



piva.pro.br

# Tópicos Avançados em TI

Prof. Dr. Dilermando Piva Jr.

Fatec Itu



piva.pro.br

# Tópicos Avançados em TI

Prof. Dr. Dilermando Piva Jr.

Fatec Itu

**Aula 04a: Sistemas Baseados em Regras (SBR)**



# Sistema baseado em conhecimento

- Principais diferenças de um SBC e os convencionais
  - Organização dos dados
  - SBCs: métodos que fazem busca em um espaço de possíveis soluções e fazem uso intensivo de **heurísticas** para tornar a busca efetiva
    - SCs: Algoritmos determinísticos para realizar suas funções
  - Separação do conhecimento e método de solução
    - Maior capacidade de explicação



# Sistema baseado em ~~conhecimento~~ *Regras*

- Principais diferenças de um SBC e os convencionais
  - Organização dos dados
  - SBCs: métodos que fazem busca em um espaço de possíveis soluções e fazem uso intensivo de **heurísticas** para tornar a busca efetiva
    - SCs: Algoritmos determinísticos para realizar suas funções
  - Separação do conhecimento e método de solução
    - Maior capacidade de explicação



# Sistema baseado em conhecimento

- Principais diferenças de um SBC e os convencionais
  - Organização dos dados
  - SBCs: métodos que fazem busca em um espaço de possíveis soluções e fazem uso intensivo de heurísticas para tornar a busca efetiva
    - SCs: Algor
  - Separação d
    - Maior cap

**é uma pesquisa realizada por meio da quantificação de proximidade a um determinado objetivo!**

Três passos:

**Procura** – As decisões são tomadas entre alternativas;

**Parar de procurar** – A procura por alternativas tem que terminar devido as capacidades limitantes da mente humana;

**Decisão** – Assim que as alternativas estiverem encontradas e a procura for cessada, um conjunto final de heurísticas são chamadas para que a decisão possa ser tomada



# Sistema baseado em conhecimento

- Principais diferenças de um SBC e os convencionais
  - Organização dos dados
  - SBCs: métodos que fazem busca em um espaço de possíveis soluções e fazem uso intensivo de heurísticas para tornar a busca efetiva
    - SCs: Algoritmos determinísticos para realizar suas funções
  - Separação do conhecimento e método de solução
    - Maior capacidade de explicação

é um **algoritmo** em que, dada uma certa entrada, ela produzirá sempre a mesma saída, com a máquina responsável sempre passando pela mesma sequência de estados



piva.pro.br

# Um Especialista, por definição ...

- Identifica questões relevantes ao problema
- Resolve problemas complexos rapidamente
- Explica o resultado
- Aprende continuamente (reestrutura o conhecimento)
- Sabe quando aplicar “exceções”
- É humano!



piva.pro.br

# O que é *expertise* (competência)?

- Conhecimento extenso de uma tarefa específica, adquirido por meio de treinamento, leitura, experiência etc.
- O que é conhecimento?
  - Dados + processamento = informação
  - Informação + experiência, treinamento etc. = conhecimento





# Um Especialista também é...

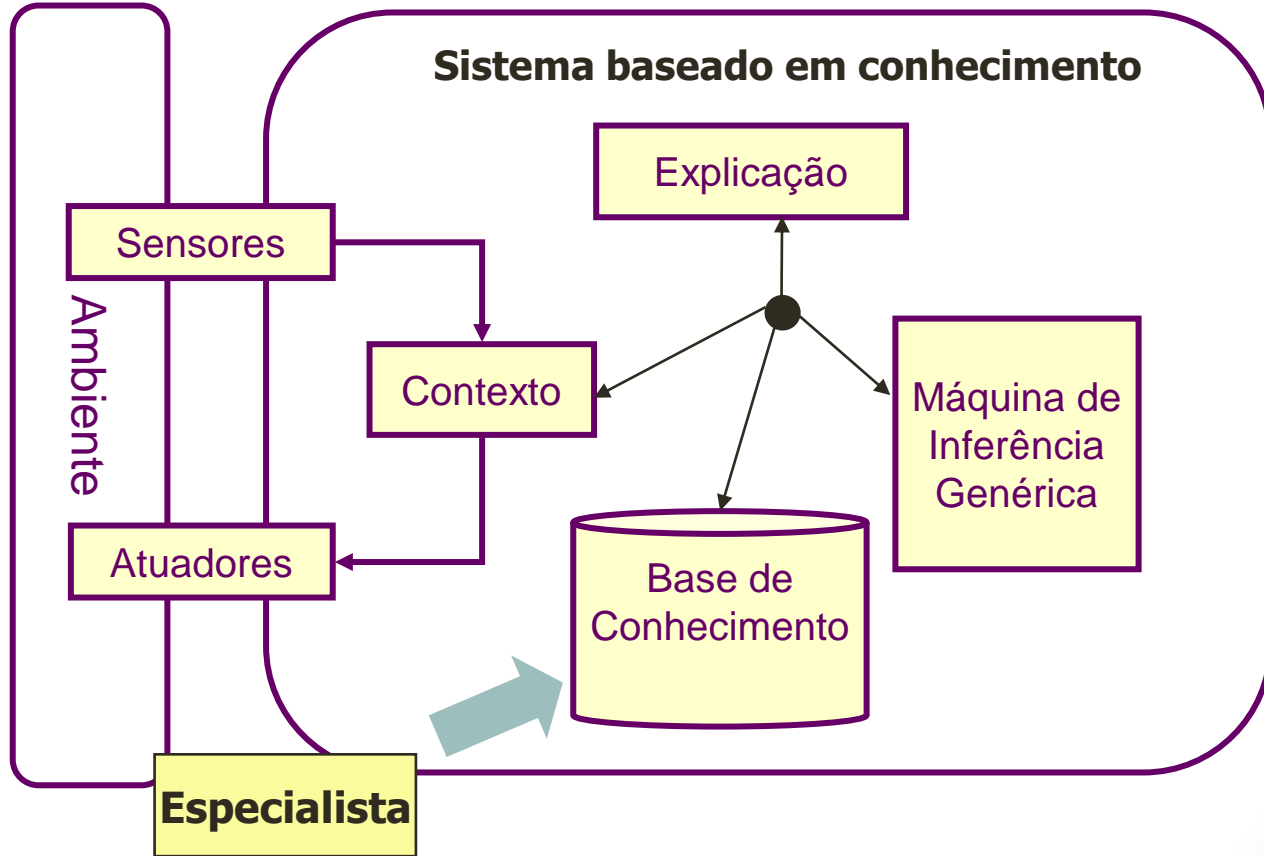
- Caro
- Raro
- Ocupado
- Inconsistente
- Emocional
- Mortal

*Todas boas razões para considerar a captura de sua competência.*





# Qual a principal diferença entre um sistema especialista e um SBC?





# Qual a principal diferença entre um sistema especialista e um SBC?

## **SBCs & Sistemas Especialistas (SE)**

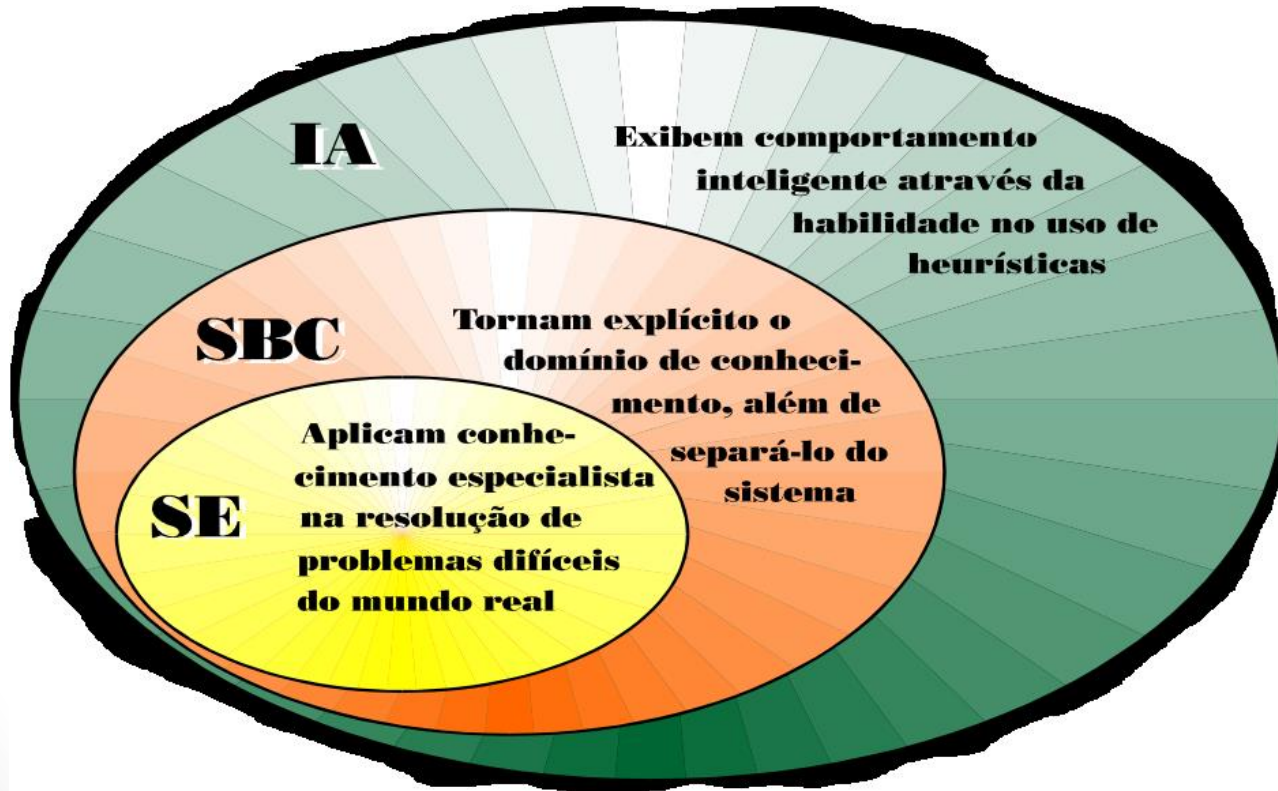
- SBCs resolvem problemas usando conhecimento específico sobre o domínio da aplicação
- SEs são SBCs que resolvem problemas comumente resolvidos por humanos...  
Resultam em profunda interação com especialista
- SBCs podem ser classificados como SEs quando o desenvolvimento do mesmo é voltado para aplicações nas quais o conhecimento a ser manipulado restringe-se a um domínio específico e conta com um alto grau de especialização
- Mas... os termos SBC e SE são usados indistintamente na área



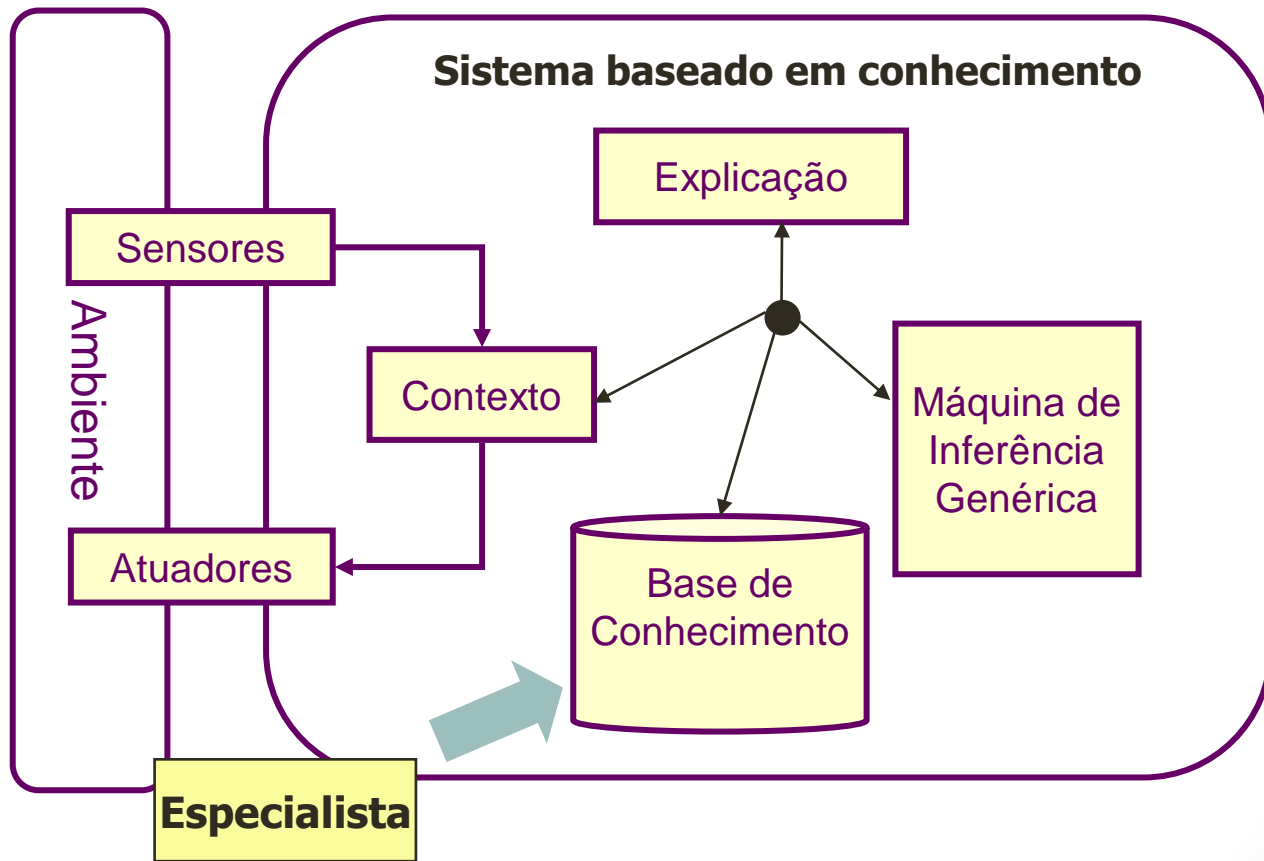
piva.pro.br

# Qual a principal diferença entre um sistema especialista e um SBC?

## SBCs & Sistemas Especialistas (SE)



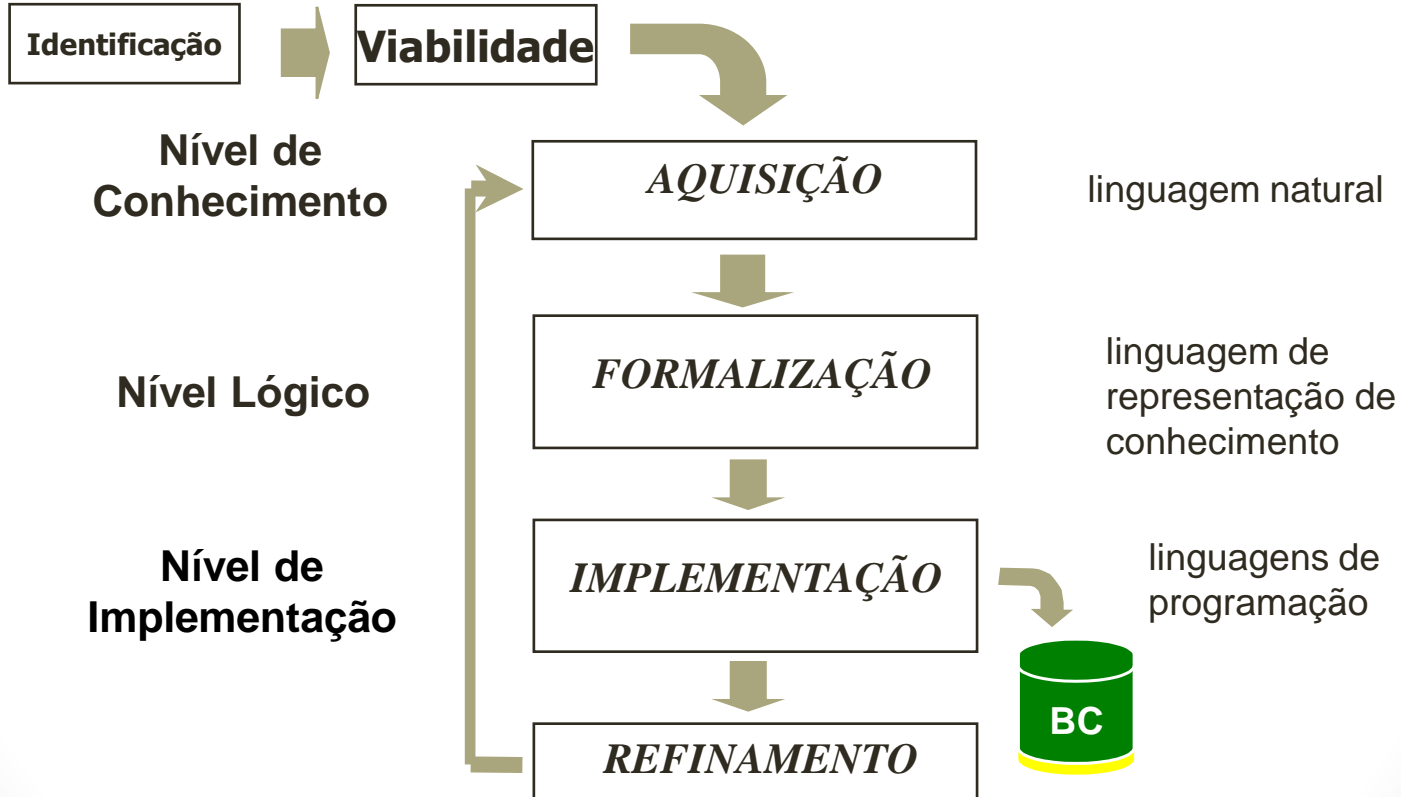
# Qual a principal diferença entre um sistema especialista e um SBC?



# Ciclo de vida dos sistemas baseados em conhecimento



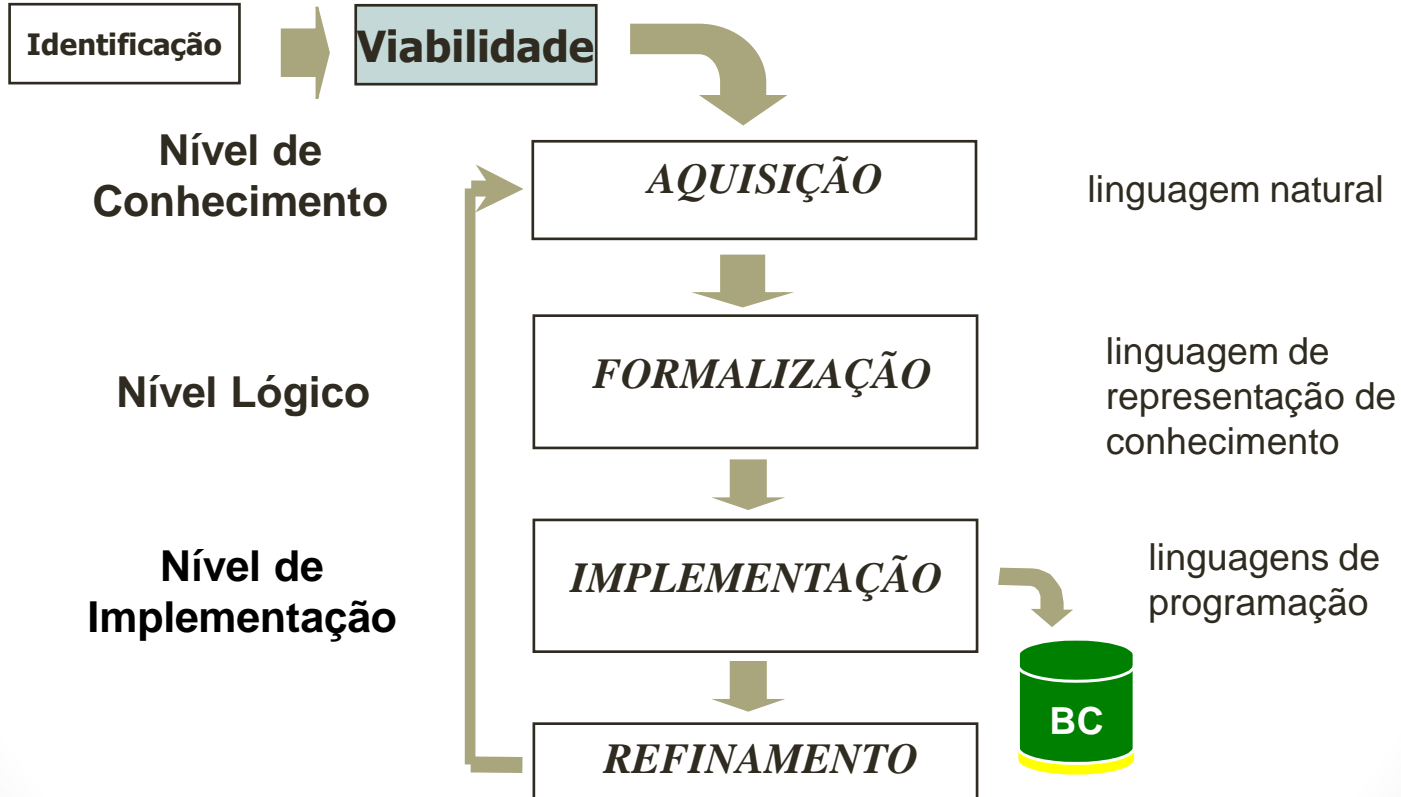
piva.pro.br



# Ciclo de vida dos sistemas baseados em conhecimento



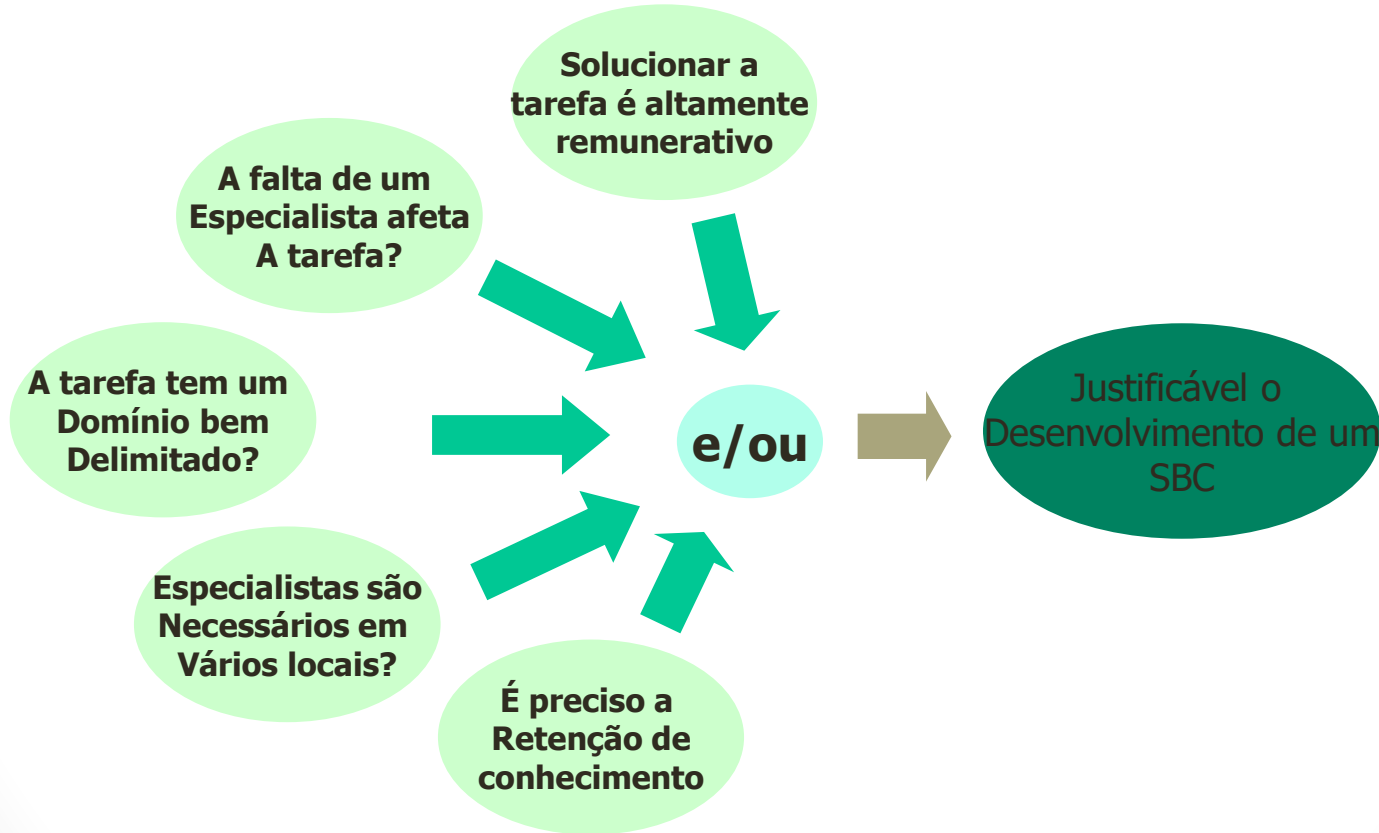
piva.pro.br



# Análise de Viabilidade



piva.pro.br

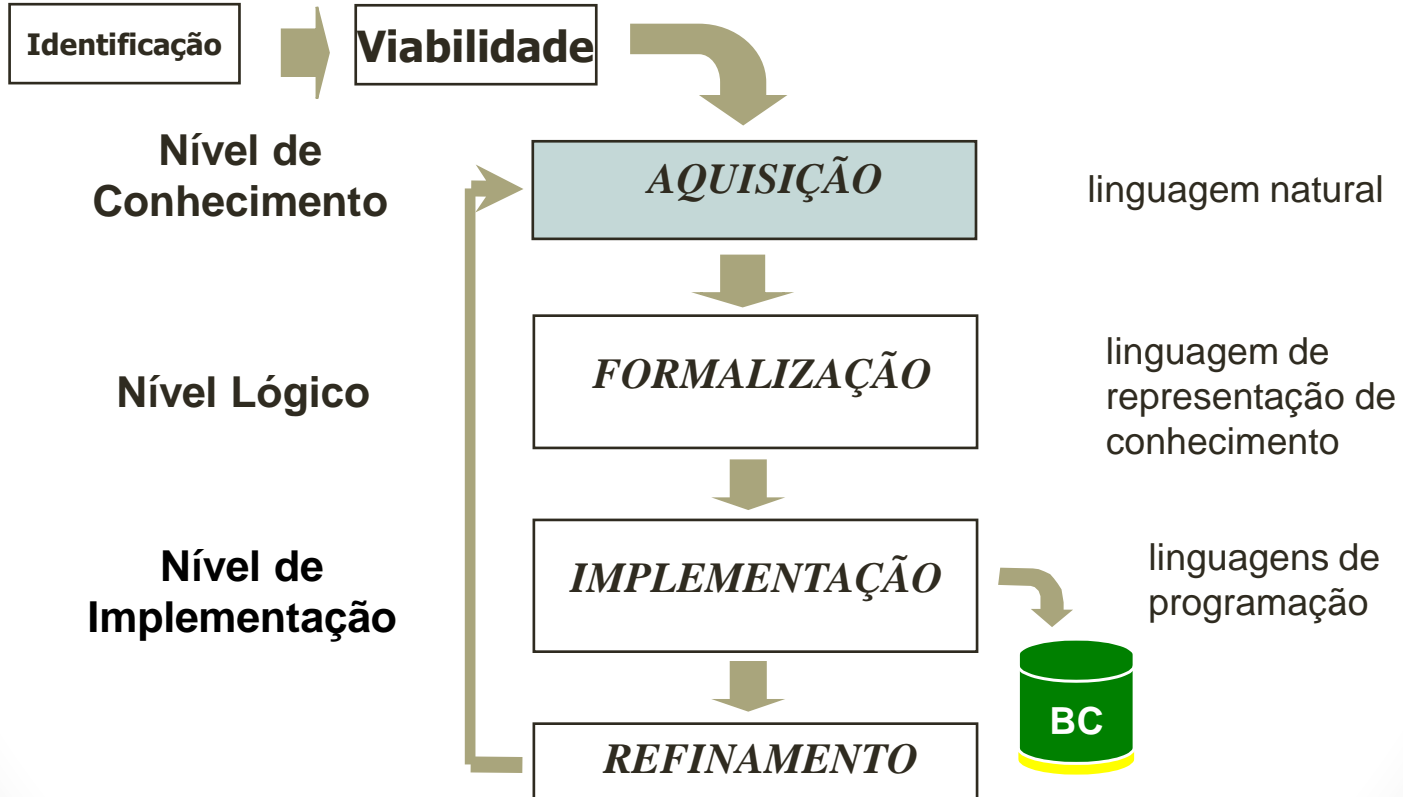




# Ciclo de vida dos sistemas baseados em conhecimento



piva.pro.br





piva.pro.br

# Aquisição de conhecimento

- Primeira e mais importante fase do ciclo de vida de um SBC
- Conhecimento é adquirido (especialista, livros, etc.)
  - Acompanha toda a vida útil do sistema
- Passos:
  - Identificação
  - Conceituação
  - Formalização
  - Implementação



# Aquisição de conhecimento

- Conceituação: trabalha diretamente com o conhecimento do especialista
- Interação Eng.Conhecimento e o Especialista, tarefa difícil:
  - Diversos tipos e níveis de conhecimento
  - Verbalização: difícil aos humanos (conhecimento implícito)
  - Conhecimento especializado: rico e complexo
  - Especialista: fornecer detalhes do conhecimento
  - Problemas com a linguagem
  - Trabalho com mais de um especialista



piva.pro.br

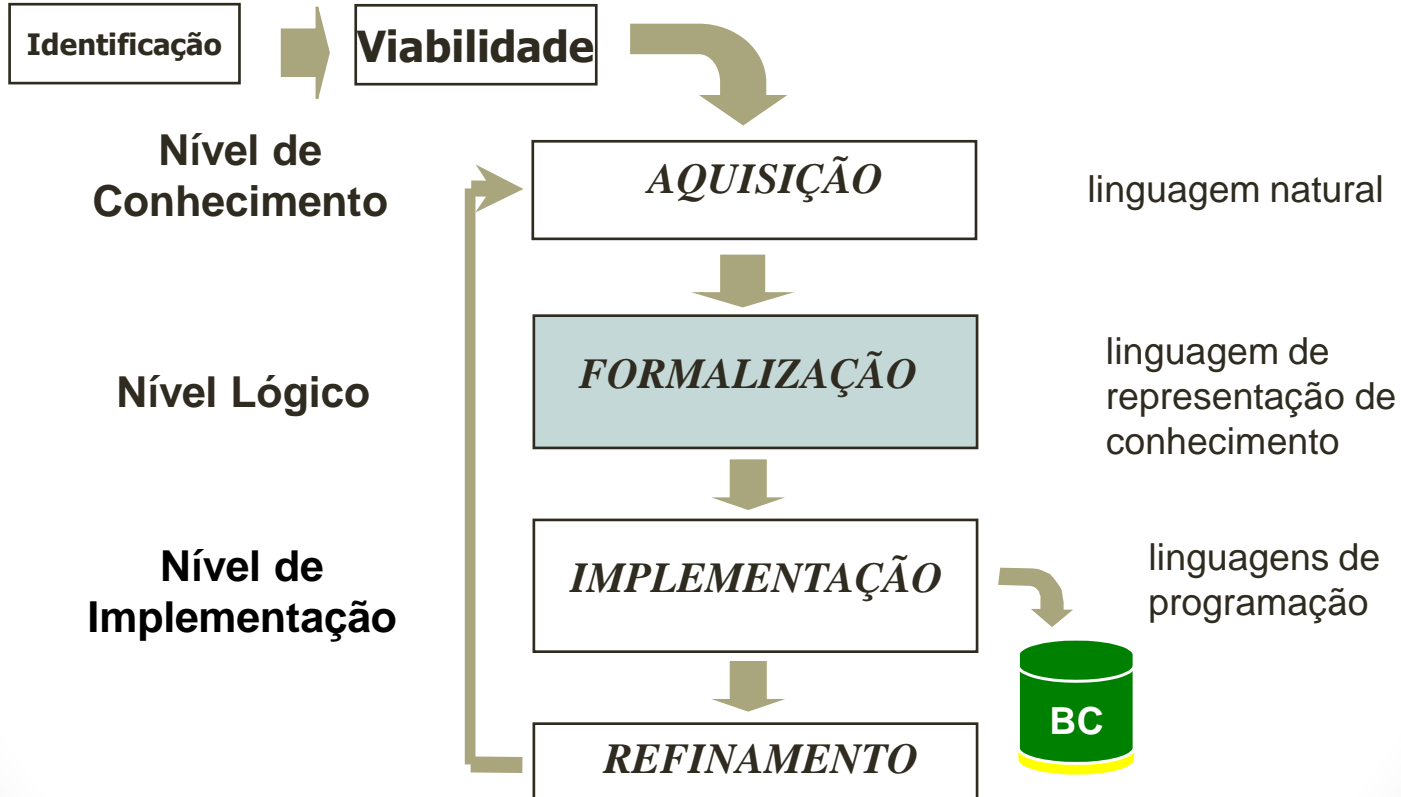
# Aquisição de conhecimento

- **Conhecimento descrito através das linguagens:**
  - Natural
  - Diagramática
  - Semi-formais
  - Formais
- **Métodos e técnicas para se utilizar durante a AC → adquirir o máximo de conhecimento possível**
- **Técnicas**
  - Entrevistas
    - Não estruturada
    - Estruturada
  - Observações
    - Simples
    - Análise de protocolo
  - Análise por interrupção
    - Informação limitada
    - Processamento limitado

# Ciclo de vida dos sistemas baseados em conhecimento



piva.pro.br

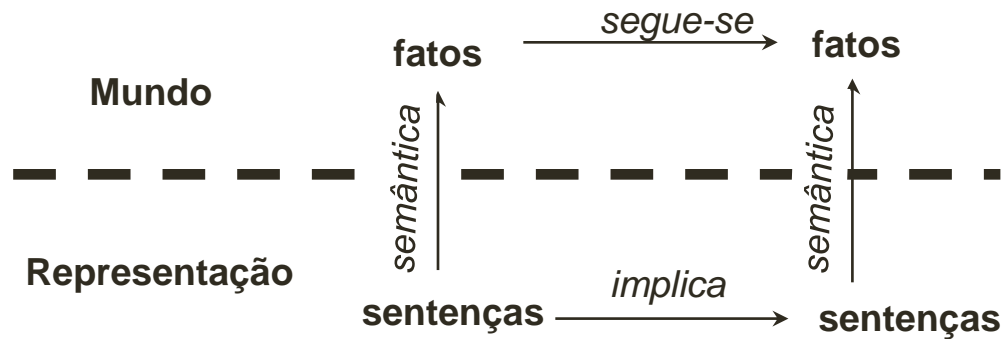




piva.pro.br

# Representação do conhecimento

- Representar o conhecimento adquirido do especialista num formalismo entendível pela máquina





# Linguagens de Representação do Conhecimento

- Uma *Linguagem de Representação do Conhecimento* é definida por:
  - 1) uma sintaxe, que descreve as configurações que podem constituir sentenças daquela linguagem;
  - 2) uma semântica, que liga cada sentença aos fatos no mundo que ela representa
    - cada sentença faz uma afirmação a respeito do mundo;
    - o agente acredita nas sentenças que correspondem a sua configuração interna.
- E tem um mecanismo de inferência associado = raciocínio



piva.pro.br

# Representação & Raciocínio

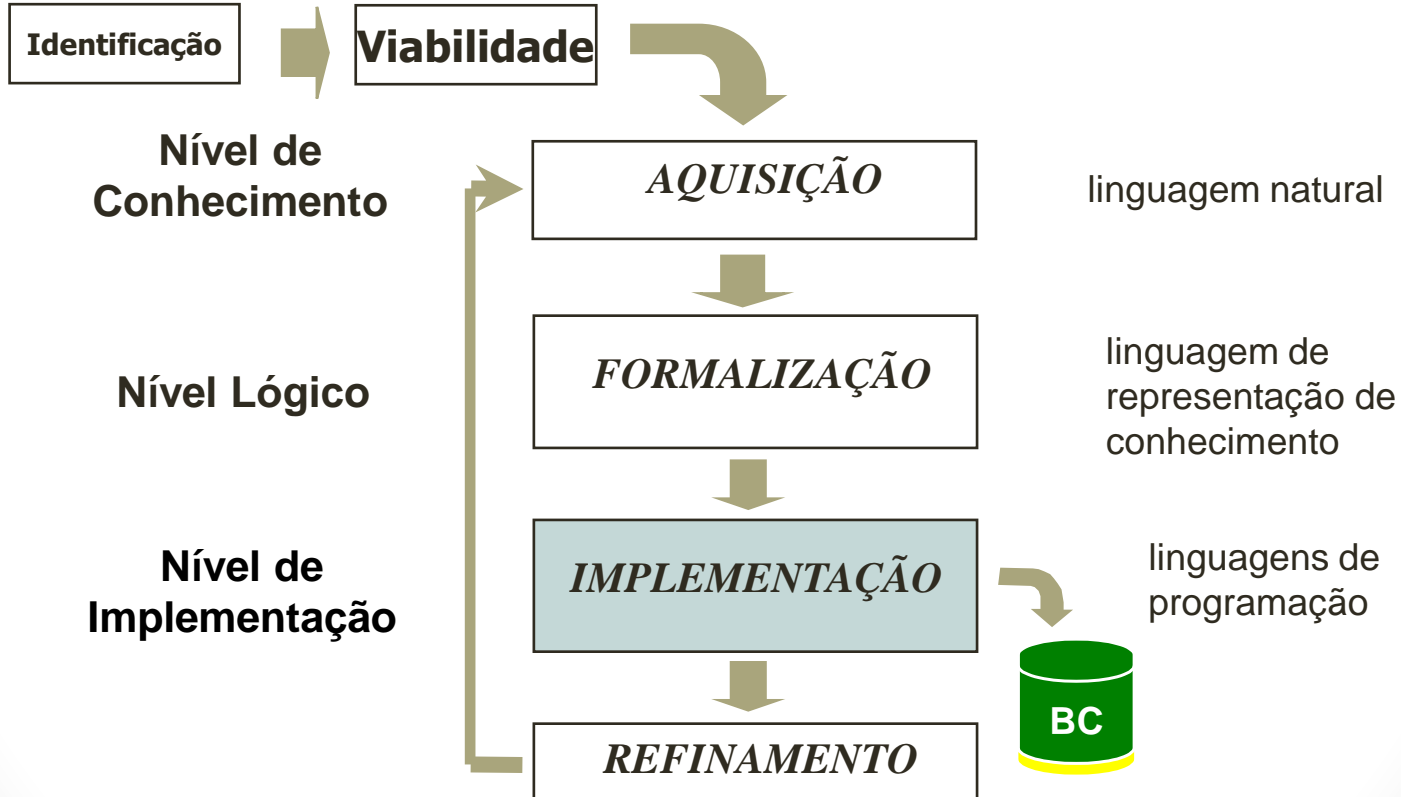
- ***Raciocínio* é um processo de construção de novas sentenças a partir de sentenças existentes.**
- ***Raciocínio “correto” (sound):***
  - garante que as novas sentenças representam fatos que se seguem dos fatos representados pelas sentenças existentes na BC.
  - implementa a relação de “*implicação*” entre sentenças



# Ciclo de vida dos sistemas baseados em conhecimento



piva.pro.br





# Linguagens de Representação do Conhecimento

- Linguagens de programação:
  - são precisas, porém não são suficientemente expressivas
- Linguagens naturais:
  - são muito expressivas, porém são ambíguas
- Linguagens de representação de conhecimento (LRC):
  - utilizadas para expressar as sentenças das BC
  - existem 3 grandes classes:
    - linguagens (predominantemente) declarativas
    - linguagens procedimentais
    - linguagens híbridas



piva.pro.br

# Critérios de avaliação de LRC

- **Expressividade**
  - o que é possível dizer facilmente na linguagem?
- **Inferência disponível**
  - que tipo de inferência é possível fazer na linguagem?
- **Corretude**
  - a inferência é plausível? A semântica é bem definida?
- **Eficiência**
  - a inferência se realiza em um tempo razoável?
- **Modularidade:**
  - é fácil identificar e reutilizar partes do conhecimento?
- **Legibilidade:**
  - é fácil de ler e entender o que está escrito?
- **Eficiência aquisicional:**
  - é fácil adicionar conhecimento?



## Representação de conhecimento: **Regras de produção**

- Representam conhecimento com pares de condição-ação
  - **SE** condição (ou premissa ou antecedente) ocorre  
**ENTÃO** ação (resultado, conclusão ou consequente) deverá ocorrer
    - SE** o "semáforo" está verde  
**ENTÃO** a ação é seguir em frente
  - Em geral, uma regra pode ter múltiplos antecedentes ligados pelos conectivos lógicos E e OU (ou ambos)
  - O consequente de uma regra também pode ter múltiplas cláusulas

# Representação de conhecimento: um exemplo

Regra 01: **Se** Y = SIM & D = SIM **Então** Z = SIM  
Regra 02: **Se** X = SIM & B = SIM & E = SIM **Então** Y = SIM  
Regra 03: **Se** A = SIM **Então** X = SIM  
Regra 04: **Se** C = SIM **Então** L = SIM  
Regra 05: **Se** L = SIM & M = SIM **Então** N = SIM

A = SIM  
B = SIM  
C = SIM  
D = SIM  
E = SIM  
Z = ?





# Representação de conhecimento: **Regras de produção**

- **Raciocínio progressivo (encadeamento para a frente)**
  - Dos dados à conclusão - *data-driven inference*
  - As regras da BC são usadas para gerar informação nova (novos fatos) a partir de um conjunto inicial de dados
  - Os fatos gerados passam a fazer parte da BC
- **Raciocínio regressivo (encadeamento para trás)**
  - Da hipótese aos dados - *goal-directed inference*
  - Usa as regras da BC para responder a perguntas
  - Só processa as regras relevantes para a pergunta (asserção)
- **Qual o melhor?**



# Representação de conhecimento: Regras de produção

- Resolução de conflitos

Regra 01: **Se** Luz\_Sinal = Verde **Então** Ação = Continue

Regra 02: **Se** Luz\_Sinal = Vermelho **Então** Ação = Pare

Regra 03: **Se** Luz\_Sinal = Vermelho **Então** Ação = Continue

- O que fazer?
  - Parar quando o objetivo for alcançado
  - Regra com maior prioridade
  - Regra mais específica
  - Regra mais recente
  - Meta-conhecimento



# Representação de conhecimento: **Regras de produção**

- **Vantagens**

- As regras são de fácil compreensão.
- Inferência e explicações são facilmente derivadas.
- Manutenção é relativamente simples, devido a modularidade.
- São mais eficientes que os sistemas de programação em lógica, embora menos expressivos

- **Desvantagens**

- Conhecimento complexo requer muitas (milhares de) regras.
- Esse excesso de regras cria problemas para utilização e manutenção do sistema.
- Não são robustos (tratamento de incerteza)
- Não aprendem

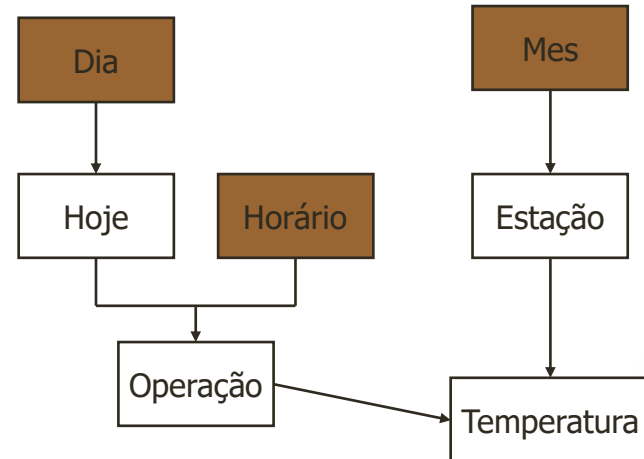




# Sistemas Especialista: Termostato

## Objetivo: selecionar a temperatura adequada para o sistema de calefação

- Prevendo conforto e maior economia de energia elétrica (funcionamento 24 horas)
- No horário de trabalho, o sistema deve proporcionar maior conforto (3º de variação)
- Evitar choques térmicos (para não comprometer a saúde das pessoas)
- O sistema de calefação deve funcionar com variação **da temperatura externa média** em torno de 5º
- A temperatura média é de 21º
- Temperaturas externas médias: **Ver = 32º Inv = 10º Out = 18º Pri = 28º**
- Mes do ano, dia da semana e horário do dia





piva.pro.br

- Regra 01: **Se** Dia = Seg ou Dia = Ter ou Dia = Qua ou Dia = Qui ou Dia = Sex **Então** Hoje = DT
- Regra 02: **Se** Dia = Sab ou Dia = Dom **Então** Hoje = FS
- Regra 03: **Se** Hoje = DT & 9 < Horário < 17 **Então** Operação = DHT
- Regra 04: **Se** Hoje = DT & Horário < 9 **Então** Operação = FHT
- Regra 05: **Se** Hoje = DT & Horário > 17 **Então** Operação = FHT
- Regra 06: **Se** Hoje = FS **Então** Operação = FHT
- Regra 07: **Se** Mes = Jan ou Mes = Fev ou Mes = Dez **Então** estação = ver
- Regra 08: **Se** Mes = Mar ou Mes = Abr ou Mes = Mai **Então** estação = out
- Regra 09: **Se** Mes = Jun ou Mes = Jul ou Mes = Ago **Então** estação = Inv
- Regra 10: **Se** Mes = Set ou Mes = Out ou Mes = Nov **Então** estação = Pri
- Regra 11: **Se** estação = Pri e Operação = DHT **Então** Temp = 20
- Regra 12: **Se** estação = Pri e Operação = FHT **Então** Temp = 28
- Regra 13: **Se** estação = Ver e Operação = DHT **Então** Temp = 24
- Regra 14: **Se** estação = Ver e Operação = FHT **Então** Temp = 32
- Regra 15: **Se** estação = Out e Operação = DHT **Então** Temp = 20
- Regra 16: **Se** estação = Out e Operação = FHT **Então** Temp = 18
- Regra 17: **Se** estação = Inv e Operação = DHT **Então** Temp = 18
- Regra 18: **Se** estação = Inv e Operação = FHT **Então** Temp = 10



piva.pro.br

# Referências

- T. Mitchell. *Machine Learning*. McGraw Hill, New York, 1997.
- Stuart Russell and Peter Norvig, *Artificial Intelligence - A Modern Approach*. Prentice Hall, 1995.



piva.pro.br

# Tópicos Avançados em TI

Prof. Dr. Dilermando Piva Jr.

Fatec Itu

Obrigado!