

# **Fundamentos Estatísticos da Análise de Situações de Desenvolvimento Local**

**Benedito Silva Neto**

**PPG Desenvolvimento e Políticas Públicas**

# Introdução

- Análise-Diagnóstico de Situações de Desenvolvimento Local (ASDL)
- Inferências baseadas em explicações = ?
- Procedimentos qualitativos (ou quantitativos)?
- Relação com a Estatística?

# Inferências

## ■ Inferências dedutivas

O conjunto A possui a qualidade B

Um elemento pertence à A

Este elemento possui a qualidade B

## ■ Inferências indutivas

Observa-se que os elementos de A possuem a qualidade B

Observa-se que certo elemento pertence à A

Este elemento pode possuir a qualidade B

## ■ Inferências abduativas

Dado uma qualidade (surpreendente) B

Mas, se o elemento pertence à A

Então a qualidade B seria natural

# Inferências abduativas

- Dependentes do conteúdo das premissas (ao contrário das inferências dedutivas e indutivas que são formais)
- Individualmente não conclusivas
  - Conclusões baseadas no acúmulo de evidências
- Evidência:
  - “melhor explicação”
  - “explicação não contraditória”
- Relevância (e não representatividade)

# As inferências e a estatística (1)

- Em geral, afirma-se que a estatística se baseia apenas em inferências indutivas, pressupondo-se que tais inferências são objetivas.
  - Frequência observada  $\Rightarrow \Rightarrow$  probabilidade
- As funções estatísticas (probabilidade) seriam objetivas.
- As inferências indutivas, assim, poderiam ser feitas de forma independente do conteúdo das premissas (que expressam relações de causa e efeito), o que permitiria a sua utilização como teste para distinguir relações de causa e efeito de incertezas intrínsecas ao objeto estudado.
- Por este motivo, a estatística é uma ferramenta extremamente importante para a pesquisa científica.

# As inferências e a estatística (2)

- Porém, a forma como as inferências indutivas são utilizadas na estatística implica assumir o pressuposto (ontológico) de que a realidade estudada é simples (não complexa), exibindo apenas incerteza fraca.
    - Sistemas simples => incerteza fraca (distributiva)
    - Sistemas complexos => incerteza forte (não distributiva)
  - O pressuposto de que a realidade é complexa implica na utilização de inferências baseadas no conteúdo, ou seja, na adoção de inferências abduativas.
  - Mas então como utilizar inferências para testar hipóteses?
    - ✓ *Reconhecendo a incerteza epistêmica (ignorância) que implica o pressuposto da complexidade. Nesse caso as funções estatísticas seriam “graus de crença”, baseadas em evidências que podem ser obtidas por inferências abduativas.*
- => Teoria da Evidência.**

# A Teoria da Evidência de Dempster-Shafer: principais funções

## ■ Alocação de massa ( $m$ ):

- conjunto de proposições relacionadas a um conjunto de hipóteses

## ■ Credibilidade ( $Bel$ ):

- subconjunto de proposições que suportam um conjunto de hipóteses

## ■ Plausibilidade ( $Pl$ ):

- subconjunto de proposições que não contradizem um conjunto de hipóteses

## ➤ Incerteza epistêmica (Ignorância $I$ ):

$$I = Pl - Bel$$

# A Teoria da Evidência de Dempster-Shafer: descrição formal das principais funções

- Função de alocação de massa  $m(A)$ :

$$m : P(X) \rightarrow [0,1]$$

$$m(\emptyset) = 0$$

$$\sum_{A \in P(X)} m(A) = 1$$

- Função de credibilidade  $Bel(A)$ :

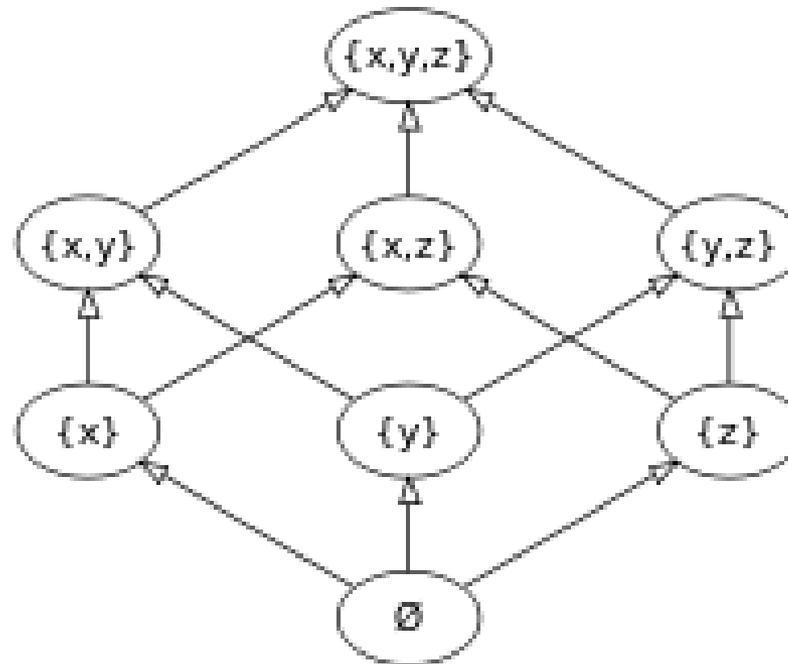
$$Bel(A) = \sum_{B|B \subseteq A} m(B)$$

- Função de plausibilidade  $Pl(A)$ :

$$Pl(A) = \sum_{B|B \cap A \neq \emptyset} m(B)$$

# Função de alocação de massa: subconjuntos de um conjunto de partes

- Um “conjunto de partes”  $A$  com  $n$  elementos singulares possui  $2^n$  subconjuntos. Por exemplo, dados 3 elementos singulares, temos 8 subconjuntos possíveis, como mostrado abaixo.



# Combinação de evidências

- Combinação de duas funções de credibilidade Bel1 e Bel2:

$$m(B) = \frac{\sum_{B_1 \cap B_2 = B} m_1(B_1)m_2(B_2)}{\sum_{B_1 \cap B_2 \neq \emptyset} m_1(B_1)m_2(B_2)}$$

# A Teoria da Probabilidade como um caso particular da Teoria da Evidência

- Teoria da Evidência: elementos a serem conhecidos são conjuntos, sobre os quais se admite certa ignorância
  - Incerteza “epistêmica” = devido à falta de conhecimento).
- Teoria da Probabilidade: elementos a serem conhecidos são elementos singulares, sobre os quais, a priori, não há ignorância.
  - Incerteza “fraca” = devido à variações aleatórias
- TE → TP: Credibilidade = Plausibilidade, ou seja,  $I(A) = Pl(A) - Bel(A) = 0$

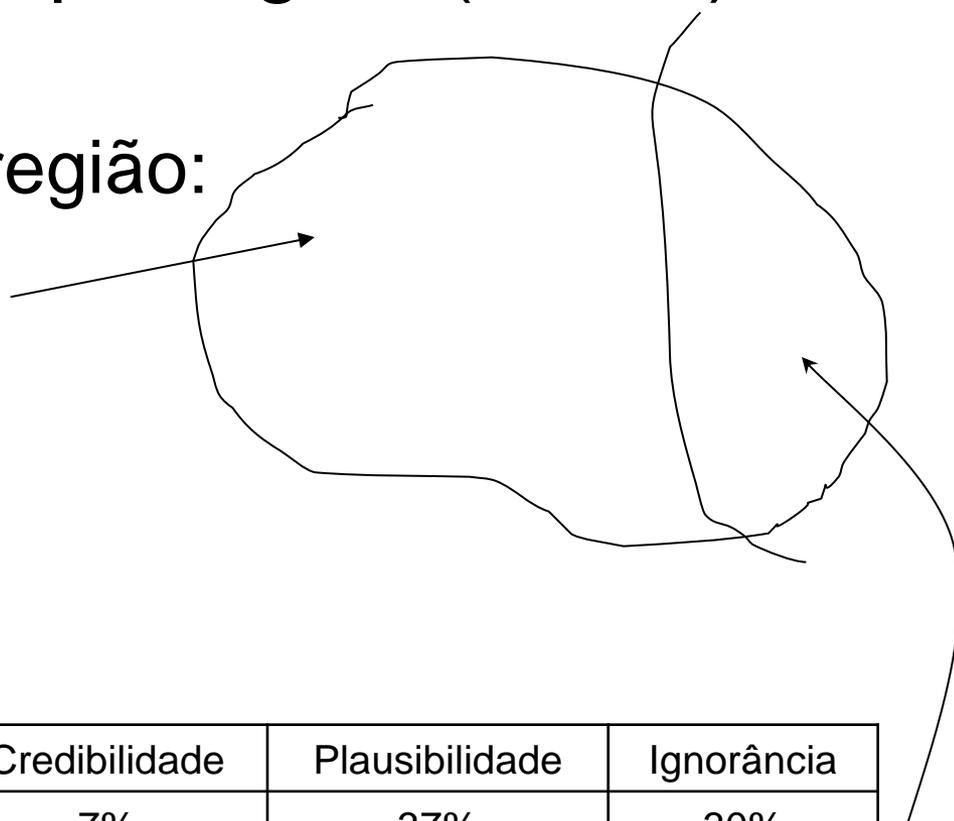
# A Teoria da Evidência nos estudos sobre DPP

- Os conjuntos de que trata a TE constituem “quadros de discernimento” (representações holísticas e não uma soma de elementos singulares como na TP).
- O refinamento sucessivo dos quadros de discernimento permite o tratamento de “hipóteses não previstas”.
- *Tais conceitos permitem a análise do desenvolvimento como um processo histórico, complexo e evolutivo (propriedades emergentes, organização, inovações...)*

# Exemplo 1: Leitura da paisagem (ADSA)

## ■ Zoneamento de uma região:

% região percorrida	70%
% Z 1 / região percorrida	10%
% Z 2 / região percorrida	30%
% Z 3 / região percorrida	60%



Hipótese	Massa	Credibilidade	Plausibilidade	Ignorância
Z 1	7%	7%	37%	30%
Z 2	21%	21%	51%	30%
Z 3	42%	42%	72%	30%
Z 1 ou Z 2 ou Z 3	30%	100%	100%	

# Distribuição das zonas em toda a região?

- Proporção exata  $p$ :  $Bel \leq p \leq Pl$ 
  - Zona 1:  $7\% \leq p(Z1) \leq 37\%$
  - Zona 2:  $21\% \leq p(Z2) \leq 51\%$
  - Zona 3:  $42\% \leq p(Z3) \leq 72\%$
- Como obter a proporção exata (como um elemento singular e não um conjunto)?
  - TP: extrapolar a proporção da região percorrida à região não percorrida. Porém isto significa assumir que as paisagens possuem apenas diferenças aleatórias... (evolução, complexidade...?)
  - TE: definindo as zonas de forma suficientemente abrangente para permitir que toda a região seja percorrida (para depois refinar a análise por meio da história, da tipologia, etc.)

# Distribuição das zonas em toda a região após a redefinição do quadro de discernimento

% região percorrida	100%
% Z 1 / região percorrida	40%
% Z2/região percorrida	60%

Hipótese	Massa	Credibilidade	Plausibilidad e	Ignorância
Z1	40%	40%	40%	0%
Z2	60%	60%	60%	0%
Z1 ou Z2	0%	100%	100%	

# Acúmulo de evidências x “amostragem”

□ Exemplo 2: A morte das minhas frutíferas deve-se à pulverização de agrotóxicos pelo vizinho

■ Informante A: não (60% de credibilidade porque mora “meio longe”)

■ Informante B: sim! (90% de credibilidade porque mora perto)

■ Quanto eu devo acreditar no informante A?

■ Resposta:

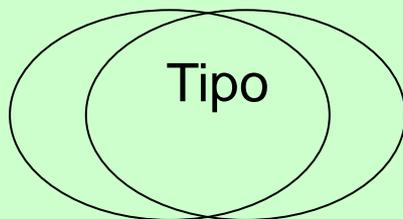
$$\frac{0,9 * 0,4}{(0,9 * 0,4) + (0,1 * 0,6) + (0,1 * 0,4)} \cong 0,783$$

□ Obs.: (0,9\*0,6) não consta no denominador porque são evidências incompatíveis (os dois informantes não podem estar certos!)

■ *A procura e a interpretação das informações ocorreu a partir de uma teoria (relação distância da minha UPA x credibilidade da informação) e não por “amostragem”*

# Tipologias na ASDL

- Tipos plausíveis: unidades de produção nas quais existem processos (relacionados ao desenvolvimento local) que lhes proporcionam características comuns, porém não necessariamente idênticas:



- Procedimento:
  - Definição do que é plausível (teoria) por meio das características gerais, do zoneamento e, principalmente, da história.
  - Busca de evidências (entrevistas: cálculos, análise da reprodução social, análise do funcionamento técnico e econômico das UPA...).
  - Redução progressiva e controlada da incerteza.

# Considerações Finais

## ■ A ASDL a partir da TE:

- O procedimento “descendente” e a não realização de amostragens de acordo com a Teoria da Probabilidade não implica que a ASDL apresente qualquer contradição com os princípios de uma análise estatística rigorosa.
- A aplicação generalizada de métodos baseados na Teoria da Probabilidade? (requer uma definição “a priori” de todas as variáveis a serem analisadas e hipóteses a serem consideradas...)
  - complexidade do desenvolvimento (contexto histórico e geográfico...)
  - ASDL = pesquisa em condições não controladas
- A TE não pode ser aplicada na ASDL de forma mecânica: o surgimento de novas hipóteses e as mudanças no quadro de discernimento não podem ser formalizados.
- Vários procedimentos quantitativos, compatíveis com a TE (modelagem especialmente), devem ser aplicados na ASDL, sempre que possível.

# Referências

- DUFUMIER, M. *Les Projets de Développement Agricole Manuel d'expertise*. Paris: Éditions Karthala. 1996.
- FIORETTI, G. Evidence theory: a mathematical framework for unpredictable hypotheses. *Metroeconomica*, Vol. 55, número 4, p. 345-366, 2004.
- SILVA NETO, B., Fundamentos Estatísticos da Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários: uma interpretação baseada na Teoria da Evidência de Dempster-Shafer. *Desenvolvimento em Questão*, (12): 121-148, jul.-dez. 2008.
- SILVA NETO, B. *Abordagem sistêmica, sistemas agrários e complexidade*. In MOTA, D. M., SCHMITZ, H. & VASCONCELOS, H. E. (org.) *Agricultura Familiar e Abordagem Sistêmica*. Aracaju, Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, p. 81-103, 2005.
- YAGER, R. R., FEDRIZZI, M. & KACPRZYK, J. (ed.) *Advances in the Dempster-Shafer Theory of Evidence*. New York, John Wiley & Sons, 1994.