

# **SEGURO AGRÍCOLA: MODELAGEM ESTATÍSTICA E PRECIFICAÇÃO**

**Projeto PROCAD N° 0000  
USP / UFMG / UFLA / UFPR**

<http://www.lce.esalq.usp.br/seguoagricola>

**1ª Reunião, São Pedro (SP)**

29 de Julho de 2008

# Importância do Agro-Negócio Brasileiro

Responsável em 2007 por:

- 23,07% do Produto Interno Bruto
- 36,37% das exportações brasileiras

Previsões para 2008:

- aumento de 10% no PIB
- safra recorde de 142,42 milhões ton.

O Brasil é o maior exportador de:

- café, açúcar
- sucos de frutas
- carnes bovina e de frango
- álcool, tabaco e couro



Em breve será o principal produtor de:

- algodão
- soja e óleos vegetais
- biocombustíveis feitos a partir de cana de açúcar

# Importância do Agro-Negócio Brasileiro

Responsável em 2007 por:

- 23,07% do Produto Interno Bruto
- 36,37% das exportações brasileiras

Previsões para 2008:

- aumento de 10% no PIB
- safra recorde de 142,42 milhões ton.



○ Brasil é o maior exportador de:

- café, açúcar
- sucos de frutas
- carnes bovina e de frango
- álcool, tabaco e couro

Em breve será o principal produtor de:

- algodão
- soja e óleos vegetais
- biocombustíveis feitos a partir de cana de açúcar

# Importância do Agro-Negócio Brasileiro

Responsável em 2007 por:

- 23,07% do Produto Interno Bruto
- 36,37% das exportações brasileiras

Previsões para 2008:

- aumento de 10% no PIB
- safra recorde de 142,42 milhões ton.

○ Brasil é o maior exportador de:

- café, açúcar
- sucos de frutas
- carnes bovina e de frango
- álcool, tabaco e couro



Em breve será o principal produtor de:

- algodão
- soja e óleos vegetais
- biocombustíveis feitos a partir de cana de açúcar

# Importância do Agro-Negócio Brasileiro

Responsável em 2007 por:

- 23,07% do Produto Interno Bruto
- 36,37% das exportações brasileiras

Previsões para 2008:

- aumento de 10% no PIB
- safra recorde de 142,42 milhões ton.

O Brasil é o maior exportador de:

- café, açúcar
- sucos de frutas
- carnes bovina e de frango
- álcool, tabaco e couro



Em breve será o principal produtor de:

- algodão
- soja e óleos vegetais
- biocombustíveis feitos a partir de cana de açúcar

# O Risco no Agronegócio

## Alta susceptibilidade a variáveis exógenas:

- fenômenos climáticos adversos,
- pragas e doenças,
- mudanças nas condições de mercado,
- mudanças nos ambientes político e econômico, etc.



## Tipos de Risco:

- **Risco de produção** ⇒ incerteza na produtividade devido a fatores externos
- **Risco de preço ou de mercado** ⇒ volatilidade dos preços de *inputs* e *outputs*
- **Risco financeiro** ⇒ forma em que o capital da empresa é obtido e financiado
- **Risco institucional** ⇒ mudanças em políticas e regulações
- **Risco tecnológico** ⇒ adoção de novas tecnologias
- **Risco pessoal** ⇒ risco dos próprios produtores ou de seus ativos

# O Risco no Agronegócio

## Alta susceptibilidade a variáveis exógenas:

- fenômenos climáticos adversos,
- pragas e doenças,
- mudanças nas condições de mercado,
- mudanças nos ambientes político e econômico, etc.



## Tipos de Risco:

- **Risco de produção** ⇒ incerteza na produtividade devido a fatores externos
- **Risco de preço ou de mercado** ⇒ volatilidade dos preços de *inputs* e *outputs*
- **Risco financeiro** ⇒ forma em que o capital da empresa é obtido e financiado
- **Risco institucional** ⇒ mudanças em políticas e regulações
- **Risco tecnológico** ⇒ adoção de novas tecnologias
- **Risco pessoal** ⇒ risco dos próprios produtores ou de seus ativos

# Gestão de Riscos no Agronegócio

## ● Mecanismos Informais

- Evitar exposição ao risco
- Diversificação de culturas
- Diversificação das fontes de ingressos
- Adoção de técnicas de plantio avançadas (fertilização, irrigação, variedades, etc.)
- Uso compartilhado de equipamentos agrícolas, fontes de irrigação, etc.

## ● Mecanismos Formais

- Programas de extensão agrícola
- Infraestrutura (rodovias, sistemas de irrigação, etc.)
- Programas de manejo integrado de pragas
- Contratos de futuros
- Seguro agrícola
- Crédito



# Gestão de Riscos no Agronegócio

## ● Mecanismos Informais

- Evitar exposição ao risco
- Diversificação de culturas
- Diversificação das fontes de ingressos
- Adoção de técnicas de plantio avançadas (fertilização, irrigação, variedades, etc.)
- Uso compartilhado de equipamentos agrícolas, fontes de irrigação, etc.

## ● Mecanismos Formais

- Programas de extensão agrícola
- Infraestrutura (rodovias, sistemas de irrigação, etc.)
- Programas de manejo integrado de pragas
- Contratos de futuros
- Seguro agrícola
- Crédito

# Gestão de Riscos no Agronegócio

## ● Mecanismos Informais

- Evitar exposição ao risco
- Diversificação de culturas
- Diversificação das fontes de ingressos
- Adoção de técnicas de plantio avançadas (fertilização, irrigação, variedades, etc.)
- Uso compartilhado de equipamentos agrícolas, fontes de irrigação, etc.

## ● Mecanismos Formais

- Programas de extensão agrícola
- Infraestrutura (rodovias, sistemas de irrigação, etc.)
- Programas de manejo integrado de pragas
- Contratos de futuros
- **Seguro agrícola**
- Crédito

# Seguro Agrícola

## Dificuldades de implementação:

- Falta de metodologias que quantifiquem adequadamente o risco do setor
- Técnicas de precificação inadequadas
- Fontes de dados insuficientes
- Natureza sistêmica do risco
- Maior probabilidade das seguradoras entrarem em ruína.

Apesar da sua importância, o impacto do componente espacial na modelagem e na precificação de planos de seguro agrícola tem sido pouco estudado.

# Seguro Agrícola

## Dificuldades de implementação:

- Falta de metodologias que quantifiquem adequadamente o risco do setor
- Técnicas de precificação inadequadas
- Fontes de dados insuficientes
- Natureza sistêmica do risco
- Maior probabilidade das seguradoras entrarem em ruína.

**Apesar da sua importância, o impacto do componente espacial na modelagem e na precificação de planos de seguro agrícola tem sido pouco estudado.**

# Objetivos

## Objetivo Geral:

Desenvolver metodologias de gestão do risco para o agronegócio brasileiro sob uma perspectiva estatístico-atuarial e econômica, baseadas na geração de estratégias de seguro eficientes para o setor.

## Objetivos Específicos:

- 1 desenvolver uma linha de pesquisa em Modelagem Atuarial com ênfase em seguro agrícola nos programas de pós-graduação participantes do projeto;
- 2 formar recursos humanos qualificados nessa área para suprir as necessidades das IES e do mercado em geral;
- 3 promover a colaboração científica entre os membros das IES envolvidas;
- 4 cooperar para a consolidação dos programas de doutorado em Estatística da UFMG e de Estatística e Experimentação Agropecuária da UFPA;
- 5 promover a integração entre as universidades e o mercado de seguros.

# Objetivos

## Objetivo Geral:

Desenvolver metodologias de gestão do risco para o agronegócio brasileiro sob uma perspectiva estatístico-atuarial e econômica, baseadas na geração de estratégias de seguro eficientes para o setor.

## Objetivos Específicos:

- 1 desenvolver uma linha de pesquisa em Modelagem Atuarial com ênfase em seguro agrícola nos programas de pós-graduação participantes do projeto;
- 2 formar recursos humanos qualificados nessa área para suprir as necessidades das IES e do mercado em geral;
- 3 promover a colaboração científica entre os membros das IES envolvidas;
- 4 cooperar para a consolidação dos programas de doutorado em Estatística da UFMG e de Estatística e Experimentação Agropecuária da UFLA;
- 5 promover a integração entre as universidades e o mercado de seguros.

# Objetivos

## Objetivo Geral:

Desenvolver metodologias de gestão do risco para o agronegócio brasileiro sob uma perspectiva estatístico-atuarial e econômica, baseadas na geração de estratégias de seguro eficientes para o setor.

## Objetivos Específicos:

- 1 desenvolver uma linha de pesquisa em Modelagem Atuarial com ênfase em seguro agrícola nos programas de pós-graduação participantes do projeto;
- 2 formar recursos humanos qualificados nessa área para suprir as necessidades das IES e do mercado em geral;
- 3 promover a colaboração científica entre os membros das IES envolvidas;
- 4 cooperar para a consolidação dos programas de doutorado em Estatística da UFMG e de Estatística e Experimentação Agropecuária da UFLA;
- 5 promover a integração entre as universidades e o mercado de seguros.

# Objetivos

## Objetivo Geral:

Desenvolver metodologias de gestão do risco para o agronegócio brasileiro sob uma perspectiva estatístico-atuarial e econômica, baseadas na geração de estratégias de seguro eficientes para o setor.

## Objetivos Específicos:

- 1 desenvolver uma linha de pesquisa em Modelagem Atuarial com ênfase em seguro agrícola nos programas de pós-graduação participantes do projeto;
- 2 formar recursos humanos qualificados nessa área para suprir as necessidades das IES e do mercado em geral;
- 3 **promover a colaboração científica entre os membros das IES envolvidas;**
- 4 cooperar para a consolidação dos programas de doutorado em Estatística da UFMG e de Estatística e Experimentação Agropecuária da UFLA;
- 5 promover a integração entre as universidades e o mercado de seguros.



# Objetivos

## Objetivo Geral:

Desenvolver metodologias de gestão do risco para o agronegócio brasileiro sob uma perspectiva estatístico-atuarial e econômica, baseadas na geração de estratégias de seguro eficientes para o setor.

## Objetivos Específicos:

- 1 desenvolver uma linha de pesquisa em Modelagem Atuarial com ênfase em seguro agrícola nos programas de pós-graduação participantes do projeto;
- 2 formar recursos humanos qualificados nessa área para suprir as necessidades das IES e do mercado em geral;
- 3 promover a colaboração científica entre os membros das IES envolvidas;
- 4 cooperar para a consolidação dos programas de doutorado em Estatística da UFMG e de Estatística e Experimentação Agropecuária da UFLA;
- 5 promover a integração entre as universidades e o mercado de seguros.

# Objetivos

## Objetivo Geral:

Desenvolver metodologias de gestão do risco para o agronegócio brasileiro sob uma perspectiva estatístico-atuarial e econômica, baseadas na geração de estratégias de seguro eficientes para o setor.

## Objetivos Específicos:

- 1 desenvolver uma linha de pesquisa em Modelagem Atuarial com ênfase em seguro agrícola nos programas de pós-graduação participantes do projeto;
- 2 formar recursos humanos qualificados nessa área para suprir as necessidades das IES e do mercado em geral;
- 3 promover a colaboração científica entre os membros das IES envolvidas;
- 4 cooperar para a consolidação dos programas de doutorado em Estatística da UFMG e de Estatística e Experimentação Agropecuária da UFLA;
- 5 **promover a integração entre as universidades e o mercado de seguros.**

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura**
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 **Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura**
- 2 **Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola**
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 **Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais**
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 **Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola**
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 **Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo**
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)



# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 **Integração entre geotecnologias e seguro agrícola**
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 **Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola**
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 **Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados**
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Projetos

Ao longo dos quatro anos do projeto serão desenvolvidos os seguintes temas:

- 1 Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura
- 2 Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola
- 3 Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais
- 4 Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade agrícola
- 5 Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco extremo
- 6 Integração entre geotecnologias e seguro agrícola
- 7 Modelos para volatilidade na precificação de planos de seguro agrícola
- 8 Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados
- 9 Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis (produção de etanol)

# Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura

**Derivativos climáticos:** instrumentos financeiros que permitem negociar riscos relacionados a eventos climáticos adversos.

O mercado de derivativos de chuva apenas começa a se desenvolver [Martin, 2001, Odening, 2007].

## Principais aspectos envolvidos na implementação de um derivativo climático:

- a modelagem estatística do índice climático subjacente;
- a quantificação da relação entre variáveis climáticas e produtividade;
- o desenvolvimento de modelos de precificação adequados.

### Dificuldades:

- risco de base;
- o mercado climático é incompleto (o clima não é um ativo negociável).

Modelos de precificação de derivativos climáticos que considerem explicitamente aspectos espaciais e/ou temporais do risco associado são um campo a ser explorado.

# Modelagem e precificação de derivativos climáticos em agricultura

**Derivativos climáticos:** instrumentos financeiros que permitem negociar riscos relacionados a eventos climáticos adversos.

O mercado de derivativos de chuva apenas começa a se desenvolver [Martin, 2001, Odening, 2007].

## Principais aspectos envolvidos na implementação de um derivativo climático:

- a modelagem estatística do índice climático subjacente;
- a quantificação da relação entre variáveis climáticas e produtividade;
- o desenvolvimento de modelos de precificação adequados.

### Dificuldades:

- risco de base;
- o mercado climático é incompleto (o clima não é um ativo negociável).

**Modelos de precificação de derivativos climáticos que considerem explicitamente aspectos espaciais e/ou temporais do risco associado são um campo a ser explorado.**

# Modelagem espaço-temporal da produtividade agrícola

Métodos de precificação baseados em produtividade devem levar em consideração a correlação espacial e/ou temporal desta variável.

## Abordagens recentes:

- [ Ozaki et al., 2008 ] : Precificação baseada na modelagem Bayesiana espaço-temporal da produtividade.

## Tópicos de pesquisa em aberto:

- modelagem espaço-temporal dinâmica da produtividade;
- modelagem espaço-temporal multi-escala;
- incorporação de covariáveis climáticas e/ou tecnológicas;
- modelos espaço-temporais não-Gaussianos para produtividade.

## Previsão sazonal de variáveis climáticas e/ou produtividade

Permite adaptar decisões críticas a variações climáticas esperadas visando reduzir impactos adversos ou tomar vantagem de condições favoráveis.

### Abordagens recentes:

- modelos Markovianos escondidos [Kirhsner, 2005]
- redes neurais artificiais [Zhang & Qi, 2005]
- lógica fuzzy [Plain et al., 2008]
- modelos dinâmicos.

### Algumas questões em aberto:

- modelos para séries temporais multivariadas não-Gaussianas;
- estimação de dados faltantes;
- classificação de séries temporais;
- incorporação de um componente espacial na modelagem sazonal.



## Detecção de conglomerados de risco espaciais e/ou temporais

- As seguradoras tentam se proteger do risco sistêmico atuando simultaneamente em regiões com estruturas de risco e características de produtividade diferentes.
- A correta classificação dos municípios em grupos de risco é útil na adequada precificação dos contratos de seguro.

- **Abordagens utilizadas:**

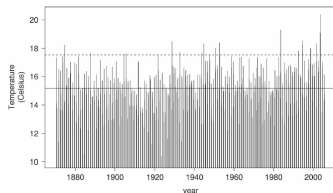
método de agrupamento “*k*-médias” [Rudstrom et al., 2002, Popp et al., 2005]

**Desvantagem:** não leva em consideração explicitamente a dependência espacial e/ou temporal do risco entre as regiões.

**São necessários métodos de agrupamento que identifiquem conglomerados de risco considerando essa dependência.**

# Teoria de valores extremos e construção de mapas de risco

Metodologia para modelagem estatística de extremos univariados bem desenvolvida [e.g. Embrecht et al., 1997]



A extensão para modelar extremos espaciais é, atualmente, uma área de pesquisa ativa [e.g., Casson & Coles, 1999, Schlather & Tawn, 2003, Gilleland et al., 2004].

## Dificuldades:

- registros temporais limitados
- necessidade de extrapolação para locais onde não há observações
- quantificação da incerteza associada aos mapas de risco extremo gerados.

## Integração entre Geotecnologias e Seguro Agrícola

- A avaliação periódica “in loco” de grandes áreas seguradas é inviável.
- Imagens de satélite da superfície terrestre e técnicas de geoprocessamento:

- ✓ auxiliam no acompanhamento sistemático de lavouras em grandes áreas,
- ✓ ajudam a definir áreas prioritárias a serem visitadas.



- Técnicas de regressão são usadas para descrever a relação entre a variável medida através de imagens (e.g. biomassa) e uma variável resposta (e.g. índice de vegetação).
- A informação espacial das amostras é geralmente ignorada (assume-se que a relação entre as variáveis é espacialmente estacionária).

**Há necessidade de se considerar explicitamente essa não-estacionariedade espacial na modelagem estatística de dados obtidos através de geotecnologias.**

# Estratégias de seguro para o setor de biocombustíveis

## Produção de etanol no Brasil:

- ✓ O país responde hoje por 40% da produção mundial (21,5 bilhões Lt.)
- ✓ A produção deverá ser duplicada até 2018.



- Estratégias de seguro atualmente disponíveis oferecem proteção para commodities na sua forma bruta
- Faltam ferramentas adequadas de gestão de risco que considerem a porção de valor agregado dessas culturas.

**Há necessidade de desenvolver estratégias de gestão do risco específicas para este setor.**

## Modelos para Volatilidade na Precificação de Seguro Agrícola

- Na precificação de ativos no mercado financeiro, a volatilidade é um componente estocástico que deve ser tratado adequadamente.
- Além dos tradicionais modelos da família ARCH, outras abordagens têm sido utilizadas para a modelagem da volatilidade em séries financeiras [e.g. Andersen et al. 2006].
- O mercado agrícola é diretamente afetado por turbulências na economia mundial, assim como por fatores climáticos inesperados.
- Movimentos especulativos podem impactar a precificação de seguros.
- Modelos para previsão de volatilidade são ferramentas auxiliares no desenvolvimento de estratégias de mercado.

## Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados

- O conhecimento da probabilidade de ruína de uma seguradora é útil para:
  - ✓ determinação de um modelo de gestão da carteira de seguros;
  - ✓ auxiliar na tomada de decisões que garantam a solvência da empresa.
- As seguradoras geralmente utilizam métodos clássicos para o cálculo desta probabilidade, que não consideram a estrutura de dependência entre eventos.
- Desconsiderar a possível dependência entre eventos pode levar a uma subestimação da severidade e tempo de ocorrência dos sinistros.

# Tópicos Adicionais

# Equipe:

## Equipe IME/USP:

- Pablo Augusto Ferrari
- Vladimir Belitsky
- Viviana Giampaoli

## Equipe ESALQ/USP:

- Vitor Augusto Ozaki
- Clarice Garcia Borges Demétrio
- Ricardo Shirota
- Roberto Arruda de Souza Lima
- Juliana Garcia Cespedes

## Equipe UFPR:

- Paulo Justiniano Ribeiro Junior
- Silvia Emiko Shimakura
- Ricardo Sandes Ehlers
- Joel Maurício Corrêa da Rosa

## Equipe UFMG:

- Renato Martins Assunção
- Edna Afonso Reis
- Fredy Walther Castellares Cáceres
- Marcelo Azevedo Costa
- Ramiro Ruiz Cárdenas

## Equipe UFPA:

- João Domingos Scalon
- Lucas Monteiro Chaves
- Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho
- Marcelo Silva de Oliveira



# Equipe:

## Equipe IME/USP:

- Pablo Augusto Ferrari
- Vladimir Belitsky
- Viviana Giampaoli

## Equipe ESALQ/USP:

- Vitor Augusto Ozaki
- Clarice Garcia Borges Demétrio
- Ricardo Shirota
- Roberto Arruda de Souza Lima
- Juliana Garcia Cespedes

## Equipe UFPR:

- Paulo Justiniano Ribeiro Junior
- Silvia Emiko Shimakura
- Ricardo Sandes Ehlers
- Joel Maurício Corrêa da Rosa

## Equipe UFMG:

- Renato Martins Assunção
- Edna Afonso Reis
- Fredy Walther Castellares Cáceres
- Marcelo Azevedo Costa
- Ramiro Ruiz Cárdenas

## Equipe UFPA:

- João Domingos Scalon
- Lucas Monteiro Chaves
- Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho
- Marcelo Silva de Oliveira

# Equipe:

## Equipe IME/USP:

- Pablo Augusto Ferrari
- Vladimir Belitsky
- Viviana Giampaoli

## Equipe ESALQ/USP:

- Vitor Augusto Ozaki
- Clarice Garcia Borges Demétrio
- Ricardo Shirota
- Roberto Arruda de Souza Lima
- Juliana Garcia Cespedes

## Equipe UFPR:

- Paulo Justiniano Ribeiro Junior
- Silvia Emiko Shimakura
- Ricardo Sandes Ehlers
- Joel Maurício Corrêa da Rosa

## Equipe UFMG:

- Renato Martins Assunção
- Edna Afonso Reis
- Fredy Walther Castellares Cáceres
- Marcelo Azevedo Costa
- Ramiro Ruiz Cárdenas

## Equipe UFPA:

- João Domingos Scalon
- Lucas Monteiro Chaves
- Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho
- Marcelo Silva de Oliveira

# Equipe:

## Equipe IME/USP:

- Pablo Augusto Ferrari
- Vladimir Belitsky
- Viviana Giampaoli

## Equipe ESALQ/USP:

- Vitor Augusto Ozaki
- Clarice Garcia Borges Demétrio
- Ricardo Shirota
- Roberto Arruda de Souza Lima
- Juliana Garcia Cespedes

## Equipe UFPR:

- Paulo Justiniano Ribeiro Junior
- Silvia Emiko Shimakura
- Ricardo Sandes Ehlers
- Joel Maurício Corrêa da Rosa

## Equipe UFMG:

- Renato Martins Assunção
- Edna Afonso Reis
- Fredy Walther Castellares Cáceres
- Marcelo Azevedo Costa
- Ramiro Ruiz Cárdenas

## Equipe UFPA:

- João Domingos Scalon
- Lucas Monteiro Chaves
- Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho
- Marcelo Silva de Oliveira

# Equipe:

## Equipe IME/USP:

- Pablo Augusto Ferrari
- Vladimir Belitsky
- Viviana Giampaoli

## Equipe ESALQ/USP:

- Vitor Augusto Ozaki
- Clarice Garcia Borges Demétrio
- Ricardo Shirota
- Roberto Arruda de Souza Lima
- Juliana Garcia Cespedes

## Equipe UFPR:

- Paulo Justiniano Ribeiro Junior
- Silvia Emiko Shimakura
- Ricardo Sandes Ehlers
- Joel Maurício Corrêa da Rosa

## Equipe UFMG:

- Renato Martins Assunção
- Edna Afonso Reis
- Fredy Walther Castellares Cáceres
- Marcelo Azevedo Costa
- Ramiro Ruiz Cárdenas

## Equipe UFPA:

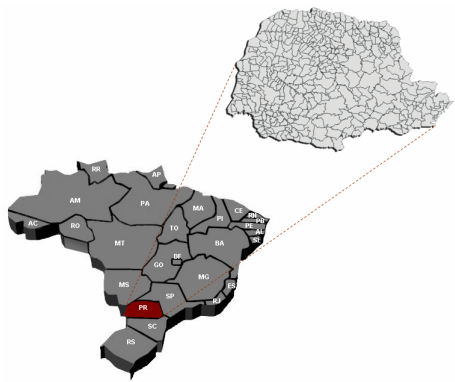
- João Domingos Scalon
- Lucas Monteiro Chaves
- Júlio Sílvio de Sousa Bueno Filho
- Marcelo Silva de Oliveira

# Região de Estudo e Dados Disponíveis

- **Dados de Produtividade:**  
Séries de produtividade anual por município (1990 – 2006).  
Fonte: IBGE  
<http://www.sidra.ibge.gov.br>

- **Dados Meteorológicos:**  
Séries de chuva diária para 482 estações (01/01/77 – 31/12/06).  
Fonte: ANA  
<http://hidroweb.ana.gov.br>

Séries de temperatura diária  
Fontes: INMET  
IAPAR  
SIMEPAR



Estado: Paraná  
Nº Municípios: 399  
Área plantada:  
(grãos): 8,45 milh. Ha  
(cana): 638.629 Ha

# Agenda

- **2° Seminário sobre Risco e Gestão do Seguro Rural no Brasil**  
Campinas (SP), 24 – 26/Jun/2008  
Link para apresentações: <http://www.fenaseg.org.br>
  
- **4th Brazilian Conference on Statistical Modelling in Insurance and Finance**  
Maresias (SP), 04 – 08/Apr/2009  
Submission deadline: 17/Nov/2008
  
- **Reuniões anuais para discussão dos resultados alcançados:**
  - 📅 Workshop com colaboradores (novembro de 2008??, IME / USP)
  - 📅 1° Reunião anual (1° semestre de 2009, IME / USP)
  - 📅 2° Reunião anual (1° semestre de 2010, UFMG)
  - 📅 3° Reunião anual (1° semestre de 2011, ESALQ / USP)
  - 📅 4° Reunião anual (1° semestre de 2012, UFLA)

## Workshop Nov/2008

- **Caio Coelho (CPTEC - INPE)**  
*Methods for Exploring Spatial and Temporal Variability of Extreme Events in Climate Data*
- **Bernardo Friedrich Theodor Rudorff (DSR - INPE)**  
*Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura (ênfase em seguro agrícola)*
- **Eduardo Delgado Assad (CNPTIA - EMBRAPA)**  
*Modelos para Previsão de safras no Brasil*
- **4. Adelmo Inácio Bertolde (Depto de Estatística - UFES)**  
*Modelos espaço-temporais multi-escala para produtividade*
- **Beatriz Vaz de Melo Mendes (IM - UFRJ)**  
*Análise de Eventos Extremos, Modelagens através de Cópulas e aplicações em Atuária*
- **Renato Martins Assunção (Depto de Estatística - UFMG)**  
*Teoria da ruína com riscos espacialmente estruturados*
- **Ramiro Ruiz Cárdenas (LESTE - UFMG)**  
*Introdução aos derivativos climáticos em agricultura*
- **Vitor Augusto Ozaki (ESALQ - USP)**  
*Modelos Bayesianos aplicados à precificação de contratos de seguro agrícola*
- *Apresentação dos planos de trabalho de cada equipe (15 minutos para cada equipe).*

## Referências bibliográficas



Andersen, T.G., Bollerslev, T., Christoffersen, P.F., and Diebold, F.X. (2006) Volatility and Correlation Forecasting, in G. Elliot, C.W.J. Granger, and Allan Timmermann (eds.), *Handbook of Economic Forecasting*. Amsterdam: North-Holland, 778–878.



Casson, E. and Coles, S. (1999). Spatial regression models for extremes. *Extremes*, **1**, 449–468.



Embrechts, P., Klüppelberg, C. and Mikosch, T. (1997) *Modelling Extremal Events for Insurance and Finance*. Springer, New York.



Gilleland, E., Nychka, D. and Schneider, U. (2004) Spatial models for the distribution of extremes. In *Uncertainty and Variability in Ecological Inference, Forecasting and Decision Making. An Introduction to Modern Statistical Computation*, Summer Institute at the Center of Global Change, Duke University, Durham.



Kirhsner, S. (2005) *Modeling of Multivariate Time Series Using Hidden Markov Models*. PhD dissertation, University of California, Irvine, 202p.



Martin, S.W., Barnett, B.J. and Coble, K.H. (2001) Developing and Pricing Precipitation Insurance. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, **26**, 261–274.



Odening, M, Musshoff, O. and Xu, W. (2007) Analysis of Rainfall Derivatives Using Daily Precipitation Models: Opportunities and Pitfalls. *Agricultural Finance Review*, **67**, 135–156.



Ozaki, V.A., Ghosh, S.K., Goodwin, B.K. and Shirota, R. (2008) Spatio-Temporal Modeling of Agricultural Yield Data with an Application to Pricing Crop Insurance Contracts. *American Journal of Agricultural Economics*.



Plain, M.B., Minasny, B., McBratney, A. B. and Vervoort, R.W. (2008) Spatially explicit seasonal forecasting using fuzzy spatiotemporal clustering of long-term daily rainfall and temperature data. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, **5**, 1159–1189.



## Referências bibliográficas (2)



Popp, M., Rudstrom, M. and Manning, P. (2005) Spatial Yield Risk Across Region, Crop, and Aggregation Method. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, **53**, 103–115.



Rudstrom, M., Popp, M., Manning, P. and Gbur, E. (2002) Data Aggregation Issues for Crop Yield Risk Analysis. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, **50**, 185–200.



Schlather, M. and Tawn, J. (2003). A dependence measure for multivariate and spatial extreme values: Properties and inference. *Biometrika*, **90**, 139–156.



Zhang, G.P. and Qi, M. (2005) Neural network forecasting for seasonal and trend time series. *European Journal of Operational Research*, **160**, 501–514.