



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

Mudanças climáticas, seleção adversa e o seguro agrícola no Brasil

THAIS CAMOLESI GUIMARÃES

thais.camolesi.guimaraes@gmail.com

ALEXANDRE TOSHIRO IGARI

Universidade de São Paulo

alexandre.igari@usp.br

ANNELISE VENDRAMINI DA SILVA CARIDADE

Fundação Getúlio Vargas - Centro de Estudos em Sustentabilidade - GVces

anne_vendramini@yahoo.com.br

Mudanças climáticas, seleção adversa e o seguro agrícola no Brasil

Resumo

Este artigo objetiva avaliar a possibilidade de seleção adversa no mercado de seguro agrícola no Brasil. Esta ocorre quando os seguros são predominantemente contratados por agentes com maior risco de sinistro e pode ser disparada pelo aumento do valor indenizado por sinistros decorrentes de eventos climáticos extremos. Isso geraria aumento nos prêmios cobrados, faria com que as carteiras passassem a ser compostas por segurados de maior risco e aumentaria mais as indenizações. Foram realizadas análises da influência dos sinistros ocorridos em um ano sobre as contratações do ano seguinte, de 2003 a 2013, para Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo. A relação entre sinistros e prêmios foi analisada por regressão linear e a significância dos resultados estimada por testes de aleatorização. Para Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e São Paulo, foi possível inferir a ocorrência de seleção adversa. Como este fenômeno pode causar prejuízos ou quebra do mercado de seguros, recomenda-se verificar locais de ocorrência para investir em estratégias de adaptação. Entretanto, estudos complementares dependeriam da possibilidade de replicar a presente abordagem nos demais estados, o que é inviável na ausência de um mercado de seguros consolidado.

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Eventos climáticos extremos. Seguro agrícola. Seleção adversa.

Climate change, adverse selection and the crop insurance in Brazil

Abstract

This article aims to evaluate the possibility of adverse selection in agricultural insurance market in Brazil. Adverse selection occurs when insurance is mainly contracted by agents on higher risk of losses and may be triggered by the increase of the indemnified claims arising from extreme climate events. The increased indemnifications would inflate the insurance premiums, cause the dominance of higher risk agents in the insurance portfolios, which would increase the indemnification even more. We analysed the influence of claims of one year on the hiring of premiums in the following year, from 2003 to 2013, for Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul and São Paulo. The relationship between claims and premiums was analyzed by linear regression, and significance was estimated by randomization tests. We inferred the occurrence of adverse selection for Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul and São Paulo. As this phenomenon can result in breakdown of the insurance market, it is recommended to identify places of occurrence to invest in adaptation strategies. However, further studies depend on the possibility of replicating this approach in other states, which is impossible in the absence of a consolidated insurance market.

Keywords: Climate change. Extreme climate events. Crop insurance. Adverse selection.

1. Introdução

Um tema amplamente discutido na atualidade é o das mudanças climáticas, que, de forma geral, diz respeito às variações médias de temperatura e de precipitação. De acordo com o relatório mais recente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgado em janeiro de 2014, não há dúvidas sobre a ocorrência do aquecimento global, sendo que a influência humana tem sido sua causa dominante desde 1950 (IPCC, 2013).

Um dos principais problemas relacionados às mudanças climáticas é que estas levam a um aumento da intensidade e frequência da ocorrência de eventos climáticos extremos, como secas, ondas de calor, e fortes precipitações de chuvas (ALLISON, 2012). Os crescentes custos econômicos destes eventos extremos têm aumentado a necessidade de uma gestão eficaz dos riscos econômicos e financeiros e, para possibilitar essa gestão, faz-se necessário considerar que as vulnerabilidades às mudanças climáticas variam muito de acordo com os contextos geográficos e setoriais específicos (MARENGO, 2009).

Nesse sentido, o setor agrícola merece especial atenção por ser o setor econômico mais diretamente sensível ao clima, que apresentaria perdas expressivas em quase todos os estados brasileiros (MARCOVITCH, 2010). Considerando que a cadeia do agronegócio representa uma parcela importante do Produto Interno Bruto (PIB), que aproximadamente 30% das terras brasileiras são utilizadas para agropecuária e que este setor cria aproximadamente 37% de todos os empregos do país (ECOAGRO, 2014), é fundamental considerar no planejamento o risco de ocorrência de eventos climáticos extremos, bem como os impactos econômicos gerados por eles.

Diante do aumento da frequência e intensidade da ocorrência de eventos climáticos extremos, tem-se uma expectativa de que aumente a probabilidade da ocorrência de sinistros no setor agrícola. Entretanto, diferentemente das outras modalidades de seguro, nas quais os eventos de sinistro são independentes entre os segurados, o seguro agrícola apresenta a especificidade do fenômeno de catástrofe, o qual expõe ao risco simultaneamente um grande número de segurados em uma mesma área (BUAINAIN e VIEIRA, 2011). Assim, existe a possibilidade de estes eventos resultem em uma ocorrência de valores de sinistros superiores aos valores dos prêmios pagos, o que pode impactar negativamente a viabilidade financeira das empresas seguradoras.

Este cenário é vulnerável à ocorrência do fenômeno da seleção adversa. O maior risco de sinistro faz com que as companhias de seguros passem a cobrar prêmios maiores, e, como consequência, a carteira de seguros passa a ter predominância de clientes com maior risco associado (BOYER e PORRINI, 2008). Assim, é fundamental que o fenômeno de seleção adversa seja devidamente identificado, localizado e analisado, de maneira que seja possível estabelecer um prognóstico para sua reversão. Um possível prognóstico seria o incentivo a investimentos em adaptação aos efeitos adversos resultantes das mudanças climáticas, o que reduziria o risco de sinistros e interromperia a espiral econômica negativa causada pela seleção adversa nos seguros agrícolas.

Diante desta problemática, o presente artigo objetiva responder se, diante do aumento da contratação de seguros fomentado pelas mudanças climáticas, há a ocorrência de seleção adversa no mercado de seguro agrícola no Brasil.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Mudanças climáticas e seus impactos na agricultura

A ocorrência de eventos climáticos extremos no Brasil é uma realidade cada vez mais frequente. Como é possível visualizar na tabela 1, a ocorrência destes eventos gera perdas

econômicas expressivas, sendo um importante fator para motivar que empresas e governos invistam em estratégias de mitigação e adaptação.

Tabela 1 - Perdas econômicas geradas pela ocorrência de eventos climáticos extremos no Brasil

| <i>Ano</i> | <i>Total de perdas em milhões de dólares</i> | <i>Perdas totais por unidade de PIB em %</i> |
|-----------------------|--|--|
| 2006 | 11,47 | 0,00 |
| 2007 | 0,04 | 0,00 |
| 2008 | 947,91 | 0,05 |
| 2009 | 956,76 | 0,05 |
| 2010 | 1.233,36 | 0,06 |
| 2011 | 4.717,36 | 0,21 |
| 2012 | 3,72 | 0,0002 |
| 2013 | 1.666,60 | 0,055 |
| Média entre 1994-2013 | 1.368,17 | 0,060 |

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do relatório “*Global Climate Risk Index*” dos anos de 2008 a 2015 (HARMELING, 2007; HARMELING, 2008; HARMELING, 2009; HARMELING, 2010; HARMELING, 2011; HARMELING e ECKSTEIN, 2012; KREFT e ECKSTEIN, 2013; KREFT et al., 2014).

Além dos impactos gerados pelos eventos extremos, os quais são perceptíveis a curto prazo, é importante considerar também o cenário de impactos das mudanças climáticas a um horizonte de médio e longo prazo. Considerando que o Brasil é um país onde o clima varia muito de região para região (GUANZIROLI e BASCO, 2008), os impactos causados pelos eventos climáticos extremos variam muito entre as cinco regiões do país, sendo necessário considerar a particularidade de cada caso para se entender a relação entre os impactos das mudanças climáticas e o seguro agrícola.

De forma geral, os resultados dos modelos climáticos regionais, desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 2007, apontam:

(...) um risco de “savanização” de boa parte da Amazônia, secas mais intensas e mais frequentes no Nordeste, chuvas intensas e inundações nas áreas costeiras e urbanas das regiões Sudeste e Sul e reduções significativas do potencial de geração hidrelétrica nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste (MARCOVITCH, 2010, p. 13).

As áreas consideradas mais vulneráveis são o Nordeste do Brasil e a Amazônia, pois estas apresentam as previsões de reduções mais intensas na quantidade de chuvas durante o século XXI. Além disso, os modelos apontaram que, na Amazônia, o aquecimento gradativo possa chegar, até 2100, a 7-8°C em um cenário mais pessimista ou 4-6°C em um cenário mais otimista. Tais resultados são superiores ao do aquecimento médio estimado para o país todo, o qual pode chegar a 5°C e 3°C, respectivamente. Destaca-se, ainda, que “para todo o Brasil, as projeções indicam aumento da temperatura e de extremos de calor, bem como reduções na frequência de geadas devido a aumento da temperatura mínima, principalmente nos estados do Sudeste, Sul e Centro-Oeste” (MARCOVITCH, 2010, p. 21).

Dentre os diversos setores econômicos do Brasil, a agricultura é o setor mais diretamente sensível ao clima, com uma projeção de queda de produção em 2050 de 3,6% em um cenário mais otimista, e de 5% em um cenário mais pessimista. Isso porque este setor apresentaria perdas expressivas em todos os estados, com exceção dos mais frios no Sul-Sudeste, que passariam a ter temperaturas mais amenas (MARCOVITCH, 2010).

Além das perdas diretas relacionadas aos eventos extremos (perdas de produção agrícola), é possível também estimar os efeitos sistêmicos destes eventos extremos, sendo eles: impactos na cadeia produtiva do agronegócio, nos custos de produção e nos preços agrícolas, o que resulta em impactos negativos na competitividade da produção brasileira no mercado internacional e também no poder de compra no mercado interno. Nesse sentido, os efeitos econômicos diretos podem ser multiplicados por quatro quando se leva em consideração os efeitos da cadeia produtiva, impactando negativamente também os demais setores da economia (HADDAD, 2013).

Assim, os eventos extremos podem atingir pontos vulneráveis nas cadeias produtivas do agronegócio, resultando na necessidade de que os agentes do agronegócio adotem medidas para preservar a eficiência operacional, o escoamento e o abastecimento da produção agropecuária (LOVATELLI, 2011).

2.2.Risco ambiental e seguro ambiental

Segundo UNDP (2004) *apud* Saito (2008, p. 20), “risco é a probabilidade de ocorrer consequências danosas ou perdas esperadas (...), como resultado de interações entre um perigo natural e as condições de vulnerabilidade local”. O conceito de risco está associado à incerteza, sendo influenciado por fatores ambientais e socioculturais (INCLINE, 2013).

Dentre os diversos tipos de riscos, têm-se os riscos ambientais, os quais “resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território” (VEYRET e RICHEMOND, 2007, p. 63).

No que diz respeito à securitização do meio ambiente, destaca-se o papel financeiro do contrato de seguro, o qual tem como principal objetivo a proteção patrimonial. Ao longo dos últimos anos, os danos ambientais vêm sendo cobertos pelo mercado como risco de natureza súbita e acidental, por serem eventos de caráter repentino e inesperado durante a vigência da apólice. Porém, eventos latentes como o aquecimento global, os quais se constituem como fatores geradores da manifestação do dano ambiental, não encontram cobertura facilitada nos mercados internacionais e também no Brasil (POLIDO, 2007).

O seguro ambiental mais comum é aquele que cobre danos das atividades humanas ao meio ambiente, enquanto a securitização de atividades antrópicas a danos causados por fatores ambientais, como as mudanças climáticas, geralmente é excluída das coberturas tradicionais devido a sua elevada incerteza. Nesse sentido, encontra-se o principal diferencial do seguro agrícola em relação ao seguro ambiental: enquanto o seguro ambiental cobre o risco de impactos negativos das atividades humanas ao meio ambiente, o seguro agrícola, inversamente, cobre o risco de impactos negativos do meio ambiente às atividades humanas.

Lidar com a securitização dos impactos de eventos extremos na agricultura representa uma tarefa complexa. De acordo com a definição do IPCC (2007) *apud* Dias (2011), um evento extremo é um evento raro em um local particular e época do ano. As características do que é chamado de “condições meteorológicas extremas” varia de local para local e, quando um padrão de condições climáticas extremas persiste por um determinado tempo, como uma estação, este passa a ser classificado como um evento climático extremo.

Do ponto de vista social, os eventos extremos são aqueles que envolvem impactos extremos, estando relacionados com os riscos, a vulnerabilidade e a resiliência (DIAS, 2011). A vulnerabilidade é “o estado de um sistema exposto a riscos, condicionado por fatores biofísicos e culturais, em diferentes escalas temporais e espaciais combinado com sua capacidade de resposta” (INCLINE, 2013). A resiliência, por sua vez, trata-se desta capacidade de resposta do sistema, ou seja, da sua capacidade de recuperação após um evento extremo.

Considerando a incerteza que permeia a predição de ocorrência e a magnitude dos impactos decorrentes dos eventos climáticos extremos, tem-se também uma incerteza em relação aos impactos que estes podem gerar às instituições responsáveis pela precificação, gestão e mitigação do risco.

2.3.Seguro agrícola e seleção adversa

Há diversos tipos de riscos relacionados à agricultura, como os riscos físicos, biológicos, de produção, de mercado e financeiros. Dentro do contexto do presente artigo, merece destaque o risco climático e a variação significativa dos preços, resultante da ocorrência de eventos extremos. O risco climático é inerente à agricultura, sendo que eventos como secas; enchentes; geadas; granizo; vendavais; e variações de temperatura provocam quedas na produção agrícola, sendo altamente prejudiciais às culturas (BNDES, 2010).

Como a agricultura se constitui um elemento básico na estrutura de produção do país, a ocorrência de eventos climáticos extremos resulta em um efeito multiplicador dos prejuízos econômicos gerados, sendo que este efeito se propaga “no tempo e no espaço, sendo particularmente importante em regiões nas quais a atividade agrícola tem peso expressivo” (BUAINAIN e VIEIRA, 2011, p. 51).

Nesse sentido, as políticas agrícolas foram criadas para tentar minimizar os impactos sociais da perda de rentabilidade da atividade agrícola. Um dos principais instrumentos de mitigação dos prejuízos na agricultura é o seguro rural, pois este permite “ao produtor proteger-se contra perdas decorrentes principalmente de fenômenos climáticos adversos” (SUSEP, 2014a).

Uma das modalidades do seguro rural é o seguro agrícola, o qual cobre “a vida da planta, desde sua emergência até a colheita, contra a maioria dos riscos de origem externa, tais como, incêndio e raio, tromba d’água, ventos fortes, granizo, geada, chuvas excessivas, seca e variação excessiva de temperatura” (SUSEP, 2014a). Apesar da variedade de esquemas de seguro agrícola, existem poucos sistemas de seguro em larga escala no mundo, pois há quatro elementos que dificultam o surgimento espontâneo do seguro agrícola.

O primeiro deles é o fato de que o cálculo exato da probabilidade de frustração de safra é bastante complexo, uma vez que diversas variáveis sem distribuição definida permeiam a probabilidade de ocorrência de eventos que influenciam a produção agrícola (CUNHA, 2002).

O segundo elemento diz respeito ao alto custo de monitoramento da evolução da safra, além da elevada concentração de eventos devido à sazonalidade da produção agrícola, o que dificulta o dimensionamento dos ativos das seguradoras, que precisam operar com elevada ociosidade durante parte do ano (BARROS, 2012).

O terceiro elemento, por sua vez, diz respeito ao princípio do risco moral (BOYER e PORRINI, 2008): no caso de sinistro, é difícil separar o que é consequência dos eventos extremos daquilo que é fruto da má fé ou imperícia do produtor. Isso porque, ao segurar a produção agrícola, os produtores sentem-se menos expostos ao risco e menos incentivados a adotar medidas preventivas, reduzindo os esforços para evitar perdas.

O quarto elemento complicador que distingue o seguro agrícola da maior parte dos seguros é o risco sistêmico ou risco de evento generalizado. Em todas as outras modalidades de seguro os eventos são independentes entre os segurados, mas no caso da agricultura, existe o fenômeno de catástrofe, o qual expõe ao risco simultaneamente um grande número de segurados em uma mesma área (BUAINAIN e VIEIRA, 2011).

Com a ocorrência simultânea de um grande número de sinistros, as seguradoras podem não ser capazes de cobrir todas as reivindicações. Nesse sentido, o equilíbrio financeiro de um *pool* de seguros é dado pela relação entre os valores agregados de prêmios pagos e o montante

das reivindicações de sinistros: se a relação indicar maior valor de reivindicações de sinistros em relação aos prêmios pagos, o valor pago pelas seguradoras aos agricultores segurados será superior ao valor que esta recebe dos mesmos (LOTZE-CAMPEN e SCHELLNHUBER, 2009).

Assim, a gestão eficiente de seguros demanda uma carteira ampla e diversificada para poder equilibrar os custos e as receitas das seguradoras, havendo um tamanho de carteira e uma dispersão de risco mínima para que uma empresa seguradora consiga manter sua viabilidade econômica diante da ocorrência de eventos extremos.

Dentro deste contexto, a viabilidade econômica das empresas seguradoras pode ser comprometida em função do fenômeno de seleção adversa. Caso ocorra um aumento no valor dos sinistros, para manter sua viabilidade econômica, a companhia de seguros passaria a cobrar prêmios mais elevados. O aumento no valor dos prêmios pode fazer com que a carteira de segurados passe a ser composta predominantemente pelos clientes com maior risco, o que reduz a diversificação e expõe a seguradora a uma probabilidade ainda maior de aumento dos sinistros pagos. (BOYER e PORRINI, 2008).

O fenômeno de seleção adversa pode alimentar uma espiral econômica negativa, onde cada iteração acaba levando a uma maior perda na carteira de seguros, resultante do crescente desequilíbrio entre volumes de sinistros e prêmios, e também em função da redução de diversidade de risco dos contratantes (predominância de riscos altos).

Esses quatro elementos em conjunto configuram um cenário em que “o mercado por si só não consegue estabelecer o preço e a quantidade para gerar eficiência” (SILVA e MEIRELES, 2010, p. 646), constituindo uma falha de mercado. Por este motivo, faz-se necessária a atuação do Estado como apoiador e indutor do mercado de seguro agrícola, sendo fundamental para garantir resultados econômicos eficientes.

Destaca-se, entretanto, que destes quatro elementos, o principal relacionado às mudanças climáticas e aos eventos climáticos extremos é o risco de evento generalizado, que seria o gatilho para a ocorrência do fenômeno de seleção adversa no mercado de seguro agrícola. Isso porque, com o aumento da frequência e/ou intensidade de ocorrência de eventos extremos resultantes das mudanças climáticas, aumentaria o risco associado ao seguro agrícola. Por este motivo, as seguradoras passariam a cobrar um maior valor de prêmio para garantir sua viabilidade econômica, resultando na permanência em carteira apenas dos clientes de maior risco, os quais possuem maior necessidade de segurar sua produção agrícola.

2.4.Seguro agrícola no Brasil

O seguro agrícola, apesar de equivaler a 31% do montante de apólices de seguros rurais no Brasil, responde por apenas 0,4% do montante do mercado de seguros do Brasil (Fenseg, 2011 *apud* SANTOS *et al.*, 2013), sendo disponível através de apenas cinco empresas: Alianza del Brasil (BB), Mapfre, Porto Seguro, Nobres e AGF (GUANZIROLI e BASCO, 2008). Neste sentido, as ações do Estado na gestão, difusão e fomento se tornam de fundamental importância devido ao reduzido porte do seguro agrícola (SANTOS *et al.*, 2013).

O estabelecimento do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), em 2005, contribuiu para o crescimento do seguro agrícola no Brasil, com um aumento da área plantada coberta pelo seguro de 0,1% em 2005 para 10% em 2012, sendo que, em 2013, aproximadamente 66 mil agricultores possuíam suas colheitas seguradas (DTN, 2014).

A distribuição regional do seguro agrícola no Brasil, visualizada no gráfico 1, é bastante assimétrica. O seguro agrícola se encontra estabelecido predominantemente nas regiões de cultivo no Sul, onde os riscos climáticos são altos, com destaque também para os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Já no Norte, no Centro-Oeste e partes do

Sudeste e do Nordeste, há uma baixa adesão ao seguro agrícola devido às condições climáticas regulares e os altos preços das apólices (SANTOS *et al.*, 2013).

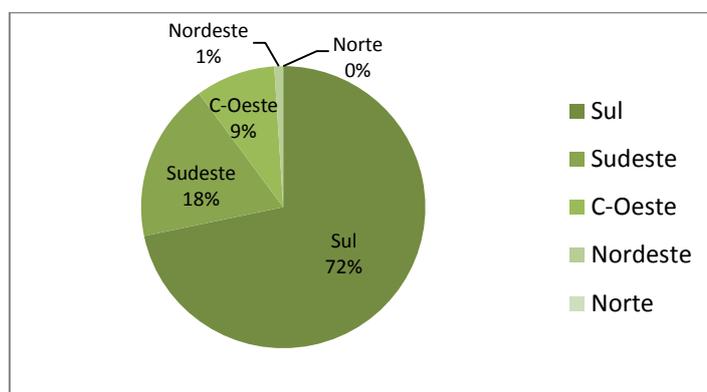


Gráfico 1 - Percentual de produtores por região atendidos pelo seguro privado
 Fonte: MAPA, s/d *apud* BARROS (2012)

O pequeno porte do seguro e a baixa abrangência regional evidenciam a incipiência tanto do mercado de seguros como do PSR (SANTOS *et al.*, 2013). Outro fator que tem afetado o desenvolvimento do seguro agrícola é o fato de que este sistema vem tentando segurar agricultores contra todos os tipos de risco (como inundações, granizo, seca e pragas), em um país onde o clima varia muito de região para região (GUANZIROLI e BASCO, 2008). Também há fatores estruturais da agricultura brasileira que aumentam o risco, como a infraestrutura limitada de transportes e as práticas de gestão financeira inadequadas dos agricultores devido, principalmente, à falta de assistência técnica (GUANZIROLI e BASCO, 2008).

Como é possível visualizar na figura 1, apesar de o Brasil se destacar como um importante produtor de alimentos, este possui um mercado de seguro ainda muito incipiente, o que se torna preocupante no que diz respeito aos efeitos multiplicadores gerados no agronegócio no país.



Figura 1 - Mapa mundial segundo a produção de alimentos e o mercado de seguro
 Fonte: Swiss Re, s/d *apud* BARROS (2012)

A indisponibilidade de seguro também afeta o crédito rural, pois sem o seguro, muitos dos agricultores não seriam capazes de pagar suas dívidas e seus empréstimos na eventualidade de uma quebra de safra por eventos climáticos (SWISS RE, 2009), fazendo com que os bancos passem a ser extremamente conservadores para conceder crédito aos agricultores, exigindo garantias para se proteger de perdas decorrentes de sinistros ou mesmo por falência destes clientes.

É importante ainda destacar que a disponibilidade limitada do seguro agrícola em países em desenvolvimento representa um tema de relevada importância, considerando que os países em desenvolvimento são caracterizados por uma elevada vulnerabilidade a riscos climáticos e

baixa capacidade adaptativa (PANDA *et al.*, 2013), o que implica na necessidade de melhorar a capacidade de adaptação dos grupos mais vulneráveis.

2.5. Medidas de adaptação no setor agrícola

Existem duas grandes frentes de esforços sobre as mudanças climáticas recomendadas pelo IPCC: adaptação e mitigação. Complementarmente à mitigação, que tem por objetivo reverter ou reduzir os impactos negativos causados ao ambiente, a adaptação propõe medidas que não visam propriamente à redução dos impactos, mas sim a assimilação destes. Assim, as medidas de adaptação reduzem a vulnerabilidade aos impactos negativos, apesar dos eventos climáticos continuarem a existir (IPCC, 2011).

No que diz respeito às medidas de controle dos riscos climáticos, as quais possuem relevada importância para reduzir a incidência de sinistros no seguro agrícola, destaca-se que, no Brasil, o principal instrumento de gestão e controle de riscos na agricultura é o Zoneamento Agrícola de Risco Climático feito pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o qual se constitui em um instrumento de política agrícola.

Este estudo é elaborado com o objetivo de minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos e permite a cada município identificar a melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos de cultivares (MAPA, 2014). Com base nesse estudo, são elaboradas resoluções com mapas de risco para uma gama bastante ampla de produtos e regiões, o que “permite determinar a melhor época de semeadura para cada município, onde as fases mais críticas da cultura tenham uma probabilidade menor de coincidirem com as adversidades climáticas” (CPTEC/ INPE, s/d).

Outra estratégia de controle de riscos importante é o aprimoramento de sistemas de previsões climáticas, uma vez que no Brasil há poucas estações meteorológicas que podem prever, com aceitável grau de incerteza, mudanças no tempo e do clima. O monitoramento das condições climáticas tem se tornado cada vez mais importante, considerando-se os impactos previstos das mudanças climáticas na agricultura (GUIANZIROLI e BASCO, 2008).

Para tentar entender as mudanças na probabilidade da ocorrência de eventos climáticos extremos sob cenários de mudanças climáticas, as seguradoras, gradativamente, passam a fundamentar-se no conhecimento científico e nas modelagens climáticas, complementarmente a suas bases de dados históricos de perdas relacionadas aos eventos climáticos, para melhor quantificar e diversificar sua exposição a riscos, passando a precificar e comunicar o risco de forma mais precisa e oferecendo bases para adaptação e prevenção de perdas (MILLS, 2012).

Dentro das medidas de adaptação no setor agrícola, destacam-se ainda os esforços para o melhoramento genético, para se obter cultivares mais resistentes a temperaturas elevadas e à deficiência hídrica; a introdução de novas culturas; e a prospecção de genes na biodiversidade (ASSAD, 2007). Destas, destaca-se que as modificações genéticas têm se mostrado como “alternativas altamente viáveis para minimizar impactos da mudança do clima” (MARCOVITCH, 2010, p. 7), apresentando elevada relação benefício/ custo.

3. Metodologia

De acordo com uma revisão de literatura feita por Richards e Michen (1998), testes empíricos de seleção adversa utilizam, tipicamente, estimativas da resposta dos participantes aos retornos do seguro (sinistros) ou ao custo de comprar o seguro (prêmios). Nesse sentido, “uma resposta positiva aos sinistros, ou uma resposta negativa aos prêmios, é interpretada como evidência de seleção adversa” (tradução livre de RICHARD e MICHEN, 1998, p. 54).

Assim, o indicador selecionado no presente estudo para identificar a ocorrência de seleção adversa no seguro agrícola no Brasil é a influência exercida pelo valor total de sinistros

ocorridos em um ano sobre as contratações de seguro do ano seguinte, representados pelo valor total dos prêmios pagos. O valor total de sinistros representa uma *proxy* para o aumento de riscos ambientais na carteira de seguro agrícola. O indicador de seleção adversa representa, desta maneira o coeficiente de regressão linear (R^2) do conjunto de dados, onde: os sinistros totais pagos no ano corrente são a variável explicativa (x); e os prêmios totais pagos no ano posterior são a variável dependente (y). Quanto maior o valor de R^2 , para R^2 positivo, maior seria a influência dos sinistros do ano corrente no valor dos prêmios pagos no ano posterior, o que fornece evidência de ocorrência do fenômeno de seleção adversa.

A seguir, é apresentada a tabela 2, com a representação de como foram estruturados para a análise de regressão linear os dados dos prêmios e sinistros, ano a ano:

Tabela 2 - Estruturação dos dados para análise de regressão linear entre os sinistros e os prêmios pagos do seguro agrícola em cada Unidade Federativa.

| <i>Sinistros (x)</i> | <i>Prêmios (y)</i> |
|----------------------|--------------------|
| 2012 | 2013 |
| 2011 | 2012 |
| 2010 | 2011 |
| 2009 | 2010 |
| 2008 | 2009 |
| 2007 | 2008 |
| 2006 | 2007 |
| 2005 | 2006 |
| 2004 | 2005 |
| 2003 | 2004 |

Fonte: Elaboração própria.

Para obter os dados para esta análise, foi feito um levantamento no SES - Sistema de Estatísticas da SUSEP (Superintendência de Seguros Privados) (SUSEP, 2014b), para cada Unidade Federativa (UF) do Brasil, do valor dos sinistros cobertos entre 2003 a 2012 e dos prêmios pagos entre 2004 a 2013. Esta série temporal, de dez anos, foi selecionada por abranger os principais eventos para fortalecimento do seguro agrícola no Brasil, a partir do processo de estabelecimento do PSR.

Para algumas UFs, foram obtidos da base de dados do SES valores zerados para prêmios e/ ou sinistros, e valores negativos para sinistros (reversões ou devoluções de valores pagos). Tais valores registrados como zero na base de dados seriam válidos para análise, representado ausência de operações, e não ausência do dado. Entretanto, tendo em vista que séries de dados com muitos zeros e valores negativos caracterizariam UFs com baixa representatividade no mercado de crédito agrícola, determinou-se como critério de seleção que seriam incluídas na análise somente as UFs que apresentassem as séries de dados completas e sem zeros, tanto de sinistros como de prêmios. Além disso, a inclusão de séries com muitos dados com valor igual a zero reduziria poder explicativo da análise, prejudicando a interpretação dos resultados dos testes estatísticos aplicados aos dados.

De acordo com esses critérios de inclusão, do total de 27 UFs, foram selecionadas seis para análise, sendo elas: Mato Grosso do Sul (MS), Minas Gerais (MG), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e São Paulo (SP). Para cada uma das seis UFs selecionadas, foram elaborados gráficos de dispersão a partir da estrutura ilustrada na tabela 2. A seguir, foram realizadas duas análises estatísticas no R Package (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

Primeiramente, foi realizada uma análise de regressão linear simples, cujo objetivo é, a partir de um modelo linear de predição, descrever a relação entre uma variável dependente y (ou resposta) e uma variável independente x (ou explicativa), a fim de prever ou predizer os valores de y para valores dados da variável independente (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998). Nesse contexto, o modelo de regressão é utilizado para se realizar uma inferência de causalidade, uma vez que se supõe, com base na hipótese de seleção adversa, que os sinistros ocorridos em um ano têm relação de causalidade com os prêmios pagos no ano posterior. Após a análise de regressão, foi realizado um teste de aleatorização, o qual considera uma hipótese nula, de que não existe padrão nos dados, ou se existe este padrão, isto é efeito do acaso; e uma hipótese alternativa, a qual afirma que os dados apresentam um padrão significativamente distinto do que seria obtido por uma combinação aleatória dos dados (MANLY, 2007).

Na plataforma R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012), foi calculado o coeficiente de regressão linear R^2 a partir da estrutura de dados original apresentada na tabela 2. Em seguida, foram realizadas para cada UF 10.000 aleatorizações dos dados, e, para cada aleatorização, foi calculado novamente o R^2 . Desta maneira, foi possível calcular o percentual de vezes que, com ordenações ao acaso das séries de dados, o valor de R^2 foi maior ou igual ao coeficiente de regressão original. Caso este percentual fosse superior ao nível de significância de 5% (escolhido *a priori*), não seria possível refutar a hipótese nula, que aquele valor de R^2 não difere significativamente do que seria obtido em combinações ao acaso da série de dados (MANLY, 2007).

No presente artigo, a hipótese nula é de que não existe relação entre os sinistros e os prêmios pagos, o que implica na inexistência de seleção adversa e uma relação linear não significativa entre os dados ($p\text{-valor} > 0.05$). Já a hipótese alternativa é de que existe relação significativa de causalidade ($p\text{-valor} < 0.05$), explicada por um modelo linear, entre os sinistros e os prêmios pagos e, por extensão, existe seleção adversa.

A principal vantagem do teste de aleatorização é que ele pode ser utilizado para pequenos conjuntos de dados, independentemente da normalidade da distribuição dos dados ou dos resíduos da regressão, e desta forma é adequado para analisar as séries de dados deste artigo. Já a principal desvantagem deste teste é a impossibilidade de generalizar conclusões para o tema de interesse além dos dados que foram analisados (MANLY, 2007). Entretanto, o método permite descrever uma tendência que ocorreu no período de tempo analisado, permitindo a realização de inferência de causalidade entre as variáveis analisadas.

4. Apresentação e análise dos resultados

A seguir, a tabela 3 sintetiza os resultados obtidos no presente artigo. São eles: coeficiente de regressão linear dos dados (R^2), realizada para se analisar a relação entre sinistros de um ano e prêmios do ano posterior; p-valor, obtido por aleatorização, para estimar a significância dos resultados; inferência da ocorrência de seleção adversa a partir dos resultados estatísticos; ano de ocorrência dos picos de valor dos sinistros para as seis UFs analisadas; e anos em que houve a ocorrência de valores de sinistros superiores aos valores dos prêmios, para as seis UFs analisadas.

Tabela 3- Resultados obtidos: coeficiente de regressão linear dos dados (R^2); p-valor obtido por aleatorização; inferência da ocorrência de seleção adversa; anos dos picos de valor de sinistros; e anos de ocorrência de valores de sinistros superiores aos dos prêmios.

| | R^2 | <i>p-valor</i> | <i>Seleção adversa?</i> | <i>Pico do valor dos sinistros</i> | <i>Valor dos sinistros superior ao dos prêmios</i> |
|----|-------|----------------|-------------------------|------------------------------------|--|
| MS | 0,587 | 0,01 (< 0,05) | Sim | 2012 | 2004 a 2006 |
| MG | 0,120 | 0,32 | Não | 2011 | 2004 e 2006 |
| PR | 0,224 | 0,17 | Não | 2009 | 2004 e 2009 |
| RS | 0,417 | 0,04 (< 0,05) | Sim | 2012 | 2005 e 2009 |
| SC | 0,093 | 0,39 | Não | 2012 | 2005, 2007, 2009 e 2012 |
| SP | 0,75 | 0,003 (< 0,05) | Sim | 2012 | 2005 e 2008 |

Fonte: Elaboração própria

Realizando uma análise comparativa dos três estados em que se pode inferir a ocorrência de seleção adversa (ou seja, que os sinistros do ano anterior influenciam os prêmios do ano posterior), sendo eles: Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e São Paulo, é possível verificar algumas tendências:

Primeiramente, destaca-se que, nos três casos, foi verificado um pico do valor dos sinistros em 2012, no ano em que ocorreu o fenômeno *La Niña*, o qual se constitui como uma anomalia climática que pode desencadear diversos tipos de eventos climáticos extremos.

Apesar de o *La Niña* não se constituir como um fenômeno decorrente das mudanças climáticas, os impactos gerados por esta anomalia climática são análogos aos decorrentes das mudanças climáticas globais, uma vez que este fenômeno aumenta a ocorrência de eventos climáticos extremos. Dessa forma, pode-se inferir que os impactos causados ao mercado de seguro agrícola brasileiro são também análogos em ambos os casos.

Em segundo lugar, destaca-se que nos três casos em que as análises estatísticas possibilitaram a inferência de ocorrência de seleção adversa (Godwin e Kastens, 1993 *apud* RICHARD e MICHEN, 1998), o pico do valor dos prêmios ocorreu no ano posterior ao pico do valor dos sinistros, corroborando com a hipótese de que, com o aumento da frequência de ocorrência de eventos climáticos extremos, cresce a procura por seguro pelos produtores situados nas regiões mais afetados por tais eventos.

No que diz respeito aos estados no quais não se pode inferir a ocorrência de seleção adversa, sendo eles: Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina, é possível realizar algumas considerações:

Em primeiro lugar, é relevante mencionar que o aumento do valor dos prêmios não pode ser explicado apenas pela ocorrência de eventos climáticos extremos, uma vez que estes estados apresentaram picos do valor dos prêmios em anos não posteriores aos anos em que se registraram os picos dos valores dos sinistros.

Em um país como o Brasil, no qual o agronegócio responde por uma parte importante do PIB, o aumento da procura por seguro agrícola pode ocorrer independentemente das mudanças climáticas, devido à sua importância para a resiliência econômica dos produtores rurais e para facilitar o acesso ao crédito rural. Além disso, também se deve considerar a influência dos investimentos no PSR como um fator responsável por este crescimento.

Entretanto, mesmo em Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina, constatou-se a ocorrência de eventos climáticos extremos nos anos em que se registraram os picos dos valores de

sinistros, o que ilustra os possíveis impactos econômicos das mudanças climáticas na produção agrícola.

Destaca-se, ainda, que ao comparar os valores dos sinistros e dos prêmios pagos no mesmo ano, constata-se que, em todos os estados analisados, há a ocorrência de anos em que o valor dos sinistros foi superior ao valor dos prêmios, o que coloca em risco a sustentabilidade financeira das empresas seguradoras.

Nesse sentido, mesmo nos casos em que não foi possível se inferir estatisticamente a ocorrência de seleção adversa, mostra-se importante adotar medidas de mitigação e adaptação, para assim ser possível reduzir a incidência de sinistros e, dessa forma, preservar a viabilidade financeira das seguradoras.

As estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas são particularmente relevantes ao se considerar que, das 27 UFs brasileiras, muitas, principalmente na região Norte, não possuem acesso ao seguro agrícola, em parte devido aos altos preços das apólices. Nessas regiões onde o seguro privado não é amplamente disponível, fazem-se necessários outros instrumentos para aumentar a resiliência às mudanças climáticas, com especial atenção para a gestão dos riscos e a adaptação dos grupos mais pobres da população (MARENCO, 2009). As medidas de adaptação focadas nos pequenos produtores (agricultura familiar ou de pequena escala) com menor poder econômico, que apesar de responderem por 60% da produção agrícola no Brasil (MARCOVITCH, 2010) muitas vezes não possuem acesso ao seguro agrícola, são de fundamental importância na perseguição aos objetivos de equidade socioambiental.

Assim, percebe-se que o seguro agrícola, sob os cenários futuros de mudanças climáticas, exige um plano estratégico para lidar com a probabilidade alterada da distribuição dos eventos climáticos extremos (SHEN *et al.*, 2010). Nesse sentido, o setor de seguros, juntamente com o setor público, possui um grande potencial de promover a redução do risco, através de ações de mitigação dos riscos e também de adaptação.

5. Conclusão

Os resultados indicam que há ocorrência de seleção adversa no mercado de seguro agrícola no Brasil, respondendo assim à pergunta de pesquisa que norteia o presente artigo. Tal resultado foi verificado para os estados de Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e São Paulo, sendo possível inferir que os sinistros ocorridos em um ano influenciam os prêmios pagos no ano posterior.

A ocorrência da seleção adversa, aliada à disponibilidade relativamente baixa de seguro agrícola no Brasil, gera um ciclo vicioso, no qual o alto risco de ocorrência de eventos extremos leva a um aumento do valor dos prêmios, que por sua vez implica na permanência predominantemente dos contratos de maior risco, sendo que o baixo número de clientes e o risco aumentado da carteira de seguros, por sua vez, impossibilitam a redução do valor dos prêmios.

Assim, considerando que as mudanças climáticas aumentam a frequência e intensidade da ocorrência de eventos climáticos extremos, os quais possuem potencial de gerar valores elevados de sinistros na agricultura, e que, de acordo com os resultados do presente artigo, possivelmente levam a uma maior contratação de seguros, torna-se fundamental realizar mais estudos complementares sobre a ocorrência de seleção adversa no mercado de seguro agrícola no Brasil, pois este fenômeno pode causar prejuízos ou mesmo a quebra deste setor do mercado de seguros.

Os estudos complementares a respeito da seleção adversa no mercado de seguro agrícola brasileiro dependeriam, entretanto, da possibilidade de replicar a abordagem deste estudo nas demais UFs, o que é inviável na ausência de um mercado de seguros mais amplo, capilarizado e consolidado.

No contexto atual seria desejável ao menos refinar o presente estudo a partir séries históricas nos mesmos estados selecionados, inserindo variáveis simples, como o número de apólices contratadas, o que permitiria avaliar se as respostas no valor total dos prêmios ocorrem em função do aumento do valor médio dos prêmios ou da quantidade de apólices transacionadas. No entanto os dados a respeito do número de apólices transacionadas de seguro agrícola ainda não estão disponíveis nas bases públicas da SUSEP.

Tais estudos poderiam, assim, influenciar a atuação do mercado segurador, juntamente ao setor público, para redução da vulnerabilidade dos segurados. Isso porque, ao reduzir a vulnerabilidade dos seus clientes, reduz-se a probabilidade da incidência de sinistros, o que possibilitaria uma redução do valor dos prêmios e, conseqüentemente, aumentaria o número de produtores com acesso ao seguro agrícola, garantindo assim a viabilidade financeira a longo prazo do setor de seguros, que por sua vez resultaria na geração de co-benefícios sociais e econômicos (como a redução da vulnerabilidade e dos custos de contratação) aos produtores agrícolas.

6. Referências

- ALLISON, E. **Gerenciamento dos impactos dos eventos climáticos extremos é debatido em São Paulo**. Agência FAPESP, 17 ago. 2012.
- ASSAD, E. D. Agricultura Tropical. In: **Mudança Climática – Rumo a um novo acordo mundial**. Relatório científico, III Conferência Regional sobre Mudanças Globais: América do Sul. 04 a 08 nov. 2007. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2008, 237 p.
- BARROS, A. M. **Seguro agrícola no Brasil** – uma visão estratégica de sua importância para a economia brasileira. MB Agro. Jul. 2012.
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Seguro Agrícola: algumas experiências internacionais. **Informativo Técnico SEAGRI**, n. 1, ago. 2010.
- BOYER, M.; PORRINI, D. The Efficient Liability Sharing Factor for Environmental Disasters: Lessons for Optimal Insurance Regulation. **The Geneva Papers**, v. 33, 2008, pp. 337–362.
- BUAINAIN, A. M.; VIEIRA, P. A. Seguro Agrícola no Brasil: desafios e potencialidades. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, v. 7, n. 13, abr./ set. 2011, pp. 39-68.
- CPTEC/ INPE – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **El Niño e La Niña**, 2014.
- CUNHA, A. S. Um seguro agrícola eficiente. Brasília, DF: Universidade de Brasília, **Série Textos para Discussão**, nº 255, out. 2002.
- DIAS, M. A. F. S. **Eventos extremos: fenômenos naturais ou conseqüências das ações humanas?**. Universidade de São Paulo. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Departamento de Ciências Atmosféricas. 28 fev. 2011.
- DTN – The Progressive Farmer. **The Rise of Brazilian Crop Insurance**. March, 2014.
- ECOAGRO. **O Agronegócio no Brasil**. 2014.
- GUANZIROLI, C. E.; BASCO, C. A. Managing agricultural insurance in Brazil. **Comuniica**, fourth year, second phase, pp. 33-43, may-aug. 2008. IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura.
- HADDAD, E. A. **Economia das Mudanças Climáticas**. CONCLIMA – 1ª Conferência Nacional de Mudanças Climáticas Globais de São Paulo. 09 a 11 set. 2013.

- HARMELING, S. **Global Climate Risk Index 2008**. Weather-related loss events and their impacts on countries in 2006 and in a long-term comparison. Berlin: Germanwatch, 2007, 35 p.
- HARMELING, S. **Global Climate Risk Index 2009**. Weather-related loss events and their impacts on countries in 2007 and in a long-term comparison. Berlin: Germanwatch, 2008, 23 p.
- HARMELING, S. **Global Climate Risk Index 2010**. Who is most vulnerable? Weather-related loss events since 1990 and how Copenhagen needs to respond. Berlin: Germanwatch, 2009, 19 p.
- HARMELING, S. **Global Climate Risk Index 2011**. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2009 and 1990 to 2009. Berlin: Germanwatch, 2010, 23 p.
- HARMELING, S. **Global Climate Risk Index 2012**. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2010 and 1991 to 2010. Berlin: Germanwatch, 2011, 27 p.
- HARMELING, S.; ECKSTEIN, D. **Global Climate Risk Index 2013**. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2011 and 1992 to 2011. Berlin: Germanwatch, 2012, 27 p.
- INCLINE. **I Oficina Interdisciplinar Incline**. 8 e 9 de abril de 2013.
- IPCC, 2011: **Climate Change 2001: Synthesis Report**. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 pp.
- IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- KREFT, S.; ECKSTEIN, D. **Global Climate Risk Index 2014**. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2012 and 1993 to 2012. Berlin: Germanwatch, 2013, 27 p.
- KREFT, S.; ECKSTEIN, D.; JUNGHANS, C.; KERESTAN, C.; HAGEN, U. **Global Climate Risk Index 2015**. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2013 and 1994 to 2013. Berlin: Germanwatch, 2014, 31 p.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2nd English edition. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1998, 852 p.
- LOTZE-CAMPEN, H.; SCHELLNHUBER, H. J. Climate impacts and adaptation options in agriculture: what we know and what we don't know. **Journal for Consumer Protection and Food Safety**, v. 4, n. 2, pp. 145-150.
- LOVATELLI, C. 19º Fórum ABAG – Associação Brasileira do Agronegócio. **Agroanalysis** – a revista de agronegócios da FGV. Jan. 2011.
- MANLY, B. F. J. **Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology**. Third Edition. Boca Raton: Chapman & Hall/ CRC, 2007.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. 2014.
- MARCOVITCH, J. (Coord.) **Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010. 82 p.

- MARENGO, J. A. **Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima - Impactos sociais e econômicos**. CCST/ INPE - Centro de Ciências do Sistema Terrestre/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas – GPMC, n. 8, mai. 2009.
- MILLS, E. The Greening of Insurance. **Science/ AAAS**, v. 338, pp. 1424-1425, 14 dez. 2012.
- PANDA, A.; SHARMA, U.; NINAN, K. N.; PATT, A. Adaptive capacity contributing to improved agricultural productivity at the household level: Empirical findings highlighting the importance of crop insurance. **Global Environmental Change**, v. 23, 2013, pp. 782–790.
- POLIDO, W. A. Contrato de seguro: a efetividade do seguro ambiental na composição de danos que afetam direitos difusos. **Revista de Direito Ambiental**, n. 45, janeiro-março de 2007.
- RICHARDS, T. J.; MISCHEN, P. The Demand for Specialty-Crop Insurance: Adverse Selection and Inefficiency. **Journal of Agribusiness**, v. 16, n. 1, 1998, pp. 53 – 77.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- SAITO, S. M. **Desastres naturais: conceitos básicos**. I Escuela de primavera sobre soluciones espaciales para el manejo de desastres naturales y respuestas de emergências – inundaciones. INPE. 08 a 12 set. 2008.
- SANTOS, G. R.; SOUSA, A. G.; ALVARENGA, G. **Seguro agrícola no Brasil e o desenvolvimento do programa de subvenção ao prêmio**. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2013.
- SHEN, S.; BASIST, A.; HOWARD, A. Structure of a digital agriculture system and agricultural risks due to climate changes. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, n. 1, 2010, pp. 42-51.
- SILVA E MEIRELES, D. Teorias de mercado e regulação: por que os mercados e o governo falham?. **Cadernos EBAPE**, v. 8, n. 4, artigo 5, dez. 2010, pp. 644-660.
- SUSEP – Superintendência de Seguros Privados (a). **Informações ao público: seguro rural**. 2014.
- SUSEP – Superintendência de Seguros Privados (b). **SES – Sistema de Estatísticas da SUSEP**. Opção escolhida: Seguros: Prêmios e Sinistros (UF Todas). 2014.
- SWISS RE. **Betting the farm? Agricultural risks in Brazil**. Focus report, 2009.
- VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. O risco, os riscos. In: VEYRET, Y. (Org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. p. 23-79.