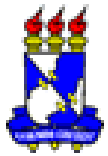
Linguagem Lógica Prolog

Prof. Alberto Costa Neto
alberto@ufs.br

Linguagens de Programação



Departamento de Computação
Universidade Federal de Sergipe

Conteúdo

- O que é diferente na Programação Lógica
- Cláusulas, Fatos, Regras e Predicado
- Objetos e suas Relações
- Consultas
- Tuplas, Átomos, Variáveis e Aridade
- Regras
- Comparação de Termos
- Recursividade
- Disjunção e Conjunção

O que é diferente na Prog. Lógica

- Num algoritmo qualquer identificamos dois principais componentes:
  - lógica - o que solucionar (problema)
  - controle - como solucionar (solução).
- Na programação em lógica o programador deve descrever somente o componente lógico.
- O controle é exercido pelo sistema usado.

O que é diferente na Prog. Lógica

- Um programa não é a descrição de um procedimento para se obter a solução do problema.

- Somente descreve o que solucionar.

- O responsável pelo procedimento a ser adotado na execução da solução é o sistema usado no processamento dos programas.

O que é diferente na Prog. Lógica

- Um programa em lógica (programação declarativa) é a representação de determinado problema através de um conjunto finito de sentenças lógicas denominadas **cláusulas**.

- As cláusulas componentes dos programas em PROLOG podem ser **fatos** ou **regras**.

O que é diferente na Prog. Lógica

- A **programação declarativa** engloba também a **programação funcional** (LISP e Haskell, por exemplo).

- Programar em uma linguagem funcional consiste em construir funções, expressas obedecendo a princípios matemáticos, para resolver um problema dado.

Cláusulas, Fatos, Regras e Predicado

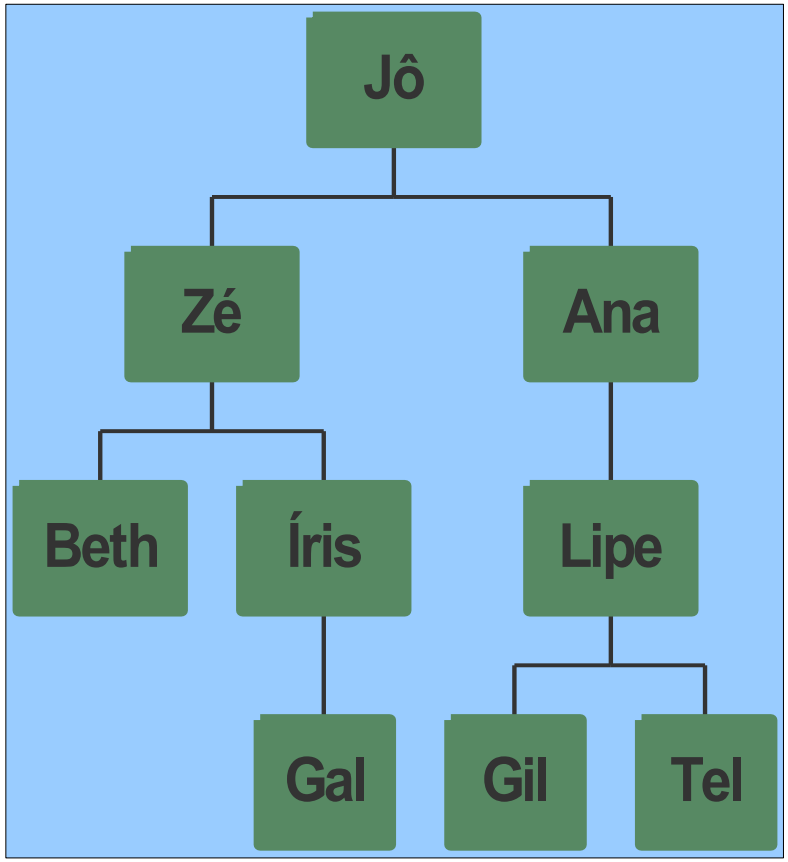
- **Cláusulas** são as sentenças lógicas componentes dos programas.
  - Um **fato** denota uma verdade incondicional.
  - As **regras** definem as condições a serem satisfeitas para que uma certa declaração seja considerada verdadeira.
- O conjunto completo de cláusulas (fatos e regras) empregados para descrever uma relação, é denominado **predicado**.

Objetos e suas Relações

- A programação em lógica reforça a tese de que a lógica é um formalismo conveniente para representar e processar conhecimento.

- Para tanto faz-se necessário identificar nos problemas
  - objetos (entidades)
  - relação entre estes, compondo os fatos (verdades incondicionais)

Objetos e suas Relações

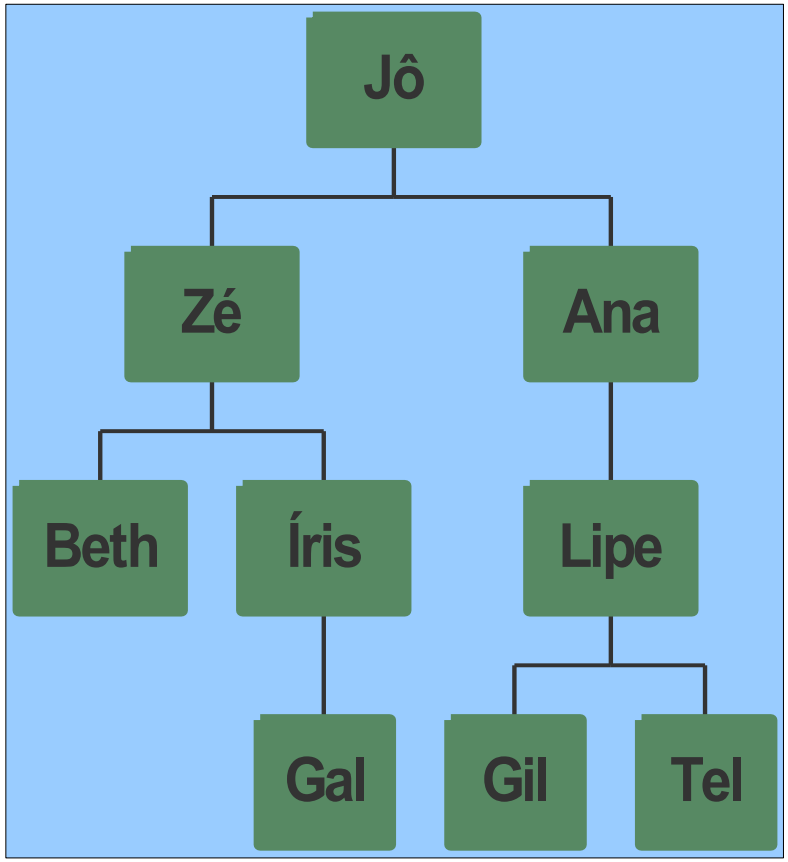


É possível definir, entre os **objetos** (indivíduos) uma **relação** chamada progenitor.

```
progenitor(jo, ze).

progenitor(iris, gal).
```

Objetos e suas Relações



Cláusula:

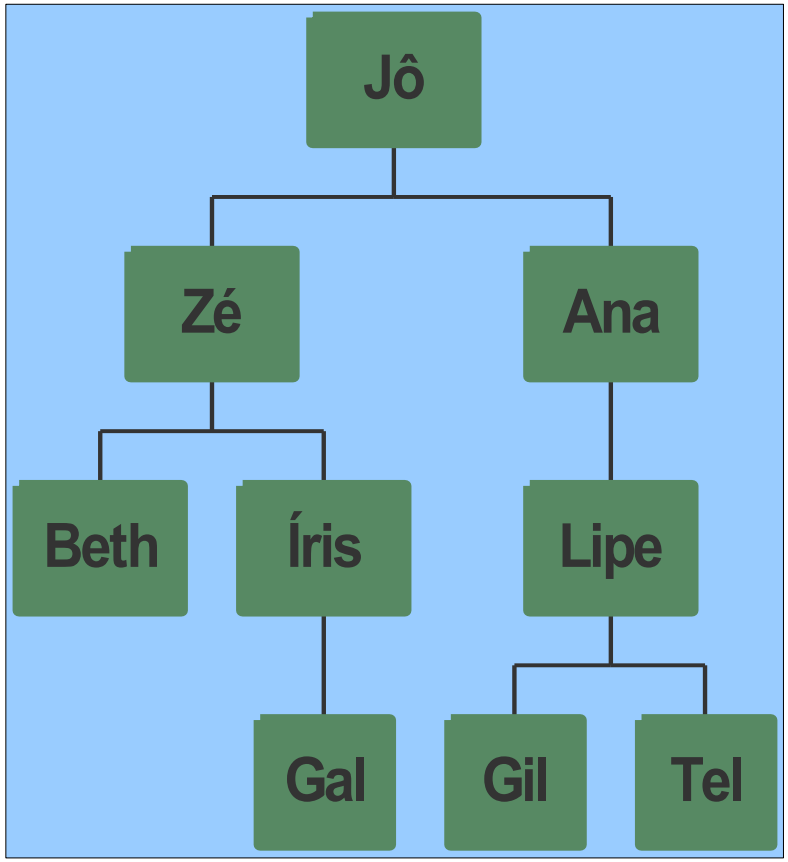
progenitor(jo, ze).

Sendo:
progenitor(jo, ze).

⇓ ⇓

RELAÇÃO ARGUMENTOS

Objetos e suas Relações

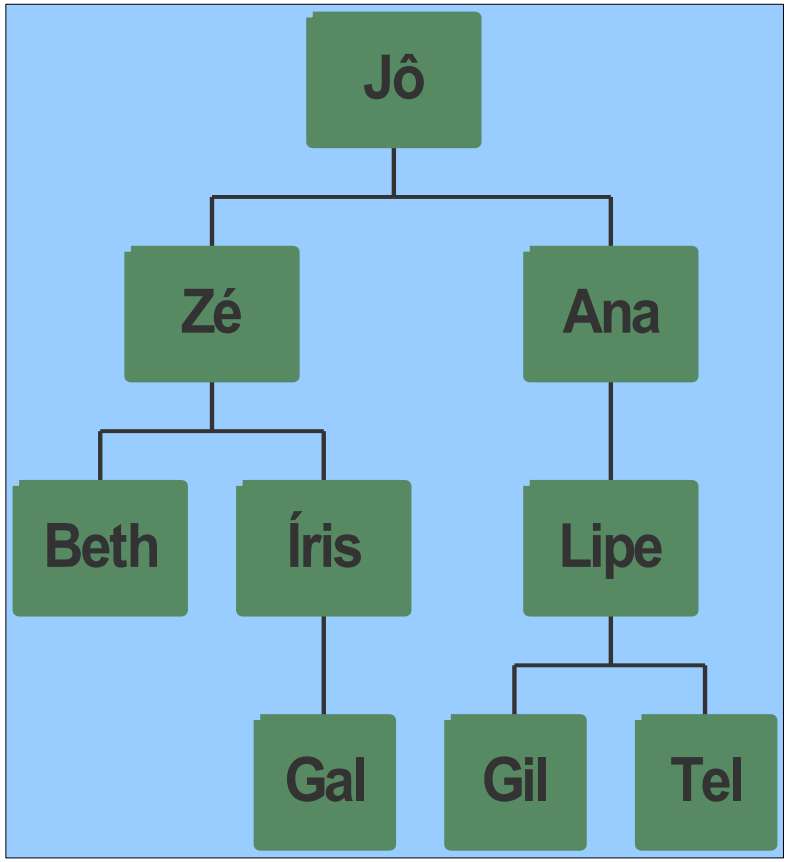


Cláusulas:

```
progenitor(jo, ze).
progenitor(jo, ana).
progenitor(ze, beth).
```

Estas constituem três cláusulas que denotam três fatos acerca da relação progenitor.

Objetos e suas Relações

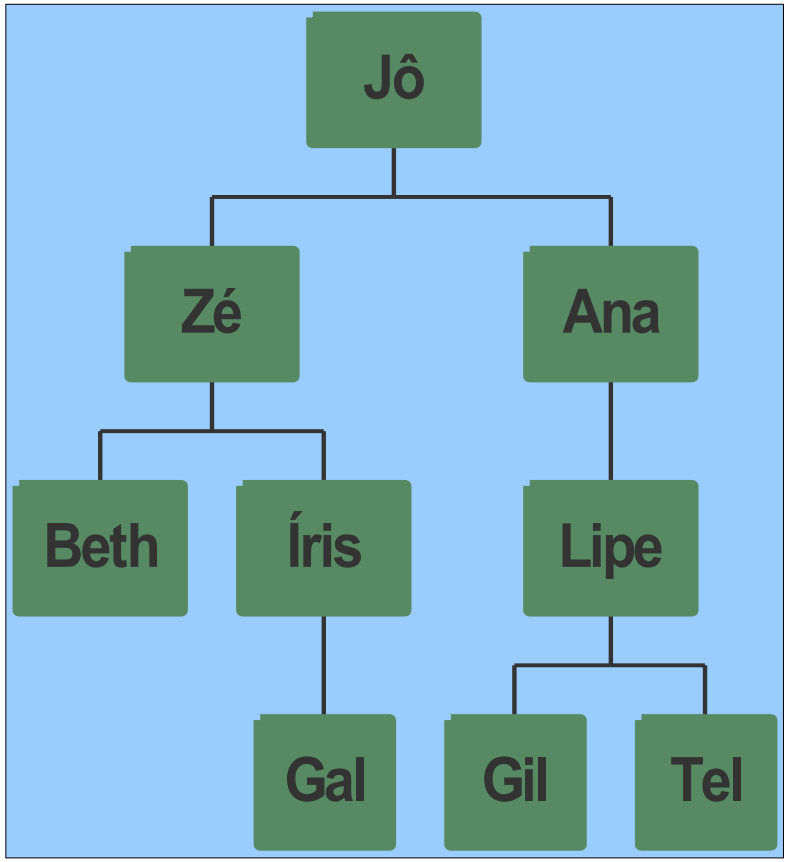


Cláusulas:

```
progenitor(jo, ze).
progenitor(jo, ana).
progenitor(ze, beth).
```

Exercício 1: Usando o compilador SWI-ProLog, implementar a árvore ao lado.

Consultas



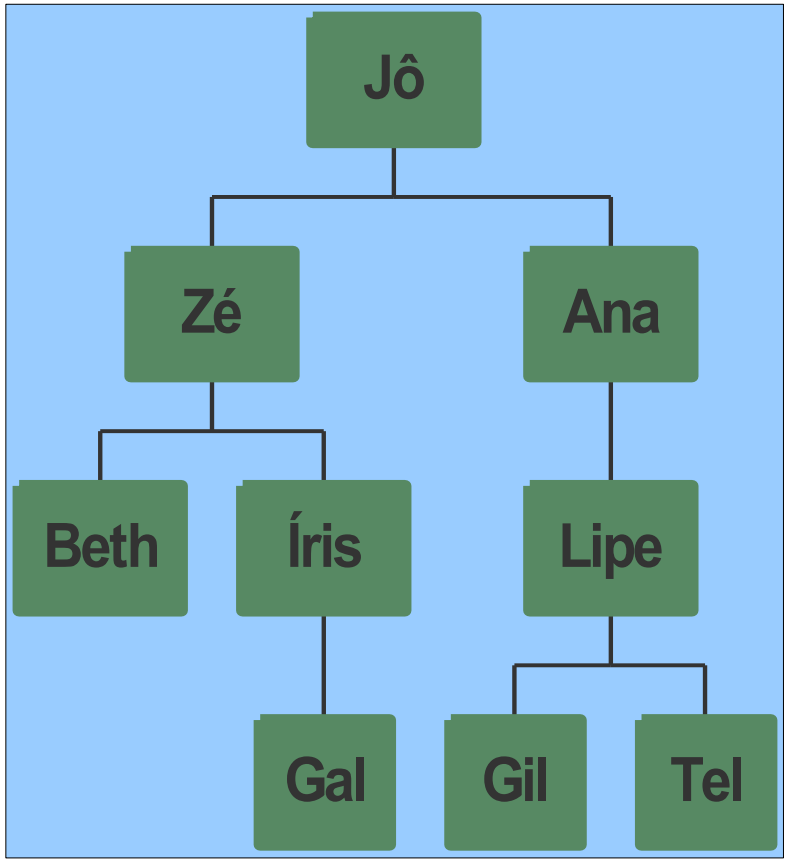
Ao submeter cláusulas a um sistema PROLOG, ele é capaz de responder questões **consultas** sobre essas relações

Essas são denotadas por **?-**.

Exemplo: Jô é progenitor de Zé?

?- progenitor(jo, ze).

Consultas

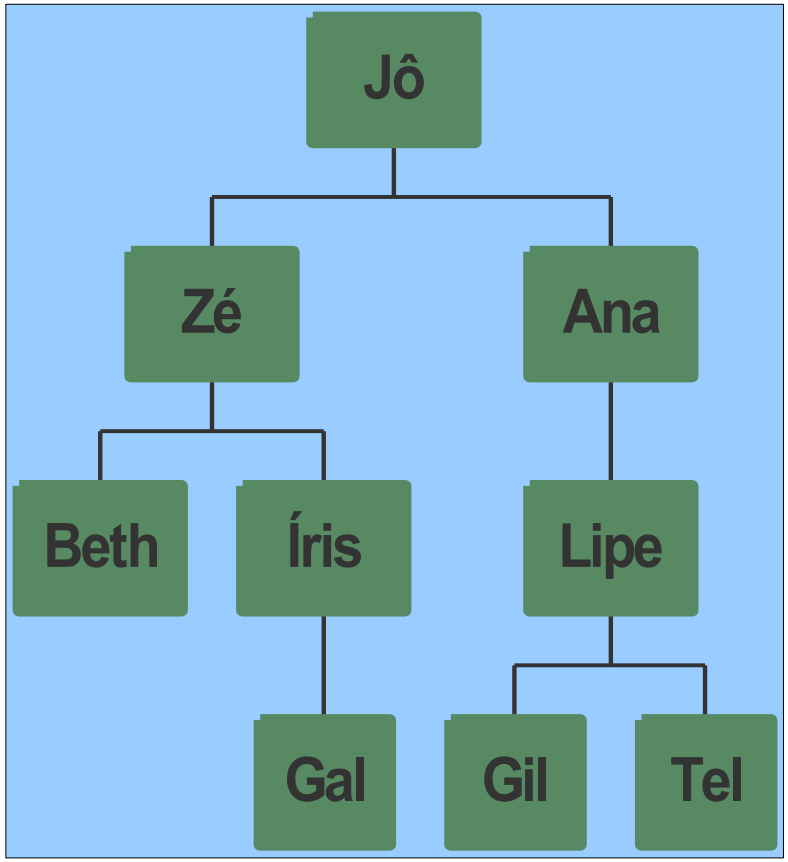


Considerando que há no programa um fato declarando que Jô é progenitor de Zé, o sistema responde **yes**.

Exemplo: Jô é progenitor de Zé?

?- progenitor(jo, ze).
yes

Consultas



Jô é progenitor de Tel?

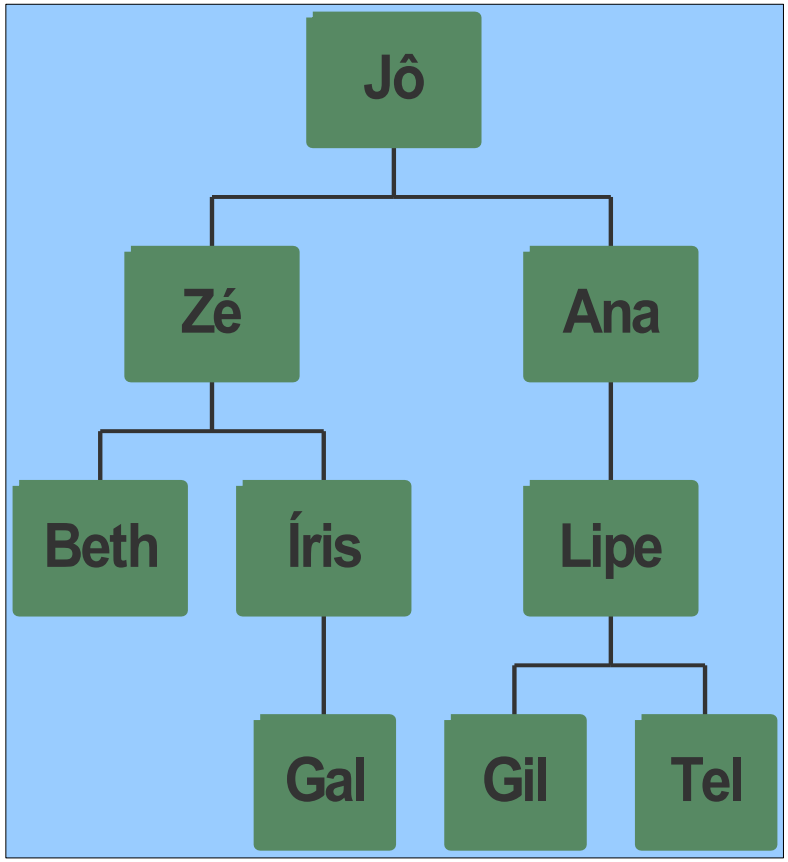
?-progenitor(jo, tel).

no

Importante observar que Jô e Tel, por tratarem-se de constantes, são escritos, em ProLog, com letras **minúsculas**.

Exercício 2: Elaborar 3 consultas relativas à árvore dada, cujas respostas sejam negativas.

Consultas



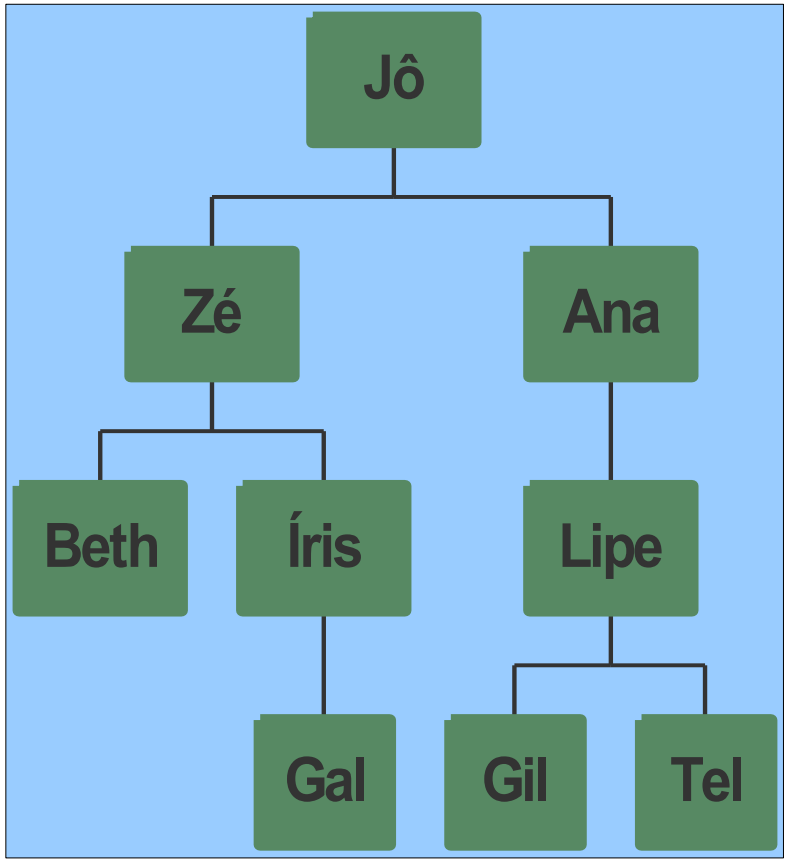
É possível também formular consultas usando variáveis V (iniciadas com letras maiúsculas) dentre os argumentos.

Neste caso o sistema busca valores para V que tornem a assertiva dada verdadeira.

Exemplo: Quem é o progenitor de Tel?

?- progenitor(Pai, tel).
Pai = lipe

Consultas



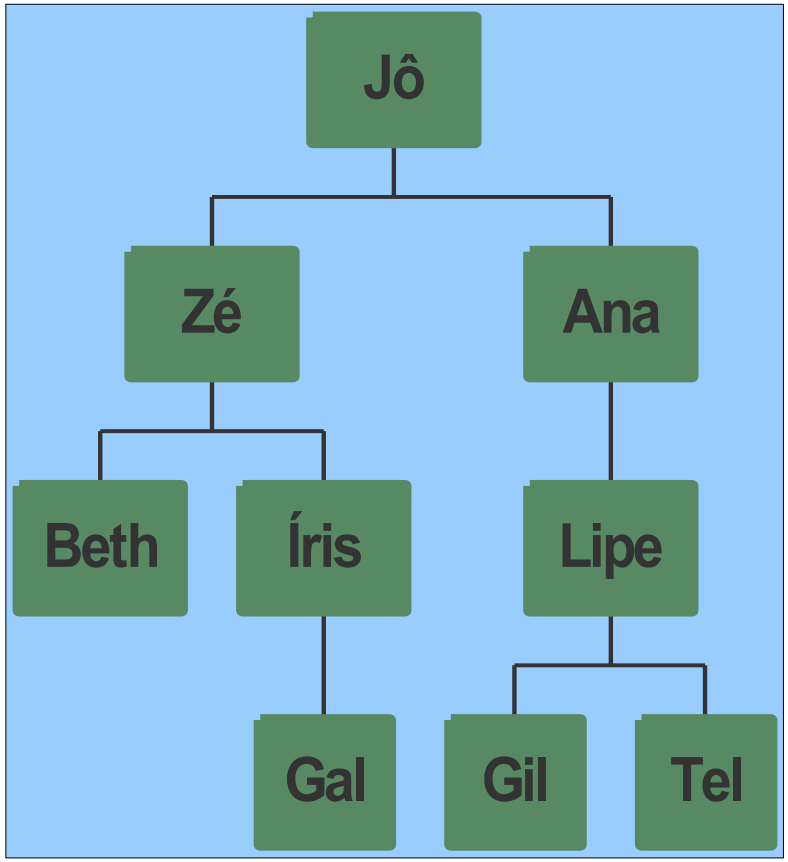
Exemplo: Quem são os filhos de Jô?

?- progenitor(jo, Filho).
Filho = ze;
Filho = ana;
no.

Respondendo à consulta, o sistema fornece o 1° valor e aguarda (;) para continuar a pesquisa.

Importante atentar para a necessidade de usar nomes significativos para as variáveis.

Consultas



Exercício 3: Sobre a cláusula dada a seguir responda:

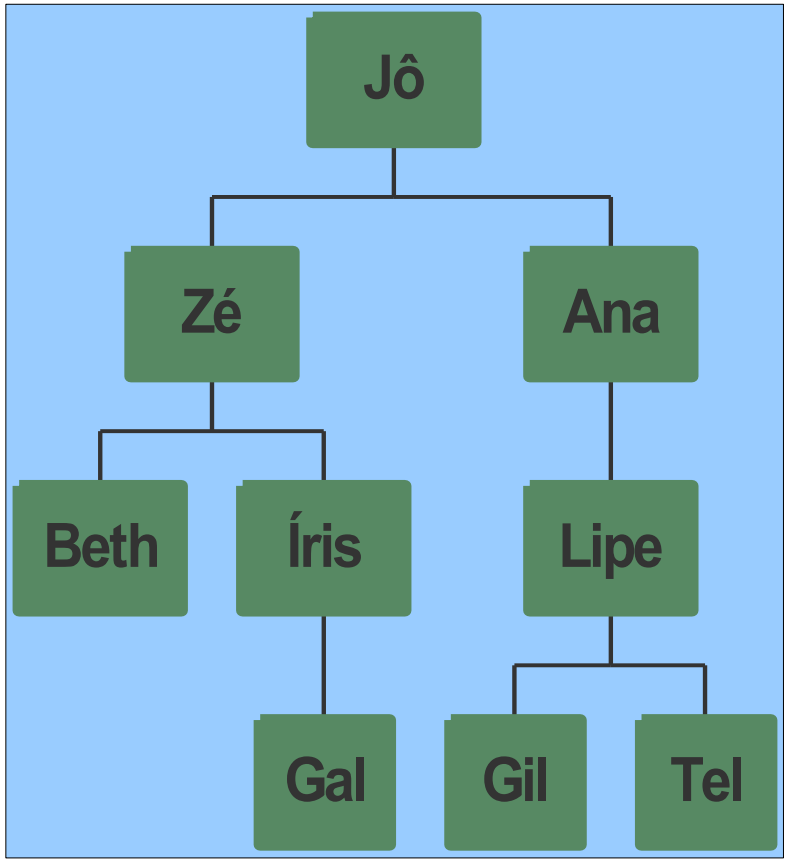
progenitor(X, X).

a) a que consulta corresponde?

b) em que situação tem resposta?

Exercício 4: Elabore cláusula cuja resposta corresponda a todas as relações existentes na árvore genealógica trabalhada.

Consultas

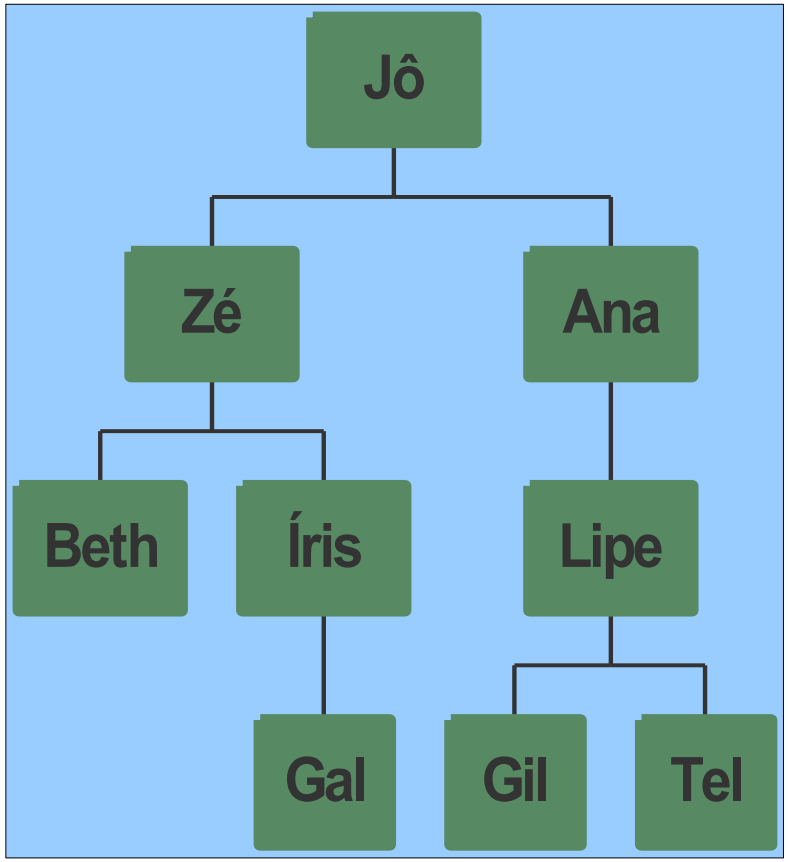


É possível elaborar consultas por múltiplas chamadas à(s) regra(s) trabalhadas.

Exemplo: Quem é a avó de Gil?

```
?- progenitor(Avo, Pai),
   progenitor(Pai, gil).
Avo = ana
Pai = lipe
```

Consultas



A resolução desta é efetuada em dois passos: (1) quem é o progenitor Y de Gil? e (2) quem é o progenitor X de Y?

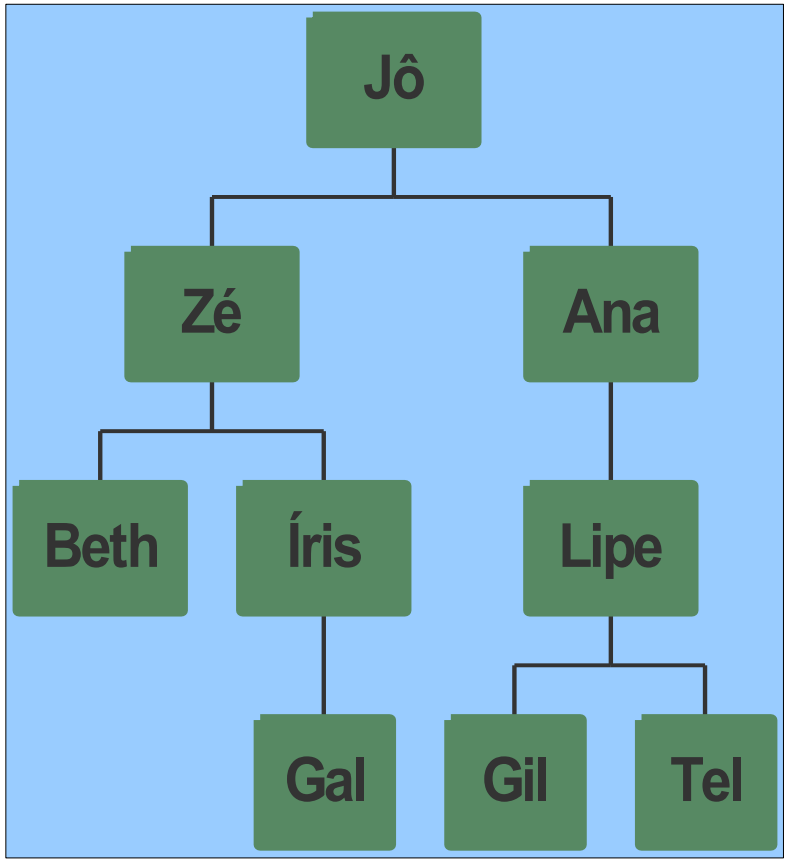
Exemplo: Quem é a avó de Gil?

```
?- progenitor(Avo, Pai),
   progenitor(Pai, gil).
```

Avo = ana

Pai = lipe

Consultas



A ordem de composição da consulta não altera o seu significado lógico.

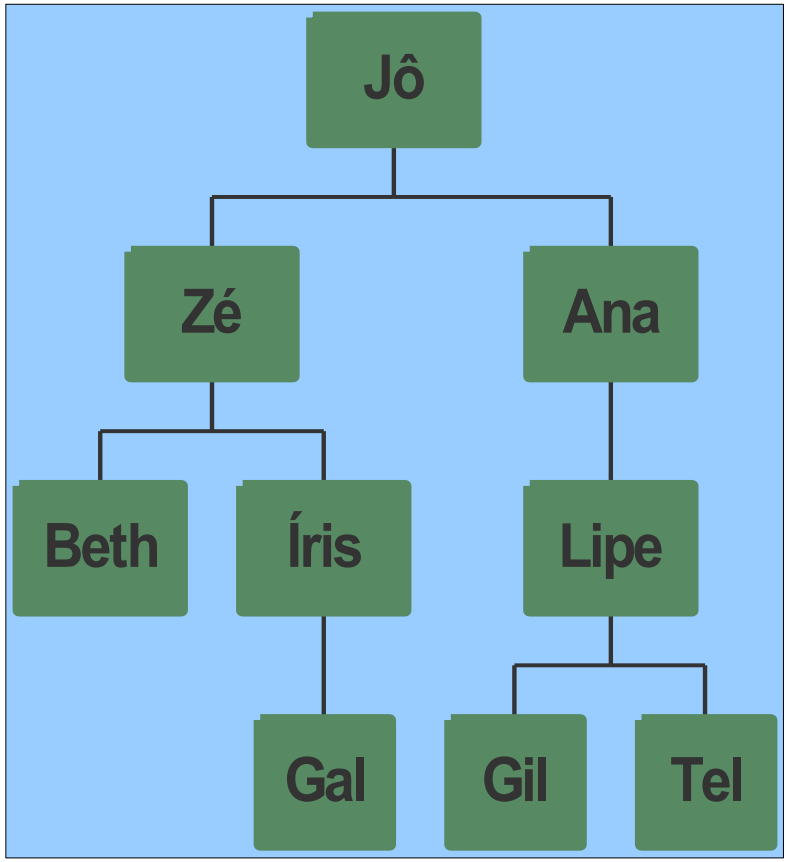
Exemplo: Quem é a avó de Gil?

```
?- progenitor(Avo, Pai),
   progenitor(Pai, gil).
Avo = ana  Pai = lipe
```

EQUIVALENTE A

```
?- progenitor(Pai, gil),
   progenitor(Avo, Pai).
Avo = ana  Pai = lipe
```

Consultas



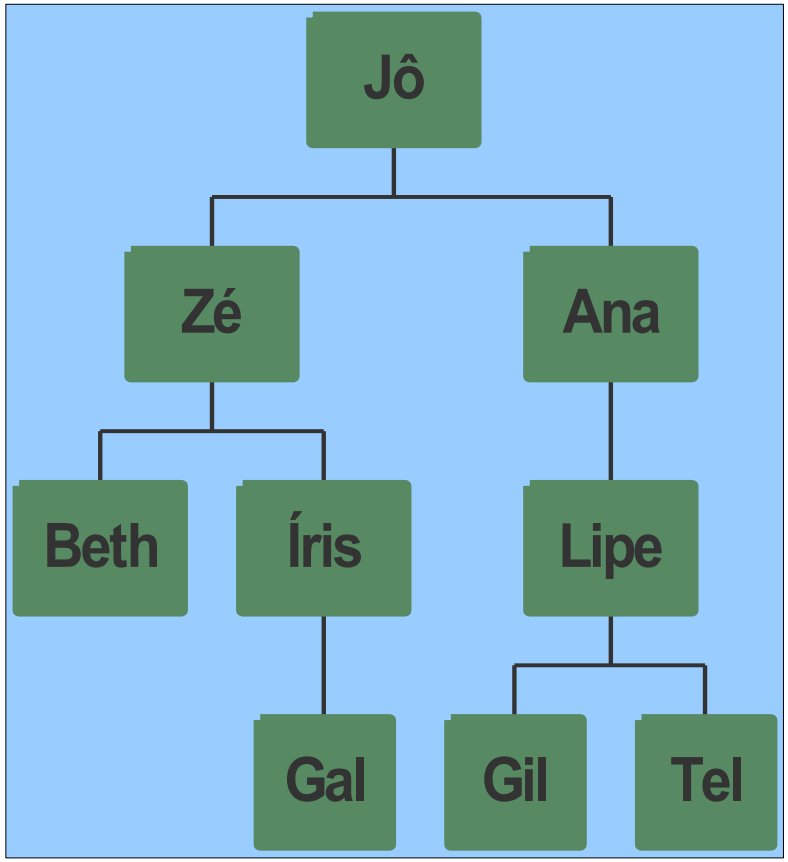
Considerando a consulta:
?- progenitor(jo, X),
progenitor(X, Y).

Como resolução obtém-se:
(1) definição de X - filhos de Jô
(2) definição de Y - filhos de X - netos de Jô.

Assim sendo, esta consulta corresponde a: “Quem são os netos de Jô?”

?-progenitor(jo, Filho),
progenitor(Filho, Neto).

Consultas



É possível ainda consultar, por exemplo, se dois indivíduos são irmãos.

```
?- progenitor(Pai, gil),
   progenitor(Pai, tel).
```

Exercício 5: Consultar se dois indivíduos são primos.

Tuplas, Átomos, Variáveis e Aridade

- A definição de relações em ProLog é efetuada pelo estabelecimento de **tuplas** de objetos que as satisfazem.
  - Os argumentos das relações podem ser
    - objetos concretos – átomos
    - objetos genéricos - variáveis.
  - progenitor é uma relação binária, pois é definida entre dois objetos.

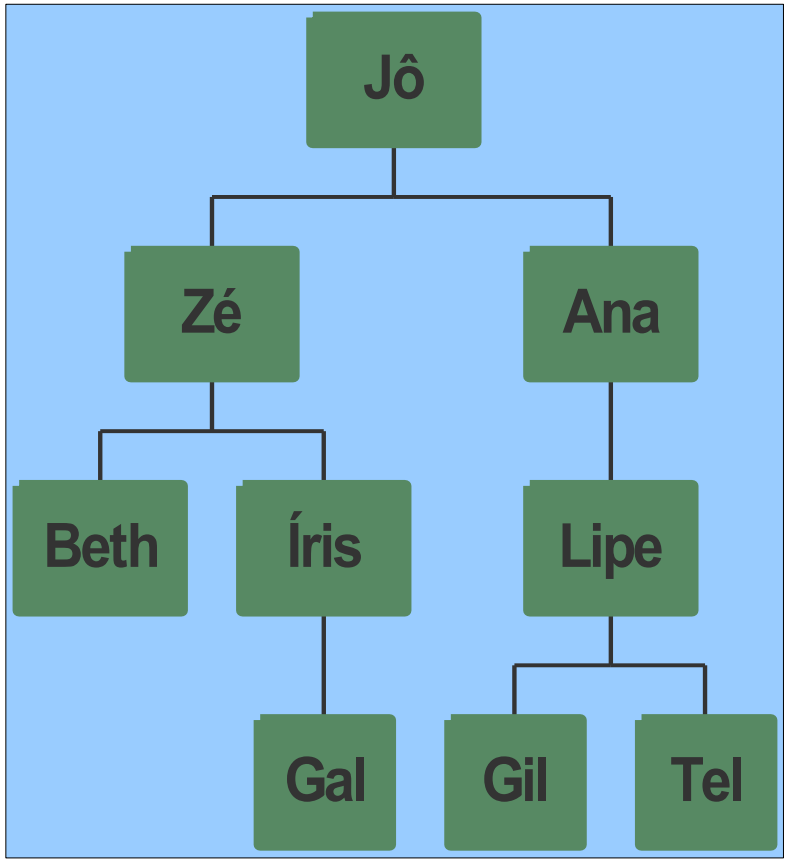
Tuplas, Átomos, Variáveis e Aridade

- Um exemplo de relação **unária** é a que define o sexo dos indivíduos da árvore genealógica, ex: masculino(ze), feminino(gal).
- Outra forma de se declarar a informação relativa ao sexo dos indivíduos da árvore genealógica é: sexo(ana, feminino), sexo(ze, masculino).
- O número de argumentos que uma relação possui é denominado **aridade**. Assim, a aridade de masculino é 1 e a de sexo é 2.

Exercício 6: Qual o significado da consulta?

?-masculino(Macho).

Regras

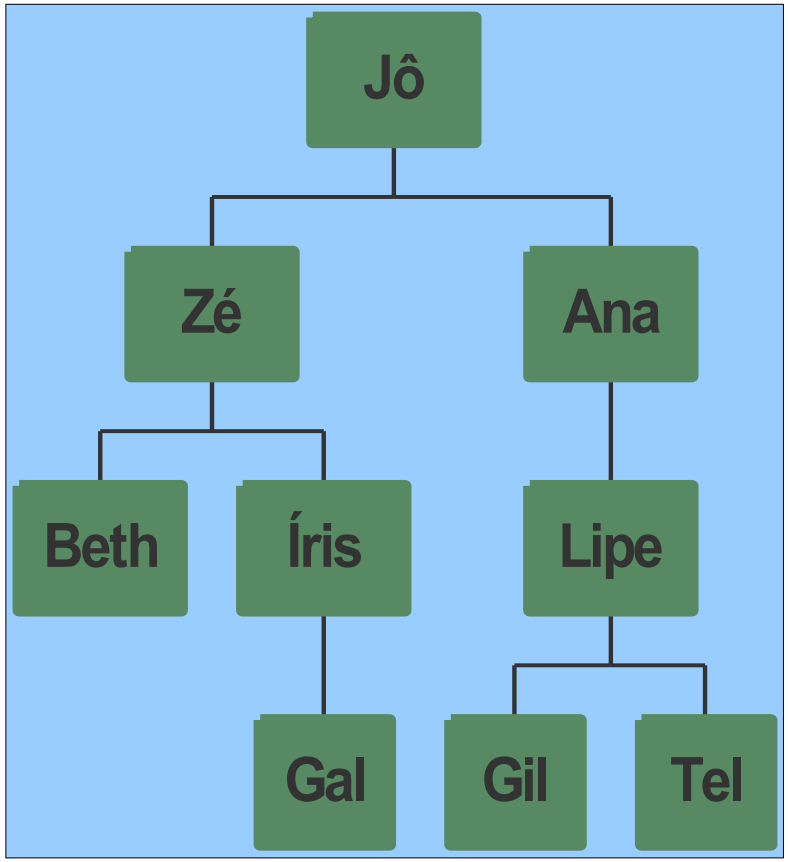


Havendo necessidade de definição da relação filho, uma opção é (re)definir as relações progenitor como segue:

```
filho(ana, jo).
filho(ze, jo).
filho(gil, lipe).
```

Entretanto, é possível definir filho por meio de uma regra.

Regras



A regra para definição da relação filho, pode ser:

```
filho(Filho, Pai) :-
  progenitor(Pai, Filho).
```

Um fato é sempre verdadeiro, enquanto regras especificam algo que pode ser verdadeiro se algumas condições forem satisfeitas.

Regras

- Nas regras, identificam-se:

```
filho(Filho, Pai)   :-   progenitor(Pai, Filho).
```

conclusão ou cabeça se condição ou corpo

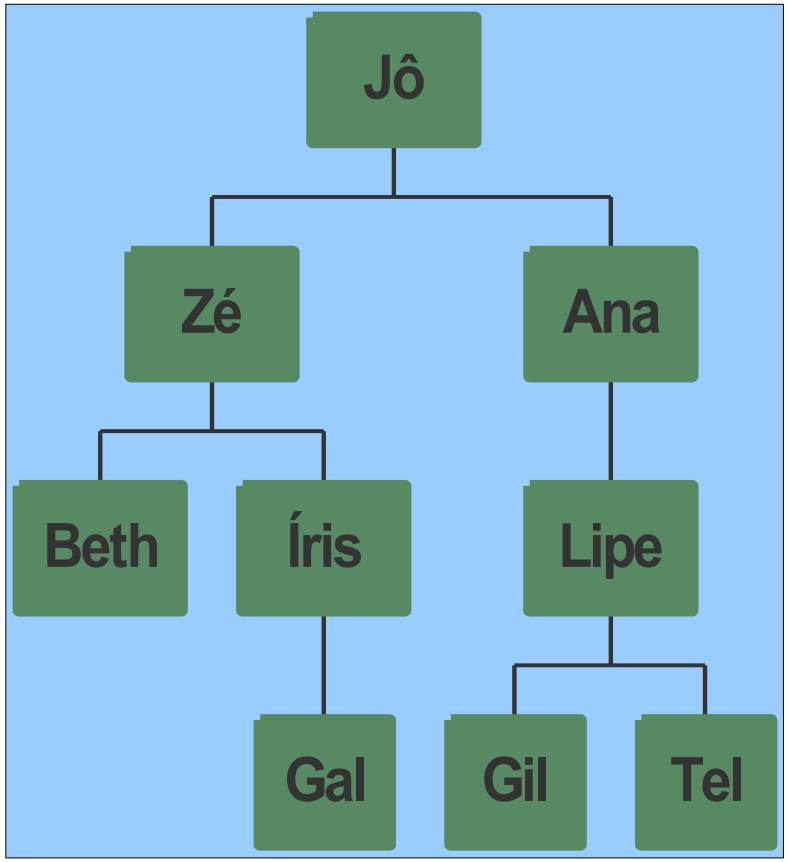
- Elaborada a consulta: `filho(tel, lipe)`

Dizemos que as variáveis Filho e Pai (da regra filho) foram instanciadas.

Exercício 7: Elabore consultas de forma a testar a aplicação da regra que define a relação filho.

filho(Filho, Pai) :- progenitor(Pai, Filho).

Regras



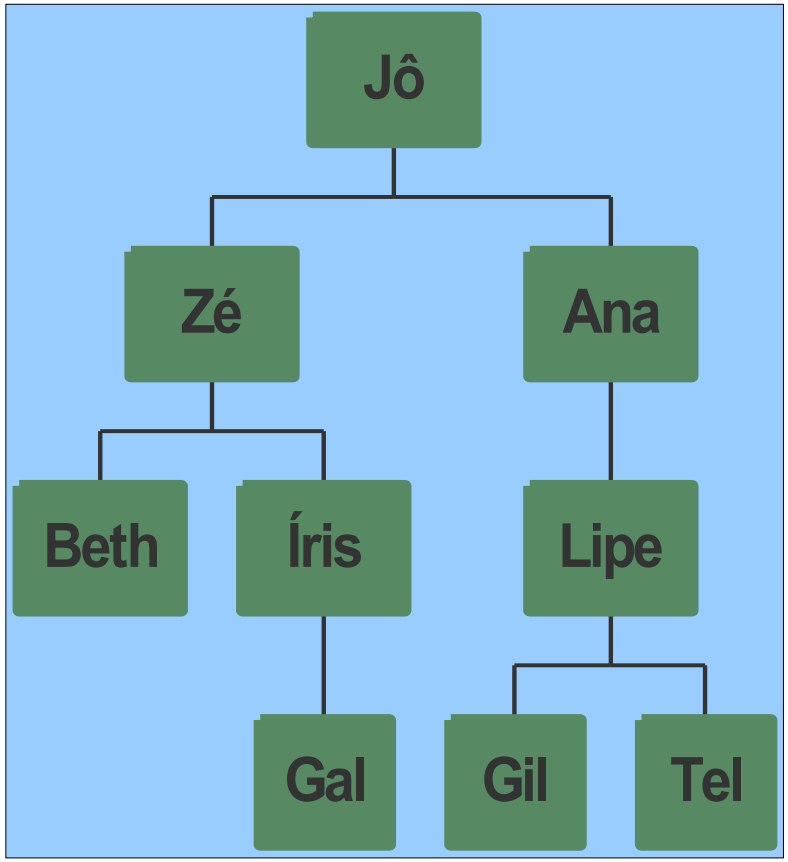
Para definir a regra mãe, fazemos uso da **conjunção**.

```
mae(Mae, Filho):-
  progenitor(Mae, Filho),
  feminino(Mae).
```

Em ProLog a conjunção é denotada por **vírgula**.

Exercício 8: Elabore regras para definir as relações: (a) avó e (b) irmã.

Comparação de Termos



• Para definir a regra primo, temos:

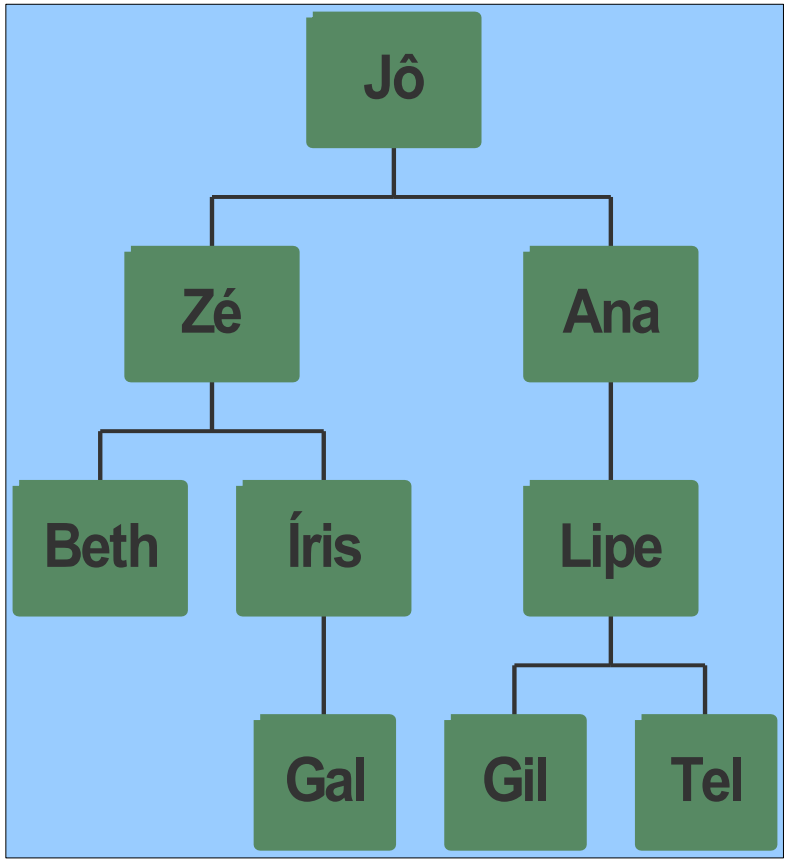
```
primo(Primo1, Primo2):-
  progenitor(Pai1, Primo1),
  progenitor(Pai2, Primo2),
  progenitor(Pai, Pai1),
  progenitor(Pai, Pai2).
```

Entretanto, obtemos como resposta, por exemplo, que Lipe é primo dele mesmo, assim como Beth e Iris.

• Para evitarmos isto, podemos fazer uso de operadores de comparação de termos.

• Para dizermos que um termo é deferente de outros, usamos \==

Comparação de Termos



Então, redefinindo a regra primo, temos:

```
primo(Primo1, Primo2):-
  progenitor(Pai1, Primo1),
  progenitor(Pai2, Primo2),
  progenitor(Pai, Pai1),
  progenitor(Pai, Pai2),
  Primo1 \== Primo2,
  Pai1 \== Pai2.
```

Ver também: ==, @<. @>, @=< e @=>.

Recursividade

Antepassado direto:

```
antepassado(Antepassado, Individuo):-
    progenitor(Antepassado, Individuo).
```

Antepassado indireto:

```
antepassado(Antepassado, Individuo1) :-
    progenitor(Antepassado, Individuo2),
    antepassado(Individuo2, Individuo1).
```

Antepassados:

```
antepassado(Antepassado, Individuo1) :-
    progenitor(Antepassado, Individuo1);
    progenitor(Antepassado, Individuo2),
    antepassado(Individuo2, Individuo1).
```

Disjunção e Conjunção

- A **disjunção** (OU) é representada por ponto e vírgula.

- A **conjunção** (E) por uma vírgula.

- Para definição da relação antepassado, ambas foram usadas.

Sugestões de Leitura

- The Art of Prolog (Leon Sterling / Ehud Shapiro)
- Concepts of Programming Languages (Robert Sebesta)
  - Capítulo 16
- Programming Language Design Concepts (David Watt)
  - Capítulo 15