**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Proposições para o desenvolvimento do seguro de receita agrícola no Brasil:
do modelo teórico ao cálculo das taxas de prêmio**

Cláudio Silveira Brisolara

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2013**

Cláudio Silveira Brisolara
Engenheiro Agrônomo

**Proposições para o desenvolvimento do seguro de receita agrícola
no Brasil: do modelo teórico ao cálculo das taxas de prêmio**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **VITOR AUGUSTO OZAKI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba
2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Brisolara, Cláudio Silveira

Proposições para o desenvolvimento do seguro de receita agrícola no Brasil: do modelo teórico ao cálculo das taxas de prêmio / Cláudio Silveira Brisolara. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.
238 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Seguro agrícola 2. Seguro de receita 3. Seguro rural 4. Estabilização da renda agrícola I. Título

CDD 338.13
B859p

Dedico este trabalho à minha esposa, Janic, e aos meus filhos, Frederico e Thomás, fontes permanentes de amor, incentivo e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar meus sinceros agradecimentos àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se realizasse. Nomear as pessoas implica risco de cometer uma indelicadeza. Mesmo sem cobertura de seguro para esse risco, vou me atrever nessa empreitada.

Ao professor Vitor Augusto Ozaki pela amizade, orientação, ensinamentos, incentivo e valiosas sugestões durante todo período de elaboração desta tese.

Aos professores João Gomes Martines Filho, Lucílio Rogério Aparecido Alves e Pedro Valentim Marques pelas pertinentes críticas e sugestões apresentadas por ocasião da apresentação do seminário de tese e exame de qualificação.

Aos professores do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP, em especial àqueles com quem estive em sala de aula: Joaquim Bento de Souza Ferreira, Carlos Eduardo de Freitas Vian, Ana Lucia Kassouf, Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros, Silvia Helena Galvão de Miranda e Pedro Carvalho de Mello.

Aos funcionários do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP pelo apoio durante o desenvolvimento do curso, em especial à Maria Aparecida Maielli Travalini.

Aos colegas do Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada (PPGEA) Alexandre Menegário, Andressa Pavão, Cassiano Bragagnolo, Elisson Andrade, Eustórgio Nuñez, Jerônimo Santos, Kalinca Becker, Luiza Valente, Guilherme Miqueleto, Marcela Ferrario e Renato Santos, pela amizade, companheirismo e conhecimento compartilhado.

Aos amigos e colegas de trabalho na FAESP, destacando Érica Monteiro de Barros, Stephannie Carolyn Pereira, Paulo Nascimento, Juliana Canaan de Almeida Duarte Moreira, Gustavo Oliveira, Regina Bertrán, Jair Kaczinski, Célia Santos, Sérgio Oliveira e Izilda Borges, dentre outros colegas Faespianos.

Aos Diretores Luiz Sutti, Leny Pereira Sant'Anna (*in memoriam*), Angelo Munhoz Benko, José Eduardo Coscrato Lelis e em especial ao Presidente do Sistema FAESP/SENAR, Fábio de Salles Meirelles, pelo permanente apoio e incentivo que foram absolutamente fundamentais para a conclusão do curso. Muitíssimo obrigado!

Expresso meus agradecimentos também às pessoas que contribuíram para que eu pudesse entender melhor o funcionamento do mercado de seguro agrícola na perspectiva dos corretores, das companhias seguradoras e resseguradoras. Meu muito obrigado a Joaquim Cesar Neto (Porto Seguro), Daniel Nascimento (Companhia de Seguros Aliança do Brasil),

Ricardo Sassi (Proposta Seguradora), Fábio Damasceno (Fairfax Brasil Seguros) e Bruno Valentim (Austral Re).

Faço um agradecimento especial a minha família. Aos meus pais, Sérgio e Sônia, pelo dom da vida, educação, ensinamentos e valores. Às minhas irmãs, Mônica e Valéria, pelo apoio e companheirismo, mesmo que à distância.

À minha esposa, Janic, pelo incentivo e encorajamento diários, pela cumplicidade e amor que me impulsionaram durante todo curso, elementos que foram essenciais para o alcance de meus objetivos. E, aos menores e bem-aventurados integrantes da família, Frederico e Thomás, filhos amados, para registro e leitura futura, muito obrigado por iluminar as nossas vidas e me impelir em novos desafios e realizações.

Agradeço ainda aos meus sogros, Ademar e Marilene, aos meus cunhados, Thiago e Daniella, e ao meu concunhado, Rodrigo, pelo apoio direto e indireto nessa jornada.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE QUADROS	17
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	21
LISTA DE SÍMBOLOS	25
1 INTRODUÇÃO	27
Referências	32
2 ALTERNATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SEGURO DE RECEITA	
AGRÍCOLA NO BRASIL	35
Resumo	35
Abstract.....	35
2.1 Introdução.....	36
2.1.1 Objetivos.....	45
2.2 Seguro Rural no Brasil	45
2.2.1 Base legal do Proagro	46
2.2.2 Base legal do Seguro Privado.....	48
2.2.2.1 Seguradoras	53
2.2.2.2 Resseguradoras	57
2.2.2.3 Corretores de Seguros.....	59
2.2.2.4 Ramos e Modalidades do Seguro Rural	60
2.2.2.5 Programa de Subvenção ao Prêmio de Seguro Rural	62
2.2.2 Modelos de seguro de receita no Brasil.....	66
2.2.2.1 Seguro receita agrícola	67
2.2.2.2 Seguro agrícola faturamento.....	74
2.3 Modelos de seguro de receita	80
2.3.1 Estados Unidos	82
2.3.1.1 Receita garantida (Revenue Assurance – RA)	87
2.3.1.2 Cobertura de receita agrícola (Crop Revenue Coverage - CRC).....	90
2.3.1.3 Proteção de renda (Income Protection - IP) e índice de proteção de renda (Index Income Protection - IIP)	91

2.3.1.4 Aplicação do RA, CRC, IP e IIP.....	95
2.3.1.5 Proteção de receita (Revenue Protection – RP) e proteção de receita com exclusão do preço de colheita (Revenue Protection With The Harvest Price Exclusion – RP-HPE).....	98
2.3.1.6 Proteção de risco de renda grupal (Group Risk Income Protection – GRIP) e Proteção de risco de renda grupal com opção de preço de colheita (Group Risk Income Protection With Harvest Price Option – GRIP-HPO)	100
2.3.1.7 Aplicação do RP, RP-HPE, GRIP e GRIP-HPO	102
2.3.1.8 Receita bruta ajustada (Adjusted Gross Revenue – AGR e AGR Lite).....	106
2.3.1.9 Programas anticíclicos de estabilização de renda, programas emergenciais e de assistência a desastres	109
2.3.2 Canadá.....	115
2.3.2.1 Programa de seguro de receita bruta (Gross Revenue Insurance Program – GRIProg)	115
2.3.2.2 Conta estabilizadora da renda líquida (Net Income Stabilization Accounts – NISA)	117
2.3.2.3 Estabilização da renda agrícola canadense (Canadian Agricultural Income Stabilization – CAIS)	119
2.3.2.4 Administração de risco dos negócios (Business Risk Management - BRM)	121
2.3.2.4.1 AgrInvest.....	121
2.3.2.4.2 AgriStability.....	122
2.3.2.4.3 AgriRecovery	124
2.3.2.4.4 AgrInsurance	124
2.3.3 Austrália	128
2.3.3.1 Administração de depósitos das fazendas (Farm Management Deposits – FMD)	128
2.4 Alternativas para o seguro de receita no Brasil.....	129
2.5 Conclusões	133
Referências.....	135
3 PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS PARA O CÁLCULO DO PRÊMIO DE SEGURO DE RECEITA AGRÍCOLA.....	145
Resumo.....	145
Abstract	145
3.1 Introdução	146
3.1.1 Objetivos	148
3.2 Referencial teórico	149
3.2.1 Utilidade esperada, prêmio e risco	149

3.2.2 Derivação das taxas de prêmio	153
3.2.2.1 Taxa de prêmio do seguro de receita: abordagem univariada	156
3.2.2.2 Taxa de prêmio do seguro de receita: abordagem bivariada	157
3.3 Aspectos metodológicos da modelagem de produtividade, preço e receita agrícola	160
3.3.1 A modelagem da produtividade.....	161
3.3.2 A modelagem do preço.....	166
3.3.3 A modelagem da receita bruta	169
3.4 Metodologia.....	175
3.4.1 Modelo conceitual do seguro de receita estudado	175
3.4.2 Cálculo da taxa de prêmio pela abordagem univariada.....	177
3.4.3 Cálculo da taxa de prêmio pela abordagem bivariada	178
3.4.4 Tratamento e análise das séries de dados	183
3.5 Fonte dos dados	186
3.5.1 Séries de produtividades	186
3.5.2 Séries de preços	187
3.6 Resultados e discussão	188
3.6.1 Análise e tratamento das séries.....	188
3.6.1.1 Produtividade.....	188
3.6.1.2 Preço	196
3.6.1.3 A correlação de produtividade e preço	204
3.6.2 Modelagem da taxa de prêmio pela abordagem univariada	210
3.6.3 Modelagem da taxa de prêmio pela abordagem bivariada	215
3.6.3.1 Avaliação dos impactos de diferentes coeficientes de correlação nas taxas de prêmio	221
3.6.4 Comparação das taxas calculadas com as praticadas pelo mercado segurador	224
3.7 Conclusões.....	227
Referências	232

RESUMO

Proposições para o desenvolvimento do seguro de receita agrícola no Brasil: do modelo teórico ao cálculo das taxas de prêmio

Mudanças na política agrícola brasileira têm preconizado a adoção de mecanismos de mercado para o fortalecimento da comercialização, financiamento à produção e mitigação dos riscos agropecuários, tanto o climático, quanto o de mercado. O seguro rural é um dos instrumentos mais promissores nesse novo estágio da política agrícola, pois permite a administração do risco agrícola, ao mesmo tempo em que lastreia as operações de comercialização e financiamento agrícola. O seguro de receita emerge como um instrumento ainda mais robusto de estabilização a receita agrícola, na medida em que garante a variação de produtividade e preço, simultaneamente. O instrumento já é consolidado nos Estados Unidos e começa a ser estudado no Brasil. Por essa razão, a primeira parte do estudo, capítulo 2, visa analisar os planos de seguro existentes e indicar os modelos que devem ser fomentados no Brasil. Constatou-se que os modelos estadunidenses baseados no plano de Proteção de Renda (*IP – Income Protection*) e Receita Garantida (*RA – Revenue Assurance*), substituídos pelo plano Proteção de Receita (*RP – Revenue Protection*), são os mais adequados para iniciar o desenvolvimento dessa modalidade de seguro no Brasil. Na segunda parte do trabalho, capítulo 3, é apresentado modelo teórico de plano de seguro de receita, bem como procedimento metodológico de cálculo da taxa de prêmio, de modo univariado e bivariado. Aplicada a metodologia ao caso da soja no Paraná, concluiu-se que as taxas calculadas no estudo são inferiores às praticadas nos dois projetos experimentais existentes. O distanciamento entre as taxas praticadas no mercado e a diferença em relação às estimadas na nesta pesquisa indicam imprecisão no cálculo das taxas de prêmio e são evidências de superestimação das taxas pelas seguradoras.

Palavras-chave: Seguro agrícola; Seguro de receita; Seguro rural; Estabilização da renda agrícola

ABSTRACT

Propositions to the development of agricultural revenue insurance in Brazil: from the theoretical model to the premium ratemaking

Changes in Brazilian agricultural policies have advocated the adoption of market mechanisms for strengthening the marketing, the financing to production, and both climate and market farming risk mitigation. Rural insurance is one of the most promising instruments in this new stage of agricultural policy, for crop risk administration at the same time it serves as collateral to marketing operations and agricultural funding. The insurance revenue emerges as an even more robust stabilization of agricultural revenue instrument to the extent that it ensures the variation of productivity and price simultaneously. The instrument is already consolidated in the United States and begins to be studied in Brazil. For this reason, the first part of the study, Chapter 2, aims to analyze existing insurance plans and indicate the models that should be encouraged in Brazil. It was found that models based on U.S. Income Protection (IP) and Revenue Assurance (RA), replaced by the plan Revenue Protection are best suited to start the development of this type of insurance in Brazil. In the second part of the dissertation, Chapter 3, the theoretical model of revenue insurance plan is presented, as well as a methodology for univariate and bivariate premium ratemaking. The methodology was applied to the case of soybean in Paraná, and it was concluded that the rates calculated in this study are lower than those of the two existing experimental projects. The gap between the market rates and the difference in relation to the rates estimated in the study indicate inaccuracy in the calculation of premium rates and are evidence of rate overestimation by insurers.

Keywords: Crop insurance; Revenue insurance; Agricultural insurance; Agricultural income stabilization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da produtividade de soja em propriedades rurais selecionadas de Toledo, PR, período 2004/05 a 2010/11	41
Figura 2 - Evolução dos preços médios anuais de soja recebidos pelos produtores, em termos nominais e reais, deflacionados pelo IGP-DI, no Oeste do Paraná, período 2004/05 a 2010/11	42
Figura 3 - Evolução da receita bruta de soja por hectare, deflacionada pelo IGP-DI, em propriedades selecionadas de Toledo, PR, período 2004/05 a 2010/11	43
Figura 4 - Estrutura da legislação federal referente ao seguro rural privado	66
Figura 5 - Camadas de participação e pagamento do programa CAIS	120
Figura 6 - Camadas de participação e pagamento do programa AgriStability	123
Figura 7 - Histórico de produtividade da soja em Campo Mourão e Toledo, 1980-2011	189
Figura 8 - Séries originais e corrigidas de produtividade em Campo Mourão e Toledo	190
Figura 9 - Relação entre desvio-padrão e média das produtividades de Campo Mourão e Toledo	192
Figura 10 - Histograma, densidade normal e não paramétrica das produtividades de Campo Mourão e Toledo	193
Figura 11 - Gráficos Quantil-Quantil das produtividades de Campo Mourão e Toledo	194
Figura 12 - Assimetria e curtose das produtividades de Campo Mourão (a) e Toledo (b)	195
Figura 13 - Preços médios mensais nominais e deflacionados do indicador de preço da soja ESALQ/BM&FBOVESPA	197
Figura 14 - Assimetria e curtose do indicador de preço da soja ESALQ/BM&FBOVESPA, das séries deflacionadas (a) e nominais (b)	199
Figura 15 - Modelo ajustado à série deflacionada do indicador de preços da soja e funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) dos resíduos	201
Figura 16 - Série de log-retornos do indicador de preços da soja e funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF)	202
Figura 17 - Histograma (a) e gráfico Quantil-Quantil (b) dos preços médios mensais deflacionados do indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA	203
Figura 18 - Evolução da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo versus o preço na colheita (ESALQ/BM&FBOVESPA), de 2005 a 2011	205
Figura 19 - Dispersão da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo versus o preço na colheita, de 2005 a 2011	206

Figura 20 - Evolução da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo, Brasil e Paraná versus o preço na colheita (SEAB)	207
Figura 21 - Dispersão da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo, no Brasil e no Paraná versus o preço na colheita (SEAB), de 1996 a 2011	209
Figura 22 - Comparativo das taxas de seguro de receita e produtividade, em diferentes níveis de cobertura, em Campo Mourão e Toledo.....	215
Figura 23 - Produtividades, preços e densidades de Campo Mourão e Toledo	220
Figura 24 - Comparativo das taxas de seguro de receita bruta univariada e bivariada e de produtividade, em diferentes níveis de cobertura, em Campo Mourão e Toledo	220
Figura 25 - Produtividades, preços e densidades de Campo Mourão e Toledo, considerando simulação com coeficiente de correlação (ρ) de -0,5	224

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modalidades, limites e percentuais de subvenção, para o triênio 2010-2012, do Programa de Subvenção Econômica ao Prêmio do Seguro Rural.....	64
Quadro 2 - Comparativo entre o seguro de riscos nomeados (produtividade) e o seguro de receita agrícola da Swiss Re	69
Quadro 3 - Seguro Receita Agrícola da Swiss Re	71
Quadro 4 - Comparativo entre o seguro de produtividade e o seguro agrícola de faturamento da Companhia de Seguros Aliança do Brasil	77
Quadro 5 - Seguro Agrícola Faturamento da Companhia de Seguros Aliança do Brasil	79
Quadro 6 - Classificação dos principais instrumentos de garantia de receita e/ou estabilização de renda agropecuária nos Estados Unidos	86
Quadro 7 - Conversão dos instrumentos da política comum de seguro agrícola dos EUA.....	87
Quadro 8 - Resumo dos planos de seguro de receita pioneiros nos Estados Unidos	93
Quadro 9 - Exemplos comparativos da aplicação dos planos de seguro de receita pioneiros nos Estados Unidos (RA, CRC, IP e IIP).....	97
Quadro 10 - Resumo das características dos seguros: RP, RP-HPE, GRP, GRIP e GRIP-HPO	99
Quadro 11 - Exemplos comparativos da aplicação dos planos de seguro RP, RP-HPE, GRIP e GRIP-HPO.....	105
Quadro 12 - Semelhanças e diferenças entre o AGR e o AGR-Lite	107
Quadro 13 - Exemplo de aplicação do plano de receita bruta ajustada (AGR).....	108
Quadro 14 - Resumo dos programas de assistência às catástrofes	110
Quadro 15 - Exemplo de aplicações do pagamento direto (DP) e contra-cíclico (CCP)	112
Quadro 16 - Exemplo de aplicação do ACRE.....	114
Quadro 17 - Exemplo aplicado do GRIProg à cultura da soja no Canadá	116
Quadro 18 - Exemplo de seguro agrícola no âmbito do AgrInsurance, na Província de Alberta	127
Quadro 19 - Vantagens, desvantagens e limitações à aplicação dos principais modelos de seguro de receita	131
Quadro 20 - Resultados do modelo linear utilizado para testar a presença de tendência.....	189
Quadro 21 - Resultados do teste de Phillips-Perron aplicado à produtividade corrigida de Campo Mourão	191

Quadro 22 - Resultados do teste de Phillips-Perron aplicados à produtividade corrigida de Toledo	191
Quadro 23 - Resultados do modelo linear utilizado para testar a presença de tendência	192
Quadro 24 - Análise descritiva das produtividades corrigidas de Campo Mourão e Toledo .	194
Quadro 25 - Teste de normalidade das produtividades de soja de Campo Mourão e Toledo	195
Quadro 26 - Análise descritiva dos preços deflacionados e nominais do indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA.....	198
Quadro 27 – Resultados do teste de Phillips-Perron aplicado à série de preços do indicador ESALQ/BM&FBOVESPA deflacionada.....	200
Quadro 28 - Teste de normalidade para o preço da soja.....	203
Quadro 29 - Análise descritiva da subamostra para o período de colheita dos preços deflacionados do indicador de soja ESALQ/BM&FBOVESPA	204
Quadro 30 - Correlação linear das produtividades em Campo Mourão e Toledo com o preço médio na colheita (ESALQ/BM&FBOVESPA), de 2005 a 2011	206
Quadro 31 - Correlação linear das produtividades em Campo Mourão e Toledo, no Brasil e no Paraná com o preço médio de colheita (SEAB), de 1996 a 2011	208
Quadro 32 - Resumo das variáveis utilizadas na simulação das taxas de prêmio	210
Quadro 33 - Estatísticas obtidas com o modelo de simulação de taxa de prêmio pela abordagem univariada	211
Quadro 34 - Resumo das taxas calculadas para o seguro de receita bruta pela abordagem univariada.....	212
Quadro 35 - Resumo das taxas calculadas para o seguro de produtividade	213
Quadro 36 - Proporção do risco de preço na taxa do seguro de receita e diferenças entre as taxas do seguro de receita e produtividade	214
Quadro 37 - Resumo das estatísticas utilizadas no cálculo das taxas de prêmio pela abordagem bivariada.....	216
Quadro 38 - Comparativo das taxas de seguro de produtividade e de receita bruta pelas abordagens univariada e bivariada para Campo Mourão	217
Quadro 39 - Comparativo das taxas de seguro de produtividade e de receita bruta pelas abordagens univariada e bivariada para Toledo	218
Quadro 40 - Proporção do risco de preço na taxa de prêmio do seguro de receita e as diferenças entre as taxas do seguro de receita pela abordagem bivariada e de produtividade.....	219

Quadro 41 - Simulações de taxas de prêmio para Campo Mourão, com distintos coeficientes de correlação linear	222
Quadro 42 - Simulações de taxas de prêmio para Toledo, com distintos coeficientes de correlação linear.....	223
Quadro 43 - Comparativo de taxas comerciais do seguro de receita bruta de soja em Campo Mourão e Toledo.....	226

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACRE - Average Crop Revenue Election Program
 ADF - Augmented Dickey-Fuller Test
 AGF - Aquisição do Governo Federal
 AGR - Adjusted Gross Revenue
 AGR Lite - Adjusted Gross Revenue
 AIDA - Agriculture Income Disaster Assistance
 APH - Actual Production History
 ARCH - Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
 ARIMA - Autoregressive Integrated Moving Average
 ARMA - Autoregressive Moving Average
 ARPA - Agriculture Risk Protection Act
 BACEN - Banco Central do Brasil
 BM&FBOVESPA – Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros
 BRM - Business Risk Management
 BS - Black-Scholes
 CAIS - Canadian Agriculture Income Stabilization Program
 CAT - Catastrophic Risk Protection Coverage
 CBOT-CME - Chicago Board of Trade - Commodity Mercantile Exchange Group
 CDCA - Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio
 CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
 CEPP - Commodity Exchange Price Provisions
 CFIP - Canadian Farm Income Program
 CGSR - Comitê Gestor Interministerial do Seguro Rural
 CMN - Conselho Monetário Nacional
 CNSP - Conselho Nacional de Seguros Privados
 COMBO - Common Crop Insurance Policy
 CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento
 CP - Counter-Cyclical
 CPR - Cédula de Produto Rural
 CRA - Certificado de Recebíveis do Agronegócio
 CRC - Crop Revenue Coverage
 CVM - Comissão de Valores Mobiliários

DCP - Direct and Counter-Cyclical Payment Option

DP - Direct Payment

DRG - Disparador de Receita Garantida

E - Operador esperança

EGF - Empréstimo do Governo Federal

ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

FAO - Food and Agriculture Organization

FCIC - Federal Crop Insurance Corporation

FESR - Fundo de Estabilidade do Seguro Rural

FGV - Fundação Getúlio Vargas

FIE - Fundo de Investimento ou Fundo de Investimentos em Cotas de Fundos de Investimentos

FMD - Farm Management Deposits

FSA - Farm Service Agency

FUNENSEG - Fundação Escola Nacional de Seguros

GARCH - Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

GF - Growing Forward

GRIP - Group Risk Income Protection

GRIP-HPO - Group Risk Income Protection with Harvest Price Option

GRIProg - Gross Revenue Insurance Program

GRP - Group Risk Plan

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBNR - Provisão de Sinistros Ocorridos e Não Avisados

IFBST - Iowa Farm Bill Study Team

IGP-DI - Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna

IIP - Index Income Protection

IP - Income Protection

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social

IRB-Brasil Re - Instituto de Resseguros do Brasil

JB - Jarque-Bera

LCA - Letra de Crédito do Agronegócio

LMI - Limite Máximo de Indenização

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MCR - Máxima Cobertura de Receita

MPCI - Multiple Peril Crop Insurance
NC - Nível de Cobertura
NISA - Net Income Stabilization Accounts
OMC - Organização Mundial do Comércio
PAM - Produção Agrícola Municipal do IBGE
PCP - Provisão Complementar de Prêmios
PEP - Prêmio de Escoamento de Produto
PEPRO - Prêmio Equalizador Pago ao Produtor
PGPM - Programa de Garantia de Preço Mínimo
PIP - Provisão de Insuficiência de Prêmios
PPNG - Provisão de Prêmios Não Ganhos
PROAGRO - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
PROAGRO MAIS - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária da Agricultura Familiar
PSL - Provisão de Sinistros a Liquidar
PSR - Programa de Subvenção Econômica ao Prêmio do Seguro Rural
PTSR - Plano Trienal do Seguro Rural
RA - Revenue Assurance
RA-BP - Revenue Assurance with Base Price Option
RA-HP - Revenue Assurance with Fall Harvest Price Option
RMA - Risk Management Agency
RP - Revenue Protection
RP HPE - Revenue Protection with Price Exclusion
SELIC - Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SPE - Spring Price Endorsement
SUSEP - Superintendência de Seguros Privados
USDA - United States Department of Agriculture
VEP - Valor de Escoamento do Produto
VN-M - Von Neumann-Morgenstern
VPB - Variable Price Benefit
YP - Yield Protection
ZARC - Zoneamento Agrícola de Risco Climático

LISTA DE SÍMBOLOS

- W_1 - Riqueza, capital inicial ou produção no estado de natureza 1
 W_2 - Riqueza, capital inicial ou produção no estado de natureza 2
 $\pi_2(p)$ - Probabilidade de perda com chance igual a (p)
 $\pi_1(1-p)$ - Probabilidade de não perda com chance igual a $(1-p)$
 $u(\bullet)$ - Função utilidade Von Neumann-Morgenstern (VN-M)
 $P_x(W)$ - Prêmio de risco
 X - Evento incerto cujo risco se quer evitar
 $\hat{P}_x(W)$ - Prêmio de risco relativo, correspondente ao evento X
 $P_x(W)$ - Prêmio de risco, correspondente ao evento X
 I - Indenização
 y - Produtividade observada
 μ - Média
 γ - Nível de cobertura porcentual
 y_g - Produtividade garantida
 P_ψ - Prêmio de seguro referente à apólice (ψ)
 TP_ψ - Taxa de prêmio de seguro de produtividade ou receita, referente à apólice (ψ)
 I_ψ - Indenização referente à apólice (ψ)
 d - Perda observada ou operador de derivada
 $F(\bullet)$ - Função de distribuição cumulativa
 $f(\bullet)$ - Função de densidade e probabilidade
 r - Receita observada
 r_g - Receita garantida
 rt_t - Retorno de um ativo no instante t
 r_μ - Receita bruta média
 z_g - Preço garantido
 y_μ - Produtividade média histórica de soja
 z - Preço de colheita ou preço safra
 z_μ - Média histórica dos preços de soja, entre os meses de março e maio
 z_{base} - Preço base fixado na apólice de seguro
 A_t - Preço de um ativo no instante t
 a_s - Área total segurada

ϑ_b - Ajuste de base

u_{zy} - Função utilidade no problema bivariado, considerando preço z e produtividade y

p^* - Probabilidade condicionada

p - Probabilidade e dimensão de matrizes multivariadas

x_1 - Variável hipotética 1

x_2 - Variável hipotética 2

Σ - Matriz de variância e covariância

$TP_{(r,\gamma)}$ - Taxa de prêmio de seguro de receita com nível de cobertura γ

$TP_{(p,\gamma)}$ - Taxa de prêmio de seguro de produtividade com nível de cobertura γ

T - Vetor temporal

α - Constante em modelos lineares

β - Coeficiente angular do modelo linear

u_t - Resíduo do modelo linear

e_t - Erro ou resíduo

χ_n^2 - Distribuição qui-quadrado

TC - Taxa comercial

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária brasileira vem se modernizando, com crescentes índices de mecanização, produtividade e padrão de qualidade. Essa modernização se intensificou com o processo de abertura comercial, controle da inflação e estabilização econômica, na década de 90, ganhando impulso na década passada, quando as exportações do setor passaram a apresentar um nível de expansão mais elevado.

Com esses processos, a eficiência da produção rural ganhou maior importância, pois a inflação e a indexação da economia não mais encobriam as ineficiências técnicas. Ao contrário, a estabilidade da moeda as revelava no resultado econômico dos empreendimentos. Emergiu, assim, a necessidade de aprimorar o controle da produção e obter maior eficiência técnica e econômica na exploração agropecuária.

O crédito rural, principal instrumento da política agrícola brasileira, foi utilizado intensamente para fomentar a produção, inclusive, nas décadas de 70 e 80, com juros reais negativos. A estabilização monetária tornou visível uma série de problemas relacionados ao crédito rural e evidenciou grande endividamento por parte dos agricultores, agravado pelo inchaço dos débitos oriundos dos ajustes dos planos econômicos das décadas de 1980 e 1990.

Na década de 90, a política agrícola brasileira ingressou em uma nova fase, com menor participação do Estado. Houve desregulamentação dos mercados, diminuição de recursos para formação de estoques públicos, redução dos subsídios ao crédito rural e aos instrumentos de garantia de preços, principais mecanismos pelos quais o Governo Federal atuava na administração da política agrícola.

Como consequência da ausência de tutela do Estado sobre os mercados agrícolas, a exposição dos produtores aos riscos se elevou, uma vez que o Governo Federal, de certa forma, administrava parte dos riscos de mercado e climático.

A perda de importância desses instrumentos públicos tradicionais de gestão abriu espaço para o surgimento de novas ferramentas privadas de apoio ao setor. Os instrumentos de crédito se modernizaram, por um lado, pela exaustão do modelo baseado nos depósitos à vista nos Bancos e, por outro lado, pela criação de novos esquemas de financiamento vinculados às estratégias das empresas agroindustriais no âmbito das cadeias de produção. Emergiram, nesse contexto, as Cédulas de Produto Rural – CPRs físicas e

financeiras, e os mecanismos das indústrias e *tradings* de financiamento de insumos e compra antecipada dos produtores, com contratos a termo e operações de *barter*¹.

Os avanços na área de crédito também foram legislativos. A publicação da Lei 11.076, de 30 de dezembro de 2004, institui novos instrumentos de financiamento para o setor rural. Foram criados o CDCA – Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio, a LCA – Letra de Crédito do Agronegócio e o CRA – Certificado de Recebíveis do Agronegócio, além do Certificado de Depósito Agropecuário e *Warrant* Agropecuário, que se juntaram à CPR – Cédula de Produto Rural, instrumento criado anteriormente, pela Lei nº 8.929, em 22 de agosto de 1994.

Esses títulos foram constituídos para apoiarem o desenvolvimento da agropecuária, por intermédio do aporte de recursos do mercado de capitais, em especial de fundos de investimento. Em que pese o provimento de garantias aos financiadores por meio dos contratos, o risco inerente ao setor agropecuário permaneceu presente sem mecanismo eficiente de mitigação, encarecendo o custo financeiro das operações e, por essa razão, dificultando a consolidação desses instrumentos no financiamento agrícola.

É notório que os riscos do setor agropecuário representam um obstáculo ao seu desenvolvimento, pois eles se materializam em perdas econômicas que perpassam os demais elos das cadeias produtivas, alcançando as indústrias de insumos e de processamento agrícola, as instituições financeiras, as empresas de prestação de serviços, de transporte e logística e o varejo.

O risco intrínseco à atividade agrícola decorre dos resultados negativos advindos da dificuldade de se prever os preços de comercialização, que são substancialmente voláteis, e os eventos biológicos e climáticos que condicionam a produtividade agrícola. Segundo The World Bank (2005), os riscos de produção e mercado são provavelmente aqueles com maior impacto na produção agrícola.

A incerteza referente à produtividade e ao nível dos preços agrícolas é fator decisivo na determinação do resultado econômico dos empreendimentos agropecuários, pois marca a trajetória de instabilidade da renda agrícola, às vezes por meio de lucro, outras por meio de prejuízo.

Um dos instrumentos próprios para a gestão do risco de produtividade é o seguro agrícola, que no Brasil destina-se a indenizar, basicamente, os prejuízos sobre bens

¹ Operações pelas quais bens ou serviços são trocados por outros bens ou serviços sem a utilização de um meio de troca como o dinheiro. Nessas operações os custos com insumos fornecidos aos produtores são convertidos em produtos agrícolas que serão recebidos no final da safra pela empresa que proveu os insumos.

fixos, semi-fixos e semoventes, decorrentes de sinistros ocasionados por fenômenos naturais, pragas, doenças e outros que atinjam as plantações.

Os produtos de seguro agrícola no Brasil cobrem, basicamente, a redução de produtividade ocasionada por riscos identificados, essencialmente os climáticos, tais como geada, granizo, inundação, tromba d'água e seca, casos em que a indenização equivale ao valor da produção que deixou de ser colhida, ou seja, a diferença entre a produtividade segurada e a efetivamente obtida.

O programa de subvenção federal ao prêmio de seguro rural estimulou o uso do instrumento no Brasil, mas sua utilização ainda é limitada, pois a descontinuidade na suplementação de recursos ao programa tem dificultado sua consolidação no mercado de seguros. Do ponto de vista dos produtores rurais, outros fatores são apontados como empecilhos à contratação do seguro, tais como: o elevado custo do prêmio; a descontinuidade da oferta de seguros por parte das seguradoras; desinformação sobre o instrumento; o baixo nível de cobertura das apólices; dentre outros.

Pelas razões citadas, a indenização calculada em caso de sinistro é muito baixa em relação à expectativa de colheita dos produtores, principalmente daqueles que detêm padrão tecnológico superior, com produtividade mais elevada. Assim, a análise benefício/custo do seguro, ou seja, a relação entre indenização potencial e prêmio pago, leva muitos produtores a não optarem pela contratação.

O balanço de 2011 do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural – PSR, apresentado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em MAPA (2012), retrata que a importância segurada foi de R\$ 7,3 bilhões, com cobertura de 5,6 milhões de hectares, equivalente a 7,5% da área cultivada no Brasil em 2011, entre culturas temporárias e permanentes.

De outro lado, para a administração do risco de preços também existem mecanismos disponíveis no mercado, sendo os mais usuais os contratos futuros e de opção negociados em bolsa e os contratos a termo. Todos eles permitem fixar antecipadamente o preço do produto, propiciando que os agentes administrem esse risco.

Mas apesar desses mecanismos existirem há bastante tempo e serem eficientes para protegerem os produtores das oscilações de preços, sua utilização é restrita. A dificuldade de compreensão desses instrumentos por parte dos produtores, o elevado custo de operação e a inexistência de cultura voltada à formalização de contratos de fornecimento com as agroindústrias são alguns dos fatores que inibem a adoção dessas ferramentas.

O mercado futuro de produtos agrícolas vem amadurecendo no Brasil, mas ainda não se consolidou. O contingente de produtores que usam a bolsa ainda é relativamente pequeno e o número de contratos abertos oscila consideravelmente de ano para ano. Em 2011, por exemplo, foram negociados 70.639 contratos futuros e de opções de soja, ante 143.008 contratos no ano anterior, segundo resumo das operações com derivativos da BM&FBOVESPA (2012). Esses números refletem a baixa liquidez do mercado futuro e de opções, bem como sua pequena utilização enquanto instrumento de proteção, uma vez que o número de contratos negociados em 2011 equivale a 3% da safra de soja colhida no Brasil.

O custo de operação no mercado futuro é alto, conforme demonstrou Andrade (2004). Os custos de transação podem variar de 2% a 4,5% do valor da operação para agentes capitalizados e de 4,0% a 6,5% para agentes descapitalizados, sendo que as taxas da bolsa e corretora representam apenas 0,64% do valor dos contratos. Mas, além dos custos, a dificuldade de contratação, acompanhamento e liquidação das operações são outros empecilhos. A exigência de ajustes diários e margens de garantia, que podem tornar a operação deficitária, associadas ao baixo nível de esclarecimento a respeito do funcionamento das operações, parecem contribuir para o afastamento dos produtores do mercado de bolsa.

Os contratos de opção de venda sobre futuro são tidos como instrumentos mais acessíveis aos produtores. O adquirente de um contrato de opção de venda tem o direito de vender o produto em data futura por determinado preço, pagando por esse contrato um prêmio. Posteriormente, o produtor fará a opção de exercer ou não esse direito, em função do preço de mercado futuro vigente. Esse modelo de proteção é mais flexível e de fácil compreensão pelos produtores, sendo, de fato, um seguro contra a queda dos preços.

O mercado a termo serve também como alternativa para garantia de preços. Contratos a termo não são muito utilizados no Brasil, devido à relutância dos produtores em comercializar antecipadamente a produção; no caso da soja, entretanto, sua utilização é expressiva e chega a representar até 45% da produção. A ausência de garantias, em comparação aos mecanismos de bolsa, como a *Clearinghouse*², é um aspecto negativo na visão das partes avessas ao risco. Além disso, casos de quebra de contratos de CPRs, em virtude da modificação das condições de mercado no vencimento das operações, contribuem para a imaturidade na adoção dessa ferramenta no mercado agropecuário.

² De acordo com Hull (2005), é empresa ou entidade que garante o desempenho das partes na transação com derivativos em bolsa, também chamada de *Clearing Corporation*.

No entanto, ter um preço remunerador garantido e não ter o produto para comercializar ou dispor do produto e não obter um preço adequado representam posições que não garantirão adequado nível de receita. Para assegurar determinada receita é necessário se preocupar, simultaneamente, com a garantia da produtividade e com o nível dos preços, variáveis que a definem.

Uma das maneiras de garantir a receita, cobrindo os riscos de produtividade e preços conjuntamente, é por meio do seguro de receita³. Conforme Stokes, Nayda e English (1997), essa modalidade começou a ser discutida nos Estados Unidos na Lei Agrícola de 1981, adquirindo contornos práticos apenas em 1995, nos debates de reformulação da política agrícola, por meio de proposições e implantação de projetos-piloto.

Da década de 90 para cá, o mercado de seguro de receita se ampliou basicamente nos Estados Unidos e Canadá. Os instrumentos existentes focam na garantia de faturamento de um produto agropecuário específico ou da propriedade rural integralmente, em ambas as situações preocupando-se em perseguir a receita bruta ou líquida (margem). Praticamente todos os programas existentes são subsidiados pelo governo, quer seja pela subvenção ao prêmio do seguro e/ou compartilhamento dos custos operacionais das seguradoras, quer seja pela concessão de benefícios e incentivos financeiros e fiscais.

O fato é que do convencimento dos governos da importância de se evitar a oscilação da renda agrícola e proteger os agricultores emergiram iniciativas e mecanismos voltados à estabilização da renda das atividades agropecuárias e, por sua vez, dos segmentos à montante e à jusante nas cadeias produtivas do agronegócio.

O seguro de receita representa um passo em direção ao amadurecimento do mercado de seguros e, desse modo, surge como uma das opções mais promissoras para a gestão dos riscos na agropecuária, pois é um mecanismo eficiente de mercado para a transferência de risco.

Diante do exposto e considerando que o seguro de receita agrícola é um instrumento com grande potencial para fortalecer a política agrícola e proteger a agricultura contra as oscilações cíclicas de renda, o presente estudo objetiva avaliar os modelos de seguro de receita existentes, indicar os mais adequados para a implantação no Brasil, propor modelo teórico e metodologia para cálculo da taxa de prêmio de seguro de receita agrícola para a soja no estado do Paraná.

³ Do inglês *revenue insurance*. Em português esse termo equivale a seguro de receita, faturamento ou renda bruta. Salienta-se que há também planos de seguro que asseguram a receita líquida ou a margem de atividades rurais, neste caso levando em consideração também os custos das atividades seguradas.

Para esses objetivos, dois artigos são apresentados. O primeiro faz uma ampla revisão da literatura, destacando os principais modelos de seguro de receita existentes e os planos que podem ser desenvolvidos ante a realidade brasileira. No segundo artigo, propõe-se modelo teórico e metodologia de cálculo atuarial para seguro de receita de soja no estado do Paraná, visando avaliar sua viabilidade e adequação, com o intuito de contribuir com o desenvolvimento de planos de seguro de receita agrícola no Brasil.

A presente pesquisa, por meio dos seus artigos, visa testar a adequação ao mercado brasileiro dos modelos de seguro de receita lançados em nível experimental; bem como, testar a hipótese que as taxas de prêmio do seguro de receita de soja são maiores que a do seguro de produtividade e também de que as taxas ofertadas pelos planos de seguro de receita lançados experimentalmente no Brasil são maiores que as atuarialmente justas.

Visando responder os questionamentos e testar as hipóteses mencionadas é que o presente trabalho foi desenvolvido.

Referências

ANDRADE, E. **Mercados Futuros**: custos de transação associados à tributação, margem, ajustes e estrutura financeira. 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BM&FBOVESPA. **Resumo das Operações com derivativos**. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/shared/iframeBoletim.aspx?altura=2500&idioma=pt-r&url=www.bmf.com.br/bmfbovespa/pages/boletim1/VolumeGeral/VolumeGeral.asp>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 8.929, de 22 de agosto de 1994. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 mar. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 11.076, de 30 de dezembro de 2004. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

HULL, JOHN. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2005. 597p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural – Relatório 2011**. Brasília: MAPA/ACS, 2012. 152p.

STOKES, JEFFREY R.; NAYDA, WILLIAM I.; ENGLISH, BURTON C. The pricing of revenue assurance. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 79, p.439-451, May1997.

THE WORLD BANK. **Managing agricultural production risk – Innovations in developing countries**. Washington, 2005. 113p. Disponível em: <<http://www.worldbank.com>>. Acesso em: 20 dez. 2010.

2 ALTERNATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SEGURO DE RECEITA AGRÍCOLA NO BRASIL

Resumo

A presente pesquisa objetivou estudar os modelos de seguro de receita e estabilização de renda existentes no setor agrícola. A legislação brasileira de seguro rural foi apresentada e analisada, a fim de verificar sua adequação para recepcionar a modalidade de seguro de receita agrícola no Brasil. Dois planos de seguro de receita comercializados no Brasil em nível experimental foram descritos e analisados para identificar suas similaridades e diferenças em relação aos planos existentes no mercado internacional, assim como sua aderência ao arcabouço jurídico vigente no país. Concluiu-se que embora a legislação não inviabilize a criação de planos de seguro de receita, são pertinentes as propostas de sua readequação para recepcionar essa nova modalidade de seguro, com todos os benefícios fiscais conferidos ao seguro rural. Verificou-se que os seguros de receita lançados no Brasil se aproximam metodologicamente dos planos Receita Garantida (*RA - Revenue Assurance*) e Proteção de Renda (*IP - Income Protection*), produtos que foram substituídos pelo Proteção de Receita (*RP - Revenue Protection*). Esses esquemas são os mais simples e devem realmente ser considerados como ponto de partida para o desenvolvimento de seguros de receita. Constatou-se ainda, devido à carência de informação, a conveniência de se implantar metodologia e/ou banco de dados integrado para abrigar informações de produtividade agrícola, área plantada, preços regionais e fenômenos climáticos, a fim de viabilizar o aprimoramento dos planos de seguro rural no Brasil.

Palavras-chave: Seguro de receita; Seguro agrícola; Estabilização da renda agrícola

Abstract

This research aimed to study the models of revenue insurance and income stabilization existing in the agricultural sector. Brazilian rural insurance legislation was presented and analyzed in order to verify its suitability to comprise crop revenue insurance in Brazil. Two revenue insurance plans sold in Brazil at an experimental level have been described and analyzed to identify their similarities and differences in relation to existing plans in the international market, as well as its adherence to the existing legislation in the country. It was concluded that although the legislation does not hinder the creation of revenue insurance are relevant proposals for its readjustment to comprise this new type of insurance, with all the fiscal benefits granted to rural insurance. It was found that the revenue insurance launched in Brazil are methodologically similar to Revenue Assurance (*RA*) and Income Protection (*IP*) plans, products that were replaced by Revenue Protection (*RP*). These schemes are the simplest and should be considered as starting points for the development of revenue insurance. It was also found, due to lack of information, that it is convenient to implement methodology and/or an integrated database to store information about productivity, crop area, regional prices, and weather phenomena, in order to facilitate the improvement of rural insurance plans in Brazil.

Keywords: Revenue insurance; Crop insurance; Agricultural income stabilization

2.1 Introdução

As atividades agrícolas são consideradas de alto risco, pois fatores de natureza distinta podem promover grandes variações no fluxo de produção e renda, gerando resultados negativos.

Essa característica da agricultura está associada à imprevisibilidade de fenômenos climáticos e biológicos, bem como do comportamento dos preços. De modo mais amplo, levando em conta o ambiente econômico e político no qual os empreendimentos rurais se inserem, pode-se considerar que as atividades agropecuárias estão expostas aos seguintes grupos de risco: produção, mercado, financeiro, legal e humano (ROBERTS, 2005; THE WORLD BANK, 2005).

O risco de produção decorre das adversidades climáticas, pragas, doenças, fogo ou inadequado uso de tecnologias. Esses fatores dificultam a estimação de produtividade das atividades agrícolas, sendo que, além de serem incertos, eles não estão sob o controle dos produtores rurais.

A oscilação dos preços de insumos e produtos agrícolas é o principal componente do risco de mercado, pois esses preços condicionam as decisões dos produtores, uma vez que determinam como a produção transformar-se-á em receita. Os preços agrícolas são extremamente voláteis e afetados tanto por choques exógenos quanto endógenos.

Mercados agrícolas segmentados são influenciados principalmente por condições locais de oferta e demanda, ao passo que mercados integrados globalmente são influenciados pela dinâmica internacional de produção.

Este aspecto é interessante porque revela que o risco de preço em mercados locais pode ser mitigado por um efeito natural de *hedge*, devido à correlação negativa entre produtividade e preço, pois uma elevação na produção local tende a diminuir o preço do produto sem, contudo, implicar redução automática da receita do produtor (DISMUKES; COBLE, 2006). Por outro lado, em mercados integrados globalmente, a influência das condições da oferta local sobre a formação dos preços não é aparente, pois o balanço de oferta e demanda global é que determina estruturalmente o nível de preços.

Outro aspecto ligado ao risco de mercado é a distribuição. Os produtos agrícolas normalmente estão distantes dos centros de consumo e são perecíveis, sendo que o agricultor só transformará seu produto em receita depois de atingir a etapa seguinte da cadeia de produção. Assim, a falta de infraestrutura e logística tornam-se fontes igualmente significativas de risco.

Também é característica marcante do setor agrícola seu comportamento cíclico, na medida em que há um período predeterminado entre o plantio e a colheita, exigindo do produtor a aplicação de grande soma de recursos no começo da safra para recuperá-la somente na comercialização da produção. Com isso, os agricultores precisam de recursos para equalizar o fluxo de caixa, o que é feito na maioria das vezes por empréstimos de agentes financiadores, caracterizando outro grupo de risco conhecido como financeiro. Esse risco inclui o custo financeiro do endividamento, as necessidades de capital de giro para manter a operação e a capacidade de manter o crescimento dos ativos (estrutura de capital).

O risco legal ou institucional está associado à não observância da legislação no que tange a tributos, normas e restrições ambientais, arrendamentos, parcerias e demais contratações, sucessão familiar, dentre outros. No caso de operações de comércio exterior cujos produtos estão sujeitos às regulamentações sanitárias, fitossanitárias e alfandegárias impostas pelos países importadores, esse risco é considerável, podendo impor elevados custos sobre a produção. Portanto, mudanças inesperadas nas exigências comerciais afetam os negócios agrícolas e são importante fonte de incerteza.

O último grupo de risco citado, o humano, está ligado aos erros que podem ser cometidos tanto pelos produtores quanto pelos seus respectivos empregados. A proteção das famílias e a segurança de crianças, acidentes de trabalho, exposição a defensivos agrícolas e combustíveis inflamáveis, inadequada operação de máquinas e implementos são exemplos de perigos desse grupo.

Dentre os grupos de risco citados, o presente estudo abordará os riscos de produção (produtividade) e mercado (preços), que são provavelmente aqueles com maior impacto na produção agrícola, por representarem as principais fontes da instabilidade da renda agrícola. Entretanto, como o foco do trabalho é o seguro de receita, que se preocupará com a produtividade (risco de produção) e os preços do produto (risco de mercado), consequentemente, há vinculação com o fluxo de caixa e a solvência do empreendimento agrícola, aspectos concernentes ao risco financeiro.

Entre os mecanismos formais de gerenciamento de risco na agricultura têm-se basicamente os públicos e os privados. Os públicos desempenham um importante papel na administração dos riscos agrícolas na maior parte dos países, pois os Governos atuam tanto por meio de estratégias *ex ante*, quanto *ex post*. As primeiras são baseadas em serviços de educação, extensão rural e sistemas de gerenciamento de pragas e doenças, iniciativas que visam estimular os produtores a adotarem medidas de gerenciamento dos riscos. Por outro lado, construção de infraestrutura, prorrogação e/ou perdão de dívidas e transferências de

recursos diante de catástrofes são exemplos de estratégias públicas *ex post* (THE WORLD BANK, 2005).

No Brasil há mecanismos públicos para cobrir as duas estratégias. Com o intuito de garantir operações de crédito, por exemplo, há o Proagro – Programa de Garantia da Atividade Agropecuária, que assegura ao produtor rural a exoneração das obrigações contratadas por meio de financiamentos de custeio, caso haja impedimento para a sua liquidação devido à ocorrência de fenômenos naturais adversos, pragas ou doenças que causem prejuízos às plantações ou criações. O programa pode ser utilizado também para indenizar recursos dos produtores empregados no custeio das atividades (BRASIL, 1973).

Para administrar o risco de preços há instrumentos públicos de apoio à comercialização, dentre os quais citam-se: aquisição de produtos por Preços Mínimos por meio de AGF – Aquisição do Governo Federal; Contratos de Opção de Venda; Prêmio de Escoamento de Produto (PEP); Valor de Escoamento do Produto (VEP); Prêmio Equalizador Pago ao Produtor (PEPRO) e Prêmio de Risco de Opção Privada (PROP).

Quanto aos mecanismos formais privados, são exemplos: seguro rural, contratos a termo de comercialização, contratos futuros e de opções, dentre outros baseados em transações de mercado que têm como princípio o compartilhamento dos riscos.

As práticas adotadas pelos produtores, classificadas como informais, prestam relevante papel na administração do risco agrícola. Essas práticas estão normalmente sob a execução direta dos agricultores e contribuem para mitigar o risco integral da empresa rural ou de parte da atividade agropecuária. Como exemplos desses mecanismos informais citam-se: escalonamento de datas de plantio, diversificação de culturas, consorciação, irrigação, integração lavoura-pecuária-florestas, dentre outras.

O atual ímpeto do Governo de fomentar a utilização de instrumentos de proteção via mercado se explica por questões fiscais e pela mudança de visão quanto ao papel do Estado na economia. A política agrícola brasileira, a partir da década de 1990, passou a refletir o contexto mais geral de redução da intervenção governamental no mercado. A estratégia combinada de estímulo à produção via PGPM – Política de Garantia de Preços Mínimos e crédito rural subsidiado se mostrou muito onerosa para o Tesouro, levando o Governo a fomentar instrumentos e soluções de mercado para a condução da política agrícola (REZENDE, 2003).

Assim, o crédito rural, a Política de Garantia de Preços Mínimos - PGPM, EGF/AGF – Empréstimo e Aquisição do Governo Federal e a manutenção de estoques

reguladores, instrumentos pelos quais o Governo Federal atuava no setor agrícola, passaram a receber menor dotação orçamentária.

A menor intervenção do Governo na economia e a perda de importância dos instrumentos públicos tradicionais de gestão abriram espaço para surgimento de soluções privadas de apoio ao setor, o que foi incentivado pelo próprio Governo. A criação da CPR – Cédula de Produto Rural, pela Lei nº 8.929, em 22 de agosto de 1994, é um exemplo de instrumento de mercado fomentado pelo Governo com vistas a expandir o crédito privado e, ao mesmo tempo, servir de ferramenta de formação/fixação de preços (BRASIL, 1994).

No período pós-Plano Real, a agricultura ingressou em uma nova fase de desenvolvimento que se intensificou nos anos 2000, com o crescimento das exportações, expansão da produção em direção às fronteiras agrícolas, ganhos de produtividade, qualidade e competitividade.

Esse novo cenário, associado às questões fiscais, parece ter levado o Governo Federal a incentivar à adoção de soluções de mercado para o desenho das políticas agrícolas nas áreas de pesquisa agropecuária, estocagem, comercialização e financiamento da produção.

Ação nesse sentido pode ser identificada pela publicação da Lei nº 10.823, de 19 de dezembro de 2003, instituindo a subvenção econômica ao prêmio de seguro rural, assim como pelo apoio ao Projeto de Lei que resultou na quebra do monopólio do IRB-Brasil Re – Instituto de Resseguros do Brasil, por meio da Lei Complementar nº 126, de 15 de janeiro de 2007. Essas iniciativas, claramente, visaram ao fortalecimento do seguro agrícola privado no Brasil.

Nessa mesma vertente destaca-se a instituição da Lei 11.076, de 30 de dezembro de 2004, criando novos instrumentos de financiamento para o setor rural, por intermédio do aporte de recursos do mercado de capitais, dentre os quais se mencionam: o CDCA – Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio, a LCA – Letra de Crédito do Agronegócio e o CRA – Certificado de Recebíveis do Agronegócio, além do Certificado de Depósito Agropecuário e *Warrant* Agropecuário (BRASIL, 2004a).

Se por um lado o relatório de 2011 do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural – PSR, publicado por MAPA (2012), revela que apenas 5,6 milhões de hectares cultivados foram segurados no Brasil, por outro, não se pode deixar de observar a ascensão do programa que iniciou em 2005, com R\$ 10 milhões de orçamento, contemplando somente 849 produtores. Em 2011, foram gastos R\$ 253,5 milhões no programa, atendendo 40.109 produtores, por meio de 57.885 apólices de seguro rural.

A disposição de expandir o seguro rural privado no Brasil não é exclusiva do setor público, ao contrário, é uma das principais demandas das entidades de representação dos produtores rurais que vêm defendendo o aprimoramento do seguro rural por meio de planos de seguro de receita, a fim de estabilizar a renda agrícola e evitar ciclos de endividamento dos produtores que, invariavelmente, resultam em pedidos de renegociação de dívidas.

No Brasil, assim como no mercado internacional, o seguro agrícola deve se expandir nos próximos anos. Para Roberts (2005), a demanda por produtos de seguro agrícola tende a aumentar, motivada por mudanças que impactam o setor agropecuário, pois há acúmulo de evidências que relacionam mudanças climáticas e a extensão de seus danos aos eventos climáticos de extrema severidade. Além disso, os produtos agrícolas estão sendo comercializados em grande escala, alicerçados em significativos níveis de aporte de capital, levando produtores, investidores e bancos a buscarem mecanismos financeiros como seguros para protegerem seus investimentos.

As regulamentações da Organização Mundial do Comércio (OMC) estimulam, em certa medida, o uso do seguro, pois as limitações aos subsídios e à transferência direta aos produtores podem ser contornadas pela subvenção ao prêmio do seguro agrícola, que não enfrenta as referidas restrições. O apoio aos produtores via prêmio de seguros integra a caixa-verde de políticas, sendo um mecanismo que não distorce o equilíbrio e a eficiência dos mercados.

A introdução acidental de doenças e pragas exóticas também enseja a adoção de seguros para administrar esses riscos em países onde a agricultura é parte importante da economia. Ainda de acordo com Roberts (2005), o seguro pode contribuir para gerenciar riscos advindos de mudanças nas práticas de controle de pragas e doenças, enfocando as preocupações com proteção ambiental e segurança dos alimentos.

Os planos de seguro atualmente comercializados no Brasil cobrem preponderantemente os riscos associados às intempéries climáticas que determinam prejuízos em termos de produtividade. As indenizações são pagas quando a produtividade obtida for inferior ao nível estabelecido na apólice de seguro, sendo o valor indenizado equivalente à redução de produtividade verificada na colheita.

Para ilustrar a incerteza relativa ao rendimento agrícola, apresenta-se a Figura 1 com a evolução da produtividade de soja de duas propriedades agrícolas situadas em Toledo-PR, pertencentes a produtores cooperados à COAMO Agroindustrial Cooperativa. A figura ilustra a variabilidade da produtividade e dá a dimensão da dificuldade de modelar o seu

comportamento. Observa-se a acentuada redução da produtividade na safra 2008/09, que acarretou redução da receita agrícola das propriedades.

Figura 1 - Evolução da produtividade de soja em propriedades rurais selecionadas de Toledo, PR, período 2004/05 a 2010/11

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de COAMO (2011)

A produtividade média da região ou município, fornecida pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, é na maior parte dos casos a principal fonte de informação utilizada pelas seguradoras. O problema é que essa produtividade é baixa e o nível tecnológico das lavouras não é levado em consideração. Assim, em caso de sinistro, o seguro cobre apenas parte do custo de produção, penalizando os produtores mais intensivos em tecnologia. Como consequência, nem o custo total da atividade agrícola e tampouco o faturamento dos produtores são devidamente segurados com esse modelo de seguro.

A outra variável que define a receita é o preço do produto⁴, que também apresenta uma pronunciada volatilidade. Além das oscilações promovidas por fenômenos conjunturais, os preços podem ter ainda trajetórias cíclicas e sazonais, em função do nível de produção e estoques, produtividade esperada, taxa de câmbio, preços de insumos e de produtos substitutos, expectativas de mercado, dentre outros fatores.

Considerando os preços da soja no Oeste do Paraná, na Figura 2 se observa claramente o comportamento volátil das cotações, tanto em termos reais quanto nominais. Como as cotações da soja dependem do mercado internacional, parcela da oscilação dos

⁴ A qualidade do produto comercializado também afeta os preços e, por sua vez, a receita. Para simplificação da exposição, considerar-se-á o produto como uma *commodity*, sem diferença em termos de qualidade.

preços percebida domesticamente é oriunda da variação cambial. Dito de outra forma, a formação dos preços da soja é feita em dólares estadunidenses e a sua internalização agrega a volatilidade do câmbio.

Figura 2 - Evolução dos preços médios anuais de soja recebidos pelos produtores, em termos nominais e reais, deflacionados pelo IGP-DI, no Oeste do Paraná, período 2004/05 a 2010/11

Fonte: CEPEA (2012)

Além dos fatores estruturais que moldam o mercado dos produtos agrícolas, mais recentemente, há indicativos de que os preços têm sido influenciados por oscilações no mercado de capitais⁵, pois os preços dos produtos agrícolas guardam certa relação com os preços de outras *commodities* como petróleo e metais, sendo que todas são comercializadas em bolsa e estão sob intensa negociação, tanto por empresas dos respectivos setores à procura de proteção, quanto por especuladores, arbitradores e fundos de *hedge* que na maioria das vezes estão apenas operando margens no mercado de derivativos.

Os mercados agrícolas estão também se adaptando às novas demandas geradas pela expansão da produção de biocombustíveis e pelo aumento do consumo nos países em desenvolvimento, impulsionadas pelo crescimento econômico recente dessas economias. Sem entrar no mérito do impacto que cada um desses fatores promove no mercado, há evidências de que os fatores mencionados têm contribuído para elevar a volatilidade dos preços agrícolas (UNITED NATIONS, 2011).

⁵ Processo chamado de “financeirização” dos mercados de commodities (UNITED NATIONS, 2011).

Com a multiplicação da produtividade pelo preço do produto se obtém a receita bruta. Dependendo da correlação entre essas variáveis, a resultante do faturamento pode apresentar variabilidade acentuada (correlação positiva) ou atenuada (correlação negativa).

Para evidenciar a instabilidade do faturamento agrícola apresenta-se a Figura 3, com o comportamento temporal da receita bruta por hectare de soja em duas propriedades selecionadas no município de Toledo-PR, cujas produtividades foram apresentadas anteriormente na Figura 1. Para calcular o faturamento foi utilizada média dos preços do período de colheita, deflacionados pelo IGP-DI/FGV, base junho de 2012, de março a maio de cada ano, computada a partir dos preços médios diários coletados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA para o Oeste do Paraná, região que contempla a localidade de Toledo.

Figura 3 - Evolução da receita bruta de soja por hectare, deflacionada pelo IGP-DI, em propriedades selecionadas de Toledo, PR, período 2004/05 a 2010/11

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de COAMO (2011), CEPEA (2012) e FGV (2012)

As trajetórias de faturamento das duas propriedades são similares, demonstrando que, apesar da propriedade 1 ter um padrão de produtividade superior, ambas estão expostas às mesmas condições climáticas e de mercado que demarcam o comportamento oscilatório da receita agrícola por hectare. Desse modo, é possível apreender o impacto negativo que o comportamento instável da receita agrícola confere à sustentabilidade financeira dos empreendimentos rurais.

Na Figura 3 pode-se observar a acentuada redução de receita bruta ocorrida nas safras de 2004/05 e 2005/06, períodos que foram marcados pela conjunção de quebra de produtividade e baixos preços da *commodity*. Por outro lado, a receita bruta sofreu redução em 2008/09 por conta da queda de rendimento e em 2009/10 devido ao achatamento dos preços.

Nessas safras houve grande inadimplência dos produtores junto aos agentes financiadores, arresto de bens, renegociação de dívidas e até falência de muitos produtores, fatos que repercutiram nos demais setores da economia, e de forma mais aguda nos municípios dependentes da atividade primária. Os impactos desse tipo de crise de renda na área rural repercutem no desenvolvimento socioeconômico da área urbana e levam anos para serem revertidos, normalmente com custos elevados para ambos os setores privado e público.

É para responder a essa especificidade do negócio agrícola que o seguro de receita foi desenvolvido. Ele visa compensar no todo, ou em parte, a trajetória de instabilidade da receita, abrangendo simultaneamente os múltiplos fatores de risco que atingem as duas variáveis que a definem: produtividade e preço.

O mercado de seguro de receita desenvolveu-se na década de 90, principalmente, nos Estados Unidos e Canadá, países que acumulam maior experiência e mantêm programas em funcionamento.

No Brasil, há duas iniciativas em implantação, que serão detalhadas neste trabalho. Uma foi lançada pela UBF Seguros, atual Swiss Re, em 2010, por meio de um projeto piloto no Paraná. A outra, de envergadura nacional, foi lançada pela Companhia de Seguros Aliança do Brasil, no primeiro semestre de 2011, visando prover cobertura de receita para soja na safra 2011/12.

Ambos os projetos apoiaram-se nos modelos criados nos Estados Unidos, mas foram adaptados à realidade brasileira, a fim de contornar o distinto nível de informação existente para o cálculo atuarial. As iniciativas ainda não podem ser avaliadas plenamente, pois não há estatísticas disponíveis sobre prêmios recebidos e indenizações pagas, resultados operacionais e informações sobre métodos atuariais, assim como sobre a própria aceitação dos produtores.

Considerando que a agricultura brasileira tem grande potencialidade de expansão, que as projeções de crescimento da demanda mundial de alimentos sugerem que o Brasil é um dos países chave para elevar a oferta agregada mundial de grãos, fibras e carnes, que o investimento de capital na produção é cada vez maior, assim como as incertezas associadas às mudanças climáticas e à trajetória dos preços das *commodities*, o

desenvolvimento de produtos de seguro de receita emerge como um instrumento fundamental para o fortalecimento da política agrícola nacional.

No presente trabalho será analisada a base legal que disciplina o seguro rural no Brasil, a fim de entender o modo pelo qual novos produtos de seguro de receita se inserem na matriz regulatória. O funcionamento dos atuais produtos de seguro de receita será descrito e, em seguida, os modelos internacionais serão apresentados, visando sugerir caminhos para o desenvolvimento do seguro agrícola de receita no Brasil, delimitando assim o problema de pesquisa desta seção do estudo.

2.1.1 Objetivos

Analisar os aspectos teóricos e práticos dos modelos de seguro de receita existentes e, levando em consideração a legislação brasileira e as características do mercado de *commodities* e seguros, identificar e sugerir modelos de seguro de receita passíveis de desenvolvimento no Brasil, destacando seus pontos favoráveis e restrições. Especificamente, este estudo objetivará:

- a) Analisar a legislação brasileira para avaliar suas restrições e adequações à criação de planos de seguro de receita;
- b) Descrever os modelos de seguro de receita agrícola pioneiros no Brasil, a fim de verificar suas limitações, semelhanças e diferenciações entre si e em relação aos planos de seguro de produtividade existentes no país;
- c) Descrever os principais seguros de receita/faturamento existentes no mercado internacional e
- d) Identificar e sugerir modelos de seguro de receita apropriados à realidade brasileira.

2.2 Seguro Rural no Brasil

O seguro agrícola no Brasil tem duas grandes vertentes, uma administrada com recursos públicos, ofertado por instituições financeiras ou companhias públicas, e outra baseada em mecanismos de mercado, cujos produtos são comercializados por empresas seguradoras privadas. A regulamentação e controle desses instrumentos estão sob o abrigo de distintas legislações.

O Proagro - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária, uma espécie de seguro público, é um programa atrelado à contratação do crédito rural, administrado pelo Banco Central, não amparado pela legislação e regulamentações atinentes ao setor de seguros, embora, na prática, tenha características securitárias.

Esse programa visa desobrigar o produtor rural do pagamento das operações de crédito rural cuja quitação tenha sido inviabilizada pela ocorrência de fenômenos naturais que interferiram na produção agrícola e pecuária. Essa modalidade de operação, portanto, equivale a um seguro para o não pagamento do saldo devedor junto ao agente financeiro.

A outra vertente está baseada nos mecanismos clássicos de seguro e é operada por empresas privadas como seguradoras, resseguradoras e corretores, em um mercado concorrencial competitivo. A regulamentação e fiscalização desse setor estão a cargo do CNSP - Conselho Nacional de Seguros Privados e da SUSEP - Superintendência de Seguros Privados.

Os seguros privados podem cobrir diferentes riscos, com distintas modalidades de indenização, níveis de cobertura e objetivos, desde que os produtos de seguro sejam devidamente aprovados pelos órgãos reguladores. É, justamente, nessa vertente que se pode desenvolver produtos adaptados às demandas dos produtores rurais, tal como o seguro de receita agrícola, tema central do presente estudo.

2.2.1 Base legal do Proagro

O Proagro foi instituído por intermédio da Lei nº 5.969, em 11 de dezembro de 1973, sendo que o objetivo precípuo dessa lei foi exonerar o produtor rural das obrigações financeiras relativas às operações de crédito de custeio e investimento, cuja liquidação fosse inviabilizada pela ocorrência de fenômenos naturais, pragas e doenças que afetassem os bens, plantações ou rebanhos (BRASIL, 1973).

O programa assegura a quitação dos empréstimos contraídos via crédito rural. A administração ficou a cargo do Banco Central e cobria, inicialmente, até 80% do valor de financiamento dos custeios e investimentos concedidos por instituição financeira. O programa sofreu modificação, em 17 de janeiro de 1991, quando foi sancionada a Lei nº 8.171⁶, conhecida como Lei Agrícola (BRASIL, 1991a).

⁶ A lei nº 8.171/91 foi regulamentada pelo Decreto nº 175, de 10 de maio de 1991 (BRASIL, 1991b).

Mais tarde, em 13 de outubro de 2009, a estrutura do Proagro foi modificada novamente, por meio da Lei nº 12.058 (BRASIL, 2009c). Essa alteração, ainda vigente, introduziu no âmbito do programa o intitulado Proagro Mais – Programa de Garantia da Atividade Agropecuária da Agricultura Familiar. Com isso, o Proagro atende tanto a agricultura de maior escala, empresarial, quanto a familiar, com até quatro módulos fiscais⁷.

O objetivo principal do programa foi mantido, qual seja: exonerar os produtores das obrigações financeiras relativas ao crédito rural, integral ou parcialmente, diante da ocorrência de fenômenos naturais, pragas ou doenças que atinjam os rebanhos e plantações, bem como indenizar os recursos próprios aplicados pelos produtores, em caso de ocorrência de sinistros.

A diferença de cobertura entre os dois segmentos de produtores está no fato de que o Proagro cobre os financiamentos de custeio, enquanto que o Proagro Mais cobre os de custeio e de investimento, além deste último garantir também renda mínima à produção agropecuária vinculada ao custeio rural. O programa continua sob a administração do Banco Central do Brasil, conforme normas, critérios e condições definidas pelo CMN - Conselho Monetário Nacional.

A comprovação das perdas é efetuada pela instituição financeira, a partir de laudo técnico de avaliação emitido por profissional habilitado.

Adesão dos produtores rurais ao Proagro é formalizada no momento da contratação do crédito rural, considerando o limite de enquadramento para custeio em cada uma das safras ou finalidades relacionadas: safra de verão, safrinha (2ª safra), safra de inverno, culturas irrigadas (todas), fruticultura/olericultura e custeio pecuário (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2009).

Para participar do programa, dentre outras exigências, os empreendimentos precisam estar em concordância com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pagar uma taxa denominada contribuição adicional, fixada em termos percentuais, incidente uma única vez sobre o valor nominal total do orçamento do empreendimento.

Para os cultivos de milho, soja, amendoim e algodão, por exemplo, a contribuição adicional para o Proagro está fixada em 3,9%, enquanto que para os empreendimentos abrangidos no Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar e, por sua vez, no Proagro Mais, a alíquota é de 2%.

⁷ Módulo fiscal é uma unidade de área fixada pelo INCRA para cada município da Federação.

2.2.2 Base legal do Seguro Privado

Ao lado do seguro administrado por entes públicos se desenvolveu o seguro privado. Os produtos privados de seguro rural comercializados no país são resultado de um processo evolutivo que teve início em 1954, quando foi institucionalizado o seguro agrário, por meio da lei nº 2.168, com o propósito de resguardar as colheitas e os rebanhos de riscos peculiares às referidas atividades.

Essa lei estabeleceu que o então Instituto de Resseguros do Brasil – IRB, criado anteriormente pelo Decreto-Lei nº 1.186, de 03 de abril de 1939, operaria como ressegurador e retrocedente, podendo organizar e dirigir consórcio de seguradores, estabelecendo o alcance e as condições das operações de resseguro, para cada uma das modalidades de seguros agrários. O mesmo ato isentou de impostos e taxas federais as operações de seguros.

O Decreto-Lei instituiu o Fundo de Estabilidade de Seguro Agrário, com a finalidade de garantir a estabilidade das operações, atender a cobertura suplementar dos riscos de catástrofe, permitir o ajuste gradual dos prêmios e contribuir para o aperfeiçoamento do seguro. O fundo, desde a sua criação, teve como objetivo a aplicação de recursos para reembolsar as retrocessionárias do IRB-Brasil Re⁸, administrador dos recursos do Fundo, com os montantes excedentes aos prejuízos máximos admissíveis para as operações dos seguros agrários.

Para desenvolver progressivamente o mercado de seguros agropecuários foi criada uma sociedade por ações intitulada Companhia Nacional de Seguro Agrícola (BRASIL, 1954a). A lei nº 2.168 previu a instituição de outro Fundo de Estabilização que ficaria atrelado à Companhia, objetivando manter o nível dos prêmios em bases razoáveis e atender aos casos de catástrofe.

A regulamentação da Lei nº 2.168 foi efetuada pelo Decreto nº 35.370, em 12 de abril de 1954, estabelecendo que a exploração das operações de seguro agrário seria exercida pela Companhia Nacional de Seguro Agrícola ou outras companhias seguradoras privadas regidas sob as normas do Decreto-Lei nº 2.063, de 07 de março de 1940, marco legal das operações de seguros privados exercidos por sociedades anônimas, mútuas ou cooperativas (BRASIL, 1954b).

Conforme Ozaki (2005), a Lei nº 2.168 foi sucedida por decretos definindo os critérios, condições gerais e prêmios para atividades agropecuárias específicas, a saber: pecuária bovina, trigo, videira, arroz, algodão herbáceo e pequena lavoura de culturas múltiplas, agrário de colheita e pecuário de equídeos. Assim, durante treze anos, até a dissolução da Companhia Nacional de Seguro Agrícola, por meio da publicação do Decreto-Lei nº 73, o seguro agrário federal funcionou com a referida estrutura legal.

A estrutura legal vigente de seguros privados ainda se assenta nos termos do Decreto-Lei nº 73⁹, quando foi instituído o Sistema Nacional de Seguros Privados, constituído pelo: a) Conselho Nacional de Seguros Privados – CNSP; b) Superintendência de Seguros Privados - SUSEP; c) resseguradores; d) sociedades autorizadas a operar em seguros privados e e) corretores habilitados.

O Decreto-Lei nº 73 definiu os papéis e limites de atuação de cada um dos elos integrantes, bem como do próprio CNSP, cujas competências principais são: 1) fixar as diretrizes e normas da política de seguros privados; 2) regular a constituição, organização, funcionamento e fiscalização das partes subordinadas ao Decreto-Lei, bem como a aplicação das penalidades previstas; 3) estipular índices e condições técnicas sobre tarifas, investimentos e relações patrimoniais às sociedades seguradoras; 4) fixar as características gerais dos contratos de seguros; 5) fixar as normas gerais de contabilidade e estatística para as seguradoras; 6) delimitar o capital das seguradoras e dos resseguradores; 7) estabelecer as diretrizes gerais das operações de resseguro; 8) disciplinar as operações de co-seguro; 9) prescrever os critérios de constituição das seguradoras, com fixação dos limites legais e técnicos das operações de seguro; 10) disciplinar a corretagem de seguros e a profissão de corretor; 11) regular a instalação de bolsas de seguro; e 12) fixar as condições de constituição e extinção de entidades autorreguladoras do mercado de corretagem, assim como regular sua administração e exercício do poder disciplinar.

O CNSP é presidido pelo Ministro de Estado da Fazenda e tem ainda como membros o Superintendente da SUSEP, representantes dos Ministérios da Justiça e da Previdência Social, do Banco Central do Brasil e da CVM - Comissão de Valores Mobiliários (BRASIL, 1966).

⁸ Com a Lei 9.482, de 13 de agosto de 1997, o IRB – Instituto de Resseguros do Brasil foi transformado em sociedade por ações, passando a denominar-se IRB-Brasil Re.

⁹ O Decreto-Lei nº 73/1966, de 21 de novembro de 1966, sofreu alterações por meio dos Decreto-Lei nº 168/1967, Decreto-Lei nº 296/1967, Decreto-Lei nº 826/1969, Decreto-Lei nº 1.115/1970, Lei nº 5.627/1970, Lei nº 5.710/1971, Lei nº 8.374/1991, Lei nº 9.482/1997, Lei nº 9.932/1999, Lei nº 10.190/2001, Lei Complementar nº 126/2007 e Lei Complementar nº 137/2010.

As deliberações do CNSP sobre finalidades específicas devem ser tomadas ouvindo obrigatoriamente a comissão consultiva pertinente. Os seguros relativos ao setor rural, assim, devem passar pela Comissão Consultiva Rural (V), do Conselho Nacional de Seguros Privados (BRASIL, 1966; BRASIL, 1967).

A SUSEP – Superintendência de Seguros Privados é uma entidade autárquica, jurisdicionada ao Ministério da Fazenda, dotada de personalidade jurídica de Direito Público, com autonomia administrativa e financeira. A missão da SUSEP, na qualidade de executora da política emanada do CNSP, é fiscalizar a constituição, organização, funcionamento e operações das sociedades seguradoras.

De forma específica, de acordo como art. 36 do Decreto-Lei nº 73, cabe à SUSEP o seguinte: a) processar os pedidos de autorização, para constituição, funcionamento, fusão, encampação, grupamento, transferência de controle acionário e reforma dos estatutos das seguradoras, opinar sobre os mesmos e encaminhá-los ao CNSP; b) baixar instruções e expedir circulares relativas à regulamentação das operações de seguro; c) fixar condições de apólices, planos de operações e tarifas a serem utilizadas obrigatoriamente pelo mercado segurador; d) aprovar os limites de operações das sociedades seguradoras, em conformidade com o critério fixado pelo CNSP; e) examinar e aprovar as condições de coberturas especiais, bem como fixar as taxas aplicáveis; f) autorizar a movimentação e liberação dos bens e valores inscritos em garantia das reservas técnicas e do capital vinculado; g) fiscalizar a execução das normas de contabilidade e estatística fixadas para as seguradoras; h) fiscalizar as operações das seguradoras quanto ao cumprimento da legislação e aplicar as penalidades cabíveis; i) proceder a liquidação das sociedades seguradoras que tiverem cassada a autorização para funcionar no país e j) organizar seus serviços e executar seu orçamento.

Conforme se apreende, a CNSP tem um mandato mais amplo, visando estabelecer as diretrizes da estrutura de funcionamento do mercado de seguros privados no Brasil. Por outro lado, a Superintendência de Seguros Privados – SUSEP ocupa-se das ações operacionais de controle e fiscalização do mercado, ou seja, da execução das políticas, da regulação e monitoramento das atividades das sociedades seguradoras, resseguradores e corretores.

O Decreto nº 60.459, de 13 de março de 1967, regulamentou o Decreto-Lei nº 73, atribuindo importantes tarefas à SUSEP, no que concerne à aprovação de novos contratos de seguro. De acordo com o artigo 8º do referido decreto, as seguradoras interessadas em comercializar um novo contrato de seguro devem enviar à SUSEP para análise as condições do contrato, bem como as respectivas notas técnicas atuariais. A Superintendência fica

investida de poder para solicitar informações suplementares, determinar alterações, promover a suspensão do todo ou de parte das condições e notas técnicas atuariais, assim como determinar às seguradoras à inclusão de cláusulas obrigatórias nas condições gerais de seguro.

Convém citar que as notas técnicas atuariais apresentadas pelas seguradoras devem explicitar o prêmio puro, o carregamento, a taxa de juros, o fracionamento e todos os demais parâmetros relativos à mensuração do risco e custos agregados, observando, a equivalência atuarial dos compromissos futuros (BRASIL, 1967).

Os prêmios mínimos aprovados pela SUSEP devem ser obrigatoriamente adotados pelas seguradoras para os efeitos de cálculo de provisões técnicas e de resseguro, sendo que a Superintendência pode também aprovar notas técnicas atuariais para cálculo de provisões propostas pelas seguradoras, para cada caso específico.

É conferido poder à SUSEP para publicar estudos sobre taxas referenciais de prêmios, calculadas por entidades científicas ou representativas do mercado de seguros, a fim de estabelecer bases atuariais adequadas às condições de risco existentes, podendo exigir que tais taxas sejam utilizadas para os cálculos de provisões técnicas.

Por meio do Decreto-Lei nº 73, além da dissolução da CNSA e sua incorporação à estrutura ao Ministério da Agricultura, foi criado o Fundo de Estabilidade do Seguro Rural (FESR¹⁰), incorporando o Fundo de Estabilidade do Seguro Agrário e o Fundo de Estabilização, instituídos em 1954, conforme descrição realizada.

O FESR tem como finalidade garantir a estabilidade das operações de seguro rural e atender à cobertura suplementar dos riscos de catástrofe. A gestão dos recursos é feita pelo IRB-Brasil Re e os recursos são provenientes do excedente máximo admissível como lucro nas operações de seguro rural e de créditos realizados pela União para cobrir deficiência operacional dos exercícios.

A resolução CNSP nº 46, de 12 de fevereiro de 2001, disciplina a administração FESR e o controle por seu gestor. O primeiro destaque dessa resolução é que por alteração introduzida pela resolução CNSP nº 50, de 03 de setembro de 2001, o FESR só garantirá a estabilidade de operações da modalidade agrícola que garantam ao produtor indenização por prejuízos causados às lavouras seguradas, abrangendo exclusivamente as despesas de orçamento de custeio direto de culturas periódicas e o orçamento das despesas de manutenção das culturas permanentes (BRASIL, 2001a; BRASIL 2001b). Além do custeio na modalidade agrícola, o FESR pode ser recuperado também para as modalidades pecuária,

¹⁰ O FESR funcionará até a regulamentação da Lei Complementar nº 137/2010, que aprovou a criação de novo fundo para cobertura suplementar de riscos do seguro rural e previu, simultaneamente, sua extinção.

aquícola, de florestas e penhor rural para instituições financeiras públicas e financeiras privadas.

As seguradoras interessadas em operar o FESR devem apresentar ao gestor do fundo, com 90 dias de antecedência do início do exercício do FESR, que é de 1º de julho a 30 de junho do ano seguinte, plano de operações com: relação de regiões e culturas que serão contempladas no exercício e programa de resseguro relacionado a cada uma das modalidades selecionadas para atuação.

A garantia do FESR está condicionada à aprovação, pela SUSEP, das condições contratuais e nota técnica atuarial da modalidade de seguro rural para cada exercício, que deverão ser igualmente encaminhadas com antecedência mínima de 90 dias do início do exercício do fundo. A resolução nº 46 estabelece que a aprovação da nota técnica atuarial é condicionada à apresentação da cobertura de resseguro.

É relevante compreender como ocorre a contribuição e a recuperação dos recursos do Fundo de Estabilidade do Seguro Rural – FESR. As sociedades seguradoras e resseguradores, incluindo o IRB-Brasil Re, efetuam depósitos em função do resultado positivo em cada exercício nas modalidades garantidas pelo fundo, sendo de 30% para os seguros agrícola, pecuário, aquícola e de florestas, e de 50% para o seguro de penhor rural realizado por instituições financeiras públicas e privadas. A União também pode aportar recursos, a título de crédito especial, quando houver deficiência operacional verificada no exercício anterior.

A recuperação dos recursos do FESR pelas sociedades seguradoras pode ser feita a cada trimestre, a partir do início do exercício, de acordo com a parcela de seus sinistros retidos¹¹, nos seguros agrícola, pecuário, aquícola e de florestas. A recuperação dos recursos do FESR é possível quando a parcela de sinistros retidos se situar entre 100% e 150% dos prêmios puros (prêmios ganhos menos comissões de corretagem e despesas administrativas) ou quando ultrapassar 250% dos prêmios puros, situação considerada como de catástrofe.

A faixa de risco compreendida entre 150% e 250% dos prêmios puros, não contemplada pelo FESR, pode ser coberta com operações de resseguro.

¹¹ Sinistros retidos: montante equivalente aos sinistros de seguros menos os sinistros de cosseguros cedidos, mais o de cosseguro aceito, mais os recursos de consórcios e fundos, menos sinistro de resseguros cedidos, mais sinistros de retrocessão, menos recursos de salvados e ressarcidos, mais as provisões de seguros ocorridos e não avisados.

2.2.2.1 Seguradoras

As seguradoras dependem de autorização do Ministério da Fazenda para operar, o que ocorre a partir de requerimento dos incorporadores ao CNSP, apresentado por meio da SUSEP, juntamente com parecer desta Superintendência sobre a conveniência e viabilidade de operação da empresa seguradora. Uma vez autorizada a funcionar por meio de Portaria do referido Ministério, a seguradora terá 90 dias para atender as exigências impostas, quais sejam: subscrição de ações do capital do IRB-Brasil Re; ter efetuado registros e publicado os atos exigidos por lei para o funcionamento; ter satisfeito as exigências porventura constantes na Portaria de autorização e cumprido exigências suplementares estabelecidas pela SUSEP.

Depois desse trâmite e atendidas todas as exigências, o Ministério da Fazenda expedirá a Carta Patente para o funcionamento da seguradora, a qual deverá ser registrada na SUSEP e arquivada em órgão de registro do comércio da sede da empresa, obtendo assim direito ao início das operações (BRASIL, 1967).

As seguradoras, para fins de constituição e funcionamento, deverão obedecer às condições gerais da legislação das sociedades anônimas e as específicas estabelecidas pelo CNSP, além de comprovarem a disponibilidade do capital mínimo inicial e capital adicional variável, dependendo do ramo de seguros em que venham a operar.

É importante mencionar que a aplicação das reservas técnicas e fundos das seguradoras obedece às diretrizes fixadas pelo Conselho Monetário Nacional – CMN, ouvido previamente o CNSP. Isto significa que o capital arrecadado pelas seguradoras via cobrança de prêmios tem uma destinação restrita e controlada pela SUSEP, a fim de evitar a aplicação dos recursos em ativos de risco ou baixa liquidez. Por sua vez, os bens garantidores das reservas técnicas e fundos não poderão ser alienados ou gravados sem prévia autorização da SUSEP.

São obrigações das seguradoras: i) publicar relatório da diretoria, balanço, conta de lucros e perdas e parecer fiscal até 28 de fevereiro de cada ano, no Diário Oficial da União ou outro jornal de grande circulação; ii) realizar assembleia geral ordinária até 31 de março de cada ano; iii) enviar à SUSEP a documentação pertinente às assembleias gerais, nomeação de agentes e representantes autorizados, modificações na diretoria e no conselho fiscal, balanços e demais atos exigidos; iv) manter na matriz, sucursais e agências os registros adotados a mando da SUSEP, com escrituração completa das operações efetuadas e v) encaminhar dentro de 45 dias, contados do término de cada trimestre, os dados estatísticos das

operações efetuadas durante o referido período, organizados de acordo com as normas e instruções expedidas pela SUSEP.

As empresas seguradoras estão sujeitas ao regime de funcionamento, constituição e organização fixado no Decreto-Lei nº 2.063, de 07 de março de 1940, que abrange as sociedades anônimas, as mútuas e as cooperativas dedicadas ao seguro agrícola. No referido diploma legal são apresentadas as declarações que devem constar no estatuto social de cada sociedade, os poderes e obrigações da assembleia geral, a configuração societária permitida, as condições e vedações impostas aos administradores, regras para dissolução das sociedades, forma de subscrição do capital social, percentuais para reserva de garantia e proporção para aplicação em distintos ativos, além das disposições sobre o regime de fiscalização (BRASIL, 1940).

O citado Decreto-Lei nº 2.063 determina que 50% do capital integralizado pelas seguradoras constituirão garantia suplementar permanente das reservas técnicas. O capital mínimo exigido pela seguradora precisa ser empregado nas opções abaixo, levando em conta a maior ou menor facilidade de negociação e a depreciação: a) em depósitos em bancos no país; b) em títulos da dívida pública federal interna; c) em títulos da dívida pública interna estadual ou do Distrito Federal, e cuja cotação não seja inferior a 70% do seu valor de face; d) em títulos que gozem da garantia da União, dos Estados ou do Distrito Federal, e que satisfaçam as condições da alínea anterior; e) em ações integralizadas e debêntures, emitidas por sociedades, ou bancos, com sede no Brasil, e de fácil negociação nas bolsas do país, desde que há mais de três anos não tenha tido cotação inferior a 70% do valor nominal; f) em empréstimos sob caução dos títulos referidos nas alíneas anteriores, até o máximo de 80% do valor desses títulos pela cotação oficial; g) em imóveis urbanos situados no Distrito Federal e nas capitais ou principais cidades dos Estados e h) em hipotecas sobre imóveis urbanos nas condições precedentes, até o máximo de 50% do seu valor.

As sociedades seguradoras que operam seguros dos ramos elementares¹² estão obrigadas a constituir reservas, como garantia das operações, em caso de sinistros. A regulamentação da aplicação de recursos das sociedades seguradoras e resseguradores locais está disposta na Resolução CNSP nº 226/2010 e nas Resoluções do CMN nº 3.308/2005, nº 3.543/2008 e nº 3.557/2008.

¹² Seguro de ramo elementar é aquele que não é vida e tenha por fim garantir perdas e danos, ou responsabilidades, provenientes de riscos de fogo, transporte, acidentes pessoais e outros eventos que possam ocorrer afetando pessoas e coisas (art. 40 do Decreto-Lei nº 2.063, de 07 de março de 1940).

A Resolução nº 226, de 06 de janeiro de 2010, dispõe sobre os critérios para a realização de investimentos pelas sociedades seguradoras e resseguradores locais, tendo como premissas às operações a garantia de segurança, rentabilidade, solvência e liquidez. Os investimentos, inclusive aqueles integrantes da carteira FIE¹³ – Fundo de Investimentos, devem ser registrados em nome da seguradora, conforme o caso, no Sistema Especial de Liquidação e Custódia – SELIC, em sistema de registro e de liquidação financeira de ativos autorizados pelo Banco Central do Brasil – BACEN ou em instituições ou entidades autorizadas a prestar serviço pela referida autarquia ou pela CVM - Comissão de Valores Mobiliários.

As operações com derivativos devem ser feitas exclusivamente para proteção da carteira, podendo, inclusive, realizar operações de síntese de posição no mercado à vista, que significa a utilização de derivativos com o objetivo de sintetizar estruturas financeiras negociadas no mercado à vista. Portanto, é vedada a realização de operações com derivativos que incluam a venda de opções a descoberto, bem como não podem ser realizadas na modalidade “sem garantia”.

A regulamentação atinente à aplicação dos recursos das reservas, das provisões e dos fundos das sociedades seguradoras, especificamente, está no anexo da Resolução CMN nº 3.308, de 31 de agosto de 2005, com as alterações da Resolução CMN nº 3.557, de 27 de março de 2008.

De modo geral, os recursos devem ser aplicados em renda fixa, em renda variável ou em imóveis, respeitando-se os limites e condições fixadas para cada segmento de investimento.

As aplicações na renda fixa estão classificadas em limites máximos de aplicação, de acordo com o risco do investimento: i) até 100% da aplicação (títulos do Tesouro Nacional, títulos do Banco Central do Brasil etc.); ii) até 80% (letras hipotecárias, letras de câmbio etc.); iii) até 10% (cotas de fundos de investimento de dívida externa, cotas de fundos de investimento em direitos creditórios etc) e iv) até 5% (cédulas de produto rural, letras de crédito do agronegócio, certificados de direitos creditórios do agronegócio e certificados de recebíveis do agronegócio).

As aplicações em renda variável estão limitadas a até 49% do conjunto de investimentos da sociedade seguradora. Até esse limite as seguradoras podem aplicar em

¹³ FIE – Fundo de investimento ou Fundo de investimentos em cotas de fundos de investimentos constituído especificamente para a recepção, direta ou indireta, dos recursos provenientes de sociedades supervisionadas (BRASIL, 2010b).

ações de empresas integrantes do novo mercado da BM&FBOVESPA, cotas de fundo de investimentos classificados como fundo de ações e fundos referenciados em índices de ações da BM&FBOVESPA, entre outros, desde que essas opções de aplicação cumpram certas exigências quanto à composição de carteira, forma de operação, classificação de risco e transparência.

A outra possibilidade de alocação de recursos é no segmento de imóveis, sendo que são permitidas aplicações diretamente em imóveis ou em fundos de investimento imobiliário, de acordo com BACEN (2005). A primeira alternativa restringe-se a imóveis urbanos, até o limite de 8% do valor da carteira; enquanto a segunda opção, de aplicação em fundos de investimento, não pode ultrapassar 10% do valor da carteira.

Aplicação total em um único imóvel não pode ser maior que 4% do valor absoluto dos recursos garantidores. Estão previstos também critérios de diversificação, com limites de exposição da carteira aos ativos. As alocações, por exemplo, em títulos ou valores mobiliários de uma mesma pessoa jurídica, que não financeira, não podem exceder 10% do valor total dos recursos. Em 2008, o CMN estendeu aos resseguradores locais as normas previstas na Resolução nº 3.308/2005, que dispõe sobre a aplicação dos recursos das reservas e provisões, que abrangiam apenas as seguradoras.

As provisões técnicas das seguradoras são aprovadas pela SUSEP e podem ser relacionadas a um produto, plano ou carteira. Cada provisão técnica especificada deverá manter uma nota atuarial, elaborada pelo atuário legalmente responsável (BRASIL, 2006).

Com o intuito de garantir as operações, as sociedades seguradoras estão obrigadas a, mensalmente, constituir as seguintes provisões técnicas, no caso do seguro rural: i) Provisão de Prêmios Não Ganhos (PPNG); ii) Provisão Complementar de Prêmios (PCP); iii) Provisão de Insuficiência de Prêmios (PIP); iv) Provisão Matemática de Benefícios a Conceder; v) Provisão de Sinistros a Liquidar (PSL); vi) Provisão de Sinistros Ocorridos e Não Avisados (IBNR) e vii) Provisão Matemática de Benefícios Concedidos.

A Resolução CNSP nº 162, de 26 de dezembro de 2006, detalha a forma de constituição das referidas provisões, que estão atreladas a diferentes riscos ou eventos. Não se deseja aprofundar a análise nas diferentes provisões que as seguradoras precisam constituir, mas destacar que cada uma delas requer uma nota atuarial específica e, ao ser constituída, é associada aos ativos garantidores investidos, levando em consideração os recursos arrecadados via prêmio comercial retido. Portanto, a exigência de liquidez dos investimentos é condicionada pela natureza da provisão.

2.2.2.2 Resseguradoras

Outro elo importante no mercado privado de seguros é dos resseguradores, sociedades que tomam risco das operações de seguros de empresas cedentes, por meio de contrato de operação de resseguro.

As sociedades resseguradoras e seguradoras podem realizar diferentes operações no mercado, objetivando compartilhar os riscos, a fim de adequar a sua carteira. As principais operações são: resseguro, retrocessão e cosseguro.

O resseguro é uma operação de transferência de riscos de uma cedente para um ressegurador. Retrocessão é uma operação de transferência de riscos de resseguro de resseguradores para outros resseguradores ou para seguradoras locais. O cosseguro é uma operação de seguro em que duas ou mais seguradoras, com anuência do segurado, distribuem entre si, percentualmente, os riscos de determinada apólice, sem solidariedade entre elas. A cedente é, portanto, a sociedade seguradora que contrata a operação de resseguro ou o ressegurador que contrata a operação de retrocessão (BRASIL, 2007).

Desde a criação do Instituto de Resseguros do Brasil, atual IRB-Brasil Re, o mercado de resseguros brasileiro funcionou sob estrutura monopolística, pois quaisquer operações dessa modalidade deveriam ser contratadas obrigatoriamente com o Instituto. Essa situação só foi revertida com a promulgação da lei complementar nº 126, de 15 de janeiro de 2007, que dispôs sobre a política de resseguro, retrocessão e sua intermediação, as operações de cosseguro, as contratações de seguro no exterior e as operações em moeda estrangeira do setor secundário.

A lei complementar nº 126 previu a realização das operações de resseguro e retrocessão por três tipos de resseguradores: 1) ressegurador local: sediado no país e constituído sob a forma de sociedade anônima, tendo por objeto exclusivo a realização de operações de resseguro e retrocessão; 2) ressegurador admitido: sediado no exterior, com escritório de representação no país que, atendendo as normas aplicáveis às atividades de resseguro e retrocessão, tenha sido cadastrado como ressegurador admitido no órgão fiscalizador de seguros; e 3) ressegurador eventual: empresa resseguradora estrangeira sediada no exterior sem escritório de representação no país que, atendendo às normas previstas às atividades de resseguro e retrocessão, tenha sido cadastrada como tal no órgão fiscalizador de seguros para realizar operações de resseguro e retrocessão.

Levando em conta as peculiaridades técnicas, contratuais, operacionais e de risco da atividade e as disposições do órgão regulador de seguros, os resseguradores locais

estão sujeitos: a) às normas do Decreto-Lei nº 73 e demais leis aplicáveis às sociedades seguradoras e b) às regras estabelecidas para as sociedades seguradoras.

A contratação de resseguro e retrocessão no país ou no exterior é feita mediante negociação direta entre a cedente e o ressegurador ou por meio de intermediário legalmente autorizado, que é a corretora autorizada de resseguros. A lei prevê que a transferência de risco somente será realizada em operações de resseguro e retrocessão com resseguradores locais, admitidos ou eventuais devidamente credenciados.

Outra disposição importante da lei complementar nº 126, aditada pela lei complementar nº 137, diz respeito ao fundo para cobertura suplementar de riscos, conhecido no mercado como “fundo catástrofe”. No §3º do art. 9º da lei nº 126 está expresso que fundos com propósito de suplementar os riscos do seguro rural estão autorizados a contratar resseguro, retrocessão e outras formas de transferência de risco, uma vez que eles foram equiparados aos resseguradores locais (BRASIL, 2007; BRASIL, 2010b).

Por meio da lei complementar nº 137, de 26 de agosto de 2010, foi autorizada a participação da União, na condição de cotista, de fundo que tenha como único objetivo a cobertura suplementar dos riscos do seguro rural nas modalidades agrícola, pecuária, aquícola e florestal. A União poderá integralizar cotas ao fundo mediante autorização por Decreto, a critério do Ministro de Estado da Fazenda. A integralização poderá ser feita em moeda corrente, até o limite definido na lei orçamentária, ou em títulos públicos até o limite de R\$ 4 bilhões, sendo que até R\$ 2 bilhões podem ser integralizados por ocasião da adesão ao fundo (BRASIL, 2010b).

A lei complementar nº 137 estabeleceu que o fundo terá natureza privada e patrimônio próprio, podendo ser instituído, administrado e representado judicial e extrajudicialmente por pessoa jurídica criada para essa finalidade, da qual poderão participar, na condição de cotistas, sociedades seguradoras, sociedades resseguradoras, empresas agroindustriais e cooperativas, além da própria União, na mesma condição.

A participação da União no referido fundo está condicionada à explicitação de critérios específicos no seu Estatuto. Dentre outras obrigações, precisam estar declaradas nesse instrumento: a) a composição e as competências do seu conselho diretor, assegurada a participação de pelo menos um representante das sociedades seguradoras, um representante das sociedades resseguradoras, um representante das cooperativas e um representante das empresas agroindustriais; b) as atribuições da assembleia de cotistas; c) as modalidades de cobertura suplementar operadas pelo fundo; d) os limites de cobertura de riscos transferíveis ao fundo pelas sociedades seguradoras e resseguradoras; e) a distribuição proporcional de

votos às cotas integralizadas por cada participante; e f) que as sociedades seguradoras e resseguradoras que optarem por operar com o fundo deverão subscrever cotas, assim como as cooperativas e agroindústrias que aderirem ao fundo devem fazê-lo (BRASIL, 2010b).

A referida lei não foi regulamentada até o presente momento, portanto, não há qualquer fundo em operação com a natureza de suplementação de riscos. A lei atribui ao órgão regulador de seguros dispor sobre: diretrizes para operações de seguro, cosseguro, resseguro e retrocessão amparadas pelo fundo; os limites de cobertura de risco transferíveis ao fundo pelas seguradoras e resseguradoras; os limites de retenção de risco do fundo e operações que impliquem transferência de risco ao fundo, notadamente as de resseguro ou retrocessão. E, por outro lado, é atribuição do CMN – Conselho Monetário Nacional definir diretrizes para aplicação dos recursos do fundo.

É importante mencionar que o Fundo de Estabilidade do Seguro Rural – FESR, apresentado anteriormente, extinguir-se-á com a regulamentação da lei complementar nº 137, ou seja, no momento em que a lei for regulamentada e forem estabelecidas as condições de operação do novo fundo para cobertura suplementar de riscos do seguro rural, o FESR será liquidado e o seu saldo será transferido à conta única do Tesouro Nacional.

A operação dos resseguradores é disciplinada por um conjunto de resoluções que foram emitidas para adequar os procedimentos e regras dos agentes privados às novas leis publicadas. Assim, o Conselho Nacional de Seguros Privados – CNSP publicou as seguintes Resoluções: 168/2007, 227/2010, 171/2008, 172/2007, 173/2007, 185/2008, 187/2008 e 188/2008. Essas resoluções dispõem sobre a atividade de resseguro e retrocessão e sua intermediação; capital mínimo requerido para autorização e funcionamento; regras e procedimentos para a constituição das provisões técnicas, bem como para limites de retenção; a atividade de corretagem de resseguros; critérios para a realização de investimentos e recursos exigidos.

2.2.2.3 Corretores de Seguros

Os corretores de seguros são pessoas físicas ou jurídicas legalmente constituídas para intermediar e promover a contratação de seguros por pessoas físicas ou jurídicas das sociedades seguradoras.

O exercício da profissão de corretor de seguros depende de prévia habilitação e registro na SUSEP, mediante prova de capacidade técnico-operacional, em obediência aos requisitos estabelecidos pelo CNSP (BRASIL, 1966).

Pelas atividades prestadas, os corretores de seguros percebem comissões de corretagem, que só podem ser pagas pelas seguradoras aos corretores devidamente habilitados.

De acordo com o Decreto-Lei nº 73, os corretores de seguros respondem civilmente perante os segurados e às sociedades seguradoras pelos prejuízos que causarem, por omissão, imperícia ou negligência no exercício profissional. A SUSEP está incumbida de fiscalizar os serviços de corretagem, sendo que os corretores podem ser responsabilizados por não observarem a legislação vigente ou por causarem prejuízos às seguradoras ou aos segurados.

Conforme Lei nº 4.594, de 29 de dezembro de 1964, para ser corretor de seguros é preciso comprovar os seguintes requisitos: 1) ser brasileiro ou estrangeiro com residência fixa no país; 2) estar quite com o serviço militar, quando brasileiro; 3) não ter sido condenado por crimes contidos no código penal¹⁴; 4) não ser falido; 5) ter habilitação técnico-profissional e 6) apresentar declaração com firma reconhecida de que não exerce atividade em empresa jurídica de direito público e não mantém relação de emprego ou direção em sociedade seguradora (BRASIL, 1964).

As sociedades seguradoras, por suas matrizes, filiais, sucursais, agências ou representantes, só podem receber proposta de contrato de seguros por intermédio de corretor de seguros habilitado ou diretamente dos proponentes ou seus legítimos representantes, hipótese na qual os valores equivalentes à comissão de corretagem devem ser recolhidos ao Fundo de Desenvolvimento Educacional do Seguro, administrado pela Fundação Escola Nacional de Seguros (FUNENSEG).

2.2.2.4 Ramos e Modalidades do Seguro Rural

O seguro rural constitui ramo de seguro destinado à cobertura de riscos peculiares às atividades agrícola, pecuária, aquícola e florestal. Além disso, cobre também o patrimônio do produtor, seus produtos, o crédito para comercialização desses produtos, além do seguro de vida dos produtores (BRASIL, 2001a).

No artigo 3º da Resolução nº 46/2001, modificado pela Resolução nº 95/2002, são apresentadas as modalidades do seguro rural:

¹⁴ Os crimes referem-se às seções II, III e IV do capítulo VI do Título I, os capítulos I, II, III, IV, V, VI e VII do Título II, o capítulo V do Título VI, capítulos I, II, III e IV do Título X e o capítulo I do Título XI, parte especial do Código Penal.

Seguro agrícola: cobre as explorações agrícolas contra perdas decorrentes de fenômenos climáticos. Cobre a vida da planta, desde sua emergência até a colheita, contra a maioria dos riscos externos, tais como: incêndio, raio, ventos fortes, granizo, tromba d'água, geada, chuvas excessivas, seca, variação excessiva de temperatura, entre outros.

Seguro pecuário: objetiva garantir o pagamento de indenização em caso de morte do animal destinado, exclusivamente, ao consumo, produção, cria, recria e engorda.

Seguro aquícola: indeniza a morte ou outros riscos consequentes de acidentes e doenças que atinjam os criatórios aquáticos de peixes, moluscos, crustáceos e outros.

Seguro de benfeitorias e produtos agropecuários: intenta cobrir danos ou perdas causados aos bens diretamente ligados à produção agrícola, pecuária, aquícola ou florestal, desde que não tenham sido dados em garantia do crédito rural.

Seguro de penhor rural: tem por finalidade cobrir danos ou perdas causados aos bens relacionados às atividades agrícola, pecuária, aquícola ou florestal, que tenham sido dados em garantia de operações de crédito rural.

Seguro de florestas: é destinado a cobrir prejuízos causados às florestas plantadas seguradas, causados por um ou mais riscos cobertos.

Seguro de vida: destina-se ao produtor rural, devedor do crédito rural, tem como beneficiário o agente financeiro credor e vigência coincidente com o período de financiamento.

Seguro de Cédula do Produto Rural (CPR): visa garantir ao segurado o pagamento de indenização diante da comprovação de falta de cumprimento de obrigações pactuadas na CPR, por parte do tomador.

Cada uma das modalidades acima recebe um número correspondente ao ramo específico do seguro. Além disso, os seguros agrícola, pecuário, aquícola, de florestas e penhor rural estão subdivididos em dois ramos, sendo que um número corresponde ao ramo com cobertura do FESR e outro sem a cobertura do Fundo.

Como exemplo, cita-se que o ramo 01 refere-se ao seguro agrícola sem cobertura do FESR, enquanto o ramo 02 é atinente ao seguro agrícola com cobertura desse Fundo. Por outro lado, os seguros de benfeitorias e produtos agropecuários, de vida do produtor rural e de CPR não apresentam essa subdivisão, pois não contam com a cobertura do FESR – Fundo de Estabilidade do Seguro Rural (SUSEP, 2009; BRASIL, 2001a).

É importante ressaltar que as modalidades de seguro rural apresentadas estão isentas dos tributos federais, conforme disposto no artigo 19, do Decreto-Lei nº 73/1966. Esse diploma legal isentou irrestritamente as operações de seguro rural de quaisquer impostos ou tributos federais.

2.2.2.5 Programa de Subvenção ao Prêmio de Seguro Rural

Uma vez apresentada a estrutura legal vigente, as responsabilidades das partes integrantes e a estrutura de regulação do mercado privado de seguros, cabe descrever um programa governamental de apoio ao seguro rural, pelo qual o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA subvenciona parte do prêmio de seguro: trata-se do Programa de Subvenção Econômica ao Prêmio do Seguro Rural - PSR.

A fim de estimular a contratação de seguros pelos produtores rurais, o governo federal criou uma política na qual um percentual entre de 30% e 70% do valor do prêmio de seguro é pago pelo MAPA, dependendo da cultura ou espécie a ser segurada e da modalidade de seguro, sendo que a legislação prevê diferenciação em função da região, categoria de produtores e condições contratuais. Esse programa foi instituído pela lei nº 10.823, de 19 de dezembro de 2003, sendo regulamentado pelo Decreto nº 5.121, de 29 de junho de 2004.

Para a gestão da política de subvenção foi criado o Comitê Gestor Interministerial do Seguro Rural, instância incumbida de aprovar e divulgar: a) os percentuais sobre o prêmio do seguro rural e os valores máximos da subvenção econômica; b) as condições operacionais específicas; c) as culturas e espécies animais contempladas no programa; d) as regiões a serem amparadas pelo benefício previsto; e) as condições técnicas a serem cumpridas pelos beneficiários e f) a proposta de Plano Trienal ou seus ajustes anuais, dispondo sobre as diretrizes e condições para concessão da subvenção econômica.

Além disso, cabe ao Comitê Gestor implementar o benefício previsto na lei; incentivar a criação de projetos-piloto pelas seguradoras, contemplando novas culturas, espécies animais e tipos de cobertura; estabelecer diretrizes e coordenar a elaboração de metodologias e a divulgação de estudos e dados estatísticos que auxiliem o desenvolvimento do seguro rural como instrumento de política agrícola e fixar limites financeiros para a subvenção, por beneficiário e unidade de área (BRASIL, 2004b).

O Comitê Gestor Interministerial do Seguro Rural – CGSR é composto pelos seguintes membros representantes: um do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento que o presidirá; um do Ministério da Fazenda; um do Ministério do

Planejamento, Orçamento e Gestão; um do Ministério do Desenvolvimento Agrário; um da SUSEP; um da Secretaria de Política Agrícola do MAPA e um da Secretaria do Tesouro Nacional do Ministério da Fazenda.

O PSR está ao abrigo da legislação do CNSP e a participação das seguradoras está condicionada à análise e aprovação pela SUSEP dos seus produtos de seguro e à prévia aceitação das normas do programa, mediante cadastro junto à Secretaria-Executiva do CGSR.

O Decreto nº 5.121 estabeleceu a necessidade de publicação de Plano Trienal do Seguro Rural - PTSR, aprovado pelo CGSR e sujeito a posterior aprovação pelo Poder Executivo.

No Plano Trienal do Seguro Rural constam: I) diretrizes gerais da política de subvenção, discriminando as regiões, culturas e espécies animais objetos da subvenção; II) as linhas de seguro subvencionáveis, bem como a definição dos riscos cobertos, parâmetros e disposições contratuais necessárias; III) os percentuais e valores de subvenção ao prêmio do seguro rural; IV) os limites financeiros por beneficiário ou unidade de área; V) estimativa do aporte global de recursos e da evolução do fluxo financeiro durante os anos de vigência e VI) as datas de sua vigência, especialmente a data limite para liquidação das obrigações financeiras junto às seguradoras, antes do encerramento do exercício do MAPA.

Na prática, a operacionalização do PSR consiste no pagamento de percentual do prêmio pelo MAPA às sociedades seguradoras que realizaram operações de seguro rural subvencionado, sendo que estas estão obrigadas a abater do prêmio cobrado dos beneficiários, por seus produtos de seguro, quantia idêntica ao valor da subvenção. A coordenação e fiscalização da aplicação dos recursos do programa são exercidas pelo CGSR.

Uma obrigação pertinente criada no âmbito do programa, que contribui para reduzir a sinistralidade, é a de que a contratação de seguros de culturas temporárias seja realizada em conformidade com o zoneamento agrícola do MAPA e, na sua ausência, com outros zoneamentos agroclimáticos de instituições oficiais de pesquisa, a critério do CGSR. A sinistralidade tende a se reduzir porque os zoneamentos citados devem, obrigatoriamente, considerar critérios probabilísticos na delimitação das datas de plantio e riscos das culturas (BRASIL, 2004b).

Para serem reembolsadas, as seguradoras habilitadas no PSR que tenham realizado operações passíveis de subvenção, encaminham à Secretaria Executiva do CGSR as informações e documentos exigidos para a comprovação do valor da subvenção, no prazo e forma constantes no regulamento do programa. As obrigações financeiras assumidas pela

União, ao amparo do programa, deverão ser liquidadas junto às seguradoras no mesmo exercício de contratação do seguro rural.

Nesse arcabouço jurídico foi publicado o Decreto nº 7.059, de 29 de dezembro de 2009, e em seguida a Resolução nº 22, de 30 de dezembro de 2009, esta última aprovando o Plano Trienal do Seguro Rural. Esses instrumentos fixaram os percentuais e valores máximos da subvenção ao prêmio do seguro rural para o triênio 2010 a 2012, além de estimativa de aporte de recursos orçamentários para a sua execução (BRASIL, 2009a; 2009b).

Na Resolução nº 22, em que o CGSR aprovou o Plano Trienal do Seguro Rural – PTSR para o período 2010-2012, foram fixadas as principais diretrizes do referido Plano, sendo elas: a) promover a universalização do acesso ao seguro rural; b) assegurar o papel do seguro rural como mitigador dos riscos climáticos na agropecuária e c) induzir o uso de tecnologias adequadas e modernizar a gestão do empreendimento agropecuário. Apresenta-se a seguir quadro resumindo os percentuais e limites de subvenção ao prêmio de seguro rural.

Modalidade de seguro	Grupos de culturas	Percentuais de subvenção (%)	Limites (R\$)
Agrícola	Feijão, milho segunda safra e trigo.	70	96.000,00
	Ameixa, aveia, canola, caqui, cevada, centeio, figo, kiwi, linho, maçã, nectarina, pêra, pêssego, sorgo, tritcale e uva.	60	
	Algodão, arroz, milho e soja.	50	
	Abacate, abacaxi, abóbora, abobrinha, alface, alho, amendoim, atemoia, banana, batata, berinjela, beterraba, cacau, café, caju, cana-de-açúcar, cebola, cenoura, cherimoia, chuchu, couve-flor, ervilha, escarola (chicória), fava, girassol, goiaba, graviola, jiló, laranja, lichia, lima, limão e demais cítricos, mamão, mamona, mandioca, manga, maracujá, melancia, melão, morango, pepino, pimentão, pinha, quiabo, repolho, sisal, tangerina, tomate, vagem, e demais hortaliças e legumes.	40	
Pecuária		30	32.000,00
De florestas		30	32.000,00
Aquícola		30	32.000,00
Valor máximo subvencionável			192.000,00

Quadro 1 - Modalidades, limites e percentuais de subvenção, para o triênio 2010-2012, do Programa de Subvenção Econômica ao Prêmio do Seguro Rural

Fonte: Brasil (2009a)

As modalidades amparadas pela subvenção econômica ao prêmio são a agrícola, a pecuária, a aquícola e a de florestas. Os riscos cobertos são aqueles aprovados pela SUSEP, desde que dentro das referidas modalidades beneficiárias da subvenção.

Assim, os seguros subvencionáveis são aqueles enquadrados nas modalidades do programa e desde que devidamente aprovados pela SUSEP. Caso haja alteração que não modifique a estrutura técnica de um plano de seguro¹⁵, o simples protocolo dessa alteração na SUSEP é suficiente para que o produto reformulado seja beneficiário da subvenção.

Tal como apresentado no Quadro 1, o produtor rural pode receber a subvenção até o limite de R\$ 96.000,00, para mais de uma cultura, desde que a soma não ultrapasse o citado limite. Os produtores podem receber a subvenção para as demais modalidades independentemente, com limite extra de R\$ 32.000,00 para cada uma das modalidades pecuária, aquícola e de florestas. Cumulativamente, o limite máximo subvencionável por produtor, pessoa física ou jurídica, adimplente com a União, é de R\$ 192.000,00.

É importante frisar também que o PTSR 2010-2012 determinou que as condições do programa de subvenção abrangessem todo o território nacional e que os produtores podem contratar seguro rural com subvenção para a mesma atividade para a qual tenham operação amparada pelo Proagro - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária, considerando que as lavouras sejam implantadas em áreas diferentes.

Outro aspecto a salientar é que o PTSR permite a interação do programa de subvenção federal com os programas estaduais¹⁶ de subvenção ao prêmio do seguro. Nessa situação, a parcela do prêmio não subvencionada pelos programas estaduais pode receber o benefício no percentual estipulado no programa de subvenção federal.

A fim de facilitar a análise e condensar as informações referentes às leis, decretos-lei, decretos, resoluções e circulares que regulamentam as atividades e a operação das empresas envolvidas no mercado de seguros, apresenta-se a Figura 4 com o ordenamento jurídico do seguro rural privado no Brasil.

¹⁵ Conforme a Resolução nº 22, de 30 de dezembro de 2009, a estrutura técnica do plano de seguro deve ser entendida como as componentes: coberturas securitárias, riscos cobertos, riscos excluídos, culturas e espécies animais atendidas.

¹⁶ Cabe mencionar que os estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná mantêm programas de subvenção ao prêmio de seguro rural. A base legal desses programas é a seguinte: São Paulo (Lei nº 11.244/2003 e Decreto 48.226/2003), Minas Gerais (Lei nº 16.745/2007 e Decreto 44.654/2007) e Paraná (Lei nº 16.166/2009 e Decreto nº 5.072/2009).

Figura 4 - Estrutura da legislação federal referente ao seguro rural privado
Fonte: Elaborado pelo autor

2.2.2 Modelos de seguro de receita no Brasil

Em 2011 foram lançados dois projetos pioneiros na área de seguro de receita agrícola. Esses planos de seguro passaram a oferecer, em nível experimental e com oferta restrita de apólices, proteção contra a redução da receita agrícola. A primeira iniciativa foi

aprovada em 2010 e divulgada em janeiro de 2011, pela UBF Seguros, mais tarde incorporada pela Swiss Re. A segunda foi apresentada em julho de 2011, pela Companhia de Seguros Aliança do Brasil, objetivando distribuir o produto em diferentes Estados, na safra de soja 2011/12.

Ambos os produtos foram baseados em metodologias utilizadas nos Estados Unidos, em especial nos planos de cobertura de receita agrícola - CRC¹⁷, de receita garantida - RA¹⁸ e de proteção de renda - IP¹⁹, instrumentos que serão detalhados neste estudo. A documentação sobre esses novos produtos é ainda limitada e não há experiência acumulada, resultados e tampouco avaliação sobre o seu desempenho, pois eles não foram ainda testados em situações práticas e em larga escala. Os princípios de funcionamento de cada produto são apresentados a seguir.

2.2.2.1 Seguro receita agrícola

Inicialmente, cabe esclarecer que o produto de seguro receita agrícola foi lançado pela UBF Seguros, em 2010, seguradora que passou a ser controlada pela Swiss Re, em novembro do mesmo ano (SWISS RE, 2012). Desse modo, cumpre destacar que parte da documentação consultada está em nome da UBF Seguros, mas atualmente o produto é comercializado pela Swiss Re.

O seguro “receita agrícola” da Swiss Re cobre riscos que determinam a diminuição da produtividade e a redução de preço, de forma que o gatilho do seguro é um determinado nível de receita. Assim, se a receita obtida por um produtor for inferior ao valor de receita garantida, a companhia seguradora indeniza no montante equivale à respectiva diferença apurada.

O objetivo do seguro receita agrícola é indenizar o segurado no caso de redução da receita motivada por eventos climáticos cobertos ou diminuição do preço do produto na colheita, ou uma combinação desses dois riscos (UBF Seguros, 2011a).

O produto de seguro receita agrícola foi ofertado inicialmente para a cultura da soja, aos clientes tradicionais da empresa, no estado do Paraná. O lançamento foi de apenas 10 apólices, cujos prêmios totalizaram R\$ 3 milhões (LOPES, 2011). Para a safra 2011/2012, a seguradora esperava ampliar a comercialização e atender 300 produtores. Além disso, a

¹⁷ Do inglês: CRC – Crop Revenue Coverage, traduzido como cobertura de receita agrícola.

¹⁸ Do inglês: RA – Revenue Assurance, traduzido como receita garantida.

¹⁹ Do inglês: IP – Income Protection, traduzido como proteção de renda.

empresa informou que pretende lançar produtos semelhantes para as culturas do algodão e milho.

De acordo com Lopes (2011), a Swiss Re define os termos das apólices a partir de informações que levam em consideração as regras de zoneamento agrícola, a área plantada, a produtividade e a colheita esperada. E a receita é balizada pelas cotações do produto na Bolsa de Chicago (CBOT-CME), que são internalizadas pelas cotações do dólar estadunidense publicadas pelo Banco Central do Brasil.

Em UBF Seguros (2011b), a seguradora menciona que o tipo de seguro que cobre a receita do produtor, em decorrência de eventos climáticos e/ou de variação de preço, é um seguro de fato, e não um mecanismo de *hedge* de preço. A seguradora apresenta o seguro de receita enfatizando que ele tem as seguintes vantagens: a) gera maior estabilidade na renda; b) facilita o acesso ao crédito para financiar a produção; c) minimiza o risco de inadimplência frente a compromissos financeiros assumidos; d) aumenta a possibilidade de investimentos devido ao planejamento e à garantia prestada e e) contribui para a manutenção do produtor na atividade.

Basicamente, o seguro receita agrícola da Swiss Re cobre os mesmos riscos do seguro de riscos nomeados (produtividade), acrescido do risco de variação dos preços. Assim, a cobertura abrange os riscos advindos de: granizo, seca, geada, vendaval, tromba d'água, chuva excessiva, inundação/alagamento, raio, incêndio e variação de preços.

A produtividade utilizada pode ser a comprovada pelo agricultor ou, na falta de um histórico confiável, a produtividade média municipal publicada pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

O nível de cobertura pode ser escolhido pelo produtor, variando entre 50% e 70%. A companhia seguradora justifica, conforme descrito em Lopes (2011), que o mercado brasileiro ainda não é maduro para operar com nível de cobertura de 80%, como ocorre nos Estados Unidos. No Brasil, é preciso trabalhar com um nível menor, de até 70%, para manter o interesse dos agricultores nos tratos culturais, a fim de atingir a receita esperada.

No Quadro 2 são apresentadas as principais diferenças entre o seguro de receita agrícola e o seguro de produtividade (riscos nomeados) da Swiss Re. Pode-se observar que enquanto o gatilho do seguro de produtividade ou riscos nomeados é o nível de produtividade, o seguro receita agrícola tem como gatilho da indenização o valor da receita. O primeiro tem um nível de produtividade garantida; e segundo, um nível de receita bruta garantida.

Descrição	Seguro de riscos nomeados	Seguro receita agrícola
Garantia do seguro	Produtividade (custeio)	Receita (produtividade x preço)
Riscos cobertos	Granizo, seca, geada, vendaval, tromba d' água, chuva excessiva, inundação, raio e incêndio.	Todos do seguro de risco nomeados, mais a variação de preços.
Variáveis de apreamento	Produtividade	Produtividade e preço
Produtividade de referência	IBGE ou histórico do segurado	IBGE ou histórico do segurado
Nível de cobertura	De 50% a 70%	De 50% a 70%
Produtividade garantida e receita garantida	Produtividade de referência x nível de cobertura	Receita garantida = produtivid. de referência x nível de cobertura x preço esperado do produto, tomado no momento do plantio
Produtividade e receita obtida	Produtividade obtida na colheita	Receita obtida = produtividade obtida x preço do produto na colheita
Indenização	Se produtividade garantida for maior que a produtividade obtida	Se o DRG - Disparador de Receita Garantida for maior que receita obtida
Preço para indenização	Fixado no momento da emissão da apólice (no plantio) com base no mercado futuro do produto	Obtido no momento da colheita, com base na média de preços do produto no mercado (na época da colheita)

Quadro 2 - Comparativo entre o seguro de riscos nomeados (produtividade) e o seguro de receita agrícola da Swiss Re

Fonte: Adaptado pelo autor de UBF Seguros (2011a; 2011b)

Algumas definições são importantes para se entender adequadamente o esquema de funcionamento do produto de seguro de receita, em especial os mecanismos de regulação de sinistro e indenização. Com base nas condições gerais do seguro, descritas em UBF Seguros (2011a), conceituam-se os termos:

Nível de cobertura (NC): é o percentual de proteção definido pelo segurado entre aqueles ofertados pela seguradora para a cultura, a safra e o local de produção segurados, constante da proposta de seguro e da apólice.

Disparador da Receita Garantida (DRG): é o valor obtido pela aplicação do nível de cobertura sobre a receita esperada e representa o limite em que se inicia a indenização, desde que a receita obtida seja inferior a este limite.

Limite Máximo de Indenização (LMI) ou Máxima Cobertura de Receita (MCR): representa o valor máximo de responsabilidade assumida pela seguradora em relação ao risco especificamente segurado.

Liquidação de Sinistro: ato pelo qual a seguradora, após a regulação do sinistro, e concluindo tratar-se de sinistro coberto e apurado os prejuízos, efetua o pagamento da indenização ao beneficiário e/ou segurado.

Preço da Cultura no Plantio: verificado no momento da contratação (plantio) com base no preço futuro do mercado de referência (época da colheita), publicado pelo CBOT-CME, em US\$/bushel e convertido em reais por saca (R\$/saca). Utiliza-se a média mensal (preço do fechamento diário) das cotações para o contrato com vencimento no mês de colheita. O produtor pode contratar a cotação integral publicada pela CBOT-CME ou valor menor, sendo que mesmo percentual será aplicado no preço de colheita. A conversão para R\$/saca levará em conta a cotação média do câmbio do mês anterior ao da contratação do seguro.

Preço da Cultura na Colheita: verificado no momento da colheita, com base no mercado de referência publicado pelo CBOT-CME, em US\$/bushel e convertidos em reais por saca (R\$/saca). O preço do produto na colheita será a média das cotações (fechamento diário) para o mês de referência indicado na proposta e apólice (ex. mês de referência para o estabelecimento do preço na colheita: média mensal de abril de 201X).

Produtividade de Referência: é a produtividade média da cultura nas últimas cinco safras do município de localização da propriedade, baseada nos dados da Produção Agrícola Municipal – PAM, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A critério da seguradora poderá ser usada a produtividade média do mesmo período obtida pelo segurado. Neste último caso, somente serão analisadas as situações em que o produtor apresente notas fiscais de entrega da produção, emitidas pelo comprador, e estas sejam confirmadas por laudo de inspeção prévia. A produtividade será expressa em quilogramas por hectare (Kg/ha), sacas (60 Kg) por hectare (sc./ha) ou arrobas (15 Kg) por hectare (@/ha).

Produtividade Garantida: produtividade indicada na proposta e na apólice de seguro, sendo igual ao produto da multiplicação da produtividade de referência ou esperada pelo nível de cobertura, sendo obrigatoriamente expressa da mesma forma que a produtividade de referência ou esperada.

Produtividade Obtida: é produtividade média obtida na colheita da unidade segurada para a safra coberta, pela utilização dos procedimentos habituais e tecnicamente adequados para a cultura, sendo expressa da mesma forma que as produtividades de referência e garantida.

Receita Esperada: resultado da multiplicação da produtividade de referência (sacas/ha), preço da cultura no plantio (R\$/saca) e unidade segurada (ha), definindo o valor de receita esperado pelo produtor na colheita (futuro).

Receita Obtida: resultado da multiplicação da produtividade obtida (sacas/ha), preço da cultura na colheita (R\$/saca) e unidade segurada (ha), definindo o valor de receita real obtida pelo produtor após a colheita.

Regulação de Sinistro: procedimento adotado pela seguradora para verificar e avaliar as perdas que o segurado teve em função do sinistro avisado.

Unidade segurada: é toda a área plantada com a mesma cultura a ser segurada, aceita pela seguradora, que será utilizada como base para o cálculo de indenização em caso de sinistro, sendo expressa em hectares na proposta e na apólice de seguro.

Com base nas definições acima, apresentam-se exemplos aplicados do funcionamento do seguro em análise. Os exemplos são variações de um mesmo caso, representado por uma apólice destinada a cobrir uma lavoura de 150 hectares de soja, cuja produtividade de referência é de 52 sacas/ha.

O nível de cobertura utilizado é de 70%, o máximo oferecido pela seguradora nesse produto de seguro. O preço do produto no plantio, levando em conta a média das cotações do mercado futuro do mês de referência na Bolsa de Chicago, para o mês de colheita, e a média das cotações do câmbio publicada pelo Banco Central, foi estabelecido em R\$ 48,92/sc. Com isso, o Disparador da Receita Garantida (DRG) é de R\$ 267.103,20 na unidade segurada ($DRG = 52 \times 70\% \times 48,92 \times 150$), equivalente a uma receita garantida de R\$ 1.780,69 por hectare ($= 52 \times 70\% \times 48,92$), conforme detalhes apresentados no Quadro 3.

Na contratação (Plantio)	Por hectare	Por unidade segurada
Unidade segurada (ha)		150
Produtividade de referência (sc./ha)	52	52
Nível de cobertura (%)	70%	70%
Produtividade segurada (sc./ha)	36,40	36,40
Preço em bolsa (US\$/bushel)	11,68	11,68
Câmbio (R\$/US\$)	1,90	1,90
Preço da cultura no plantio (R\$/sc.)	48,92	48,92
Receita esperada (52 sc./ha x R\$ 48,92/sc.)	2.543,84	381.576,00
Receita garantida (Disparador) (36,4 sc./ha x R\$ 48,92/sc.)	1.780,69	267.103,20
Máxima cobertura de receita (40% da receita esperada)	1.017,54	152.630,40

Na apuração (Colheita)	Situação 1	Situação 2	Situação 3	Situação 4
Cotação em bolsa (US\$/bushel)	10,74	10,74	7,16	9,07
Câmbio (R\$/US\$)	1,90	1,90	1,90	1,90
Preço na colheita (R\$/sc.)	45,00	45,00	30,00	38,00
Produtividade obtida (sc./ha)	46	34	22	52
Receita obtida (unidade segurada)	310.500,00	229.500,00	99.000,00	296.400,00
Receita garantida (Disparador)	267.103,20	267.103,20	267.103,20	267.103,20
Indenização (unidade segurada)	0,00	37.603,20	152.630,40	0,00
Receita obtida (ha)	2.070,00	1.530,00	660,00	1.976,00
Indenização (ha)	0,00	250,69	1.017,54	0,00

Quadro 3 - Seguro Receita Agrícola da Swiss Re

Fonte: Adaptado pelo autor de UBF Seguros (2011a, 2011b)

O seguro receita agrícola da Swiss Re tem um limite superior e um inferior de cobertura para as perdas. O Limite Máximo de Indenização (LMI), que é a responsabilidade máxima assumida pela companhia seguradora²⁰, é fixado em 40% da receita esperada, equivalente a R\$ 1.017,54/ha ou R\$ 152.630,40 para a unidade segurada.

Por outro lado, perdas situadas entre 70% e 100% da receita esperada também não são cobertas, de forma que somente perdas superiores a 30%, correspondentes a receita obtida inferior ao Disparador da Receita Garantida, ensejarão o pagamento de indenização. Assim, um produtor que tiver perda total, por exemplo, arcará com 60% da perda de receita esperada e será indenizado pelos demais 40%, na faixa de perdas situada entre 30% e 70%.

O Quadro 3 ilustra o funcionamento do seguro de receita da Swiss Re, com quatro situações possíveis, resultantes de combinações entre o comportamento da produtividade e do preço do produto no decurso da safra.

A situação 1 é caracterizada por uma pequena redução do preço de colheita em relação ao preço de plantio (-8%) e da produtividade em relação à de referência (-11,5%). A receita na colheita atinge R\$ 310.500,00 na unidade segurada (R\$ 2.070,00/ha), valor superior ao DRG de R\$ 267.103,20, portanto não há indenização a ser paga nessa situação.

Por outro lado, a situação 2 desencadeia a indenização. Nesse caso, o preço de colheita é igual ao da situação 1 (R\$ 45,00/sc.), mas a produtividade diminuiu a 34 sacos/ha, equivalente a 65% da produtividade de referência. Com isso, a receita obtida de R\$ 229.500,00 é menor que o DRG de R\$ 267.103,20, ensejando, dessa maneira, o pagamento de indenização no montante de R\$ 37.603,20.

O cenário que representa a pior conjuntura possível é descrito na situação 3, contemplando redução de produtividade e preços simultaneamente. Na situação 3, a produtividade obtida é de 22 sacas/ha (-57,7%) e o preço de R\$ 30,00/sc. (-38,7%), perfazendo receita na colheita de R\$ 99.000,00, equivalente a 26% da receita esperada.

A diferença entre a receita obtida e o DRG é de R\$ 168.103,20 (44% da receita esperada), no entanto, conforme se frisou, o Limite Máximo de Indenização (LMI) equivale a 40% da receita esperada, restringindo a indenização ao valor máximo de R\$ 152.630,40. Desse modo, a companhia seguradora indeniza até o valor do LMI, sendo que o restante da perda (R\$ 15.472,80 ou 4% da receita esperada) deve ser suportado pelo segurado.

²⁰ Esse tipo de rateio dos prejuízos é chamado de Primeiro Risco Relativo. Nessa modalidade de seguro são indenizados os prejuízos até o valor da importância segurada, desde que o valor em risco não ultrapasse determinado montante fixado na apólice. Caso esse valor seja ultrapassado, o segurado participa dos prejuízos como se o seguro fosse proporcional (UBF SEGUROS, 2011a).

O balanço final da situação 3 é o seguinte: o produtor recebe da seguradora R\$ 152.630,40 (40% da receita esperada) e suporta perdas de R\$ 129.945,60 ou 34% da receita esperada (30% advindo do nível de cobertura escolhido, mais 4% excedente ao LMI).

O último exemplo, representado pela situação 4, ilustra conjuntura na qual há redução no preço de colheita que atinge R\$ 38,00/sc. e não há alteração no rendimento em relação à produtividade de referência (52 sc./ha). Nessas condições, a receita obtida de R\$ 296.400,00 é superior aos R\$ 267.103,20 do DRG, circunstância que não produz pagamento de indenização.

É importante destacar que, conforme UBF Seguros (2011a), a ocorrência de qualquer fenômeno incluído entre os riscos cobertos obriga o segurado a realizar a comunicação de sinistro. Uma vez avisada, a seguradora enviará peritos para verificar a extensão dos danos, por meio de vistoria preliminar (constatação de evento) e/ou vistoria final (regulação do sinistro). Com antecedência mínima de 15 dias, e confirmação dois dias antes, o segurado deverá comunicar à seguradora sobre a data de início da colheita, sendo que esta não pode ser iniciada sem a autorização da seguradora. No caso de perda total, a comunicação do início da colheita é dispensada.

Assim, por meio de vistoria final será feita a determinação da produtividade obtida resultante do bem segurado em função do evento previamente constatado, procedendo-se assim a regulação do sinistro. O preço do produto na colheita é apurado pela seguradora, de acordo com a data de referência constante da apólice, independente de aviso ou comunicação do segurado.

Mesmo que não haja comunicação de sinistro, o segurado fica obrigado a manter planilhas, relatórios de produção, calagem, adubação, aplicação de defensivos e demais tratos culturais sobre a lavoura ou bem segurado, durante todo o período de vigência da apólice, documentação que deve estar sempre à disposição da seguradora. O segurado deve dar condições para que a seguradora acompanhe todo o desenvolvimento da cultura até a colheita, mantendo ainda à disposição todas as notas fiscais de compra de insumos e informações sobre a entrega do produto colhido (romaneios, notas fiscais etc.).

Caso ocorram prejuízos, esses são apurados para viabilizar o cálculo da indenização. Sendo devida, a indenização deverá ser efetivada no prazo máximo de 30 dias, a contar do recebimento dos documentos básicos obrigatórios.

2.2.2.2 Seguro agrícola faturamento

Em julho de 2011, visando à safra 2011/2012, a Companhia de Seguros Aliança do Brasil lançou o produto “seguro agrícola faturamento”. O produto foi disponibilizado inicialmente para a soja, em todos os Estados brasileiros, mas, segundo Zanata (2011), a intenção da seguradora é estendê-lo para outras culturas e regiões produtoras do Brasil.

O período de venda desse seguro é de julho a dezembro, sendo que a expectativa do Banco do Brasil, canal de distribuição da Companhia de Seguros Aliança do Brasil, era atingir faturamento de R\$ 20 milhões em prêmios e segurar R\$ 500 milhões em capital na safra 2011/12, volume equivalente a 3.000 apólices. No evento de lançamento do produto de seguro, de acordo com Zanata (2011), o Banco do Brasil esclareceu que o produtor que optar pelo seguro de faturamento deverá pagar um prêmio adicional de aproximadamente 3%, em relação ao seguro de produtividade.

Na visão do Banco do Brasil, essa nova modalidade de seguro deve reabrir a discussão sobre a obrigatoriedade da contratação de seguro em operações de crédito rural subsidiadas pelo Tesouro Nacional. Nessa perspectiva, as operações com crédito rural de custeio, que contam com taxa de juro equalizada, dispõem automaticamente de algum tipo de seguro para proteger os recursos públicos e, ao mesmo tempo, evitar reiterados lançamentos de pacotes de renegociação de dívidas.

A cobertura do seguro de faturamento objetiva garantir a indenização em caso de diferença entre o faturamento garantido e o obtido com a produção segura, respeitando-se o valor máximo de indenização fixado pela seguradora. Nesse plano de seguro, o bem segurável é o legítimo interesse econômico ou pecuniário que o segurado tem com respeito à cultura objeto da cobertura do seguro.

Algumas definições são importantes para entendimento do seguro de faturamento, principalmente para se apreender as diferenças em relação ao produto da Swiss Re e ao seguro de produtividade da própria Aliança do Brasil. Assim, a partir das condições gerais do seguro, descritas em Companhia de Seguros Aliança do Brasil (2011a), definem-se os seguintes termos:

Faturamento esperado: resultado da multiplicação da área segura (em ha), do preço base (R\$/sc.) e da produtividade esperada (sc./ha), indicados na proposta e apólice/certificado de seguro.

Faturamento garantido: resultado da multiplicação do faturamento esperado (em R\$) pelo nível de cobertura (em percentual).

Faturamento obtido: resultado da multiplicação da área segurada (em ha), do preço de colheita (R\$/sc.) e da produtividade obtida (sc./ha).

Limite Máximo de Indenização (LMI): representa o valor máximo de responsabilidade assumida pela seguradora em relação ao risco especificamente segurado. Equivale à máxima responsabilidade da seguradora e ao faturamento garantido.

Preço base: preço do produto em reais (R\$) por saca, determinado entre as partes na data da contratação do seguro, indicado na proposta e apólice/certificado de seguro, utilizado como base para cálculo do faturamento esperado. É calculada pela média dos últimos 15 (quinze) preços de fechamento (cotação de ajuste diário) anteriores à contratação do seguro, das cotações referenciadas no contrato padronizado para soja, código SFI (Contrato Futuro de Soja com Liquidação Financeira da BM&FBOVESPA). A conversão para reais (R\$) é realizada com base na cotação média do dólar PTAX800 (em R\$/US\$), para o mesmo período em que houve a coleta dos preços do produto.

Preço de colheita: preço do produto convertido em reais (R\$) por saca, verificado em bolsa de mercadorias e futuros (nacional ou estrangeira), indicada na proposta e apólice/certificado de seguro, utilizado no cálculo do faturamento obtido. O preço de colheita, convertido em R\$/saca, resulta da média dos últimos 15 (quinze) preços diários do Indicador de Preço Disponível da soja Esalq/BM&FBOVESPA, anteriores à data de execução do seguro, que é a data de vencimento do contrato de referência.

Deságio: percentual redutor do preço que poderá ser aplicado ao preço base e ao preço de colheita, desde que estipulado na apólice/certificado de seguro.

Produtividade esperada: a produtividade da cultura expressa em quilos, sacas, toneladas ou arrobas por hectare, determinada pela seguradora e indicada na proposta de seguro.

Produtividade segurada: é a produtividade indicada na proposta e na apólice/certificado de seguro, sendo igual ao produto da multiplicação da produtividade esperada pelo nível de cobertura, expressa da mesma forma que a produtividade esperada.

Produtividade obtida: é média da produtividade suscetível de colheita (média ponderada de todas as produtividades da área total segurada), auferida pelos procedimentos habituais e

tecnicamente adequados para a cultura segurada e informada em Laudo de Vistoria elaborado por Engenheiro Agrônomo credenciado pela seguradora.

Unidade segurada: é a totalidade de áreas cultivadas com a cultura segurada, aceita pela seguradora, ainda que cultivadas em diferentes propriedades, desde que constem em uma única proposta de seguro. Será expressa em hectares e será utilizada como base de cálculo para indenização do seguro.

O seguro de faturamento agrícola da Companhia de Seguros Aliança do Brasil contempla duas coberturas: cobertura básica de faturamento e cobertura adicional de replantio.

A cobertura básica indeniza em decorrência de diferença registrada entre os faturamentos garantido e obtido com a produção segurada, que esteja dentro da mesma unidade segurada. A cobertura adicional de replantio, adquirida mediante o pagamento de prêmio adicional, garante o pagamento de indenização ao segurado referente às perdas causadas exclusivamente por chuva excessiva, tromba d'água e/ou granizo que venham a causar a morte de plantas e inviabilizem a produção, em área maior ou igual ao percentual de área mínima da cobertura adicional de replantio, estipulado na apólice/certificado de seguro, aplicado sobre a área total segurada.

A principal diferença entre o seguro de produtividade e o seguro de faturamento é que o primeiro tem como gatilho a produtividade média da área segurada, enquanto o segundo tem o faturamento total.

O seguro de produtividade da Companhia de Seguros Aliança do Brasil indeniza valor percentual do custeio, equivalente à perda de produtividade calculada. O seguro de faturamento indeniza valor proporcional à diferença entre o faturamento segurado e o obtido, caso este seja inferior àquele. Desse modo, o valor da indenização do seguro de faturamento somente poderá ser apurado após a verificação da produtividade colhida e a fixação do preço de colheita.

Os riscos cobertos pelo seguro de faturamento agrícola são os mesmos do seguro de produtividade, acrescido o risco de variação do preço da cultura no mercado.

Outro aspecto a destacar diz respeito à produtividade de referência utilizada pela seguradora para a determinação da produtividade esperada, pois as estatísticas municipais, publicadas pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, estão sendo substituídas pelas médias calculadas pelo Banco do Brasil e pelo próprio histórico do

produtor, quando houver relacionamento comercial anterior, pois este integra a média sugerida pelo Banco. Essa adequação das produtividades esperadas aproximou-as das produtividades efetivas colhidas pelos agricultores, tornando o seguro mais atrativo para os produtores.

O nível de cobertura eleito pelo segurado no momento da contratação do seguro de faturamento varia de 60% a 75%, dependendo da localidade. Os níveis de 50% e 55%, disponíveis no seguro de produtividade, foram retirados do seguro de faturamento, pois a própria Companhia entendeu que a cobertura oferecida com esses níveis é muito limitada. O Quadro 4 destaca as principais características do seguro de faturamento e ressalta as diferenças em relação ao seguro de produtividade comercializado pela Aliança do Brasil.

Descrição	Seguro de produtividade	Seguro de faturamento agrícola
Garantia do seguro	Produtividade (custeio)	Faturamento (produtividade x preço)
Riscos cobertos	Seca, granizo, incêndio, raio, geada, ventos fortes, chuva excessiva, ventos frios, tromba d'água e variação de temperatura.	Os mesmos do seguro de produtividade, acrescidos da variação do preço da cultura no mercado.
Variáveis de apreamento	Produtividade	Produtividade e preço
Produtividade de referência (esperada)	IBGE, Banco do Brasil/Aliança do Brasil ou histórico do segurado.	IBGE, Banco do Brasil/Aliança do Brasil ou histórico do segurado.
Nível de cobertura	De 50 a 75%	De 60% a 75%
Produtividade segurada e faturamento garantido	Produtividade esperada x nível de cobertura	Faturamento garantido = produtividade esperada x nível de cobertura x preço futuro do produto determinado no momento do plantio
Produtividade obtida e faturamento obtido	Produtividade obtida na colheita	Faturamento obtido = produtividade obtida x preço do produto na colheita
Indenização	Se produtividade segurada for maior que a produtividade obtida. Indeniza percentual do custeio equivalente à perda de produtividade calculada.	Se faturamento garantido for maior que faturamento obtido. Indeniza o valor equivalente à diferença verificada entre os faturamentos obtido e garantido.
Preço do produto utilizado na indenização	Fixado no momento da emissão da apólice (no plantio), com base no mercado futuro do produto.	Determinado com base na média dos preços no mercado futuro, na época da colheita.

Quadro 4 - Comparativo entre o seguro de produtividade e o seguro agrícola de faturamento da Companhia de Seguros Aliança do Brasil

Fonte: Adaptado pelo autor de Companhia de Seguros Aliança do Brasil (2011a)

A Companhia de Seguros Aliança do Brasil tem adotado deságio de 20% sobre os preços base e de colheita, para todas as localidades do país. Assim, no cálculo do faturamento esperado, há primeiro um ajuste nos preços pelo deságio de 20% e depois a aplicação do nível de cobertura.

A despeito de o deságio parecer elevado, é preciso esclarecer que tal procedimento é adotado para contornar a existência de base²¹, pois o preço cotado em bolsa para determinado local de referência é diferente do preço na localidade de contratação da apólice, essencialmente, no presente caso, devido ao custo de logística entre esses dois locais/mercados.

A utilização do deságio como forma de compensação da base não é um problema, ao contrário, é fundamental para que o seguro seja atuarialmente justo. O problema reside na dificuldade de se determinar o deságio apropriado, a fim de evitar o sobre-seguro ou sub-seguro, quando, respectivamente, os preços utilizados no seguro estão acima ou abaixo dos preços do mercado, favorecendo o desequilíbrio entre prêmios e indenizações.

A produtividade obtida, conforme a definição apresentada de unidade segurada, equivale à produtividade ponderada de todas as glebas que compõem a área segurada. Isso implica, se o sinistro é localizado em 30% da área plantada, por exemplo, e na média o faturamento não é inferior ao faturamento garantido, não será devida a indenização.

A seguir apresenta-se exemplo aplicado do seguro faturamento agrícola da Aliança do Brasil, considerando quatro situações possíveis, em função de variações na produtividade e no preço de colheita do produto. A unidade segurada no exemplo é de 150 hectares de soja, com produtividade média de 52 sacas/ha e nível de cobertura de 70%.

Com as premissas consideradas e preço base de R\$ 48,92/saca, o seguro faturamento agrícola garante receita de R\$ 213.704,40 na unidade segurada, equivalente ao faturamento de R\$ 1.424,70 por hectare. Embora as bolsas de cotação dos preços futuros do seguro de receita da Swiss Re e Companhia Aliança do Brasil sejam distintas, para facilitar a comparação foram assumidas as mesmas cotações utilizadas no exemplo do seguro receita agrícola da Swiss Re, Quadro 3, para o preço da soja no plantio e na colheita.

²¹ Segundo Hull (2005, pag. 98), a base pode ser definida como a diferença entre o preço a vista do produto e o preço futuro do contrato utilizado. Conforme Marques, Mello e Martines Filho (2008, pag. 69), a base tem três dimensões: tempo, espaço e qualidade; incluindo, assim, transporte, impostos, comissões, oferta e demanda local, qualidade do produto, barreiras sanitárias, dentre outros fatores.

Na contratação (Plantio)	Por hectare	Por unidade segurada
Área segurada (ha)		150
Produtividade esperada	52	52
Preço Futuro médio em US\$/sc. Cotação BM&F Bovespa	25,75	25,75
Preço Futuro médio em R\$/sc. Câmbio R\$/US\$ = 1,90	48,92	48,92
Preço-base (80%) 80% do Preço Futuro	39,14	39,14
Faturamento esperado	2.035,28	305.292,00
Nível de cobertura	70%	70%
Faturamento garantido	1.424,70	213.704,40

Na apuração (Colheita)	Situação 1	Situação 2	Situação 3	Situação 4
Produtividade obtida	46	34	22	52
Preço colheita (R\$/sc.)	45,00	45,00	30,00	38,00
Preço colheita ajustado (80%)	36,00	36,00	24,00	30,40
Faturamento obtido (unid. segurada)	248.400,00	183.600,00	79.200,00	237.120,00
Faturamento garantido	213.704,40	213.704,40	213.704,40	213.704,40
Indenização (unidade segurada)	0,00	30.104,40	134.504,40	0,00
Faturamento obtido (ha)	1.656,00	1.224,00	528,00	1.580,80
Indenização (ha)	0,00	200,70	896,70	0,00

Quadro 5 - Seguro Agrícola Faturamento da Companhia de Seguros Aliança do Brasil

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de Companhia de Seguros Aliança do Brasil (2011b)

A situação 1 representa diminuição de produtividade de 11,50% (46 sc./ha) e de preço de 8%, resultando em faturamento de R\$ 248.400,00 (R\$ 1.656,00/ha). Assim, a redução de produtividade e preço na colheita, de 18,6% em relação ao faturamento esperado, não é suficiente para disparar a indenização, o que quer dizer que a perda está dentro da faixa do nível de cobertura, devendo ser suportada pelo segurado.

Outro cenário possível, retratado na situação 2, é de uma redução mais acentuada de produtividade (-35%), considerando o mesmo preço da situação 1. Essas condições determinam faturamento de R\$ 183.600,00, valor inferior ao gatilho do faturamento garantido de R\$ 213.704,40 na unidade segurada, implicando indenização de R\$ 30.104,40, equivalente à diferença desses valores.

Na situação 3, há uma combinação de redução de produtividade (-57,7%) e preço (-38,7%) que determinam faturamento obtido de R\$ 79.200,00 na unidade segurada, valor inferior ao faturamento garantido. Desse modo, a indenização calculada é R\$ 134.504,40, equivalente a R\$ 896,70 por hectare.

Outro cenário possível, descrito na situação 4, retrata uma colheita com a produtividade esperada e preço abaixo do preço-base (-22,3%). Assim, a multiplicação da produtividade obtida de 52 sc./ha, pela área segurada e preço de colheita com deságio de R\$ 30,40/sc. resulta no faturamento obtido de R\$ 237.120,00, valor superior ao garantido. Portanto, a redução de preços de 22,3% não foi suficiente para implicar pagamento de indenização, dado o nível de cobertura de receita de 70%.

Essas situações ilustram adequadamente o funcionamento do seguro de faturamento agrícola da Aliança do Brasil. Outro aspecto desse produto que merece destaque

é que ele, indiretamente, também apresenta um limite de cobertura para perdas mais elevadas. O produto de seguro da Aliança do Brasil não tem um limite instituído como o seguro de receita agrícola da Swiss Re, em que o Limite Máximo de Indenização (LMI) é igual a 40% da receita esperada. O produto da Aliança do Brasil tem como LMI o faturamento garantido; todavia, a perda de produtividade obtida que integra o cálculo do faturamento garantido é limitada a 20% da produtividade esperada.

No presente caso, diante de uma perda total, por exemplo, a produtividade obtida para fins de indenização não seria zero, mas 20% da produtividade esperada. Indiretamente e considerando que o preço de colheita é igual ao preço base, essa situação implica a existência de um limite à indenização de -20% sobre o faturamento esperado. Entretanto, esse limite é variável, pois, se ocorrer perda total e o preço de colheita reduzir 50%, o faturamento obtido equivalerá a 10% do faturamento esperado.

Portanto, o produto de faturamento da Aliança do Brasil também apresenta um limite de cobertura, mas é variável e inferior ao da Swiss Re. De forma geral e considerando que o preço de colheita seja igual ao preço-base, o seguro de faturamento da Aliança do Brasil cobre até 55% do faturamento esperado, excluindo 25% do nível de cobertura e 20% de produtividade mínima. O seguro de receita da Swiss Re, por outro lado, cobre até 40% da receita esperada (excluindo 30% do nível de cobertura e mais 30% calculado por diferença em relação à trava de 40% da receita esperada).

É importante destacar também que o seguro em questão está alocado no ramo agrícola sem cobertura pelo Fundo de Estabilidade do Seguro Rural – FESR, pois a redução da receita ocasionada por variações de preços não está entre os objetivos passíveis de cobertura pelo FESR, de acordo com as Resoluções CNSP nº 46, de 12 de fevereiro de 2001, e CNSP nº 50, de 03 de setembro de 2001, tendo em vista que esses diplomas legais restringem a modalidade agrícola às indenizações que cobrem exclusivamente as despesas de orçamento de custeio direto de culturas periódicas e o orçamento despesas de anuais de manutenção das culturas permanentes.

2.3 Modelos de seguro de receita

O seguro de receita representa uma evolução natural no mercado de seguros, na medida em que se eleva a exigência quanto ao nível de informação e experiência dos seus elos integrantes. O processo por meio do qual o seguro inicia-se com riscos nomeados (geada e

granizo, por exemplo), passa por um seguro de produtividade regional e/ou individual, até alcançar o seguro de receita pode ser entendido como um processo intrínseco de aprendizagem e aprimoramento do setor.

De acordo com Dismukes e Coble (2006), um instrumento baseado na proteção da receita, ao invés da produtividade e preços em políticas separadas, é muito mais efetivo na estabilização da renda. Programas baseados na receita podem assistir, de um modo simples, uma quantidade maior de propriedades do que programas associados à produtividade de certas *commodities*, modelo que enfoca apenas parte do risco dos empreendimentos. Além disso, planos de seguro de receita são desenhados levando em consideração o custo da proteção, e sua cobertura visa repor, ao valor de mercado, o item segurado diante de um sinistro.

Esse último aspecto é importante, pois os prêmios e indenizações do seguro podem variar de ano a ano, refletindo as condições reais de mercado e, dessa maneira, reduzindo a interferência nas expectativas e formação dos preços. Se os preços utilizados no cálculo da receita segurada estiverem acima do mercado, os segurados podem ser incentivados a negligenciar a lavoura para receber a indenização. Por outro lado, se os preços forem fixados abaixo do mercado, os produtores não terão incentivos para contratar a proteção. Essas situações chamadas pelos autores de sobre-seguro ou sub-seguro²² podem igualmente minar o equilíbrio entre indenizações e prêmios recebidos nos programas de seguro e torná-los atuarialmente insustentáveis.

Os instrumentos de seguro de receita existentes focam-se basicamente na equalização do faturamento total da propriedade ou de determinado produto agropecuário, em ambas as situações preocupando-se em perseguir a receita bruta ou a líquida (margem).

Praticamente todos os programas ofertados nos seus respectivos mercados são subsidiados pelos governos locais, quer seja pela subvenção ao prêmio do seguro e/ou compartilhamento dos custos operacionais das seguradoras, quer seja pela concessão de benefícios ou incentivos financeiros.

As diferenças entre os modelos estão relacionadas à extensão das séries de preços e produtividades utilizadas, à fonte de informação, se são individuais ou coletivas, se o mercado futuro ou físico é utilizado, se há ou não cobertura para a variação positiva no preço de colheita e como essas informações todas são reunidas em um modelo atuarial para determinar o patamar adequado de receita segurada, a taxa de prêmio e a forma de cálculo das

²² Dos termos em inglês “over-insurance” e “under-insurance”.

indenizações. Desse modo, são apresentados os detalhes dos principais programas e/ou modelos de seguro renda ou receita existentes.

2.3.1 Estados Unidos

O objetivo deste tópico não é apresentar uma revisão histórica do seguro rural estadunidense, mas detalhar os produtos de seguro de receita relevantes para, dessa forma, analisar sua adequação e propor soluções para o mercado brasileiro.

De acordo com Roberts (2005) o seguro de receita teve início nos Estados Unidos em 1996, quando esse produto tornou-se disponível para os produtores de milho e soja de Iowa e Nebraska. O autor considera de suma importância para o desenvolvimento de produtos de seguro de receita contar com mercados de *commodities* bem desenvolvidos, sendo que os Estados citados foram beneficiados com essa condição. Dismukes e Coble (2006) corroboram essa conclusão, assinalando que a disponibilidade de dados que reflitam as expectativas do mercado é fator crítico de sucesso de políticas de seguro de receita.

A afirmação de Roberts (2005) é explicada pela necessidade de que o elemento preço do seguro de receita seja baseado em informações reais de mercado, isto é, em preços futuros para a próxima estação ou colheita. A alternativa, baseada em preços de referência ou preços-meta, poderia levar a distorções na oferta e provavelmente não encontraria empresas dispostas a subscrever esse risco.

A replicação de planos de seguro de receita para economias emergentes dependerá do desenvolvimento de mercados futuros regionais, o que deve ser apenas uma questão de tempo, tendo em vista suas vantagens para os segurados e seguradores. Portanto, esses produtos de seguro certamente ganharão importância, até porque eles seguem uma nova tendência do mercado de seguros agrícolas que é a de definir o fluxo financeiro como alvo de interesse do seguro, e não o valor intrínseco de um item biológico de risco. Essa redefinição conduz a imediata conexão entre o seguro e o crédito rural, pois a amortização dos financiamentos depende do fluxo de caixa gerado.

Na legislação federal estadunidense, o seguro de receita foi introduzido por meio da lei agrícola de 1996²³, na seção 195, com a previsão de implantação de projetos-piloto para trigo, forragem, soja e outras culturas. Segundo Stokes, Nayda e English (1997), a gênese do seguro de receita nos Estados Unidos está nos estudos apresentados pelo Grupo de

²³ A lei agrícola de 1996 é chamada, em inglês, por Federal Agriculture Improvement and Reform Act.

Estudos de Iowa sobre a Lei Agrícola²⁴ (IFBST), em 1995, ocasião em que foi exposto o modelo intitulado de receita garantida - RA (*Revenue Assurance*), um seguro de receita bruta.

Nessa perspectiva de cingir o gerenciamento do risco agrícola de forma mais efetiva, em 1996, foi criada a Agência de Administração de Risco (RMA²⁵) no âmbito do Departamento de Agricultura dos EUA. Essa Agência ocupa-se de promover, dar suporte e regulamentar as soluções para a adequada administração do risco, com vistas a preservar e fortalecer a estabilidade econômica dos produtores agrícolas estadunidenses, por intermédio da oferta de seguro agrícola, do desenvolvimento e administração de prêmios de seguro, subsídios, bem como aprovando e criando novos produtos de seguro e resseguro.

Mais adiante, em 2000, com a publicação da Lei de Proteção ao Risco Agrícola²⁶ (ARPA), que foi aditada em 2009, o incentivo ao desenvolvimento e à introdução de produtos de seguro de receita tornou-se mais efetivo, pois este ato inseriu de forma explícita mecanismos para o seu fomento, notadamente a elevação dos níveis de subsídio aos prêmios, com o intuito de promover o crescimento econômico e a estabilidade da produção por meio da universalização das ferramentas de gerenciamento de risco.

Outro ente importante do sistema de administração de risco agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos é a Companhia Federal de Seguro Agrícola (FCIC²⁷), empresa incumbida de adotar ações e programas necessários para promover a adequação atuarial do Seguro Agrícola de Múltiplos Riscos (MPCI²⁸) e direcionar as políticas a todos os produtores segurados de forma justa e adequada. A RMA e a FCIC, juntas, têm regulado e administrado as operações de seguro agrícola nos Estados Unidos.

Os planos de seguro ofertados nos Estados Unidos diferem em função das unidades de seguro, classificação que leva em conta a cultura produzida, a localização dos talhões, o tipo de lavoura e de propriedade. As unidades seguradas implicam a taxa de prêmio, as indenizações e a determinação do limite de garantia (EDWARDS, 2011b). De acordo com FCIC (2010), manual de seguro agropecuário, as unidades estruturais de seguro são²⁹:

- **Básica (Basic)** – É a unidade para a qual o segurado automaticamente qualifica-se ao seguro, sem exceção. A unidade básica compreende as terras próprias e/ou terras

²⁴ Do termo em inglês: Iowa Farm Bill Study Team (IFBST).

²⁵ RMA – Risk Management Agency.

²⁶ A lei de proteção ao risco agrícola, em inglês, é conhecida como Agriculture Risk Protection Act (ARPA).

²⁷ Do termo em inglês: Federal Crop Insurance Corporation.

²⁸ Do termo em inglês: Multiple Peril Crop Insurance.

²⁹ Do termo em inglês: Basic, Optional, Enterprise e Whole Farm.

arrendadas dentro do mesmo município. Cada parcela de área arrendada com participação³⁰ (em produto) de diferentes proprietários qualifica-se como uma unidade básica independente, enquanto os arrendamentos com pagamento em espécie (valor monetário³¹) podem se anexar às áreas próprias para compor uma unidade básica. Cada atividade agropecuária e extensões de terra em diferentes municípios são consideradas unidades básicas separadas. Cada cultura pode acessar política de seguro e nível de cobertura distintos, recebendo indenizações independentes, mas, para isso, é necessário manter registros de produtividade separados para cada unidade básica. Exemplo: Se uma cultura é plantada sobre terra arrendada com participação do proprietário A e do proprietário B, e sobre terra arrendada (valor monetário) do proprietário C, e o remanescente em terra própria, as áreas qualificam-se para 3 unidades básicas (duas para as áreas de A e B e uma para a área de C mais a terra própria). Segurar essas áreas como unidades básicas confere ao produtor o direito de obter 10% de desconto no prêmio.

- **Opcional (Optional)** – As unidades opcionais contemplam todas as áreas próprias ou arrendadas localizadas em distintos distritos³². Retomando o exemplo anterior, se todas as áreas fossem arrendadas com pagamento em espécie (valor monetário), elas se qualificariam como uma unidade básica. Mas se essas fazendas estiverem em 4 diferentes distritos, o produtor pode optar por segurar 4 unidades opcionais separadas. Históricos separados de produtividade devem ser mantidos e o produtor, nesse caso, perde os 10% de desconto. Quando a cultura é conduzida com diferentes práticas agrícolas, de sequeiro e irrigada, por exemplo, ela também pode ser segregada em diferentes unidades opcionais de seguro.
- **Empresa (Enterprise)** – A unidade empresa combina todas as áreas de uma cultura em uma única unidade, no município no qual o segurado opera, desconsiderando se elas são próprias ou arrendadas, ou quantos proprietários (arrendadores) estão envolvidos. Exemplo: produtor de soja e milho pode ter apenas duas unidades empresa para todas as suas lavouras, uma unidade empresa para milho e outra para soja. Para ser uma unidade empresa, duas ou mais unidades básicas devem ser combinadas. Como as unidades

³⁰ Do termo em inglês: Crop share lease.

³¹ Do termo em inglês: Cash rent lease.

³² Do inglês: Township sections. Refere-se à subdivisão administrativa de um distrito ou município.

empresas são normalmente maiores que as unidades básicas e opcionais, os prêmios são menores.

- **Fazenda integral (Whole Farm)** – A unidade fazenda integral é aquela que combina as áreas de diferentes culturas em uma única unidade de seguro. No caso do exemplo anterior, o produtor pode juntar as áreas de soja e milho para compor uma unidade de seguro do tipo fazenda integral. Esse tipo de unidade recebe um desconto adicional nos prêmios, que varia de acordo com a proporção plantada de cada cultura. O subsídio ao prêmio também é maior em níveis mais elevados de cobertura.

Os Estados Unidos contam com uma série de programas que visam garantir a estabilidade da renda dos produtores. De acordo com Schnitkey (2011a), esses programas podem ser classificados em dois grandes grupos: 1) seguros de receita ofertados por seguradoras privadas que protegem os produtores da redução de receita durante a safra e 2) programas anticíclicos de estabilização de renda, custeados pelo setor público, tendo como referência na maioria dos casos o ano civil. Os seguros de receita podem ser subdivididos entre os produtos que indenizam com base nas informações da fazenda e os que indenizam com base nas informações do município.

Os programas sem garantia de incremento de preço dizem respeito aqueles em que o valor segurado ou a indenização não se ajusta à variação positiva do preço de colheita, caso este seja maior do que o preço base ou preço projetado fixado no momento de contratação da apólice. Por outro lado, os produtos com garantia de incremento de preço são reajustados pelos preços de colheita, quando estes forem superiores ao preço base ou projetado, elevando assim a garantia final da apólice e a indenização potencial. Esse mecanismo aumenta o valor do prêmio de seguro, pois oferece proteção adicional (*hedge*) ao nível dos preços de colheita.

Antes de detalhar os programas estadunidenses, apresentados no Quadro 6, é importante esclarecer que a política de seguros nos Estados Unidos sofreu modificações que entraram em vigência em 2011. Alguns programas foram fundidos, renomeados e passaram por pequenos ajustes nos seus termos e condições.

Tipo de Garantia	Seguro privado de receita		Programas anticíclicos de estabilização da renda	
	Com base na fazenda	Com base no município	Com base na fazenda	Com base no município
Sem cobertura de incremento dos preços de colheita	RP-HPE (RA-BP e IP) AGR e AGR-Lite	GRIP	Direct and Counter-Cyclical Payments	ACRE*
Com cobertura de incremento dos preços de colheita	RP (RA-HP e CRC)	GRIP-HPO	-	-

Quadro 6 - Classificação dos principais instrumentos de garantia de receita e/ou estabilização de renda agropecuária nos Estados Unidos

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Schnitkey (2006; 2011b)

Nota: *Este programa é baseado simultaneamente na fazenda e no município

De acordo com FCIC (2011), as alterações foram realizadas para oferecer aos produtores opções de proteção de receita ou produtividade dentro de um único conjunto de instrumentos e condições, bem como para incorporar novas provisões emanadas da lei agrícola de 2008, que visaram atender as necessidades dos produtores. O objetivo das alterações foi unificar e combinar provisões de diferentes planos que apresentavam características semelhantes. Assim, tanto os seguros de produtividade quanto de receita são agora ofertados por novas condições básicas estabelecidas na Política Comum de Seguro Agrícola³³. Os novos planos de seguro disponíveis são:

- **Plano de proteção de receita (*Revenue Protection - RP*)** – oferece proteção contra perda de produção, declínio ou elevação de preço, ou a combinação de ambos.
- **Plano de proteção de receita com exclusão do preço de colheita (*Revenue Protection Plan With Harvest Price Exclusion – RP HPE*)** – oferece proteção contra perda de produção, declínio de preço, ou a combinação de ambos.
- **Plano de proteção de produtividade (*Yield Protection - YP*)** – oferece proteção contra perda de produção para os produtos agrícolas em que a proteção de receita está disponível, mas não foi escolhida pelo produtor.

³³ Common Crop Insurance Policy, também chamada de COMBO.

Tanto o plano de proteção de produtividade (YP) quanto o histórico de produção atual³⁴ (APH) proveem proteção apenas para as perdas de produção. O YP foi instituído para culturas que disponham tanto da proteção de produtividade quanto de receita e utilizem o mercado de bolsa para a descoberta de preços. O APH continua existindo para culturas que não disponham de seguro de proteção de receita e que utilizam os preços base ou projetados fixados pela Agência de Gerenciamento de Risco (RMA). Os produtos agrícolas cobertos pela nova política comum de seguro agrícola (COMBO) são: cevada, colza/canola, milho, algodão, sorgo, arroz, soja, girassol e trigo.

Política de Seguros em 2010		Política de Seguros a partir de 2011
CRC - Crop Revenue Coverage		Revenue Protection
RA - HP Revenue Assurance With Fall Harvest Price Option		
RA - BP Revenue Assurance Without FHPO		Revenue Protection with Harvest Price Exclusion
IP - Income Protection		
IIP - Indexed Income Protection		
CAT - Catastrophic Risk Protection Income Protection		
APH - Actual Production History		Yield Protection

Quadro 7 - Conversão dos instrumentos da política comum de seguro agrícola dos EUA
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de FCIC (2011) e USDA (2010e)

O Quadro 7 apresenta um resumo da conversão dos instrumentos de seguro realizada no âmbito da nova política comum de seguro agrícola. No presente trabalho são descritos os principais produtos de seguro que guardam relação com os objetivos propostos, de modo a enfatizar os instrumentos: *Revenue Protection (RP)*, *Revenue Protection With Harvest Price Exclusion (RP-HPE)*, além dos seus antecessores *Revenue Assurance (RA)*, *Crop Revenue Coverage (CRC)* e *Income Protection (IP)*, assim como o *Group Risk Income Protection (GRIP)* e *Adjusted Gross Revenue (AGR)*.

2.3.1.1 Receita garantida (Revenue Assurance – RA)

O plano de seguro receita garantida - RA foi originalmente proposto como um seguro de receita bruta para as operações agrícolas, a fim de cobrir no mínimo 70% do

³⁴ Do inglês: Actual Production History (APH).

histórico normal de receita dos produtores, com garantia do Governo Federal e sem cobrança de prêmios. Como muitos estudos apontaram que os pagamentos aos produtores, para garantir o suporte da renda, seriam bem menores via RA do que pelos programas de suporte de preços, o nível de cobertura do plano de seguro foi elevado (STOKES; NAYDA; ENGLISH, 1997).

O seguro cobria a receita individual do produtor, podendo ser contratado para as unidades básica, opcional, empresa e fazenda integral. Até 2010, último ano da comercialização do produto, os níveis de cobertura variavam de 65% a 85%, com intervalos de 5%.

O RA fornecia cobertura contra a redução de receita causada por diminuição dos preços, queda de produtividade ou a combinação de ambas as situações. A receita segurada pelo plano era calculada pela multiplicação da produtividade média aprovada (APH) pelo nível de cobertura elegido e preço projetado para a colheita, modalidade chamada de RA-BP³⁵, ou receita garantida com opção de preço base.

O seguro apresentava também a opção de utilização do preço de colheita para a determinação da garantia final e eventual indenização, de forma que tanto o valor segurado (responsabilidade) como a receita efetiva apurada seriam reajustados, caso o preço de colheita fosse superior ao preço base. Essa modalidade tinha a sigla RA-HP³⁶, de receita garantida com opção de preço de colheita.

A opção RA-HP foi desenhada para prover cobertura adicional de seguro para aqueles produtores que comercializam sua produção antes da colheita e desejassem participar dos ganhos eventuais criados com o movimento de elevação dos preços.

Desse modo, o segurado poderia escolher por utilizar ou não a opção do preço de colheita. Caso essa opção fosse utilizada, o RA funcionaria tal como o plano de cobertura de receita agrícola – CRC³⁷; caso contrário, sua operação seria idêntica a do plano de proteção de renda – IP³⁸, produtos de seguro de receita que serão apresentados a seguir.

O cálculo do faturamento garantido dependia também da unidade de seguro escolhida pelo agricultor. No caso das unidades básica e opcional, a receita garantida é igual ao valor resultante da multiplicação da produtividade aprovada pelo nível de cobertura e preço projetado de colheita (ou safra). No caso da unidade empresa, a receita garantida é uma média ponderada das receitas garantidas por cultura, para cada uma das unidades básica ou opcional. E, no caso da unidade fazenda integral, a garantia é calculada pela média ponderada da receita

³⁵ Do termo em inglês: Revenue Assurance “with base price option” – RA-BP.

³⁶ Do inglês: Revenue Assurance “with fall harvest price option” – RA-HP.

³⁷ Do inglês: CRC – Crop Revenue Coverage, traduzido neste estudo por cobertura de receita agrícola.

para uma das unidades básica e opcional para todas as culturas em um mesmo município³⁹ (USDA, 2010d).

O RA contava com subsídio, variável de acordo com a unidade segurada e nível de cobertura. Além disso, dispunha de seguro adicional para replantio e provisão por plantio tardio (fora de época, que leva a um desconto na receita garantida). Como a cobertura é individual, a produtividade média precisava ser previamente aprovada (APH⁴⁰), assim como eram obrigatórios o envio do relatório de plantio, a comunicação de sinistro e os procedimentos para ajuste de perdas, no caso de sinistro, o que se convencionou como regulação de sinistro no mercado de seguros brasileiro.

Os preços que compõem o plano de seguro são baseados nos preços médios de fechamento diários dos contratos futuros negociados na CBOT – Chicago Board of Trade, com vencimento para novembro e dezembro, nos casos da soja e milho, respectivamente.

O preço projetado de colheita para a soja refere-se à média simples dos preços de fechamento diários dos contratos futuros para novembro, tomados no mês de fevereiro, para os contratos com data de renovação automática em 15 de março. Para os Estados cujos contratos apresentam data de renovação/cancelamento anteriores a referida data, calcula-se o preço de colheita com base na média dos dez primeiros dias úteis do mês de fevereiro (USDA, 2003a).

O preço de colheita (safra) da soja também se obtinha com base nos preços dos contratos futuros de novembro, mas por meio da média simples dos preços diários de fechamento do mês de outubro.

Outro aspecto interessante da cobertura de receita do RA é que ela contava com limitador de variação positiva do preço de colheita, que não permitia que ele ultrapassasse a 200% do preço projetado para a colheita (preço base), contratado na assinatura da apólice. Não havia limite para variação negativa dos preços. Dificilmente o preço de colheita dobraria entre o período de plantio e de colheita, a menos que ocorresse uma calamidade de grandes proporções, mas o fato é que esse mecanismo acabava restringindo as perdas eventuais das seguradoras.

Os prêmios eram calculados por meio de um programa computacional que determina o prêmio por acre, com base nas informações individuais prestadas pelo agricultor, tais como: produtividade aprovada, receita garantida por acre, nível de cobertura eleito, preço

³⁸ Do inglês: IP – Income Protection, traduzido por proteção da renda.

³⁹ Exemplos ilustrando planos de seguro nas diferentes unidades podem ser obtidos em Ozaki (2005, p.31).

⁴⁰ Do inglês: Actual Production History (APH).

projetado de colheita, opção de unidades de seguro e outros fatores relacionados à cultura, prática agrícola e localização do município (USDA, 2004a).

A forma de cálculo da indenização levava em consideração a produção obtida em cada unidade, multiplicada pelo preço de colheita. A receita total obtida era então comparada com a receita garantida; e, se fosse menor, não haveria indenização. Na situação oposta, na qual a receita obtida fosse menor que a garantida, a indenização seria devida, no valor correspondente a diferença entre elas. Caso a opção RA-HP tivesse sido escolhida, e o preço de colheita fosse maior que o preço projetado, a receita garantida seria recalculada, efetuando-se em seguida a comparação entre as receitas para determinar se é cabível pagamento de indenização.

2.3.1.2 Cobertura de receita agrícola (Crop Revenue Coverage - CRC)

O seguro cobertura de receita agrícola - CRC era o instrumento de seguro de receita mais difundido e utilizado nos EUA, pois garantia um valor mínimo de receita bruta na área segurada, com base no histórico de produtividade individual do produtor e no preço da *commodity*. A garantia correspondia a um valor monetário, sendo que quando a receita obtida com a atividade fosse menor que o valor garantido no contrato, o segurado recebia valor correspondente à diferença (USDA, 2010a).

O plano de seguro foi desenvolvido para cobrir a perda de receita devido à redução do preço de colheita, baixa produtividade ou qualquer combinação entre ambas. As unidades seguradas disponíveis para esse plano eram: básica, opcional e empresa. Subsídio ao prêmio era aplicável, dependendo do tipo de unidade segurada e nível de cobertura. As opções de nível de cobertura variavam de 50% a 85%, com intervalos de 5%.

Esse produto de seguro começou a ser comercializado nas safras de 1996 e 1997, por meio de projeto piloto, nos estados de Nebraska e Iowa, depois de ter sido aprovado por ato do Governo Federal. A agência de gerenciamento de risco (RMA) aprovou o procedimento atuarial de cálculo do prêmio, mas não a taxa especificamente, permitindo que o CRC incorporasse novas informações à véspera da data de término do período de contratação (BUSCHENA; ZIEGLER, 1999).

Diferentemente do RA, que tinha duas modalidades que permitiam ao segurado optar pela cobertura de variação dos preços de colheita, o CRC não apresentava essa opção, pois contemplava automaticamente o ajuste da garantia e do valor indenizado ao preço efetivo de colheita, caso este fosse maior que o preço base.

O preço base da garantia mínima era fixado a partir da média dos preços diários de fechamento dos contratos futuros negociados na CBOT – Chicago Board of Trade, com vencimento para novembro, tomados no mês de fevereiro, no caso da soja. Tal como o RA, o preço de colheita correspondia à média dos preços diários de fechamento de outubro do contrato com vencimento para novembro (USDA, 2003b).

O CRC apresentava um limite máximo de variação do preço de colheita em relação ao preço base projetado para a colheita, de 200% para variação positiva e sem limite para variação negativa.

Basicamente, a garantia final de receita do plano de seguro resultava da multiplicação da produtividade aprovada (APH), do nível de cobertura escolhido e do maior preço entre os preços base (projetado) e de colheita (efetivo). A indenização ocorria quando a receita calculada (obtida) pela produção colhida, aos preços de colheita, fosse inferior à receita garantida ajustada, situação em que o valor equivalente à diferença entre elas era pago ao segurado a título de indenização.

O conceito adjacente a este plano de seguro é de que perdas de produtividade podem ser compensadas pela elevação dos preços. Embora a garantia inicial seja recalculada para um valor maior, no caso de aumento dos preços entre o plantio e a colheita, o faturamento obtido pelo produtor também se eleva, anulando parte da perda de produtividade. A elevação da garantia pelo aumento do preço de colheita não implicava incremento do prêmio cobrado (USDA, 2010a).

Schnitkey (2006) observa que os produtos de seguro de receita com proteção para incremento de preço foram desenhados para empresas que comercializam intensamente na pré-colheita, pois esses planos oferecem pagamentos mais altos nos anos em que a produtividade é mais baixa que a média e os preços sobem entre a primavera e o outono. Entretanto, em relação aos seguros que não têm essa cobertura há uma desvantagem, que é o custo, pois em alguns casos essa garantia acessória eleva o custo em 30%.

2.3.1.3 Proteção de renda (Income Protection - IP) e índice de proteção de renda (Index Income Protection - IIP)

Este seguro foi desenvolvido pela própria Agência de Administração de Risco (RMA) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. O produto começou a ser comercializado para as culturas de milho e soja, na forma de um projeto piloto, mas foi logo estendido ao trigo, sorgo e algodão, em diferentes Estados.

O programa de proteção de renda destinava-se a segurar a perda de renda resultante de reduções na produtividade e/ou preço. A indenização ocorria quando o valor da produção obtida, quantidade colhida multiplicada pelo preço de colheita, fosse menor que o valor garantido, calculado pela multiplicação da produtividade média aprovada (APH), do preço projetado para a colheita e do nível de cobertura (STOKES et al., 1999).

O seguro de proteção de renda - IP utilizava as produtividades, procedimentos de ajustes de perda e subscrição do seguro agrícola de múltiplos riscos (MPCI). As produtividades utilizadas para o cálculo da taxa de prêmio eram baseadas nos índices de produtividade municipal do Plano de Risco Grupal - GRP⁴¹. O programa era ofertado apenas para a unidade empresa que incluía todas as áreas do produtor plantadas com a mesma cultura no município. Segundo os autores citados, o IP era um produto formado a partir do MPCI e do GRP, que visava proteger um percentual da receita esperada.

Tanto o preço projetado quanto o preço de colheita eram calculados pela média dos preços diários de fechamento nos meses anteriores ao plantio e à colheita, do contrato futuro com vencimento para o período de colheita. Os preços, no caso da soja, também se referiam ao contrato futuro com vencimento para novembro, da CBOT – Chicago Board of Trade. O preço projetado era calculado pela média obtida dos preços negociados no mês de fevereiro, enquanto o preço de colheita se referia à média diária dos preços de fechamento dos negócios efetuados em outubro.

A produtividade individual média utilizada para a determinação do valor da garantia é a mesma calculada e aprovada para a unidade empresa no âmbito da produção histórica atual (APH). Os níveis de cobertura ofertados inicialmente variavam de 50% a 75%, mas foram elevados para incluir também os níveis de 80% e 85%.

Neste plano de cobertura o produtor pode optar também por contratar a cobertura catastrófica CAT⁴², sem prêmio adicional, apenas pagando uma despesa administrativa fixa por cultura no município, que para a safra de 2009 foi equivalente a US\$ 300,00 (NCIS, 2009). Além dessa cobertura adicional, o plano IP contemplava a indenização de replantio e provisão/ajustamento da apólice por plantio tardio, ou seja, fora do período recomendado (USDA, 2000).

⁴¹ Do inglês: Group Risk Plan – GRP, traduzido por Plano de Risco Grupal.

⁴² CAT - Catastrophic Risk Protection Coverage, cobertura adicional para grandes catástrofes que a partir de 1999 passou a indenizar 27,5% da produtividade aprovada multiplicada por 100% do preço do preço projetado e pela área plantada. Não há prêmio porque a FCIC subsidia esse programa. Produtores enquadrados, com recursos limitados, podem solicitar também a isenção da taxa administrativa (USDA, 2000).

Descrição	CRC	IP	RA
Cobertura	Receita Individual	Receita Individual	Receita Individual
Seguro contra	Perda de receita devido a redução de preço, baixa produtividade, ou combinação delas	Perda de receita devido a redução de preço, baixa produtividade, ou combinação delas	Perda de receita devido a redução de preço, baixa produtividade, ou combinação delas
Taxa administrativa por contrato	US\$ 30,00	US\$ 300,00 CAT + US\$ 30,00 de adicional	US\$ 30,00
Unidades disponíveis	Básica, opcional e empresa	Empresa	Básica, opcional, empresa e fazenda integral
Preço de referência para a garantia	O maior entre o preço base e o preço de colheita	Preço projetado	Preço projetado ou o maior entre o preço projetado e o de colheita se a modalidade RA-HP for escolhida
Varição máxima de preços	Para baixo: sem limite; para cima: preço de colheita é limitado a 200% do preço base	-	Para baixo: sem limite; para cima: preço de colheita é limitado a 200% do preço projetado
Nível de cobertura disponível (%)	50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%	50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%	65%, 70%, 75%, 80%, 85%
APH	Necessária	Necessária	Necessária
Relatório de plantio	Exigido	Exigido	Exigido
Garantia	Garantia final = o maior de: 1) garantia mínima: produtiv. aprovada (APH) x nível de cobertura x preço base; 2) garantia colheita: APH x nível de cobertura x preço de colheita	Produtividade aprovada APH x nível de cobertura x preço projetado	Produtiv. aprovada (APH) x nível de cobertura x preço projetado ou, se RA-HP escolhido e preço de colheita maior que preço projetado, APH x nível de cobertura x preço colheita
Apreçamento sobre	Produtividade individual contínua	Produtividade individual recente	Produtividade individual contínua
Prêmio	(1) Produtiv. aprovada (PA) x nível de cobertura (NC) x tx. base (TB) x preço base (PB); (2) PA x NC x CRC TB x CRC fator de preço baixo; (3) PA x NC x TB x CRC fator de preço alto; (4) igual a 1+2+3; (5) resultado de (4) x acres x participação x fator aplicável; (6) resultado de (5) x subsídio(%); (7) resultado de (5) - (6)	(1) Produtiv. aprovada x preço projetado x (acre x participação) x fator aplicável; (2) resultado (1) x nível de cobertura; (3) resultado de (2) x taxa; (4) resultado de (3) x percentual de subsídio; (5) resultado de (3) - (4)	Calculado automaticamente utilizando calculadora de prêmios
Subsídio	Existente, variável em função da unidade segurada e nível de cobertura	Existente, variável em função da unidade segurada e nível de cobertura	Existente, variável em função da unidade segurada e nível de cobertura
Requerimento de replantio	Aplicável	Aplicável	Aplicável
Pagamento por replantio	Disponível	Disponível	Disponível
Provisão por plantio tardio	Aplicável	Aplicável	Aplicável
Procedimento de ajuste de perda	Necessário	Necessário	Necessário
Indenização ocorre caso se	A receita calculada (produção obtida x preço de colheita) for menor que a garantia final	A receita calculada (produção obtida x preço de colheita) for menor do que o valor da proteção	A receita agrícola (produção obtida x preço de colheita (RA -HP) ou preço projetado (RA - BP) for menor que a receita garantida

Quadro 8 - Resumo dos planos de seguro de receita pioneiros nos Estados Unidos
Fonte: NCIS (2009)

Na prática, a garantia do plano de proteção de renda era semelhante a do CRC e RA, diferindo apenas por não dispor da função de incremento de preço, quando o preço de colheita fosse superior ao preço base. Por essa razão, pode-se dizer que ele é um modelo mais básico que implica menor garantia e, por conseguinte, menores taxas de prêmio.

Na opinião de Stokes et al. (1999), os produtores aceitaram melhor o conceito do CRC do que do IP, pois a característica ausente neste último, de incremento da cobertura

de receita quando os preços sobem, é atrativa aos produtores, por possibilitar a proteção de contratos a termo.

Uma derivação do IP é o plano de seguro chamado de índice de proteção de renda (IIP) que, ao invés de utilizar a produtividade individual aprovada para calcular o valor da garantia, utiliza um índice de produtividade municipal, que pode resultar em produtividade segura maior ou menor do que a produtividade média atual do produtor.

Esse conceito, de acordo com USDA (2010b), aplica-se da seguinte forma: 1º) obtêm-se as médias de produtividade nos anos recentes do produtor e do município; 2º) calcula-se a diferença média de produtividade do produtor em relação ao município; 3º) determina-se a produtividade esperada para o município, que é produtividade do ano anterior, e calcula-se em seguida a produtividade individual esperada somando ou diminuindo a diferença média calculada na segunda etapa; e 4º) multiplica-se a produtividade individual estimada pelo nível de cobertura e pelo preço projetado para se obter o valor da produção garantida.

O valor da produção obtida será a produção individual colhida multiplicada pelo preço de colheita. A indenização será devida se o valor da produção obtida for menor que o índice calculado nas etapas descritas, sendo equivalente a diferença entre essas duas variáveis.

O IIP só é ofertado para soja no estado da Carolina do Norte, nos municípios onde havia MPCI, atual plano de proteção de produtividade (YP). A cobertura só está disponível para a unidade empresa, assim como o IP. As causas de perdas indenizáveis são as mesmas em ambos os modelos: condições climáticas adversas, falha no fornecimento de água na irrigação, fogo, insetos e doenças que não tenham causado dano por inobservâncias das recomendações técnicas ou negligência, animais silvestres e preços de colheita inferiores aos preços projetados.

2.3.1.4 Aplicação do RA, CRC, IP e IIP

Depois de descrever os modelos RA, CRC, IP e IIP, seguros de receita bruta pioneiros no mercado estadunidense, serão apresentados exemplos do funcionamento⁴³ desses instrumentos, no Quadro 9, visando destacar suas similaridades e diferenças, em especial no que se refere ao estabelecimento da garantia (receita segurada) e indenização.

Os exemplos partem de um conjunto de características que retratam uma fazenda produtora de soja, cuja produtividade média de referência, comprovada, é 48 bushels/acre⁴⁴. O preço futuro projetado para a colheita, no momento da contratação do seguro, está cotado a US\$ 11,00/bushel. Para fins de comparação, a unidade segurada adotada foi de um acre e o nível de cobertura de 75%.

Com essas premissas, calculou-se a garantia do seguro, ou seja, a receita bruta garantida em cada um dos planos de seguro. Basicamente, a receita garantida resulta da multiplicação da produtividade aprovada, do nível de cobertura e do preço projetado para a colheita ($48 \times 75\% \times 11,00 = \text{US\$ } 396,00/\text{acre}$, para o RA, CRC e IP), que dependendo do plano é chamado de preço base ou preço projetado. O IIP apresenta receita segurada diferente, pois a produtividade considerada foi de 45 bushels/acre, tendo em vista que esse plano, ao contrário dos demais, é calculado por um índice, levando em consideração a média municipal, conforme explicado anteriormente.

Três situações foram simuladas para elucidar o funcionamento dos planos e, principalmente, o ajuste da garantia (responsabilidade) dos seguros que têm a opção de incremento de preços. Os cenários simulados foram: de baixa produtividade e preço elevado, de baixa produtividade e preço médio e de média produtividade e preço baixo.

Os planos de receita garantida (RA-BP) e proteção de renda (IP) geram os mesmos resultados em termos de indenização, pois apresentam as mesmas características, sendo que a receita garantida pelos planos é fixa, com base no preço utilizado na assinatura da apólice, preço projetado para o período da colheita. A receita obtida ou o valor atual da produção são calculados, para ambos os planos, pela multiplicação da produtividade obtida com o preço de colheita determinado ao final da safra.

⁴³ Os exemplos visam demonstrar somente o funcionamento dos planos, independentemente das unidades de medida utilizadas. Assim, foram mantidos os coeficientes técnicos, unidades e valores das referências bibliográficas citadas.

⁴⁴ Um bushel equivale a 60 libras ou 27,2155 kg. Um acre equivale a 0,404685642 hectares. Portanto, 48 bushels/acre perfazem 3.228 Kg/ha ou aproximadamente 54 sacas/ha.

O valor atual da produção deve ser comparado com a garantia do seguro (responsabilidade) para verificar se a indenização é devida. Quando o valor atual da produção é menor que a receita garantida, a indenização é ajustada pela diferença monetária dessas variáveis. Assim, nos três cenários, as indenizações calculadas corresponderam a US\$ 6,00, US\$ 66,00 e US\$ 12,00 por acre, respectivamente. No cenário de média produtividade e preço baixo, por exemplo, o valor atual da produção é de US\$ 384,00/acre (48 bushels x US\$ 8,00), disparando o pagamento de indenização no valor de US\$ 12,00/acre (US\$ 396,00 – US\$ 384,00).

O plano de cobertura de receita agrícola (CRC) e o de receita garantida (RA-HP) apontam para resultados coincidentes. Esses planos contam com a opção de incremento de preços para cobertura do seguro.

O CRC e o RA-HP geram resultados semelhantes ao IP e RA-BP nos cenários de baixa produtividade e preço médio e de média produtividade e preço baixo. Os resultados em termos de indenização só diferem quando o preço de colheita é maior que o preço projetado, pois é nessa situação que a garantia do seguro (responsabilidade) é recalculada com base no preço de colheita, em substituição ao preço projetado.

Portanto, no cenário de baixa produtividade e preço elevado, a garantia do seguro na colheita (final) é recalculada para US\$ 468,00/acre (48bu. x 75% x 13,00). Note-se que o preço de colheita é US\$ 13,00/bushel, superior ao preço projetado na contratação, de US\$ 11,00/bushel. Assim, a indenização calculada para esse cenário no RA-HP e CRC alcança US\$ 78,00/acre, superior aos US\$ 6,00/acre calculados pelo IP e RA-BP.

Essa característica pertencente ao CRC e RA-HP, que permite ao segurado participar do movimento positivo dos preços por meio da cobertura do seguro, constitui-se no principal diferencial desses planos de seguros. Essa funcionalidade era uma opção no plano de receita garantida (RA-HP), mas era automática no CRC.

O IIP funciona à semelhança do IP, a garantia é fixa, estabelecida com os preços projetados de colheita. Os resultados não são os mesmos nos exemplos apresentados porque a produtividade de referência no IPP é menor que a utilizada no IP.

Tomando como parâmetro o cenário de baixa produtividade e preço elevado, o IP gera indenização de US\$ 6,00/acre, enquanto o IIP não produz indenização. O valor atual da produção, em ambos os casos, é de US\$ 390,00/acre (30 bu. x 13,00), mas a garantia do seguro (responsabilidade) no IIP é de US\$ 374,00/acre, enquanto no IP é de US\$ 396,00/acre. Assim, comparando a garantia do seguro e o valor atual da produção, IP indeniza US\$ 6,00/acre e IIP não indeniza.

Características	RA-BP	Unid.	RA-HP	Unid.	CRC	Unid.	IP	Unid.	IIP	Unid.
Produtividade aprovada (APH) ¹	48	bu./acre	48	bu./acre	48	bu./acre	48	bu./acre	45	bu./acre
Preço projetado para colheita (futuro)	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.
Preço de cobertura do seguro (no plantio)	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.
Nível de produtividade ou receita eleita	75%	36 bu.	75%	36 bu.	75%	36 bu.	75%	36 bu.	75%	34 bu.
Porcentagem do preço eleito	Não aplicável		Não aplicável		Não aplicável		Não aplicável		Não aplicável	
Garantia do seguro (responsabilidade)	US\$ 396,00	=48*75%*11,0	US\$ 396,00	=48*75%*11,0	US\$ 396,00	=48*75%*11,0	US\$ 396,00	=48*75%*11,0	US\$ 374,00	=45*75%*11,0
Resultados: baixa produtividade e preço elevado										
Produtividade atual (obtida)	30	bu./acre	30	bu./acre	30	bu./acre	30	bu./acre	30	bu./acre
Preço futuro na colheita	Não aplicável		US\$ 13,00	US\$/bu.	US\$ 13,00	US\$/bu.	Não aplicável		Não aplicável	
Preço de cobertura na colheita	US\$ 13,00	US\$/bu.	US\$ 13,00	US\$/bu.	US\$ 13,00	US\$/bu.	US\$ 13,00	US\$/bu.	US\$ 13,00	US\$/bu.
Garantia do seguro na colheita (final)	Não aplicável		US\$ 468,00	=48*75%*13,0	US\$ 468,00	=48*75%*13,0	Não aplicável		Não aplicável	
Valor atual da produção	US\$ 390,00	=30*13,0	US\$ 390,00	=30*13,0	US\$ 390,00	=30*13,0	US\$ 390,00	=30*13,0	US\$ 390,00	=30*13,0
Indenização recebida	US\$ 6,00	= 396-390	US\$ 78,00	= 468-390	US\$ 78,00	= 468-390	US\$ 6,00	= 396-390	US\$ 0,00	= 374 < 390
Resultados: baixa produtividade e preço médio										
Produtividade atual (obtida)	30	bu./acre	30	bu./acre	30	bu./acre	30	bu./acre	30	bu./acre
Preço futuro na colheita	Não aplicável		Não aplicável		US\$ 11,00	US\$/bu.	Não aplicável		Não aplicável	
Preço de cobertura na colheita	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.
Garantia do seguro na colheita (final)	Não aplicável		Não altera		Não altera		Não aplicável		Não aplicável	
Valor atual da produção	US\$ 330,00	=30*11,0	US\$ 330,00	=30*11,0	US\$ 330,00	=30*11,0	US\$ 330,00	=30*11,0	US\$ 330,00	=30*11,0
Indenização recebida	US\$ 66,00	=396-330	US\$ 66,00	=396-330	US\$ 66,00	=396-330	US\$ 66,00	=396-330	US\$ 44,00	=374-330
Resultados: média produtividade e preço baixo										
Produtividade atual (obtida)	48	bu./acre	48	bu./acre	48	bu./acre	48	bu./acre	48	bu./acre
Preço futuro na colheita	Não aplicável		Não aplicável		US\$ 8,00	US\$/bu.	Não aplicável		Não aplicável	
Preço de cobertura na colheita	US\$ 8,00	US\$/bu.	US\$ 8,00	US\$/bu.	US\$ 8,00	US\$/bu.	US\$ 8,00	US\$/bu.	US\$ 8,00	US\$/bu.
Garantia do seguro na colheita (final)	Não aplicável		Não altera		Não altera		Não aplicável		Não aplicável	
Valor atual da produção	US\$ 384,00	=48*8,0	US\$ 384,00	=48*8,0	US\$ 384,00	=48*8,0	US\$ 384,00	=48*8,0	US\$ 384,00	=48*8,0
Indenização recebida	US\$ 12,00	=396-384	US\$ 12,00	=396-384	US\$ 12,00	=396-384	US\$ 12,00	=396-384	US\$ 0,00	=374 < 384

Quadro 9 - Exemplos comparativos da aplicação dos planos de seguro de receita pioneiros nos Estados Unidos (RA, CRC, IP e IIP)

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de: Stokes et al. (1999), Edwards (2011a), USDA (2010a, 2010b, 2010c)

2.3.1.5 Proteção de receita (Revenue Protection – RP) e proteção de receita com exclusão do preço de colheita (Revenue Protection With The Harvest Price Exclusion – RP-HPE)

Os planos de seguro apresentados anteriormente foram extintos em 2011, sendo substituídos pelo plano de proteção de receita, que conta com a função de incremento de preços (RP) e também dispõe da modalidade que não conta com essa funcionalidade (RP-HPE). Esses novos produtos estão consolidados em uma política com estrutura única, chamada de política comum de seguro agrícola (COMBO), que oferece tanto proteção de receita, pelos instrumentos citados acima, quanto de produtividade, por meio do plano de proteção de produtividade - YP⁴⁵ (USDA, 2011a).

O RP é um plano de seguro que garante um valor certo de receita e não apenas a produção. Ele protege a receita individual dos produtores contra o declínio tanto da produtividade quanto dos preços. A garantia é estabelecida com base nos preços de mercado e na produtividade individual das fazendas.

A produtividade utilizada neste plano é a comprovada pelo histórico de produção atual (APH). Os níveis de cobertura disponíveis vão de 50% a 85%, com incremento de 5%. As unidades seguráveis disponíveis são: básica, opcional, empresa e fazenda integral.

Os preços utilizados para a determinação da receita garantida, receita atual (da produção) e eventual indenização, assim como nos instrumentos anteriores, são originários do mercado futuro, mais especificamente na CBOT – Chicago Board of Trade, no caso da soja. Admite-se a utilização de outras bolsas de mercadorias regionais para outras *commodities* no âmbito de plano de seguro, mas os critérios e a publicação ficam a cargo da CEPP – Commodity Exchange Price Provisions, que por meio de documento específico inclui as informações necessárias para derivar o preço projetado e preço de colheita da cultura segurada.

A receita garantida é obtida pela multiplicação da produtividade aprovada, do nível de cobertura e do preço médio de fechamento negociado no mês de fevereiro, para contrato com vencimento em novembro, no caso da soja. Na contratação do seguro, o produtor escolhe se quer ou não a cobertura para incremento de preços, ou seja, escolhe o RP

⁴⁵ YP – Yield Protection, traduzido do inglês por proteção de produtividade.

ou o RP-HPE. As coberturas adicionais de plantio tardio e replantio são calculadas pelo preço projetado. O Quadro 10 descreve as principais características do RP e RP-HPE.

Descrição	RP	RP-HPE	GRIP	GRIP-HPO
Cobertura	Receita individual	Receita individual	Receita da área	Receita da área
Seguro contra	Perda de receita devido ao aumento ou redução de preço, baixa produtividade, ou combinação delas	Perda de receita devido a redução de preço, baixa produtividade, ou combinação delas	Perda de receita agregada no município	Perda de receita agregada no município
Taxa administrativa	\$ 30,00, sem cobertura CAT	\$ 30,00, sem cobertura CAT	\$ 30,00, sem cobertura CAT	\$ 30,00, sem cobertura CAT
Unidades disponíveis	Básica, opcional, empresa e fazenda integral	Básica, opcional, empresa e fazenda integral	Uma unidade por município	Uma unidade por município
Preço aplicável / preço eleito	Preço projetado e preço de colheita definidos	Preço projetado e preço de colheita definidos	60-100% do valor máximo da proteção baseada no preço esperado	60-100% do valor máx. da proteção baseada no maior preço entre o de colheita e o esperado
Varição máxima de preços	Preço de colheita não pode exceder o dobro do preço projetado	Preço de colheita não pode exceder o dobro do preço projetado	Para baixo: sem limite; para cima: preço de colheita é limitado ao dobro do preço esperado	Para baixo: sem limite; para cima: preço de colheita é limitado ao dobro do preço esperado
Nível de cobertura disponível (%)	50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%	50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%	70%, 75%, 80%, 85%, 90%	70%, 75%, 80%, 85%, 90%
APH	Necessária	Necessária	Desnecessária	Desnecessária
Relatório de plantio	Exigido	Exigido	Exigido	Exigido
Garantia	Proteção de receita = produtiv. aprovada (APH) x nível de cobertura x o maior preço entre o projetado e o de colheita	Proteção de receita = produtiv. aprovada (APH) x nível de cobertura x preço projetado	Proteção = valor segurado por acre x número de acres	Proteção = valor segurado por acre x número de acres x fator de ajuste da proteção HRO
Precificação sobre	Produtividade individual contínua	Produtividade individual contínua	Produtividade coletiva da área	Produtividade coletiva da área
Prêmio	Taxa x responsabilidade x fator de ajuste (%) menos o subsídio	Taxa x responsabilidade x fator de ajuste (%) menos o subsídio	(Proteção da política x taxa x 0,01) - subsídio	(Proteção da política x taxa x 0,01) - subsídio
Subsídio	Existente, variável de acordo com o tipo de unidade segurada e nível de cobertura	Existente, variável de acordo com o tipo de unidade segurada e nível de cobertura	Existente, variável de acordo com o nível de cobertura	Existente, variável de acordo com o nível de cobertura
Desconto por experiência positiva	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Exclusão de granizo e fogo	Disponível, mas restrito a unidade fazenda integral	Disponível, mas restrito a unidade fazenda integral	Não disponível	Não disponível
Requerimento de replantio	Aplicável	Aplicável	Não aplicável	Não aplicável
Pagamento por replantio	Disponível	Disponível	Não disponível	Não disponível
Comunicação de perda	Requerida	Requerida	Não requerida	Não requerida
Procedimento de ajuste de perda	Necessário	Necessário	Desnecessário	Desnecessário
Indenização ocorre caso	A produção obtida x preço de colheita seja menor que a receita garantida x número de acres segurados	A produção obtida x preço de colheita seja menor que a receita garantida x número de acres segurados	A receita do município seja menor que o gatilho de receita (produtividade esperada do município x preço esperado x nível de cobertura)	A receita do município seja menor que o gatilho de receita HRO (produtiv. esperada do município x o maior preço entre o esperado e o de colheita x nível de cobertura)

Quadro 10 - Resumo das características dos seguros: RP, RP-HPE, GRP, GRIP e GRIP-HPO
Fonte: NCIS (2011)

O funcionamento desses produtos de seguro é semelhante ao RA e CRC. Se o preço de colheita for superior ao preço projetado de colheita, a receita garantida se eleva (RP), sem cobrança adicional de prêmio. No caso do RP-HPE, a receita garantida permanece inalterada, mesmo diante de preço de colheita superior ao preço projetado. A variação máxima admitida entre os preços de colheita e preço projetado é 100%.

A vantagem dos seguros com cobertura para incremento de preço, como o RP, de acordo com Edwards (2011c), advém do fato de que eles são apropriados para produtores que normalmente vendem sua produção antes da colheita por contrato a termo. Nesse caso, se os produtores tiverem uma frustração de safra, a garantia adicional de preços provê uma indenização que irá compensar o custo de comprar o equivalente ao produto que deixou de ser colhido a um preço de mercado superior ao vendido a termo. Do mesmo modo, esse tipo de seguro protege os produtores que necessitam de uma quantidade determinada de produto para alimentar seus rebanhos.

Outros benefícios ligados a esse tipo de cobertura são que o fluxo de indenizações acompanha, com maior proximidade, os resultados econômicos dos empreendimentos, recompensa os produtores mais conscientes dos seus riscos e é interpretado como melhor garantia em operações de crédito.

2.3.1.6 Proteção de risco de renda grupal (Group Risk Income Protection – GRIP) e Proteção de risco de renda grupal com opção de preço de colheita (Group Risk Income Protection With Harvest Price Option – GRIP-HPO)

O GRIP é um plano de seguro que garante proteção contra uma contração inesperada da receita, em caso de redução de produtividade, declínio dos preços ou a combinação dessas situações. Segundo USDA (2008a), esse seguro combina as políticas de cobertura de produtividade do plano de risco grupal – GRP com a proteção de preços similar a do CRC ou RA, atualmente representadas pelo plano de proteção de receita – RP.

O GRP é um seguro de grupo que indeniza os produtores quando a produtividade média do município é inferior à produtividade garantida, que é determinada pela produtividade municipal esperada multiplicada pelo nível de cobertura escolhido pelo segurado. Os níveis de cobertura para essa política variam de 70% a 90% e a produtividade esperada para o município é ajustada pela tendência, com base no histórico existente. O plano é um seguro de produtividade e não de receita, portanto não será apresentado em detalhes nesse estudo.

É relevante destacar que o nível máximo de cobertura do GRIP (90%) é superior ao estabelecido para os produtos de renda individuais, como o RP que é de 85%. Isso ocorre porque o GRIP é um produto baseado na área (município) e, portanto, é menos suscetível a tentativa de fraude. Assim, um nível de cobertura mais elevado pode ser ofertado com menor preocupação quanto ao risco moral e à seleção adversa (USDA, 2008a).

Segundo Edwards (2011d), o GRIP é um plano que aprimora o GRP, incorpora a proteção de preços e indeniza os segurados quando a receita municipal não atingir a expectativa de receita segura. Assim como no RA, CRC e RP, o GRIP utiliza-se dos preços futuros das *commodities* negociados em bolsa.

O GRIP dispõe também de cobertura para elevação de preços. Nessa situação, o plano de seguro funciona tal qual o RP, com os mesmos procedimentos de atualização do valor segurado. Os períodos de descoberta de preço para determinação dos preços base e de colheita coincidem com os estabelecidos no RP, são as médias dos meses de fevereiro e outubro, no caso da soja, e de fevereiro e novembro, para o milho.

Esse plano de seguro pode levar os segurados a receberem uma indenização mesmo que não tenham individualmente sofrido uma perda significativa. Por outro lado, eles podem não receber indenização, mesmo diante de perdas, se a média do município não tiver alcançado valor inferior ao segurado. Essa é a natureza dos seguros de grupo ou índice, tal como o GRIP e GRP.

A vantagem dos seguros de grupo é que eles têm um custo administrativo menor, considerando que as despesas do modelo individual de estimação das perdas nas fazendas e regulação do sinistro são eliminadas.

Seguros desse tipo são apropriados para produtores que tenham produtividade e expectativa de receita correlacionadas com a média do município. Por outro lado, deve-se ter presente, conforme apontou Roberts (2005), que os seguros de índice não servem para garantir proteção contra eventos como granizo, por exemplo, que apresentam ocorrência circunscrita a uma pequena área. Entretanto, ele é apropriado para riscos que ocorrem em área de abrangência maior, como uma seca.

O autor afirma haver interesse crescente por seguros de grupo ou índice, especialmente em países em desenvolvimento, em razão de oferecerem uma solução prática para muitas das barreiras do seguro clássico, como a produção em áreas dispersas e a reduzida escala de pequenas propriedades. Esse tipo de seguro endereça resposta às questões atinentes a: seleção adversa; risco moral; elevados custos de transação e de avaliação das perdas.

Outra diferença entre os seguros de grupo ou índice dos planos individuais é a não cobertura de replantio, plantio tardio ou plantio não realizado, como ocorre nos planos individuais. Todavia, segurados neste tipo de plano não precisam passar pelo processo de comunicação de sinistro, avaliação e regulação com vistas a requerer indenização (NCIS, 2011; EDWARDS, 2011d).

O valor segurado ou garantia do plano é dado pela multiplicação da produtividade municipal esperada, do nível de cobertura eleito, do número acres da área, pelo preço projetado. No caso da modalidade com cobertura de elevação de preços, GRIP-HPO, a fórmula acima é ainda multiplicada por um fator de ajuste de até 150% (multiplicador). Esse fator existe para dois propósitos: 1) diminuir a variabilidade da produtividade média municipal em relação à individual; 2) permitir que produtores com produtividade média inferior à municipal contratem o seguro a um nível de garantia (responsabilidade) maior.

Para USDA (2008a), o multiplicador ajuda os produtores a obterem um nível de cobertura mais condizente com suas expectativas de perda, sem, com isso, alterar o gatilho de receita/produtividade para a indenização e impactar a solidez atuarial do programa.

Depois de publicado o preço de colheita (safra), pela média dos preços diários de fechamento no mês de outubro, do contrato com vencimento em novembro, no caso da soja, a garantia do GRIP-HPO é recalculada, se o preço de colheita for superior ao preço projetado.

O valor da produção, que é a receita atual municipal, é obtido pela multiplicação da produtividade média municipal colhida, do nível de cobertura e do preço de colheita. E, no caso do GRIP-HPO, multiplica-se ainda a expressão anterior pelo fator multiplicador, o mesmo usado na determinação da garantia ou valor segurado. Se o valor da produção for inferior ao valor garantido, a indenização é devida no montante da diferença correspondente.

Outra peculiaridade desse plano de seguro está na forma de determinação das perdas, que são calculadas em termos percentuais sobre a receita segurada. Resumo das características do GRIP e GRIP-HPO pode ser analisado no Quadro 10, enquanto detalhes da forma de cálculo e exemplos são apresentados no Quadro 11.

2.3.1.7 Aplicação do RP, RP-HPE, GRIP e GRIP-HPO

RP e GRIP contam com a modalidade básica e a de cobertura para elevação do preço de colheita, ambos apoiando-se no preço futuro negociado em bolsa de mercadorias.

A principal diferença entre eles, apontada no Quadro 10, é que a cobertura do RP é para a receita individual, independentemente do tipo de unidade segurada escolhida. O GRIP, por outro lado, tem cobertura baseada na receita da área, por meio de um índice de receita do município. Para analisar esses planos de seguro são considerados os mesmos cenários utilizados anteriormente: a) baixa produtividade e preço alto; b) baixa produtividade e preço médio e c) produtividade média e preço baixo.

Para a referida análise, considera-se uma propriedade com produtividade média de soja de 48 bushels por acre, preço futuro projetado para a colheita de US\$ 11,00 por bushel e nível de cobertura de 75%. Com esses parâmetros, conforme pode se notar no quadro a seguir, a receita garantida no RP e RP-HPE é de US\$ 396,00 por acre. Essa garantia é mutável no caso RP e fixa na modalidade RP-HPE, pois, quando o preço de colheita é superior ao preço projetado, a receita garantida é recalculada no RP, bem como no GRIP-HRO.

A correção da garantia do seguro ocorre no primeiro cenário que representa situação de baixa produtividade e preço elevado. A receita garantida do RP é elevada para US\$ 468,00/acre (48 bu. x 75% x 13,00).

Nesse cenário, com produtividade obtida de 30 bushels, o valor atual da produção alcança US\$ 390,00 (30 bu. x 13,00). Como o RP-HPE tem o valor da garantia fixo, o segurado recebe US\$ 6,00 por acre. Por outro lado, o RP indeniza US\$ 78,00 por acre, pois a garantia final desse plano é US\$ 468,00 (US\$ 468,00 – US\$ 390,00 = US\$ 78,00). Portanto, esse cenário expressa com clareza a vantagem do plano com cobertura de elevação de preço de colheita, pois o segurado que opta por essa modalidade recebe US\$ 72,00/acre a mais do que o não optante.

Nos dois outros cenários, de baixa produtividade e preço médio e de produtividade média e preço baixo, a garantia do seguro não é atualizada ao preço de colheita, pois este não foi superior ao preço projetado na contratação do seguro. Desse modo, a receita segurada, tanto no RP quanto no RP-HPE, permanece em US\$ 396,00 por acre.

No cenário de baixa produtividade e preço médio, o valor da produção atual é de US\$ 315,00 por acre (30 bu. x 10,50), resultando em indenização de US\$ 81,00 para o RP e RP-HPE. No cenário de produtividade média e preço baixo, a indenização calculada é de US\$ 12,00 por acre, referente à diferença entre a receita garantida e valor atual da produção de US\$ 384,00 (48 bu. x 8,00).

No caso do GRIP e GRIP-HRO a produtividade de referência utilizada é de 45 bushels por acre, que é a produtividade média esperada para o município no qual o segurado detém sua propriedade. O nível de cobertura utilizado foi de 80%.

A garantia do seguro na colheita no GRIP-HRO, assim como no RP, só é corrigida no cenário de produtividade baixa e preço elevado, situação em que essa variável atinge US\$ 468,00/acre ($45 \times 80\% \times 13,00$), substituindo o valor da garantia inicial do seguro (US\$ 396,00). É importante destacar que a garantia do seguro (responsabilidade), no caso do GRIP e GRIP-HRO, funciona apenas como um gatilho ou disparador de indenização, pois esse plano de seguro permite que o segurado escolha o valor da cobertura, por intermédio do fator multiplicador.

No presente exemplo, o fator multiplicador utilizado é de 125%, ou seja, 25% sobre o valor da garantia do seguro de US\$ 396,00/acre. O valor da cobertura escolhida, após a aplicação desse fator, é de US\$ 495,00/acre. A indenização desse plano é calculada com base na multiplicação desse valor, que é garantia efetiva do seguro, por percentual relativo às perdas ocorridas.

Analisando, inicialmente, o cenário de baixa produtividade e preço elevado, tem-se que o valor atual da produção é de US\$ 442,00/acre ($34 \text{ bu.} \times 13,00$), não gerando indenização no GRIP, pois US\$ 442,00 é maior que US\$ 396,00. Por outro lado, esse valor dispara indenização de US\$ 27,50/acre no GRIP-HRO, tendo em vista que US\$ 442,00 é menor que US\$ 468,00. O valor da indenização resulta da multiplicação do percentual de redução da receita $[(468,00-442,00)/468,00 = 5,56\%]$ pelo valor da cobertura escolhido de US\$ 495,00/acre. Frisa-se que esse plano de seguro difere dos demais, cujos valores indenizados advêm da subtração direta do valor atual da receita do valor garantido.

No cenário seguinte, de baixa produtividade e preço médio, o valor atual da produção de US\$ 357,00/acre é inferior ao da garantia do seguro (responsabilidade), de US\$ 396,00. Sem ter havido elevação de preço na colheita, o gatilho da apólice não é corrigido e o valor da indenização é de US\$ 48,75/acre, tanto para o GRIP quanto para o GRIP-HPO.

Do mesmo modo, o cenário de média produtividade e preço baixo resulta em pagamento de indenização de US\$ 45,00/acre ($\text{US\$ } 495,00 \times 9,09\%$), vez que o valor atual da produção é de US\$ 360,00/acre ($45 \text{ bu.} \times 8,00$) e a perda de receita calculada, de 9,09% $[(396,00-360)/396,00]$.

É oportuno lembrar que a produtividade atual nos exemplos do GRIP e GRIP-HPO refere-se à média efetiva registrada nos municípios, e não nas propriedades individualmente; portanto, independente do que ocorrer nestas, esses planos de seguro indenizam os segurados com base no resultado apurado no município.

Características	RP	Unid.	RP-HPE	Unid.	GRIP	Unid.	GRIP-HPO	Unid.
Produtividade aprovada	48	bu./acre	48	bu./acre	45	bu./acre/município	45	bu./acre/município
Preço futuro (no momento do plantio)	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.	US\$ 11,00	US\$/bu.
Nível de produtividade ou receita eleita	75%	= 48*75%*11,1	75%	= 48*75%*11,1	80%		80%	
Garantia do seguro (responsabilidade)	US\$ 396,00		US\$ 396,00		US\$ 396,00	=45*80%*11,0	US\$ 396,00	=45*80%*11,0
Valor de cobertura escolhido (US\$)	Não aplicável		Não aplicável		US\$ 495,00	125% = (495/396)	US\$ 495,00	125% = (495/396)
Resultados: baixa produtividade e preço elevado								
Produtividade atual (obtida)	30	bu./acre	30	bu./acre	34	bu./acre/município	34	bu./acre/município
Preço futuro na colheita	US\$ 13,00	US\$/bu.	US\$ 13,00	US\$/bu.	US\$ 13,00	US\$/bu.	US\$ 13,00	US\$/bu.
Garantia do seguro na colheita	US\$ 468,00	=48*75%*13,0	Não altera		Não altera	(cobertura básica)	US\$ 468,00	=45*80%*13,0
Valor atual da produção	US\$ 390,00	=30*13,0	US\$ 390,00	=30*13,0	US\$ 442,00	=34*13,0	US\$ 442,00	=34*13,0
Indenização recebida	US\$ 78,00	=468-390	US\$ 6,00	=396-390	US\$ 0,00	442 > 396	US\$ 27,50	= 495*((468-442)/468)
Resultados: baixa produtividade e preço médio								
Produtividade atual (obtida)	30	bu./acre	30	bu./acre	34	bu./acre/município	34	bu./acre/município
Preço futuro na colheita	US\$ 10,50	US\$/bu.	US\$ 10,50	US\$/bu.	US\$ 10,50	US\$/bu.	US\$ 10,50	US\$/bu.
Garantia do seguro na colheita	Não altera	11 > 10,50	Não altera		Não altera	(cobertura básica)	Não altera	(preço inferior)
Valor atual da produção	US\$ 315,00	=30*10,50	US\$ 315,00	=30*10,50	US\$ 357,00	=34*10,50	US\$ 357,00	=34*10,50
Indenização recebida	US\$ 81,00	=396-315	US\$ 81,00	=396-315	US\$ 48,75	=495*((396-357)/396)	US\$ 48,75	=495*((396-357)/396)
Resultados: média produtividade e preço baixo								
Produtividade atual (obtida)	48	bu./acre	48	bu./acre	45	bu./acre/município	45	bu./acre/município
Preço futuro na colheita	US\$ 8,00	US\$/bu.	US\$ 8,00	US\$/bu.	US\$ 8,00	US\$/bu.	US\$ 8,00	US\$/bu.
Garantia do seguro na colheita	Não altera		Não altera		Não altera	(cobertura básica)	Não altera	(preço inferior)
Valor atual da produção	US\$ 384,00	= 48*8,00	US\$ 384,00	= 48*8,00	US\$ 360,00	=45*8,00	US\$ 360,00	=45*8,00
Indenização recebida	US\$ 12,00	= 396-384	US\$ 12,00	= 396-384	US\$ 45,00	=495*(396-360)/396	US\$ 45,00	=495*(396-360)/396

Quadro 11 - Exemplos comparativos da aplicação dos planos de seguro RP, RP-HPE, GRIP e GRIP-HPO

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de: Edwards (2011a, 2011d) e USDA (2008a, 2011a)

2.3.1.8 Receita bruta ajustada (Adjusted Gross Revenue – AGR e AGR Lite)

Os seguros integrais para as propriedades rurais, assim como os seguros baseados em *commodities* específicas, cobram prêmios de risco e pagam indenização quando a receita atingir valor abaixo do esperado. Entretanto, ao invés de cobrir a receita de um único produto agrícola, o seguro integral cobre a receita total da fazenda, composta pela venda de distintos produtos agropecuários que o empreendimento produza.

Com esse propósito, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA oferece dois programas: AGR e AGR-Lite. Esses programas perseguem a receita bruta ajustada da propriedade rural, e apesar de terem um conceito simples apresentam grande complexidade de operação.

O AGR e o AGR-Lite oferecem aos produtores proteção contra a perda de faturamento devido a causas naturais inevitáveis ou flutuações de mercado durante o ano fiscal. O seguro cobre a receita de diferentes produtos agrícolas, atividades pecuárias, produtos animais e aquicultura em ambiente controlado (USDA, 2010f; USDA, 2010g).

Ambos os planos utilizam-se do histórico de receita informado anualmente pelo produtor para fins de apuração do imposto de renda, por meio do esquema F⁴⁶ ou formulários equivalentes. O AGR e o AGR-Lite proveem em um único plano de seguro proteção para múltiplos produtos agropecuários, estabelecendo garantia de receita que é um denominador comum desses produtos.

Os programas seguram a receita do ano civil e são oferecidos de forma contínua, de modo que o produtor deve contratar o seguro ou cancelá-lo até 31 de janeiro. Para novos inscritos, sua vigência inicia 10 dias após a contratação. Quaisquer alterações nos contratos devem ser realizadas até 31 de agosto. A solicitação de indenização deve ser apresentada depois do preenchimento da declaração de impostos.

São elegíveis ao programa produtores que estejam declarando rendimentos e impostos, com mesma personalidade jurídica/fiscal por no mínimo 7 anos e que tenham histórico ininterrupto de preenchimento da declaração por 5 anos. A contratação de produtos tradicionais de seguro de produtividade ou receita, quando disponíveis para os produtos cultivados no empreendimento, permite a redução do prêmio de seguro do plano AGR. Por sua vez, o AGR-Lite conta com subvenção de 48%, 55% e 59% do prêmio total para níveis de

⁴⁶Do inglês: Schedule F (tax form).

cobertura de 80%, 75% e 65%, respectivamente. As semelhanças e diferenças entre o AGR e o AGR-Lite são apresentadas no quadro a seguir.

Descrição	AGR	AGR-Lite
Seguro contra	Redução da receita bruta devido a causas naturais ou flutuações de mercado	
Garantia	Percentual da receita bruta da propriedade, composta a partir de todas as commodities agrícolas	
Nível de cobertura e taxa de pagamento	Variáveis de acordo com o número de commodities produzidas na propriedade. Nível de cobertura: 65%, 75% e 89%. Taxa de pagamento: 75% e 90%.	
Destinação	Cidadão estadunidense ou residente	
Exigências	Apresentar declaração com demonstração de rendimentos e impostos pagos no ano fiscal	
	Ter histórico de apresentação de declaração e pagamento de impostos junto ao fisco por pelo menos 7 anos (sendo 5 consecutivos), a menos que tenha havido uma mudança de personalidade jurídica/fiscal e tenha sido aprovada pelo segurador	
Contratação	Por meio de agente de seguros (seguradoras)	
Subsídio ao prêmio	Aquisição de seguro tradicional, se disponível, quando mais de 50% da receita esperada for de commodities seguráveis (do seguro tradicional acrescido do AGR reduz o prêmio do seguro)	Subvenção de 48%, 55% e 59% do prêmio total para os níveis de cobertura de 80%, 75% e 65%, respectivamente
Limite de cobertura (responsabilidade)	US\$ 6,5 milhões, menos que US\$ 13.333.333,00 de receita bruta aprovada	US\$ 1 milhão, e menos que US\$ 2.051.282 de receita bruta aprovada
Restrições	Ter menos de 35% da receita esperada de animais ou produtos animais	Ter menos do que 50% da receita total proveniente de commodities compradas para revenda
		Ter menos de 83,35% da receita total proveniente da comercialização de batata

Quadro 12 - Semelhanças e diferenças entre o AGR e o AGR-Lite

Fonte: USDA (2007, 2010f, 2010g) e Rain and Hail (2011)

O AGR e o AGR-Lite apresentam exatamente a mesma estrutura funcional e objetivo. A principal diferença entre esses planos é o critério de enquadramento, pois, enquanto o AGR oferece garantia até o limite de US\$ 6,5 milhões, o AGR-Lite tem limite de US\$ 1 milhão.

Dismukes e Coble (2006) apontaram que o problema desse tipo de seguro reside no cálculo da taxa de prêmio, pois ele deve incluir todos os riscos associados aos preços e produtividades das atividades desenvolvidas na fazenda, além da inter-relação dessas variáveis para cada fazenda em particular.

As dificuldades ainda aumentam caso o objetivo seja perseguir a renda líquida ou margem do empreendimento, pois nesse caso é necessário contemplar a variação dos preços dos insumos na metodologia de cálculo. O aumento no número de variáveis eleva a complexidade da metodologia e as chances de uma incorreta caracterização do produto de seguro, incluindo prêmios e indenizações.

Uma das limitações desses programas é que eles se valem das declarações de rendimento e pagamento de impostos que, frequentemente, tem de ser ajustadas para contemplar alterações no inventário, a fim de compatibilizar o nível de receita segura à produção correspondente do ano. Como muitos produtores escrituram os impostos na medida em que registram vendas e compras, essa modalidade de seguro pode não refletir fielmente o risco da renda anual (DISMUKES; COBLE, 2006).

Portanto, o adequado registro histórico da renda no ano fiscal é crítico para a determinação da expectativa de renda anual. É preciso considerar também a dinâmica das propriedades, pois elas mudam de tamanho e atividades de ano para ano. Com isso, há uma variabilidade da receita de difícil separação dos efeitos dos riscos ou fenômenos adversos. E, por consequência disso, verificar as perdas dos pedidos de indenização é um problema adicional.

Do ponto de vista do segurado, existe outra reclamação que é o lapso temporal entre a data do evento adverso que motivou a redução da renda e a sua compensação pelo programa. Somente no fim do exercício fiscal, depois do preenchimento e escrituração do faturamento e impostos, é que o produtor poderá reivindicar a indenização (DISMUKES; COBLE, 2006).

Com o intuito de demonstrar a aplicação desses planos de seguro, que funcionam rigorosamente do mesmo modo, apresenta-se a seguir exemplo do plano AGR, considerando uma propriedade com faturamento anual projetado de US\$ 270.000,00, nível de cobertura de 80% e taxa de pagamento de 75%.

Descrição	US\$
Receita projetada	270.000
Receita média admitida em 5 anos (Schedule F)	250.000
Despesas médias admitidas em 5 anos	190.000
Nível de cobertura	80%
Taxa de pagamento selecionada	75%
Ano do seguro (Schedule F)	
Receita admitida	130.000
Ajustamento de acréscimo (variação de inventário)	2.000
Despesas admitidas	130.000
Receita AGR aprovada (a menor entre a receita projetada e a média de 5 anos)	250.000
Receita AGR ajustada $\{250.000 \times [1 - [0,70 - (130.000 / 190.000)]]\}$	245.000
Receita garantida $(245.000 \times 80\%)$	196.000
Valor da produção $(130.000 + 2.000)$	132.000
Perda	64.000
Indenização por perdas $(64.000 \times 75\%)$	48.000

Quadro 13 - Exemplo de aplicação do plano de receita bruta ajustada (AGR)

Fonte: Adaptado pelo autor de Rain and Hail (2011)

A receita AGR aprovada no presente exemplo é de US\$ 250.000,00, que é a menor entre a receita projetada e a média dos últimos cinco anos. A receita AGR deve ser ajustada quando as despesas forem menores que 70% das despesas médias admitidas, caso do exemplo acima, em que se fez uma correção, pois elas representam 68%. Com isso, a receita AGR ajustada alcançou US\$ 245.000,00 e a receita garantida, US\$ 196.000,00, pela multiplicação ao nível de cobertura de 80%.

Ao término do ano fiscal, o faturamento bruto registrado somado à variação positiva de inventário totalizou US\$ 132.000,00, definindo perda de US\$ 64.000,00 na propriedade do segurado. Desse modo, aplicando a taxa de pagamento de 75% sobre a perda calculada se obtém o valor da indenização, equivalente a US\$ 48.000,00.

Apesar de o mecanismo de indenização ser bastante intuitivo, são fatores críticos para implantação desse plano a precisão do cálculo da taxa de prêmio e as limitações impostas pela utilização de declarações fiscais dos segurados.

2.3.1.9 Programas anticíclicos de estabilização de renda, programas emergenciais e de assistência a desastres

Os Estados Unidos mantém um grande número de programas objetivando compensar choques decorrentes de variações nos preços dos produtos, quebra de produtividade e danos causados por desastres naturais extremos. Esses programas não podem ser comparados com os seguros clássicos que foram apresentados anteriormente, pois aqueles são ofertados por empresas seguradoras privadas, embora contem com subsídios governamentais, enquanto estes são basicamente sustentados com recursos públicos.

Programas emergenciais e de assistência a desastres não são o foco deste trabalho, no entanto é pertinente citá-los brevemente para mostrar a diversificação e abrangência dos modelos ofertados pelo governo estadunidense para proteger o produtor rural e as atividades agrícolas. Os instrumentos disponíveis podem ser subdivididos em três grupos, de acordo com a destinação: 1) para perdas na produção agrícola; 2) para perdas nas atividades pecuárias e 3) para danos nas propriedades, perdas físicas nas culturas, animais, máquinas e equipamentos. Além disso, há dois outros programas que servem aos três tipos de perdas, independentemente de sua natureza, pois se destinam à recuperação de infraestrutura danificada (*Emergency Loans*) e à prorrogação das prestações vincendas de investimentos em áreas afetadas por desastres (*Disaster Set-Aside*). Resumo dos programas é apresentado no Quadro 14.

Tipo de perda sofrida	Perdas agrícolas	Perdas da pecuária	Danos à estrutura das fazendas
	Para perdas na produção, tanto de qualidade quanto de quantidade, para a maioria das culturas agrícolas, incluindo grãos, oleaginosas, algodão, forragem, floricultura, aquicultura, sementes, dentre outros	Para morte de animais, perda de alimentos e ração, fazendas de criação de peixes e abelhas	Para perdas físicas nas lavouras, criatórios animais, propriedades, benfeitorias, máquinas e equipamentos. Danos ao solo das propriedades, incluindo retirada de desmoronamentos, reparação de cercas, conservação de estrutura e sistema de abastecimento de água aos animais
Programas de auxílio a catástrofes da FSA	1. NAP - Noninsured Crop Disaster Assistance Program para cobrir perdas de produção das culturas quando o sistema federal de seguro agrícola não estiver disponível	4. ELAP - Emergency Assistance for Livestock, Honeybees, and Farm-raised Fish Program para morte de animais não cobertos pelo LIP, para perdas de pastagem não cobertas pelo LFP; para criatórios de peixes, morte de abelhas e perdas de ração	8. ECP - Emergency Conservation Program para reabilitar solo danificado por desastres naturais e estocar água com medidas de conservação
	2. SURE - Supplemental Revenue Assistance Payments Program para perdas das culturas em municípios declarados como alvo de desastres pelo Secretário de Agricultura	5. LFP - Livestock Forage Disaster Program para perdas de pastagem	
	3. TAP - Tree Assistance Program para perdas de árvores em reflorestamentos	6. LIP - Livestock Indemnity Program para morte de animais	
		7. CRP - Emergency Haying and Grazing of Conservation Reserve Program para permitir a utilização de áreas para prover alívio para produtores de animais em áreas afetadas por seca severa ou desastre natural similar	
	9. EM - Emergency Loans provê empréstimos para restaurar ou repor infraestrutura essencial danificada por desastres, financiar perdas de produção agrícolas e pecuárias; financiar gastos essenciais das famílias e despesas de custeio, ou refinar certos débitos		
	10. DAS - Disaster Set-Aside para produtores que tenham empréstimos diretos com FSA - Farm Service Agency e estejam impossibilitados de quitar as prestações contratadas, viabilizando a prorrogação integral das prestações para o final do período de financiamento		

Quadro 14 - Resumo dos programas de assistência às catástrofes

Fonte: USDA (2011b)

Além dos programas citados acima outros esquemas merecem destaque, por sua semelhança aos modelos privados de seguro previamente apresentados. Embora não sejam ofertados por seguradoras privadas e sejam financiados com recursos do tesouro estadunidense, o mecanismo de funcionamento desses modelos é muito similar aos demais planos examinados, por ser baseado em gatilho atrelado a um índice de receita e ter indenização calculada com base na diferença entre nível de receita segurado e o atual.

Os programas mencionados são o *Direct and Counter - Cyclical Payment Option* (DCP) e o *ACRE - Average Crop Revenue Election Program*. O primeiro foi autorizado na Lei Agrícola estadunidense de 2003, enquanto o segundo, na Lei de 2008 que, por sua vez, manteve em funcionamento o DCP.

Segundo USDA (2008b), o DCP apresenta duas formas de pagamento, a primeira chamada de direta (DP - *Direct Payment*), e a segunda, de contra-cíclica (*Counter-*

cyclical Payment). Os produtores para serem elegíveis aos benefícios desse programa precisam cumprir os seguintes requisitos: a) inscreverem-se no DCP; b) reportar anualmente o uso dado à terra cultivável da fazenda; c) cumprir com os requerimentos de proteção de várzeas e áreas de conservação em toda a sua propriedade; d) cumprir com os requerimentos de flexibilidade de plantio; e) utilizar as terras para agricultura ou atividades relacionadas; e e) proteger toda a área de erosão, incluindo a manutenção de cobertura adequada sobre as terras e controle de plantas daninhas. O programa é destinado a algumas culturas, mas nesse rol estão incluídos os principais grãos e oleaginosas, tais como: milho, soja, trigo, sorgo, canola, algodão, cevada, aveia e amendoim, entre outros.

Até 2011⁴⁷ o pagamento direto total (DP) aos produtores para cada cultura foi determinado pela multiplicação de 83,3% da área cultivada, pela produtividade e taxas fixadas pelo programa. O Quadro 15 ilustra o exemplo de uma lavoura de milho, de 100 acres, cuja produtividade e taxa do DP foram fixadas em 110 bushels por acre e US\$ 0,28/bushel. Nesse caso, o produtor receberá US\$ 2.565,64 pela área total.

Os pagamentos do DP não são baseados na escolha de produção corrente do produtor; ao invés disso, são atrelados à área e produtividade estabelecidas.

O pagamento contra-cíclico (CP), por outro lado, provê suporte para conter o ciclo de baixa dos preços agrícolas no mercado. Os pagamentos contra-cíclicos só são efetuados quando o preço da *commodity* estiver abaixo do preço-meta estabelecido para cada produto agrícola (*target price*) no âmbito da Lei Agrícola.

A taxa de pagamento do CCP é equivalente à diferença entre o preço-meta e o preço efetivo, determinada pela soma da taxa do DP à maior cotação entre o preço médio nacional recebido pelos produtores no ano e o preço atrelado à taxa nacional de empréstimos para a *commodity*⁴⁸.

O Quadro 15 traz também o exemplo de uma lavoura de 100 acres de soja. A produtividade fixada pelo programa foi de 30 bushels por acre, o preço médio nacional recebido pelos produtores de US\$ 5,10 por bushel, resultando em preço efetivo de US\$ 5,54, vez que US\$ 5,10 é maior que o preço atrelado à taxa nacional de empréstimos de US\$ 5,00/bushel.

⁴⁷ A partir de 2012, segundo USDA (2008b), o percentual será modificado para 85% da área cultivada.

⁴⁸ Do inglês: national loan rate for the commodity.

Descrição	Unidade	DP	CCP
1. Cultura		Milho	Soja
2. Área plantada	Acres	100	100
3. Percentual coberto da área plantada	%	83,3%	85%
4. Área coberta pelo programa	Acres	83,3	85
5. Produtividade fixada no Direct Payment / Counter Cyclical	Bushels/acre	110	30
6. Taxa do Direct Payment	US\$/bushel	0,28	0,44
7. Preço médio nacional	US\$/bushel	-	5,10
8. Preço efetivo (item 6+7)	US\$/bushel	-	5,54
9. Preço-meta (target price)	US\$/bushel	-	5,80
10. Taxa do Counter Cyclical Payment (item 9-8)	US\$/bushel	-	0,26
11. Pagamento direto (Direct Payment)	US\$/bushel	2.565,64	-
12. Pagamento contra-cíclico (Counter Cyclical Payment)	US\$/bushel	-	663,00

Quadro 15 - Exemplo de aplicações do pagamento direto (DP) e contra-cíclico (CCP)

Fonte: USDA (2008b)

Com isso, a taxa calculada do pagamento contra-cíclico é de US\$ 0,26/bushel, que é a diferença entre o preço-meta e o efetivo ($5,80 - 5,54 = 0,26$). Desse modo, o pagamento do CP é de US\$ 663,00 pela área total ($85 \text{ acres} \times 30 \text{ bu.} \times 0,26/\text{bu.} = 663,00$).

Frisa-se que o CP, ao contrário do DP, dispõe de gatilho indexado ao preço-meta fixado no programa, sendo que, quando este for superior ao preço efetivo, os pagamentos são disparados, caracterizando aspecto típico do seguro de preços.

O DCP e o ACRE são programas contra-cíclicos, sendo que o último surgiu como uma alternativa ao primeiro (Edwards, 2011e), que cobre apenas o risco de preço, e não o de produção, além de não levar em consideração a área atual cultivada.

O ACRE foi instituído com intuito de endereçar essas duas limitações. Produtores inscritos no DCP para um determinado ano agrícola podem escolher migrar para o ACRE, de acordo com USDA (2009) e Paulson (2009).

Esse programa utiliza uma combinação das médias de produtividade do estado, da fazenda e o preço nacional de comercialização anual para determinar os níveis de garantia de receita e pagamentos para cada cultura coberta no programa. Há dois gatilhos de receita no programa que devem ser simultaneamente disparados para gerar pagamentos pelo ACRE, o primeiro vinculado a um índice estadual e o segundo à fazenda.

O preço utilizado nos dois gatilhos refere-se à média nacional dos dois anos de comercialização mais recentes. As médias são dos preços físicos pagos no país, e não dos futuros. A produtividade da receita garantida no estado é uma média olímpica⁴⁹ das produtividades médias do estado dos últimos cinco anos. A média é, em seguida, ajustada à área plantada, ao invés da colhida.

⁴⁹ A média olímpica descarta o valor mais alto e o mais baixo do período, resultando na média aritmética dos três valores restantes.

A garantia ACRE no estado é, portanto, 90% da produtividade média do estado multiplicada pela média de preços físicos dos dois últimos anos de comercialização. A garantia ACRE na fazenda, por outro lado, utiliza a mesma média de preços multiplicada pela média olímpica de produtividade, com base nas informações de produtividade dos últimos cinco anos. O valor pago pelo produtor com prêmios de seguro é somado ao valor da garantia da fazenda.

Todos os anos as garantias, em nível de estado e fazenda, são recalculadas, utilizando os preços médios dos últimos dois anos e as produtividades dos últimos cinco. Importante se faz mencionar que o acréscimo ou decréscimo da garantia está limitado a 10% em relação ao ano anterior.

Para gerar pagamento o programa ACRE exige que a receita atual, tanto no estado quanto na fazenda, sejam inferiores às suas correspondentes garantias. As receitas atuais, no Estado e na fazenda, são calculadas pela multiplicação dos preços médios de comercialização do ano corrente pela produtividade média do estado e atual produtividade da fazenda, respectivamente.

Se ambos os gatilhos são disparados, o pagamento à fazenda será equivalente à diferença entre a garantia ACRE no Estado e a receita estadual atual, sendo que o pagamento não pode exceder a 25% da garantia em nível de Estado (Edwards, 2011e).

O Quadro 16 demonstra o cálculo dos gatilhos e a determinação do valor a ser pago pelo programa ACRE, tomando como exemplo uma lavoura de soja, no estado de Minnesota.

No exemplo apresentado, tanto o gatilho em nível de fazenda quanto de Estado são disparados, pois as receitas atuais, no Estado e na fazenda, são inferiores às respectivas garantias. A diferença entre a receita atual e a garantida em nível de Estado foi de US\$ 7,22, portanto inferior ao limite de 25% (US\$ 86,67). Com isso, o pagamento total é calculado pela multiplicação da área limite para pagamento (300,20 acres) pelo fator de índice de produtividade (0,9612), pela garantia ACRE calculada (US\$ 7,22), resultando no pagamento de US\$ 2.082,69 pela área total incluída no programa.

O custo para os produtores aderirem ao programa origina-se da renúncia de 20% dos seus pagamentos diretos (*Direct Payment*), da desistência de qualquer recebimento de pagamentos contra-cíclicos (*Counter-Cyclical Payment*) e de redução das taxas de empréstimos e preços para cálculo dos programas de garantia de preços (*Deficiency Payment*).

Gatilho Estado	Garantia do Programa	1. Produtividade estadual de referência (benchmark)	41,2
		2. Preço de garantia do ACRE (US\$/bu.)	9,35
		3. Garantia ACRE no Estado (US\$/acre - 90%)	346,70
	Receita estadual atual	4. Produtividade estadual atual	41
		5. Preço médio nacional	8,28
		6. Preço vinculado a taxa nacional de empréstimos	3,50
		7. 70% do preço da taxa nacional de empréstimos	2,45
		8. Preços ACRE (maior entre os itens 5 e 7)	8,28
		9. Receita estadual atual	339,48
	10. O item 3 é maior que o item 9? Se sim, o gatilho do Estado foi disparado e deve-se ir para o item 11. Se não, a cultura não está apta a receber pagamentos pelo programa ACRE.		Sim
Gatilho Fazenda	Receita ACRE de referência (benchmark) da fazenda	11. Produtividade de referência da fazenda (média olímpica dos últimos 5 anos - benchmark)	39,6
		12. Prêmio de seguro agrícola pago por acre	10,00
		13. Garantia ACRE na fazenda [(item 2x11)+12]	380,26
	Garantia do Programa	14. Produtividade atual da fazenda	38,5
		15. Receita atual da fazenda (14x8)	318,78
	16. Item 13 for maior que item 15? Se sim, o gatilho da fazenda foi disparado e deve-se calcular os pagamentos no item 17. Se não, a cultura não está apta a receber pagamentos pelo programa ACRE.		Sim
Pagamentos pelo ACRE	17. Área máxima da fazenda (total de acres cultivados na fazenda)		400
	18. Área plantada e considerada para a cultura		360,40
	19. Limite para pagamento de área (item 18 vezes 83,3% ou 85% a partir de 2012, não superior ao item 17)		300,20
	20. Fator de Índice de produtividade (produtividade fazenda/estado)		0,9612
	21. Garantia ACRE no Estado menos a receita estadual atual (item 3 - 9)		7,22
	22. 25% da garantia ACRE no Estado		86,67
	23. Pagamento projetado do programa ACRE para a cultura		2.082,69

Quadro 16 - Exemplo de aplicação do ACRE

Fonte: Olson (2009) e USDA (2009)

Edwards (2011e) enaltece que o ACRE não substitui o seguro agrícola, apesar da sua semelhança, pois existem diferenças importantes. O ACRE baseia-se em preços e produtividades de longo prazo, de modo que ele não flutuará acentuadamente de ano para ano, tal como ocorre com o seguro agrícola. O objetivo do ACRE é estabilizar a receita bruta ao longo de quatro anos, por isso a limitação de variação máxima de 10% da garantia foi introduzida, contribuindo para o alcance dessa meta, sem acentuadas oscilações.

O seguro agrícola, por outro lado, provê garantia para as fazendas quando elas tiverem uma produção pequena, independentemente da produção estadual, o que não ocorre com o ACRE, que só desencadeia pagamentos quando a receita atual estadual for também reduzida. Além disso, o ACRE utiliza preços médios do mercado físico nacional, enquanto o seguro agrícola utiliza preços futuros para a época da colheita. Portanto, o ACRE não pode competir ou substituir o seguro agrícola de produtividade ou receita, mas pode ser utilizado com uma ferramenta suplementar de gerenciamento de risco para reduções bruscas de preços ou perdas generalizadas de produção.

2.3.2 Canadá

O Canadá tem uma experiência longa com programas de estabilização de renda. Segundo FAO (1992), a criação de programa de estabilização de renda no Canadá deu-se com a publicação do Farm Income Protection Act, em 1991, em substituição aos então vigentes Crop Insurance Act, The Agricultural Stabilization Act e Western Grain Stabilisation Act. Essa nova política de estabilização implantou dois programas pioneiros para minimizar os efeitos do declínio da receita e sustentar a renda agropecuária: *Gross Revenue Insurance Program* – GRIProg e *Net Income Stabilization Accounts* – NISA.

Em 2003, esses programas foram descontinuados e substituídos pelo *Canadian Agriculture Income Stabilization Program* (CAIS) e, mais tarde, pelo programa *Growing Forward*, atualmente vigente, que conta com cinco instrumentos no seu esquema: *AgriInvest*, *AgriStability*, *AgriRecovery*, *AgriInsurance* e *Advance Payments Program*.

2.3.2.1 Programa de seguro de receita bruta (Gross Revenue Insurance Program – GRIProg)

Stokes, Nayda e English (1997) e Dismukes e Coble (2006) apontam o programa de seguro de receita bruta canadense (GRIProg), implantado em diversas províncias canadenses em 1991/92, como o programa precursor dos demais modelos criados de estabilização da renda agropecuária.

O GRIProg era administrado pelas agências de seguro das províncias e oferecia dois componentes de proteção: o seguro de produtividade e o seguro de receita, a principal inovação do esquema instituído. Os produtores não eram obrigados a se inscrever nos dois componentes, mas eram encorajados pelo Governo por meio de descontos nos prêmios.

Os prêmios eram calculados com a multiplicação de uma taxa básica pela receita meta estabelecida, no caso do componente de seguro de receita. A taxa básica variava com a cultura e localização da propriedade. O prêmio era subsidiado, o produtor pagava 33% do valor do prêmio, enquanto os Governos Federal e das províncias cobriam 42% e 25%, respectivamente. Os preços utilizados no cálculo do valor segurado, que servia de base para a determinação dos prêmios, era o preço do começo da estação de cultivo.

Os produtores tinham restrição de entrada e saída no programa, pois para saírem tinham que notificar o Governo com três anos de antecedência, e para retornarem

deveriam esperar dois anos. No primeiro ano do programa, 75% dos produtores enquadráveis e 83% da área elegível já estavam inscritos no GRIProg (FAO, 1992).

O seguro agrícola indenizava quando a produtividade atual fosse inferior à garantida, sendo que esta era calculada pela multiplicação do nível de cobertura máximo de até 70% pela média móvel histórica de produtividade do produtor, dos últimos cinco anos. A indenização quando devida resultava da diferença entre as produtividades garantida e atual, multiplicada pelo preço corrente, definido no momento da contratação do seguro.

O componente de receita, por outro lado, indenizava sempre que a receita atual de mercado, acrescida do pagamento do seguro agrícola, fosse inferior à receita meta (*target revenue*). A receita meta era calculada como uma proporção, limitada a 100%, da receita calculada pelo histórico de produtividade multiplicado pela média móvel de longo prazo dos preços (15 anos), indexados à inflação.

No Quadro 17 é apresentado um exemplo aplicado do GRIProg, com base nas informações obtidas de FAO (1992). O exemplo é de uma lavoura de soja, de 100 hectares, que contratou o seguro dos dois componentes: produtividade e receita. No exemplo, calculou-se a produtividade garantida por hectare e receita meta de, respectivamente, 1.540 Kg/ha e \$ 533,00/ha (quinhentos e trinta e três dólares canadenses⁵⁰).

Na contratação (Plantio)	Por hectare	Por unid. segurada
Área segurada (ha)		100
Produtividade histórica (Kg) (média móvel 5 anos)	2.200	220.000
Preço corrente	18,00	18,00
Nível de cobertura	70%	70%
Produtividade / Produção garantida	1.540	154.000
Preço médio histórico (\$/sc.) (média móvel 15 anos)	20,00	20,00
Receita meta = (2.200 x 70% x 20,00)	513,33	51.333,33

Na apuração (Colheita)	Situação 1	Situação 2	Situação 3	Situação 4
Produtividade obtida (Kg/ha)	1000	1000	2200	2200
Produção em Kg (área total)	100.000	100.000	220.000	220.000
Preço observado na safra (\$/sc.)	20,00	16,00	12,00	20,00
Receita atual de mercado (\$)	33.333,33	26.666,67	44.000,00	73.333,33
Indenização componente produtividade (\$)	16.200,00	16.200,00	0,00	0,00
Rec. atual de mercado + indeniz. comp. produtiv. (\$)	49.533,33	42.866,67	44.000,00	73.333,33
Indenização componente receita agrícola (\$)	1.800,00	8.466,67	7.333,33	0,00
Pagamento total do GRIP (\$)	18.000,00	24.666,67	7.333,33	0,00
Receita da fazenda após os pagamentos (\$)	51.333,33	51.333,33	51.333,33	73.333,33

Quadro 17 - Exemplo aplicado do GRIProg à cultura da soja no Canadá

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de FAO (1992)

⁵⁰ Todas as citações nesta sub-seção 2.3.2 que se referirem a valores monetários estão em dólares canadenses (CA\$).

Foram simuladas quatro situações possíveis, envolvendo combinações de produtividade e preços na colheita. Na situação 1, a produtividade baixa de 1.000 Kg/ha resulta em receita atual de mercado inferior à receita meta. Dessa forma, o segurado faz jus à indenização pelo componente produtividade de \$ 16.200,00 pela área total $[(154.000 \text{ Kg} - 100.000 \text{ Kg})/60 \text{ Kg} \times \$ 18,00]$. A receita atual de mercado, acrescida do montante indenizado pelo componente de produtividade, totaliza \$ 49.533,00, valor que ainda é inferior à receita meta segurada (\$ 51.333,33). Assim, a diferença de \$ 1.800,00 entre esses valores equivale à indenização devida ao produtor pelo componente de seguro da receita. Com a soma das indenizações, o segurado restitui sua receita bruta até o valor da receita meta de \$ 51.333,00. Essa análise se aplica às demais situações simuladas.

O exemplo exposto ilustra um dos principais pontos de crítica do programa, que era a possibilidade de distanciamento dos preços de mercado dos preços utilizados no seguro para pagamento do componente de receita. Esse afastamento dos preços, de acordo com FAO (1992), ocasionaria dois problemas: dificuldade de financiamento do programa no longo prazo, pois os segurados recebem um valor que não é condizente com o prêmio que pagam; e fraudes pelos potenciais efeitos do risco moral, pois os segurados poderiam não ter incentivo para aplicar corretamente os insumos.

Corroborando essa crítica, Dismukes e Coble (2006) apontaram a ocorrência do problema de sobre-seguro no programa GRIProg, pois em 1991 o governo canadense ofereceu aos produtores um nível de renda garantida para *commodities* baseado em séries históricas, com preços acima dos correntes no mercado. Como esse programa utilizou séries históricas de 15 anos, cobrindo períodos de cotações mais elevadas na década de 70 e 80, a consequência foi o pagamento de indenizações superiores aos valores coletados com os prêmios. Esse fato levou à descontinuidade do programa em 1998, devido à pressão do governo para a redução do déficit financeiro.

2.3.2.2 Conta estabilizadora da renda líquida (Net Income Stabilization Accounts – NISA)

O NISA entrou em operação em 1992. O programa funcionava com uma conta de estabilização de renda, na qual o produtor realizava depósitos e os Governos Federal e das Províncias complementavam esse montante, sendo que o capital era remunerado a taxa de 3% ao ano acima da taxa de mercado. Da parcela pública, 2/3 dos recursos eram do Governo

Federal e 1/3 das Províncias. O limite de depósito do Governo era de \$ 7.500,00 ou o equivalente a receitas líquidas de \$ 250.000,00.

Os produtores podiam contribuir com o equivalente a até 3% das suas receitas líquidas elegíveis para ter a contrapartida do Governo. Entretanto, se desejassem, sem contar com a contribuição equivalente do Governo, os produtores poderiam depositar até 20% das receitas líquidas. Entretanto, esses depósitos adicionais não poderiam ficar sem movimentação por mais de cinco anos. O custo para o produtor aderir ao programa era de \$ 55,00.

O objetivo do programa era estimular os produtores a criar reservas nos anos de resultados positivos para poder sacar nos anos de déficit. Esses recursos eram administrados por uma instituição bancária e os produtores acompanhavam a evolução da sua conta estabilizadora.

Para o produtor sacar os recursos da conta estabilizadora ele deveria estar no programa a mais de um ano. O gatilho para a retirada estava atrelado à margem bruta anual da fazenda, pois quando estivesse abaixo da margem bruta média calculada, a partir dos últimos 5 anos-safra, os saques eram autorizados. A margem bruta era determinada pela diferença entre as receitas líquidas, acrescida de contratos de prestação de serviço e aluguel de máquinas, descontadas as despesas elegíveis.

Um dos problemas desse programa é que os produtores só podiam sacar os recursos depois de encerrado o ano-safra, quando as margens eram calculadas. Esse problema foi superado, mais tarde, quando o programa passou por uma revisão que permitia o saque no próprio ano em que surgisse a necessidade (EDELMAN, 2000).

Em 1998 e 1999, NISA recebeu aporte de recursos do programa de assistência à renda agrícola - AIDA⁵¹, e entre 2000 e 2003, do programa canadense de renda agropecuária - CFIP⁵². O aporte desses programas foi instituído para cobrir reduções de renda superiores a 30%, de forma que a reposição da renda com esses programas fosse feita até atingir 70% da renda média histórica do produtor.

Segundo Dismukes e Durst (2006) o programa não estava suficientemente equilibrado para atender diferentes classes de produtores. Os autores sugeriram que os incentivos econômicos da taxa de juros e as potenciais obrigações tributárias nos saques da conta estabilizadora encorajavam os produtores a tomar recursos de outras fontes para cobrir os déficits de renda, ao invés de sacar em suas contas no âmbito do programa NISA.

⁵¹ Do inglês: *Agriculture Income Disaster Assistance* – AIDA.

⁵² Do inglês: *Canadian Farm Income Program* - CFIP.

Esses fatores levaram à descontinuidade do programa, pois o NISA e CFIP foram substituídos pelo programa de estabilização da renda agrícola canadense (CAIS), com o intuito de oferecer uma solução combinada de estabilização de renda (margem) e assistência em casos de desastres.

2.3.2.3 Estabilização da renda agrícola canadense (Canadian Agricultural Income Stabilization – CAIS)

O programa CAIS foi instituído no início de 2003, para substituir o programa NISA, unificando os programas de estabilização de renda e assistência a desastres (perdas catastróficas). Ele foi dirigido conjuntamente pelo Governo Federal e das Províncias, com o intuito de estabilizar a receita global das propriedades agropecuárias, cobrindo pequenas e grandes variações (SCHMITZ, 2008).

Como o programa não era operado por companhias seguradoras privadas e a contratação não estava vinculada ao pagamento de um prêmio associado ao risco, ao contrário, dependia do pagamento de uma quantia fixa pelo montante segurado, ele não pode ser considerado um produto típico de seguro privado.

Suas características são de um programa totalmente subsidiado de seguro de receita global da fazenda, que permite aos produtores transferir o risco de redução da receita a um segurador, que no caso é o Governo, ao invés de utilizar fundos acumulados em contas correntes individuais.

O CAIS dava suporte automático aos produtores, independentemente das reservas acumuladas na conta vinculada. Além disso, o Governo não fazia contribuições à conta enquanto o produtor não tivesse uma experiência de frustração da receita. Segundo Dismukes e Durst (2006), esse procedimento foi introduzido para corrigir a distorção do NISA, pois os rendimentos da conta vinculada, inclusive da parte depositada pelo Governo, eram apropriados pelos produtores com taxa de remuneração superior a de mercado, mesmo que o produtor não tivesse sido acometido por um sinistro.

O programa iniciou com a exigência de os produtores manterem um percentual da margem de referência em uma conta do programa CAIS e depois foi substituída por uma taxa fixa de participação de \$ 4,50 por cada \$ 1.000,00 de margem coberta pelo programa. Assim, ao invés de pagamento de prêmio atrelado ao risco, os produtores participantes faziam depósitos proporcionais à margem segurada. Além disso, diferença de inventário, pela redução de estoques, era também passível de compensação no programa. A diferença de

inventário não se aplicava aos ativos produtivos, caso da pecuária, apenas às *commodities* comercializadas.

O montante segurado corresponde, na verdade, à margem dos produtores, definida como a diferença entre a receita e as despesas variáveis imputáveis diretamente às atividades agropecuárias.

As indenizações do CAIS dependiam da comunicação dos produtores de que sua margem anual estava abaixo da margem de referência, que era calculada com base na média olímpica dos últimos cinco anos, ou seja, na média de três anos típicos, descartando-se o maior e o menor valor das observações.

Para participar do programa, os produtores deveriam escolher um nível de proteção equivalente a um percentual sobre sua margem histórica, devendo, para tanto, fazer o depósito anual correspondente ao nível de proteção escolhido.

Figura 5 - Camadas de participação e pagamento do programa CAIS

Fonte: Adaptado de AFSC (2003)

Quanto maior a redução da margem, maior era o aporte governamental. Caso a margem se reduzisse até 15%, ficando entre 85% e 100% da margem de referência, o produtor recebia 50% da margem reduzida e arcava com os demais 50% (camada 1). Caso a margem situasse-se entre 70% e 85%, o pagamento do governo aumenta para 70% (camada 2). E, caso a redução fosse superior a 30%, para margem inferior a 70% da garantida, a participação do

Governo se elevava para 80% da margem reduzida no ano (camada 3). A Figura 5 ilustra a distribuição dessas participações.

O programa CAIS oferecia também uma cobertura para margem negativa, desde que os produtores atendessem determinadas condições, fazendo jus ao recebimento de 60% da margem anual reduzida. Esse benefício era limitado a \$ 3 milhões ou 70% da redução da margem anual de referência (DISMUKES; DURST, 2006).

2.3.2.4 Administração de risco dos negócios (Business Risk Management - BRM)

A política agrícola Cultivando à Frente (GF⁵³) foi implantada pelo Governo canadense em 2008. Ela reuniu e aprimorou programas já existentes, bem como incorporou novos instrumentos. A política GF substituiu a então vigente *Agricultural Policy Framework* – APF e seus instrumentos associados, como o CAIS. A nova estrutura de política agrícola vige na forma de um acordo entre o Governo do Canadá e suas Províncias, pois os financiamentos dos programas, estimados em \$ 1,3 bilhão, são compartilhados na proporção 60:40, respectivamente.

O GF visa apoiar o agronegócio canadense de forma estratégica, buscando elevar a sua lucratividade por meio de três pilares: competitividade e inovação; contribuição para as demandas da sociedade (saúde e meio ambiente) e gerenciamento proativo dos riscos do negócio (AAFC, 2011a).

E é neste último pilar que se assenta o programa de administração de risco dos negócios (*Business Risk Management* – BRM), contemplando um conjunto de instrumentos para, de forma integrada, prover proteção para diferentes tipos de perdas e equalização do fluxo de caixa. Os principais instrumentos do BRM são: *AgrInvest*, *AgriStability*, *AgriRecovery* e *AgrInsurance*.

2.3.2.4.1 AgrInvest

O *AgrInvest* ajuda os produtores a administrar pequenos declínios de receita, bem como oferece suporte para investimentos na mitigação de riscos ou acréscimo (agregação) de receita. Para dispor dessa ferramenta, os produtores precisam abrir uma conta que receberá depósitos anuais, baseados em percentagem sobre as vendas líquidas da

⁵³ Do inglês: *Growing Forward* – GF

propriedade. Assim como nos programas anteriores já discutidos, no *AgrInvest* os depósitos dos produtores são acompanhados de complementação pelos governos Federal, Provincial ou local.

O objetivo do programa é dispor de uma conta auto-administrada pelo produtor-Governo que permite aos produtores comporem uma reserva financeira para ser utilizada em situações de pequenos declínios de receita, ou para realizar investimentos voltados à redução dos riscos internos dos empreendimentos (AAFC, 2011b).

Depois de se inscrever no programa, por meio de formulários, o produtor receberá uma notificação destacando o valor que poderá depositar na conta vinculada e que será complementado pelas contribuições do Governo. A instituição financeira comunicará o Ministério da Agricultura do depósito e este aportará sua contribuição imediatamente. Diferentemente dos programas anteriores que mantinham restrições, o *AgrInvest* é flexível e permite aos produtores saques a qualquer momento ao longo do ano.

Os produtores podem depositar até 1,5% das suas vendas líquidas no *AgrInvest*, a fim de receber a contrapartida do Governo. Este programa equivale à primeira camada do programa CAIS, pois serve para cobrir pequenas variações negativas de receita, equivalentes à redução de margem entre 85% e 100%, camada não coberta pelo *AgriStability*, conforme será apresentado a seguir. Depósitos excedentes dos produtores, sem direito à complementação pelo Governo, são admitidos até o limite de 25% das vendas líquidas.

Os depósitos são separados na conta em dois fundos, o primeiro (fundo 1) refere-se à parte do produtor e os saques não são taxados. O segundo (fundo 2) corresponde à parte do Governo, sendo que os saques são taxados. Em caso de saque, os recursos são retirados na seguinte ordem: 1º) depósitos excedentes, 2º) fundo 2 e 3º) fundo 1.

2.3.2.4.2 AgriStability

O *AgriStability* é um programa desenvolvido com o intuito de proteger o empreendimento agrícola contra grandes declínios de margem. O programa direciona fundos do governo por meio de assistência a desastres para aqueles produtores que experimentarem declínios de margem superiores a 15%.

A filosofia do *AgriStability* é de que Governo e produtores participantes do programa devem compartilhar os custos de compor a receita perdida. Quanto maiores as perdas em relação à margem de referência, maior será a participação do Governo.

A margem de referência, assim como nos programas anteriores, é calculada por uma série histórica na qual as receitas admitidas são descontadas das despesas diretas ligadas à produção, tal como apresentadas na prestação de informação do imposto de renda anual. A série histórica é de 5 anos, sendo que a margem de referência é extraída por média olímpica.

Para participar do programa o produtor paga uma taxa equivalente a \$ 4,50 por cada \$ 1.000,00 de margem de referência. A taxa mínima cobrada é de \$ 45,00, equivalente à cobertura mínima de \$ 10.000,00 de margem. Os produtores pagam adicionalmente mais \$ 55,00 por ano de custo fixo administrativo.

Os pagamentos do programa ocorrem quando a margem anual for inferior a 85% da margem de referência, sendo que o Governo paga a diferença entre a margem anual e o valor equivalente a 85% da margem de referência. A Figura 6 ilustra a forma de compartilhamento do custo das perdas no âmbito do *AgriStability*.

Figura 6 - Camadas de participação e pagamento do programa *AgriStability*
Fonte: Adaptado de AFSC (2008) e AAFC (2011b)

Conforme se observa, a camada de perdas pequenas, consideradas até o limite de 15% da margem de referência (camada 1), não é coberta pelo *AgriStability*. Nessa camada de perdas, o produtor deve administrar seu fluxo de caixa lançando mão do *AgriInvest*, programa que permite saques a qualquer tempo, sem a necessidade de apuração da margem anual.

Nas perdas superiores a 15% até o limite de 30%, o Governo cobre 70% das perdas (camada 2). Para perdas superiores a 30% até a perda total de margem (camada 3), o

Governo cobre 80% das perdas. E, nos casos extremos, em que a margem se torna negativa (camada 4), se os produtores cumprirem certos requerimentos, o Governo contribuirá com 60% da porção de perdas que excederem a margem de referência (AFSC, 2008).

2.3.2.4.3 AgriRecovery

O *AgriRecovery* foi desenhado para assistir os produtores diante de grandes catástrofes naturais, de modo que os Governos federal, provincial e local possam conjuntamente aliviar os impactos dos desastres e promover a retomada das operações produtivas. O auxílio prestado pelo *AgriRecovery* vai além dos programas existentes, quais sejam: *AgriStability*, *AgrInvest*, *AgrInsurance* e outros.

O financiamento do programa é compartilhado entre o Governo Federal e as Províncias afetadas, na proporção 60:40, respectivamente. Quando um desastre ocorre, as Províncias devem requerer ao *AgriRecovery* uma avaliação da situação/evento. A avaliação é feita em conjunto pelos Governos e determinará se a assistência pelo programa é recomendada.

Baseado na avaliação, os Governos decidirão se assistência adicional será garantida sobre o *AgriRecovery* para ajudar os produtores a mitigarem os impactos do desastre e restabelecerem sua infraestrutura produtiva. Caso necessário, serão implementadas ações com metas específicas para cada situação. É importante frisar que eventos cíclicos, como oscilações de preços das *commodities* ou tendências de longo prazo que alteram os rumos do mercado, não são consideradas no âmbito do *AgriRecovery* (AAFC, 2011a).

2.3.2.4.4 AgrInsurance

O programa inclui os seguros de produção que oferecem cobertura para perdas causadas à produção ou aos ativos produtivos por fenômenos naturais. Este é um programa privado que é coordenado pelas agências administrativas do Departamento de Agricultura das Províncias.

No âmbito desse programa, os produtores pagam um prêmio para proteger a sua atividade e recebem uma indenização quando sofrerem perdas cobertas pela apólice. Basicamente, os planos de seguro ofertados pelas Províncias são muito semelhantes, cobrindo basicamente perda de produtividade ocasionada por fenômenos climáticos como: seca, excesso de umidade, tromba d' água, neve, granizo, temperatura excessiva e outros.

Os produtores são incentivados a contratar conjuntamente um plano por meio do *AgrInsurance* e o *AgriStability*, pois os programas são complementares, na medida em que o primeiro cobre perdas da produção e o segundo a redução da margem (AAFC, 2011b). A fim de encorajar os produtores e evitar prejuízos àqueles produtores que contratarem os dois programas, o BRM estabeleceu duas medidas:

- **Ajustamento de prêmios** – como as indenizações do *AgrInsurance* entram na composição da margem anual, os produtores podem receber um pagamento menor pelo *AgriStability*. Para não haver desvantagem aos produtores contemplados nesse programa, há um ajuste no valor do prêmio, que será devolvido por um cheque ao produtor.
- **Margens negativas** – quando houver pagamentos por margem negativa pelo *AgriStability*, a participação dos produtores no *AgrInsurance* é levada em consideração de modo que os pagamentos por margem negativa são reduzidos, compensando as perdas já cobertas por aquele programa de seguro.

Conforme se afirmou, os planos de seguro de produção são administrados pelas agências das Províncias, integradas à Companhia de Serviços Financeiros Agrícolas – AFSC⁵⁴. Neste trabalho, foram analisados os documentos das principais agências provinciais e não foram encontrados planos de seguro de receita, tal como os existentes nos Estados Unidos. Entretanto, na Província de Alberta foram encontrados produtos diferenciados e flexíveis em relação à cobertura do risco de preço associado à cultura segurada. Diante do exposto, a seguir, são apresentados alguns contratos de seguro agrícola da Província de Alberta.

Inicialmente, destaca-se que os programas ofertados na Província de Alberta são baseados na produção ou na área (AFSC, 2011). Os produtos baseados na produção representam os planos tradicionais de seguro utilizados para culturas anuais. As coberturas e prêmios são individualizados para as propriedades, sendo que os contratos descrevem o valor segurado e o gatilho para a indenização. Os planos baseados na área são ditos não tradicionais, pois são aproximações alternativas ao seguro baseado na produção para produtores de silagem e forragem. Nesse caso, as coberturas são oferecidas com base em outra cultura que serve de parâmetro ou indicador externo, de onde se faz a aproximação para determinar o valor segurado. Nesse modelo, é um evento externo à fazenda segurada que é utilizado como gatilho do seguro.

⁵⁴ Do inglês: Agriculture Financial Services Corporation.

Ao amparo dos planos de seguro baseados na produção é que se têm dois mecanismos que servem como seguro de preço que, indiretamente, contribuem para tornar a garantia do seguro de produtividade mais próxima de uma garantia de receita. Os mecanismos são o Benefício de Preço Variável – VPB⁵⁵ e o Endosso de Preço da Primavera (plantio) – SPE⁵⁶.

O VPB é ofertado no momento da compra do seguro. Ele compensa uma redução de produtividade abaixo do nível de garantia quando o preço do outono (colheita) eleva-se de 10% a 50% acima do preço segurado, ou seja, ao longo do desenvolvimento da cultura. O preço segurado, determinado na primavera ou plantio, é uma previsão para o ano-safra.

Os preços das *commodities* são analisados individualmente para determinar o percentual de acréscimo, quando existir, e ele deve se situar entre 10% e 50% para disparar o benefício do VPB. Como o acréscimo nos preços só poderá ser calculado no outono, caso os produtores já tenham sido indenizados, uma revisão das indenizações será feita *a posteriori* e o benefício enviado, quando devido, automaticamente aos produtores (AFSC, 2011).

No Quadro 18 apresenta-se um exemplo que ilustra o funcionamento do mecanismo VPB. O exemplo é de uma lavoura de trigo, na Província de Alberta, com área de 180 acres e produtividade histórica de 35 bushels por acre.

No exemplo, a produtividade obtida é de 20 bushels e a perda estimada indenizável para a área total (810 bushels) ocorre quando a produção estiver abaixo do nível de garantia de 4.410 bushels. Entretanto, com a contratação do VPB e o preço verificado no outono 18% superior ao preço garantido, a indenização a ser paga utilizará o preço do outono de \$ 4,85/bushel. Assim, a indenização devida é de \$ 3.928,50 pela área total.

O outro mecanismo apresentado, de endosso de preço, pode ser adquirido como uma cobertura adicional (*buy-up*), por meio de modificação/acréscimo no contrato padrão de seguro. O SPE serve para proteger os produtores do declínio de preços entre o período de plantio (primavera) e período de colheita (outono). A Província de Alberta subvenciona todo custo administrativo do programa e 50% do prêmio, pois não há apoio do Governo Federal ao programa.

O SPE é acionado quando o preço de mercado no outono cai abaixo de 10%, até o limite de 50%, do preço segurado na primavera. Os pagamentos ao amparo do SPE são calculados pela diferença entre preços da primavera (plantio) e outono (colheita), multiplicado

⁵⁵Do inglês: Variable Price Benefit (VPB).

⁵⁶Do inglês: Spring Price Endorsement (SPE).

pela área de produção, colhida ou com potencial de colheita, até o limite do nível de cobertura escolhido na apólice.

Na contratação (Plantio/Primavera)	Por hectare	Por unid. segurada
Produto	Trigo (2CWRS)	
Área (acres)		180
Preço projetado p/ outubro na Bolsa de Minneapolis (\$/bu.)	4,15	4,15
Desconto de base (\$/bu.)	0,050	0,050
Preço na contratação/primaver proj. p/ outubro (\$/bu.)	4,10	4,10
Produtividade histórica bu./acre	35,00	35,00
Nível de cobertura (%)	70%	70%
Produtividade / Produção garantida bu./acre	24,5	4.410
Responsabilidade ou valor da cobertura \$	100,5	18.081,0

Na apuração (Colheita/Outono)	Situação 1 (VPB)		Situação 2 (SPE)		Situação 3 (SPE)	
Produtividade obtida (bu./acre)	20		30		20	
Produção total obtida (bu./área total)	3.600		5.400		3.600	
Perda de produção indenizável (bu./área total)	810		0,00		810,00	
Preço no outono (\$/bu.)	4,85	(+18%)	3,60	(-12%)	3,60	(-12%)
Indenização (\$)	3.928,50	= 810 x 4,85	2.205,00	= 4410 x (4,1 - 3,6)	5.526,00	= 810 x 4,10 + 4410 x (4,1 - 3,6)

Quadro 18 - Exemplo de seguro agrícola no âmbito do AgrInsurance, na Província de Alberta
Fonte: Adaptado de AFSC (2011)

As situações 2 e 3 ilustram o funcionamento da cobertura SPE. Na situação 2, a produtividade é 30 bushels por acre, acima da garantida, dispensando a indenização. No entanto, o preço de outono do trigo diminui 12% em relação ao preço segurado, disparando a cobertura SPE, até o limite de produtividade/produção garantida. Assim, indenização de \$ 2.205,00 é devida pela variação negativa dos preços [(4.410 bu. x (4,10 – 3,60)].

A situação 3 também é semelhante à anterior, mas nesta a produtividade é de apenas 20 bu./acre. Portanto, o segurado faz jus à indenização por perda de produtividade, que é calculada pela diferença entre a produtividade garantida e a obtida. A indenização deste componente é de \$ 3.321,00 [810 bu. x 4,10]. Porém, como houve variação negativa dos preços situada entre 10% e 50% do preço segurado, a cobertura SPE é disparada e o segurado recebe também uma indenização adicional de \$ 2.205,00 [4.410 x (4,10 – 3,60)]. No total, a indenização é de \$ 5.526,00.

Essas coberturas adicionais do seguro de produção não podem ser consideradas como um seguro de receita, pois o disparador (gatilho) não é um nível de receita segurado. Contudo, na medida em que, de forma integrada, o seguro garante cobertura para redução de produtividade e preço, simultaneamente, o efeito é praticamente igual ao dos planos de seguro de receita.

2.3.3 Austrália

2.3.3.1 Administração de depósitos das fazendas (Farm Management Deposits – FMD)

A Austrália conta com um programa de estabilização de renda que cobre a operação total da fazenda⁵⁷. O programa australiano foi iniciado em 1999 e tem na redução de impostos o principal incentivo para que os produtores façam depósitos no fundo (DISMUKES; DURST, 2006).

O esquema preconizado pelo governo não é o do seguro clássico. O FMD é um fundo de capitalização administrado pelo próprio produtor junto a uma instituição financeira autorizada pelo governo para manter contas vinculadas ao programa. O mecanismo é semelhante ao do CAIS e *AgrInvest*, apresentados anteriormente.

Segundo o *Australian Taxation Office* (2011), o FMD é uma importante ferramenta para os fazendeiros lidarem com a instabilidade da renda, comum na agricultura por causa dos desastres naturais, mudanças no clima e nos mercados. Além disso, o programa deve ser visto como um complemento da estratégia de gerenciamento de risco, que deve incluir o planejamento financeiro e a diversificação dos sistemas de produção.

Os produtores podem depositar, a qualquer tempo, o mínimo de \$ 1.000,00 e o máximo de \$ 400.000,00 (quatrocentos mil dólares australianos⁵⁸). Os recursos depositados serão capitalizados, sendo que eles não podem ser utilizados para quitar dívidas ou realizar amortizações; não podem ser transferidos para outro beneficiário e os juros recebidos não podem ser aplicados em outro produto financeiro sem serem depositados previamente a favor do seu titular.

Para os produtores se qualificarem para a redução de impostos é necessário que os recursos permaneçam na conta vinculada ao FMD por mais de 12 meses. A redução dedutível dos impostos é equivalente ao valor depositado no mesmo ano, sendo que os produtores fazem jus ao benefício se cumulativamente: não tiverem renda anual tributável extra-atividade rural superior a \$ 65.000,00; não falirem no próprio ano dos depósitos; não falecerem e não paralisarem as atividades primárias por mais de 120 dias.

A redução de impostos requerida não pode ultrapassar o valor dos depósitos feitos no ano e a receita bruta tributável da atividade primária. A redução de impostos será

⁵⁷ Do inglês: Income-stabilization accounts program. O *Farm Management Deposits* (FMD) substituiu o *Income Equalization Deposits Scheme*, e sua regulamentação consta na divisão 393, da Lei de 1997 sobre imposto de renda (*Income Tax Assessment Act 1997*).

⁵⁸ Todas as citações nesta sub-seção 2.3.3 que se referirem a valores monetários estão em dólares australianos (AU\$).

cancelada no montante equivalente ao saque de recursos, a menos que tenha ocorrido nas seguintes condições: circunstâncias excepcionais; por morte, falência ou paralisação das atividades por mais de 120 dias do titular dos depósitos, ou por solicitação do titular para transferir os recursos do FMD para outra instituição.

Portanto, são nas circunstâncias excepcionais que o produtor logra o benefício, pois poderá sacar os recursos que lhe garantiram redução de impostos, podendo inclusive manter o benefício fiscal no ano em que fez o saque. As circunstâncias excepcionais são decretadas pelo Ministério da Agricultura, Pesca e Floresta da Austrália, quando da ocorrência de secas ou inundações, por exemplo, e o produtor recebe um certificado garantindo a sua elegibilidade ao saque do programa.

Para o Rabobank (2011), instituição financeira autorizada a operar contas do programa, o benefício chave dos investimentos no FMD é que eles são integralmente dedutíveis no ano do depósito e serão taxados apenas no momento do saque, quando este integrará a renda tributável do produtor. Este esquema permite aos produtores reduzir sua renda tributável e acumular reservas para os momentos em que eles mais necessitam, ajudando-os, assim, a gerenciar o empreendimento durante os ciclos recessivos da atividade agrícola.

O programa australiano não é muito atrativo para os produtores na concepção de Dismukes e Durst (2006), pois, cerca de quatro anos depois do seu lançamento, apenas 10% das propriedades leiteiras e 15% das demais propriedades rurais tinham aderido ao programa. Os autores relataram que, ao final de 2002, existiam 39,5 mil contas de depósito, totalizando \$ 2 bilhões no programa. De lá para cá a situação parece não ter mudado, pois de acordo com o Ministério da Agricultura, Pesca e Florestas da Austrália⁵⁹, em dezembro de 2011, o recurso total vinculado ao FMD era de \$ 2,93 bilhões, em 37,9 mil contas de depósito (DAFF, 2012).

2.4 Alternativas para o seguro de receita no Brasil

A revisão da literatura demonstra que há experiências de sucesso e diversas alternativas para o desenvolvimento de seguros de receita agrícola. As modificações, substituições e descontinuidades dos modelos apresentados permitem que as vantagens,

⁵⁹ Acessível em: http://www.daff.gov.au/_data/assets/pdf_file/0005/2188868/fmd-statistics-december-2011.pdf.

desvantagens e limitações sejam apreendidas na eventual adaptação dos programas existentes ao mercado brasileiro.

Conforme apresentado, as iniciativas de estabilização da renda agrícola inserem-se em duas grandes vertentes. Uma baseada no aporte de recursos públicos, visando à suplementação de renda por meio de programas de garantia de preços, emergenciais e de assistência a desastres naturais. Outra baseada no instrumento clássico de seguro privado, no qual a empresa agropecuária paga um prêmio a uma companhia seguradora para transferir os riscos a que está exposta, a fim de proteger o seu negócio.

Conforme defendido por Dismukes e Coble (2006), é fundamental no desenho do plano de seguro que os preços utilizados reflitam fielmente as condições de comercialização, a fim de evitar interferência nos sinais e expectativas de mercado, assim como os problemas de sobre-seguro e sub-seguro decorrentes do distanciamento dos preços utilizados nas apólices dos correntes no mercado. Assim, no caso brasileiro, é importante que se utilize também preços alinhados com a realidade do mercado físico, e se evite a fixação de preços-meta que podem facilmente descolar dos preços de mercado.

No Brasil, a BM&FBOVESPA oferece comercialização a futuro para as principais *commodities*, caso da soja e do milho, por exemplo. Entretanto, na ausência de contratos futuros para determinado produto agrícola, é possível utilizar outros produtos como *proxy*, como por exemplo o milho para o sorgo, ou se utilizar cotações de outros mercados, utilizando correção para a diferença de base. Contudo, é essencial que as informações de preços sejam críveis e públicas, tendo em vista que impactarão todo o fluxo financeiro da operação, desde o pagamento do prêmio até a eventual indenização.

Quanto às informações sobre produtividade no Brasil, há que se admitir a fragilidade das bases de dados. As informações são coletadas com metodologias díspares nos estados. A principal fonte de informação em nível municipal no Brasil é o IBGE, por meio da PAM – Pesquisa Agrícola Municipal. Estados como São Paulo e Paraná dispõem de informações coletadas pelas suas respectivas Secretarias de Agricultura, mas isso não vale para todos os Estados e a consistência dessas informações também é questionável.

A precariedade de dados em nível de fazenda é ainda maior, pois históricos de produtividade das fazendas só são encontrados em algumas cooperativas agrícolas ou, em raros casos, em fazendas que mantêm um sistema de registro técnico. Não dispor de informações históricas de produtividade implica duas dificuldades: 1) de definição correta do nível de produtividade garantida para a propriedade e 2) de cálculo do risco e do prêmio de seguro ofertado pela seguradora. Essas situações podem levar à fixação de uma taxa abaixo da

de equilíbrio, com consequências atuariais negativas para a seguradora, ou na determinação de taxa superior a de equilíbrio, levando à baixa demanda pelo produto de seguro.

A fim de avaliar as implicações da eventual adaptação dos modelos de seguro de receita estudados ao mercado brasileiro foi elaborado um quadro resumo, destacando as informações de produtividade e preço necessárias a sua construção, bem como as vantagens, desvantagens e limitações de implantação no Brasil. Os planos foram divididos em individuais e de grupo ou índice, conforme apresentado no Quadro 19.

Descrição	Individuais				Grupo ou índice
	RP (HPE)	AgrInsurance (Alberta)	IIP	AGR e AGR-Lite	GRIP (HPO)
Produtividade	Histórico da fazenda	Histórico da fazenda	Histórico da fazenda e município	Utiliza apenas o histórico de renda bruta declarado	Histórico municipal
Preços	Preços futuros de Bolsa	Preços futuros de Bolsa ou projetados	Preços futuros de Bolsa		Preços futuros de Bolsa
Vantagens	1) Indeniza com base em sinistro da própria fazenda 2) Oferece cobertura para variação de preço de colheita	1) Indeniza com base em sinistro da própria fazenda 2) Oferece cobertura para variação de preço de colheita (opcional para acréscimo ou redução)	1) Indeniza com base em sinistro da própria fazenda 2) Oferece cobertura para variação de preço de colheita	1) Menor custo administrativo 2) Utiliza informações já disponíveis (declaração de renda)	1) Oferece cobertura para variação de preço de colheita 2) Menor custo admin. 3) Não requer histórico de produtividade das fazendas
Desvantagens	1) Alto custo administrativo 2) Prêmio elevado 3) Requer histórico de produtividades individuais		1) Alto custo administrativo 2) Prêmio elevado 3) Requer histórico de produtividades individuais e municipais	1) Pode utilizar informações não críveis (imposto de renda) 2) Dificuldade de determinação do prêmio	1) Indeniza com base em evento (sinistro) externo à fazenda
Limitações à implantação no Brasil	1) Não pode acessar o FESR 2) Para se beneficiar da isenção de impostos, preço e produtividade precisam estar na mesma equação 3) Ausência de históricos de produtividade críveis no âmbito das fazendas		1) Não pode acessar o FESR 2) Os históricos de produtividade municipal são publicados com defasagem no Brasil pelo IBGE, inviabilizando a indenização imediata	1) Depende de adaptações nas declarações de IR 2) A viabilidade dependerá de quão críveis forem as informações declaradas 3) Produto inédito que depende de complexa regulamentação	1) Históricos de produtividade municipal são publicados com grande defasagem, inviabilizando a indenização imediata 2) Produto inédito que depende de aprovação na SUSEP

Quadro 19 - Vantagens, desvantagens e limitações à aplicação dos principais modelos de seguro de receita

Fonte: Elaborado pelo autor

Os planos individuais são aqueles em que a indenização é fundamentada nas informações da própria fazenda, enquanto os planos de grupo ou índice são baseados em informações externas à fazenda. Para simplificar a análise, não foram apresentados os produtos RA, CRC e IP, por estarem contemplados atualmente no RP. Do mesmo modo, programas que não se enquadram na modalidade de seguro privado de receita não foram inseridos.

Com pequenas variações, e excluindo os programas AGR e AGR-Lite, que se utilizam das informações consolidadas da declaração de renda dos produtores, os programas individuais baseiam-se nas informações de produtividade das fazendas e de preços negociados em bolsa para a determinação das coberturas.

Nos Estados Unidos a dificuldade de obtenção de dados em nível de fazenda também foi uma limitação ao avanço do seguro. Para contornar esse problema foi desenvolvido um sistema de registro histórico da produção (APH), atualizado de acordo com a comprovação das informações pelo segurado. Com base na produção/produtividade comprovada, o produtor pode acessar diferentes planos de seguro.

As limitações à implantação dos modelos, citadas no Quadro 19, não inviabilizam a implantação de seguros de receita no Brasil, mas exigem adaptações até que a quantidade e a qualidade das informações aumentem e o mercado de seguros amadureça.

Dos modelos de seguro de receita apresentados, os mais simples são o receita garantida sem cobertura para preço de colheita (RA-BP) e o proteção de renda (IP), que não contam com dispositivo para cobrir a elevação de preço de colheita. Esses produtos, atualmente, equivalem-se ao plano de proteção de receita com exclusão do preço de colheita (RP-HPE). Os modelos recentemente lançados no Brasil, pela Companhia de Seguros Aliança do Brasil e Swiss Re, basicamente, seguem esse modelo.

Entende-se que essas empresas adotaram o caminho correto para lançarem seus produtos, pois optaram por modelo de menor complexidade e maior facilidade de compreensão. O estágio seguinte, em termos metodológicos e de cobertura, deve ser ofertar o equivalente ao plano estadunidense de proteção de receita com cobertura para elevação de preço de colheita (RP), quando tornarem disponível esse dispositivo como opção na contratação da apólice.

Embora o IIP indenize com base na produção da fazenda, ele depende, assim como o GRIP, das produtividades médias municipais, e isso é uma enorme limitação, tendo em vista que os dados da PAM/IBGE chegam a ficar defasados por duas safras, o que é inconcebível como lapso temporal para proceder indenizações.

Em relação ao AGR e AGR-Lite, há duas grandes limitações a sua adoção. O primeiro problema diz respeito à ausência ou incompletude das informações baseadas na receita total da fazenda, que não permitem a correta mensuração dos riscos cobertos e, por sua vez, o apreçamento do seguro. O segundo decorre da característica da própria base de informação utilizada que, ao ser proveniente de declaração espontânea para fins de ajuste do imposto de renda, pode ser tendenciosa.

Além disso, a utilização de informações da declaração de renda é bastante restrita no Brasil, além de que para construir um seguro a partir dessa base de informação, provavelmente, será necessária uma adaptação/complementação dos campos de preenchimento. A utilização dessas informações implica alteração na legislação da receita federal, ultrapassando os limites da regulamentação de um novo produto de seguro.

2.5 Conclusões

O presente estudo analisou inicialmente o arcabouço jurídico que regulamenta as operações de seguro rural, bem como as normas infralegais que condicionam a atuação dos agentes do setor e órgãos reguladores e estabelecem os contornos do ambiente institucional no qual o seguro rural é comercializado.

Dessa análise apreendeu-se que a criação de novos produtos de seguro, incluindo o seguro de receita ou faturamento agrícola, uma vez cumpridas as etapas e exigências descritas na legislação, não apresenta maiores restrições. Entretanto, com base na análise das condições gerais aprovadas pela SUSEP para os planos de seguro de receita/faturamento da Swiss Re e Companhia de Seguros Aliança do Brasil, alguns cuidados precisam ser observados.

O mais importante deles refere-se às variáveis produtividade e preço que definem a receita/faturamento da propriedade e precisam estar na mesma equação de cálculo do valor indenizado. Isso se deve ao fato da variação de preço dos produtos agrícolas não estar explicitada entre os riscos das modalidades do seguro rural. A SUSEP interpreta que, isoladamente, a variação de preço estaria abrangida por outro ramo de seguro que não o rural. Como consequência, os benefícios da isenção fiscal das operações de seguro rural não poderiam ser acessados.

Assim, enquanto a legislação não for alterada, é prudente que essas variáveis sejam juntadas na mesma equação para garantir a aprovação de quaisquer planos de seguro de

receita junto à SUSEP, bem como para usufruir dos benefícios fiscais conferidos às operações de seguro rural.

Outra limitação da legislação diz respeito à impossibilidade de acessar os recursos do FESR nas operações com seguro de receita que provejam cobertura para variação de preço do produto. Os planos de seguro de receita atualmente aprovados, da Swiss Re e Aliança do Brasil, não estão tendo a cobertura do FESR, que poderia ser recuperado pelas seguradoras e resseguradoras em casos de sinistros situados entre 100% e 150% e acima de 250% do prêmio. Nessa perspectiva, seria relevante incluir a variação de preços entre os riscos cobertos na Res. CNSP nº 46, para tornar os recursos do FESR acessíveis aos planos de seguro de receita.

Outra questão atinente ao ambiente regulatório diz respeito ao Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural, pois embora a legislação não proíba, ela também não autoriza de forma expressa a subvenção para planos de seguro de receita. Embora os planos de seguro de receita estejam utilizando-se da subvenção, há distintas interpretações sobre a legalidade do acesso à subvenção por parte desses planos. Assim, recomenda-se também alterar a legislação para explicitar essa destinação entre as contempladas pela subvenção.

Em síntese, embora o arcabouço jurídico não inviabilize a implantação de planos de seguro de receita, é preciso observar atentamente as peculiaridades citadas e trabalhar na direção de readequar a legislação para recepcionar, com todos os benefícios conferidos ao seguro rural, os novos modelos de seguro de receita/faturamento agrícola.

Na análise das condições gerais dos dois planos aprovados na SUSEP verifica-se que ambas as companhias seguradoras tiveram de criar adaptações nos seus modelos de seguro para contornarem carências e limitações do mercado brasileiro. Novos produtos de seguro que venham a ser criados deverão preocupar-se também com as adequações necessárias para superar a carência de informação referente aos preços regionais e à produtividade em nível de fazenda.

Em seguida, foram analisados os principais modelos existentes de seguro de receita, margem bruta e equalização de renda. O seguro privado de receita foi o foco deste estudo, mas é meritório destacar que os países que desenvolveram esse instrumento não abdicaram de manter complementarmente programas de estabilização de renda agrícola, sobretudo em situações catastróficas. Portanto, a experiência internacional mostra que o desenvolvimento do seguro de receita agrícola não implica prescindir de programas públicos de assistência e suplementação de renda.

No que concerne aos programas de seguro privado de receita, é importante frisar que, sem exceção, os modelos analisados contam com subsídio público, quer seja por meio de subvenção ao prêmio, reembolso de custos administrativos ou incentivos fiscais. A natureza catastrófica do risco agrícola torna oneroso o seguro nesse mercado. Portanto, conclui-se que a coordenação do Governo e os incentivos implantados para apoiar o desenvolvimento do seguro agrícola tendem a definir a sua amplitude e efetividade.

Os seguros de receita lançados pela Companhia de Seguros Aliança do Brasil e Swiss Re se aproximam metodologicamente do RA e IP, produtos que foram substituídos pelo RP (HPE). Esses esquemas são os mais simples e devem ser realmente considerados como ponto de partida para o desenvolvimento de seguros de receita no Brasil. A etapa seguinte desses planos deve ser incluir a cobertura para elevação de preço de colheita, elemento que diferencia o plano RP do RP-HPE.

Seguros de índice são promissores, pois apresentam custo administrativo reduzido e endereçam o problema do risco moral; contudo, é preciso empreender esforços para aprimorar as bases de dados em nível municipal, uniformizar as metodologias e o padrão de qualidade das pesquisas, bem como conferir celeridade ao processamento e publicação das informações.

Nesse contexto, é importante apontar complementarmente a necessidade premente de desenvolvimento de uma metodologia e/ou banco de dados integrado para abrigar informações de produtividade agrícola, área plantada, preços regionais e fenômenos climáticos, a fim de pavimentar o caminho do aprimoramento contínuo do seguro rural no Brasil.

Referências

AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA – AAFC. **Growing Forward: Toward a New Agriculture Policy Framework**. Ottawa: 2011a. Disponível em: <<http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1204303600068&lang=eng#hl>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA – AAFC. **The Business Risk Management Program**. Ottawa: 2011b. Disponível em: <<http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1200408916804&lang=eng>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

AGRICULTURE FINANCIAL SERVICES CORPORATION - AFSC. **Canadian Agricultural Income Stabilization (CAIS) Program Handbook**, 2003. Disponível em: <<http://www.afsc.ca/doc.aspx?id=681>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

AGRICULTURE FINANCIAL SERVICES CORPORATION - AFSC. **AgriStability Program Handbook**, 2008. Disponível em: <<http://www.afsc.ca/doc.aspx?id=2015>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

AGRICULTURE FINANCIAL SERVICES CORPORATION - AFSC. **Canada-Alberta AgriInsurance Products for 2011 Annual crops**, 2011. Disponível em: <<http://www.afsc.ca/doc.aspx?id=4483>>. Acesso em: 09 dez. 2011.

AUSTRALIA. Australian Taxation Office. Income Tax Assessement Act 1997. Disponível em: <<http://legislation.gov.au/comlaw/management.nsf/lookupindexpagesbyid/IP200401745?OpenDocument>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. Resolução CMN nº 3.308, de 31 de agosto de 2005. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 02 out. 2011.

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. Resolução CMN nº 3.557, de 27 de março de 2008. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 02 out. 2011.

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. Resoluções, portarias, circulares etc. Resolução nº 3.722, de 30 de abril de 2009. Disponível em: <www.bacen.gov.br>. Acesso em: 13 ago. 2011.

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. Resoluções, portarias, circulares etc. Resolução nº 3.789, de 22 de junho de 2010. Disponível em: <www.bacen.gov.br>. Acesso em: 13 ago. 2011.

BUSCHENA, DAVID; ZIEGLER, LEE. Reliability of options markets for crop revenue insurance rating. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, Bozeman, v.24, p. 398-423, Dec. 1999.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Decreto-Lei 1.186, de 03 de abril de 1939. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Decreto-Lei 2.063, de 07 de março de 1940. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 2.168, de 11 de janeiro de 1954a. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Decreto 35.370, de 12 de abril de 1954b. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 4.594, de 29 de dezembro de 1964. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 12 set. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Decreto-Lei 73, de 21 de novembro de 1966. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Decreto 60.459, de 13 de março de 1967. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 5.969, de 12 de dezembro de 1973. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Decreto 175, de 10 de maio de 1991. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 8.929, de 22 de agosto de 1994. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 9.138, de 29 de novembro de 1995. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Resolução CNSP nº 46, de 12 de fevereiro de 2001a. Disponível em: <<http://www.susep.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Resolução CNSP nº 50, de 03 de setembro de 2001b. Disponível em: <<http://www.susep.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 10.823, de 19 de dezembro de 2003. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 11.076, de 30 de dezembro de 2004a. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Decreto 5.121, de 29 de junho de 2004b. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Resolução CNSP nº 162, de 26 de dezembro de 2006. Disponível em: <<http://www.susep.gov.br>>. Acesso em: 02 out. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei Complementar 126, de 15 de janeiro de 2007. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Decreto 7.059, de 29 de dezembro de 2009a. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 mai. 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Resolução 22, de 30 de dezembro de 2009b. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei 12.058, de 13 de outubro de 2009c. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Lei Complementar 137, de 26 de agosto de 2010a. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 02 maio 2011.

BRASIL. Leis, decretos, portarias etc. Resolução CNSP nº 226, de 06 de dezembro de 2010b. Disponível em: <<http://www.susep.gov.br>>. Acesso em: 02 out. 2011.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – ESALQ/USP. Preços Agrícolas: soja. Piracicaba, 2012.

COMPANHIA DE SEGUROS ALIANÇA DO BRASIL. **Condições Gerais: Seguro Faturamento Agrícola**. São Paulo: Companhia de Seguros Aliança do Brasil, jul. 2011a. 42p.

COMPANHIA DE SEGUROS ALIANÇA DO BRASIL. **BB Seguro Agrícola**. São Paulo: Companhia de Seguros Aliança do Brasil, jul. 2011b. 15p. (apresentação)

COAMO AGROINDUSTRIAL COOPERATIVA – COAMO. Base de dados agrícola de cooperados. Campo Mourão, 2011.

DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FORESTRY – DAFF. Farm Management Deposits Statistics. Disponível em: <<http://www.daff.gov.au/agriculture-food/drought/assistance/fmd/statistics>>. Acesso em: 15 jul. 2012.

DISMUKES, ROBERT; COBLE, KEITH. Managing risk with revenue insurance. **Amberwave**, Washington, v. 4, n. 5, p. 23-27, nov. 2006.

DISMUKES, ROBERT; DURST, RON. **The whole-farm approaches to a safety net**. Economic Information Bulletin n. 15. USDA - United States Department of Agriculture, 2006. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/EIB15/eib15.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2011.

EDELMAN, MARK. **Canadian Net Income Stabilization Accounts and other options to achieving the Counter-Cyclical Programs with planting flexibility**. Washington: National Commission on 21st Century Production Agriculture, 2000. 13p. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/18257/1/isu333.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2011.

EDWARDS, WILLIAM. Managing risk with crop insurance. **Ag Decision Maker**. Iowa State University, Ames, File A1-48, 2011a. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a1-48.html>>. Acesso em: 10 out. 2011.

EDWARDS, WILLIAM. Proven yields and insurance units for crop insurance. **Ag Decision Maker**. Iowa State University, Ames, File A1-55, 2011b. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a1-55.html>>. Acesso em: 10 out. 2011.

EDWARDS, WILLIAM. Revenue protection crop insurance. **Ag Decision Maker**. Iowa State University, Ames, File A1-54, 2011c. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a1-54.html>>. Acesso em: 10 out. 2011.

EDWARDS, WILLIAM. Group Risk Plan (GRP) and Group Risk Income Protection (GRIP). **Ag Decision Maker**. Iowa State University, Ames, File A1-58, 2011d. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a1-54.html>>. Acesso em: 10 out. 2011.

EDWARDS, WILLIAM. Average Crop Revenue Election (ACRE). **Ag Decision Maker**. Iowa State University, Ames, File A1-45, 2011e. Disponível em: <<http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a1-45.html>>. Acesso em: 10 out. 2011.

FEDERAL CROP INSURANCE CORPORATION - FCIC. **Common crop insurance policy basic provisions - FCIC 11-BR**. Washington: 2011. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/policies/2011/11-br.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2011a.

FEDERAL CROP INSURANCE CORPORATION - FCIC. **2011 FCIC Crop insurance handbook**. Washington: 2010. Disponível em: <http://www.rma.usda.gov/handbooks/18000/2011/11_18010-2.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Cereals policies review 1991-92**. Rome: FAO, 1992. 55p.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna – IGP-DI. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

HULL, JOHN. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2005. 597p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. SIDRA: banco de dados agregados. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

LOPES, FERNANDO. Seguro de receita agrícola faz estreia no mercado brasileiro. **Valor Econômico**, São Paulo, 28 jan. 2011. Caderno Empresas, Agronegócios, p. B12.

MARQUES, P.; MELLO, P.; MARTINES FILHO, J. Mercados Futuros Agropecuários: exemplos e aplicações para os mercados brasileiros. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 223p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural – Relatório 2011**. Brasília: MAPA/ACS, 2012. 152p.

NATIONAL CROP INSURANCE SERVICES – NCIS. **Crop insurance plan comparison: 2009**. Disponível em: <<http://www.ag-risk.org/NCIS PUBS/Today/2009/Today11-09.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2011.

NATIONAL CROP INSURANCE SERVICES – NCIS. **Crop insurance plan comparison: 2011**. Disponível em: <<http://www.ag-risk.org/NCIS PUBS/Training/insplancomp.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2011.

OLSON, K. Average Crop Revenue Election (ACRE) Program. **Ag Business Management**. Extension Service: University of Minnesota, 2009. Disponível em: <http://swroc.cfans.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@swroc/documents/asset/cfans_asset_237202.pdf>. Acesso em: 28 set. 2011.

OZAKI, VITOR. **Métodos atuariais aplicados à determinação da taxa de prêmio de contratos de seguro agrícola: um estudo de caso.** 2005. 324p. Tese de (Doutorado na área de economia aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PAULSON, NICHOLAS. The ACRE Program decision and some illustrative examples. **FARM ECONOMICS Facts & Opinions.** Farm Business Management: University of Illinois Extension, Urbana-Champaign, FEFO 09-04, 2009. Disponível em: <http://www.farmdoc.illinois.edu/manage/newsletters/fefo09_04/fefo09_04.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011.

RAIN AND HAIL. **Adjusted Gross Revenue: general summary.** Disponível em: <https://www.rainhail.com/pdf_files/MKTG/MKTG_4002.pdf>. Acesso em: 19 set. 2011.

RABOBANK. Rabobank Farm Management Deposits. Rabobank Australia Group Head Office: Sidney, 2011. Disponível em: <<http://www.rabobank.com.au>>. Acesso em: abr. 2011.

REZENDE, GERVÁSIO CASTRO DE. **Estado, macroeconomia e agricultura no Brasil.** Porto Alegre: Ed. UFRGS/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2003. 246p.

ROBERTS, R.A.J. **Insurance of crops in developing countries.** Agricultural Services. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations, 2005. p. 1-79 (Bulletin of FAO n. 159).

SCHMITZ, A. Canadian agricultural programs and policy in transition. **Canadian Journal of Agricultural Economics / Revue Canadienne d'Agroeconomie**, Quebec, v. 56, n. 4, p. 371-391, Dec. 2008.

SCHNITKEY, G. Choice of revenue products: base and harvest price. **FARM ECONOMICS Facts & Opinions.** Farm Business Management: University of Illinois Extension, Urbana-Champaign, FEFO 06-04, 2006. Disponível em: <http://www.farmdoc.illinois.edu/manage/newsletters/fefo06_04/fefo06_04.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011.

SCHNITKEY, G. **Farm commodity programs given the existence of crop insurance.** University of Illinois, Urbana-Champaign, 2011a. Disponível em: <<http://www.farmdocdaily.illinois.edu>>. Acesso em: 14 out. 2011.

SCHNITKEY, G. **Current commodity programs and integrating with crop insurance.** University of Illinois, Urbana-Champaign, 2011b. Disponível em: <<http://www.farmdocdaily.illinois.edu>>. Acesso em: 14 out. 2011.

STOKES, J. R.; NAYDA, W. I.; ENGLISH, B. C. The pricing of revenue assurance. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 79, p.439-451, May 1997.

STOKES, K.; BARNABY, A.; WALLER, M.; OUTLAW, J. **Income protection (IP) insurance.** Agrilife Extension, Texas, 1999. Disponível em: <<http://agrillifeextension.tamu.edu>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS – SUSEP. Circular nº 395, de 03 de dezembro de 2009. Disponível em: <<http://www.susep.gov.br>>. Acesso em: 02 dez. 2011.

SWISS RE. **Swiss Re e IFC anunciam investimentos na UBF Seguros do Brasil.**

Disponível em: <http://www.swissre.com/corporate_solutions/Swiss_Re_and_IFC_announce_investment_in_Brazils_UBF_Seguros_pt.html>. Acesso em: 15 set. 2012.

THE UNITED STATES. **Agriculture risk protection Act of 2000.** Public Law 106-224, June, 2000. Disponível em: <<http://www.aphis.usda.gov/brs/pdf/AgRiskProtAct2000.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2011.

THE WORLD BANK. **Managing agricultural production risk – Innovations in developing countries.** Washington, 2005. 113p. Disponível em: <<http://www.worldbank.com>>. Acesso em: 20 dez. 2010.

TURVEY, C.G. Whole farm income insurance in a Canadian Context. In: **Agricultural & Applied Economics Association's 2010.** AAEE, CAES & WAEA Joint Annual Meeting. Denver, 2010, 40p. Disponível em:

<[http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/61732/2/Whole %20Farm%20Income%20Insurance%20CAES%20July2010%20Turvey.pdf](http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/61732/2/Whole%20Farm%20Income%20Insurance%20CAES%20July2010%20Turvey.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2011.

TURVEY, C.G. Whole farm income insurance. **The Journal of Risk and Insurance**, Orlando, v. 79, n. 2, p. 515-540, 2012.

UBF SEGUROS. **Condições Gerais:** seguro receita agrícola. São Paulo: UBF Seguros, jan. 2011a. 31p.

UBF SEGUROS. **Seguro receita agrícola.** São Paulo: UBF Seguros, mai. 2011b. 17p. (apresentação)

UNITED NATIONS. **Global Commodities Forum 2011 Report.** Geneva: United Nations, 2011. Disponível em: <http://unctad.org/en/docs/suc2011d5_en.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2012.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Adjusted Gross Revenue standards handbook.** Washington, Jan. 2007. Disponível em: <http://www.rma.usda.gov/handbooks/18000/2007/07_18050.pdf>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Revenue Assurance insurance policy.** Washington, 30th August 2004a. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/policies/ra.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Revenue Assurance - underwriting rules: feed barley, malting barley, canola/rapeseed, corn, cotton, rice, soybeans, sunflowers, spring wheat and winter wheat.** Washington, 25th July 2003a. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/policies/ra.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Soybeans Crop Revenue Coverage.** 2010 Commodity Insurance Fact Sheet. Washington, Mar. 2010a. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/pubs/rme/fctsht.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Soybeans – Indexed Income Protection**. 2010 Commodity Insurance Fact Sheet. Washington, Mar. 2010b. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/pubs/rme/fctsht.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Soybeans – Revenue Assurance**. 2010 Commodity Insurance Fact Sheet. Washington, Mar. 2010c. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/pubs/rme/fctsht.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Revenue Assurance: frequently asked questions**. Washington, 14th June 2010d. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/policies/ra.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Common Crop Insurance Policy**. Washington, Apr. 2010e. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/policies/combo.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Adjusted Gross Revenue (AGR)**. Washington, Nov. 2010f. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/pubs/rme/agr.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Adjusted Gross Revenue - Lite**. Washington, Nov. 2010g. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/pubs/rme/agr-lite.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Crop Revenue Coverage Insurance Policy**. Washington, 30th August 2004b. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/policies/crc.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Crop Revenue Coverage Underwriting Rules**. Washington, 29th October 2003b. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/policies/crc.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Income Protection Soybean Crop Provisions**. Washington, 2000. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/policies/2000policy.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Group Risk Income Protection**. Washington, 2008a. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/help/faq/grip.html>>. Acesso em: 25 set. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Direct and Counter-Cyclical Payment (DCP) Program**. Washington, 2008b. Disponível em: <http://www.fsa.usda.gov/Internet/FSA_File/dcp2008.pdf>. Acesso em: 23 out. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **New yield protection, Revenue Protection, and Revenue Protection With Harvest Price Exclusion Insurance Plans**. Washington: 2011a. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/pubs/rme/fctsht.html>>. Acesso em: 10 out. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Disaster assistance programs.** Washington: 2011b. Disponível em: <<http://www.fsa.usda.gov/fsa.html>>. Acesso em: 10 out. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **2009 Average Crop Revenue Election (ACRE) Program.** Farm Service Agency Fact Sheet. Washington, Mar. 2009. Disponível em: <http://www.fsa.usda.gov/Internet/FSA_File/acre.pdf>. Acesso em: 19 set. 2011.

ZANATA, M. Produtor terá seguro para garantir receita na temporada 2011/2012. **Valor Econômico**, São Paulo, 06 jul. 2011. Caderno Empresas, Agronegócios, p. B12.

3 PROPOSIÇÕES METODOLÓGICAS PARA O CÁLCULO DO PRÊMIO DE SEGURO DE RECEITA AGRÍCOLA

Resumo

Este trabalho objetivou estudar o cálculo da taxa de prêmio do seguro de receita bruta, tomando como referência o caso da soja nos municípios de Campo Mourão e Toledo, no estado do Paraná. O seguro de receita bruta ou faturamento é um instrumento novo no Brasil, onde existem dois projetos em nível experimental. Ele garante, simultaneamente, proteção contra os riscos de preço e produtividade, e seu sucesso depende da adaptação às necessidades dos produtores no que se referem às coberturas, condições gerais e taxas de prêmio. A taxa de prêmio é um dos elementos centrais no desenvolvimento dos produtos de seguro, razão pela qual o estudo preocupou-se em propor metodologia atuarial e analisar os resultados gerados vis-à-vis as taxas comerciais praticadas no mercado brasileiro. Duas abordagens foram apresentadas: a univariada, considerando a independência das variáveis preço e produtividade; e a bivariada, incorporando explicitamente a dependência dessas variáveis. Foi concluído que as taxas de prêmio calculadas são inferiores às comercializadas nos planos experimentais de seguro de receita existentes no Brasil. As diferenças entre as taxas calculadas neste estudo e as praticadas pelas seguradoras, bem como o distanciamento entre as taxas das próprias seguradoras indicam imprecisão no cálculo das taxas e forte evidência de superestimação. O estudo concluiu também que é relevante desagregar os riscos, de modo a calcular separadamente as taxas de risco referentes aos componentes produtividade e preço, pois isso permite a adequação e o aprimoramento dos produtos de seguro de receita.

Palavras-chave: Seguro de receita; Seguro de renda; Seguro agrícola

Abstract

This research aimed to study the premium ratemaking for revenue insurance, with reference to the case of soybeans in the municipalities of Campo Mourão and Toledo, in the state of Paraná. Gross revenue insurance is a new instrument in Brazil, where there are two projects at an experimental level. It ensures both protection against the risk of price and yield, and its success depends on the adaptation to producers' needs as they relate to the coverage, general conditions and premium taxes. The premium tax is a central element in the development of insurance plans, which is the reason why the study was concerned about proposing actuarial methodology and analyzing the results generated in face of the commercial rates prevailing in the Brazilian market. Two approaches were presented: the univariate considering the independence of the variables price and yield and the bivariate, incorporating explicitly the dependence of these variables. It was concluded that the premium taxes calculated in this study are lower than those of experimental plans marketed in revenue insurance plans existing in Brazil. The differences between the rates calculated in this study and those applied by insurers, as well as the gap between the rates of insurers themselves, indicate inaccuracy in the calculation of rates and strong evidence of overestimation. The study also concluded that it is relevant to disaggregate the risks, in order to calculate separately risk rates related to the price and yield components, for this allows the adaptation and improvement of revenue insurance plans.

Keywords: Revenue insurance; Income insurance; Crop insurance

3.1 Introdução

Conforme abordado no artigo anterior, há uma tendência crescente de desenvolvimento de programas de seguro no setor agropecuário. Mudanças climáticas e risco de eventos de extrema severidade, comercialização dos produtos agrícolas em grande escala, elevada alocação de recursos nas atividades, classificação do apoio do governo via seguro na caixa-verde de políticas no âmbito da Organização Mundial do Comércio - OMC, perigo de introdução acidental de doenças e pestes exóticas devido a maior integração dos mercados, interesse do governo de garantir abastecimento alimentar, equilíbrio dos mercados e estabilização da renda agropecuária são algumas das motivações para essa tendência.

Acrescenta-se ainda o aumento da volatilidade dos preços agrícolas que tende a demandar maior desembolso dos governos em programas de apoio ao setor agropecuário e acarretar instabilidade da oferta agrícola (OECD-FAO, 2012). É nesse contexto que emerge o seguro de receita como uma promissora alternativa para o aprimoramento da política agrícola brasileira.

Para o governo, um dos principais benefícios do seguro de receita seria a potencialidade dele se transformar em um instrumento mais eficaz de alocação de recursos públicos, na medida em que o seguro tende a reduzir as transferências para o setor privado via equalização de taxas de juros para prorrogação de dívidas, programas de garantia de preços, entre outros.

Na perspectiva dos produtores, uma das principais razões da sua atratividade é a possibilidade de reunir em um só instrumento proteção contra os riscos climático e de preço. De acordo com Hennessy, Badcock e Hayes (1997) e Mahul e Wright (2003), seguros que cubram a receita global do negócio dominam produtos de seguro para componentes separados da receita, ou seja, preço e produtividade. Para os produtores, segundo esses autores, a solução ótima e menos onerosa é contratar um seguro integrado que cubra os dois riscos simultaneamente.

Nos EUA, o seguro de receita por meio dos seus dois principais planos (RP e RP-HPE) respondeu por 72% do valor segurado no setor agropecuário em 2011 (FCIC, 2012). E, de outro ângulo, é relevante citar que pesquisas realizadas sobre a eficiência na alocação de recursos de um dos planos de seguro de receita apontaram que ele é menos oneroso e mais efetivo para garantir a receita da fazenda do que a política de garantia de preços estadunidense (HENNESSEY; BADCOCK; HAYES, 1997).

Os eventos ou produtos são seguráveis quando certas condições estão presentes, conforme citaram Coble e Knight (2001), destacando em especial as seguintes: 1) as perdas devem ser mensuráveis; 2) deve haver grande número de unidades homogêneas e independentes expostas ao risco; 3) as perdas devem ser acidentais e não intencionais; 4) não deve haver risco de perdas catastróficas para o segurador; 5) as chances de perda devem ser calculáveis e 6) prêmios economicamente viáveis devem poder ser calculados.

A maioria dos produtos de seguro, incluindo os voltados ao mercado agrícola, não satisfaz plenamente essas condições. Violá-las implica menor chance de sucesso do produto de seguro no mercado, devido às distorções que elas causam em termos de assimetria de informação, estruturação do mecanismo de indenização e taxa de prêmio, com seus eventuais reflexos advindos da seleção adversa e risco moral.

Desse modo, a adequada estruturação de contratos e metodologias atuariais pode definir o nível de demanda pelo seguro, a necessidade de maior ou menor subsídio governamental para induzir à adoção do instrumento, a relação benefício/custo para os agentes segurados e seguradores, os efeitos complementares e/ou de substituição em relação às demais ferramentas de proteção contra os riscos de produção e preço, além da eficácia da política na estabilização da receita agropecuária.

O seguro de receita é desenhado para viabilizar a transferência dos riscos de preço e produtividade do segurado para a companhia seguradora, por meio de um contrato padronizado conhecido por apólice de seguro. Conhecer e mensurar adequadamente esses riscos são etapas fundamentais para o cálculo da taxa de prêmio que será ofertada no mercado.

Taxas de prêmio precisas são elementos essenciais em programas atuarialmente justos de seguro. Para ter precisão no cálculo das taxas é necessário um estudo aprofundado do risco de cada evento possível, o que no presente caso implica a correta representação das distribuições das variáveis: preço do produto e produtividade.

Se, por um lado, o seguro de receita apresenta a vantagem de ter como disparador das indenizações a receita da fazenda, que é a mesma variável a qual se quer proteger, por outro, sua desvantagem é justamente a necessidade de apreçamento do risco dessa variável, considerando que ela é composta por uma distribuição conjunta de duas variáveis aleatórias.

Ao contrário do que ocorre com o seguro agrícola de múltiplos riscos (MPCI) nos Estados Unidos, onde há um número considerável de pesquisas sobre métodos de cálculo do prêmio, os estudos para o apreçamento de seguros de receita no Brasil estão ainda em fase

inicial. No Brasil, o tema é recente, pois passou a ser estudado em 2011, com o lançamento de contratos de seguro de faturamento/receita pela Companhia de Seguros Aliança do Brasil (Seguro Agrícola Faturamento) e Swiss Re (Seguro Receita Agrícola).

O cálculo do prêmio desses dois modelos está descrito nas respectivas notas atuariais aprovadas junto com os planos de seguro na SUSEP – Superintendência de Seguros Privados. Sabe-se que as metodologias dessas seguradoras são diferentes, mas os detalhes e procedimentos atuariais adotados são tratados como parte da inteligência de negócio de cada seguradora.

Entretanto, o cálculo de prêmios atuarialmente justos não interessa apenas às seguradoras, mas também aos potenciais contratantes do seguro, resseguradoras, corretores, instituições reguladoras e ao próprio Governo, tendo em vista que o seguro rural é um importante instrumento da política agrícola brasileira e tende a ganhar relevância nos próximos anos. Nesse contexto, justifica-se aprofundar as pesquisas visando ao desenvolvimento do seguro de receita agrícola no Brasil.

3.1.1 Objetivos

O presente trabalho objetiva estudar e propor uma metodologia de cálculo de prêmio de seguro de receita agrícola para soja no estado do Paraná, visando sugerir modelo atuarial para o mercado brasileiro de seguro rural. Como objetivos específicos da pesquisa citam-se:

- a) o desenvolvimento de metodologia para cálculo da taxa de prêmio, considerando série univariada de receita agrícola e a independência das variáveis preço e produtividade;
- b) a elaboração de metodologia para cálculo da taxa de prêmio, a partir de distribuição bivariada de preço e produtividade, considerando a dependência dessas variáveis;
- c) a aplicação das metodologias propostas no cálculo de taxas de prêmio para seguro de receita de soja nos municípios paranaenses de Campo Mourão e Toledo;
- d) a análise do impacto de distintas correlações entre produtividade e preço sobre as taxas de prêmio e

e) a comparação das taxas estimadas no presente trabalho com as praticadas pelo mercado segurador brasileiro, a fim de verificar sua adequação e viabilidade comercial.

3.2 Referencial teórico

O comportamento sob incerteza é estudado no âmbito da teoria do consumidor. O consumo de um produto em dois momentos diferentes no tempo, em problemas intertemporais, é tratado como consumo de produtos distintos.

Em problemas relacionados à incerteza, o mesmo bem, disponível em diferentes estados da natureza, também é tratado como bens distintos. Nessa abordagem, a utilidade é definida como uma função estado-contingente do produto. O estado-contingente de um produto ou bem ocorre quando ele pode ser consumido apenas se um estado específico da natureza ocorrer (ASHAN; ALI; KURIAN, 1982; SILBERBERG; SUEN, 2001).

A seção 3.2.1, a seguir, contempla o referencial teórico econômico sobre risco e seguro e é desenvolvida com base em Ahsan, Ali e Kurian (1982), Silberberg e Suen (2001), Mahul e Wright (2003), Ozaki (2005) e Kass et al. (2008). A seção 3.2.2, dedicada à digressão das fórmulas de cálculo do prêmio de seguro, é baseada nos trabalhos de Makki e Somwaru (2001), Mahul e Wright (2003), Goodwin e Mahul (2004), Lawas (2005) e Miqueleto (2011).

3.2.1 Utilidade esperada, prêmio e risco

O referencial teórico da utilidade esperada é utilizado no presente trabalho, devido à adequação de se estudar seguros sob o enfoque da tomada de decisão na teoria econômica sob condições de incerteza. Desse modo, apresenta-se a seguir uma revisão teórica para enquadrar a presente pesquisa na estrutura teórico-científica desenvolvida.

Inicialmente, supõe-se que existam dois estados possíveis de natureza, um em que o produtor não perde sua riqueza (capital inicial ou produção), chamado de W_1 , com probabilidade de ocorrência π_1 ; e outro, chamado de W_2 , em que o produtor perde parte de sua riqueza com probabilidade π_2 . Considerando (p) como a probabilidade de perda e $(1-p)$ a de não perda e uma distribuição de probabilidade binomial em que $\pi_1(1-p) + \pi_2(p) = 1$, a função utilidade do produtor pode ser definida como:

$$u(W_1, W_2; \pi_1, \pi_2) = \pi_1 u(W_1) + \pi_2 u(W_2) \quad (1)$$

As probabilidades π_1 e π_2 são incluídas na função utilidade como parâmetros porque o valor de cada estado contingente depende de quão provável é a ocorrência do respectivo estado.

Essa representação das preferências é simples porque a utilidade é aditivamente separável em W_1 e W_2 e linear em π_1 e π_2 . A separabilidade e a linearidade advêm de axiomas da hipótese de utilidade esperada, a saber: a) independência dos estados; b) redução de apostas compostas (loterias); c) continuidade e d) independência de alternativas irrelevantes (SILBERBERG; SUEN, 2001).

Esses postulados garantem que os eventos (estados) são incertos, sendo que a função $u(\bullet)$ é uma função utilidade Von Neumann-Morgenstern (VN-M), pois as preferências são representadas pelo valor esperado da função utilidade. A função utilidade VN-M é uma função cardinal que é única somente diante de transformações lineares, com a propriedade de que o sinal da segunda derivada não se altera, implicando aversão ao risco. Por essa razão, retornos marginais crescentes ou decrescentes da função utilidade VN-M têm importante implicação no comportamento frente ao risco.

A convexidade da curva de indiferença exprime comportamento avesso ao risco e preferência por diversificação. Há relação definida entre a convexidade da curva de indiferença e o formato da função utilidade VN-M, considerando que ao longo daquela a utilidade esperada é constante. Definindo-se a curva de indiferença como:

$$\pi_1 u(W_1) + \pi_2 u(W_2(W_1)) \equiv u^0 \quad (2)$$

Diferenciando a equação (2) com respeito a W_1 , considerando que as variações em W_1 e W_2 não são independentes, pois estão na mesma curva de indiferença, de modo que $W_2 = W_2(W_1)$, tem-se a inclinação da curva de indiferença:

$$\pi_1 u'(W_1) dw_1 + \pi_2 u'(W_2) \frac{dw_2}{dw_1} dw_1 = 0 \quad (3)$$

$$\frac{dW_2}{dW_1} = - \frac{\pi_1 u'(W_1)}{\pi_2 u'(W_2)} \quad (4)$$

A expressão (4) fornece a inclinação da curva de indiferença. Substituindo a eq. (4) na eq. (5) da segunda derivada obtém-se a expressão (6). Se as curvas de indiferença são convexas à origem em toda sua extensão, então a segunda derivada é positiva para todo W_1 e W_2 .

$$\frac{d^2 W_2}{dW_1} = - \frac{\pi_1 u''(W_1) \pi_2 u'(W_2) + \pi_2 u''(W_2) \frac{dW_2}{dW_1} \pi_1 u'(W_1)}{(\pi_2 u'(W_2))^2} \quad (5)$$

$$\frac{d^2 W_2}{dW_1} = - \frac{\pi_1 u''(W_1) (\pi_2 u'(W_2))^2 + \pi_2 u''(W_2) (\pi_1 u'(W_1))^2}{(\pi_2 u'(W_2))^3} \quad (6)$$

Ao se tomar o caso particular em que $W_1 = W_2 = W$, a segunda derivada resulta na expressão:

$$\frac{d^2 W_2}{dW_1} = - \frac{\pi_1 \pi_2 (\pi_1 + \pi_2) u''(W) u'(W)^2}{(\pi_2 u'(W))^3} = - \frac{\pi_1 u''(W)}{\pi_2^2 u'(W)} \quad (7)$$

A expressão (7) é positiva se e somente se $u''(W)$ for negativa. Assim, a assunção de que as curvas de indiferença são convexas à origem em toda a sua extensão equivale a assumir que a função utilidade VN-M é côncava e, por consequência, que a utilidade marginal da renda é decrescente. A concavidade da função utilidade, de forma geral, revela que a perspectiva de ter uma renda certa é preferível à perspectiva de renda incerta com o mesmo valor esperado.

A medida do grau de aversão ao risco é dada pela curvatura da curva de indiferença. A segunda derivada da curva de indiferença, dada pela eq. (7), é proporcional à relação $-u''(W)/u'(W)$, também conhecida como medida de Arrow-Pratt ou coeficiente de aversão absoluta ao risco, que mede a disposição dos indivíduos ante ao risco.

É da aversão ao risco que surge a predisposição dos indivíduos de pagar por um prêmio $P_x(W)$ para evitar a exposição a determinado risco, representado por um evento incerto X (com média zero e variância σ^2).

Assim, matematicamente, pode-se representar a situação do indivíduo do seguinte modo:

$$u(W - P_x(W)) \equiv E[u(W + x)] \quad (8)$$

Tomando aproximações de Taylor de primeira ordem do lado esquerdo e de segunda ordem do lado direito da equação (8), obtêm-se:

$$u(W) - u'(W)P_x(W) \approx u(W) + \frac{1}{2}\sigma_x^2 u''(W) \quad (9)$$

$$P_x(W) \approx \frac{1}{2} \sigma_x^2 \frac{-u''(W)}{u'(W)} \quad (10)$$

A eq. (10) evidencia que, quanto maior o coeficiente de aversão absoluta ao risco $[-u''(W)/u'(W)]$, maior será o prêmio de risco $P_x(W)$ que o indivíduo estará disposto a pagar para evitar o risco.

É possível também analisar a aversão ao risco pelo coeficiente relativo de aversão ao risco, representado por $-Wu''(W)/u'(W)$, permitindo-se que o risco correspondente ao evento X seja proporcional à riqueza W . Assim, introduz-se na eq. (8) o termo W para calcular o prêmio de risco relativo $\hat{P}_x(W)$, conforme se apreende na equação que segue:

$$u(W - W\hat{P}_x(W)) \equiv E[u(W + Wx)] \quad (11)$$

Tomando-se aproximações de Taylor por ambos os lados da eq. (11) chega-se na eq. (12), indicando que o prêmio relativo de risco $\hat{P}_x(W)$ será proporcional à magnitude do coeficiente relativo de aversão ao risco.

$$\hat{P}_x(W) \approx \frac{1}{2} \sigma_x^2 \frac{-Wu''(W)}{u'(W)} \quad (12)$$

As equações (10) e (12) evidenciam que o indivíduo avesso ao risco está disposto a pagar um prêmio para evitar um determinado risco que pode reduzir sua riqueza (capital ou produção) e que quanto maior for o seu grau de aversão ao risco, maior será o prêmio que ele está disposto a pagar. Assim, conforme destacam Kass et al. (2008), o coeficiente de aversão ao risco exprime adequadamente o grau de aversão ao risco dos indivíduos, pois a aversão ao risco reflete-se proporcionalmente na disposição de pagar um prêmio de risco que evite as respectivas perdas associadas.

É relevante destacar também que a hipótese usual nos estudos sobre seguro agrícola é considerar o produtor rural como avesso ao risco, assim como assumir retorno

marginal decrescente da renda, tal como em Ahsan, Ali e Kurian (1982) e Mahul e Wright (2003).

3.2.2 Derivação das taxas de prêmio

A derivação das taxas de prêmio pode ser feita a partir da teoria microeconômica, pressupondo situação de equilíbrio no mercado e completude de informação. Lawas (2005) derivou com simplicidade a fórmula básica de cálculo do prêmio de seguro de produtividade, partindo de pressuposições teóricas.

Tendo em vista que o objetivo deste estudo é investigar o apreçamento de prêmios para o seguro de receita agrícola, adaptações ao trabalho citado são necessárias, a fim de substituir a variável produtividade pela receita bruta que, por sua vez, é resultante da multiplicação das variáveis aleatórias preço e produtividade.

A seguir, são formalizadas as derivações apresentadas por Lawas (2005) e Miqueleto (2011), agregando as contribuições iniciais de Goodwin e Ker (1998), Makki e Somwaru (2001), Mahul e Wright (2003) e Goodwin e Mahul (2004).

Considere um contrato de seguro que pague uma indenização I quando o nível de produtividade observada y for menor que o nível de produtividade garantida y_g , definida como um percentual γ em relação à produtividade média (y_μ). Esse percentual é chamado de nível de cobertura e normalmente é fixado entre 50% e 85%, dependendo do plano e modalidade do seguro. Desse modo, a produtividade garantida é dada por $y_g = \gamma y_\mu$.

A diferença entre as produtividades garantida e observada é indenizada ao preço garantido ou contratado z_g . Se a produtividade observada for maior ou igual à garantida, não há indenização. O problema pode ser representado matematicamente pela equação abaixo:

$$I = z_g \times \max[(y_g - y), 0] \quad (13)$$

Para ter direito à indenização, o produtor contrata uma apólice de seguro ψ que está vinculada ao prêmio de seguro P_ψ e à indenização I_ψ . Recuperando e modificando a equação (1) para o presente problema, mantendo-se a suposição de que existem dois estados possíveis de natureza com probabilidade de perda (p) e não perda ($1-p$) tem-se:

$$u[p; W; P_\psi; d; I_\psi] = (1 - p)u(W - P_\psi) + p u(W - P_\psi - d + I_\psi) \quad (14)$$

A perda observada é representada por d , equivalente à diferença entre y e y_g . A riqueza é expressa por W , no entanto, aqui não se faz distinção entre W_1 e W_2 porque os diferentes estados de natureza foram caracterizados com maior detalhe pelas variáveis P_ψ , d e I_ψ na equação (14).

A função utilidade $u(\bullet)$ é uma função Von Neumann-Morgenstern (VN-M), contínua, estritamente crescente e côncava, duplamente diferenciável [$u'(\bullet) > 0$ e $u''(\bullet) < 0$].

Para derivar as condições de equilíbrio, assumindo que não há custo de transação, obtêm-se as condições de primeira ordem pela maximização da função de utilidade esperada, que resultam em:

$$\frac{\partial u[p; W; P_\psi; d; I_\psi]}{\partial \psi} = - (1 - p)P'_\psi u'(W - P_\psi) + p[-P'_\psi + I'_\psi] u'(W - P_\psi - d + I_\psi) = 0 \quad (15)$$

$$\frac{u'[W - P_\psi]}{u'[W - P_\psi - d + I_\psi]} = \frac{p[-P'_\psi + I'_\psi]}{(1 - p)P'_\psi} \quad (16)$$

É importante observar que, na condição de equilíbrio da eq. (16), a demanda por seguro será igual à oferta, considerando que P'_ψ e I'_ψ assumem seus valores ótimos quando a taxa de prêmio do seguro é atuarialmente justa, levando os indivíduos a segurar a totalidade da sua riqueza.

Nessa situação, a utilidade marginal da renda nos dois estados de natureza será igual, ou seja, $u'(W - P_\psi) = u'[(W - P_\psi - d + I_\psi)]$, de tal forma que:

$$1 = \frac{p[-P'_\psi + I'_\psi]}{(1 - p)P'_\psi} \quad (17)$$

Com isso, os segurados trocariam sua renda de um estado de natureza para o outro, na medida em que o prêmio atuarialmente justo corresponderia à indenização necessária para compensar a perda, caso ela ocorra. Essa condição também é ótima para a oferta do seguro, pois os benefícios do agente segurador são iguais aos custos. Resolvendo a eq. (17), deriva-se a taxa de prêmio justa, dada por:

$$P'_\psi = pI'_\psi \quad (18)$$

A eq. (18) demonstra que a taxa de prêmio atuarialmente justa é aquela que corresponde à expectativa de perda do segurado, ou seja, $E(\text{perda})$. Portanto, o cálculo da taxa de prêmio é derivado da expectativa de perda, que pode ser definida como: a probabilidade de ocorrência da perda, multiplicada pela perda esperada, dado que a perda ocorre ($y < y_g$).

$$E(\text{perda}) = E\{\max[(y_g - y); 0]\} \quad (19)$$

$$E(\text{perda}) = \text{Prob}(Y < y_g) \times [y_g - E(Y|Y < y_g)] \quad (19')$$

$$E(\text{perda}) = \text{Prob}(\text{perda}) \times (\text{perda}|\text{perda ocorre}) \quad (19'')$$

A equação (19') também pode ser escrita da seguinte forma:

$$E(\text{perda}) = \int_0^{y_g} f(y)dy [y_g - (\int_0^{y_g} f(y)ydy / \int_0^{y_g} f(y)dy)] \quad (20)$$

$$E(\text{perda}) = F(y_g) [y_g - (\int_0^{y_g} f(y)ydy / F(y_g))] \quad (20')$$

Na equação (20), $F(y)$ e $f(y)$ representam a função de distribuição cumulativa e a função de densidade e probabilidade, tal como apresentado por Goodwin e Mahul (2004). A derivação da eq. (19') coincide com a formulação de Goodwin e Ker (1998), utilizada também por Ozaki (2005). Os autores citados utilizaram a expectativa de perda da equação (19') para calcular a taxa ótima de prêmio de um seguro de produtividade, que é dada por:

$$TP_\psi = \frac{p(Y < y_g)[\gamma y_\mu - E(Y|Y < y_g)]}{\gamma y_\mu} \quad (21)$$

Assim, a eq. (21) fornece diretamente a taxa de prêmio pura para um seguro de produtividade (TP_ψ), com parâmetros relacionados à apólice de seguro ψ , com base no nível de cobertura escolhido (γ) que determina a produtividade garantida ($y_g = \gamma y_\mu$), considerando a distribuição de probabilidade subjacente à variável produtividade.

3.2.2.1 Taxa de prêmio do seguro de receita: abordagem univariada

O seguro de receita indeniza o produtor quando a receita atual (observada) for inferior à receita garantida, devido à redução dos preços do produto, baixa produtividade ou a combinação de ambas as situações. Esse mecanismo é adotado pelo RP (RP-HPE), modelo atualmente vigente nos EUA que substituiu o RA, CRC e IP, bem como contempla os formatos do seguro agrícola de faturamento da Companhia de Seguros Aliança do Brasil e do seguro receita agrícola da Swiss Re, que seguem a estrutura dos modelos IP (proteção de renda) e RA-BP (receita garantida com preço básico).

Nesses modelos, a indenização devida ao produtor é calculada pela diferença entre a receita garantida e a atual (observada), sendo que esta última resulta da multiplicação do preço de colheita pela produtividade efetivamente colhida. A abordagem recorrente nos planos de seguro estadunidenses é tratar esse problema de forma bivariada, considerando na modelagem que produtividade e preços apresentam distribuições de probabilidade distintas, mas com certo grau de correlação.

Entretanto, inicialmente, esse problema será abordado de forma univariada. Nessa perspectiva, preço e produtividade são multiplicados *ex ante* para construir um vetor de receita bruta, cuja distribuição de probabilidade subjacente é utilizada para calcular as taxas de prêmio.

Considere-se o caso de um produtor que intenta segurar a receita bruta de seu empreendimento, determinada pela multiplicação da produtividade média da cultura pelo preço projetado de colheita. Nesse caso, para simplificar o problema, a unidade segurada equivale a um hectare, sendo que em áreas maiores a receita bruta por hectare deve ser multiplicada pela área cultivada.

A receita observada é representada por r . A receita garantida r_g equivale a um percentual da receita bruta média (r_μ), de tal forma que $r_g = \gamma r_\mu$, considerando que γ representa o nível de cobertura escolhido pelo segurado entre os ofertados pela companhia seguradora. Desse modo, a indenização é devida quando $r < r_g$, conforme se apresenta matematicamente na equação a seguir:

$$I = \max[(r_g - r), 0] \quad (22)$$

Seguindo as mesmas etapas de digressão apresentadas no caso da produtividade, da eq. (13) à (18), conclui-se que, diante das condições de equilíbrio $P'_\psi = pI'_\psi$, o prêmio atuarialmente justo de um seguro de receita é derivado da probabilidade de perda de receita. Com efeito, a esperança de perda de receita bruta é dada por:

$$E(perda) = E\{\max[(r_g - r); 0]\} \quad (23)$$

$$E(perda) = Prob(R < r_g) \times [r_g - E(R|r < r_g)] \quad (23')$$

Alternativamente, em termos de taxa pura tem-se:

$$TP_\psi = \frac{p(R < r_g)[\gamma r_\mu - E(R|r < r_g)]}{\gamma r_\mu} \quad (24)$$

A eq. (24) permite que se calcule a taxa de prêmio de um seguro de receita (TP_ψ) a partir de uma só variável, a receita bruta. Esse enfoque, que analisa exclusivamente a distribuição de probabilidade da receita bruta, convencionou-se chamar por abordagem univariada.

De acordo com a expressão (24), o prêmio de seguro é dado pela probabilidade de a receita atual ser menor que a receita garantida, multiplicada pela perda média de receita, dado que a receita atual é menor que a receita garantida, dividida pelo percentual da receita bruta segurada (perda máxima) ou receita garantida.

A abordagem univariada acompanha, portanto, a solução do problema do seguro de produtividade, elaborada por Lawas (2005), com a diferença que o gatilho do seguro não é o nível de produtividade, mas o de receita bruta.

3.2.2.2 Taxa de prêmio do seguro de receita: abordagem bivariada

O cálculo da taxa de prêmio pela abordagem bivariada difere do anterior por considerar que preço e produtividade têm distribuição de probabilidade conjunta, sendo que para o apreamento do seguro é fundamental contemplar o grau de correlação entre essas variáveis na modelagem, conforme destacaram Goodwin e Ker (2002).

A indenização, nesta abordagem, é calculada da mesma forma citada na subseção anterior, pois o produtor recebe valor equivalente à diferença entre a receita garantida e a receita observada, quando esta for inferior àquela.

A diferença entre as abordagens univariada e bivariada está, portanto, na modelagem do risco, uma vez que os riscos de preço e produtividade são calculados por uma distribuição de probabilidade conjunta (bivariada), levando em consideração a correlação existente entre as duas variáveis.

A formulação matemática é semelhante ao caso univariado, no entanto a variável receita é decomposta em produtividade e preço, de forma que, expandindo a equação (22), tem-se:

$$I = \max[(z_g y_g - zy), 0] \quad (25)$$

A receita garantida é composta pelo preço garantido (z_g) e produtividade garantida (y_g), enquanto a receita observada depende do preço de colheita ou preço safra (z) e da produtividade observada (y). O preço garantido é determinado, usualmente, pelo preço futuro para época de colheita, quando há mercados futuros locais, enquanto a produtividade garantida, assim como nos casos anteriores, equivale a um percentual da produtividade média histórica, determinado pelo nível de cobertura escolhido.

Considerando também dois estados possíveis de natureza, a função utilidade do produtor a ser maximizada pode ser representada por:

$$u_{zy}[p; W; P_\psi; d; I_\psi] = (1 - p)u(W - P_\psi) + p u(W - P_\psi - d + I_\psi) \quad (26)$$

Conforme destacado por Miqueleto (2011), o problema dessa maximização está em determinar corretamente a probabilidade dos eventos perda (p) e não perda ($1-p$), uma vez que há muitas combinações possíveis de preço e produtividade que podem levar à perda.

Em determinadas situações, o preço ou a produtividade podem assumir valores inferiores aos garantidos e, mesmo assim, a indenização não é disparada, pois ocorre uma compensação entre as variáveis, sem que a receita atual atinja valor inferior à garantida. Isso ocorre porque o gatilho do seguro é a receita bruta, independentemente dos valores das variáveis preço e produtividade. Essa situação acontece, comumente, quando a baixa produtividade é compensada por um aumento dos preços, sustentando, desse modo, a receita atual (observada) em patamar superior ao da receita garantida.

A abordagem bivariada não permite que se simplifique a probabilidade de perda às situações dadas por $p = \text{prob}(Z < z_g; Y < y_g)$, uma vez que a receita observada que

determina a perda é gerada pela multiplicação de z e y . Em síntese, é pela combinação dos valores assumidos por z e y que se calcula a probabilidade de perda, considerando a correlação existente entre as variáveis, de maneira que a probabilidade a ser calculada é dada por $p = \text{prob}(ZY < z_g y_g)$.

Conforme argumentado por Miqueleto (2011), a probabilidade de perda é uma probabilidade condicionada (p^*), que pode ser representada por:

$$p^* = \text{prob}(Z < z_g; Y < y_g | zy < z_g y_g) \quad (27)$$

A probabilidade condicionada é expressa pela probabilidade cumulativa conjunta do evento perda em função das variáveis aleatórias preço (Z) e produtividade (Y), mensuradas nos respectivos pontos z e y , sendo que os valores dessas variáveis estão condicionados a $zy < z_g y_g$.

Com a abordagem bivariada, a representação das perdas e a fórmula do prêmio atuarialmente justo são modificadas em relação ao caso univariado, podendo ser representadas da seguinte forma:

$$E(\text{perda}) = E\{\max[(z_g y_g - zy); 0]\} \quad (28)$$

$$E(\text{perda}) = \text{Prob}(Z < z; Y < y | zy < z_g y_g) \times [z_g y_g - E(ZY | zy < z_g y_g)] \quad (28')$$

$$TP_\psi = \frac{p(Z < z; Y < y | zy < z_g y_g) \times [z_g y_g - E(ZY | zy < z_g y_g)]}{z_g y_g} \quad (29)$$

A eq. (29) é adotada para o cálculo da taxa de prêmio do seguro de receita (TP_ψ), considerando a distribuição conjunta de probabilidade de preço e produtividade. Os procedimentos estatísticos para calcular essas probabilidades são bastante variados e esse é justamente o ponto crítico para o cálculo do prêmio atuarialmente justo.

As duas metodologias mais usuais para simular distribuições conjuntas, de acordo com Goodwin e Mahul (2004), são pelo uso de cópulas e de combinação linear ponderada; entretanto, outras abordagens vêm sendo desenvolvidas, conforme se demonstra na seção seguinte.

Antes de avançar, porém, é meritório destacar que a teoria discutida assenta-se na hipótese da informação perfeita no mercado. Contudo, em maior ou menor grau, a

assimetria de informação causa ineficiência no apreçamento das taxas e falhas no mercado de seguro (CHAMBERS, 1989; COBLE et al., 1997; MAKKI; SOMWARU, 2002).

A assimetria de informação no mercado de seguro rural se manifesta principalmente pela seleção adversa e risco moral. A seleção adversa pode ser entendida como "conhecimentos ocultos" do segurado a respeito da probabilidade de perda que leva a uma falha do segurador na mensuração dos riscos. O risco moral pode ser definido como "ações ocultas" do segurado que elevam o risco de perda e, por conseguinte, a probabilidade de recebimento de indenização (OZAKI, 2005).

Ultrapassa os objetivos deste estudo aprofundar a discussão sobre as condições de equilíbrio para um mercado competitivo de seguros; contudo, é preciso considerar que a acurácia no cálculo atuarial e a eficiência do mercado de seguros pressupõem informação perfeita e completa, o que na maioria das vezes não ocorre, determinando situações incompletas ou de equilíbrio parcial, como, por exemplo, de sobre-seguro e sub-seguro⁶⁰ (LAWAS, 2005).

3.3 Aspectos metodológicos da modelagem de produtividade, preço e receita agrícola

Para calcular taxas de prêmio acuradas é essencial que os riscos de preço e produtividade sejam corretamente mensurados, o que equivale a dizer que o comportamento dessas variáveis aleatórias deve ser apropriadamente representado pelas respectivas funções de densidade e probabilidade.

Preço e produtividade têm comportamentos distintos e o produto da multiplicação dessas variáveis - a receita bruta - exibe também propriedades e características próprias, pois esta pode carregar informação sobre a correlação entre as variáveis que a originaram. Várias abordagens estatísticas foram desenvolvidas para representar essas variáveis e nesta seção serão resumidas as principais, considerando o propósito final de mensurar e modelar o risco da receita bruta.

As conclusões mais comuns, segundo Goodwin e Ker (2002), são de que a produtividade tende a ser negativamente assimétrica e os preços tendem a apresentar assimetria positiva. Contudo, para se ter uma representação adequada do risco é necessário estimar a função de densidade e probabilidade ou a função de distribuição acumulada, de forma que todos os momentos relevantes da distribuição possam ser caracterizados.

⁶⁰ Do inglês: *over-insurance* e *under-insurance*.

A estimação das propriedades distributivas das variáveis aleatórias pode ser alcançada de diferentes maneiras. Uma alternativa é estimar os momentos das observações empíricas da variável de interesse, mas o conhecimento desses momentos é de uso limitado caso não se tenha conhecimento da distribuição paramétrica. Outra possibilidade é avaliar as propriedades da distribuição da variável aleatória pela estimação dos parâmetros característicos de uma distribuição paramétrica específica, cuja forma precisa ser conhecida *a priori*. Outra forma é adotar métodos semi-paramétricos e não paramétricos para mitigar a necessidade de se especificar a forma da distribuição.

A abordagem paramétrica é mais usual, segundo Goodwin e Ker (2002), mas, frequentemente, sem a utilização dos testes de especificação paramétricos necessários. Assumir *a priori* uma forma funcional significa impor uma restrição ao modelo que pode elevar a eficiência da estimação se estiver correta, ou reduzi-la se estiver incorreta. A abordagem não paramétrica, por outro lado, apresenta o ônus de demandar uma quantidade maior de dados para avaliar a forma da distribuição de probabilidade. Essas duas abordagens são as mais utilizadas, conforme se observa nos tópicos que seguem.

3.3.1 A modelagem da produtividade

A modelagem da variável produtividade não só foi feita por diferentes metodologias como também produziu distintos resultados a respeito do seu comportamento.

Goodwin e Ker (1998) relatam que a produtividade comumente apresenta assimetria negativa, que reflete o fato das plantas terem uma restrição biológica que limita o rendimento máximo. Por outro lado, fatores climáticos frequentemente afetam o ciclo produtivo, gerando baixas produtividades. Outro aspecto importante lembrado pelos autores diz respeito ao nível de agregação dos dados, pois a sua segregação em nível de município ou microrregião pode revelar idiosincrasias particulares à área, tendendo a reduzir a variância da produtividade.

Para modelar uma variável é necessário entender a natureza do processo gerador dos dados. A produtividade agrícola é dependente de um processo biológico condicionado por fenômenos meteorológicos. Por essa razão, a abordagem utilizada por Ker e Goodwin (2000) e Ozaki (2005) de que as produtividades seguem um processo gerador espaço-temporal tem ganhado relevância. Entretanto, segundo Goodwin e Ker (2002) a maioria dos trabalhos empíricos utiliza um processo gerador temporal como única dimensão para estimar a densidade da produtividade.

Ker e Goodwin (2000) sugeriram também que a modelagem de produtividade poderia ser realizada por uma distribuição mista de duas normais, proveniente de duas sub-populações, uma oriunda de anos não catastróficos e a outra de catastróficos. Nessa perspectiva, a distribuição dos anos catastróficos estaria inserida na cauda inferior da distribuição da primeira sub-população, sendo que ela teria menos massa porque as produtividades dos anos catastróficos ocorrem com menos frequência e tem valores esperados menores.

A distribuição da produtividade ao longo dos anos foi tratada preponderantemente como normal. Estudos mais antigos, até pelas limitações computacionais existentes, invariavelmente utilizavam essa abordagem. Um estudo clássico que inclusive apresentou metodologia para extrair as taxas de prêmio para o seguro agrícola pela curva normal foi o de Botts e Boles (1958). Modelos de decisão que demandam simulação de faturamento frequentemente apoiavam-se na premissa da normalidade, não só para a variável produtividade, mas também para os preços (LAPAN; MOSCHINI, 1994).

Muitos estudos recentes têm rejeitado a hipótese da normalidade, entretanto há outros que concluem que ela não pode ser refutada. Nessa direção, o estudo de Just e Weninger (1999) elege a distribuição normal como uma adequada opção para a modelagem da produtividade. Esses autores citam que os trabalhos que sugeriram assimetria da produtividade agrícola e rejeitaram a normalidade não oferecem consistência e tampouco apresentam alternativas e justificativas melhores que a da normalidade.

Eles identificaram três problemas metodológicos comuns nas análises da distribuição de produtividade: a) erro de especificação de componentes não aleatórios da distribuição de produtividade; b) má apresentação e análise das estatísticas de significância e c) uso de dados agregados para representar distribuições de produtividade em nível de propriedade rural.

Um aspecto extremamente relevante endereçado por esses autores diz respeito ao uso de dados agregados, pois os autores elucidam que as médias municipais, por exemplo, são médias ponderadas de uma amostra de produtores. Esse procedimento elimina as informações específicas das fazendas e enfatiza a aleatoriedade intertemporal comum dos produtores da região pesquisada, encobrindo a aleatoriedade específica das fazendas. Para Just e Weninger (1999), a distribuição da variável em nível de fazenda é essencial para a análise do seguro agrícola.

Atwood, Shaik e Watts (2002) investigaram as consequências da utilização da curva normal na determinação do prêmio de um tipo de seguro de proteção de renda (IP⁶¹). Os autores decompuseram a variabilidade da produtividade, assumindo que parte advém da região na qual a propriedade está inserida e outra das condições intrínsecas da própria fazenda.

Os autores rejeitaram a normalidade para a maioria dos produtos e regiões testadas. Concluíram ainda, pela comparação com as taxas empíricas, que em alguns casos, a exemplo do milho em Illinois, a assunção da normalidade leva a fixação de um prêmio equivalente a 66% do que deveria ser, ou seja, pode determinar uma subestimação do risco e do prêmio.

Visando promover uma reconciliação com os estudos anteriores, Harri et al. (2009) realizaram estudo com produtividades em nível de município, estimando modelos lineares de tendência, polinomiais e autorregressivos. O trabalho levou os autores a concluir que a assunção *a priori* de normalidade é razoável em muitos municípios e regiões dos Estados Unidos, mas os resultados dependem do produto agrícola, das condições da respectiva região e do padrão tecnológico corrente, dentre outros fatores.

Henessy (2009) relaciona informações climáticas com a produtividade, com o intuito de explicar o seu comportamento e assimetria. O autor constata a presença de assimetria na distribuição da produtividade, inclusive quando dados agregados são utilizados.

Para o pesquisador, a agregação de fatores climáticos pode contribuir para reduzir a assimetria na modelagem. Quando essa recomendação for utilizada em procedimentos atuariais, o autor sugere ainda que os condicionantes climáticos sejam de baixo custo, enfatizando que podem ser utilizadas informações como: conteúdo de argila no solo, capacidade de retenção de umidade e outras variáveis agronômicas, assim como informações meteorológicas fornecidas antes da safra, como o teor de umidade do solo ou prognóstico de eventos como El Niño.

O artigo de Ozaki et al. (2008) concentra-se nos métodos estatísticos e atuariais com o objetivo de propor fórmula alternativa de cálculo da taxa de prêmio de seguro de produtividade de milho para os municípios paranaenses, por meio de modelagem espaço-temporal.

Modelos hierárquicos Bayesianos são aplicados com o intuito de modelar o processo estocástico gerador dos dados de produtividade e, ao mesmo tempo, considerar o

⁶¹ Do inglês, *Income Protection* – IP.

efeito temporal, a variação espacial e dinâmica da relação espaço-temporal subjacente à produtividade agrícola. Na metodologia proposta, a tendência temporal é simultaneamente modelada com a autocorrelação espacial para obter a taxa de prêmio. Esse enfoque contrasta com o usual de calcular as taxas em dois estágios: primeiro, pela normalização da série (retirada da tendência) e; segundo, pelo apreçamento da taxa a partir dessa variável normalizada. As taxas foram calculadas diretamente da distribuição predita obtida por simulação de Monte Carlo por meio da Cadeia de Markov.

No referido estudo, Ozaki et al. (2008) calcularam as taxas de prêmio por município, mas enfatizaram que a metodologia proposta pode ser utilizada também para cálculo de taxas de produtividades individuais, desde que haja dados suficientes para a aplicação da análise estatística. Os pesquisadores concluíram que a metodologia proposta aprimora os procedimentos estatísticos e atuariais frequentemente utilizados no cálculo de taxas de prêmio, especialmente nos casos em que há limitação nas séries de dados.

Outra distribuição paramétrica bastante utilizada para representar a produtividade agrícola é a beta. Exemplos de estudos que utilizaram essa distribuição são os de Badcock e Hennessy (1996), Hennessy, Badcock e Hayes (1997) e Nelson e Preckel (1989). Nos seus respectivos trabalhos, os autores argumentaram haver evidências consistentes de assimetria e curtose nos dados de produtividade, levando-os a optar pela distribuição beta, em detrimento da normal. A distribuição beta é utilizada pela sua capacidade de acomodar assimetrias positivas e negativas.

Nelson e Preckel (1989) conduziram a estimação por verossimilhança a um vetor de insumos (fertilizantes), concluindo que a aplicação de adubação nitrogenada influencia nos três primeiros momentos da distribuição (média, variância e assimetria).

A distribuição gamma foi utilizada por Gallagher (1987) para estimar a produtividade de soja nos Estados Unidos, diante de perturbações não simétricas. Após corrigir a série de 44 anos de observações, ponderando pelos desvios que se mostraram heterocedásticos, o autor estimou por verossimilhança os parâmetros da distribuição gamma. Avaliando os parâmetros dessa distribuição, o pesquisador concluiu haver fortes evidências de assimetria negativa na produtividade de soja.

Goodwin e Ker (1998) afirmam que embora existam fortes indícios de que a produtividade não segue uma distribuição normal, essa abordagem ainda é dominante, prova é que a metodologia adotada pelo seguro de cobertura de receita agrícola (CRC) utiliza-se da normal.

Os autores sugeriram que tendência, efeitos autorregressivos e heterocedasticidade afetam a distribuição de probabilidade e que, portanto, o uso de produtividades observadas nas análises sem remover esses efeitos é inapropriado. Os autores sugeriram uma metodologia para ser utilizada na correção das séries de produtividade, a fim de levar em conta a tendência de crescimento da produtividade e relaxar a pressuposição de homocedasticidade dos resíduos.

Adotaram técnicas não paramétricas para estimar a distribuição de produtividade, avaliando sua implicação no apuração do prêmio de um seguro grupal de risco (GRP). A análise utilizou o procedimento de Kernel para estimar as densidades de probabilidade, não assumindo nenhuma forma funcional *a priori*. As conclusões apontaram para possibilidade de incremento de acurácia nos procedimentos atuariais caso uma modelagem mais flexível como a não paramétrica fosse adotada no cálculo das taxas do GRP, pois as estimativas encontradas diferem das taxas praticadas, como consequência do relaxamento das restrições impostas pelos procedimentos paramétricos.

Em outra pesquisa, Ker e Goodwin (2000) utilizaram a estimação não paramétrica em diferente contexto, a fim de avaliar a sua estabilidade diante de séries curtas de observações. No estudo, os autores utilizaram o estimador não paramétrico de kernel a partir de técnicas bayesianas empíricas. Concluíram que para adotar tal procedimento na estimação de séries de produtividade são necessárias, no mínimo, 26 observações (anos). Com essa dimensão da série é possível obter ganhos nas estimações por Kernel adaptativo.

Outra vertente alternativa é de utilização de modelos semi-paramétricos, adotada por Ker e Coble (2003). Esses modelos usam um estimador (semi-paramétrico) que congrega os benefícios dos paramétricos e dos não paramétricos, bem como mitiga as suas desvantagens. O modelo se comporta como um modelo paramétrico se essa assunção for correta. Se incorreta, o modelo tem comportamento não paramétrico. Essa avaliação é feita comparando os resultados do modelo semi-paramétrico com a densidade verdadeira.

Os resultados descritos dão conta que o estimador semi-paramétrico com distribuição normal é mais eficiente que os modelos paramétricos, representados pela normal e beta, e os não paramétricos, gerados pelo estimador Kernel.

Com base nos estudos avaliados, nota-se que séries curtas de produtividade limitam a utilização de certas técnicas, favorecendo o uso de técnicas paramétricas que podem ser aplicadas a um número menor de observações.

As abordagens não paramétricas e semi-paramétricas são promissoras, podendo reduzir os erros associados às incorretas pressuposições feitas quanto às distribuições. Por

outro lado, a limitação das séries e os resultados de diversos trabalhos sugerem que não se pode rejeitar a eficiência da distribuição normal e demais distribuições paramétricas.

Ozaki e Silva (2009) preocuparam-se com as implicações da representação da distribuição de produtividade sobre o apreamento das taxas de prêmio de seguros, considerando a estrutura dinâmica dos dados e a correlação espacial no arcabouço hierárquico bayesiano.

Os autores citam a proeminente discussão de considerar ou não a produtividade agrícola como normal, mencionando pesquisas que apoiam e rejeitam a normalidade. No estudo, modelos hierárquicos são utilizados, mas, desta vez, considerando uma distribuição normal assimétrica, proposta por Azzalini (1985). Essa distribuição assemelha-se à distribuição normal, mas contempla parâmetro adicional que permite certo grau de assimetria.

Comparando os resultados encontrados na pesquisa pela taxa de prêmio bayesiana com as taxas calculadas pelo método empírico, normalmente usado pelas companhias seguradoras, Ozaki e Silva (2009) concluíram que as taxas empíricas⁶² utilizadas pelo mercado segurador superestimam o risco das áreas de baixo risco e subestimam o das de alto risco.

3.3.2 A modelagem do preço

A modelagem dos preços agrícolas no âmbito do seguro de receita também é bem diversificada. Alternativas baseadas nos preços físicos e futuros vêm sendo testadas, bem como preços derivados das negociações de opções de venda sobre futuros do mercado de bolsa.

O preço das *commodities*, na visão de muitos produtores, é a principal fonte de risco dos empreendimentos agrícolas, seguido pela produtividade e preço dos insumos (GOODWIN; KER, 2002).

Os preços agrícolas caracterizam-se por apresentar acentuada variabilidade, quando comparados aos produtos não agrícolas. A variabilidade é explicada, classicamente, como produto da combinação da inelasticidade da demanda e choques de oferta determinados pelas variáveis climáticas. Os preços são, desse modo, estado-dependentes, isto é, condicionados pelas condições de mercado e nível de informação dos agentes em determinado momento no tempo.

⁶² Segundo Ozaki e Silva (2009), taxas empíricas são calculadas diretamente pela relação da perda média pela responsabilidade (valor segurado), sem levar em consideração qualquer tipo de análise estatística mais avançada.

Opções de venda de produtos agrícolas são chamadas de seguro de preço, pois nesse tipo de contrato o comprador da opção adquire o direito de exercer determinado preço de venda (opção de venda) se o preço de mercado estiver abaixo do preço garantido (segurado). A literatura sobre a determinação dos preços das opções é bastante ampla, mas um dos modelos mais aceitos e utilizados é o de Black-Scholes (BS).

Pelo modelo BS pode-se extrair a volatilidade implícita que é a variabilidade dos preços da *commodity* derivada das variações das cotações das opções (HULL, 2005). A volatilidade implícita é utilizada amplamente como instrumento de modelagem do risco de preços, inclusive no próprio contexto do seguro de receita. Como exemplos de pesquisas que utilizaram essa abordagem citam-se: Turvey e Amanor-Boadu (1989); Turvey (1992); Richards e Manfredo (2003); Ramires, Manfredo e Sanders (2005) e Coble et al. (2010).

A avaliação da confiabilidade preditiva de distribuições de preços baseadas no mercado de opções para determinação da taxa de seguro foi o objeto de estudo de Buschena e Ziegler (1999). A pesquisa verificou se a utilização de distribuições de preços derivadas de opções apresentava desempenho superior às estimativas existentes de variação dos preços futuros do plantio à colheita, período de vigência das apólices de seguro.

Os pesquisadores concluíram que opções de soja e milho proveem estimativas de preços confiáveis durante a primeira metade do ciclo de cultivo. As distribuições inferidas de negociações realizadas com opções de milho foram mais confiáveis quando modeladas pelas distribuições Burr XII e log-normal, enquanto no caso da soja as melhores estimativas foram obtidas pela log-normal.

Buschena e Ziegler (1999) concluíram que há vantagem na utilização das informações de negociação de opções em relação aos preços históricos do mercado futuro, mas como incluir essas informações na modelagem de seguros de receita é um problema de pesquisa remanescente. Os pesquisadores indicaram a necessidade de elaborar metodologias adequadas para combinar as informações do mercado de opções com as séries históricas de preços físicos e distribuições de probabilidade de produtividade, considerando a correlação de preço e produtividade, para formar uma distribuição completa de receita.

O modelo BS por definição assume que os preços têm distribuição log-normal. Portanto, a conveniência de adotar a log-normal e as evidências de estudos sugerindo que os preços apresentam certa assimetria positiva tornaram a log-normalidade padrão nos estudos de modelagem de risco de preço (GOODWIN; KER, 2002).

Do mesmo modo, no âmbito dos estudos de seguro agrícola, a log-normalidade também é utilizada predominantemente (BADCOCK; HENNESSY, 1996; STOKES; NAYDA; ENGLISH, 1997; COBLE; HEIFNER; ZUNIGA, 2000; COBLE et al., 2010).

Alternativas à distribuição log-normal têm sido pesquisadas, sendo comumente experimentadas abordagens semi-paramétricas e não paramétricas. Uma prática usual é obter a volatilidade implícita advinda do modelo BS e depois ajustar uma distribuição paramétrica ou não paramétrica, relacionando a volatilidade implícita ao preço de exercício da opção.

A abordagem paramétrica padrão, incluindo o movimento browniano assumido no modelo BS, baseia-se na pressuposição de que a variância é constante e tem um comportamento definido ao longo do tempo. Por essa razão, modelos de variância temporal foram desenvolvidos para relaxar essas pressuposições.

Pesquisadores têm notado que a variância pode ser alterada em função das condições de mercado, pois momentos de condições meteorológicas adversas podem levar a maior volatilidade dos preços. Também é reconhecido que períodos de alta variabilidade de preços são seguidos, normalmente, por períodos de mais alta variabilidade. Essa natureza autorregressiva e condicional promoveu o desenvolvimento dos modelos de heterocedasticidade condicional, conhecidos como ARCH e GARCH (GOODWIN; KER, 2002).

Um estudo que aprofundou a discussão da modelagem de preços por modelos de heterocedasticidade condicional e distribuições mistas foi conduzido por Goodwin, Roberts e Coble (2000). Preocupados com a quantificação do risco associado à característica estocástica dos preços, os autores buscaram identificar as implicações dos diferentes métodos de modelagem de preços sobre o cálculo do risco e taxas de prêmio de seguros.

O trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira, a variância histórica dos preços foi analisada, com a estimação de modelos de variância condicional por máxima verossimilhança, a fim de detectar determinantes exógenos da variabilidade dos preços. Na segunda etapa, os preços históricos foram utilizados para avaliar a distribuição de probabilidade dos preços e o prêmio de seguro diante de diferentes distribuições.

Os resultados indicaram que as abordagens convencionais de mensuração da variabilidade dos preços e cálculo de taxa de seguro podem estar mal especificadas. Os estudos empíricos refutaram a normalidade e ofereceram suporte à tese da log-normalidade. Concluíram que a utilização da distribuição log-normal implica taxas de prêmio mais elevadas do que as calculadas pela normal. Por fim, os autores recomendaram novas pesquisas

considerando distribuições mistas (normal/normal, normal/log-normal ou log-normal/log-normal), pois as estimações realizadas sugerem grande potencial dessa metodologia.

Um aspecto interessante discutido pelos autores refere-se à necessidade de deflacionar os preços. Segundo os pesquisadores, que não utilizaram esse procedimento, essa discussão emergiu nos debates atuariais do programa de cobertura de receita agrícola (CRC), sendo decidido à época utilizar os preços nominais. Mas esse procedimento não é consensual, pois é utilizado em alguns trabalhos na área de seguro, como por exemplo: Tew e Reid (1988) e Wolf, Black e Handrich (2009).

Os planos de seguro de receita comercializados nos Estados Unidos utilizam abordagens distintas e é interessante compará-las para notar que não há consenso sobre a modelagem dos preços. O seguro de receita garantida (RA) utilizava o modelo de BS, assumindo que os preços têm distribuição log-normal. O plano de cobertura de receita agrícola (CRC) utilizava preços de comercialização históricos e assumia que sua distribuição era normal.

O CRC, de acordo com Goodwin, Roberts e Coble (2000), não considerava em sua metodologia a correlação entre preço e produtividade. O plano de proteção de renda (IP) também utiliza séries históricas de preço do mercado físico, mas utiliza uma distribuição não paramétrica.

3.3.3 A modelagem da receita bruta

A modelagem da produtividade e preços apresenta um histórico de pesquisas e resultados amplos, pois essas duas incertezas vêm sendo investigadas há bastante tempo no âmbito da análise do risco agrícola. Embora se tenha uma relativa compreensão desses riscos por meio das suas densidades, a associação dessas variáveis para mensurar adequadamente o risco da receita agrícola ainda é considerada uma vertente nova de pesquisa.

Segundo Goodwin e Ker (2002), o principal problema da modelagem da receita agrícola está na necessidade de determinar o grau de correlação entre as variáveis, pois elas dificilmente têm comportamentos independentes. Preços e produtividade tendem a ser negativamente correlacionados, mas isso depende de cada produto agrícola, do grau de integração dos mercados, estoques reguladores, aspectos logísticos, ciclo de produção e uma série de outras variáveis que, em última análise, significam que a correlação deve ser analisada localmente.

A correlação negativa entre essas variáveis é benéfica ao produtor e à seguradora, pois configura uma espécie de proteção natural contra a redução da receita, uma vez que a redução da produtividade pode ser compensada por uma elevação do preço do produto.

A mensuração do risco de redução da receita é realizada preponderantemente por procedimentos que avaliam a distribuição marginal das variáveis produtividade e preço, levando em conta o grau de correlação entre elas. Se as variáveis advêm de famílias paramétricas comuns, uma função de densidade e probabilidade conjunta pode ser utilizada para gerar sorteios correlacionados por simulação. Contudo, se as variáveis são originárias de diferentes famílias paramétricas, algum outro método de sorteio correlacionado dessas variáveis aleatórias de diferentes distribuições marginais precisa ser utilizado.

Para Goodwin e Ker (2002), duas abordagens têm se destacado no objetivo de acoplar amostras aleatórias de variáveis correlacionadas, provenientes de distribuições marginais distintas.

A primeira abordagem é chamada de combinação linear ponderada, desenvolvida por Johnson e Tenenbein (1981). O procedimento é intuitivo e envolve um esquema de translação onde as funções de sorteios aleatórios são correlacionados a partir de duas distribuições diferentes. Elas são combinadas linearmente para formar uma distribuição bivariada com certo grau de correlação. O peso escolhido para efetuar a combinação linear é determinado pela extensão do grau de correlação e pela distribuição usada no processo de translação.

O procedimento consiste na tomada de duas variáveis aleatórias (X, Y) de um par de distribuições marginais $F_1(X)$ e $F_2(Y)$ que apresenta correlação, medida pelo coeficiente de Spearman (ρ_s) ou Kendall (τ). Desse modo, Johnson e Tenenbein (1981) tabularam os valores dos fatores de ponderação que devem ser utilizados para os diferentes níveis de correlação.

Uma limitação do procedimento mencionado é que ele foi desenvolvido apenas para o caso bivariado. Dez anos depois, Fackler (1991) expandiu o modelo daqueles autores, viabilizando a aplicação da metodologia para casos multivariados.

O método de combinação linear ponderada apresenta outra restrição que é a de ser paramétrica, exigindo conhecimento *a priori* das distribuições marginais apropriadas e do grau de correlação entre as variáveis, pois, sem dispor dessas informações, não há como aplicar o procedimento. Entretanto, a metodologia tem sido utilizada para calcular a taxa de

prêmio de seguros de receita, utilizando com frequência a distribuição marginal beta para a produtividade e log-normal para os preços.

Segundo Goodwin e Ker (2002), o procedimento de Johnson e Tenenbein (1981) é muito sensível ao grau de correlação, pois, na medida em que a correlação se eleva, as taxas de prêmio caem rapidamente. Portanto, a adequada mensuração da correlação entre as variáveis é um fator crítico da metodologia.

Outra questão mencionada refere-se ao fato de que, embora a técnica permita conciliar o primeiro e o segundo momento da distribuição, não há garantias de que ordens mais altas de “momentos cruzados” sejam combinadas (assimetria e curtose). Esses momentos são difíceis de interpretar e certamente exprimem importantes características da distribuição conjunta, que podem implicar as taxas de prêmios.

A outra abordagem que vem sendo utilizada e é promissora em termos de mensuração do risco de relações multivariadas é o método de cópulas. Uma cópula é uma função $C(\bullet)$ que relaciona as distribuições marginais $F(\bullet)$ em uma função conjunta de distribuição tal que: $C[F(X_1), F(X_2), \dots, F(X_N)] = F(X_1, X_2, \dots, X_N)$.

O método de cópulas utiliza técnicas de aproximação e, portanto, compartilha muitas limitações da abordagem de combinação linear ponderada. As cópulas têm natureza paramétrica e são, assim, suscetíveis a erros de especificação funcional e de aproximação.

Miqueleto (2011) utilizou o método de cópulas para calcular o prêmio de seguro de receita bruta de milho no Paraná. Na modelagem da cópula, o autor utilizou uma distribuição não paramétrica para a série de preços e uma distribuição beta para a série de produtividades. A cópula foi estimada pelo método de decomposição ou inferência sobre margens, que é a forma mais genérica da metodologia.

Em seu trabalho, o autor defende o uso do método de cópulas devido a sua maior flexibilidade com relação às distribuições marginais, não impondo qualquer forma predefinida; ao contrário, permitindo que as próprias observações expressem a melhor forma de representação da interdependência. Mas cabe lembrar que, embora haja flexibilidade na estimação da cópula, ainda assim é necessário definir *a priori* as formas funcionais das distribuições de probabilidade das variáveis preço e produtividade, o que é uma restrição.

Outros dois trabalhos se valeram da metodologia de cópulas para abordar o tema seguro agrícola, um desenvolvido por Vedenov (2008) e outro por Tejeda e Goodwin (2008). O primeiro autor justifica o uso de cópulas afirmando que essa metodologia provê uma técnica alternativa de modelagem de distribuições conjuntas de variáveis aleatórias, com grande flexibilidade no que concerne à distribuição marginal e à estrutura de dependência. O

autor utilizou o método para modelar a distribuição conjunta de produtividade de um município e das propriedades nele situadas, concluindo que a metodologia de cópulas é eficiente e pode contribuir para a administração de riscos e o desenvolvimento de seguros.

O estudo de Tejeda e Goodwin (2008) empregou o método de cópulas para mensurar a correlação entre produtividades e preços agrícolas, com o intuito de avaliar seu impacto na determinação das taxas de seguro de receita agrícola. As conclusões apontam que há uma probabilidade menor de pagamentos indenizatórios quando se utiliza o método de cópulas, em comparação aos métodos correntes. A hipótese discutida pelos autores é de que o método apresenta vantagem na identificação da estrutura de dependência das variáveis.

A adoção de metodologias de apreçamento de opções⁶³ também foi utilizada para aproximar o valor do prêmio puro do seguro de receita. Ao usar essa abordagem, Stokes (2000) considerou que um produto de seguro, como o de cobertura de receita agrícola (CRC), comporta-se como uma opção exótica, uma vez que os preços futuros são mensurados em dois períodos de tempo distintos durante o ciclo produtivo, no plantio e na colheita, tal como ocorre com as opções.

No referido trabalho, o preço do milho foi considerado um ativo com distribuição log-normal, pressuposição que foi estendida à variável produtividade. O autor justificou a escolha, argumentando que o exemplo foi desenvolvido para ilustrar o funcionamento do modelo e que permite a especificação de outras equações de difusão, caso se opte por relaxar a hipótese de log-normalidade das variáveis aleatórias.

Essa abordagem resulta na otimização de equações diferenciais e depende de pressuposições atinentes: às formas funcionais das distribuições das variáveis; às equações de difusão; à dependência entre os preços dos contratos futuros e a produtividade. Entretanto, o comportamento da receita simulada por Monte Carlo não exige uma forma funcional preestabelecida.

Em estudo prévio, foi proposto modelo teórico para a valoração do prêmio do programa receita garantida (RA), diante de diferentes níveis de cobertura e pressuposições sobre a distribuição da receita bruta (STOKES; NAYDA; ENGLISH, 1997). Nesse trabalho, os autores utilizaram ferramentas de cálculo estocástico (equações diferenciais parciais) para derivar o prêmio do seguro do RA, concluindo que a metodologia apresentada é apropriada.

⁶³ Essa abordagem em muitos estudos é referida como ativos contingentes; do inglês: *contingent claims approach*.

Nessa perspectiva de tratar prêmios de seguro de receita como opções, o modelo de Black-Scholes⁶⁴ (BS) de apreçamento de opções foi utilizado por Turvey e Amanor-Boadu (1989) e Turvey (1992). No entanto, a adoção desse tipo de modelo é criticada por Stokes, Nayda e English (1997), por assumir distribuição log-normal e por considerarem inadequada a valoração de um ativo que não é diretamente negociável na bolsa de valores: a receita bruta. Por essas razões, julgam que a utilização do modelo BS pode levar a estimativas viesadas do preço do seguro.

O trabalho de Richards e Manfredo (2003) adotou também a metodologia de ativos contingentes, mas objetivando testar se a distribuição contínua da receita é apropriada para a sua representação, pois os choques a que essa variável está sujeita são eventos discretos.

Os autores mencionam que trabalhos que visaram simplificar o modelo BS apresentam erros; contudo, variações do modelo original têm sido empregadas na determinação de prêmios de seguro. No trabalho, preços e produtividades foram representados pela log-normal, pois foi utilizado o modelo BS. Os resultados sugerem que a assunção de que a receita contém elementos discretos é adequada e implica que os prêmios ofertados para o seguro analisado (GRIP) estão subestimados.

Na modelagem de seguro de receita para uvas viníferas na Espanha, a metodologia de apreçamento de ativos contingentes com simulações de Monte Carlo foi utilizada por Ramirez, Manfredo e Sanders (2005). Os pesquisadores adaptaram o modelo BS para utilizar a receita bruta como ativo subjacente ao modelo, viabilizando o cálculo do preço da opção que equivale ao prêmio puro. Médias, desvios e coeficiente de correlação entre preço e produtividade foram calculados a partir de dados reais, sendo utilizados para gerar observações adicionais por simulação de Monte Carlo.

Depois disso, sorteios correlacionados dos desvios de preço e produtividade foram extraídos como amostras para calcular o prêmio do seguro pelas fórmulas do BS, utilizando como premissa uma distribuição triangular para garantir que o conjunto de parâmetros representasse o ponto médio – valores mais prováveis. Com isso, foi gerada uma distribuição de prêmios que permitiu a extração do prêmio puro médio do seguro de receita. Os resultados do estudo atestaram a viabilidade da ferramenta, mas não servem como parâmetro de comparação com taxas reais de seguro, pois os dados utilizados eram médias calculadas para toda a Espanha.

⁶⁴ Modelo de valoração/apreçamento de opções originário Black e Scholes (1972).

Badcock e Hennessy (1996), para modelar a receita, utilizaram procedimento bivariado e simulação de Monte Carlo. O estudo objetivou testar o efeito da contratação do seguro de produtividade ou receita sobre a utilização de fertilizantes nitrogenados. Para simular um modelo de decisão em um empreendimento de milho, com preços e produtividade como variáveis aleatórias, os autores modelaram a distribuição da receita.

Os pesquisadores assumiram que o preço do produto segue uma distribuição log-normal, enquanto a produtividade apresenta distribuição beta. A simulação de Monte Carlo foi utilizada para gerar os desvios não normais de receita, exigindo, assim, a escolha *a priori* das distribuições, bem como a imposição do grau de dependência desses desvios, que foi derivado pelo método de combinação linear ponderada.

Concluíram que essa metodologia permite simulações que se afastam da abordagem tradicional de que preços e produtividades são independentes e normalmente distribuídos, permitindo que o preço exiba assimetria positiva e a produtividade negativa, como comumente se observa, com determinado grau de interdependência.

Bielza, Garrido e Sumpsi (2004) acoplaram as distribuições de preço e produtividade utilizando a metodologia de combinação linear ponderada, tal como os autores anteriormente citados, com o intuito de calcular a taxa de prêmio de um seguro de receita, como política de estabilização da renda para o segmento de oliveiras na Espanha.

Uma das diferenças entre esses trabalhos está na pressuposição do tipo de distribuição, pois os últimos autores assumiram a distribuição beta para a produtividade e uma distribuição mista de normal e log-normal para preço, ao passo que Badcock e Hennessy (1996) utilizaram a distribuição log-normal.

Essas abordagens partem do princípio que produtividade e preços apresentam distribuições assimétricas diferentes. Entretanto, quando o preço é correlacionado com a produtividade e as distribuições são bem comportadas, a prática mais direta e parcimoniosa é adotar a distribuição normal bivariada para a avaliação dos riscos (BADCOCK; HENNESSY, 1996).

A distribuição normal bivariada permite grande flexibilidade na modelagem de distribuições conjuntas; porém, a limitação dessa metodologia está na pressuposição de que a matriz de correlação contém toda a informação necessária sobre a estrutura de dependência das variáveis, o que nem sempre ocorre (VEDENOV, 2008). A normal bivariada pode ser também aproximada por um conjunto de transformações, inclusive com a utilização de log, por meio da log-normal bivariada.

3.4 Metodologia

Nesta seção é apresentada a metodologia⁶⁵ utilizada para a determinação das taxas de prêmio para um seguro de receita bruta de soja no estado do Paraná. A seção está subdividida em quatro partes. Na primeira, descreve-se o modelo teórico-conceitual do seguro de receita para o qual as taxas de prêmio são calculadas; na segunda, apresenta-se a sequência metodológica de cálculo da taxa de prêmio pela abordagem univariada; na terceira, as etapas de cálculo da taxa de prêmio pela abordagem bivariada; e, na quarta, descrevem-se os aspectos atinentes ao tratamento e à análise dos dados utilizados no estudo.

3.4.1 Modelo conceitual do seguro de receita estudado

A metodologia apresentada a seguir refere-se a um plano de seguro de receita para a soja que garante uma determinada proporção (γ) da receita bruta média (r_μ) do empreendimento, chamada de receita garantida r_g .

Há diferentes formas de determinar a produtividade e o preço base⁶⁶ de garantia que fixam a receita bruta esperada. No presente estudo optou-se por utilizar a produtividade média municipal de soja. A média aritmética foi calculada a partir da série anual de produtividades, após as devidas correções que serão apresentadas na subseção 3.4.4. Com isso, a produtividade média histórica de soja utilizada no modelo é representada por y_μ .

O preço base foi determinado a partir da média histórica dos preços de soja (z_μ) entre os meses de março e maio (período de colheita), da série do indicador de preços da soja ESALQ/BM&FBOVESPA, considerando as safras compreendidas entre a criação do indicador, em 2006, e a safra 2011/12.

O modelo prevê também um ajuste nos preços devido à diferença de base, de modo que o preço de referência da apólice retrate o preço da localidade da unidade segurada. O ajuste nos preços é realizado pela variável ϑ_b , chamada de ajuste de base. Essa abordagem de ajuste à variação de base é utilizada por Companhia de Seguros Aliança do Brasil (2011) e foi aplicada também, entre outros autores, por Coble, Heifner e Zuniga (2000). Se os preços

⁶⁵ Foram feitas alterações nas notações utilizadas nos trabalhos citados de modo a garantir a padronização das notações das variáveis no presente estudo.

⁶⁶ Optou-se pela nomenclatura de preço base para designar o preço que fixa a garantia de receita e não por preço garantido para facilitar a interpretação, tendo em vista que o seguro de receita não garante qualquer nível de preço, mas o nível de receita, que é determinado por inúmeras combinações das variáveis preço e produtividade.

na localidade da unidade segurada forem, por exemplo, em média, 15% inferiores aos preços do indicador, ϑ_b será igual a 0,85 ($\vartheta_b = 1 - 0,15$).

$$z_{base} = z_{\mu} \vartheta_b \quad (30)$$

Considerando que o objetivo primordial deste estudo é calcular a taxa de prêmio e a adoção de qualquer diferença de base não interfere na mensuração do risco e cálculo da taxa, apenas altera os valores segurados e indenizados, decidiu-se desconsiderar a variação da base, atribuindo $\vartheta_b = 1$, de tal maneira que $z_{base} = z_{\mu}$.

A receita bruta média esperada é calculada pela multiplicação do preço base z_{base} , em R\$ por saca de 60 quilos, pela produtividade média de soja y_{μ} , em sacas por hectare, conforme a formulação matemática da eq. (31):

$$r_{\mu} = z_{base} y_{\mu} \quad (31)$$

Considerando que γ representa o nível de cobertura do seguro, a_s é área total segurada, a receita garantida r_g pode ser representada pela equação:

$$r_g = \gamma r_{\mu} a_s \quad (32)$$

A receita garantida por hectare (γr_{μ}) deve ser multiplicada pela área total, pois a unidade segurada é a área total com a cultura. Como a dimensão da área também não implica o cálculo das taxas de prêmio, considerou-se na eq. (32) a área total igual a um hectare, ou seja, $a_s = 1$.

No modelo de seguro descrito, a indenização é devida quando a receita total observada na área total segurada (r) for inferior a r_g , quer seja por baixa produtividade, redução dos preços ou combinação de ambas as situações. Assim, conforme expressa a eq. (33), a indenização ocorre quando $r < r_g$, caso contrário, não há indenização a ser paga. O plano de seguro pode ser representado pela equação que segue:

$$I = \max[(r_g - r), 0] \quad (33)$$

Cabe destacar que o cálculo da receita observada (r) deve levar em conta a produção efetivamente colhida na área segurada, multiplicada pelo preço de colheita, conforme metodologia de apuração consignada na apólice de seguro. No modelo apresentado, por exemplo, deve-se fixar como preço efetivo de colheita a média do indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA para os meses de março, abril e maio. Essa média, entretanto, deve ser também multiplicada pela variável de ajuste de base (ϑ_b).

Os níveis de cobertura dos modelos simulados variam de 60% a 90%, com incrementos de 5%. De acordo com os dados utilizados, o seguro pode ser entendido como uma opção para sojicultores que plantam suas lavouras em Campo Mourão e Toledo entre outubro e dezembro, com colheita entre março e maio.

Os procedimentos metodológicos de cálculo permitem duas abordagens na simulação das taxas. A primeira desconsidera a correlação entre produtividade e preço no processo de simulação, enquanto a segunda incorpora explicitamente a correlação revelada pelas variáveis. Nos dois subitens seguintes serão detalhados os dois procedimentos. As simulações e análises realizadas no estudo foram realizadas no software R, versão 2.15.2.

3.4.2 Cálculo da taxa de prêmio pela abordagem univariada

Como o número de observações de produtividade e preço da soja é limitado, foram simuladas observações adicionais, tal como sugerido em Henessy, Badcock e Hayes (1997). Foram simuladas observações pseudoaleatórias de cada variável, a partir dos dois primeiros momentos das séries originais. De acordo com Klugman, Panjer e Willmot (2008), a sequência pseudoaleatória permite estudar um fenômeno de interesse a partir de variável produzida com a estrutura de dependência e distribuição da variável original, de tal sorte que não se pode distingui-las, ao comparar amostras das duas sequências.

Quando os vetores simulados de produtividade e preço são multiplicados para gerar um vetor de receita esperada, automaticamente está se desconsiderando a estrutura de correlação das variáveis originais. Por outro lado, a pré-multiplicação dos vetores observados de produtividade e preço para a posterior realização da simulação gera um vetor único de receita que incorpora a informação da dependência das variáveis. O segundo procedimento é preferível ao primeiro, todavia exige séries maiores e emparelhadas para a sua implantação.

Devido à restrição imposta pelo comprimento da série de preços, optou-se pelo primeiro procedimento na abordagem univariada, no qual o vetor de receita bruta foi construído a partir dos vetores simulados com 20.000 observações de produtividade e preço.

O vetor com observações geradas de receita bruta passou a ser a variável de interesse para se calcular a probabilidade de perda, entendida como a probabilidade de $r < r_g$, para diferentes níveis de cobertura.

Desse modo, as taxas de prêmio puro foram calculadas, aplicando-se a eq. (34), reproduzida abaixo:

$$TP_{(r,\gamma)} = \frac{p(R < r_g)[\gamma r_\mu - E(R|r < r_g)]}{\gamma r_\mu} \quad (34)$$

A eq. (34) fornece diretamente a taxa de prêmio pura $TP_{(r,\gamma)}$ do seguro de receita, sendo que o subíndice r indica seguro de receita e γ equivale ao nível de cobertura escolhido, que varia de 60% a 90% da receita média esperada.

Para permitir a comparação das taxas calculadas do seguro de receita com as taxas do seguro de produtividade, a fim de verificar o incremento gerado pelo risco de preço, foram calculadas também as taxas puras para o seguro de produtividade, utilizando as mesmas séries de produtividade. Para tanto, foi empregada a eq. (21), modificada e reapresentada abaixo:

$$TP_{(p,\gamma)} = \frac{p(Y < y_g)[\gamma \mu - E(Y|y < y_g)]}{\gamma \mu} \quad (35)$$

A eq. (35) fornece a taxa de prêmio pura $TP_{(p,\gamma)}$ do seguro de produtividade, sendo que p indica seguro de produtividade e γ nível de cobertura escolhido para o seguro, variando de 60% a 90% da produtividade média esperada.

3.4.3 Cálculo da taxa de prêmio pela abordagem bivariada

A abordagem bivariada pode ser levada a efeito no contexto da determinação do risco da receita agrícola pelo uso da distribuição normal bivariada, considerando que as distribuições de preço e produtividade podem ser aproximadas pela normal. Caso necessário, pode-se também proceder transformações nas variáveis para garantir a aproximação da distribuição da receita bruta pela normal.

Outro modo de analisar o risco da receita é considerar que preços e produtividades exibem distribuições marginais distintas, com assimetria, e implantar um

método mais robusto que relacione essas distribuições, permitindo que os desvios sejam não normais.

Entretanto, no presente trabalho, o comportamento das variáveis produtividade e preço permitiu a utilização da primeira abordagem, assumindo-se que essas variáveis têm distribuição normal bivariada, pressuposição igualmente adotada por Coble, Heifner e Zuniga (2000). Essa distribuição é computacionalmente menos intensiva, é matematicamente tratável e sua utilização permite a extração de resultados consistentes, por meio de procedimento parcimonioso.

Segundo Johnson e Wichern (2007), a distribuição normal exerce um papel fundamental na análise multivariada, pois, embora os dados não tenham um comportamento exatamente normal, a densidade normal é usada com frequência na aproximação da distribuição verdadeira da população.

A densidade normal multivariada é uma generalização da densidade normal univariada, com $p \geq 2$ dimensões. O expoente da função de densidade normal univariada mede o quadrado da distância de x a μ em unidades de desvio, conforme se apreende da equação seguinte:

$$\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2 = (x - \mu)(\sigma^2)^{-1}(x - \mu) \quad (36)$$

É possível generalizar essa situação, passando-se de um vetor $p \times 1$ de x observações para um problema com inúmeras variáveis, tal como:

$$(x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu) \quad (37)$$

O vetor $p \times 1$ de μ representa o valor esperado do vetor aleatório $\mathbf{X}$, e a matriz Σ de dimensão $p \times p$ é a matriz de variância e covariância de $\mathbf{X}$, que é simétrica e positiva definida. Assim, pode-se concluir que a expressão (37) é o quadrado generalizado da distância de x a μ .

A função de densidade normal multivariada é obtida pela substituição da distância univariada da eq. (36) pela distância generalizada multivariada da eq. (37) na função de densidade e probabilidade (univariada). Depois da substituição, a constante univariada de normalização $(2\pi)^{-\frac{1}{2}}(\sigma^2)^{-1/2}$ deve ser alterada para uma constante mais genérica que determina o volume sob a superfície da função de densidade multivariada para qualquer dimensão p .

Isso é necessário porque no caso multivariado as probabilidades são representadas pelos volumes sob a superfície da região definida pelo intervalo dos valores de x_i . Assim, com a constante $(2\pi)^{-\frac{p}{2}}|\Sigma|^{-1/2}$ e um vetor aleatório de $\mathbf{X}' = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ de dimensão p , pode-se assumir que a função de densidade normal multivariada tem a forma:

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2}|\Sigma|^{1/2}} e^{-(\mathbf{x}-\mu)'\Sigma^{-1}(\mathbf{x}-\mu)/2} \quad (38)$$

Considera-se que $-\infty < x_i < \infty$ e $i = 1, 2, \dots, p$. A densidade normal multivariada é denotada por $N_p(\mu, \Sigma)$, formulação análoga à da função de densidade normal univariada.

A função de densidade bivariada é o caso mais simples da função multivariada. Considerando o caso $p = 2$, tem-se $\mu_1 = E(X_1)$, $\mu_2 = E(X_2)$, $\sigma_{11} = Var(X_1)$, $\sigma_{22} = Var(X_2)$ e $\rho_{12} = \sigma_{12}/(\sqrt{\sigma_{11}}\sqrt{\sigma_{22}}) = Corr(X_1, X_2)$, e a função densidade normal bivariada assume a seguinte forma:

$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi\sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}(1-\rho_{12}^2)}} \times \exp\left\{-\frac{1}{2(1-\rho_{12}^2)}\left[\left(\frac{x_1-\mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}}\right)^2 + \left(\frac{x_2-\mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}}\right)^2 - 2\rho_{12}\left(\frac{x_1-\mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}}\right)\left(\frac{x_2-\mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}}\right)\right]\right\} \quad (39)$$

Para calcular as probabilidades é preciso obter a densidade condicional da distribuição normal bivariada. Assim, a densidade condicional de X_1 , dado que $X_2 = x_2$, para uma distribuição bivariada é definida por:

$$f(x_1|x_2) = \{\text{densidade condicional de } X_1, \text{ dado que } X_2 = x_2\} = \frac{f(x_1, x_2)}{f(x_2)} \quad (40)$$

Considerando que $f(x_2)$ é a distribuição marginal de X_2 , dividindo-se $f(x_1, x_2)$ por $f(x_2)$, com as devidas manipulações algébricas⁶⁷, obtém-se a densidade condicional por meio da eq. (41):

$$f(x_1|x_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{\sigma_{11}(1-\rho_{12}^2)}} \exp - \left[x_1 - \mu_1 - \left(\frac{\sigma_{12}}{\sigma_{22}}\right)(x_2 - \mu_2) \right]^2 / [2\sigma_{11}(1-\rho_{12}^2)] \quad (41)$$

⁶⁷ As manipulações são apresentadas em detalhe no livro texto de Johnson e Wichern (2007, p. 162).

Portanto, a distribuição condicional de X_1 , dado que $X_2 = x_2$, é $N[\mu_1 + (\sigma_{12}/\sigma_{22})(x_2 - \mu_2), \sigma_{11}(1 - \rho_{12}^2)]$.

Para avaliar a normalidade da distribuição bivariada, Johnson e Wichern (2007) recomendam a análise do quadrado generalizado das distâncias e a avaliação gráfica por meio da plotagem das distâncias versus as probabilidades dos quantis.

A avaliação pelo quadrado generalizado das distâncias é um procedimento que envolve o cálculo das distâncias $d_j^2 = (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})$, para $j=1, 2, \dots, n$. As distâncias calculadas são comparadas contra os quantis da distribuição qui-quadrado. Se aproximadamente metade das distâncias calculadas (d_j^2) forem menores ou iguais à estatística dos quantis ($q_{c,p}$) com $\alpha = 0,50$, a normalidade é indicada.

A segunda forma de avaliar a normalidade é por meio gráfico, plotando as distâncias (d_j^2) ordenadas contra as respectivas probabilidades dos quantis, sendo que, se a linha for aproximadamente reta, com inclinação igual a 1, pode-se concluir pela normalidade bivariada.

Como as avaliações propostas acima exigem séries contemporâneas de mesmo comprimento, as avaliações recomendadas por Johnson e Wichern (2007) não foram utilizadas, pois a produtividade tem periodicidade anual com 32 observações e as séries de preços são bem mais curtas. O indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA teve início em março de 2006. A transformação da série de preços para periodicidade anual implicaria séries contemporâneas muito curtas, o que não solucionaria o problema.

Dessa maneira, foi realizada a avaliação prévia individualizada das variáveis para verificar a sua adequação à forma funcional da normal bivariada. A normalidade foi avaliada pelo teste de Jarque-Bera e pela análise gráfica, sobrepondo à distribuição de frequência dos dados uma curva de densidade estimada com o Kernel como ponderador e a curva característica da distribuição normal, conforme sugestão de Bueno (2008).

O teste de Jarque-Bera verifica se os momentos da série de dados são iguais ao da distribuição normal, testando em conjunto, por meio da hipótese nula, que a assimetria é igual a zero e a curtose é igual a três. É importante observar que a rejeição da hipótese nula indica não-normalidade, porém a não rejeição não indica a normalidade, mas a indicação de que o terceiro e o quarto momentos da distribuição empírica coincidem com os da distribuição normal. Aplica-se o teste por meio da estatística abaixo:

$$JB = \frac{T}{6} \left[\frac{\sum_{t=1}^T (\hat{e}_t^S)^3}{T} \right]^2 + \frac{T}{24} \left[\frac{\sum_{t=1}^T (\hat{e}_t^S)^4}{T} - 3 \right]^2 \xrightarrow{d} \chi_2^2 \quad (42)$$

Outro aspecto a considerar é que, em caso de rejeição da normalidade, transformações nas variáveis para aproximar à normal podem ser realizadas, a fim de viabilizar maior simetria sobre a média e melhorar as propriedades da distribuição. As transformações usuais nesses casos, para transformar a escala, incluem raiz quadrada de x , logaritmo de x , $1/x$, dentre outras.

A aplicação da metodologia de simulação pela normal bivariada proposta no estudo foi implementada por um algoritmo de Quasi-Monte-Carlo, descrito detalhadamente em Genz (1992). A simulação de Quasi-Monte-Carlo é a própria simulação de Monte Carlo, mas utilizando uma sequência quase aleatória, também chamada de sequência de baixa discrepância, ao invés de pseudonúmeros aleatórios (abordagem univariada). Na maior parte dos casos, essa sequência de baixa discrepância aprimora o desempenho da simulação de Monte Carlo. A aplicação das principais funções e rotinas utilizadas no estudo são apresentadas em Genz et al. (2012).

Para viabilizar a análise multivariada e contornar o problema da periodicidade e extensão da série de dados, nas simulações pela normal bivariada também foram geradas 20.000 observações de produtividade e preço, mas com a incorporação da estrutura de dependência das variáveis, por meio da matriz de variância e covariância. Para a decomposição das raízes da matriz de variância e covariância, utilizou-se o método de decomposição de Cholesky.

Após a obtenção dos vetores correlacionados de produtividade (y) e preço (z), para cada município, eles foram multiplicados para calcular a receita bruta (r). Em seguida, com base nos níveis de cobertura, calculou-se a probabilidade de perda ($R < r_g$) e a esperança de perda $[\gamma r_\mu - E(R|r < r_g)]$, para se calcular o prêmio de seguro $P_{(r,\gamma)}$, lembrando que os subscritos r e γ indicam, respectivamente, seguro de receita e o nível de cobertura do prêmio calculado.

Conforme discutido na revisão de literatura, a probabilidade de perda ($R < r_g$) está condicionada pelos respectivos valores de z e y que definem r , considerando que r_g é definido pela multiplicação de z e y . Como anteriormente destacado, a probabilidade é, desse modo, condicionada: $p^* = \text{prob}(Z < z; Y < y | zy < r_g)$. A equação que expressa a forma de cálculo adotada é a da eq. (29), que com pequenas modificações pode ser reescrita como:

$$TP_{(r,\gamma)} = \frac{p(Z < z; Y < y | zy < r_g) \times [\gamma r_\mu - E(ZY | zy < r_g)]}{\gamma r_\mu} \quad (43)$$

Assim, a eq. (43) é utilizada para o cálculo da taxa de prêmio de seguro de receita $[TP_{(r,\gamma)}]$, considerando a distribuição conjunta de probabilidade de preço e produtividade. Os procedimentos estatísticos para calcular essas probabilidades são bastante variados e esse é justamente o ponto crítico para o adequado cálculo do prêmio atuarialmente justo.

3.4.4 Tratamento e análise das séries de dados

O padrão da produção agrícola sofre mudanças substanciais pela adoção de novas tecnologias, indicando que o processo gerador das séries de produtividade não é estável; ao contrário, modifica-se ao longo do tempo. Desse modo, normalmente, há um componente de tendência associado aos dados de produtividade, impedindo que níveis de produtividades distantes no tempo sejam comparados (GOODWIN; MAHUL, 2004).

Outro problema relativo à tendência diz respeito ao segundo momento da distribuição, pois a variância da série de produtividade corrigida, depois de retirada a tendência, pode não ser constante, situação que exige sua correção, principalmente para fins de previsão.

Para verificar a presença de tendência nas séries adotou-se o procedimento descrito em Gallagher (1987), no qual se estima inicialmente um modelo linear determinístico entre a produtividade e tempo (tendência). Caso o coeficiente angular dessa regressão, associado à variável temporal, seja significativo, a série precisa ser corrigida para retirar o efeito da tendência. O modelo tem a seguinte equação:

$$y_t = \alpha + \beta T + u_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (44)$$

Na eq. (44), y_t é a produtividade e T é um vetor temporal, com início em 1980 e término em 2011. Em seguida, o teste de Glejser⁶⁸ é aplicado com a regressão dos resíduos gerados no modelo linear em valor absoluto contra a variável explanatória, que no caso é o próprio vetor temporal. Novamente, analisa-se a significância do coeficiente beta, pois se ele

⁶⁸ O teste de Glejser para detecção de heterocedasticidade está descrito em Maddala (1992, p.205).

for significativo é porque a variância do erro é crescente (decrecente) ao longo tempo, ou seja, os resíduos são heterocedásticos. Se não for, a única correção necessária é para contemplar a evolução tecnológica representada pela tendência.

Também foi efetuada a inspeção gráfica para analisar o comportamento temporal da variância frente aos dados ordenados de produtividade, com o intuito de detectar sinais de heterocedasticidade.

No caso dos preços, foi implementado também o teste de Ljung-Box para detectar a presença de heterocedasticidade condicional, embora esse problema seja mais aparente em séries financeiras diárias, conforme proposições de Morettin e Toloi (2006), Bueno (2008) e Tsay (2013).

O teste tem como hipótese nula a independência dos resíduos estimados e a estatística calculada deve ter distribuição qui-quadrado. Dessa forma, as hipóteses são: $H_0: \sum_{j=1}^n \hat{\rho}_j = 0$ e $H_a: \hat{\rho}_j \neq 0$ para algum j . A estatística do teste é calculada do seguinte modo:

$$Q = T(T + 2) \sum_{j=1}^n \frac{\hat{\rho}_j^2}{T-j} \xrightarrow{d} \chi_n^2 \quad (45)$$

Para o tratamento das séries, tanto para a retirada da tendência quanto para correção da heterocedasticidade, dois modelos são sugeridos por Goodwin e Mahul (2004), um aditivo e outro multiplicativo.

O primeiro modelo aplica-se aos casos em que a magnitude do erro não é afetada pelos níveis de produtividade, situação em que os resíduos das respectivas observações (e_t) seriam acrescentados à produtividade prevista para 2011, tal como:

$$\text{Produtividade normalizada}_t = y_{2011} + e_t \quad (46)$$

O outro modelo é recomendado às situações em que os desvios da tendência tendem a ser proporcionais aos níveis de produtividade, cabendo normalizar a série da seguinte forma:

$$\text{Produtividade normalizada}_t = y_{2011} \times (1 + e_t/y_t) \quad (47)$$

Goodwin e Mahul (2004) sugerem os dois métodos, enfatizando que ambos são utilizados regularmente para corrigir as séries de produtividade. A opção por um dos modelos de correção deve levar em conta a prática e a adequação aos dados. No presente trabalho, os dois métodos foram empregados, mas optou-se por utilizar a série corrigida pelo método multiplicativo por apresentar ajuste mais satisfatório.

O mesmo modelo é usado para corrigir as séries de preços, tal como proposto por Tejada e Goodwin (2008) e Miqueleto (2011).

Para verificar a estacionariedade das séries, inclusive após a remoção da tendência⁶⁹, foi aplicado o teste de raiz unitária de Phillips-Perron, descrito em Bueno (2008) e Pfaff (2008).

O teste de Phillips-Perron contempla uma correção não paramétrica ao teste de Dickey e Fuller, de modo a permitir sua consistência mesmo que existam variáveis defasadas dependentes e correlação serial nos erros. Assim, segundo Bueno (2008), é desnecessária a especificação de um modelo com ordem autorregressiva suficiente para expurgar a correlação serial dos resíduos, tal como ocorre com o teste de Dickey e Fuller Aumentado (ADF).

São estimados três modelos sequencialmente para aplicar o teste de Phillips-Perron, idênticos aos utilizados no teste de Dickey e Fuller, conforme se apresentam:

$$\Delta y_t = \pi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (48)$$

$$\Delta y_t = \beta_0 + \pi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (49)$$

$$\Delta y_t = \beta_0 + \pi y_{t-1} + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (50)$$

O teste de Phillips-Perron permite a avaliação conjunta dos parâmetros, bem como o teste específico sobre os coeficientes do modelo, em vez de usar a estatística t . Esses testes são sobre a distribuição dos coeficientes e comparam os resultados com os testes baseados na distribuição da estatística t , ambos sob a hipótese nula de raiz unitária.

A correção da série de preços é um procedimento não consensual, pois há pesquisadores que defendem a sua utilização e outros que não. Entretanto, há que se reconhecer que a realidade econômica brasileira é diferente da vivenciada por Estados Unidos e Canadá, onde os trabalhos citados foram desenvolvidos. Outra alternativa utilizada é a de simplesmente deflacionar a série, para corrigir o valor do produto no tempo, tal como sugerido em Tew e Reid (1988), Tzouramani e Mattas (2004) e Wolf, Black e Hadrich (2009).

⁶⁹ Na literatura especializada esse processo é conhecido como *detrending*.

No presente estudo decidiu-se deflacionar a série de preços do indicador de soja e em seguida avaliar o comportamento dos dados e a necessidade das referidas correções, tendo em conta que estas podem implicar redução da variância.

Conforme observou Miqueleto (2011), as séries corrigidas tendem a ter a variabilidade reduzida, com características leptocúrticas. Além disso, Morettin (2008) argumenta que a teoria dos mercados eficientes sugere o uso das séries sem quaisquer transformações, pressupondo que preços e séries financeiras transmitem todas as informações relevantes de mercado utilizadas pelos agentes nas suas tomadas de decisão.

A variância é um elemento central nas simulações que visam avaliar os riscos de produtividade e preço, pois sua redução implica eventual diminuição do risco e subestimação das taxas de prêmio.

Para deflacionar as séries de preços optou-se por utilizar o Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna - IGP-DI⁷⁰, da Fundação Getúlio Vargas, por refletir preponderantemente a inflação no atacado, nível de mercado que abrange o indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA.

3.5 Fonte dos dados

3.5.1 Séries de produtividades

As séries de produtividades utilizadas são dos municípios paranaenses de Toledo e Campo Mourão. Esses municípios foram escolhidos por estarem localizados em áreas produtoras distintas e constarem entre os 20 maiores municípios produtores de soja do Paraná, ocupando, respectivamente, a 5ª e 13ª posição estadual em termos de volume de produção. Toledo e Campo Mourão apresentam padrões distintos de produtividade, permitindo a representação de situações singulares no que tange ao comportamento do rendimento.

As séries históricas de produtividade foram obtidas do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES (2012), que dispõe de um banco de dados de rendimentos agrícolas municipais (quilos por hectare), com observações desde 1980, referentes à safra 1979/1980. As séries contam com 32 observações de cada município, de 1980 a 2011, pois a periodicidade dos dados é anual.

⁷⁰ Série obtida em FGV (2012), por meio do seguinte endereço: <<http://portalibre.fgv.br/>>.

Para a análise de correlação foram também utilizadas séries de produtividade média de soja do estado do Paraná e do Brasil. O rendimento médio estadual foi obtido de IPARDES (2012) e o brasileiro, de IBGE (2012).

3.5.2 Séries de preços

Duas séries de preços foram utilizadas no estudo. Para as simulações, cálculo do risco de preço e taxa de prêmio utilizou-se o indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA. Essa série de preços de soja é de grão comercializado na condição de "transferido"⁷¹ para armazéns ou silos portuários no corredor de exportação do Porto de Paranaguá (CEPEA, 2012a).

O indicador tem periodicidade diária e representa o valor médio de comercialização da soja brasileira a granel, tipo exportação. O indicador é calculado pelo CEPEA/ESALQ por conta de convênio com a BM&FBOVESPA, vez que é utilizado para liquidar o contrato futuro de soja na bolsa.

As informações são coletadas em reais por saca de 60 Kg (R\$/saca) e posteriormente convertidas pela taxa do dólar comercial de venda para dólares estadunidenses (US\$), de modo que o indicador está disponível nas duas moedas no CEPEA/ESALQ. Os preços refletem as cotações em nível de atacado, pois a soja é comercializada beneficiada, limpa e seca, no que se considera mercado disponível ou de "lotes" (CEPEA, 2012b).

A série utilizada começa em março de 2006, quando o indicador passou a ser calculado, e encerra-se em maio de 2012.

Coexistiam dois contratos para negociação futura de soja na BM&FBOVESPA até junho de 2011. Um contrato foi lançado em agosto de 2004 e permitia a entrega física da mercadoria no vencimento, sendo negociado com a sigla SOJ. O outro contrato foi lançado em janeiro de 2011, com o intuito de substituir o primeiro, contando exclusivamente com liquidação financeira e negociação sob a sigla SFI.

Uma das abordagens mais usuais no ramo de seguros, conforme demonstrado nas seções anteriores, é calcular o risco de preços a partir dos preços de ajuste diários de contratos com vencimento para a época de colheita. Entretanto, como houve a substituição do contrato que previa entrega física pelo contrato financeiro, optou-se por não utilizar essa

⁷¹ Significa que a soja está em silo ou armazém portuário que efetua carregamento de navios para exportação.

abordagem, pois o contrato com entrega física foi descontinuado e o contrato que o substituiu, com liquidação financeira, ainda não tem um histórico que permita sua utilização.

Além disso, o seguro de faturamento agrícola da Companhia de Seguros Aliança do Brasil utiliza para fechamento do preço de colheita o indicador de preço de soja, que reflete os preços físicos para os quais os contratos da bolsa convergem. Desse modo, adotou-se como preço referencial de análise do risco o indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA, referenciado em Paranaguá.

Para analisar a correlação entre preço e produtividade, séries mais longas são necessárias, razão pela qual se considerou complementarmente os preços médios de soja do estado do Paraná, publicados pela Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB, 2012). A série de preços de soja da SEAB é mensal e foi transformada em anual, pela média aritmética dos preços da época de colheita. Desse modo, a análise de correlação contou com 16 observações contemporâneas de preço e produtividade.

3.6 Resultados e discussão

Nesta seção são apresentados os resultados gerados por intermédio da metodologia definida e sua respectiva discussão. A sequência de exposição inicia pelos aspectos ligados ao tratamento e correção das variáveis, seguidos pela modelagem das distribuições e aplicação das metodologias univariada e bivariada de cálculo da taxa de prêmio.

3.6.1 Análise e tratamento das séries

3.6.1.1 Produtividade

Inicialmente, cabe observar que as produtividades históricas de Campo Mourão e Toledo apresentam tendência acentuada, comportamento característico de séries que expressam ganho de produtividade pelo uso de tecnologia.

A tendência impede a comparação das produtividades do início da série, em 1980, com as do final, em 2011. Portanto, antes de aprofundar a análise é preciso retirá-la das séries, pois não se deseja modelar o progresso tecnológico, mas a variação de produtividade oriunda de fenômenos climáticos e biológicos. A produtividade em Campo Mourão e Toledo demonstra comportamento típico de séries com tendência estacionária, conforme se apreende na Figura 7.

Figura 7 - Histórico de produtividade da soja em Campo Mourão e Toledo, 1980-2011
Fonte: IPARDES (2012) - elaboração do autor

Além da análise gráfica, testou-se a significância do coeficiente angular β_1 do modelo linear da eq. (44), expresso pela linha de tendência na Figura 7, a fim de confirmar a presença da tendência. O Quadro 20 traz as estimativas dos coeficientes e as respectivas significâncias dos parâmetros.

Confirmou-se, assim, a presença de tendência nas séries com nível de significância de 1%. A tendência linear ajustada caracteriza a evolução tecnológica que produziu ganhos de produtividade médios anuais de 41,35 Kg/ha e 40,43 Kg/ha em Campo Mourão e Toledo, respectivamente.

Descrição	Campo Mourão		Toledo	
	Coeficiente	Valor-p	Coeficiente	Valor-p
β_0	-80051,83	0,000	-78111,83	0,000
β_1	41,35	0,000	40,43	0,000

Quadro 20 - Resultados do modelo linear utilizado para testar a presença de tendência
Fonte: resultados da pesquisa

Graficamente, nota-se uma dispersão maior das produtividades em torno da tendência em Toledo, em comparação à Campo Mourão, indicando que a variância e o risco são maiores no primeiro município.

A correção das séries foi levada a efeito pelos métodos propostos, sendo que são apresentadas apenas as variáveis corrigidas pelo método multiplicativo, conforme a eq. (47), detalhada na metodologia.

A Figura 8 demonstra que a tendência característica das séries originais foi retirada, pois as séries corrigidas apresentam um comportamento mais estacionário que a série original. É também relevante notar que as séries corrigidas conservam a oscilação (variabilidade) das originais, característica fundamental para a adequada mensuração do risco de redução de produtividade.

Figura 8 - Séries originais e corrigidas de produtividade em Campo Mourão e Toledo
Fonte: resultados da pesquisa

Antes de prosseguir, porém, a estacionariedade foi testada novamente com o intuito de ratificar o sucesso do procedimento de remoção da tendência, embora a análise da Figura 8 permita concluir que a inclinação crescente da série original foi removida. Desse modo, foi aplicado o teste de raiz unitária de Phillips-Perron.

Os resultados dos testes para Campo Mourão estão apresentados no Quadro 21, onde se pode observar que, com nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula de presença de raiz unitária, o que indica comportamento estacionário.

Foram estimados dois modelos, um com constante e tendência, e outro sem a tendência. A estatística associada à tendência determinística não foi significativa, sendo que o segundo modelo estimado mostrou-se mais apropriado. A estatística $Z(t_{\hat{\alpha}})$ do segundo modelo é menor que -2,96, permitindo que se rejeite a hipótese nula e se

admita a produtividade em Campo Mourão como variável estacionária, após a correção e remoção da tendência.

Modelo	Teste	Estatística	Nível de significância		
			10%	5%	1%
Com constante e tendência	$Z(t_{\hat{\alpha}})$	-3,28	-3,21	-3,56	-4,28
	$Z(t_{\hat{\mu}})$	3,53	2,75	3,14	3,87
	$Z(t_{\hat{\beta}})$	0,55	2,38	2,81	3,60
Com constante	$Z(t_{\hat{\alpha}})$	-3,37	-2,62	-2,96	-3,66
	$Z(t_{\hat{\mu}})$	3,33	2,18	2,56	3,28

Quadro 21 - Resultados do teste de Phillips-Perron aplicado à produtividade corrigida de Campo Mourão

Fonte: resultados da pesquisa

No caso da produtividade de Toledo, os resultados são semelhantes. O modelo sem o componente determinístico da tendência foi mais apropriado. Com isso, rejeita-se a hipótese de raiz unitária, admitindo-se a estacionariedade da produtividade. O Quadro 22 traz as estatísticas, onde nota-se que o valor de -3,90 do teste $Z(t_{\hat{\alpha}})$, do modelo sem tendência, é menor que o valor tabelado de -3,65, indicando significância em nível de 1%.

Modelo	Teste	Estatística	Nível de significância		
			10%	5%	1%
Com constante e tendência	$Z(t_{\hat{\alpha}})$	-3,82	-3,21	-3,56	-4,28
	$Z(t_{\hat{\mu}})$	3,89	2,75	3,14	3,87
	$Z(t_{\hat{\beta}})$	0,50	2,38	2,81	3,60
Com constante	$Z(t_{\hat{\alpha}})$	-3,90	-2,61	-2,95	-3,65
	$Z(t_{\hat{\mu}})$	3,80	2,18	2,56	3,28

Quadro 22 - Resultados do teste de Phillips-Perron aplicados à produtividade corrigida de Toledo

Fonte: resultados da pesquisa

Outra análise pertinente refere-se ao comportamento dos erros, a fim de determinar se são heterocedásticos. Considerando o valor em módulo dos resíduos do modelo linear apresentado no Quadro 20 como variável dependente e a tendência como variável explanatória, testou-se a significância dos coeficientes angulares, a fim de verificar o comportamento dos erros. No Quadro 23 podem ser verificadas as estatísticas do parâmetro β_1 , que se mostram não significantes e sugerem que não há evidências para rejeitar a pressuposição de homocedasticidade.

Descrição	Campo Mourão		Toledo	
	Coeficiente	Valor- <i>p</i>	Coeficiente	Valor- <i>p</i>
β_1	1,68	0,57	1,89	0,72

Quadro 23 - Resultados do modelo linear utilizado para testar a presença de tendência

Fonte: resultados da pesquisa

Graficamente, a análise do comportamento do desvio-padrão em relação à média de produtividade corrobora as conclusões anteriores, pois não se identificam sinais de heterocedasticidade na Figura 9.

Figura 9 - Relação entre desvio-padrão e média das produtividades de Campo Mourão e Toledo

Fonte: resultados da pesquisa

Após a correção das séries e a confirmação de que a tendência foi extraída, procederam-se as análises para avaliar se as distribuições de probabilidade das variáveis podem ser consideradas normais, se há necessidade de transformação dos dados ou se há evidências que rejeitem a normalidade.

Pode-se perceber na Figura 10 que as produtividades de soja, em Campo Mourão e Toledo, não têm um comportamento exatamente normal quando se avalia a distribuição dos dados em relação à curva normal e à distribuição não paramétrica obtida pelo estimador Kernel gaussiano.

A produtividade de Toledo, graficamente, aproxima-se mais da normal que a produtividade de Campo Mourão. A produtividade de Toledo é mais elevada, mas o desvio-

padrão também é maior. A produtividade média e a variabilidade menor de Campo Mourão parecem truncar a variável, sobretudo na cauda esquerda.

É importante destacar que a produtividade média municipal adotada no trabalho é uma estimativa subjetiva da produtividade. A média municipal tem uma variabilidade menor que a encontrada nas propriedades rurais, de modo que as observações estão mais centradas ao redor da média. Além disso, é inerente à metodologia de levantamento subjetivo dos dados do IBGE/IPARDES certo grau de imprecisão, o que também pode explicar a ausência de observações abaixo de 2.400 Kg/ha em Campo Mourão.

Figura 10 - Histograma, densidade normal e não paramétrica das produtividades de Campo Mourão e Toledo

Fonte: resultados da pesquisa

O Quadro 24 resume as principais estatísticas das séries corrigidas de produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo. Observa-se que enquanto a amplitude dos dados de Campo Mourão é 1.191 Kg/ha a de Toledo é de 2.410 Kg/ha. Assim, apesar de a média e a mediana serem próximas em ambas as localidades, a concentração dos dados em torno da média em Campo Mourão impacta a assimetria e em maior grau a curtose, que deveria ter valor mais próximo de 3, valor de referência da curva normal.

Descrição	Campo Mourão	Toledo
Mínimo	2.415,19	1.653,26
Máximo	3.606,08	4.063,88
Mediana	3.154,47	3.285,80
Média	3.108,33	3.200,26
Desvio-padrão	356,05	570,75
Coefficiente de variação (%)	11,45	17,83
Assimetria	0,5185	0,6056
Curtose	2,1980	3,3243

Quadro 24 - Análise descritiva das produtividades corrigidas de Campo Mourão e Toledo
Fonte: resultados da pesquisa

Os problemas das séries estão justamente nas caudas, conforme se confirma pela análise da Figura 11. A preocupação central, levando em conta o objetivo deste trabalho, é com a cauda esquerda, região analisada para calcular o risco de redução de produtividade. A subestimação da probabilidade de perda implica taxas de prêmio menores que podem inviabilizar o plano de seguro, tornando-o deficitário para a seguradora.

Figura 11 - Gráficos Quantil-Quantil das produtividades de Campo Mourão e Toledo
Fonte: resultados da pesquisa

Outra avaliação realizada para avaliar a pressuposição de normalidade foi empreendida por meio do teste de Jarque-Bera. Esse teste, que avalia conjuntamente o terceiro e quarto momentos da distribuição, não rejeitou a hipótese nula de que a assimetria e a curtose assemelham-se aos valores teóricos da curva normal.

Os resultados do teste Jarque-Bera, apresentados no Quadro 25, não permitem que se rejeite a hipótese nula e, por sua vez, a pressuposição de normalidade.

Teste de normalidade (Jarque-Bera)	Campo Mourão	Toledo
Estatística	2,30	1,79
Valor- <i>p</i>	0,32	0,41

Quadro 25 - Teste de normalidade das produtividades de soja de Campo Mourão e Toledo

Fonte: resultados da pesquisa

Também se utilizou outra ferramenta gráfica para verificar a adequação dos dados à distribuição normal, considerando, principalmente, as estatísticas do terceiro e quarto momentos. Na Figura 12 visualiza-se a distribuição das observações originais e dos dados simulados sobre áreas demarcadas que indicam as distribuições teóricas recomendadas para os dados.

A área próxima ao asterisco sugere a distribuição normal, enquanto a próxima ao triângulo indica distribuição uniforme e assim por diante. Nota-se, conforme conclusão embasada na análise das Figuras 10 e 11, que a distribuição da série de Toledo revela comportamento bem próximo ao da normal, enquanto a curtose prejudica em maior medida a assunção da normalidade para os dados de Campo Mourão.

Figura 12 - Assimetria e curtose das produtividades de Campo Mourão (a) e Toledo (b)
Fonte: resultados da pesquisa

Ainda que as análises realizadas instiguem dúvida sobre a pressuposição de normalidade, principalmente em Campo Mourão, é válido enfatizar que Just e Weninger (1999) consideraram a distribuição normal como uma adequada opção para a modelagem da produtividade e destacaram que um dos fatores que comumente levam a sua rejeição é

justamente o uso de dados agregados para representar a produtividade em nível de propriedade rural, por encobrir a verdadeira aleatoriedade da variável.

Além disso, se possível for, a modelagem de taxas de prêmio deve ter metodologia padronizada, a fim de possibilitar a comparação das taxas entre os municípios. Desse modo, o ideal seria avaliar as distribuições de produtividade em todos os municípios paranaenses para tentar eleger a estrutura de modelagem mais adequada.

Assim, considerando que as análises apresentadas não rejeitam a hipótese de normalidade nos municípios de Campo Mourão e Toledo, concluiu-se pela viabilidade de assunção da distribuição normal para representar o comportamento da produtividade de soja nesses municípios.

E, para minimizar a assimetria dos dados, decidiu-se utilizar a transformação logarítmica nas séries simuladas, como forma de aproximar mais os dados à distribuição normal. Após as simulações, o antilogaritmo foi aplicado para retornar os dados à escala original e permitir o cálculo das taxas de prêmio.

3.6.1.2 Preço

O preço da soja é a segunda variável de interesse no estudo. Enquanto a produtividade tem um comportamento bem mais previsível, com tendência estacionária, os preços têm uma dinâmica muito mais difusa, influenciada por uma série de fatores. No caso da soja, que conta com um amplo mercado internacional, a lógica é ainda mais complexa, indo além das questões estruturais de oferta e demanda domésticas.

A CBOT-CME congrega diariamente agentes de mercado, exportadores e importadores de soja visando à comercialização futura da soja em grão e derivados, refletindo, assim, as informações e expectativas do mercado global de soja. Com base nas cotações desse mercado e nas particularidades estruturais e conjunturais domésticas, tem-se a formação de preço no porto de Paranaguá, por onde é exportada a maior parte da soja brasileira. De forma geral, a cotação da soja em Paranaguá baliza a formação de preço no interior do estado do Paraná, com os devidos ajustes referentes ao custo de transporte, armazenagem e outros que determinam a diferença de base.

Essa dinâmica, que leva em consideração fatores como oferta e demanda, projeção de cultivo, expectativa de colheita, estoques privados e públicos, condições de transporte e armazenagem, conjuntura de mercado dos produtos substitutos, dentre outras,

ainda é influenciada pela taxa de câmbio, vez que o dólar estadunidense é a moeda de referência no comércio exterior.

As questões apontadas contribuem para que os preços da soja tenham um comportamento menos previsível. A dificuldade de prever os preços e a crescente volatilidade das cotações traduzem-se em elevação do risco de preço.

Para a modelagem do risco de preço, o ideal seria contar com bases de preços municipais confiáveis, mas não se dispõe de tais informações. No caso do Paraná, a alternativa mais razoável passa a ser modelar o risco em Paranaguá e proceder às devidas correções (deságios) de base para os municípios aos quais se quer calcular a taxa de prêmio, embora esta opção também dependa de séries de preço regionais. Com isso, tomou-se como série principal para a análise de risco o indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA.

Normalmente, os planos de seguro fixam o preço-base ou preço de garantia com base na média de preços futuros para a época de colheita, tomados com base nas cotações dos últimos 15 ou 30 dias que antecedem a proposta de seguro. Para a determinação do preço de colheita também são consideradas as cotações de 15 ou 30 dias anteriores à data de referência, fixada na apólice. Como no presente trabalho não houve definição de um período específico de cálculo, pois se optou por calcular taxas médias de referência para o período de colheita, foram utilizadas séries com periodicidade mensal.

Na Figura 13 são apresentadas as séries, nominal e deflacionada, do indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA.

Figura 13 - Preços médios mensais nominais e deflacionados do indicador de preço da soja ESALQ/BM&FBOVESPA

Fonte: CEPEA/ESALQ (2012) – elaboração do autor

É possível perceber que a deflação dos preços, além de permitir a comparação das cotações em termos reais, em valores de junho de 2012, funciona como um procedimento não linear de remoção da tendência. A linha reta traçada representa o preço médio da série deflacionada, equivalente a R\$ 52,25 por saca.

No Quadro 26 são apresentadas as principais estatísticas descritivas das séries de preços analisadas. Percebe-se que a média dos preços em termos nominais é menor do que em termos reais, mas o desvio-padrão e o coeficiente de variação são maiores na série nominal.

Utilizar a série nominal em modelos de previsão pode ser interessante, mas sua utilização no âmbito do modelo de simulação proposto é inapropriada. Os modelos de apreamento de taxas de seguro desenvolvidos neste estudo requerem como dados de entrada a média e o desvio-padrão das variáveis de interesse. Se as estatísticas médias da série nominal forem introduzidas, devido à não correção do valor monetário da saca de soja, o modelo produzirá taxas de prêmio superestimadas para um preço base (garantido) baixo.

Descrição	Preço deflacionado	Preço nominal
Mínimo	39,32	27,02
Máximo	64,23	63,79
Mediana	51,18	46,65
Média	52,25	43,59
Desvio-padrão	6,67	8,16
Coeficiente de variação (%)	12,75	18,72
Assimetria	0,0557	-0,3393
Curtose	2,0703	2,5278

Quadro 26 - Análise descritiva dos preços deflacionados e nominais do indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA

Fonte: resultados da pesquisa

A utilização de séries de preços nominais só faz sentido em períodos mais curtos, em intervalo de tempo no qual a inflação não exerça uma influência acentuada na depreciação dos preços, capaz de inviabilizar a análise e a comparação dos valores das séries.

A série deflacionada permite a comparação de cotações distantes no tempo, além de apresentar propriedades distributivas mais consistentes. A redução do desvio-padrão e do coeficiente de variação decorre da diminuição da amplitude dos dados, mas sem deixar de representar adequadamente o risco de redução de preço entre o período de plantio e

colheita, período no qual as seguradoras tomam o risco e para o qual se quer calcular a taxa de prêmio.

A análise das séries de preços quanto à assimetria e curtose, bem como a indicação gráfica das distribuições de probabilidade que poderiam ser utilizadas na representação dos dados, está na Figura 14. Nota-se que as séries estão próximas à distribuição normal, que a curtose é mais preocupante na série deflacionada, enquanto a assimetria o é na série nominal.

Figura 14 - Assimetria e curtose do indicador de preço da soja ESALQ/BM&FBOVESPA, das séries deflacionadas (a) e nominais (b)

Fonte: resultados da pesquisa

A estacionariedade da série de preços deflacionada foi avaliada pelo teste de Phillips-Perron. Foram estimados dois modelos, com e sem tendência. O modelo com constante e tendência não permitiu que se rejeitasse a hipótese nula de raiz unitária, mas a tendência se mostrou não significativa. Assim, estimou-se sequencialmente o modelo com constante e sem tendência que, novamente, não permitiu a rejeição da hipótese nula. O Quadro 27 resume as estimações realizadas.

Embora a série deflacionada tenha passado por uma correção não linear da tendência no procedimento de deflação, este não foi suficiente para levar à rejeição da presença de raiz unitária, vez que $Z(t_{\hat{\alpha}})$ calculado de -1,78 é maior que a estatística tabelada de -2,58, para nível de significância de 10%. Contudo, o procedimento foi suficiente para rejeitar a necessidade de um termo de tendência determinística no modelo.

Modelo	Teste	Estatística	Nível de significância		
			10%	5%	1%
Com constante e tendência	$Z(t_{\hat{\alpha}})$	-1,87	-3,16	-3,47	-4,09
	$Z(t_{\hat{\mu}})$	1,17	2,73	3,11	3,78
	$Z(t_{\hat{\beta}})$	0,53	2,38	2,79	3,53
Com constante	$Z(t_{\hat{\alpha}})$	-1,78	-2,58	-2,90	-3,52
	$Z(t_{\hat{\mu}})$	1,97	2,17	2,54	3,22

Quadro 27 – Resultados do teste de Phillips-Perron aplicado à série de preços do indicador ESALQ/BM&FBOVESPA deflacionada

Fonte: resultados da pesquisa.

A Figura 15 apresenta gráficos que permitem analisar com mais detalhe o modelo ajustado, com constante e sem tendência. Como a tendência determinística não foi significativa e a maior parte da não estacionariedade foi removida com a deflação da série, o problema residual captado pelo teste de Phillips-Perron não justifica uma correção adicional à série, conforme se apreende da análise da Figura 13 e Quadro 27.

É importante frisar que a inflação foi removida da série porque não se quer modelá-la, pois não faz parte do processo gerador dos dados e é exógena ao risco que se deseja mensurar. Por outro lado, riscos provenientes de choques de oferta e demanda que causam oscilações abruptas e mudança nos patamares das cotações agrícolas fazem parte do risco que deve ser transferido por meio do seguro de receita.

Além disso, conforme se destacou, o excesso de correções pode reduzir a variabilidade dos dados, característica fundamental para a finalidade do apereçamento da taxa de risco, principalmente diante do atual comportamento volátil dos preços agrícolas, intensificado a partir de 2009. Pelas razões expostas, a pequena não estacionariedade verificada por meio do teste de Phillips-Perron não deve implicar correções adicionais, pois ela integra o risco ao qual se quer modelar.

A heterocedasticidade foi avaliada e, para tanto, estimou-se um modelo ARIMA (1,0,1) à série de preços deflacionados, vez que este apresentou melhor ajustamento entre os modelos candidatos, considerando a análise gráfica, a autocorrelação dos resíduos e o valor do critério de Akaike.

O modelo ARIMA (1,0,1) promoveu um ajuste satisfatório à série de preços, conforme se observa no gráfico (a) da Figura 15. Os resíduos do modelo foram analisados em seguida e corroboraram para a avaliação da adequação do modelo, pois não se detectou autocorrelação dos resíduos e heterocedasticidade condicional. A ausência de autocorrelação é

comprovada pelos gráficos (b) e (c) da Figura 15, vez que em nenhum período defasado a autocorrelação se mostrou significativa.

Figura 15 - Modelo ajustado à série deflacionada do indicador de preços da soja e funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) dos resíduos

Fonte: resultados da pesquisa

A heterocedasticidade foi avaliada pelo teste de Ljung-Box, considerando a hipótese nula de que a soma das autocorrelações não é estatisticamente diferente de zero. Para tanto, analisou-se a série de retornos⁷² dos preços, com ênfase nas funções de autocorrelação, de autocorrelação amostral e, em seguida, pela aplicação do teste de Ljung-Box ao quadrado dos retornos. O comportamento dos retornos pode ser analisado na Figura 16.

⁷² Por retorno (rt_t) define-se a diferença entre as cotações de um ativo (P) entre dois períodos, de tal forma que $rt_t = A_t - A_{t-1}/A_{t-1}$. O retorno pode ser obtido diretamente pela primeira diferença do log das cotações do ativo (TSAY, 2013).

Figura 16 - Série de log-retornos do indicador de preços da soja e funções de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF)

Fonte: resultados da pesquisa

As estatísticas de Ljung-Box dos log-retornos ao quadrado para 6, 12 e 24 defasagens, respectivamente, são: $Q(6) = 11,75$ com valor- p de 0,07; $Q(12) = 16,01$ com valor- p de 0,18 e $Q(24) = 22,91$ com valor- p de 0,52. Assim, não se rejeita a hipótese nula e conclui-se pela ausência de heterocedasticidade condicional ou efeito ARCH.

Em seguida, passou-se a analisar a série de preços deflacionados, a fim de verificar a sua adequação à distribuição normal. Na Figura 17 é possível visualizar as curvas normal e não-paramétrica sobrepostas ao histograma de frequência da série de preços deflacionados (gráfico a). Na mesma figura, é apresentado o gráfico Quantil-Quantil (b).

Figura 17 - Histograma (a) e gráfico Quantil-Quantil (b) dos preços médios mensais deflacionados do indicador de preço de soja ESALQ/BM&FBOVESPA
Fonte: resultados da pesquisa

A análise do histograma, em conjunto com o gráfico Quantil-Quantil, evidencia que, a despeito da maior disparidade nas caudas, o comportamento dos preços não se distancia muito da distribuição normal. A estatística da curtose, menor que 3, indica um leve achatamento da distribuição, tendendo a uma função de probabilidade platicúrtica.

A normalidade dos preços foi examinada também pelo teste Jarque-Bera. O resultado do teste indica a não rejeição da hipótese nula de normalidade, considerando que a estatística do teste sugere que não há evidências de que os momentos das séries analisadas são diferentes dos característicos da distribuição normal. O Quadro 28 sumariza as estatísticas e os respectivos valores de probabilidade (valor- p), mostrando que, mesmo com nível de significância de 10%, não se rejeita a hipótese nula.

Teste de normalidade (Jarque-Bera)	Preço nominal	Preço deflacionado
Estatística	2,23	2,84
Valor- p	0,32	0,24

Quadro 28 - Teste de normalidade para o preço da soja
Fonte: resultados da pesquisa

Portanto, concluiu-se pela viabilidade de aproximar a distribuição da série deflacionada do indicador de preço da soja ESALQ/BM&FBOVESPA pela distribuição normal. Assim como no caso da produtividade, para reduzir a assimetria dos dados, as séries de preços foram transformadas com logaritmo natural.

Diante da conclusão acima, extraiu-se uma subamostra da série de preços, com o intuito de obter a média e o desvio-padrão dos preços na época de colheita, de março a maio, no período de 2008 a 2012, equivalentes às últimas cinco safras. As estatísticas principais da subamostra da série de preços deflacionada do indicador de preço da soja ESALQ/BM&FBOVESPA são apresentadas no Quadro 29.

A subamostra foi tomada porque o objetivo do modelo é calcular o risco de preço para o momento da colheita, de modo que é com base no comportamento dos preços na época da colheita que se define o preço base (garantido) da apólice e se calcula a probabilidade de perda, ou seja, de preço de colheita inferior ao preço base fixado.

A média e o desvio-padrão da subamostra são mais elevados do que da série completa de preços, apresentada no Quadro 26, sendo que o coeficiente de variação é semelhante. A assimetria e a curtose, até porque as séries são mais curtas, apresentam propriedades um pouco piores do que a série completa, quando se verifica sua convergência aos parâmetros de referência da curva de Gauss. A média e o desvio-padrão calculados para a subamostra foram utilizados como variáveis de entrada nos modelos de simulação e cálculo das taxas de prêmio.

Descrição	Subamostra do preço deflacionado
Mínimo	43,80
Máximo	64,20
Mediana	57,44
Média	55,07
Desvio-padrão	7,13
Coeficiente de variação (%)	12,94
Assimetria	-0,5056
Curtose	1,8717

Quadro 29 - Análise descritiva da subamostra para o período de colheita dos preços deflacionados do indicador de soja ESALQ/BM&FBOVESPA

Fonte: resultados da pesquisa

3.6.1.3 A correlação de produtividade e preço

A utilização de modelos bivariados exige a identificação da estrutura de dependência entre a produtividade e o preço. Essa necessidade advém do modelo de simulação que requer a especificação da matriz de variância e covariância (Σ) para viabilizar o sorteio correlacionado de preços e produtividades durante as simulações.

Nesse contexto, a correlação entre essas variáveis precisa ser analisada em detalhes. Preliminarmente, na Figura 18, apresenta-se a evolução da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo contra os preços médios na época da colheita.

Figura 18 - Evolução da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo versus o preço na colheita (ESALQ/BM&FBOVESPA), de 2005 a 2011

Fonte: resultados da pesquisa

Os gráficos da Figura 18 foram elaborados com os preços médios nominais e as produtividades originais, sem nenhum tipo de correção, a fim de retratar o ajuste verdadeiro dessas variáveis no respectivo período. Foram utilizados preços médios do período de colheita, de março a maio, por refletirem as condições da safra colhida. O período de análise é limitado à data de início da série de preços em Paranaguá, em 2005, que mais tarde subsidiou a criação do indicador em março de 2006 (CEPEA, 2012a).

Aparentemente, os gráficos (a) e (b) da Figura 18 mostram um comportamento esperado, com correlação negativa entre as duas variáveis. Nos momentos de produtividade mais baixa se têm preços crescentes, como em 2005, 2008 e 2009. Por outro lado, há momentos em que a produtividade se eleva e os preços também, como em 2006 (Toledo), 2007 e 2011 (Campo Mourão).

A Figura 19 traz a dispersão da produtividade em Campo Mourão e Toledo versus o preço de colheita, agrupando as variáveis duas a duas. Essa figura possibilita a análise da trajetória da inter-relação entre as variáveis, permitindo que se observem os comportamentos esperados e não esperados.

Figura 19 - Dispersão da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo versus o preço na colheita, de 2005 a 2011

Fonte: resultados da pesquisa

É possível notar que aumentos de produtividade foram acompanhados de elevação dos preços e que aumentos de produtividade em Campo Mourão e Toledo são convergentes.

A tese de que aumento de produtividade implica maior oferta e menor preço não encontra respaldo na análise gráfica, pelo menos em nível municipal e na média dos sete anos analisados. Assim, foram calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson para corroborar as análises apresentadas. Os resultados apontam para coeficientes de correlação baixos, mas positivos, entre produtividade e preço. É importante destacar que o teste de significância dos coeficientes de correlação não permite que se aceitem esses valores como significantes nem mesmo a 10%. O Quadro 30 sumariza as estatísticas calculadas.

Matriz de Correlação	Prod. C. Mourão	Prod. Toledo	Preço na Colheita
Prod. Campo Mourão	1,00		
Prod. Toledo	0,77**	1,00	
Preço na Colheita	0,17	0,21	1,00

Quadro 30 - Correlação linear das produtividades em Campo Mourão e Toledo com o preço médio na colheita (ESALQ/BM&FBOVESPA), de 2005 a 2011

Fonte: resultados da pesquisa

Nota: *, **, ***, denota significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tendo em vista que as séries analisadas são curtas, decidiu-se utilizar uma série mais longa de preços, de 1996 a 2011, em nível estadual, para ampliar a análise e recalculas as estatísticas. Foram incluídas as produtividades médias paranaense e brasileira, com o objetivo de verificar se as relações identificadas anteriormente são típicas dos municípios pesquisados ou configuram um comportamento generalizado.

A Figura 20, a seguir, apresenta gráficos da evolução das produtividades e preços. Assim como na situação anterior, os gráficos sugerem comportamentos que implicam correlação negativa, mas, em outros momentos, indicam correlação linear positiva. Para exemplificar, em 2010 e 2011, com exceção de Toledo, há incrementos de produtividade acompanhados de aumento nos preços. Por seu turno, em 2009, há redução de produtividade e elevação de preços.

Figura 20 - Evolução da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo, Brasil e Paraná versus o preço na colheita (SEAB)

Fonte: resultados da pesquisa

A relação existente em nível estadual e nacional assemelha-se à verificada nos municípios de Campo Mourão e Toledo, embora as oscilações de produtividade no Paraná e no Brasil sejam menos acentuadas, por representarem médias de suas respectivas áreas de abrangência.

Os coeficientes de correlação foram novamente calculados, conforme Quadro 31, assim como os gráficos de dispersão das variáveis, de acordo com a Figura 21. Com base nessas análises, conclui-se que a correlação negativa entre produtividade e preço só é percebida em Toledo, cujo coeficiente de correlação foi de -0,24. Considerando as produtividades de Campo Mourão, do Paraná e do Brasil, a correlação linear calculada foi positiva.

O coeficiente de correlação linear de Campo Mourão de 0,14 é semelhante ao calculado para o Paraná, enquanto o coeficiente calculado para o Brasil de 0,48 é bem mais elevado, sugerindo uma relação linear positiva mais forte entre produtividade e preço.

Matriz de Correlação	Prod. C. Mourão	Prod. Toledo	Prod. Brasil	Prod. Paraná	Preço na Colheita
Prod. C. Mourão	1,00				
Prod. Toledo	0,73*	1,00			
Prod. Brasil	0,77*	0,52**	1,00		
Prod. Paraná	0,94*	0,84*	0,82*	1,00	
Preço na Colheita	0,14	-0,24	0,48***	0,14	1,00

Quadro 31 - Correlação linear das produtividades em Campo Mourão e Toledo, no Brasil e no Paraná com o preço médio de colheita (SEAB), de 1996 a 2011

Fonte: resultados da pesquisa

Nota: *, **, *** denotam significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

É importante registrar que a análise dos parâmetros de interesse calculados revela que não há significância entre a produtividade de Campo Mourão ou Toledo e o preço na colheita, nem mesmo a 10%, pois o intervalo de confiança passa pelo zero. Estatística significativa só foi verificada entre a produtividade e preço no caso do Brasil, contudo, a correlação é positiva. Ademais, observa-se relação linear forte e positiva entre os vetores de produtividade de Campo Mourão, Paraná e Brasil.

Figura 21 - Dispersão da produtividade de soja em Campo Mourão e Toledo, no Brasil e no Paraná versus o preço na colheita (SEAB), de 1996 a 2011
 Fonte: resultados da pesquisa

Em síntese, o resultado esperado de correlação linear negativa foi observado apenas em Toledo, quando se utilizou série de preços mais longa, de 1996 a 2011. Entretanto, o parâmetro estimado não tem significância estatística, considerando que o t calculado foi de -0,94 e o valor- p foi de 0,36, de modo que o intervalo de confiança inclui o zero. Nas demais situações, encontrou-se correlação linear positiva, com parâmetros não significantes.

Com esses resultados dois caminhos podem ser tomados para o cálculo das taxas de prêmio pela abordagem bivariada: a) utilizar a correlação encontrada, ainda que as estimativas não sejam significantes e tenham sinal distinto do esperado; ou b) considerar a correlação indeterminada, atribuindo valor zero ao coeficiente de correlação ($\rho = 0$). Decidiu-se adotar as duas alternativas, objetivando comparar os resultados.

3.6.2 Modelagem da taxa de prêmio pela abordagem univariada

O primeiro modelo de apuração de taxa de prêmio visou representar o faturamento bruto a partir da multiplicação dos vetores simulados de produtividade e preço de soja. Com isso, o risco de redução do faturamento e o cálculo da taxa de prêmio foram calculados de modo univariado, considerando exclusivamente o vetor de receita bruta.

Conforme se mencionou, esse procedimento não considera a estrutura de dependência entre as variáveis, pois as simulações não são correlacionadas. Isso equivale a assumir que a correlação é inexistente ou que $\rho = 0$. É oportuno lembrar que a correlação positiva entre produtividade e preço implica a elevação do risco e a negativa determina a sua compensação.

O Quadro 32 resume as variáveis de entrada do modelo univariado. As produtividades médias de Campo Mourão e Toledo e seus respectivos desvios-padrão são as informações básicas para avaliar o risco de produtividade. Para o seguro de receita, necessita-se também do preço médio da soja no período da colheita e seu respectivo desvio-padrão.

As estatísticas médias do Quadro 32 são resultantes das variáveis corrigidas, de acordo com os procedimentos apresentados na subseção anterior. Reitera-se que o coeficiente de variação de Toledo, de 17,83%, indica risco de produtividade mais elevado que em Campo Mourão, cujo coeficiente é 11,45%. As estatísticas referentes ao preço da soja foram utilizadas para os dois municípios analisados, conforme descrição da subseção 3.4.1, pois a diferença de base não foi levada em consideração no apuração da taxa de prêmio. O preço médio utilizado para o período de colheita foi de R\$ 55,07 por saca de 60 Kg, o desvio-padrão foi de R\$ 7,13 por saca, resultando em coeficiente de variação de 12,94%.

Descrição	Campo Mourão	Toledo
Produtividade (Kg/ha)	3.108,33	3.200,26
Desvio-padrão (Kg/ha)	356,05	570,75
Produtividade (sc./ha)	51,81	53,34
Desvio-padrão (sc./ha)	5,93	9,51
CV (%) da produtividade	11,45	17,83
Preço médio de colheita (R\$/sc.)	55,07	
Desvio-padrão (R\$/sc.)	7,13	
CV (%) dos preços	12,94	

Quadro 32 - Resumo das variáveis utilizadas na simulação das taxas de prêmio

Fonte: resultados da pesquisa

Com base nas estatísticas do Quadro 32 foram geradas 20.000 observações de produtividade e preço, cujos vetores foram multiplicados para a construção da variável receita bruta.

No Quadro 33 podem ser observadas as estatísticas dos vetores simulados, destacando que as produtividades médias de Campo Mourão e Toledo foram, respectivamente, 51,82 sc./ha e 53,44 sc./ha. O preço médio simulado para o período de colheita foi de R\$ 55,13/ha, com coeficiente de variação de 13,55%. As estatísticas apresentadas no Quadro 33 são próximas às originais apresentadas no Quadro 32, demonstrando que as simulações foram adequadamente implementadas.

Descrição	Campo Mourão	Toledo
Produtividade (Kg/ha)	3.109,20	3.206,36
Desvio-padrão (Kg/ha)	375,59	644,94
Produtividade (sc./ha)	51,82	53,44
Desvio-padrão (sc./ha)	6,26	10,75
CV (%) da produtividade	12,08	20,11
Preço médio de colheita (R\$/sc.)	55,13	
Desvio-padrão (R\$/sc.)	7,47	
CV (%) dos preços	13,55	
Receita bruta média (R\$/ha)	2.856,86	2.946,06
Desvio-padrão da receita (R\$/ha)	519,77	718,03
CV (%) da receita bruta	18,19	24,37

Quadro 33 - Estatísticas obtidas com o modelo de simulação de taxa de prêmio pela abordagem univariada

Fonte: resultados da pesquisa

As simulações geraram vetores de receita bruta para Campo Mourão e Toledo. Respectivamente, a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação para Campo Mourão foram R\$ 2.856,86, R\$ 519,77 e 18,19%. Na mesma ordem, as estatísticas de Toledo foram R\$ 2.946,06, R\$ 718,03 e 24,37%. Nota-se que o coeficiente de variação da produtividade de Toledo, cerca de 8% acima de Campo Mourão, refletiu-se no coeficiente de variação da receita bruta de 24,37%, superior em aproximadamente 6% ao de Campo Mourão, que foi de 18,19%.

Em seguida, passou-se a avaliar a probabilidade de $R < r_g$, para diferentes níveis de cobertura (γ), objetivando calcular as taxas de prêmio puras do seguro de receita $TP_{(r,\gamma)}$, aplicando-se a eq. (34).

Antes de discutir os valores calculados para as taxas, é importante frisar que as taxas puras diferem das taxas comerciais ofertadas pelas seguradoras. A taxa pura reflete

exclusivamente o risco do negócio, enquanto a taxa comercial é determinada pela primeira acrescida do carregamento de despesas administrativas, comerciais e da margem de lucro visada pela companhia seguradora. Portanto, as taxas puras calculadas neste estudo não podem ser comparadas diretamente às taxas comerciais apresentadas pelas seguradoras, pois, para compará-las, é preciso deduzir as taxas de carregamento embutidas nas taxas comerciais, confrontando-as em termos de taxas puras.

No Quadro 34 apresentam-se as taxas puras calculadas para o seguro de receita, com níveis de cobertura de 60% a 90%. De modo geral, a taxa de prêmio calculada para Toledo é mais elevada que a de Campo Mourão, para todos os níveis de cobertura.

Nível de Cobertura (NC - %)	Campo Mourão		Toledo	
	Receita garantida (R\$/ha)	Taxa pura (%)	Receita garantida (R\$/ha)	Taxa pura (%)
60%	1.714,12	0,08	1.767,64	0,44
65%	1.856,96	0,16	1.914,94	0,71
70%	1.999,80	0,34	2.062,24	1,14
75%	2.142,64	0,66	2.209,55	1,74
80%	2.285,49	1,17	2.356,85	2,56
85%	2.428,33	1,98	2.504,15	3,62
90%	2.571,17	3,09	2.651,46	4,97

Quadro 34 - Resumo das taxas calculadas para o seguro de receita bruta pela abordagem univariada

Fonte: resultados da pesquisa

Enquanto a taxa de prêmio pura de Campo Mourão inicia com 0,08% e termina com 3,09% nos níveis de cobertura de 60% e 90%, respectivamente, as taxas de Toledo variaram, no mesmo intervalo, de 0,44% a 4,97%. As taxas de Toledo são proporcionalmente maiores do que as de Campo Mourão nos níveis de cobertura mais baixos. Com 60% de NC, a taxa de Toledo representa 5,5 vezes a taxa de Campo Mourão, ao passo que, com NC de 90%, essa relação é de 1,61 vez.

Mesmo com a redução gradativa mencionada, tomando este último nível de cobertura como referência, a taxa pura do seguro de receita em Toledo é 61% superior à taxa de Campo Mourão. Em termos atuariais, essa diferença é extremamente significativa e reflete a maior variabilidade da produtividade agrícola, demonstrada em termos de desvio-padrão e coeficiente de variação.

As taxas puras apresentadas no Quadro 34 exprimem a ausência de correlação entre produtividade e preço. Conforme destacado por Goodwin e Mahul (2004), essas variáveis tendem a ser negativamente correlacionadas, o que produziria uma espécie de

compensação natural dos riscos. Desse modo, deve-se ter em conta que, uma vez identificada e incorporada a correlação linear negativa ao modelo, as taxas do Quadro 34 poderiam ser reduzidas.

Levando em consideração que o seguro de receita pode ser interpretado como um seguro de produtividade acrescido do risco de preço, é relevante comparar as taxas do seguro de receita com as taxas do seguro de produtividade, pois isso permite avaliar em quanto o componente preço majora o seguro tradicional de produtividade.

Para calcular as taxas puras do seguro de produtividade foram utilizados os mesmos dados de produtividade; no entanto, as taxas de prêmio foram calculadas com base na eq. (35), que fornece a taxa de prêmio pura do seguro de produtividade $TP_{(p,\gamma)}$, para distintos níveis de cobertura (γ).

Os resultados estão apresentados no Quadro 35. Observa-se que a taxa de prêmio de Toledo é superior à de Campo Mourão e que, considerando o nível de cobertura máximo simulado de 90%, a taxa de Toledo é 2,81 vezes a de Campo Mourão. Nesse nível de cobertura, no seguro de receita, a diferença de taxa entre os municípios foi de 61%, inferior à do seguro de produtividade, que equivale a 181%.

Cabe destacar também o baixo risco de redução de produtividade em nível de cobertura inferior a 70% em Campo Mourão, uma vez que as taxas puras calculadas são de 0,00%, 0,00% e 0,02%, respectivamente, para os níveis de cobertura de 60%, 65% e 70%. Para os mesmos níveis de cobertura, em Toledo, têm-se taxas de 0,14%, 0,28% e 0,53%.

Nível de Cobertura (NC - %)	Campo Mourão		Toledo	
	Produtividade garantida (Kg/ha)	Taxa pura (%)	Produtividade garantida (Kg/ha)	Taxa pura (%)
60%	1.865,52	0,00	1.923,81	0,14
65%	2.020,98	0,00	2.084,13	0,28
70%	2.176,44	0,02	2.244,45	0,53
75%	2.331,90	0,08	2.404,77	0,94
80%	2.487,36	0,22	2.565,09	1,54
85%	2.642,82	0,58	2.725,40	2,42
90%	2.798,28	1,31	2.885,72	3,68

Quadro 35 - Resumo das taxas calculadas para o seguro de produtividade

Fonte: resultados da pesquisa

Para analisar as diferenças entre as taxas calculadas para o seguro de receita e produtividade é apresentado o Quadro 36, contendo os incrementos líquidos nas taxas em termos absolutos e percentuais. A diferença absoluta foi obtida pela subtração da taxa do

seguro de produtividade da taxa do seguro de receita, enquanto a percentual resulta da divisão da diferença absoluta pela taxa do seguro de produtividade, multiplicada por 100.

Em níveis de cobertura mais baixos, a taxa do seguro de receita é bem mais elevada que a taxa do seguro de produtividade. Na medida em que o nível de cobertura aumenta, a diferença entre as taxas reduz-se em termos relativos.

Campo Mourão tem risco agrícola menor e por essa razão a proporção do risco de preço na composição da taxa do seguro de receita é sempre maior que em Toledo. Em níveis de cobertura de 60% e 65%, por exemplo, a taxa de seguro de receita em Campo Mourão é composta exclusivamente pelo risco de preço. E, com NC de 90%, a proporção do risco de preço diminui para 58%; portanto, nesse município, a maior fonte de risco é o preço.

Pode-se notar que o caso de Toledo é diferente. Nos níveis de cobertura de 60% e 65%, a proporção do risco de preço na taxa do seguro de receita é 69% e 61%, respectivamente, enquanto reduz-se a apenas 26% no nível de cobertura de 90%. Assim, entre os níveis de 70% e 75%, os riscos de preço e produtividade igualam-se em 50%, mas a partir desses níveis o risco de produtividade torna-se mais relevante para Toledo, o que é justificado pelo coeficiente de variação elevado constatado nesse município.

Nível de Cobertura (%)	Campo Mourão			Toledo		
	Diferença absoluta	Diferença percentual (%)	Proporção do risco de preço (%)	Diferença absoluta	Diferença percentual (%)	Proporção do risco de preço (%)
60%	0,08	-	100%	0,30	222%	69%
65%	0,16	12.282%	99%	0,43	154%	61%
70%	0,32	1.798%	95%	0,62	117%	54%
75%	0,58	778%	89%	0,80	86%	46%
80%	0,95	426%	81%	1,02	66%	40%
85%	1,39	238%	70%	1,20	49%	33%
90%	1,78	135%	58%	1,30	35%	26%

Quadro 36 - Proporção do risco de preço na taxa do seguro de receita e diferenças entre as taxas do seguro de receita e produtividade

Fonte: resultados da pesquisa

Essa proporção diferenciada do risco de preço na taxa do seguro de receita explica porque, em Campo Mourão, essa taxa é superior à taxa do seguro de produtividade em 135%, em nível de cobertura de 90%, enquanto é de apenas 35% em Toledo.

É possível também analisar o comportamento das taxas graficamente. A Figura 22 é constituída por dois gráficos comparativos das taxas de seguro de receita bruta e produtividade, para os diferentes níveis de cobertura, em Campo Mourão e Toledo.

No gráfico (a), da Figura 22, é possível observar que em níveis baixos de cobertura tem-se, basicamente, o risco de preço como componente da taxa do seguro de receita, pois o seguro de produtividade tem taxa próxima a zero. Em NC superiores, o risco agrícola aumenta, mas há um predomínio do risco de preço, conforme se apreende pela distância das duas linhas que correspondem às taxas.

No caso de Toledo, o risco de produtividade está presente desde o nível de cobertura de 60% e sua participação na taxa do seguro de receita é crescente, conforme se nota rebatendo pontos da linha do prêmio de produtividade no eixo vertical, que quantifica as taxas. No gráfico (b) percebe-se que da taxa pura total do seguro de receita de aproximadamente 5%, no nível de cobertura de 90%, cerca de 3,70% corresponde ao risco agrícola ou de produtividade, o que demonstra a preponderância deste no âmbito do seguro de receita bruta.

Figura 22 - Comparativo das taxas de seguro de receita e produtividade, em diferentes níveis de cobertura, em Campo Mourão e Toledo

Fonte: resultados da pesquisa

3.6.3 Modelagem da taxa de prêmio pela abordagem bivariada

A segunda abordagem testada para o apreçamento das taxas de seguro foi a da normal bivariada. Essa abordagem incorpora a estrutura de correlação das variáveis produtividade e preço, de modo que as simulações são geradas levando em conta essa restrição.

Na subseção 3.6.1.3 verificou-se a dificuldade de eleger o grau de correlação adequado para representar a dependência das variáveis. Conforme se adiantou, apesar das estimativas de correlação conflitantes e da não significância dos parâmetros, decidiu-se utilizar os coeficientes de correlação calculados e apresentados no Quadro 30, bem como considerar a hipótese de correlação zero ($\rho = 0$), assumindo que os parâmetros verdadeiros são indeterminados.

Tendo em vista que a adequada explicitação da estrutura de dependência das variáveis produtividade e preço é um fator crítico para o desenvolvimento de planos de seguro de receita, principalmente diante da identificação da correlação negativa, foram realizadas simulações adicionais para avaliar o impacto de distintos coeficientes de correlação sobre a taxa de prêmio do seguro de receita bruta. Foram simuladas taxas para os seguintes coeficientes de correlação: 0,0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4 e -0,5.

Desse modo, passou-se a analisar as distribuições de produtividade e preço de soja por meio da distribuição normal bivariada, $N_2(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Sigma})$, considerando as estatísticas anteriormente estimadas para Campo Mourão e Toledo, resumidas a seguir, no Quadro 37:

Descrição da distribuição	Campo Mourão	Toledo
Médias $[\boldsymbol{\mu}]$	$\boldsymbol{\mu}' = [3108,33; 55,07]$	$\boldsymbol{\mu}' = [3200,26; 55,07]$
Matriz de variância e covariância $[\boldsymbol{\Sigma}]$	$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} 158.002,80 & 591,71 \\ 591,71 & 74,63 \end{bmatrix}$	$\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} 245.291,62 & 896,37 \\ 896,37 & 74,63 \end{bmatrix}$
Correlação linear	0,17	0,21

Quadro 37 - Resumo das estatísticas utilizadas no cálculo das taxas de prêmio pela abordagem bivariada

Fonte: resultados da pesquisa

As probabilidades conjuntas foram calculadas para os mesmos níveis de cobertura de receita utilizados na abordagem univariada. A aplicação da metodologia de simulação utilizou internamente algoritmo de Quasi-Monte-Carlo e as funções apresentadas em Genz et al. (2012).

Para viabilizar a análise multivariada foram geradas 20.000 observações correlacionadas de produtividade e preço. Após a obtenção dos vetores correlacionados para cada município, eles foram multiplicados para construir o vetor de receita bruta (r). Em seguida, com base nos níveis de cobertura, calculou-se a probabilidade de perda ($R < r_g$) e a esperança da perda $[\gamma r_\mu - E(R|r < r_g)]$, para se calcular a taxa de prêmio do seguro $TP_{(r,\gamma)}$, utilizando a eq. (43).

O Quadro 38 traz a taxa de prêmio pura do seguro de receita bruta pela abordagem bivariada para Campo Mourão, rerepresentando a taxa calculada pela abordagem univariada e a taxa de prêmio para o seguro de produtividade.

NC	Produtividade garantida (Kg/ha)	Taxa pura seg. de produtiv. (%)	Receita garantida (R\$/ha)	Taxa pura seg. de receita univariada (%)	Taxa pura seg. de receita bivariada (%)
60%	1.865,52	0,00	1.714,12	0,08	0,04
65%	2.020,98	0,00	1.856,96	0,16	0,12
70%	2.176,44	0,02	1.999,80	0,34	0,32
75%	2.331,90	0,08	2.142,64	0,66	0,70
80%	2.487,36	0,22	2.285,49	1,17	1,38
85%	2.642,82	0,58	2.428,33	1,98	2,39
90%	2.798,28	1,31	2.571,17	3,09	3,78

Quadro 38 - Comparativo das taxas de seguro de produtividade e de receita bruta pelas abordagens univariada e bivariada para Campo Mourão

Fonte: resultados da pesquisa

É possível perceber no Quadro 38 que, até o nível de cobertura de 75%, praticamente inexistem diferenças entre as taxas de prêmio calculadas pelas abordagens univariada e bivariada. A partir desse nível de cobertura, as taxas calculadas pela abordagem bivariada começam a se distanciar das estimadas pela univariada. As diferenças são crescentes, de forma que a taxa bivariada é superior à univariada em 18%, 21% e 22%, considerando os níveis de cobertura de 80%, 85% e 90%, respectivamente.

Levando em consideração que o modelo bivariado assumiu coeficiente de correlação positivo entre produtividade e preço, os riscos dessas variáveis não são compensáveis, ao contrário, são multiplicativos. Com isso, esperava-se taxas de prêmio mais elevadas do que as obtidas pela abordagem univariada. Entretanto, as taxas superiores do modelo bivariado só são observáveis em Campo Mourão a partir do nível de cobertura de 75%.

Essa conclusão tem uma forte implicação no que se refere às taxas de prêmio, pois as seguradoras têm operado com níveis de cobertura máximos de 70% e 75%, em patamares onde as diferenças em termos de taxas são mínimas. Portanto, para esses níveis usuais de cobertura, praticamente inexistem ganhos em termos metodológicos em se optar pela abordagem bivariada, que é mais robusta e complexa.

Por outro lado, ao se analisar os resultados do município de Toledo, que apresenta maior risco, conforme já demonstrado, as conclusões têm de ser mais cautelosas. De acordo com o Quadro 39, embora as taxas de prêmio pela abordagem univariada sejam

superiores às calculadas pela bivariada para os níveis de cobertura de 60 e 65%, com nível de cobertura de 70% a taxa de prêmio pela abordagem bivariada (1,23%) já é superior a univariada (1,14%) em 8%.

NC	Produtividade garantida (Kg/ha)	Taxa pura seg. de produt. (%)	Receita garantida (R\$/ha)	Taxa pura seg. de receita (% - univ.)	Taxa pura seg. receita (% - biv.)
60%	1.923,81	0,14	1.767,64	0,44	0,34
65%	2.084,13	0,28	1.914,94	0,71	0,67
70%	2.244,45	0,53	2.062,24	1,14	1,23
75%	2.404,77	0,94	2.209,55	1,74	2,06
80%	2.565,09	1,54	2.356,85	2,56	3,16
85%	2.725,40	2,42	2.504,15	3,62	4,54
90%	2.885,72	3,68	2.651,46	4,97	6,20

Quadro 39 - Comparativo das taxas de seguro de produtividade e de receita bruta pelas abordagens univariada e bivariada para Toledo

Fonte: resultados da pesquisa

No caso de Toledo, a taxa de prêmio bivariada torna-se superior à taxa univariada em nível de cobertura mais baixo do que em Campo Mourão, fazendo com que a magnitude da diferença das taxas seja maior. Tomando, novamente, os níveis de cobertura de 80%, 85% e 90%, as taxas calculadas pela abordagem bivariada são superiores às taxas da abordagem univariada em 23%, 25% e 25%, respectivamente.

Portanto, diferentemente de Campo Mourão, no nível de cobertura de 70%, há uma considerável diferença de taxa de prêmio, razão pela qual a escolha da metodologia de apuração da taxa é relevante sob o ângulo atuarial.

Para aprofundar a análise, apresenta-se o Quadro 40, expondo as diferenças de taxas em termos absolutos e percentuais, assim como a proporção do risco de preço na composição da taxa de prêmio do seguro de receita.

Tal como observado na primeira abordagem, a metodologia bivariada também determina uma maior participação do risco de preço na composição da taxa de prêmio do seguro de receita. A participação do risco de preço é declinante, tanto em Campo Mourão, quanto em Toledo.

No caso de Campo Mourão, no nível de cobertura de 60%, o risco de preço é responsável por 100% da composição da taxa de prêmio do seguro de receita. Contudo, nesse respectivo nível de cobertura, o risco de preço responde por 59% da taxa de prêmio em Toledo. No nível de cobertura mais elevado, de 90%, o risco de preço ainda é o principal componente da taxa de prêmio, respondendo por 65% em Campo Mourão. Por outro lado, em

Toledo, o principal componente de risco da taxa é a produtividade, com 59%, pois o risco de preço corresponde a 41% da taxa do seguro de receita.

Nível de Cobertura (%)	Campo Mourão			Toledo		
	Diferença absoluta	Diferença porcentual (%)	Proporção do risco de preço (%)	Diferença absoluta	Diferença porcentual (%)	Proporção do risco de preço (%)
60%	-0,04	-55,24	100%	-0,10	-23,60	59%
65%	-0,04	-26,78	99%	-0,03	-4,87	59%
70%	-0,02	-5,02	94%	0,09	7,55	57%
75%	0,04	6,79	89%	0,32	18,45	55%
80%	0,21	17,59	84%	0,60	23,42	51%
85%	0,42	20,99	76%	0,93	25,66	47%
90%	0,69	22,21	65%	1,23	24,74	41%

Quadro 40 - Proporção do risco de preço na taxa de prêmio do seguro de receita e as diferenças entre as taxas do seguro de receita pela abordagem bivariada e de produtividade

Fonte: resultados da pesquisa

As probabilidades do modelo bivariado correspondem ao volume sob a superfície da região delimitada pelo intervalo das variáveis produtividade e preço. O formato da distribuição normal bivariada é determinado pela variância e grau de dependência das variáveis.

A dependência das variáveis, medida pela correlação, faz com que a probabilidade concentre-se ao longo de uma linha, formando figura que lembra uma elipse sólida. Quanto maior a correlação, mais próxima da elipse é o formato da distribuição (JOHNSON; WICHERN, 2007).

No modelo bivariado simulado, as correlações entre produtividade e preço, em Campo Mourão e Toledo, são baixas, sendo difícil visualizar o formato elipsoidal nos gráficos (a) e (b) da Figura 23.

Entretanto, nota-se que as frequências no gráfico (a) são mais concentradas, de modo que o formato da distribuição tem características leptocúrticas. No gráfico (b), por outro lado, percebe-se uma maior distribuição das probabilidades, embora também não seja possível visualizar com clareza a tendência elipsoidal na figura.

Figura 23 - Produtividades, preços e densidades de Campo Mourão e Toledo
Fonte: resultados da pesquisa

A Figura 24 permite a comparação das taxas de prêmio do seguro de receita bruta pelas abordagens univariada e bivariada com as taxas do seguro de produtividade. Nessa figura, visualiza-se o que ocorre com as taxas na medida em que o nível de cobertura aumenta. Com já foi discutido, a taxa de seguro de receita é sempre mais elevada que a taxa de prêmio do seguro de produtividade.

Figura 24 - Comparativo das taxas de seguro de receita bruta univariada e bivariada e de produtividade, em diferentes níveis de cobertura, em Campo Mourão e Toledo
Fonte: resultados da pesquisa

Percebe-se, graficamente, que a taxa de prêmio univariada é mais alta nos níveis de cobertura mais baixos, entre 60% e 70%, e que a partir desses patamares a taxa calculada pelo modelo bivariado torna-se mais elevada. O descolamento das taxas calculadas pelas abordagens univariada e bivariada é perceptível, pois a distância entre as duas linhas é crescente, tanto em Campo Mourão quanto em Toledo.

A análise gráfica permite ainda identificar o preço como principal componente da taxa de prêmio do seguro de receita em Campo Mourão, tanto na abordagem univariada quanto na bivariada, embora neste último caso a participação do risco de preço seja ainda maior. No caso de Toledo, o principal componente da taxa é a produtividade, mas a participação do preço na taxa de prêmio do seguro de receita é maior quando se utiliza a abordagem bivariada.

3.6.3.1 Avaliação dos impactos de diferentes coeficientes de correlação nas taxas de prêmio

Os resultados divergentes encontrados nas análises de correlação entre produtividade e preço suscitam estudos mais aprofundados para investigar o comportamento dessas variáveis, pois a adequada identificação da estrutura de dependência é essencial para o desenho de modelos atuariais precisos de seguro de receita agrícola.

Independentemente do grau de dependência das variáveis, os modelos de apreamento de taxas de prêmio devem estar preparados para incorporarem essa informação explicitamente, objetivando reproduzir a verdadeira relação entre produtividade e preço.

Ocorre que, em teoria, a relação esperada seria representada por um coeficiente de correlação negativo, capaz de compensar os riscos das variáveis e determinar taxas de prêmio mais baixas do que na situação de independência das variáveis ($\rho = 0$).

Assim, é relevante avaliar o impacto de diferentes coeficientes de correlação na determinação das taxas de prêmio do seguro de receita bruta. Conforme se adiantou, foram simuladas situações com os seguintes coeficientes de correlação (ρ): 0,0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4 e -0,5.

As taxas simuladas para os citados coeficientes de correlação linear, juntamente com as taxas anteriormente calculadas pelos modelos univariado e bivariado para Campo Mourão, estão dispostas no Quadro 41.

Nível de Cobertura (%)	Taxas de prêmio do seguro de receita							
	Univar.	Bivar. $\rho = 0,17$	$\rho = 0$	$\rho = -0,1$	$\rho = -0,2$	$\rho = -0,3$	$\rho = -0,4$	$\rho = -0,5$
60%	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
65%	0,16	0,12	0,07	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00
70%	0,34	0,32	0,21	0,16	0,10	0,06	0,04	0,02
75%	0,66	0,70	0,52	0,41	0,31	0,22	0,14	0,08
80%	1,17	1,38	1,08	0,91	0,75	0,59	0,43	0,29
85%	1,98	2,39	2,01	1,77	1,53	1,29	1,04	0,79
90%	3,09	3,78	3,33	3,05	2,75	2,44	2,11	1,76

Quadro 41 - Simulações de taxas de prêmio para Campo Mourão, com distintos coeficientes de correlação linear

Fonte: resultados da pesquisa

Inicialmente, cabe destacar que o modelo bivariado desenvolvido produz resultados consistentes, pois, à medida que o coeficiente de correlação linear move-se de 0,17 (positivo) para -0,50 (negativo), as taxas de prêmio decrescem, indicando haver compensação dos riscos.

Dentre todas as taxas simuladas, as mais altas foram calculadas quando se utilizou o coeficiente de correlação linear revelado pelos dados. O coeficiente de correlação estimado de 0,17 contribuiu para a elevação das taxas, se comparado com a situação de independência das variáveis, quando $\rho = 0$.

O modelo de apreçamento univariado representa, igualmente, situação de completa independência dos vetores de preço e produtividade. A comparação desse modelo com o bivariado, com $\rho = 0$, permite concluir que as taxas geradas pelos respectivos modelos são convergentes; entretanto, nos níveis de cobertura entre 60% e 80%, percebe-se que a taxa do modelo univariado é superior, ao passo que o contrário ocorre com 85% e 90%. Em tese, os resultados desses modelos deveriam coincidir, mas nota-se pequena diferença que deve ser atribuída aos algoritmos utilizados em cada processo de simulação.

Com relação às simulações com diferentes coeficientes de correlação, destacam-se as baixas taxas encontradas no modelo bivariado para níveis de cobertura entre 60% e 80%. Esses resultados são evidentes em Campo Mourão, no Quadro 41, mas também podem ser notados em Toledo, no Quadro 42.

O modelo de simulação bivariado comprova a relevância do coeficiente de correlação linear no processo de determinação das taxas de prêmio do seguro de receita. Com $\rho = -0,5$, em Campo Mourão e Toledo, têm-se taxas de prêmio que podem chegar a 1/3 das

calculadas com os coeficientes de correlação positivos estimados de 0,17 e 0,21, respectivamente.

Nível de Cobertura (%)	Taxas de prêmio do seguro de receita							
	Univar.	Bivar. $\rho = 0,21$	$\rho = 0$	$\rho = -0,1$	$\rho = -0,2$	$\rho = -0,3$	$\rho = -0,4$	$\rho = -0,5$
60%	0,44	0,34	0,20	0,14	0,10	0,06	0,03	0,02
65%	0,71	0,67	0,45	0,36	0,27	0,19	0,12	0,07
70%	1,14	1,23	0,89	0,74	0,59	0,45	0,33	0,21
75%	1,74	2,06	1,60	1,37	1,15	0,94	0,73	0,53
80%	2,56	3,16	2,60	2,32	2,03	1,73	1,43	1,13
85%	3,62	4,54	3,90	3,58	3,24	2,88	2,51	2,11
90%	4,97	6,20	5,52	5,17	4,80	4,40	3,98	3,52

Quadro 42 - Simulações de taxas de prêmio para Toledo, com distintos coeficientes de correlação linear

Fonte: resultados da pesquisa

Coeficientes de correlação linear negativos podem reduzir sensivelmente as taxas de prêmio, razão pela qual é imprescindível calculá-lo com precisão. Diante da dificuldade de calculá-lo corretamente, parece prudente considerá-lo como zero, assumindo a independência das variáveis.

No presente estudo, apesar de não se ter observado coeficientes de correlação estatisticamente significantes, as estimativas apontaram para coeficientes positivos e, também por precaução, assumiu-se esses coeficientes como verdadeiros. Contudo, reitera-se a importância de aprofundar as pesquisas para a identificação do grau de dependência das variáveis.

Levando em consideração que os níveis de cobertura mais usuais situam-se entre 65% e 75%, à luz dos resultados apresentados nos Quadros 41 e 42, conclui-se que as taxas de prêmio calculadas estão abaixo das praticadas no mercado, mesmo levando em conta que elas são taxas puras (taxas de risco).

As baixas taxas podem ser explicadas pela dificuldade de mensuração do risco na cauda esquerda da distribuição, pois a baixa variância simulada por meio da distribuição normal pode subestimar o risco verdadeiro e as taxas de prêmio (ATWOOD; SHAIK; WATTS, 2002). Os dados de produtividade de Toledo revelaram uma maior variabilidade, conforme demonstrado anteriormente na Figura 23.

A Figura 25 ilustra o formato das distribuições de Campo Mourão e Toledo, nas simulações com $\rho = -0,5$. Percebe-se um formato mais elipsoidal das distribuições e também nota-se que o menor coeficiente de variação de Campo Mourão mantém a

característica leptocúrtica da distribuição (gráfico a), que pode estar contribuindo para a subestimação das taxas.

Figura 25 - Produtividades, preços e densidades de Campo Mourão e Toledo, considerando simulação com coeficiente de correlação (ρ) de -0,5

Fonte: resultados da pesquisa

3.6.4 Comparação das taxas calculadas com as praticadas pelo mercado segurador

A taxa pura representa o risco intrínseco do negócio, sem incluir quaisquer adicionais de carregamento. Para compará-la com as taxas ofertadas pelas companhias seguradoras é preciso carregá-la com parâmetros médios de mercado referentes à margem técnica, despesas administrativas, despesas comerciais e margem de lucro da seguradora.

Alternativamente, poder-se-ia expurgar os referidos carregamentos das taxas comerciais de cada companhia seguradora para confrontá-las em termos de taxas puras. Contudo, essa solução exigiria conhecimento *a priori* das políticas internas de cada seguradora, o que é de difícil obtenção.

Portanto, o caminho mais plausível para testar a hipótese de adequação das taxas praticadas pelo mercado vis-à-vis às taxas calculadas neste estudo é a de carregar as taxas puras estimadas com parâmetros médios de mercado, com o intuito de transformá-las em taxas comerciais, viabilizando, assim, a comparação em mesmas bases.

Em regra, a forma de carregamento das taxas puras é um segredo comercial de cada companhia seguradora, normalmente explicitada apenas na nota técnica atuarial aprovada pela SUSEP.

Informações sobre os parâmetros verdadeiros utilizados pelas seguradoras são escassas, não há publicações sobre carregamento de taxas no setor rural e os profissionais do mercado não fornecem formalmente tais índices. Entretanto, Packham e Ralph (2010, p. 66) apontam que a taxa de risco, acrescida dos devidos ponderadores regionais, pode ser considerada como 60% da taxa de prêmio comercial. Assim, os autores indicam que se deve dividir a taxa de prêmio pura por 0,60 para convertê-la em taxa comercial.

No Brasil, apurou-se que algumas seguradoras acrescentam uma margem de segurança de 10% a 25% às taxas puras (taxa de risco) para depois carregar as despesas comerciais, margem de lucro e despesas administrativas que correspondem, em média, a 10%, 10% e 20%, respectivamente. Esses parâmetros indicam carregamento total de 40%, o que significa dividir a taxa de risco com margem de segurança por 0,60 (1-0,40). Conforme se vê, os parâmetros de carregamento convergem para os sugeridos por Packham e Ralph (2010).

Assim, foram adotados os seguintes parâmetros para carregar as taxas calculadas neste estudo: margem de segurança de 20%; despesas comerciais de 10%; despesas administrativas de 20% e margem de lucro de 10%. Logo, a taxa comercial (TC) é calculada da seguinte maneira:

$$TC = \frac{\text{taxa pura} \times 1,20}{[1 - (0,1 + 0,2 + 0,1)]} \quad (51)$$

As taxas comerciais praticadas para o seguro de receita foram solicitadas das duas companhias seguradoras que ofertam esses planos em nível experimental, considerando contratação em 1º de novembro de 2012, para as localidades de Campo Mourão e Toledo, que são a Companhia de Seguros Aliança do Brasil e a Swiss Re. Não se obteve todas as taxas solicitadas e parâmetros utilizados, mas as informações recebidas permitem tecer importantes considerações.

As taxas de prêmio calculadas no presente estudo, tanto a univariada quanto a bivariada, são inferiores às praticadas no mercado. Tomando como exemplo o caso de Toledo, no Quadro 43, percebe-se que, com nível de cobertura de 70%, as taxas calculadas pelas abordagens univariada e bivariada correspondem, respectivamente, a 35% e 37% da taxa

comercializada pela seguradora 2. Ao fazer a mesma comparação com a seguradora 1, conclui-se que as taxas univariada e bivariada, na devida ordem, equivalem a 15% e 16%.

No caso de Campo Mourão, a diferença é ainda maior, considerando a taxa calculada de forma bivariada, pois, enquanto esta representa 18% da taxa comercializada pela seguradora 2, equivale a apenas 6,3% da taxa comercial da seguradora 1.

Município / NC	Taxas comerciais (%)			
	Seguradora 1	Seguradora 2	Tx. Univariada*	Tx. Bivariada*
<i>Campo Mourão</i>				
60%	7,63		0,16	0,08
65%	8,87		0,32	0,24
70%	10,24	3,65	0,68	0,64
80%			2,34	2,76
<i>Toledo</i>				
60%	10,81		0,88	0,68
65%	12,77		1,42	1,34
70%	15,21	6,63	2,28	2,46
80%			5,12	6,32

Quadro 43 - Comparativo de taxas comerciais do seguro de receita bruta de soja em Campo Mourão e Toledo

Fonte: resultados da pesquisa

Nota: *As taxas univariada e bivariada correspondem às taxas puras apresentadas nos Quadros 41 e 42, transformadas em taxas comerciais por meio da eq. (51).

A comparação entre as seguradoras, com o mesmo nível de cobertura, também evidencia uma grande discrepância, pois as taxas da seguradora 2 correspondem a 36% e 44% das taxas da seguradora 1 para Campo Mourão e Toledo, respectivamente.

Embora os riscos nas respectivas localidades sejam os mesmos do ponto de vista do segurador, pode-se dizer que há, no mínimo, uma grande imprecisão no cálculo das taxas de prêmio, ainda que as metodologias atuariais e, eventualmente, algum parâmetro adotado no cálculo sejam distintos.

Além disso, as informações de produtividade utilizadas pelas seguradoras são diferentes, assim como as séries de preços, pois uma é baseada em preços de Paranaguá e outra de Chicago. Os limites máximos de indenização das seguradoras são diferentes, os procedimentos para determinação da perda média e sua respectiva probabilidade também são divergentes, assim como os parâmetros de carregamento das taxas de risco devem ser.

Essas questões podem explicar grande parte do distanciamento das taxas, mas, mesmo assim, não elucidam a razão da amplitude de variação. Tal discrepância suscita dúvida sobre a adequação dos procedimentos utilizados e se as taxas são atuarialmente justas.

À luz dos resultados apresentados não se pode apontar qual taxa é mais adequada ou atuarialmente justa, mas pode-se concluir, com base na amplitude de variação das taxas, que há necessidade de realização de estudos complementares para tentar determinar, ao menos, um patamar plausível de referência para a sua variação, uma vez que as taxas da seguradora 1, da seguradora 2 e as estimadas neste estudo estão em três patamares distintos.

As taxas praticadas pelas seguradoras, nos projetos experimentais mencionados, podem estar superestimadas, sobretudo as ofertadas pela seguradora 1. A superestimação reduz a demanda por seguro, aumenta a exigência de recursos nos programas de subvenção e reduz a eficiência do mercado segurador.

É importante reconhecer que os planos de seguro de receita/faturamento existentes estão ainda em nível experimental e são pioneiros no Brasil. Isso quer dizer que os procedimentos atuariais utilizados deverão ser aprimorados com a experiência acumulada pelas seguradoras. Por outro lado, é plausível assumir que a falta de conhecimento pleno dos riscos do plano de seguro de receita/faturamento, devido ao seu caráter inédito, pode ter levado as seguradoras a adotar procedimentos conservadores no apuração das taxas, determinando sua superestimação.

3.7 Conclusões

Esta pesquisa objetivou estudar o cálculo da taxa de prêmio do seguro de receita bruta, tomando como referência o caso da soja nos municípios de Campo Mourão e Toledo, no estado do Paraná.

O seguro de receita bruta ou faturamento é um instrumento consolidado nos Estados Unidos, mas ainda é incipiente no Brasil, onde existem dois projetos em nível experimental, um da seguradora Swiss Re e outro da Companhia de Seguros Aliança do Brasil.

Esse produto de seguro garante, simultaneamente, proteção contra os riscos de preço e produtividade, que são justamente as principais fontes de instabilidade da receita agrícola. Considerando que o instrumento reúne duas garantidas em uma só apólice, o que facilita sobremaneira a gestão dos empreendimentos agrícolas, ele tem forte apelo junto aos produtores e suas respectivas entidades de representação.

O sucesso desse produto de seguro depende da sua adaptação às necessidades dos produtores, o que exige coberturas e condições gerais apropriadas, além de taxas de prêmio justas que promovam a eficiência no mercado de seguros.

Devido à relevância das taxas de prêmio para o desenvolvimento do produto de seguro de receita, a presente pesquisa concentrou-se em metodologias que propiciem ampliar o conhecimento a respeito do cálculo de taxas atuarialmente justas. Para o referido propósito, as abordagens univariada e bivariada foram adotadas, objetivando comparar os resultados, verificar as respectivas viabilidades de implantação e eventuais limitações.

O estudo iniciou pela análise individual das variáveis preço e produtividade, com a avaliação das distribuições de probabilidade das séries. A relação de dependência das variáveis foi analisada por meio da correlação linear.

Foram geradas observações de receita bruta de soja para cada município analisado, a partir dos vetores simulados de preço e produtividade, de modo univariado e bivariado, considerando a independência das variáveis e distintos graus de correlação entre elas, respectivamente. Com base nas distribuições de probabilidade dos vetores de receita bruta, as taxas de prêmio foram calculadas.

Inicialmente, testou-se a adequação da distribuição normal para representar as séries de produtividade e preço. A análise das distribuições das variáveis não permitiu que se rejeitasse a hipótese de normalidade, admitindo, assim, a utilização da distribuição normal para a representação das séries de produtividade.

As séries de produtividades utilizadas, oriundas de médias municipais, segundo Just e Weninger (1999), podem levar à rejeição da hipótese de normalidade, uma vez que resultados mais satisfatórios seriam alcançados com observações em nível de fazenda.

Ainda que a utilização de médias municipais não tenha conduzido à rejeição da normalidade, é importante registrar que isso pode ocorrer em outros municípios em função, justamente, da agregação dos dados e não, necessariamente, porque a produtividade não possa ser representada pela distribuição normal. Portanto, corroborando os resultados de Harri et al. (2009), concluiu-se que a assunção da normalidade na representação da produtividade é uma alternativa plausível para soja nos municípios analisados.

No caso dos preços da soja, também se concluiu pela viabilidade de assunção da normalidade, considerando que os testes realizados não rejeitaram essa hipótese. Quanto aos preços, concluiu-se também pela viabilidade de utilizar preços deflacionados, pois eles geraram estimações consistentes e permitiram a comparação intertemporal das cotações. As séries nominais, por outro lado, superestimam os riscos para valores de cobertura baixos.

Um resultado prático que diferiu da teoria diz respeito à correlação linear entre a produtividade e o preço. Enquanto o pressuposto de correlação negativa entre essas variáveis é apontado como uma vantagem capaz de viabilizar o seguro de receita por meio da compensação natural dos riscos, foram estimados coeficientes de correlação positivos, implicando majoração dos riscos e não o contrário, conforme se esperava. Ainda que as estimativas não sejam significantes estatisticamente, devido ao limitado número de observações das séries, o sinal e a magnitude do coeficiente merecem reflexão.

A correlação positiva encontrada pode ser creditada a uma série de fatores, mas uma investigação exaustiva ultrapassaria os objetivos deste estudo. Contudo, sugere-se para trabalhos acadêmicos futuros a análise dos seguintes fatores na dependência das variáveis preço e produtividade: câmbio; oferta e demanda mundial; estoques; preços dos produtos substitutos e complementares, dentre outros. Além disso, parece ser apropriado também utilizar metodologia que permita a modelagem não linear da relação de dependência das variáveis.

Porém, independentemente do grau de correlação utilizado, de forma geral, pode-se concluir que as taxas de prêmio calculadas no presente trabalho são inferiores às comercializadas no âmbito dos planos experimentais de seguro de receita existentes no Brasil.

Como não existem pesquisas anteriores sobre o tema e não se tem acesso às taxas de prêmio puras calculadas pelas seguradoras, não há uma referência em termos de taxas para balizar a comparação. Por essa razão, as taxas de prêmio puras estimadas foram transformadas em taxas comerciais, com parâmetros médios de carregamento.

Considerando nível de cobertura de 70%, as taxas calculadas pela abordagem bivariada em Campo Mourão e Toledo, respectivamente, representaram 6,3% e 16% da taxa comercializada pela seguradora 1; e 18% e 37% da taxa comercial ofertada pela seguradora 2. Quanto aos modelos univariado e bivariado, conclui-se que o segundo gera taxas mais elevadas que o primeiro, mas somente a partir do nível de cobertura de 70%, para Toledo, e de 80%, para Campo Mourão.

As simulações empreendidas com o modelo bivariado justificam a importância da correta determinação do grau de dependência das variáveis, pois o modelo demonstrou-se extremamente sensível aos diferentes coeficientes de correlação simulados. A redução das taxas é significativa, pois taxas geradas com coeficiente de correlação negativo podem chegar a 1/3 das simuladas com o coeficiente de correlação positivo revelado pelos dados.

As taxas da Companhia de Seguros Aliança do Brasil, da Swiss Re e as estimadas no presente trabalho estão em três patamares distintos. Levando em conta os

resultados apresentados e a suposição de que os carregamentos entre as seguradoras são semelhantes, pode-se inferir que as taxas praticadas pelas seguradoras divergem entre si em razão da imprecisão no cálculo da taxa de prêmio pura e da metodologia adotada. Essa discrepância indica que, no mínimo, alguma seguradora está superestimando ou subestimando sua respectiva taxa.

A comparação das taxas comercializadas pelas seguradoras com as estimadas nesta pesquisa, por outro lado, permite inferir que pode haver superestimação das taxas pelas seguradoras. Por enquanto, os resultados não são conclusivos, indicando a necessidade de estudos complementares para aprimorar as metodologias e construir, a partir de resultados de pesquisa com um número maior de municípios, um patamar razoável de calibração e variação das taxas de prêmio.

A amplitude da discrepância das taxas suscita reflexão sobre o papel dos órgãos reguladores do seguro rural privado, em especial da SUSEP e MAPA, inclusive porque esse instrumento apoia-se em recursos públicos, por meio do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural – PSR.

O Governo Federal e os Estados que contam com programas de subvenção ao prêmio devem preocupar-se com a acurácia das taxas de prêmio, pois a sua superestimação implica maior demanda orçamentária e transferências para o setor privado, comprometendo a eficiência na alocação dos recursos públicos.

A metodologia apresentada evidenciou também a importância de calcular a taxa de prêmio do seguro de receita em conjunto com a taxa de produtividade. Esse procedimento permitiu desagregar os riscos de produtividade e preço, trazendo importantes informações sobre o apreamento das taxas em distintos níveis de cobertura e localidades.

O entendimento da contribuição desses riscos não é importante apenas para a seguradora na definição dos níveis de cobertura e taxas, mas também para os produtores que desejam otimizar suas estratégias de mitigação de risco.

O conhecimento do risco e da taxa de prêmio referente ao componente preço permite às seguradoras estruturar operações com contratos de opção de venda, visando proteger suas apólices e reduzir seus custos em determinadas situações. Do mesmo modo, os produtores podem se beneficiar dessas informações para comparar as taxas adicionais de prêmio do componente preço e verificar se é mais vantajoso contratar o seguro de receita ou adquirir contratos de opção de venda em conjunto com o seguro de produtividade, considerando, logicamente, os respectivos custos de transação.

Os resultados obtidos e a importância do tema instigam a realização de novas pesquisas. Trabalhos futuros devem utilizar diferentes séries de preços e investigar a correlação das produtividades em nível de propriedade rural e município, de modo a avaliar a adequação do coeficiente de variação utilizado na modelagem. Importante também se faz estender a análise para outros municípios e verificar o comportamento da modelagem em larga escala, com a comparação das taxas médias, mínimas e máximas, bem como a adequação da assunção da normalidade na representação da produtividade.

Para o desenvolvimento de planos de seguro de receita é importante construir bases de dados com informações regionais, sobretudo de preços, para permitir a análise das diferenças de base. Todavia, informações sobre a produtividade em nível de propriedade rural e condições meteorológicas também são carências que podem ser supridas por meio de um banco de dados dedicado à gestão do risco agrícola.

Recomenda-se adicionalmente a modelagem das taxas por métodos estatísticos alternativos que possibilitem assumir diferentes distribuições de probabilidade, inclusive não paramétricas, para as variáveis produtividade e preço. O método de cópulas é uma das alternativas para esse propósito.

Além de assumir uma distribuição paramétrica para o modelo por meio da distribuição normal bivariada, outras limitações do modelo devem ser destacadas. A não utilização de preços futuros como previsores dos preços de colheita pode ser considerada uma limitação, na medida em que esses preços incorporam todas as informações de mercado e representam a melhor estimativa de preços para a época de colheita.

Esses preços não foram utilizados porque o contrato de soja na BM&FBOVESPA tornou-se um contrato com liquidação financeira recentemente, razão pela qual não há ainda observações suficientes para permitir a análise dos desvios do preço de colheita em relação ao plantio.

A não utilização de produtividades em nível de fazenda e a indeterminação do grau de dependência das variáveis são também limitações que devem ser consideradas em trabalhos futuros.

Em virtude de não haver métodos e parâmetros de referência para balizar as comparações entre as taxas, sugere-se também para futuras pesquisas a análise de sensibilidade e simulações de desempenho das taxas de prêmio calculadas, a fim de verificar a sua apropriação e/ou necessidade de calibração.

Tendo em vista o aprimoramento dos produtos de seguro de receita, recomenda-se também desenvolver metodologias que calculem taxas para modelos de seguro

semelhantes ao de proteção de receita nos Estados Unidos (*revenue protection*), plano que conta com cobertura para elevação do preço de colheita. Esse plano tem forte apelo junto aos produtores, pois é apropriado para aqueles que comercializam antecipadamente sua produção por meio de contratos a termo.

Em síntese, as metodologias propostas foram adequadas para os objetivos propostos de apreçamento da taxa de prêmio do seguro de receita, sendo que a abordagem bivariada demonstrou-se preferível por ser mais robusta ao permitir a modelagem do risco com distintos graus de correlação entre produtividade e preço.

As taxas ofertadas pelas empresas seguradoras, levando em conta os resultados obtidos para Campo Mourão e Toledo, estão superestimadas, cabendo, portanto, a realização de novos estudos para sugerir a adequação dessas taxas. Esses estudos devem, entretanto, incorporar análises de desempenho e sensibilidade para avaliar em profundidade a viabilidade das taxas cobradas, tanto para os produtores quanto para as seguradoras.

Apesar das taxas do seguro de receita demonstrarem-se bem superiores às do seguro tradicional de produtividade, os resultados permitem concluir pela viabilidade de desenvolvimento de planos de seguro de receita no Brasil, havendo ainda a possibilidade de redução das taxas, a partir do momento que se modelar corretamente a relação de dependência das variáveis preço e produtividade.

Por último, pode-se concluir também que o impacto da correlação das variáveis é significativo no cálculo das taxas, conforme se esperava. Esse resultado sugere que a correta caracterização da estrutura de dependência entre produtividade e preço é um fator crítico de sucesso para a viabilidade comercial das taxas de prêmio e determinante para desenvolvimento do seguro de receita agrícola.

Referências

AHSAN, S.; ALI, A.; KURIAN, N. Toward a theory of agricultural insurance. **American Journal of Agricultural of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 64, n. 3, p.520-529, 1982.

ATWOOD, J.; SHAIK, S.; WATTS, M. Can normality of yields be assumed for crop insurance? **Canadian Journal of Agricultural Economics**, Winnipeg, v. 50, p. 171-184, 2002.

AZZALINI, A. A class of distributions which includes the normal ones. **Scandinavian Journal of Statistics**, Stockholm, v. 12, n. 12, p. 171-178, 1985.

BADCOCK, B.; HENNESSY, D. Input demand under yield and revenue insurance. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 78, p. 416-427, 1996.

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. **Sistema gerenciador de séries temporais**. Brasília: 2012. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

BIELZA, M.; GARRIDO, A.; SUMPSI, J. **Revenue insurance as an income stabilization policy: an application to the Spanish olive oil sector**. Cahiers d' économie et sociologie rurales, n. 70, 2004. Disponível em: <<http://www.inra.fr/sae2/publications/cahiers/pdf/bielza.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2011.

BLACK, F.; SCHOLES, M. The valuation of option contracts and a test of market efficiency. **Journal of Finance**, New York, v. 27, p. 399-417, 1972.

BOTTS, R; BOLES, J. Use of normal-curve theory in crop insurance ratemaking. **Journal of Farm Economics**, Menasha, v. 40, n. 3, p. 733-740, Aug. 1958.

BUENO, R. **Econometria de séries temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 299p.

BUSCHENA, D.; ZIEGLER, L. Reliability of options markets for crop revenue insurance rating. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, Saint Paul, v.24, p. 398-423, Dec. 1999.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADO EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. Séries de preços. Disponível em: < <http://cepea.esalq.usp.br/soja/>>. Acesso em: 14 out. 2012a.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADO EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Metodologia do indicador de preços da soja ESALQ/BM&FBOVESPA e algumas dúvidas frequentes**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pdf/paranagua.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2012b.

CHAMBERS, R. Insurability and moral hazards in agricultural insurance markets. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 71, p. 604-616, Aug. 1989.

COBLE, K.; KNIGHT, T.; POPE, R.; WILLIAMS, J. An expected indemnity approach to the measurement of moral hazard in crop insurance. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v.79, p. 439-447, Feb. 1997.

COBLE, K.; KNIGHT, T.; GOODWIN, B.; MILLER, M.; REJESUS, R. **A Comprehensive Review of the RMA APH and COMBO Rating Methodology**. Final Report, 2010. 153p. Disponível em: <[http://www.rma.usda.gov/news/current issues/rerating/index.html](http://www.rma.usda.gov/news/current%20issues/rerating/index.html)>. Acesso em: 15 jul. 2011.

COBLE, K.; HEIFNER, R.; ZUNIGA, M. Implications of crop yield and revenue insurance for producer hedging. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, Bozeman, v. 25, p. 432-452, Dec. 2000.

COBLE, KEITH; KNIGHT, THOMAS. Crop insurance as a tool for price and yield risk management. In: JUST, R.; POPE, R. **A Comprehensive assessment of the role of risk in U.S. agriculture**. Boston: Kluwer Academic Publisher, 2001. 586p.

COMPANHIA DE SEGUROS ALIANÇA DO BRASIL. **Condições Gerais: Seguro Faturamento Agrícola**. São Paulo: Companhia de Seguros Aliança do Brasil, 2011. 42p.

DISMUKES, R.; COBLE, K. Managing risk with revenue insurance. **Amberwave**, Washington, v. 4, n. 5, p. 23-27, nov. 2006.

DISMUKES, R.; DURST, R. The whole-farm approaches to a safety net. Economic Information Bulletin n. 15. USDA - United States Department of Agriculture, 2006. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/EIB15/eib15.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2011.

FEDERAL CROP INSURANCE CORPORATION - FCIC. **Crop year statistics for 2011: nationwide summary – by insurance crop**. Washington: 2012. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/data/sob.html>>. Acesso em: 16 jan. 2012.

FACKLER, P. Modeling interdependence: an approach to simulation and elicitation. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 73, n.4, p. 1091-97, Nov. 1991.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. Indicadores de Preços: IGP-DI. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/>>. Acesso em: 23 set. 2012.

GALLAGHER, PAUL. U.S. Soybean Yields: estimation and forecasting with nonsymmetric disturbances. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 69, n. 4, p.796-803, Nov. 1987.

GENZ, A. Numerical computation of multivariate normal probabilities. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, Alexandria, v. 1, n. 2, p. 141-149, 1992.

GENZ, A.; BRETZ, F.; MIWA, T.; MI, X.; LEISCH, F.; SCHEIPL, F; BORNKAMP, B.; HOTHORN, T. **Package 'mvtnorm': multivariate normal and t distributions**. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/mvtnorm/mvtnorm.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2012. 15p.

GOODWIN, B.; KER, A. Modeling price and yield risk. In: JUST, R.; POPE, R. **A comprehensive assessment of the role of risk in U.S. Agriculture**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2002. chap. 14, 2002. p.289-323.

GOODWIN, B.; KER, A. Nonparametric estimation of crop yield distributions: implications for rating group-risk crop insurance contracts. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 80, n. 1, p.139-153, Feb. 1998.

GOODWIN, B.; MAHUL, O. **Risk modeling concepts relating to the design and rating of agricultural insurance contracts**. Washington: The World Bank, 2004. 38p. (Working Paper n. 3392)

GOODWIN, B.; ROBERTS, M.; COBLE, K. Measurement of price risk in revenue insurance: implications of distributional assumptions. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, Bozeman, v. 25, n.1, p. 195-214, 2000.

HARRI, A.; ERDEM, C.; COBLE, K.; KNIGHT, T. Crop Yield Distributions: a reconciliation of previous research and statistical tests for normality. **Review of Agricultural Economics**, Oxford, v.31, n.1, p.163-182, 2009.

HENESSY, D.; BADCOCK, B.; HAYES, D. The budgetary and producer welfare effects of revenue assurance. **American Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v.79, n.3, p. 1024-1034, Aug. 1997.

HENESSY, D. Crop yield skewness and the normal distribution. **Journal of agricultural and resource economics**, Bozeman, v. 34, n. 1, p. 34-52, 2009.

HULL, J. **Fundamentos dos Mercados Futuros e de Opções**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2005. 597p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. SIDRA: banco de dados agregados. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em: 14 dez. 2012.

JOHNSON, M.; TENENBEIN, A. A bivariate distribution family with specified marginal. **Journal of the American Statistical Association**, New York, v. 86, n. 373, p. 198-201, 1981.

JOHNSON, R.; WICHERN, D. 6rd ed. **Applied multivariate statistical analysis**. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2007. 773p.

JUST, R.; WENINGER, Q. Are crop yields normally distributed? **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v.81, n. 2, p. 287-304, 1999.

KASS, R.; GOOVAERTS, M.; DHAENE, J.; DENUIT, M. **Modern Actuarial Risk Theory: using R**. 2nd ed. Berlin: Springer, 2008. 381p.

KER, A.; COBLE, K.. Modeling conditional yield densities. **American Journal Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 85, p. 291-304, May 2003.

KER, A.; GOODWIN, B. Nonparametric estimation of crop insurance rates revisited. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 83, p.463-478, May 2000.

KLUGMAN, S.; PANJER, H.; WILLMOT, G. **Loss Models: from data to decisions**. 3rd ed. Hoboken: John Wiley, 2008. 726p.

LAPAN, H. MOSCHINI, G. Hedging under price, basis, and production risk. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 73, n. 3, p. 465-477, Aug 1994.

LAWAS, C. **Crop insurance premium rate impacts of flexible parametric yield distributions: an evaluation of the Johnson family of distributions**. 2005. 71p. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Economia Aplicada) – Texas Tech University, Lubbock, 2005.

MADDALA, G. **Introduction to econometrics**. 2nd ed. Englewood Cliffs: Pearson Prentice Hall, 1992. 631p.

MAKKI, S.; SOMWARU, A. **Assimetric information in cotton insurance markets: evidence from Texas**. 2002. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/19827/1/sp02ma03.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MAKKI, S.; SOMWARU, A. **Assimetric information in the market for yield and revenue insurance products**. 2001. Washington, U.S. Department of Agriculture (Technical Bulletin n. 1892). Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/tb1892/tb1892.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MAHUL, O.. Optimum crop insurance under joint yield and price risk. **The Journal of Risk and Insurance**, Orlando, v. 67, n.1, p. 109-122, 2000.

MAHUL, O.; WRIGHT, B. Designing optimal crop revenue insurance. **American Journal of Agricultural Economics**, Oxford, v. 85, n. 3, p.580-589, Aug. 2003.

MICHELETO, G. J. **Contribuições para o desenvolvimento do seguro agrícola de renda para o Brasil: evidências teóricas e empíricas**. 2011. 202p. Tese de (Doutorado na área de economia aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MORETTIN, P. **Econometria financeira: um curso em séries temporais financeiras**. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2008. 319p.

MORETTIN, P.; TOLOI, C. **Análise de séries temporais**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 538p.

NELSON, C.; PRECKEL, P. The conditional beta distribution as a stochastic production function. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 71, n. 2, p. 370-378, 1989.

OECD-FAO. **Agricultural Outlook 2012-2021**. Paris, 2012. 286p. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2012_agr_outlook-2012-en>. Acesso em: 14 nov. 2012.

OZAKI, V. **Métodos atuariais aplicados à determinação da taxa de prêmio de contratos de seguro agrícola: um estudo de caso**. 2005. 324p. Tese de (Doutorado na área de economia aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

OZAKI, V.; GHOSH, S.; GOODWIN, B.; SHIROTA, R. Spatio-temporal modeling of agricultural yield data with an application to pricing crop insurance contracts. **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 90, n. 4, p. 951-961, 2008.

OZAKI, V.; SILVA, R. Bayesian ratemaking procedure of crop insurance contracts with skewed distribution. **Journal of Applied Statistics**, Abingdon, v.36, n. 4, p. 1-14, 2009.

PACKHAN, C.; RALPH, N. **World Crop Reinsurance**. Edinburgh: Witherby Publishing Group, 2010. 336p.

PFAFF, B.. **Analysis of integrated and cointegrated time series with R**. 2nd ed. New York: Springer, 2008. 188p.

RAMIREZ, A.; MANFREDO, M.; SANDERS, D. Revenue insurance for Spanish wine grapes. **Journal of International Agricultural Trade and Development**, Bottineau, v. 1, n. 2, p. 149-168, 2005.

RICHARDS, T.; MANFREDO, M. Infrequent shocks and rating revenue insurance: a contingent claims approach. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, Bozeman, v. 28, n. 2, p. 233-251, Aug. 2003.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ - SEAB. Preços médios nominais mensais recebidos pelos produtores, no Paraná, 1995-2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

SILBERBERG, E.; SUEN, W. 3rd ed. **The structure of economics: a mathematical analysis**. Singapore: McGraw-Hill Book, 2001. 668p.

STOKES, J. R. A derivative security approach to setting crop revenue coverage insurance premiums. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, Bozeman, v. 25, n. 1, p.159-176, July 2000.

STOKES, J. R.; NAYDA, W. I.; ENGLISH, B. C. The pricing of revenue assurance **American Journal of Agricultural Economics**, Saint Paul, v. 79, p.439-451, May. 1997.

TEJEDA, H.; GOODWIN, B. Modeling crop prices through a burr distribution and analysis of correlation between crop prices and yields using a copula method. In: **American Agricultural Economics Association Annual Meeting**, 2008, Orlando. 39p. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/6061/2/sp08te01b.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2011.

TEW, B.; REID, D. Probability distributions of crop prices, yields, and gross revenue. **Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics**, Durhan, v. 7, n. 3, p. 118-121, Oct. 1988.

TSAY, R. **An introduction to analysis of financial data with R**. Hoboken: John Wiley, 2013. 390p.

TURVEY, C.; AMANOR-BOADY, V. Evaluating premiums for a Farm income insurance policy. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, Winnipeg, v. 37, p. 233-247, 1989.

TURVEY, C. Contingent claim pricing models implied by agricultural stabilization and insurance policies. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, Winnipeg, v. 40, p. 183-198, 1992a.

TZOURAMANI, I.; MATTAS, K. An income risk management framework for mediterranean agricultural products. In: **EAAE SEMINAR FARM INCOME STABILISATION: what role should public policy play?**, 86., 2004, Anacapri, Italy. p. 397-408.

VEDENOV, D. Application of copulas to estimation of joint crop yield distributions. In: **American Agricultural Economics Association Annual Meeting**, 2008. Orlando. 24p. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/6264/2/464004.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2011.

WOLF, C.; BLACK, R.; HADRIC, J. Upper Midwest dairy farm revenue variation and insurance implications. **Agricultural Finance Review**, Washington, v.69, n. 3, p. 346-358, 2009.