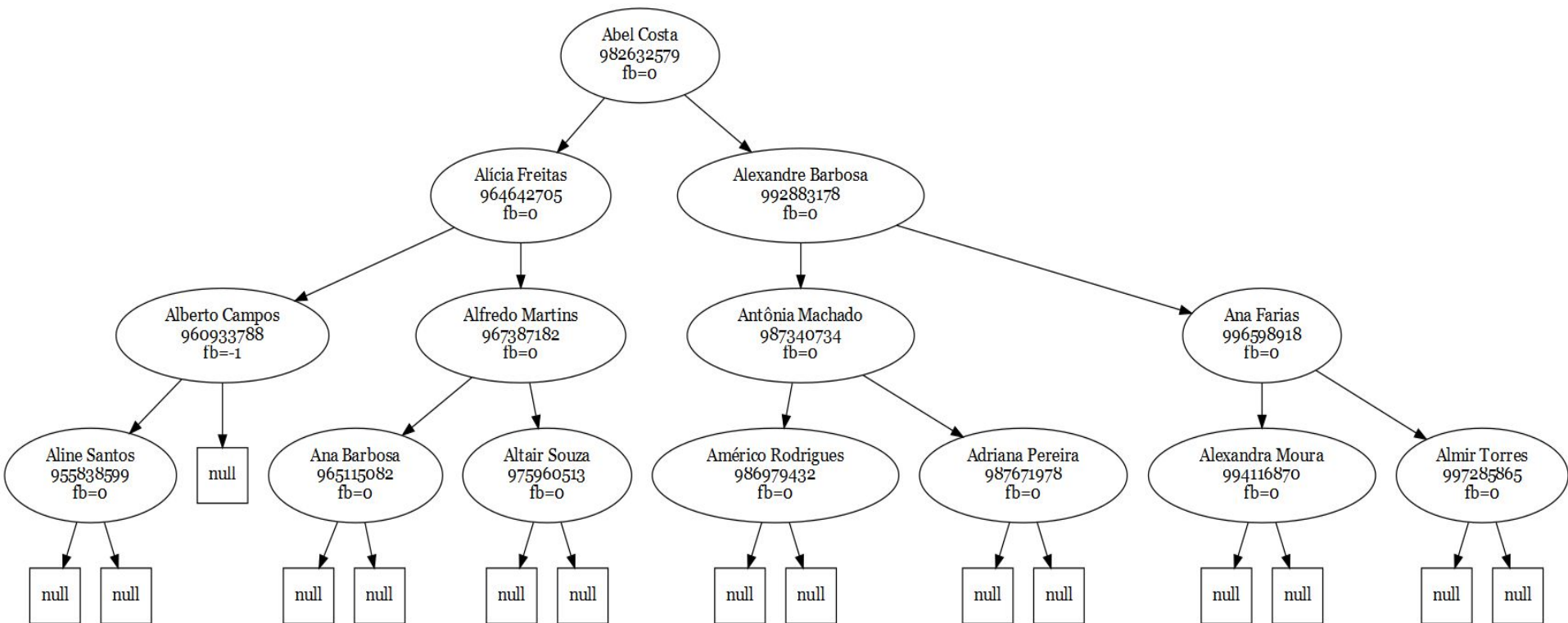
Inserção 13: Almir Torres, telefone: 997285865, nível 4 (canto inferior direito).





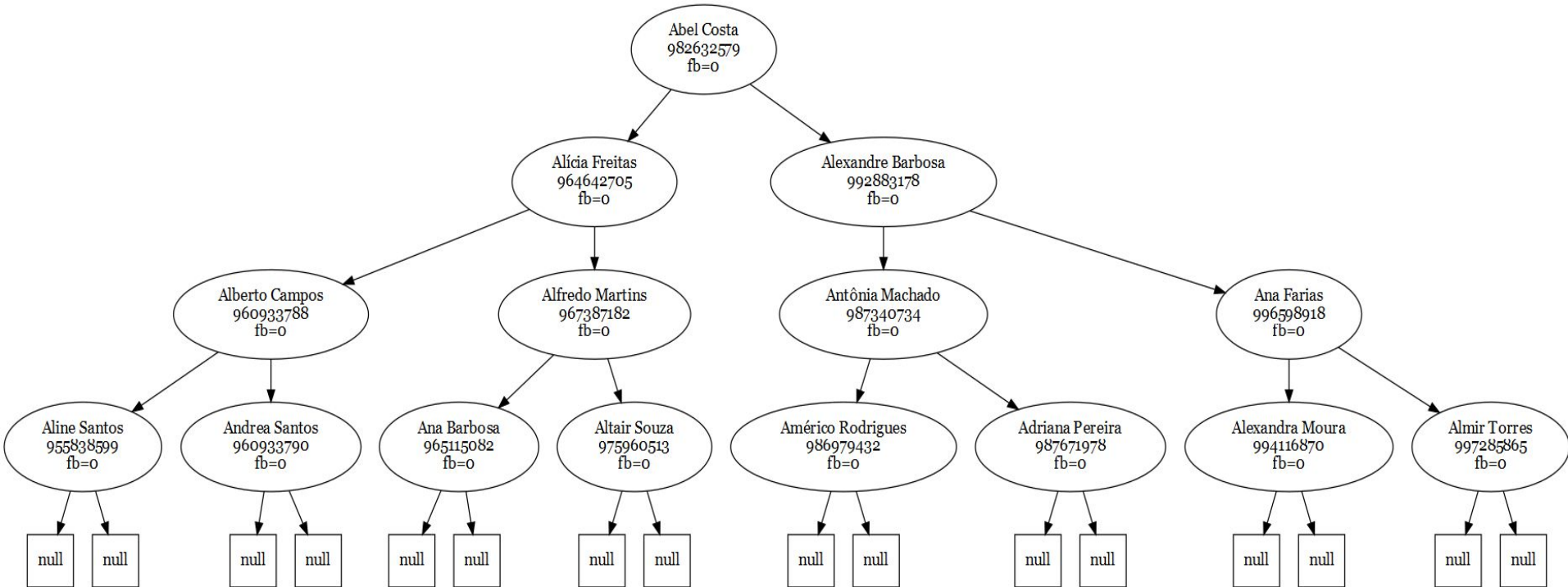
# Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 14: Ana Barbosa, telefone: 965115082, nível 4.



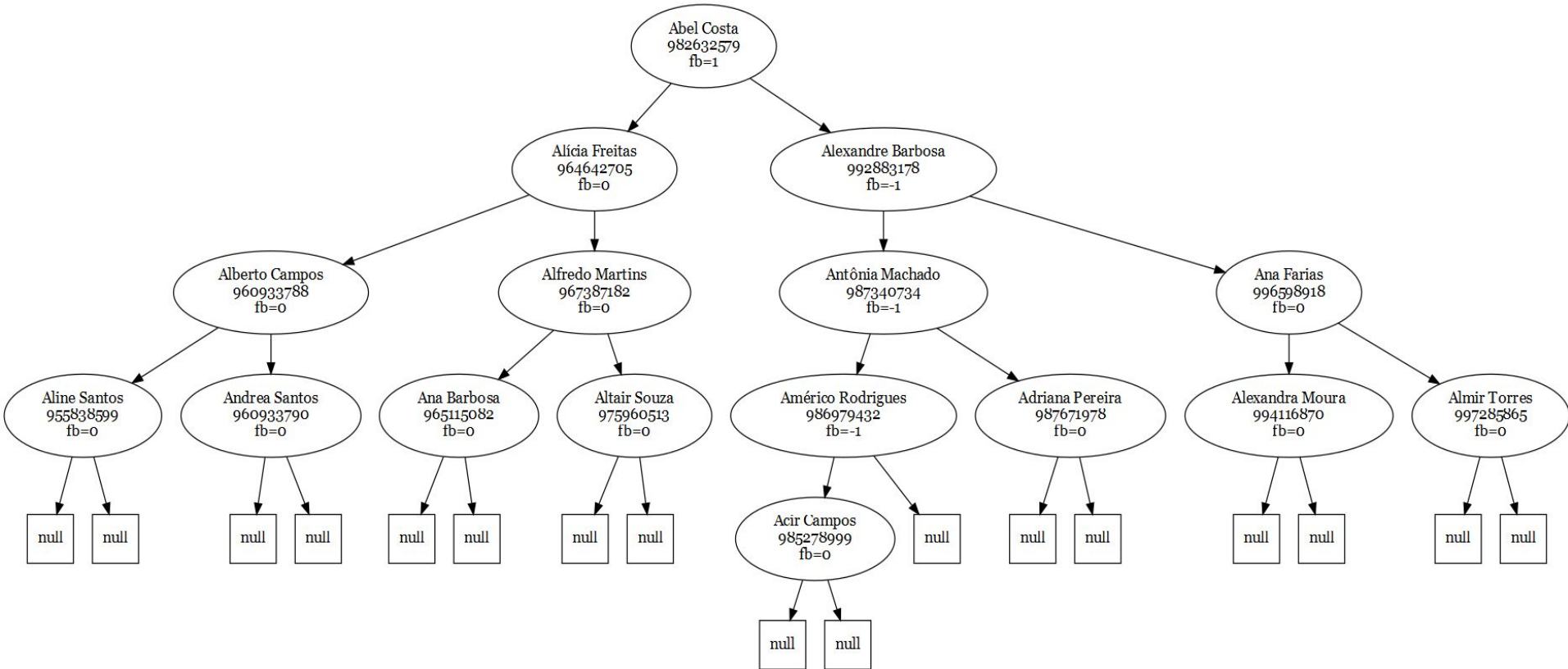
## Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 15: Andrea Santos, telefone:960933790, nível 4.



# Exemplo de inserções de 16 registros na letra A

Inserção 16: Acir Campos, telefone: 985278999, nível 5.



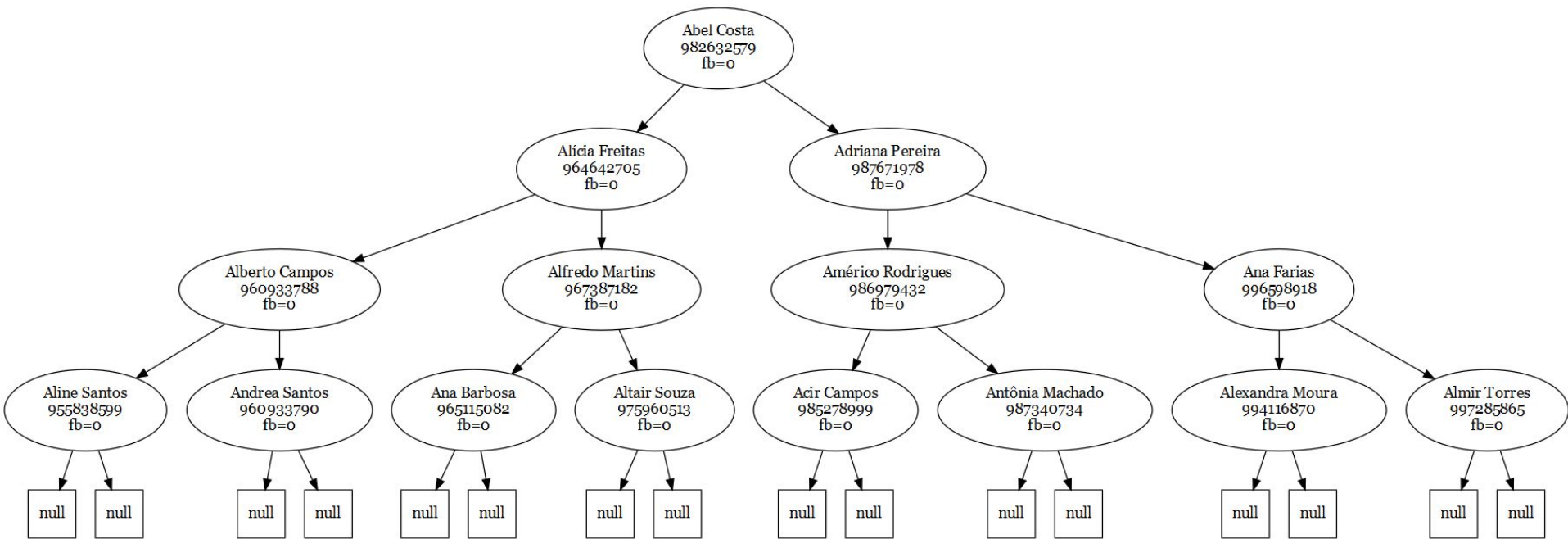
# Experimento: exclusão de registros

Agora vamos demonstrar a sequência de exclusões dos registros apresentados na tela anterior.

Tivemos muita dificuldade na implementação da função de exclusão, pois é ainda mais complexa (do ponto de vista das dificuldades) do que a de inclusão.

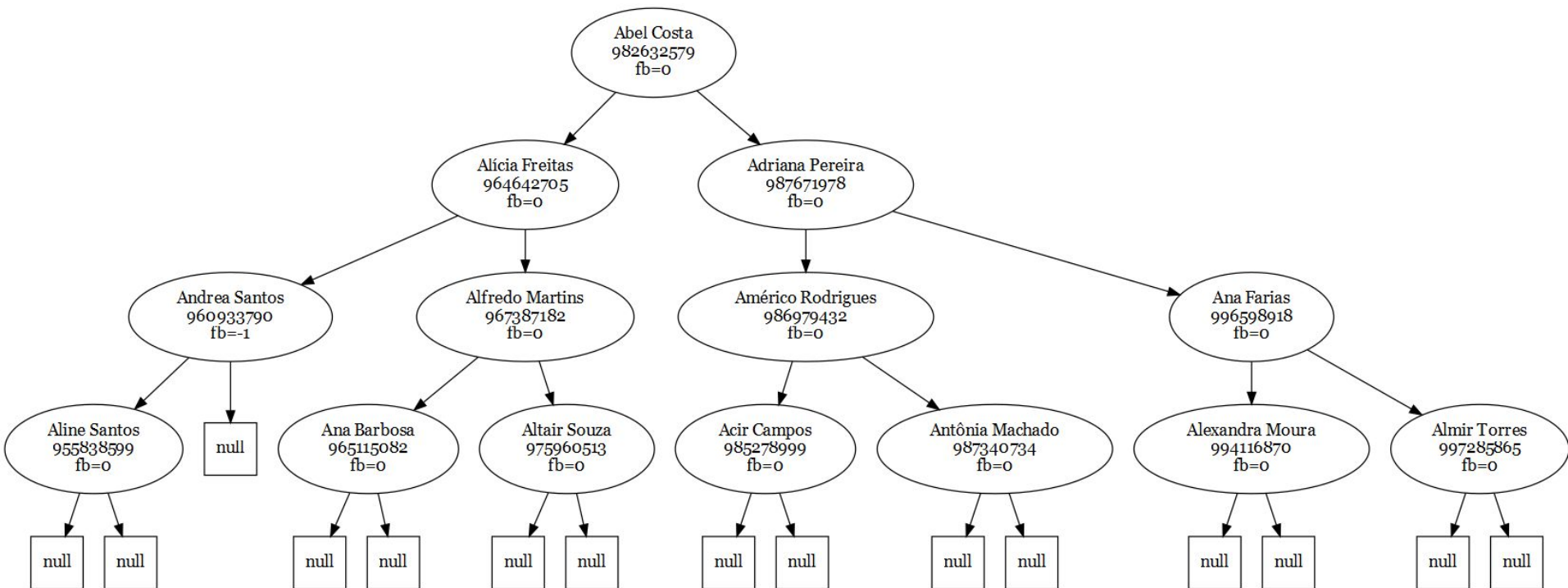
## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 1: Alexandre Barbosa, telefone 992883178, nível 1 (raiz da AVL):



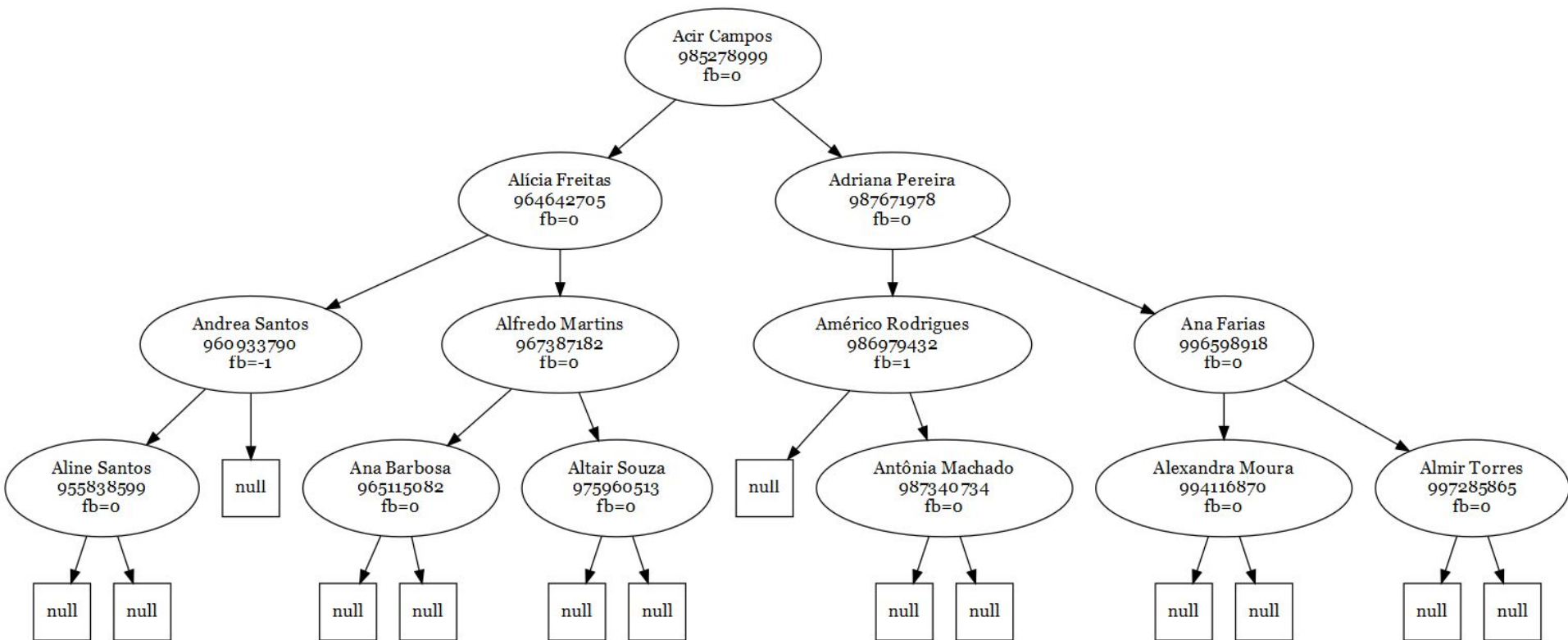
## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 2: Alberto Campos, telefone 960933788, nível 2, esquerda:



## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

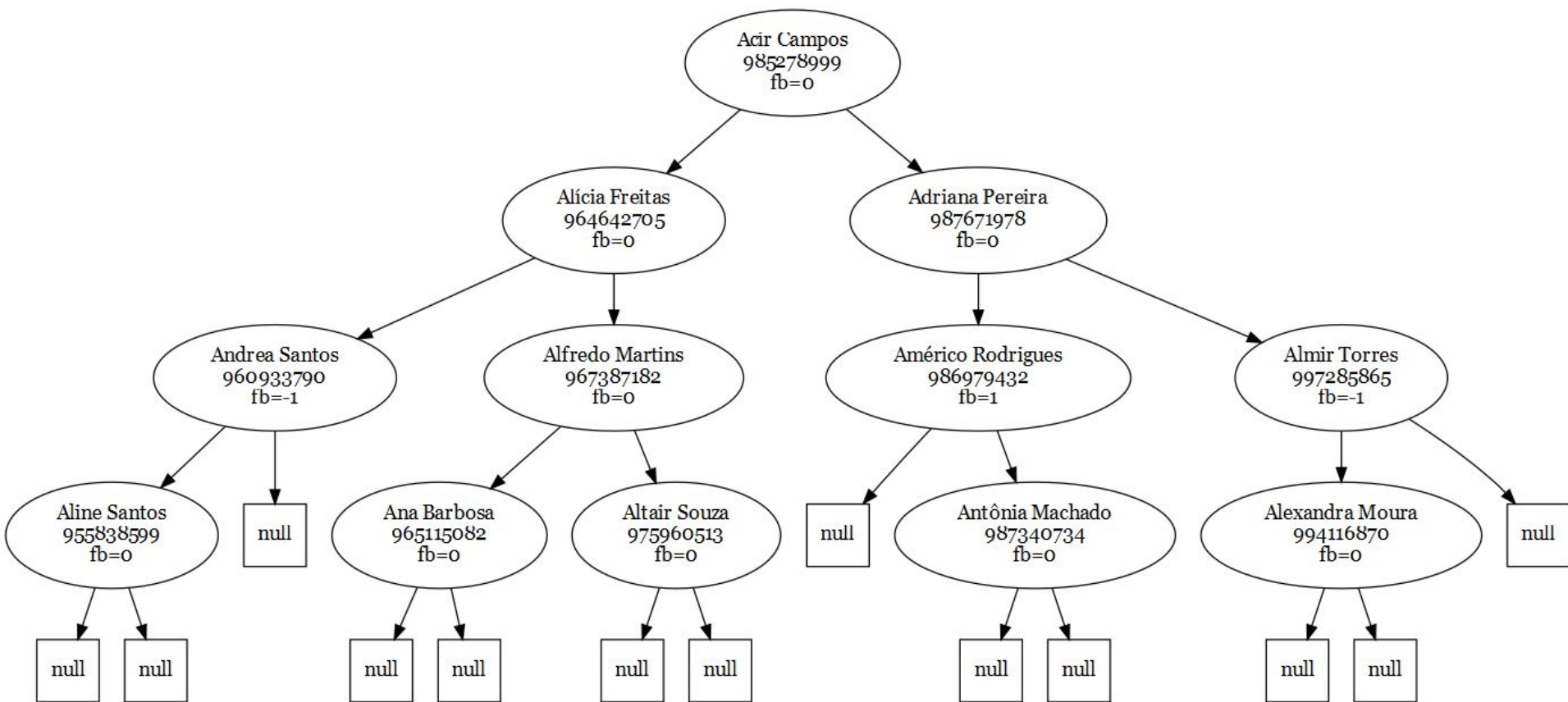
Exclusão 3: Abel Costa, telefone 982632579, subiu para a raiz da AVL:





## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

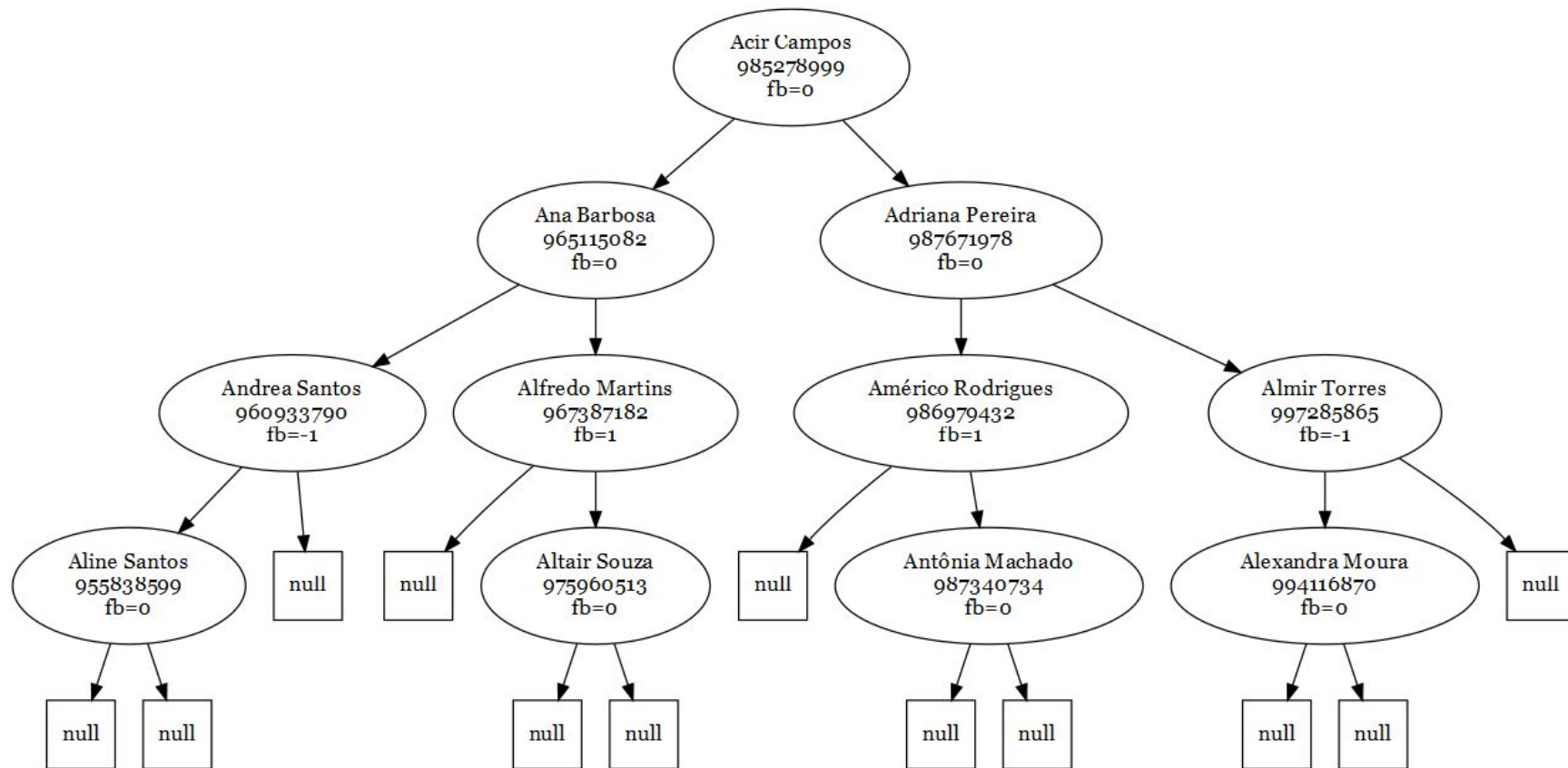
Exclusão 4: Ana Farias, telefone 996598918, nível 3:





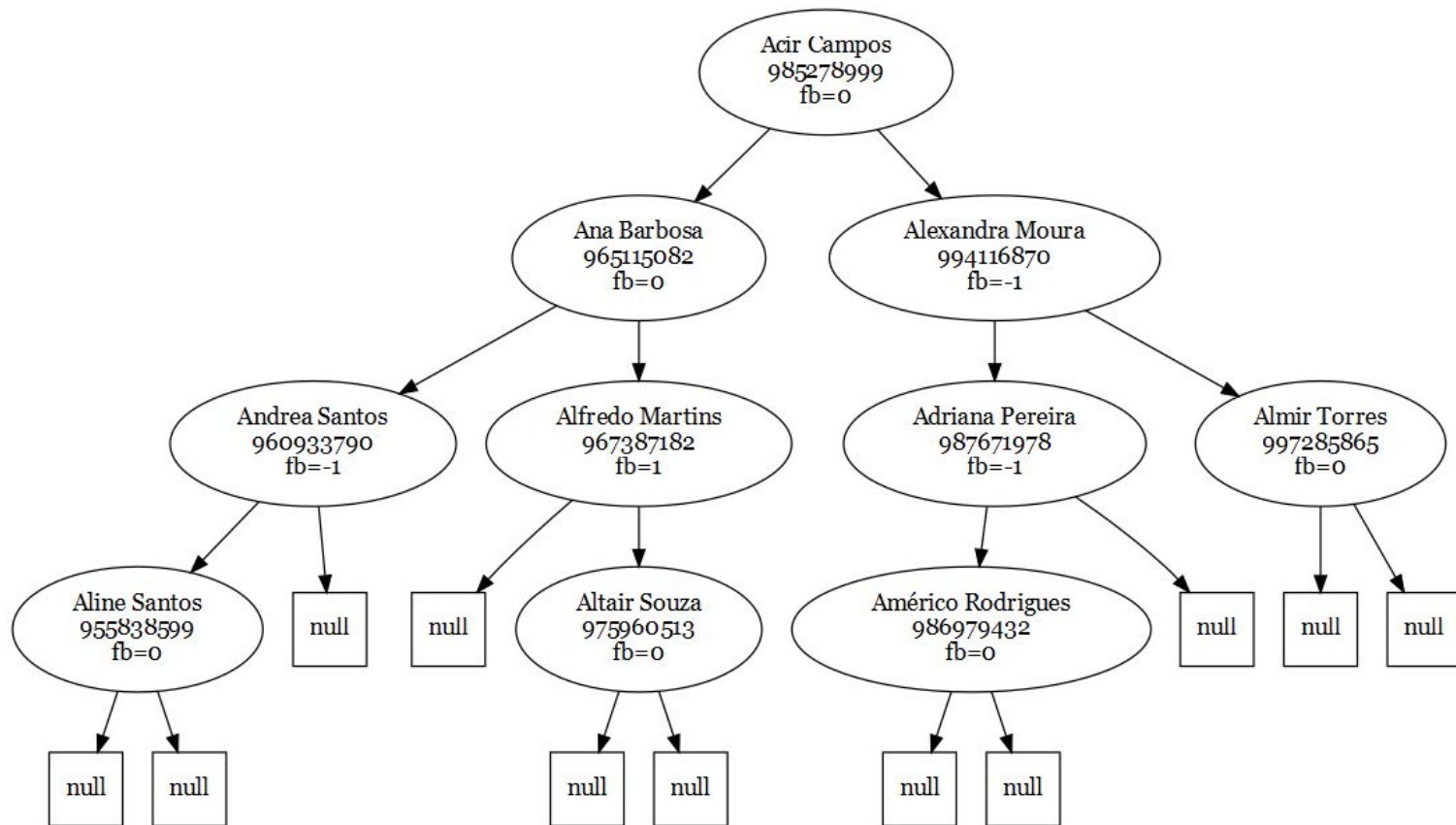
## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 5: Alícia Freitas, telefone: 964642705, nível 3:



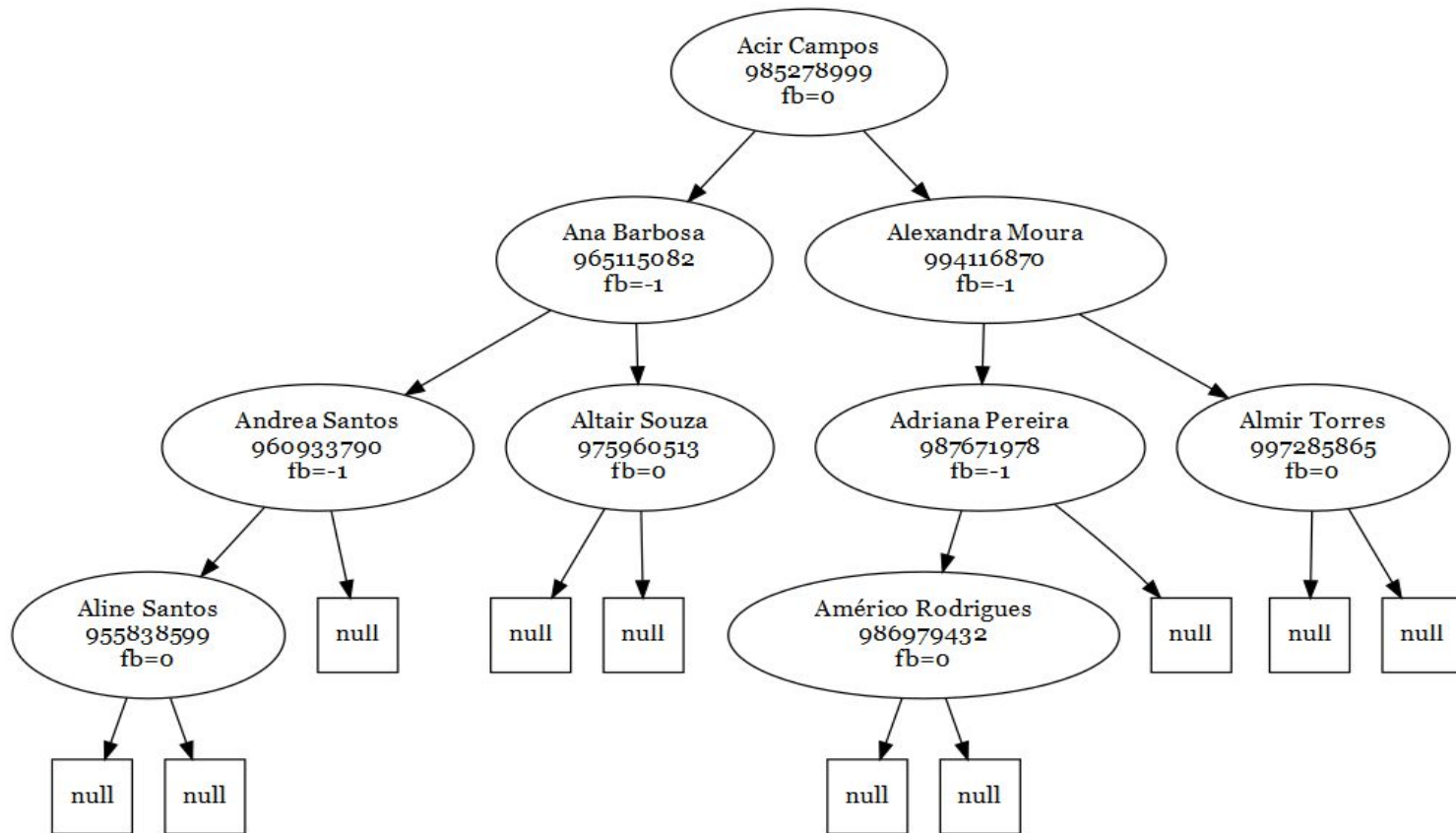
## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 6: Antônia Machado, telefone: 987340734, nível 3



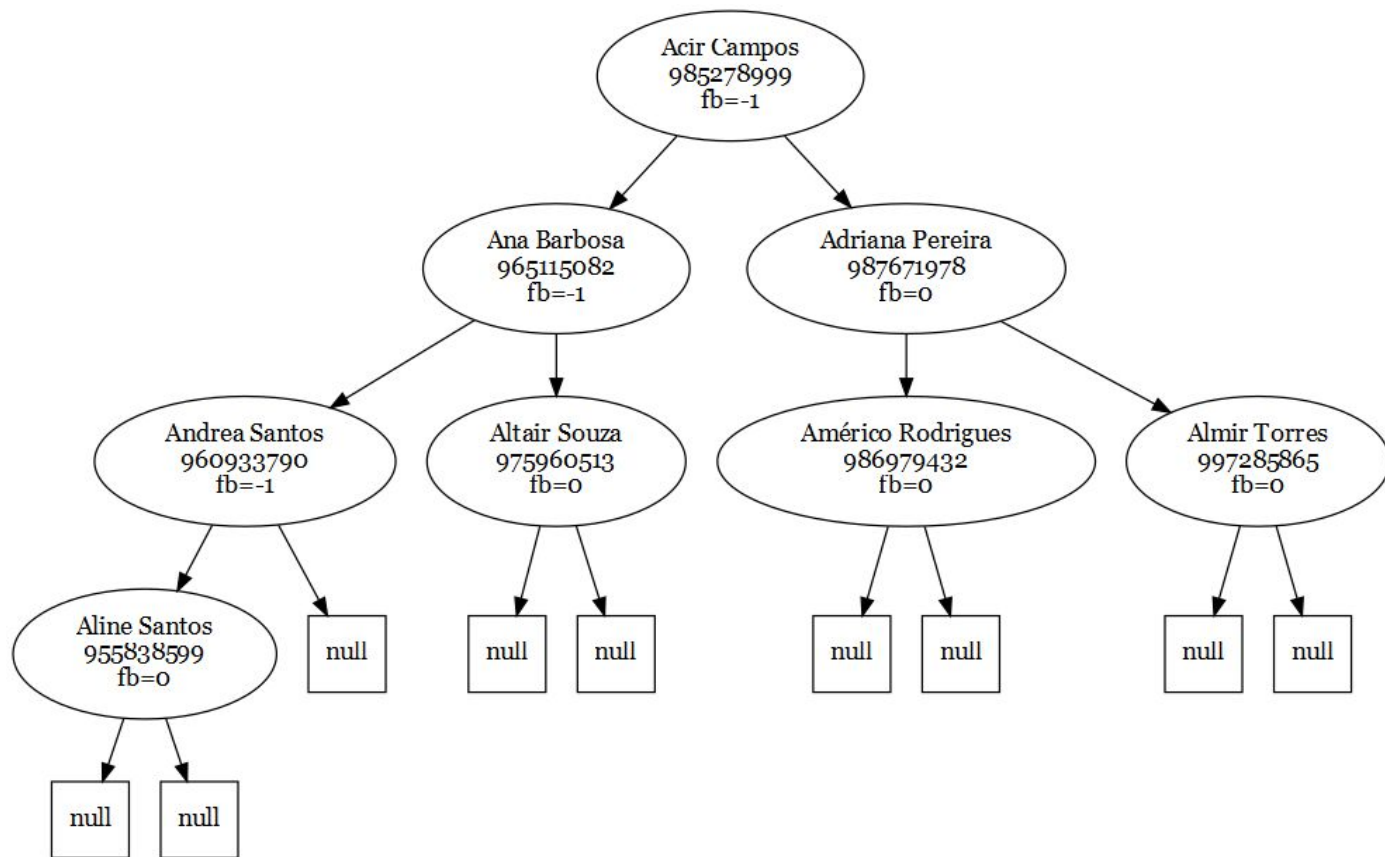
## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 7: Alfredo Martins, telefone: 967387182, nível 3.



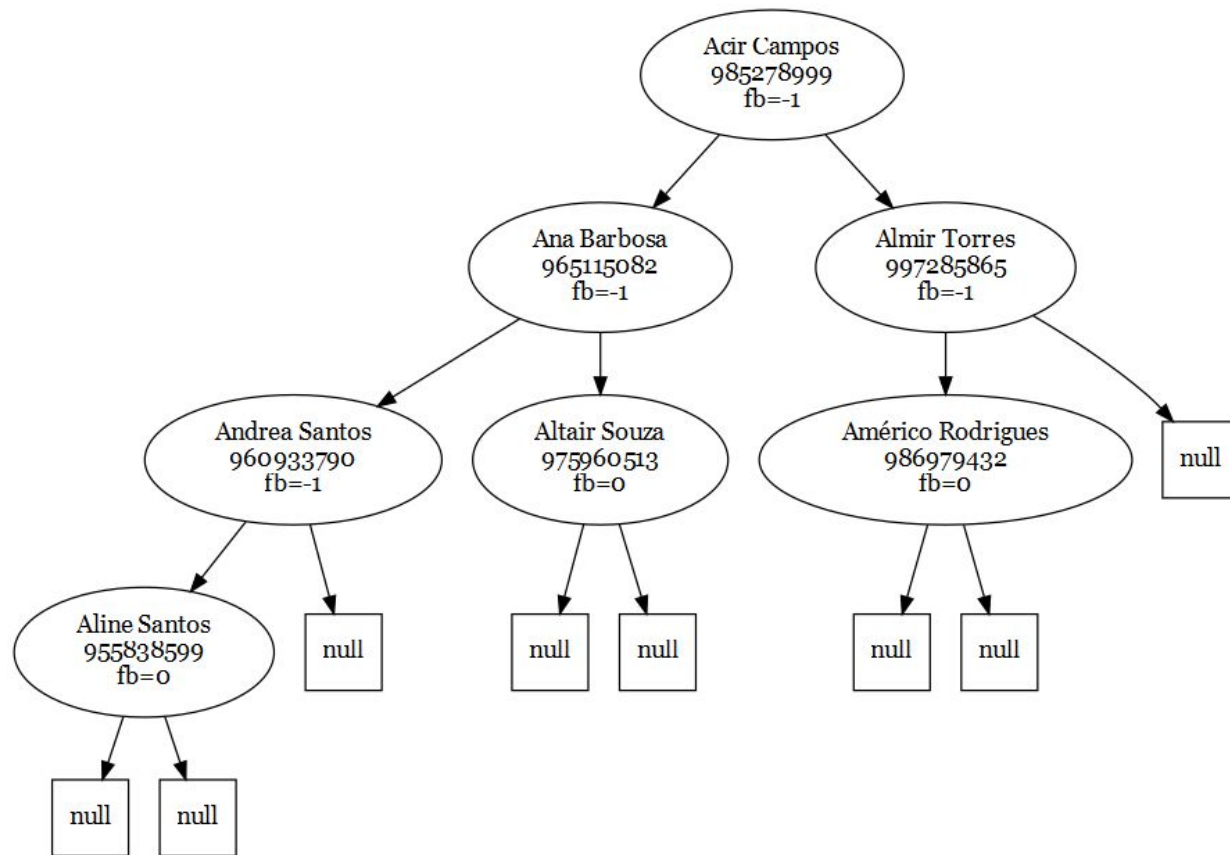
## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 8: Alexandra Moura, telefone: 994116870, nível 4.



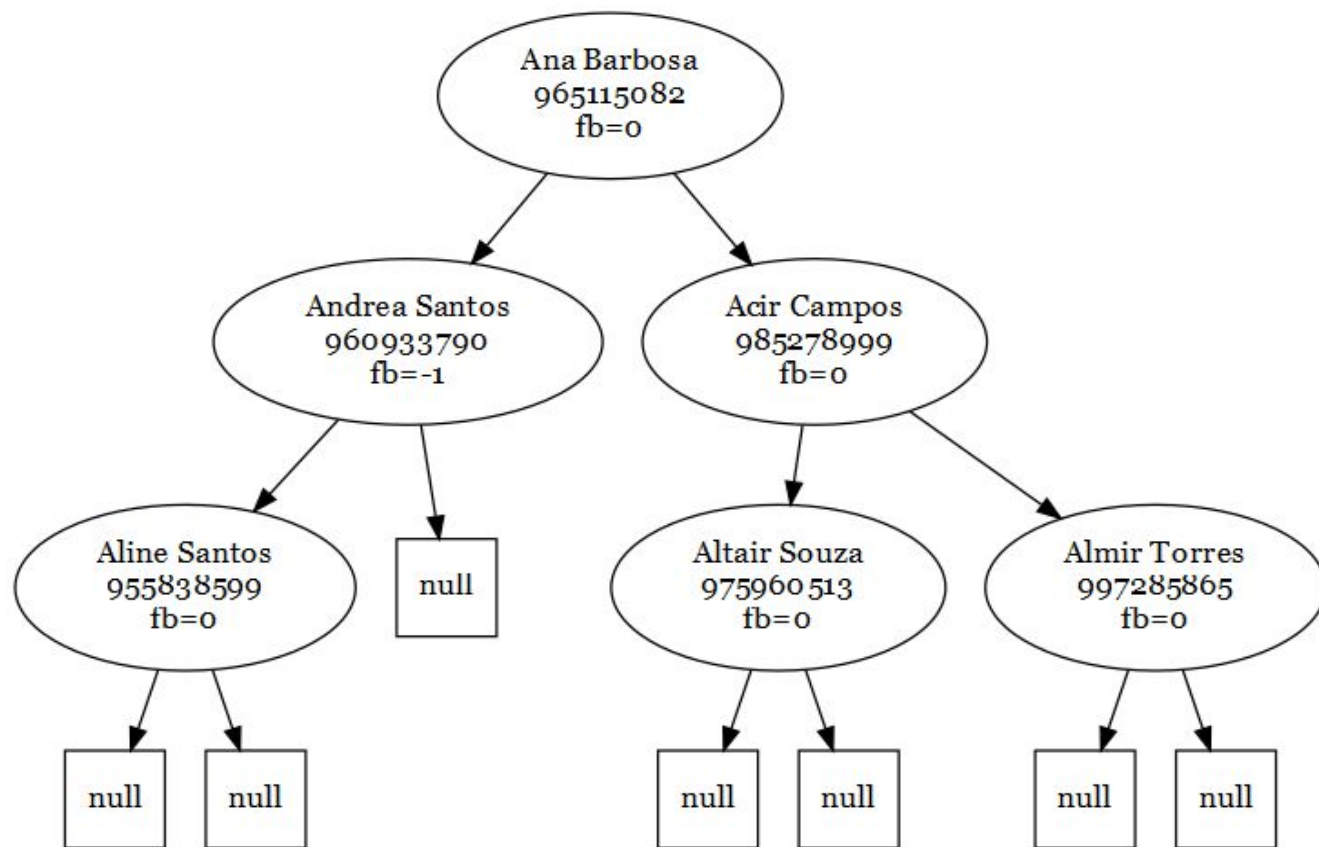
## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 9: Adriana Pereira, telefone: 987671978, nível 4.



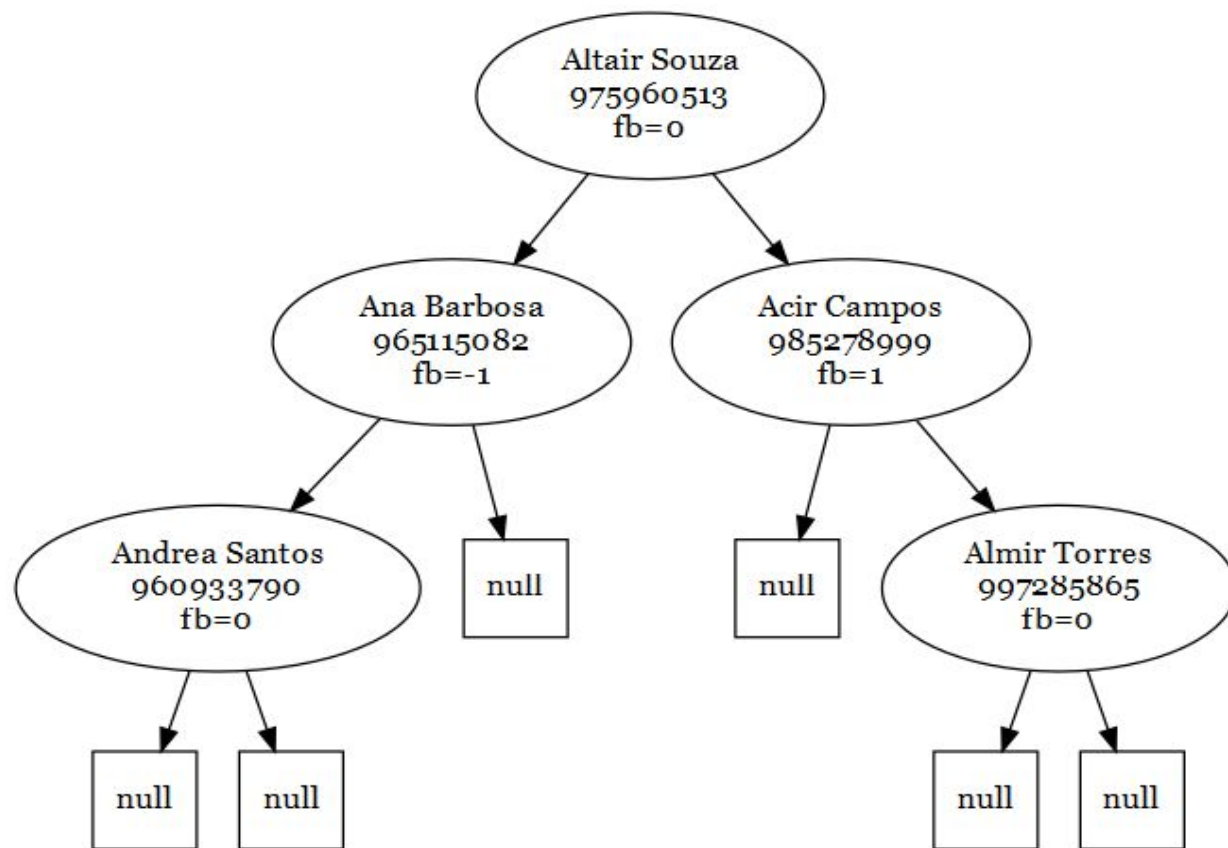
Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 10: Américo Rodrigues, telefone: 986979432, nível 4.



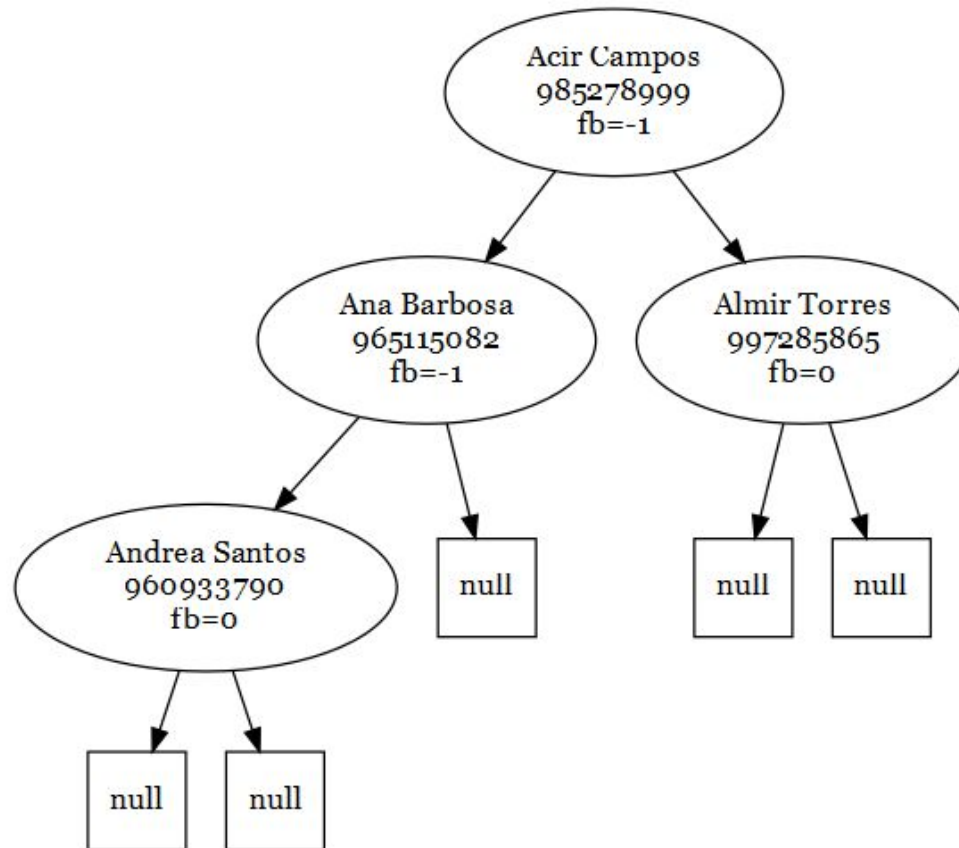
## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 11: Aline Santos, telefone: 955838599, nível 4.



## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

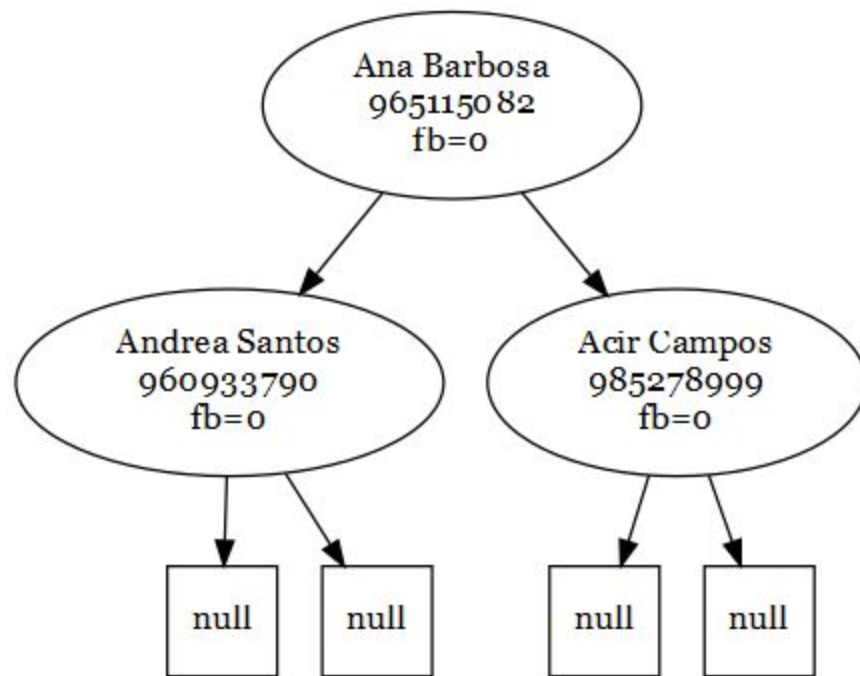
Exclusão 12: Altair Souza, telefone: 975960513, nível 4.





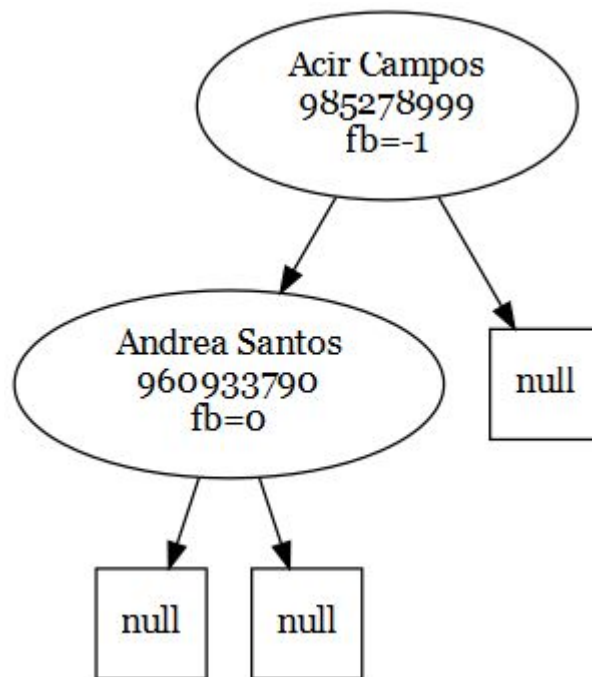
Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 13: Almir Torres, telefone: 997285865, nível 4 (canto inferior direito).



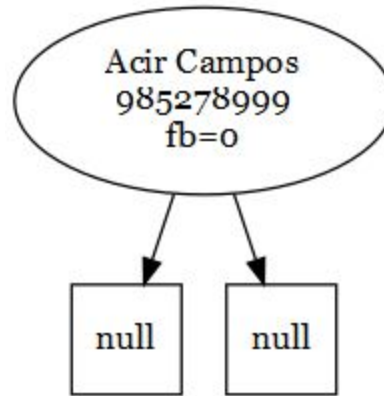
Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 14: Ana Barbosa, telefone: 965115082, nível 4.



## Exemplo de exclusões de 16 registros na letra A

Exclusão 15: Andrea Santos, telefone:960933790, nível 4.

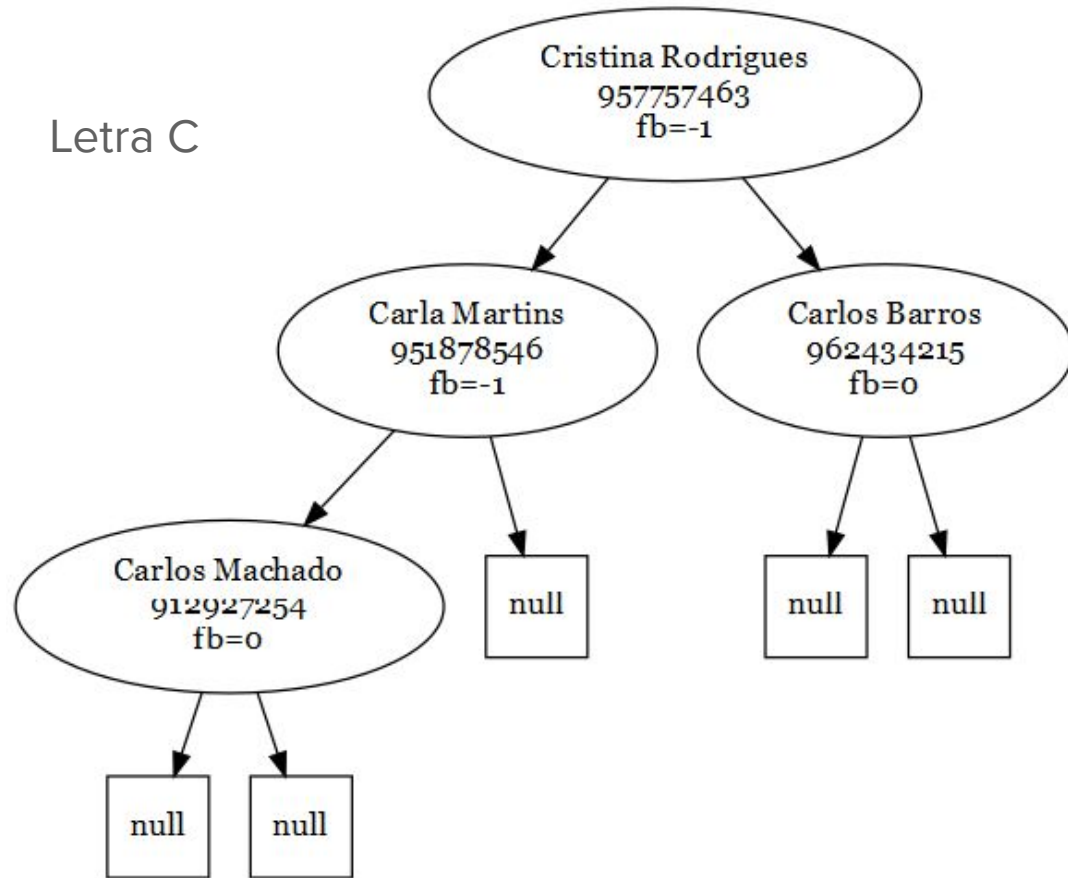


Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Apresentaremos, a seguir, as árvores finais geradas após um procedimento de inserção de 250 nomes e exclusão aleatória de 200 registros.

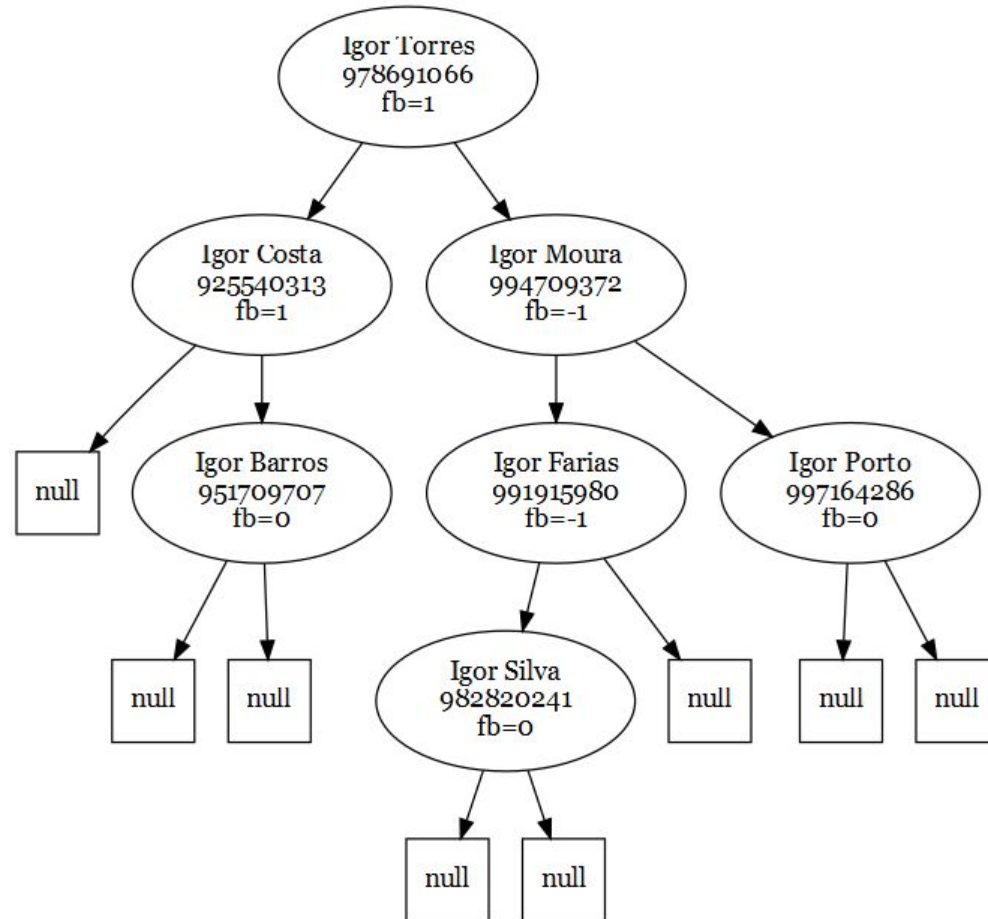
# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra C



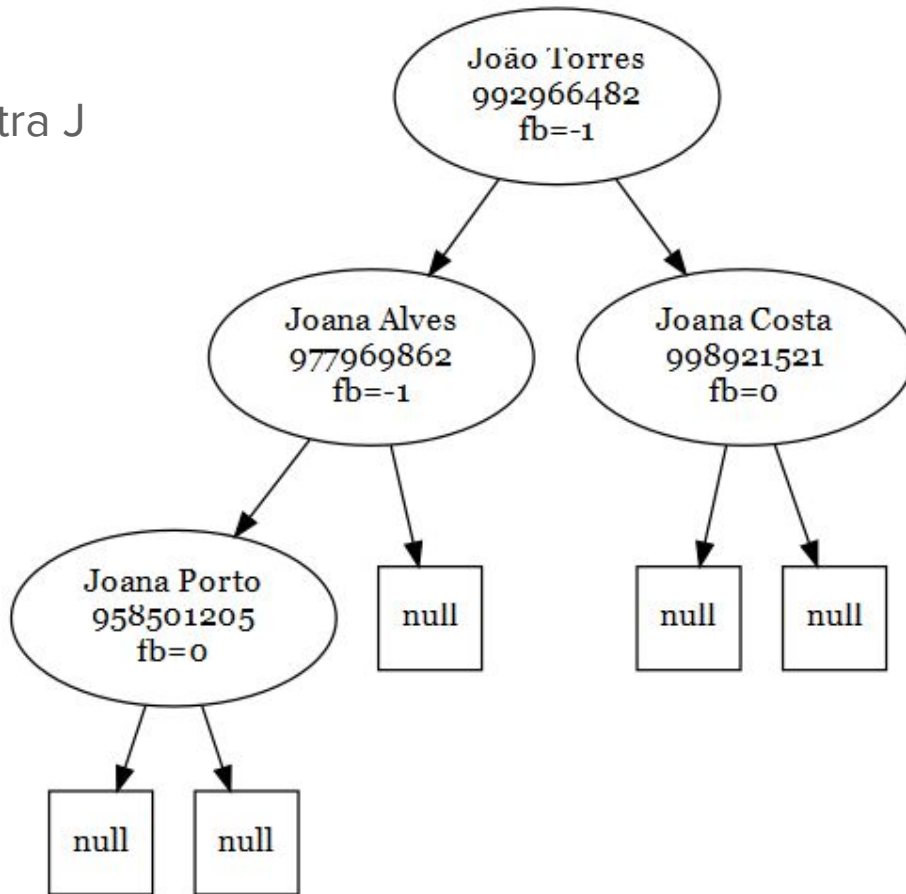
# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra I



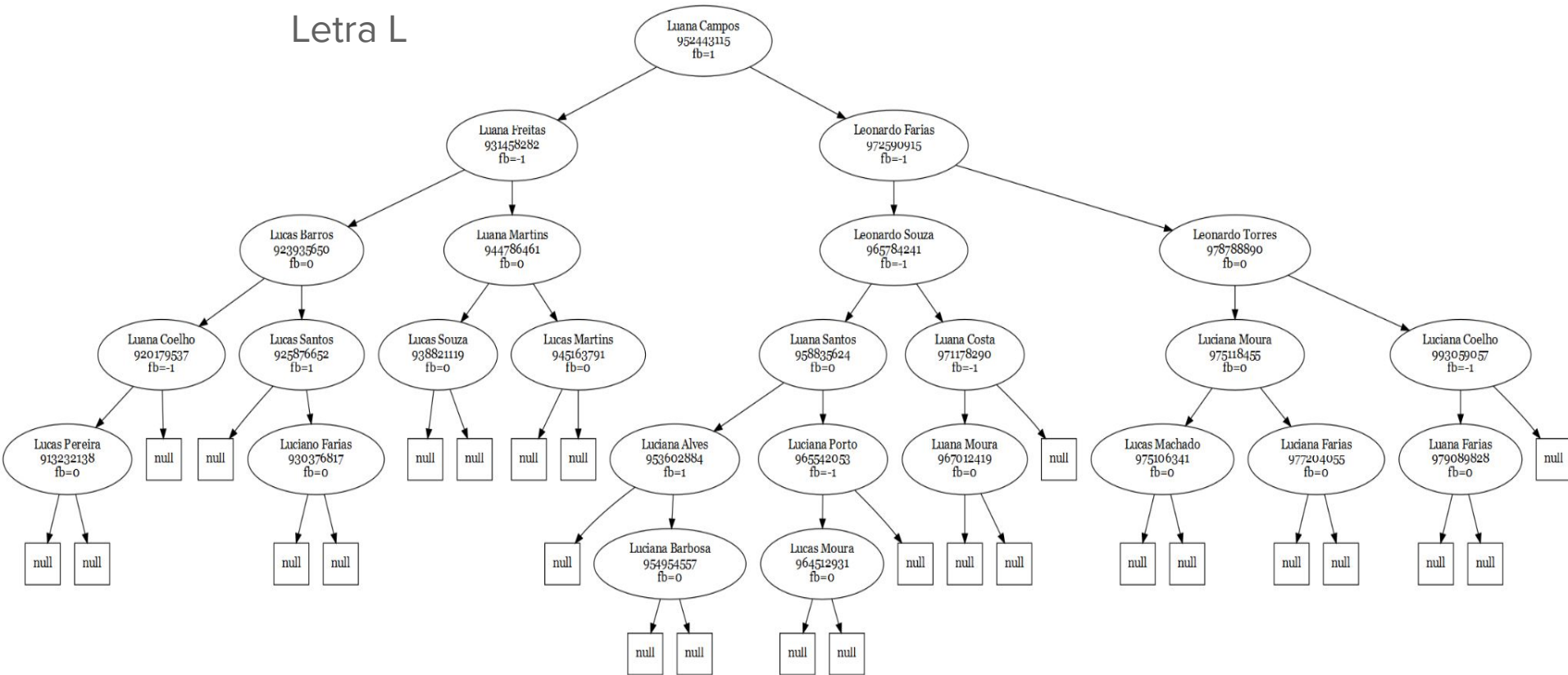
# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra J



Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

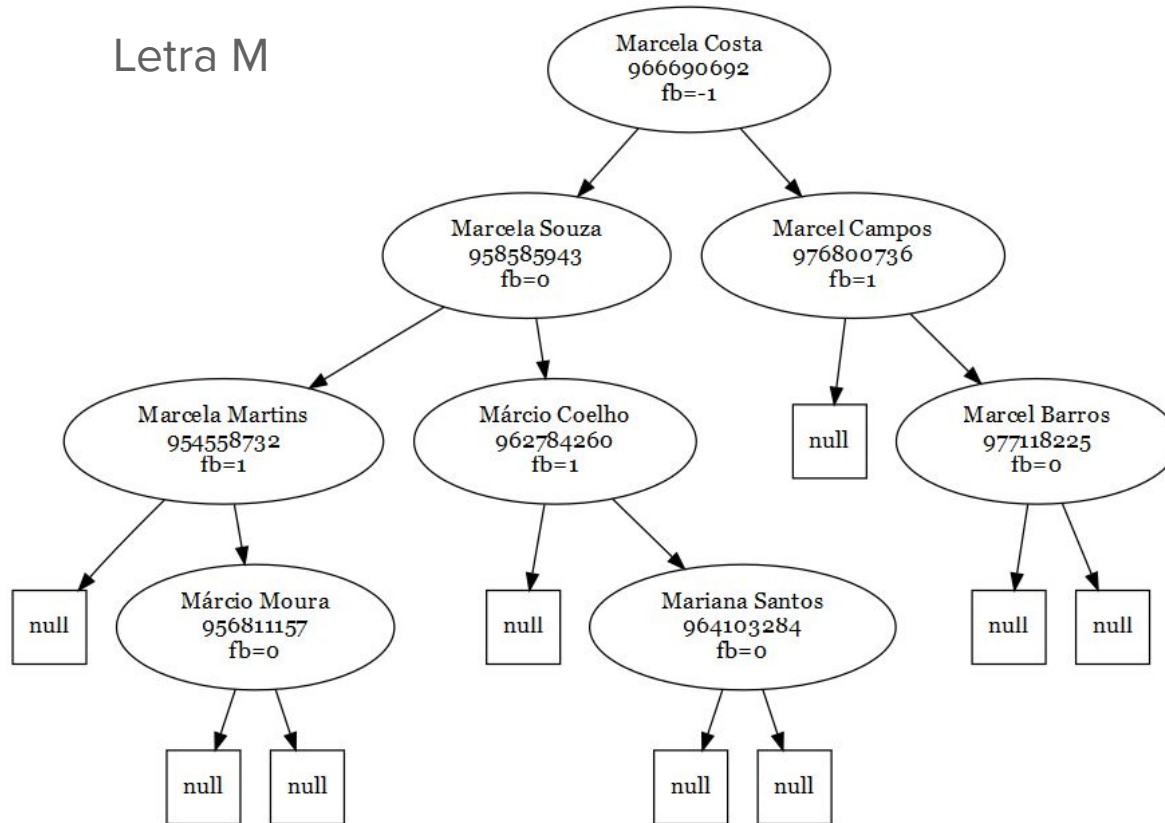
# Letra L





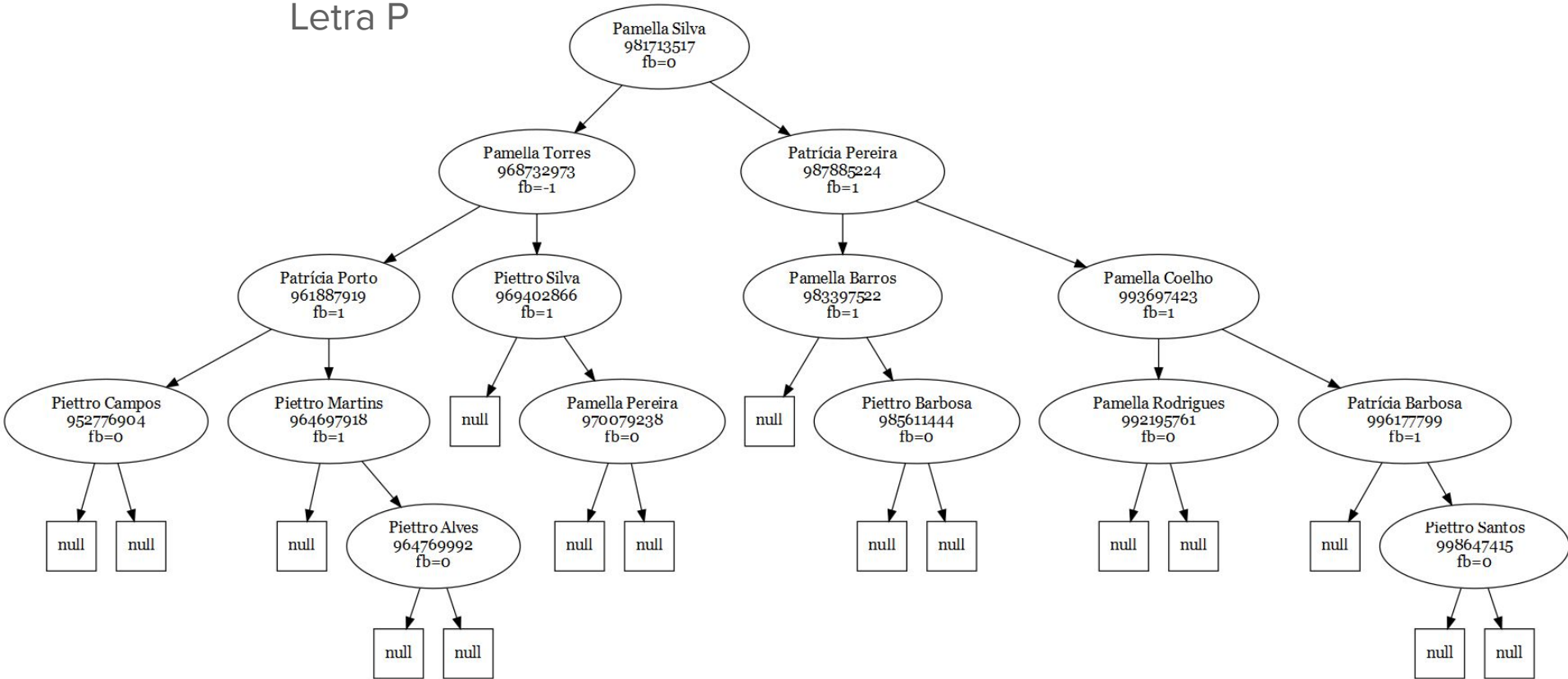
# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra M



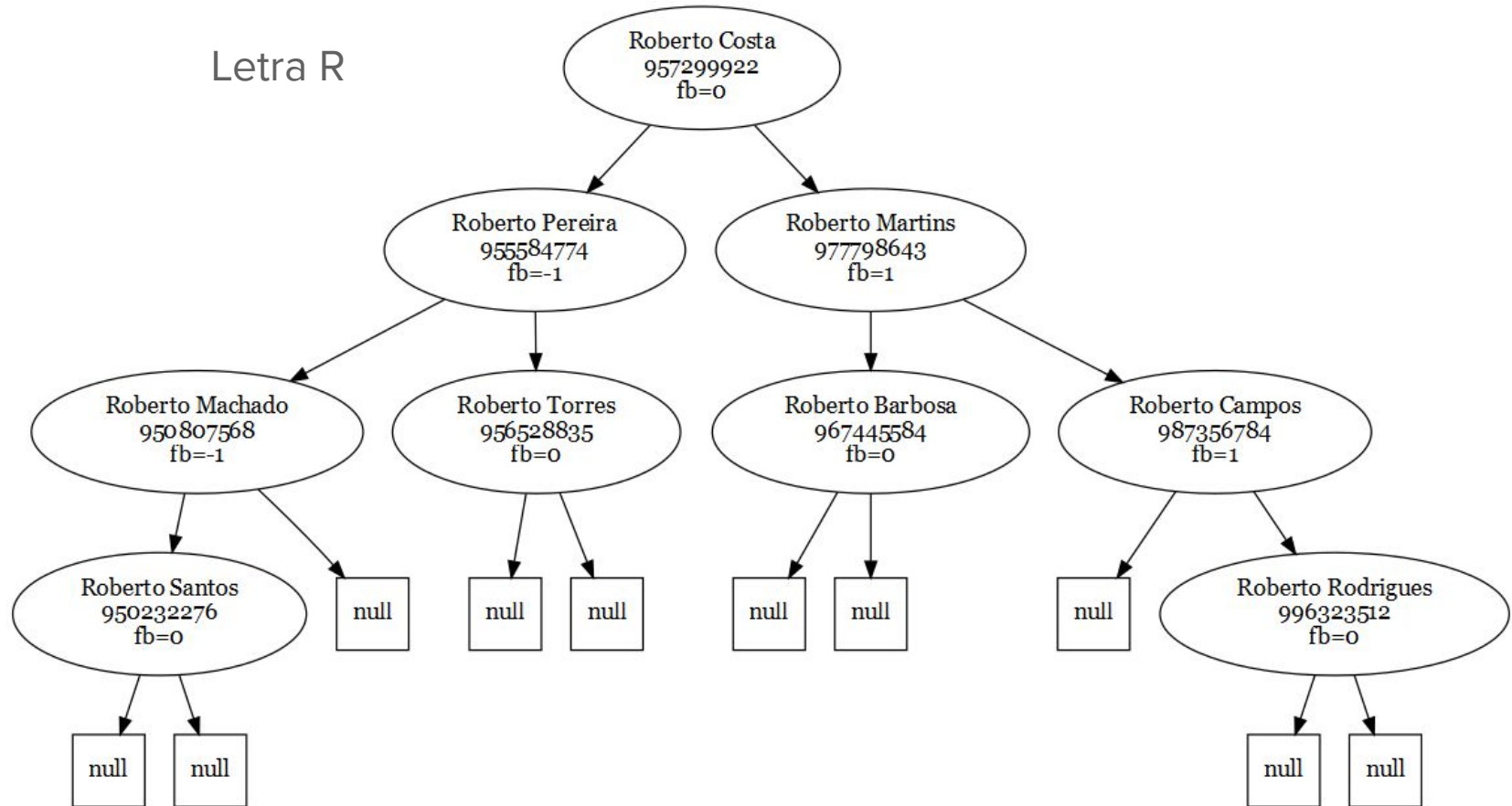
# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra P



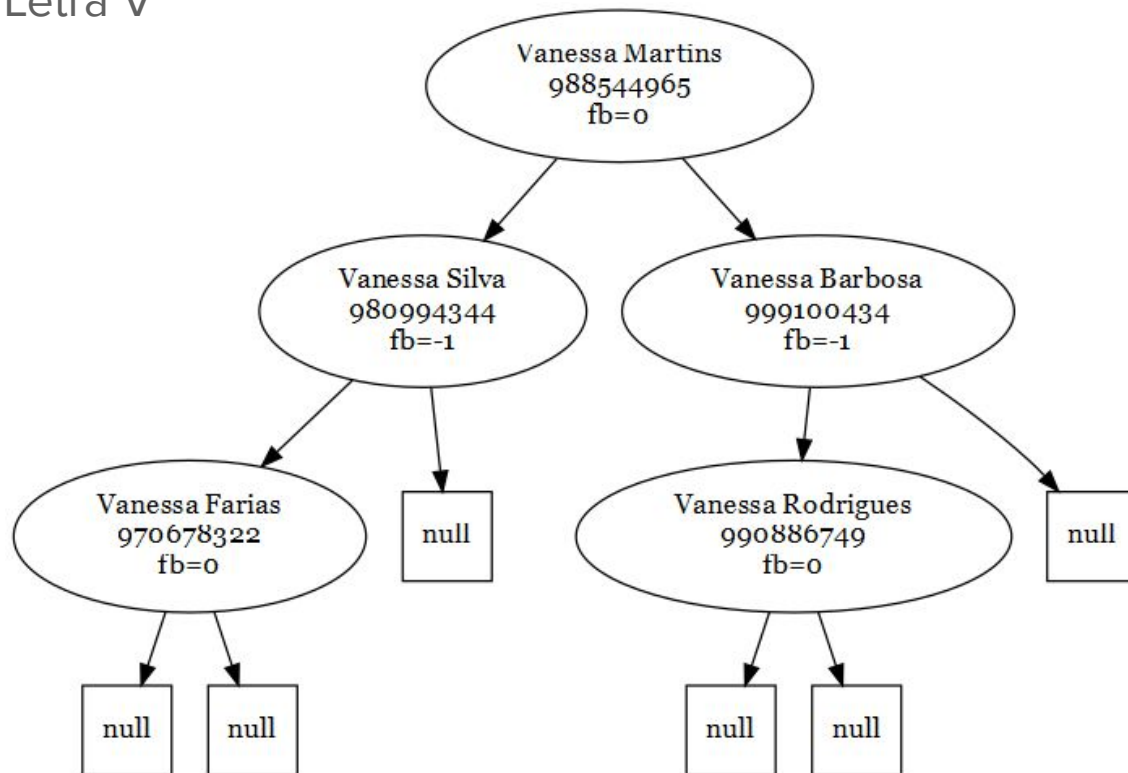
# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra R



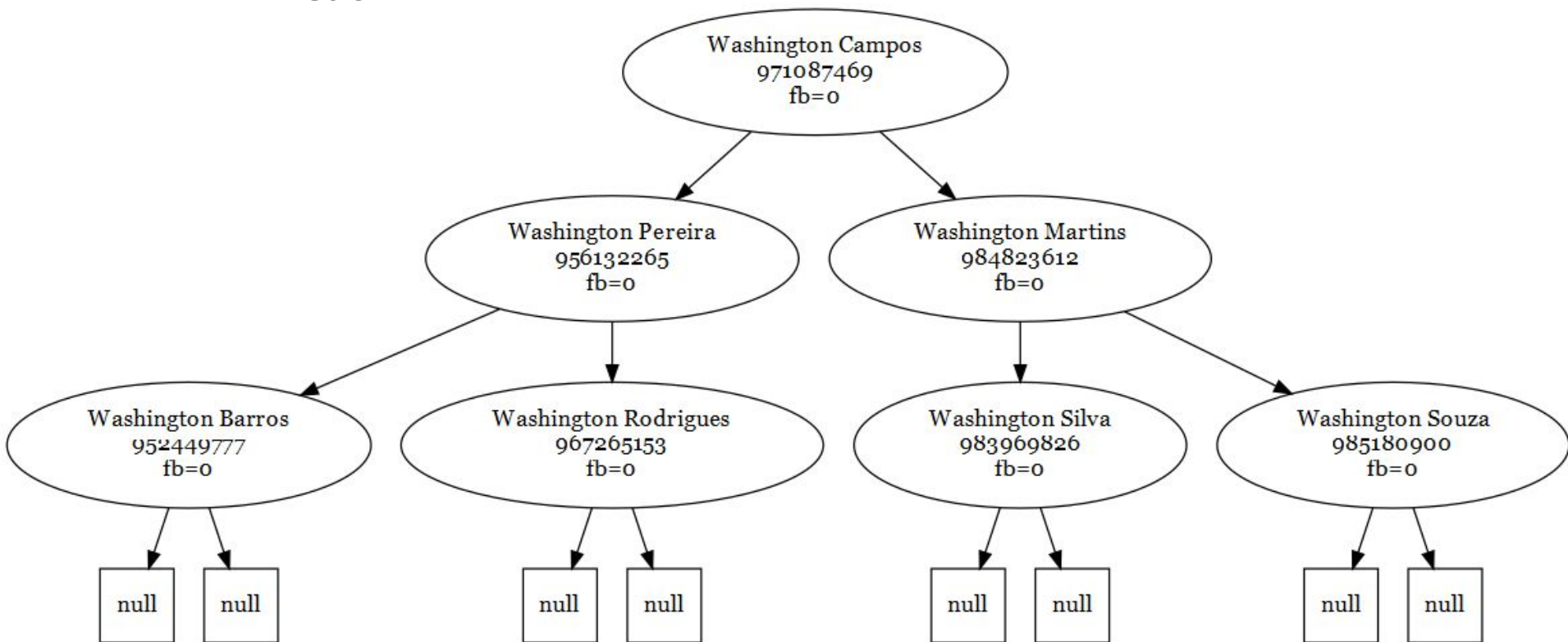
# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra V



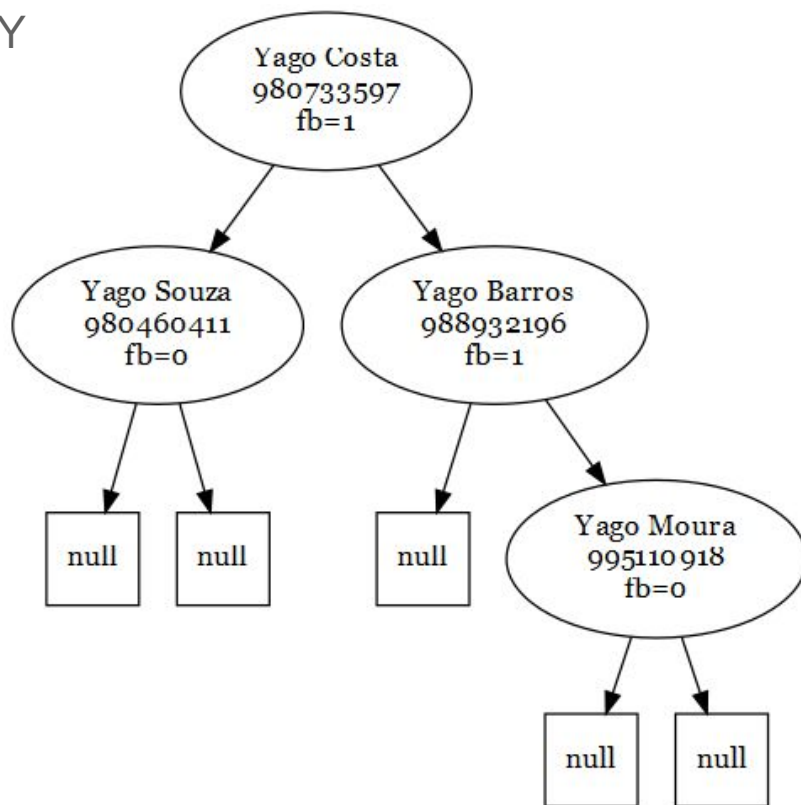
# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra W



# Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

Letra Y



Árvore gerada após inclusões e exclusões aleatórias - demais letras do alfabeto

# Referências

- imagem AVL tree - [Mais sobre o poder das árvores: Uma introdução conceitual](#)
- Estrutura de dados e seus algoritmos - Jayme Luiz Szwarcfiter e Lilian Markenzon
- Simulador Árvores - [David Galles -- University of San Francisco](#)
- Github do código: <https://github.com/pttorres/ALGM-2021-1-PPG-CComp-HASH-AVL>
- Graphviz (para visualização gráfica da árvore AVL), portal oficial: <https://graphviz.org/>
- Editor online: <https://dreampuf.github.io/GraphvizOnline/>