

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**Estimativa da perda potencial de soja no Paraná através de
métodos agrometeorológicos para fins de seguro agrícola**

LEANDRO CALVE

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Estimativa da perda potencial de soja no Paraná através de métodos agrometeorológicos para fins de seguro agrícola

Dissertação de mestrado submetida à banca examinadora para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola, na área de concentração em Desenvolvimento Rural Sustentável.

LEANDRO CALVE

Orientadora: Profa. Dra. Maria Ângela Fagnani

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

C139e Calve, Leandro
Estimativa de perda potencial de soja no Paraná
através de métodos agrometeorológicos para fins de
seguro agrícola / Leandro Calve. --Campinas, SP: [s.n.],
2011.

Orientador: Maria Angela Fagnani.
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Soja. 2. Seguro agrícola. 3. Balanço hidrológico.
4. Secas. I. Fagnani, Maria Angela. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Estimated potential loss of soybean in Paraná through
agrometeorological methods for crop insurance

Palavras-chave em Inglês: Soybean, Agricultural insurance, Hidrological
balance, Drought

Área de concentração: Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Jurandir Zullo Junior, Giampaolo Queiroz Pellegrino

Data da defesa: 23/02/2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da **Dissertação de Mestrado** defendida por **Leandro Calve**, aprovado pela Comissão Julgadora em 23 de fevereiro de 2011, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



DEDICO

Aos meus pais que me deram a
oportunidade de ter acesso ao bem
mais precioso de um homem... a
educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Profa. Dra. Maria Ângela Fagnani pela paciência e persistência e pela orientação primorosa para que esse trabalho pudesse ser concluído;

À Aliança do Brasil e aos amigos que fiz nessa empresa, pela disponibilidade dos dados sobre o seguro agrícola da soja;

À Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP pela oportunidade de realização dos trabalhos e acesso ao amplo conhecimento adquirido durante toda a realização desse mestrado;

Aos amigos da UBF Seguros, em especial ao Fábio Perfeito Damasceno pelo apoio irrestrito à conclusão dessa dissertação;

Aos meus irmãos Tatiane e Alessandro pelo apoio e por acreditarem na finalização desse trabalho;

À Fernanda por ter estado ao meu lado em boa parte desse trabalho, me apoiando, incentivando e acreditando no sucesso;

Por fim não posso deixar de agradecer a enorme contribuição de todos os amigos que fiz na Embrapa CNPTIA e no CEPAGRI/Unicamp, por tudo que me ensinaram sobre a agrometeorologia e também pelas informações valiosas que me permitiram concluir essa dissertação.

| Sumário | Página |
|---|---------------|
| Lista de Figuras | viii |
| Lista de Tabelas | ix |
| Resumo | x |
| Abstract..... | xi |
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Justificativa | 4 |
| 3. Objetivos | 5 |
| 4. Hipótese..... | 5 |
| 5. Revisão Bibliográfica..... | 6 |
| 5.1. Cultura da soja | 6 |
| 5.2. Aspectos econômicos..... | 7 |
| 5.3. Soja no Paraná..... | 9 |
| 5.4. Fisiologia..... | 10 |
| 5.5. Parâmetros Bioclimáticos | 14 |
| 5.6. Modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade..... | 19 |
| 5.7. Clima Paranaense..... | 22 |
| 5.8. Proagro | 27 |
| 5.9. Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos da Soja | 30 |
| 5.10. Seguro privado | 33 |
| 6. Material e Métodos | 46 |
| 6.1. Área de estudo..... | 46 |
| 6.2. Escolha dos municípios..... | 47 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.3. | Dados de entrada..... | 49 |
| 6.4. | Cálculos..... | 49 |
| 6.4.1. | Balanço hídrico..... | 49 |
| 6.4.2. | Análise do período de risco | 50 |
| 6.4.3. | Análise da variabilidade de produção..... | 53 |
| 6.4.4. | Cálculo da perda potencial | 53 |
| 7. | Resultados e discussões..... | 55 |
| 7.1. | Análise da perda potencial | 55 |
| 7.2. | Relação entre veranicos e sinistralidade | 62 |
| 7.3. | Análise do Balanço Hídrico e sinistralidade nos municípios analisados | 66 |
| 7.3.1. | Assis Chateaubriand | 67 |
| 7.3.2. | Maringá..... | 72 |
| 7.3.3. | Cândido de Abreu..... | 77 |
| 7.3.4. | Lapa | 82 |
| 7.3.5. | Palmas..... | 88 |
| 7.4. | Sinistralidade e a variabilidade de produtividade | 93 |
| 7.5. | Modelo de procedimento para análise da perda potencial e risco..... | 94 |
| 8. | Conclusões | 96 |
| 9. | Referência Bibliográfica | 97 |

| Lista de Figuras | Página |
|--|---------------|
| Figura 1 - Fases fenológicas da soja..... | 11 |
| Figura 2 - Precipitação nos meses mais secos..... | 23 |
| Figura 3 - Precipitação nos meses mais chuvosos..... | 24 |
| Figura 4 - Variabilidade anual de precipitação..... | 25 |
| Figura 5 - Temperatura do trimestre mais quente..... | 26 |
| Figura 6 - Classificação climática no Estado do Paraná..... | 27 |
| Figura 7 - Componentes dos sistemas de gestão de riscos, baseado nos sistemas de seguros. . | 39 |
| Figura 8 - Municípios selecionados para estudo. | 48 |
| Figura 9 - Divisão política dos Núcleos Regionais da SEAB | 48 |
| Figura 10 - Relação entre Perdas estimadas e a sinistralidade (% - R\$). | 57 |
| Figura 11 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Assis Chateaubriand..... | 59 |
| Figura 12 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Maringá..... | 60 |
| Figura 13 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Cândido de Abreu | 60 |
| Figura 14 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Lapa | 61 |
| Figura 15 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Palmas..... | 61 |
| Figura 16 - Correlação entre veranicos e sinistralidade financeira. | 64 |
| Figura 17 - Correlação entre veranicos e sinistralidade (em função do nº de contratos) | 66 |
| Figura 18 - Balanço hídrico normal, Assis Chateaubriand..... | 67 |
| Figura 19 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Assis Chateaubriand..... | 69 |
| Figura 20 - Balanço hídrico normal, Maringá | 72 |
| Figura 21 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Maringá | 74 |
| Figura 22 - Balanço hídrico normal, Cândido de Abreu | 77 |
| Figura 23 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Cândido de Abreu..... | 79 |
| Figura 24 - Balanço hídrico normal, Lapa..... | 82 |
| Figura 25 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Lapa | 85 |
| Figura 26 - Balanço hídrico normal, Palmas | 88 |
| Figura 27 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Palmas | 90 |

| | |
|---|----|
| Figura 28 - Correlação entre Coeficiente de Variação médio e sinistralidade | 93 |
|---|----|

Lista de Tabelas

Página

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Descrição dos estádios vegetativos da soja. | 12 |
| Tabela 2 - Descrição dos estádios reprodutivos da soja. | 13 |
| Tabela 3 - Evapotranspiração média diária. | 16 |
| Tabela 4 - Operações de subvenção ao prêmio do seguro agrícola da cultura da soja no PR. Fonte: MAPA (2009) | 46 |
| Tabela 5 - Operações de subvenção ao prêmio do seguro agrícola - 2008. Fonte: MAPA (2009)..... | 46 |
| Tabela 6 - Dados utilizados para o BH da cultura da soja..... | 49 |
| Tabela 7 - Situação de plantio e colheita da soja no Paraná - safras 06/07 a 09/10. Fonte: SEAB/DERAL..... | 51 |
| Tabela 8 - Principais períodos de risco da cultura da soja, por pólo regional. | 52 |
| Tabela 9 - Produtividade máxima municipal. Fonte (IBGE, 2010)) | 54 |
| Tabela 10 - Cálculo de perda potencial a partir da data de plantio | 56 |
| Tabela 11 - Probabilidade de ocorrência de veranico..... | 62 |
| Tabela 12 - Sinistralidades em termos financeiros e em número de contratos..... | 63 |
| Tabela 13 - Dias sem chuva significativa (menor que 5mm). | 65 |
| Tabela 14 - Resultado de ETR/ETP decencial para o município de Assis Chateaubriand | 70 |
| Tabela 15 - Resultado de ETR/ETP decencial para o município de Maringá..... | 75 |
| Tabela 16 - Resultado de ETR/ETP decencial para o município de Cândido de Abreu | 80 |
| Tabela 17 - Resultado de ETR/ETP decencial para o município de Lapa | 86 |
| Tabela 18 - Resultado de ETR/ETP decencial para o município de Palmas..... | 91 |

Resumo

Uma das formas utilizadas em todo o mundo para minimizar os impactos financeiros ao produtor causados por eventos climáticos é o seguro rural. No Brasil, existe a necessidade de um maior investimento na análise dos riscos climáticos para a precificação do seguro agrícola, para que seja mais amplo e de melhor acesso por parte dos produtores.

O objetivo deste trabalho foi verificar se, na análise do uso do balanço hídrico e da ocorrência dos veranicos, há correlação entre perdas históricas e os sinistros ocorridos em uma região e, também, com a estimativa de perda na safra corrente, permitindo com isso uma melhor análise dos riscos climáticos para o mercado segurador e para os produtores terem uma melhor ferramenta de gestão dos seus riscos.

Esse trabalho foi elaborado com base nos dados históricos de seguro da cultura soja fornecidos pela Cia. de Seguros Aliança do Brasil, dados de produção do IBGE, situação de plantio e colheita da SEAB – PR e dados meteorológicos fornecidos pelo Agritempo – EMBRAPA/UNICAMP. Os municípios utilizados foram escolhidos pela representatividade na produção da soja no Estado do Paraná e diversidade climática entre eles. Foram correlacionados os dados de veranicos com os sinistros ocorridos, bem como calculados os Balanços Hídricos decendiais e diários da cultura e também correlacionados com as sinistralidades ocorridas.

Verificou-se que, para a análise de risco do seguro da cultura da soja, as probabilidades de ocorrências de veranicos entre 6 e 11 dias são os que têm melhor correlação com os sinistros. Além disso, com a análise de perda potencial obtida através do Balanço Hídrico Diário da cultura, pode-se observar os períodos responsáveis pelas quedas de produção que influenciam os avisos de sinistros em cada município.

A análise das probabilidades de ocorrência de veranicos junto com a análise da perda potencial da produção da cultura da soja, nos municípios estudados, mostrou-se como boa ferramenta para a análise do risco de ocorrências de sinistros por seca.

Isto permitiu a elaboração de uma metodologia para análise de risco climático tanto para os produtores planejarem melhor o plantio, através da escolha de variedades e datas mais adequadas de plantio, quanto para as empresas seguradoras terem sustentação para poderem calcular mais eficientemente seus riscos e suas taxas.

Palavras chaves: soja, seguro agrícola, balanço hídrico, veranico, perda potencial

Abstract

Crop Insurance is one of the ways used around the world to minimize financial impacts to farmers caused by extreme weather events. In Brazil, it is necessary a greater investment in climate risk management to development rates, to expand and improve access to insurance market by producers.

The aim of this study was to verify by analysis, the use of water balance associated with the probability of dry periods has a correlation between historical losses and claims incurred and also with the estimated loss in the current season, thus allowing a better analysis of climate risks to the insurance market for producers and provide a robust tool for managing their risk of loss of production.

This work was based on historical data base of soybean crop insurance provided from Companhia de Seguros Aliança do Brasil, crop yield data from IBGE, context of planting and harvesting of SEAB - PR and meteorological data provided by Agritempo – EMBRAPA/UNICAMP. The cities studied were chosen for representation in soybean production in Paraná and climatic diversity among them. Data were correlated with dry spells for claims incurred and calculated daily water balance method decennial and culture and also correlated with the claim occurred.

It was found that for the analysis of insurance risk of soybean, the probabilities of occurrence of dry spells between 6 and 11 days are those with the best correlation with the claims. Furthermore, the analysis of loss potential obtained from daily water balance of the crops can be observed responsible periods for yield decrease that have influenced the notices of claims in each county.

Analysis of the likelihood of droughts along with analysis of the potential loss of soybean production in the counties studied, proved to be a good tool for analyzing the risk of claim by drought.

This allowed the elaboration of climate risk methodology analysis to producers plan better by choosing the planting of more suitable varieties and dates of planting more appropriate, and to support the insurance companies have to be able to more efficiently calculate their risks and charges.

Key words: soybean, crop Insurance, water balance, dry spells, loss potential

1. Introdução

Com a crescente demanda mundial por alimentos e uso da produção agrícola na alimentação humana, animal e também para a produção de bioenergia, o Brasil tem se consolidado como um grande fornecedor de alimentos e também de vegetais bioenergéticos.

Para que a agricultura brasileira tenha um crescimento constante e possa se manter como um grande fornecedor mundial de alimentos, o aumento da eficiência no uso de recursos e de insumos, a melhora qualitativa dos produtos agrícolas e a preservação dos recursos naturais são desafios da agricultura moderna. Ferramentas que venham no sentido de auxiliar a tomada de decisão são fundamentais para superar esses desafios e obter produtos competitivos e ambientalmente sustentáveis.

Diante disso, é de fundamental importância garantir a renda do produtor rural a fim de fixá-lo no campo e também para garantir a vitalidade de toda a cadeia produtiva, pois garantindo o fortalecimento de toda a produção agropecuária, também teremos o fortalecimento da economia nacional como um todo.

O setor agrícola está sujeito a diversos fatores que o torna uma atividade arriscada, sendo que um dos principais fatores de risco é a condição climática a que determinada cultura está exposta. As variáveis climáticas podem influenciar fortemente o resultado final de uma safra, pois essa produção depende do regime pluviométrico em cada fase de desenvolvimento da planta e essa variação climática pode afetar até mesmo o PIB de toda uma região, dependendo da intensidade de uma seca e a sua conseqüente quebra de produção, (OSAKI, 2007).

O mundo tem o seguro como uma ferramenta utilizada para a proteção econômica diante de fatores que possam causar uma determinada perda. Na agricultura, uma das formas mais utilizadas em todo o mundo de garantir a renda, ou pelo menos o custeio das operações agrícolas é o seguro rural. No Brasil, ele foi introduzido na década de setenta a partir do PROAGRO, que tinha inicialmente um caráter social, mas que, devido a sucessivas crises econômicas e financeiras, aliadas a fraudes e outros fatores de operacionalização, teve a necessidade de uma reestruturação entre o final da década de oitenta e o início da década de noventa (ROSSETTI, 2001).

Com o objetivo de reduzir as perdas econômicas geradas pelo modelo antigo do PROAGRO e as perdas da produção agrícola provocadas pelo clima, em meados da década de noventa foi implantado, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, o Projeto de Redução dos Riscos Climáticos na Agricultura e assim foi desenvolvido o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos, que é adotado atualmente por esse Ministério (ROSSETTI, 2001). Esse processo delimita as áreas com menor risco de insucesso ao desenvolvimento das culturas, mas não indica o potencial de produção e as épocas de plantio indicadas para a obtenção dos maiores níveis de produção.

Uma grande parte dos produtores rurais não tem acesso ao PROAGRO por não se enquadrarem nos requisitos do programa ou por necessitarem de coberturas diferenciadas e, com isso, abre-se a oportunidade de várias instituições privadas atuarem no mercado segurador agrícola oferecendo seus produtos a esses agricultores.

Como princípio básico de todo seguro, deve haver o pagamento de um prêmio por parte do segurado que é um valor calculado através da aplicação de uma taxa percentual sobre a importância segurada. A forma mais comum de cálculo é baseada na análise da variabilidade da produtividade histórica, fornecida por instituições oficiais de pesquisa estatística e órgãos de pesquisa agropecuária, sendo que os dados do IBGE são os mais utilizados no Brasil.

Apesar do maior risco ser a influência do clima, as seguradoras não utilizam diretamente a análise de risco climático para os seus cálculos atuariais de precificação e taxação do seguro.

O mercado segurador utiliza o risco climático apenas no sentido de um delimitador das áreas seguráveis e não seguráveis, pois o resultado final do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) indica apenas as áreas de maior e menor risco climático para o plantio de determinadas culturas e em determinado período.

O método de obtenção da precificação e taxas com base em análise de variabilidade das produtividades históricas pode conter erros relativos ao processo de levantamento dos dados de produção não se levando em consideração o nível de tecnologia do produtor e, também, o potencial produtivo das culturas utilizadas por determinado produtor.

Assim, neste trabalho, propõe-se utilizar, para fim de análise de seguro, a metodologia base do ZARC, que é a razão entre a evapotranspiração real (ET_r) e a potencial (ET_p), e, assim, obter uma análise de risco mais apurada, diminuindo o risco para as empresas

de seguros, isto pode fazer com que o valor dos seguros seja mais baixo aos produtores e, então, provoque um aumento no número de contratos de seguros e, também, uma melhor dispersão do risco.

Este trabalho também pretende verificar se, o uso da relação entre ETr/ETp obtida através do cálculo do balanço hídrico pode indicar a correlação entre perdas históricas e sinistros ocorridos visando uma estimativa de perdas na safra corrente, que sirva de base para as empresas seguradoras terem um controle ainda maior dos seus riscos em torno dos contratos de seguros da cultura da soja no Estado do Paraná.

2. Justificativa

A produção agrícola é diretamente influenciada pelos fatores climáticos, em especial, a chuva e a temperatura. O conhecimento dessa relação permite prever com certa antecedência a produtividade, avaliar os incrementos na produção e, também, as possíveis perdas pela falta de água em determinada época do ciclo fenológico das culturas.

Assim, uma metodologia de cálculo atuarial baseada na influência da variabilidade climática associada às probabilidades de perdas, poderia tornar o seguro ainda economicamente mais viável e atrativo aos produtores, fornecendo uma maior avaliação dos riscos, podendo resultar em menor preço do seguro e assim um aumento do número de contratos de seguros.

Consequentemente haveria uma melhor distribuição dos riscos, uma vez que as regiões com baixos riscos também teriam um seguro atrativo e com isso diminuiria a anti-seletividade a que está exposto o seguro agrícola, o que é conhecido no mercado segurador como a contratação de seguros apenas em regiões de alto risco de perda.

Esta metodologia mostra-se viável, primeiro, por já existirem diversos trabalhos que mostram a possibilidade do cálculo potencial de perdas das culturas com base na análise climática, segundo, pela hipótese que a variabilidade da produtividade de soja no Estado do Paraná tem correlação com a frequência de ocorrência de veranicos com mais de onze dias.

Dessa forma pode-se supor que a correlação entre a probabilidade de ocorrência de veranicos (dias sequenciais sem chuva durante um período chuvoso) com a produtividade de determinada cultura, possa também indicar as áreas de maior e menor risco de ocorrência de sinistros e, com isso, aprimorar os cálculos atuariais do seguro agrícola.

3. Objetivos

O objetivo geral desse trabalho é determinar, utilizando como base as safras de 2001/2002 a 2008/2009, a quebra da produtividade da soja e a ocorrência de sinistros no mercado segurador, a partir dos cálculos e análises do balanço hídrico meteorológico da cultura para alguns municípios do Estado do Paraná.

Como objetivo específico propõe-se analisar, dentro do período indicado como favorável ao plantio da soja pelo ZARC, a relação entre a evapotranspiração real e a potencial ocorrida correlaciona-se com a perda de rendimento da cultura e consequente aviso de sinistros por seca.

Propõe-se também verificar a possibilidade do uso do balanço hídrico diário da cultura e a análise de períodos de ocorrência de veranicos para fins de monitoramento agrometeorológico e estimativa de perda futura do rendimento da cultura.

4. Hipótese

Esse trabalho tem como hipótese que a probabilidade de ocorrência de veranicos durante as fases de maiores riscos de quebra de produção da cultura da soja, por deficiência hídrica, pode refletir o risco climático à que o mercado segurador está exposto.

Além disso, também considera-se a hipótese de que, o acompanhamento do balanço hídrico da cultura, pode ser utilizado tanto como ferramenta de análise de risco climático, quanto para o monitoramento e previsão de perdas futuras do mercado segurador.

Do ponto de vista do produtor, tem-se a hipótese de que toda metodologia que possa estar disponível para o acompanhamento dos riscos climáticos, também possa ser utilizada para uma melhor gestão das suas atividades, redução dos seus riscos e melhor suporte às negociações relacionadas ao mercado segurador.

5. Revisão Bibliográfica

5.1. Cultura da soja

Considerada na atualidade como uma das mais importantes oleaginosas em produção, por ser uma das plantas com maior teor de proteína vegetal por hectare do que qualquer outra cultura extensiva acredita-se que sua origem, de forma domesticada, se deu na região meio norte da China por volta do século XI A.C. e depois espalhou pelo resto do oriente (BONETTI, 1981).

Com o crescimento do comércio do leste asiático, a soja foi levada para o sul da China, Coréia e Japão, além do sudeste da Ásia, sendo que nos séculos VI e VII foi considerada como um dos cinco grãos sagrados, junto ao arroz, trigo, cevada e milheto. Com a chegada dos navios europeus ao Japão, a partir do século XVI, é que se iniciou a sua trajetória para o ocidente, atingindo importância comercial apenas no início do século XX (BONETTI, 1981).

Os primeiros cultivos comerciais de soja na Europa se deram na Inglaterra, em 1790, sendo levada no início do século XIX para os Estados Unidos tendo sua produção desenvolvida apenas no século XX, devido à sua alta capacidade de rendimento e menor custo de colheita em comparação com outras leguminosas.

Segundo Camara (2000), a soja foi introduzida no Brasil em 1882 no Estado da Bahia, em 1908 por japoneses no Estado de São Paulo e, posteriormente, em 1914, levada ao Rio Grande do Sul, onde foi introduzida oficialmente, sendo que a produção significativa deu-se apenas em meados do século passado. Posteriormente, a soja foi para Santa Catarina e em seguida ao Paraná.

Mas a soja só iniciou a sua consolidação como economicamente importante para o Brasil na década de 60, a partir da necessidade de que existisse uma cultura de verão sucessora às áreas plantadas com trigo e, também, para o suprimento de proteína vegetal (farelo de soja) para a alimentação de aves e suínos, que necessitava de uma base alimentar consistente e de baixo custo, que desse condições para impulsionar a expansão da criação de animais. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, sendo produzidas cerca de 500 mil toneladas no País, (DALL'AGNOL E HIRAKURI, 2008).

A partir da década de 70, houve outro grande impulso na produção de soja no Brasil, pela exploração agrícola dos cerrados do centro-oeste, onde havia disponibilidade de terras baratas, subsídios do governo e bom preço do grão nos mercados interno e externo (CAMARA, 2000).

Aliado à facilidade de expansão do centro-oeste brasileiro, a explosão do preço da soja no mercado mundial, no ano de 1970, despertou ainda mais os agricultores e o próprio governo brasileiro para o investimento na produção dessa cultura. O País se beneficia de uma vantagem competitiva em relação aos outros países produtores: o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, quando os preços atingem as maiores cotações.

Desde então, o país passou a investir em tecnologia para adaptação da cultura às condições brasileiras, processo liderado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que, com investimentos em pesquisa, levou à "tropicalização" da soja, permitindo, pela primeira vez na história, que o grão fosse plantado com sucesso em regiões de latitudes baixas, entre o Trópico de Capricórnio e a linha do Equador.

Essa conquista dos cientistas brasileiros revolucionou a história da soja e seu impacto começou a ser notado pelo mercado mundial a partir do final da década de 80 e mais notoriamente na década de 90, quando os preços do grão começaram a cair (DALL'AGNOL E HIRAKURI, 2008).

5.2. Aspectos econômicos

Em 2005, as exportações do complexo da soja totalizaram US\$ 9,48 bilhões, o equivalente a 20,9% do saldo positivo da balança comercial do país devido aos baixos custos de produção do grão no Brasil, alto nível de tecnologia, escala de capital, a terra e mão de obra baratas.

Nos últimos dez anos, o consumo mundial de soja cresceu a uma taxa média de 4,5% ao ano, sendo que desde 1998 o crescimento médio da demanda de soja é de 6,8% ao ano e, desde 1980 até 2005, a demanda mundial expandiu-se 2,8 vezes, chegando a 174,3 milhões de toneladas (PINAZZA et. al, 2007).

Além desses números, pode-se destacar o crescimento da participação do hemisfério sul na produção mundial que passou de 30%, no início da década de 1990, a 47,8%

em 2005, sendo que o Brasil tem papel de destaque nessa participação, o que só foi possível com o ganho crescente de produtividade.

Segundo Camara (2000), o Brasil tem desempenhado um forte ritmo de captura de “fatias” do mercado externo da soja em grãos por conta do mercado asiático. Com isso, o sistema agroindustrial da soja no Brasil é um dos mais expressivos na economia brasileira sendo considerado um dos mais organizados.

Em 2002, as exportações do complexo totalizaram US\$ 6 bilhões, correspondentes a 24,2% das exportações totais do agronegócio e a 10% das exportações totais do Brasil. As exportações brasileiras, frente ao mercado mundial, cresceram de 15% em 1990 para 35,5% na safra 2004/2005, devido ao fato de ter ficado mais vantajosa a exportação direta de grãos a partir dos Estados produtores (PINAZZA, 2007).

Uma das explicações sobre esse crescimento do Brasil pode se dar pelo declínio constante, nos últimos anos, da participação dos EUA nas exportações de soja.

No Brasil, entre 1990 e 2008, a área plantada de soja cresceu 9,7 milhões de ha e a produção 40 milhões de toneladas, sendo que houve, nesse mesmo período, um ganho de produtividade da ordem de 62,6% (IBGE, 2010). Esse crescimento da produção teve um maior direcionamento às exportações dos grãos do que para o esmagamento, sendo que, enquanto o crescimento foi da ordem de 16,6% nas exportações, o esmagamento cresceu apenas a uma taxa de 5,4% (PINAZZA, 2007).

Porém, com o crescimento da demanda por óleo para fins energéticos e não só comestível, espera-se que haja uma divisão melhor entre o esmagamento e as exportações.

Essa expectativa de crescimento constante do mercado da soja fez com que os produtores da região sul, que é uma das mais expressivas, trocassem as áreas de pastagens e de milho de verão pelo cultivo de soja, em especial, os produtores do Paraná que estão investindo cada vez mais no milho safrinha, e, com isso, promovendo a rotação de culturas e garantindo pelo menos duas safras ao ano (CAMARA, 2000).

Além da expansão do plantio da soja em si, a disponibilidade de crédito e a tecnologia de produção também fizeram com que houvesse um aumento de produtividade. Adiciona-se a esses fatores a legalização do cultivo da soja geneticamente modificada no Brasil que, para algumas regiões, proporcionou um ganho de produtividade e, também, a entrada no mercado internacional do farelo da soja (CAMARA, 2000).

Entretanto, a manutenção, ou mesmo a ampliação das vantagens competitivas da cadeia produtiva da soja, depende, essencialmente, de um grau ainda mais elevado de integração dos agentes envolvidos, no sentido de haver uma coordenação melhor entre os “elos dessa cadeia”. Dessa forma, segundo Pinazza (2007), o desenvolvimento de operações de seguro agrícola é uma ferramenta indispensável no processo de atração de novos agentes para o mercado da soja.

Com o seguro agrícola reduzindo o risco de investimento na atividade, o aporte de capital para o financiamento da cultura da soja poderia ser maior e com custo menor.

5.3. Soja no Paraná

No Estado do Paraná, a cultura da soja foi introduzida como lavoura comercial a partir da década de 50 nas áreas onde era cultivado o arroz de sequeiro, no sul do Estado, e áreas de café, devastadas pelas geadas, no norte do Estado.

No sudoeste e oeste do Estado, a cultura desenvolveu-se com a migração de colonos vindos do RS, onde a soja já era cultivada há mais tempo, principalmente em pequenas explorações familiares para uso na alimentação de suínos, sendo que havia bom conhecimento sobre as tecnologias de sua produção. O desenvolvimento ocorreu paralelamente com as demais regiões do Estado, com início em meados da década 50 (EMBRAPA, 2003).

A soja permaneceu como um cultivo no sul do Brasil até 1960, sendo cultivada em pequenas quantidades e consumida nas pequenas propriedades, como feno para alimentar o gado leiteiro ou colhendo-se os grãos para a engorda de suínos criados nessas áreas. Isso possibilitou a fixação do homem em suas terras, já que a soja era utilizada como cultura desbravadora, deixando na terra, após sua colheita, nutrientes necessários para o cultivo de feijão e milho. Viabilizou a implantação de indústrias de óleo, aumentou o mercado de sementes e deu estabilidade à exploração econômica das terras onde antes só existiam matas e cerrados (COSTA, 2007).

O crescimento da produção a partir desse período foi explosivo. A produção do Estado passou de 8 mil toneladas na média dos anos de 1960 e 1961, para 150 mil na média

dos anos 60, para 3,5 milhões na média dos anos 70, para 4,15 milhões na média dos anos 80 e para 6,5 milhões de toneladas na média dos anos 90 (EMBRAPA, 2003).

Nos últimos anos, a produção no Estado evoluiu de 7,3 milhões, em 1998, para 11,8 milhões de toneladas produzidas em 2007 e uma produtividade média evoluindo de 2.558kg/ha em 1998 para 2.964kg/ha em 2007. Hoje, o Estado do Paraná é o segundo maior produtor do país (IBGE, 2009).

Dentro do próprio Estado, o sistema produtivo da soja é o setor de maior importância para o agronegócio estadual, pois proporciona uma receita de US\$ 2,36 bilhões, impulsionado pelos preços da soja em grão e seus derivados. No período em análise, houve um aumento de 95% em relação ao igual período de 2007 (US\$ 1,21 bilhão).

A comercialização de soja em grão somou US\$ 1,09 bilhão, com um volume exportado recorde de 2.661 mil toneladas. O incremento observado na receita gerada foi de 114% (US\$ 510 milhões). O preço médio de exportação, no período, foi de US\$ 412,20/tonelada, cerca de 56% superior relativamente ao preço médio de exportação de janeiro-junho de 2007 (US\$263,20/t). Já as exportações de farelo de soja somaram US\$ 696 milhões e um volume exportado de 1,9 milhão toneladas (BOZZA, 2008).

Assim, a soja tende a manter uma vantagem competitiva no mercado devido à sua facilidade logística, a estrutura processadora existente no Estado e a presença da indústria de produção de carnes que asseguram a demanda e a formação de uma sólida base de.

Além disso, a adoção da biotecnologia é favorável para manter a competitividade do Estado e o crescimento está condicionado ao constante crescimento e investimento em tecnologia de produção, ao atendimento da demanda local por farelo e óleo de soja e às exportações via o porto de Paranaguá. Com isso, segundo Pinazza (2007), o Paraná poderá chegar a 4,7 milhões de hectares plantados em 2015, com uma produtividade média projetada para 3.271 kg/ha.

5.4. Fisiologia

A soja cultivada é uma planta herbácea, rica em tricomas, que apresenta grande diversificação genética e morfológica devido ao elevado número de variedades e cultivares. Ela é uma planta classificada como espécie de ciclo C₃ que são plantas dentre as espécies que

fixam o CO₂ segundo o ciclo de Calvin, uma vez que seus primeiros produtos são as trioses e glicerato, sendo que as folhas mais novas sintetizam mais aminoácidos que as folhas mais velhas (MULLER, 1981).

A sua germinação é epígea (Figura 1) e o sistema radicular pivotante podendo chegar até a 1,8m de profundidade onde cerca de 60 a 75% das suas raízes se encontram nos primeiros 15cm do solo e apresentam nódulos bacterianos. Possui quatro tipos distintos de folhas: um par de cotilédones, um par de folhas unifoliadas, prófilos que são estruturas pequenas e pouco diferenciadas que se encontram na base dos ramos laterais e folhas trifoliadas que constituem as demais folhas das plantas. Pode formar de 2 a 20 vagens por inflorescência e a sua semente é ovalada e levemente achatada lateralmente, podendo a sua coloração variar entre as cores verde, amarela, marrom ou preta. (CAMARA, 1998).

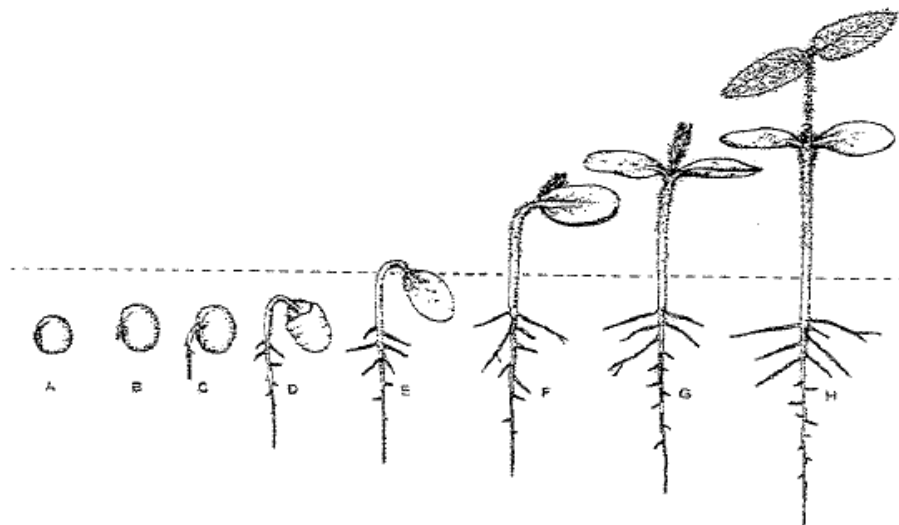


Figura 1 - Fases fenológicas da soja.

A-Semente recém plantada. B-Semente embebida e início da germinação. C-Crescimento da radícula e iniciação das raízes laterais. D-Alongamento do hipocótilo e liberação dos cotilédones do tegumento.

Fonte: A soja no Brasil, 1981

Segundo Farias et al. (2007), a metodologia de descrição dos estádios de desenvolvimento deve apresentar uma terminologia única, ser objetiva, precisa e universal, ser capaz de descrever um único indivíduo ou uma lavoura inteira e ser capaz de descrever um cultivar. Nesse sentido, a metodologia de Fehr e Caviness (1977) é a mais utilizada no mundo inteiro por apresentar todas essas características, sendo que ela identifica precisamente o estágio de desenvolvimento em que se encontra uma planta ou uma lavoura de soja, o que

orienta com precisão desde pesquisadores até agricultores, uniformizando a linguagem acerca dos estádios de desenvolvimento das lavouras (FARIAS et al, 2007).

O sistema proposto por Fehr e Caviness (1977) divide os estádios de desenvolvimento em vegetativo, representado pela letra V, e reprodutivo, representado pela letra R. Com exceção dos estádios de emergência (VE) e cotilédone (VC), os demais são seguidos por índices numéricos que representam o estágio específico, conforme as Tabela 1 e 2:

Tabela 1 - Descrição dos estádios vegetativos da soja.

| Estádio | Denominação | Descrição |
|---------|-------------|--|
| VE | Emergência | Cotilédone acima da superfície do solo |
| VC | Cotilédone | Cotilédone completamente aberto |
| V1 | Primeiro nó | Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas |
| V2 | Segundo nó | Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida |
| V3 | Terceiro nó | Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida |
| V4 | Quarto nó | Terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida |
| V5 | Quinto nó | Quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida |
| V6 | Sexto nó | Quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida |
| Vn | Enésimo nó | Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida |

Na germinação da semente da soja, o fenômeno da quiescência pode ocorrer quando não existe água no solo, porém, a partir do momento em que há essa disponibilidade, inicia-se o processo de germinação a partir da absorção da água (MARCOS FILHO, 1986). A emergência das plantas de soja normalmente tem início de 5 a 7 dias após a semeadura.

O desenvolvimento vegetativo se dá simultaneamente à formação das primeiras raízes e folhas unifolioladas e trifolioladas, sendo que, nesta fase, a planta apresenta uma a duas folhas definitivas (estádios V2 e V3) e as folhas unifolioladas podem durar de 4 a 6 semanas, a partir da sua formação e dependendo da cultivar (CAMARA, 2000).

Tabela 2 - Descrição dos estádios reprodutivos da soja.

| Estádio | Denominação | Descrição |
|---------|----------------------------------|--|
| R1 | Início do florescimento | Uma flor aberta em qualquer nó do caule |
| R2 | Florescimento pleno | Uma flor aberta num dos últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida |
| R3 | Início de formação da vagem | Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida |
| R4 | Vagem completamente desenvolvida | Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida |
| R5 | Início do enchimento do grão | Grão com 3 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida |
| R6 | Grão cheio ou completo | Vagem contendo grãos verdes preenchendo as cavidades da vagem dos 4 últimos nós do caule, com folhas completamente desenvolvidas |
| R7 | Início da maturação | Uma vagem normal no caule com coloração madura |
| R8 | Maturação plena | 95% das vagens com coloração de maduras |

O auge do processo vegetativo se dá entre os estádios R4 e R5 quando ocorre o máximo da cobertura foliar. Nessa fase, a maior parte da luz é capturada pela periferia do dossel e as folhas mais baixas acabam por contribuir muito pouco para produção de fotoassimilados.

Entretanto, segundo Camara (2000), é no estágio reprodutivo que a planta inicia sua atividade fotossintética líquida e inicia o acúmulo de matéria seca em seus órgãos, sendo que se acentua a partir do 4º e do 5º trifólio, mantendo-se elevada até início da granação,

estádio R5. O acúmulo de matéria evolui ao máximo no estágio R6 e as taxas de crescimento e de acúmulo de matéria seca são relativamente lentas até entre 25 e 53 dias após o florescimento. Após esse período, há uma aceleração até o máximo de acúmulo, quando se dá a senescência e queda gradativa das folhas – maturidade fisiológica – estágio R7.

O desenvolvimento radicular, em condições normais, se dá a partir de dois dias após a semeadura e, o crescimento das raízes progride simultaneamente com o crescimento da parte aérea, variando em duração de acordo com o grupo de maturação e o hábito de crescimento da cultivar. A atividade radicular, compreendida como a capacidade de absorver água e nutrientes, ocorre até a máxima granação, estágio R6, diminuindo até a maturação final, estágio R8 (CAMARA, 2000).

5.5. Parâmetros Bioclimáticos

Originalmente, a soja é uma cultura de clima temperado-frio, porém, a pesquisa de novas cultivares adaptadas a vários climas tem propiciado que hoje a soja também possa ser cultivada em regiões tropicais. Mesmo assim, a cultura da soja, se comparada a outras culturas de importância econômica no cenário mundial, não é extensivamente distribuída pelo globo.

As exigências climáticas básicas (água e temperatura) da soja são muito semelhantes ao milho, porém, a soja é mais resistente a seca e ao excesso de água na colheita do que o milho.

Assim, para o ambiente de produção, devem ser conhecidas as condições e potencialidades para suportar a produção vegetal econômica, sendo que o ambiente deve fornecer o máximo de condições favoráveis para permitir o desenvolvimento pleno da espécie vegetal (CAMARA et al, 2000).

Berlato (1981) citando Pascale (1969) mostra que a soja possui exigências fotoperiódicas, térmicas e hidrológicas. A temperatura exerce grande influência sobre todas as fases fenológicas da planta, sendo que, a exemplo de outras culturas de grãos, a soja também acumula graus-dias, que é a soma térmica acumulada diariamente a partir de uma temperatura base mínima necessária para a planta completar cada ciclo produtivo. Dessa forma, temperaturas médias mais elevadas encurtam os ciclos e provocam aumento da fotorrespiração com implicação na queda de produtividade. Ocorrendo o contrário, alonga-se o ciclo,

causando problemas como os relacionados à absorção de nutrientes e atividade fotossintética, afetando a taxa de crescimento das plantas e a sua produtividade (CAMARA et al, 2000).

Em outro estudo, Berlato (1981) mostrou que a temperatura também é de grande importância para a armazenagem de óleo nos grãos, sendo que a temperatura de 29 °C, durante a fase de enchimento de grãos, propiciava uma maior porcentagem de acúmulo de óleo, fator de extrema importância no aumento da produtividade da planta para destinação à produção de óleo.

O menor tempo de germinação da soja é obtido com temperatura constante de 30 °C, e para o crescimento das raízes, as temperaturas do solo entre 27 °C e 30 °C são as mais favoráveis.

Além disso, durante todo o período vegetativo, a temperatura tem efeitos de magnitudes diferentes, segundo sua intensidade e interação com o fotoperíodo, podendo acelerar as etapas até a floração e com certa influência também na frutificação e maturação.

Porém, temperaturas acima de 38 °C no início da estação de crescimento são prejudiciais para a soja, reduzindo a formação de nós e a razão entrenós. Altas temperaturas também podem causar quedas das flores e reduções substanciais no crescimento.

A radiação solar tem efeito fotossintético sobre as plantas de soja, pois cultivares de alto rendimento apresentam maiores razões fotossintéticas, sendo que a soja apresenta dois máximos fotossintéticos: um durante a floração e outro no enchimento de grãos. De efeito contrário, longos períodos de nebulosidade nestas fases provocam o abortamento das vagens devido à diminuição do nível de açúcares nas folhas (BERLATO, 1981).

A disponibilidade hídrica é o fator mais importante que afeta o rendimento da soja nas regiões produtoras. Em anos ou regiões de baixa precipitação, o rendimento é reduzido pelo efeito da deficiência hídrica. E assim, existe grande relação entre os rendimentos da planta e as condições pluviométricas a que estão expostas durante o seu desenvolvimento.

Segundo Mota et al. (1983), as diferenças no regime pluviométrico entre regiões e as diferenças de capacidade de armazenamento de água disponível entre os diferentes tipos de solo, combinados com as épocas de semeadura e os ciclos dos grupos de maturação, determinam os valores das necessidades hídricas da soja.

Entretanto, a soja também é resistente à deficiência hídrica devido ao seu extenso sistema radicular e seu modo de florescer. O longo período de floração da soja permite que ela

escape de curtos períodos de falta de chuvas, mas grandes deficiências hídricas no enchimento de grãos podem afetar de forma significativa o seu rendimento (BERLATO, 1981).

Já na fase de germinação, a umidade excessiva ou seca prolongada pode ser prejudicial, pois a semente da soja requer 50% de seu peso em água para germinar, sendo, portanto, mais exigente que a maioria das culturas.

Em estudo realizado por Berlato e Bergamaschi (1978) sobre o consumo de água pela soja, os autores encontraram os valores sobre a evapotranspiração diária média necessária para cada subperíodo, apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 - Evapotranspiração média diária.

| Subperíodo | Evapotranspiração diária (mm) |
|--|--|
| Semeadura - emergência | 2,2 |
| Emergência – início de florescimento | 5,1 |
| Início de florescimento – surgimento de vagens | 7,4 |
| Surgimento de vagens – 50% de folhas amarelas | 6,6 |
| 50% de folhas amarelas - maturação | 3,7 |
| Ciclo total | 5,8 |

O crescimento da soja é proporcional ao suprimento de umidade, sendo que em não havendo limitações nesta época na umidade do solo, os rendimentos finais podem ser de 25 % a 55% superiores (BERLATO, 1981).

A deficiência de umidade durante o período de crescimento vegetativo reduz o rendimento da soja, principalmente quando ocorre de 1 a 7 semanas após o início da floração, (MOTA, 1983). Esse mesmo autor mostra que, mesmo modo, Sivakumar e Shaw (1978) mostraram que existe estreita correlação entre o potencial de água no solo e o crescimento da soja.

Considerando esses fatores, é de extrema importância que a época de semeadura seja ajustada para evitar os períodos de baixa precipitação pluvial durante os estádios críticos da germinação, estabelecimentos das plantas, início da floração e enchimento de grãos (CAMARA, 2000). Nesse sentido, cultivares de ciclo precoce e médio têm maior influência da data de semeadura que as cultivares tardias (PINAZZA, 2007).

No Brasil, pela sua grande variabilidade climática, também encontram-se influências diferentes em função da região de plantio, mas, segundo Berlato (1981), a deficiência hídrica é uma das principais responsáveis pela variação de produtividade.

A pesquisa sobre cultivares e sua conseqüente adaptação da soja aos mais variados climas do Brasil, fez com as plantas tivessem um melhor desempenho às variabilidades climáticas e conseqüente ganho de produção, com menores perdas em função das variações do clima.

Segundo Berlato (1981), o sul do Paraná é mais propício à produção da soja devido a uma maior estabilidade da precipitação entre os meses de outubro a fevereiro, sendo que os volumes de chuva podem variar entre o máximo de a 240 mm e um mínimo de 120 mm entre esses períodos.

Esse autor também coloca como um fator de grande importância para a disponibilidade hídrica nas regiões produtoras do Paraná, e conseqüente sucesso na produção, a umidade proveniente do Oceano Atlântico durante o verão, transportadas do oceano para o continente através do fortalecimento do sistema subtropical de altas pressões. Um enfraquecimento deste sistema, durante o verão, pode resultar na diminuição da umidade e conseqüente redução das chuvas, o que pode implicar em deficiências hídricas prejudiciais à produtividade.

O comportamento bioclimático da soja está diretamente relacionado com a interação entre temperatura e fotoperíodo, pois essa interação determina o tamanho do ciclo da cultura e, conseqüentemente, uma maior influência das adversidades climáticas.

Assim, o seu rendimento pode estar diretamente relacionado com a escolha do grupo de maturação (ciclo da cultivar), além da influência da implantação das culturas de inverno que normalmente é feita, logo após a colheita da soja, e que é de grande importância econômica para os produtores (PINAZZA, 2007).

Remussi e Pascale (1965), citados por Berlato (1981), já haviam classificado a soja em quatro grupos de cultivares, sendo precoce, semiprecoce, semitardia e tardia, classificação que está relacionada com o tempo necessário para o florescimento das plantas. As duas primeiras são consideradas de dias mais curtos, que exigem um acúmulo térmico menor e, com isso, tem seu ciclo mais acelerado.

O nível de produtividade potencial ou rendimento máximo de uma determinada cultura é determinado por suas características genéticas e grau de adaptação ao ambiente. As exigências ambientais como, água e luz, diferem de cultura para cultura e entre as suas variedades, sendo que o potencial máximo será atingido segundo a melhor escolha da planta para determinado ambiente (PEREIRA, 2002). Segundo Doorenbos e Kassan (1994), o potencial máximo também ocorrerá para as variedades altamente produtivas quando todas as suas exigências ambientais forem plenamente atendidas.

Os elementos climáticos mais associados à produção máxima são a água e a temperatura. Outros elementos, como a duração do dia (fotoperíodo) e a temperatura média do ar, condicionam o tamanho médio do ciclo de determinada planta.

Entretanto, quase todos os processos fisiológicos das plantas são afetados direta ou indiretamente pela disponibilidade de água e, apesar de um dos fatores da produção agrícola passível de controle pelo homem, é o que mais influencia na produtividade, tanto que deficiências moderadas causam a paralisação do crescimento prejudicando o desenvolvimento normal da planta e reduzindo a produção final. Deficiências severas durante períodos prolongados podem causar uma perda total da produção (MACHADO apud MIYASAK, 1981).

O déficit hídrico afeta praticamente todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das plantas, reduzindo a área foliar, diminuindo a fotossíntese e afetando vários outros processos, além de alterar o ambiente físico das culturas, por modificar o balanço de energia do sistema (BERGAMASCHI, 1992).

Segundo Moraes (1998), as exigências hídricas das culturas e a sensibilidade ao déficit hídrico varia ao longo do seu ciclo, sendo que o consumo de água pelas plantas depende das condições que determinam a demanda evaporativa da atmosfera e do estágio de desenvolvimento da planta, especialmente em culturas anuais.

Assim, o conhecimento das fases críticas de consumo de água serve como ferramenta tanto para a tomada de decisão sobre o uso eficiente da água como para previsões de rendimento.

De acordo com Berlato et al. (1992), as baixas produtividades médias da cultura da soja no Rio Grande do Sul estão correlacionadas diretamente com anos em que ocorreram deficiências hídricas durante os meses de desenvolvimento da cultura, sendo que Fontana et al.

(2001) verificaram que, nesse Estado, deficiências hídricas nos meses de janeiro a março têm a maior influência sobre o rendimento final da soja.

Machado apud Miyasak (1981) cita que Shaw e Laing observaram que a maior redução da produção da soja se dava quando a deficiência hídrica ocorria na última semana do desenvolvimento das vagens e durante o estágio de granação. O mesmo autor mostra que Doss e Thurlow (1974) apud Miyasak (1981) concluíram que a soja pode recuperar-se de deficiências hídricas nos períodos iniciais do desenvolvimento vegetativo, porém, déficits após o florescimento têm grande impacto na produtividade final.

Machado apud Miyasak (1981) mostrou que deficiências hídricas durante o florescimento resultam em menos flores e vagens, porém, quando ocorrem durante a formação de vagens e granação há um maior abortamento e uma menor formação de sementes, inclusive de menor peso.

5.6. Modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade

Os elementos agrometeorológicos exercem grande influência sobre o crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas, determinando a distribuição e a produção das culturas. A disponibilidade de técnicas que permitam a interpretação dessa variabilidade climática na produção vegetal são as principais propostas dos modelos agrometeorológicos (MORAES, 1998).

Atualmente, grande parte dos trabalhos disponíveis na literatura utiliza algum fator ligado à disponibilidade hídrica como variável independente para análise agrometeorológica, como a precipitação pluvial, evapotranspiração potencial e real e a deficiência hídrica.

A deficiência hídrica pode ser quantificada, de forma prática, através do balanço hídrico a qual fica caracterizada sempre que a evapotranspiração real (E_{Tr}) for menor que a evapotranspiração da cultura (E_{Tc}). Portanto, toda vez que a relação E_{Tr}/E_{Tc} for menor que um, há deficiência hídrica, e quanto menor for o resultado dessa razão, maior será a deficiência e seu efeito sobre a produtividade (PEREIRA, 2002).

Doorenbos e Kassan (1994) propuseram a relação entre deficiência hídrica e produção onde correlacionam empiricamente fatores derivados de coeficientes que penalizam a produtividade por estresse hídrico durante os diferentes estádios fenológicos das culturas. A

resposta do suprimento de água sobre o rendimento da cultura é então quantificada através do fator de resposta da cultura (ky).

O fato da deficiência hídrica influenciar a produção de forma diferente em cada fase fenológica, podendo até ser positiva na fase de maturação, explica a introdução de fator corretivo (ky) com valores diferentes para a ocorrência de deficiências em épocas distintas. Além disso, analisando separadamente cada fase fenológica, a influência da deficiência é pequena no desenvolvimento vegetativo e na maturação, porém, de grande influência no florescimento e frutificação (PEREIRA et. al, 2002).

Dessa forma, a produtividade real pode ser obtida através da equação (1).

$$\frac{Y_r}{Y_p} = \prod_{i=1}^n \left[1 - ky_i \left(1 - \frac{ET_r}{ET_p} \right) \right] \quad (1)$$

Onde:

Y_r = produtividade estimada;

Y_p = produtividade máxima ou potencial;

ky = coeficiente de penalização da produtividade por déficit hídrico;

ET_r = evapotranspiração real;

ET_p = evapotranspiração potencial.

Segundo Rao et al. (1988), este modelo quantifica o efeito do déficit hídrico durante determinado estágio fenológico, independentemente um do outro, e assim, pode ser utilizado para identificar a influência da deficiência hídrica num momento específico ou quando somado o resultado, podendo-se ter o modelo aditivo descrito pela equação (2).

$$\frac{Y_r}{Y_p} = 1 - \sum_{i=0}^n \left(1 - \frac{ET_r}{ET_p} \right) \quad (2)$$

Posteriormente, Rao et al. (1988) propuseram a alteração do modelo aditivo pelo modelo multiplicativo, pois concluíram que o modelo aditivo pode apresentar problemas sob baixos níveis de umidade do solo.

Fontana et al. (2001), em estudo realizado sobre a estimativa de rendimento da soja no Rio Grande do Sul, afirmaram que modelos baseados no proposto por Doorenbos e Kassan em 1979 apresentaram bom desempenho, especialmente pela sua simplicidade, por considerarem somente o consumo de água como variável independente, inclusive permitiu fazer a estimativa do rendimento com antecedência de, pelo menos, 30 dias da maturação fisiológica.

Outros autores, como Camargo et al. (1988), Berlato et al. (1992), Coral (2004), Assad et al. (2007), também utilizaram como base esse modelo para estimativa de produtividade da soja, obtendo bons resultados.

Além dos autores citados acima, com base nesse modelo, também foram realizados trabalhos sobre perda da produtividade potencial das culturas, que geraram bons resultados de análise da perda potencial de produtividade de grãos utilizando a relação E_{Tr}/E_{Tp} , como por exemplo, Cunha et al. (1998), Marin et al. (2000), Farias et al. (2001), Farias et al. (2006) e Marin et al. (2006).

Cunha et al. (1998) analisaram a perda potencial da soja no Rio Grande do Sul com base na relação E_{Tr}/E_{Tp} , concluindo que a disponibilidade hídrica é a variável que limita o potencial de rendimento da cultura da soja no Estado e que a relação Y_r/Y_p fornece bons resultados para a análise de probabilidade de queda de rendimento para grupos de cultivares e épocas de plantio analisados.

Marin et al. (2000) estimaram a perda potencial de rendimento para o girassol em 36 épocas diferentes de semeadura para os municípios de Piracicaba, Ribeirão Preto e Manduri, todos no Estado de São Paulo. Verificaram que, em Piracicaba e Ribeirão Preto, os riscos de quebras de safra são inferiores a 10% em 90% dos casos para os plantios realizados entre 11 de outubro e 01 de dezembro. Em Manduri o risco de quebra foi inferior a 10% em 85% dos casos para as semeaduras realizadas entre 21 de setembro e 11 de janeiro.

Farias et al. (2001) utilizaram a relação E_{Tr}/E_{Tp} para definir os níveis de déficit hídrico da cultura da soja em vários Estados brasileiros, entre eles, o Paraná. Nesse Estado

definiu o período de plantio, com menores probabilidades de perdas, como sendo entre 01 de outubro a 31 de dezembro.

Farias et al. (2006), comparando modelos para estimativa das perdas no rendimento de grãos provocadas pelo não atendimento das necessidades hídricas da cultura da soja, observaram que há quebra acentuada do rendimento de grãos entre os estádios R1-R6 para valores de ISNA abaixo de 0,65 e acima de 0,80, o que pode indicar, respectivamente, condições de restrição e excesso hídrico à cultura.

Marin et al. (2006), analisando a perda de produtividade potencial do sorgo, utilizando-se do método de Doorenbos e Kassan/FAO (1994), verificaram que os riscos de queda de produção foram menores nas semeaduras entre 15 de outubro e 15 de novembro, sendo inferiores a 5% para os municípios de Manduri, Piracicaba, Ilha Solteira e Ribeirão Preto.

5.7. Clima Paranaense

Segundo Sant'Anna Neto (2008), existe a influência dos fenômenos atmosféricos e dos padrões climáticos na estruturação do território e, assim, deve-se considerar o grau de interferência do clima na rentabilidade agrícola, incorporando os aspectos de políticas públicas do setor e das novas tecnologias, que tendem a minimizar o papel dos elementos do clima como insumo no processo de produção. Dessa forma considera-se a grande influência das características climáticas de cada região nos modelos agrícolas, culturas implantadas em cada região e na produtividade agrícola.

O Estado do Paraná tem sua economia dependente de uma agricultura bastante diversificada, cujo desenvolvimento se dá especialmente no período de verão. No entanto, essa produção agrícola é fortemente dependente das condições do tempo durante o período de cultivo, principalmente da ocorrência da precipitação pluviométrica. Dentre os componentes do clima, a pluviosidade é um dos elementos que mais afeta a produção agrícola estadual, devido à sua imprevisibilidade e pela sua variação temporal e espacial (BERNARDES, 1998).

Dessa forma, conhecer o comportamento pluviométrico das regiões pluviometricamente homogêneas do Estado do Paraná é torna-se importante para a definição das regiões aptas aos cultivos, bem como os riscos climáticos a que as culturas estão expostas.

Segundo Almeida (2005), o clima da região Sul do Brasil é controlado pelas correntes perturbadas dos sistemas frontais, responsável por cerca de 70% das chuvas anuais. Além disto, os Cavados Invertidos e os Sistemas Convectivos de Mesoescala também provocam episódios severos (chuvas intensas). Em anos em que o fenômeno El Niño ou Lã Niña se manifestam, há forte interferência na distribuição das chuvas. As temperaturas médias no período de Primavera - Verão oscilam entre 17°C e 22°C e as precipitações, em média, variam entre 100 e 150 mm mensais.

Caviglione et al. (2000), demonstraram que os meses mais secos são os meses de junho, julho e agosto e os mais chuvosos, dezembro, janeiro e fevereiro, como vistos respectivamente nas Figuras 2 e 3.

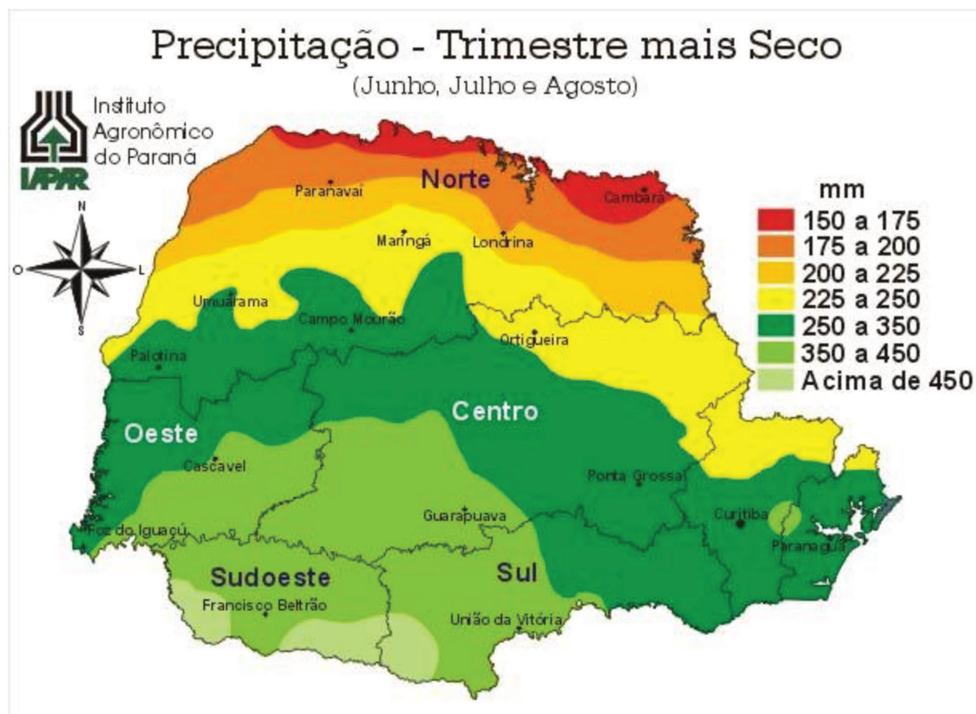


Figura 2 - Precipitação nos meses mais secos.

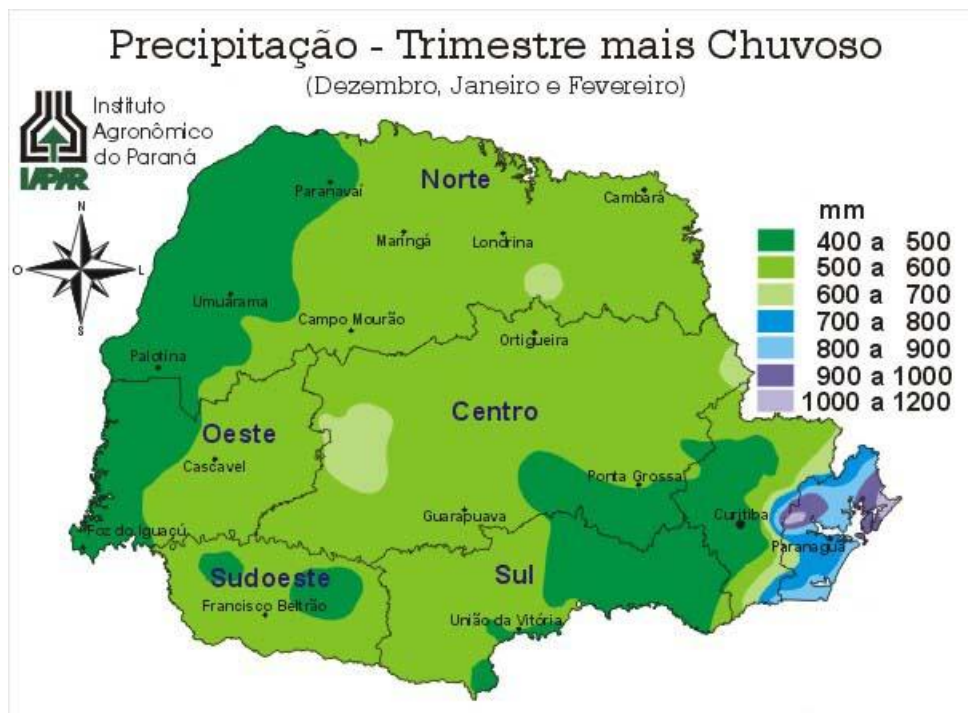


Figura 3 - Precipitação nos meses mais chuvosos

A partir desses mapas é possível verificar que na estação chuvosa, parte das regiões norte e oeste têm os menores volumes pluviométricos, enquanto a região central tem maiores volumes, isso sem considerar o litoral, onde não há plantios comerciais de soja.

Porém, é importante conhecer a variabilidade anual da precipitação, pois através dessa informação é possível conhecer as áreas de maior e menor risco climático no atendimento hídrico às culturas. Sendo assim, foi elaborado também o mapa de variação anual das chuvas, mostrado na Figura 4.

A variação anual das chuvas mostra que há uma maior variabilidade no noroeste e sul do Estado, além de pontos da região central e nordeste do Estado.

Cada espécie vegetal possui limites ótimos para que o seu potencial produtivo seja expresso. Abaixo ou acima desses limites, mesmo que haja suprimento adequado de água e nutrientes, a produtividade será comprometida. Portanto, o conhecimento da temperatura de uma região é fundamental para o planejamento agrícola (CAVIGLIONE et al, 2000).

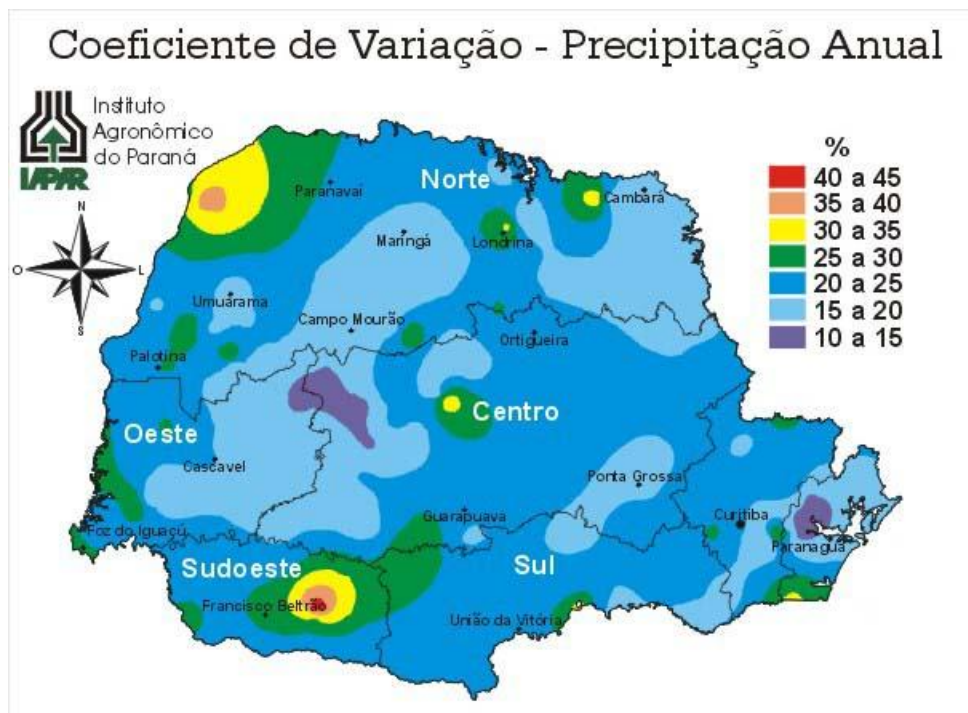


Figura 4 - Variabilidade anual de precipitação.

Com base em equações de regressão linear múltipla de temperatura média para cada período, nas altitudes obtidas através de modelo numérico de terreno, Caviglione et al. (2000) elaboraram as cartas de temperaturas médias mensais e verificaram que o trimestre mais quente coincide com o mais chuvoso (dezembro, janeiro e fevereiro), mostrando que há um gradiente de temperatura entre a região sudeste, que apresentam temperaturas mais baixas, e a região noroeste, com temperaturas mais altas conforme apresentado na Figura 5.

Além da temperatura e da pluviometria, o conhecimento do tipo climático de uma região fornece indicativos de larga escala sobre as condições médias de pluviosidade e temperatura esperadas. Este é um primeiro indicativo para se planejar todas as atividades humanas (tipos de construção e vestimenta, por exemplo) e as explorações vegetais e animais.

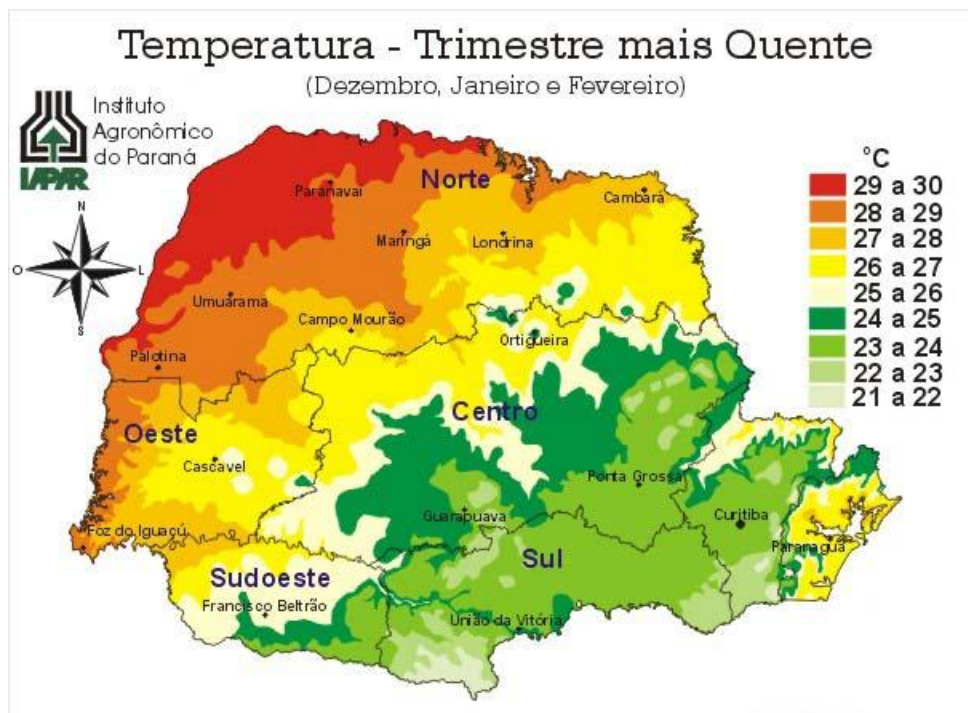


Figura 5 - Temperatura do trimestre mais quente.

Para a identificação dos tipos de climas predominantes no Paraná, foi traçada uma carta utilizando a série de dados do IAPAR até 1998 (CAVIGLIONE et al, 2000) e foram identificados dois tipos climáticos: Cfa e Cfb, conforme visto na Figura 6, que são descritos a seguir, conforme a classificação de Koeppen:

Cfa - Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

Cfb - Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

Dessa forma, pelo fato do clima Cfb não ter estação seca definida, o risco de queda de produção da cultura da soja, por deficiência hídrica, também é menor, configurando como uma região de menores riscos de ocorrência de sinistros.

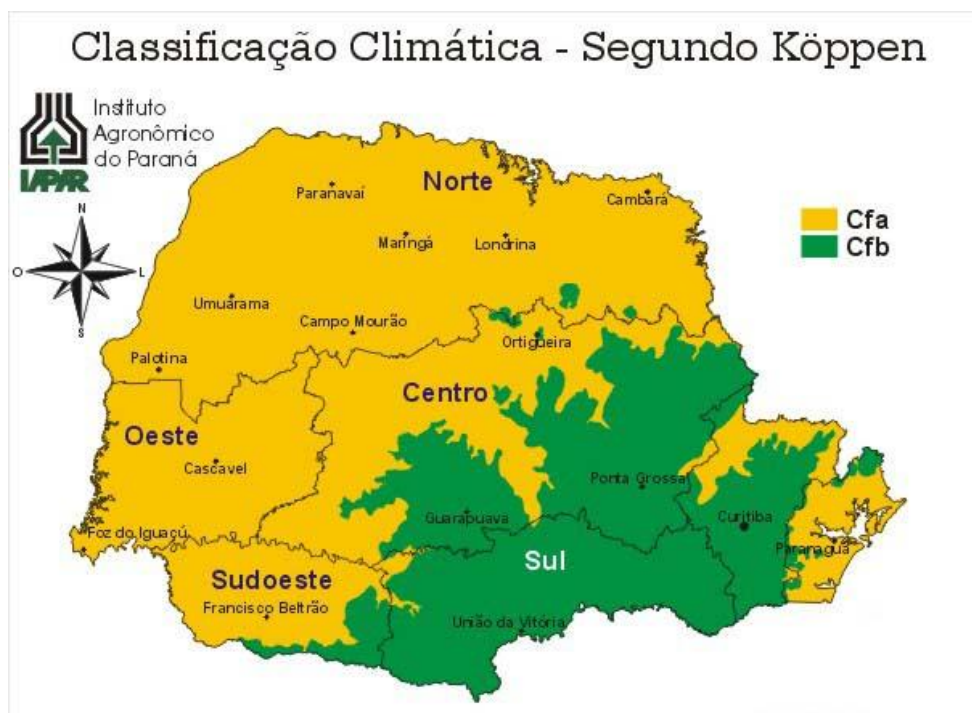


Figura 6 - Classificação climática no Estado do Paraná.

5.8. Proagro

Após a dissolução do CNSA – Conselho Nacional de Seguro Agrícola, o Governo Federal deu início ao PROAGRO - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária, que assegurava o pagamento das dívidas adquiridas junto ao sistema financeiro federal, caso o produtor ficasse inadimplente junto ao agente financeiro em decorrência de um evento que causasse prejuízos à sua atividade.

O PROAGRO foi criado pela lei no. 5.969 de 11 de dezembro de 1973 e surgiu como um seguro de crédito, limitado apenas para aqueles que utilizassem o crédito rural. Isto permitiu que o mercado de seguros continuasse a oferecer coberturas nas demais modalidades de seguro rural.

O objetivo era exonerar o produtor rural de obrigações financeiras relativas às operações de crédito rural de custeio e/ou investimento e para cujo cumprimento viesse a ficar

impedido pela ocorrência extraordinária de fenômenos naturais, pragas e doenças que poderiam prejudicar as plantações de modo a comprometer integral ou parcialmente os rendimentos e, conseqüentemente, a capacidade dos produtores honrarem com o cumprimento das suas obrigações financeiras.

A sua administração ficava a cargo do Banco Central e as instituições financeiras autorizadas a operar o crédito rural intermediavam a transação entre o Banco Central e os mutuários, representados pelos produtores ou cooperativas.

Os órgãos de fiscalização estavam filiados à Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMBRATER) e eram os responsáveis pela realização dos laudos de inspeção e danos ocorridos em consequência de eventos sinistrantes.

Segundo Figueiredo, citado por OZAKI (2005), o PROAGRO tinha as mesmas coberturas do seguro rural, com as seguintes diferenças:

- a. Não dispunha de um fundo específico para garantir a estabilidade em caso de eventos catastróficos, dependendo totalmente do poder público;
- b. A indenização era realizada apenas após a colheita, pela exigência da intermediação do órgão de assistência técnica;
- c. Enquanto o seguro agrícola cobre a redução da produção ocorrida, o PROAGRO apenas indenizava quando o saldo devedor não fosse atingido pelo valor remanescente da colheita;
- d. As taxas não eram formuladas com bases atuariais;
- e. Se o valor do custeio não cobrisse os custos efetivamente envolvidos na produção, o programa não cobriria o risco resultante do produtor.

Entretanto, desde o início das atividades, até meados de 1993, o programa acumulou déficits vultosos da ordem de US\$ 1,6 bilhões. Diversos problemas acabaram por desacreditá-lo, embora tenha sido considerado de grande importância para a agricultura brasileira. Dentre as dificuldades destacam-se os atrasos e o não pagamento dos débitos pendentes, as deficiências técnico-operacionais e a ocorrência de fraudes (OZAKI, 2005).

O PROAGRO, que tinha como objetivo manter os produtores rurais no campo, resguardando-os de fenômenos naturais adversos, atuou como um pagador de seguros a partir de recursos públicos até a década de 1990, quando o passivo acumulado atingiu valores impraticáveis devido a vários problemas como as altas taxas de sinistralidades, coberturas

duvidosas e metodologia atuarial inadequada e, assim, as coberturas deixaram de ser pagas (CUNHA e ASSAD, 2001).

No início da sua atuação, o PROAGRO tinha um caráter social, pois a maior parte dos valores das indenizações seria paga pelo Governo Federal. De cada 10% do risco assumido, apenas 1% era de responsabilidade do produtor, sendo que o restante ficava a cargo do Governo Federal. Com isso, a partir do final da década de 1980 (safra 87/88), começaram a surgir problemas de caixa e, em 1989, o Banco Central parou de efetuar os ressarcimentos das indenizações. Em 1990, o Banco do Brasil também foi obrigado a suspender os pagamentos e, assim, em 1991, o Governo Federal iniciou uma tentativa de recuperação do PROAGRO (ROSSETTI, 2001).

Em 1993, o relatório “Eventos generalizados e Seguridade Agrícola” alerta sobre os problemas estruturais existentes no programa, como, por exemplo, a falta de fiscalização sistemática das operações, pagamentos atrasados de coberturas, inexistência de cálculos atuariais adequados ao programa, a não existência de controle do campo de abrangência, não exigência de práticas de tecnologias adequadas de semeadura, ausência de coleta de dados para monitoramento e a falta total de análises climáticas para a orientação quanto ao plantio e o efeito do clima nas ocorrências de sinistros (ROSSETTI, 2001).

Com isso, evidenciou-se que o PROAGRO deveria agir como um indutor de tecnologia e deixar de ser um simples pagador de seguros, sendo que, o princípio, seria adotar a indução aos produtores de técnicas recomendadas pelos órgãos de pesquisas oficiais quanto à semeadura, técnicas de cultivo e demais orientações quanto a condução correta de cultivo, constituindo, assim, em 1995 por parte do MAPA, o Projeto de redução de Riscos Climáticos, o que foi o primeiro passo para a concretização do Zoneamento Agrícola no Brasil.

O projeto foi implementado a partir da safra de 1996, inicialmente com a cultura do trigo no Paraná, como uma ferramenta indutora de tecnologia (zoneamento de risco climático, indicação de cultivares registrados e plantio direto, por exemplo) que passou a orientar o PROAGRO. Assim, este programa passou a atuar com uma Tabela atuarial diferenciada, baseada na redução de riscos e no aumento da produtividade pelo uso de um calendário de plantio para várias culturas em função do Estado e tipo de solo (CUNHA e ASSAD, 2001).

O zoneamento agrícola, através da integração da política de crédito do MAPA, a seguridade agrícola e a tecnologia em agrometeorologia, proporcionou a orientação sobre períodos de semeadura por município, cultura/cultivar e tipo de solo e, com, isso permitiu a redução dos riscos climáticos para as culturas, retorno de capitais aplicados em operações de crédito agrícola, redução das taxas de sinistralidade e, conseqüentemente, diminuição no número de indenizações pagas pelo PROAGRO e seguradoras privadas.

Segundo ROSSETI (2001), a seca e a chuva são as principais responsáveis por grande parte da queda de produção na agricultura bem como responsável por até 95% das indenizações pagas. Um estudo espaço-temporal dos elementos climáticos permite regionalizar as áreas de maior e de menor risco utilizando informações dos solos e as bases de dados meteorológicos existentes no Brasil.

O processo do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos, de acordo com Cunha e Assad (2001), “deu-se através da integração de modelos de simulação de crescimento e desenvolvimento de culturas, base de dados de clima e de solo, técnicas de análise de decisões e ferramentas de geoprocessamento”.

Inicialmente, os estudos de regionalização dos eventos climáticos do Brasil seguido pelo cálculo matemático e espacialização dos dados necessários para a elaboração dos calendários de plantio couberam à FINATEC/UNB e a outros centros de pesquisa como Embrapa, IAC, Cepagri e IAPAR, entre outros. Atualmente, as pesquisas sobre o zoneamento agrícola continuam a cargo de alguns centros de pesquisas estaduais e à Embrapa na esfera federal. Porém, a operacionalização foi transferida à iniciativa privada.

5.9. Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos da Soja

O zoneamento climático, sem considerar as probabilidades de ocorrência, tem a finalidade de indicar onde as condições do clima são mais favoráveis para a cultura da soja. No Brasil, segundo Mota (1983), a deficiência hídrica, a insuficiência térmica e a ausência de uma estação seca para a colheita, são os principais parâmetros que determinam o zoneamento climático para a cultura da soja.

Mota (1983) também mostrou que o zoneamento climático não elimina problemas como a ocorrência de secas, mesmo nas regiões preferenciais, sendo que qualquer região, por

melhor que sejam as suas condições climáticas, estão sujeitas a fenômenos meteorológicos adversos. Porém, a frequência e a intensidade destas condições adversas devem ser menores nas regiões preferenciais do que nas marginais.

Isso pode indicar que, mesmo o cálculo das razões entre E_{Tr}/E_{Tp} , normais ou mensais, podem não funcionar como indicadores de riscos climáticos para a soja, pois fenômenos extremos, de rápida ocorrência, têm forte influência sobre essa cultura em função do seu estágio de desenvolvimento.

Assim, enquanto o zoneamento climático permite avaliar o potencial agrícola de uma determinada cultura em um Estado do Brasil, o zoneamento de riscos climáticos propõe a estudar e indicar as regiões com menores e maiores probabilidades no atendimento das condições de clima que levem ao sucesso da produção agrícola.

Gopfert et al. (1993) constataram que a ocorrência de períodos de deficiência hídrica é o principal evento sinistrante nas lavouras em 71% dos casos. Segundo Farias et al. (2001), estresses abióticos, como a seca, podem reduzir significativamente os rendimentos das lavouras sendo que o déficit hídrico é, normalmente, o principal fator responsável por perdas na lavoura.

Como já visto, o consumo de água pela cultura da soja depende do seu estágio de desenvolvimento e o atendimento hídrico depende das condições atmosféricas e climáticas, da época de semeadura e do ano, para uma mesma região.

Assim, o objetivo do zoneamento de risco climático da soja é determinar as áreas com menores riscos de insucesso devido à probabilidade de ocorrências de déficits hídricos durante as fases mais críticas da cultura da soja, fornecendo informações que norteiem a tomada de decisões para a utilização mais racional da cultura, de forma a gerar um incremento na produção e na produtividade (FARIAS et al, 2001).

Para a caracterização dos riscos de déficits hídricos da soja, Farias et al. (2001) levaram em consideração duas variedades hipotéticas de soja, precoce e tardia, respectivamente, com ciclo de 120 e 130 dias, para o Estado do Paraná, considerando que essas cultivares fossem perfeitamente adaptadas às condições termo-fotoperiódicas dos locais estudados.

Para as simulações do Zoneamento, levaram também em consideração os três principais tipos de solo segundo a capacidade de armazenamento de água, ou capacidade de

água disponível (CAD), que é estimada em função da profundidade efetiva do sistema radicular da cultura, resultando em valores de 30, 50 e 70 mm, para os tipos arenoso, médio e argiloso, respectivamente.

A metodologia leva em consideração a análise frequencial da precipitação pluviométrica e do Índice de Satisfação da Necessidade de Águas das Culturas (ISNA) que é a relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e a evapotranspiração potencial (ET_p), apresentada na Equação 3.

$$ISNA = \frac{ET_r}{ET_p} \quad (3)$$

A fim de encontrar os valores do ISNA favoráveis ao plantio, são feitas simulações para períodos de 10 dias (decêndio) em relação às séries históricas com mínimo de 15 anos de dados diários de precipitação, sempre englobando as épocas recomendadas pela pesquisa para obtenção de maiores rendimentos. Em muitas culturas, considera-se crítica a ocorrência de deficiência hídrica nas fases fisiológicas de floração e enchimento de grãos e excesso de chuva na colheita.

FARIAS et. al. (2001) determinaram três níveis de classificação para o risco climático da soja:

- Baixo risco ($ISNA \geq 0,65$)
- Médio risco ($0,65 > ISNA > 0,55$)
- Alto risco ($ISNA \leq 0,55$).

As áreas definidas como favoráveis representam as regiões onde é menor o risco de ocorrência de déficit hídrico durante as fases mais críticas (floração e enchimento de grãos), sendo que a penalização (queda de produção) é mínima e a data para o plantio da cultura é considerada como de menor risco.

A partir dos resultados simulados utiliza-se um programa de interpolação de dados ou um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a interpolação dos resultados do ISNA e espacialização das informações, sendo confeccionados mapas que permitam avaliar as áreas com alto, médio e baixo risco climático para determinada cultura, num certo tipo de solo e na data escolhida (ASSAD e SANO, 1998).

Cabe ressaltar as limitações apontadas por FARIAS et al. (2001): “Os períodos favoráveis não indicam, necessariamente, os períodos de semeadura para obtenção de maiores rendimentos de grãos, mas, sim, aqueles em que há menor probabilidade de perdas por ocorrência de déficit hídrico.

Além disso, nem todos os municípios classificados como favoráveis são aptos ao cultivo da soja. Além da disponibilidade de água, outros fatores devem ser considerados para avaliar a viabilidade da exploração dessa cultura, com sucesso numa dada região e, principalmente, aumentar a densidade de dados para incrementar a decisão espacial das recomendações.

5.10. Seguro privado

O objetivo de todo seguro é proteger o indivíduo da perda de renda ou garantir quanto ao eventual prejuízo diante de um evento que traga algum dano ao objeto de interesse, sob a condição de pagamento de um prêmio e o recebimento do valor referente a esse prêmio pago, caso ocorra o evento sinistrante ao qual se procurou precaver.

De acordo com Souza (2001), o seguro é baseado no conceito de compartilhamento ou divisão dos riscos. Os registros mais antigos que se tem notícia da origem do seguro são com os Babilônios, Fenícios e Hebreus, no século XIII antes de Cristo.

Sempre existiram diversas formas de minimização dos riscos, como a diversificação das atividades, reservas de crédito, pulverização do risco, que, dessa forma, a pessoa prefere transferir uma elevada despesa futura e incerta por uma despesa antecipada e certa, de mesmo valor, o que caracteriza a pagamento de um prêmio (OZAKI e SHIROTA, 2005).

Segundo Jardim (2008), o seguro se torna a principal ferramenta de transferência de riscos. Pela própria teoria econômica, verifica-se que a aversão ao risco faz com que o indivíduo opte por efetuar o pagamento de um prêmio a fim de garantir que sua renda permaneça inalterada mesmo no caso de um evento oneroso não previsto.

Segundo Fiori (2008), a primeira apólice emitida (documento emitido pelo segurador com base nos elementos fornecidos pelo proponente na proposta de seguro, aceitando e efetivando o contrato) que se tem notícia, data do ano de 1347.

No Brasil, o marco inicial da atividade seguradora está ligado à vinda da corte portuguesa para o país, em 1808, que tinha como objetivo principal o comércio marítimo. A que primeira seguradora foi chamada de Companhia de Seguros Boa Fé e em 1850 é promulgado o “Código Comercial Brasileiro”.

Assim inicia-se a regulamentação dos primeiros tipos de seguros que era o próprio marítimo, de mercadorias, de escravos, de incêndio, a previdência privada. Em meados do mesmo século começa a comercialização dos seguros de vida, desde que desvinculados do seguro marítimo.

Durante o final do século XIX e início do século XX o mercado segurador brasileiro se desenvolveu praticamente com base no mercado de capitalização e vida e, em função do crescimento do mercado, empresas estrangeiras iniciam suas operações no Brasil.

Em 1940, com base na Constituição de 1937, foi promulgado o decreto no. 5.901, que criava os seguros obrigatórios para comerciantes, industriais e concessionárias de serviços públicos, pessoas físicas e jurídicas, contra riscos de incêndio e transporte. Nesse mesmo momento, é criado o Instituto de Resseguros do Brasil (IRB) e as sociedades seguradoras passam a ser obrigadas a ressegurar nesse instituto as responsabilidades que excedessem sua capacidade de retenção (FIORI, 2008).

Com a regulamentação do setor, também são criados órgãos para uma maior organização do mercado, como a SUSEP – Superintendência de Seguros Privados, que é uma entidade autárquica que tem o objetivo de atuar como órgão fiscalizador das seguradoras e entidade de capitalização e previdência privada (FUNENSEG, 2009).

O seguro agrícola brasileiro teve a sua base de implantação a partir da Lei no. 2.168, de 11 de janeiro de 1954, que se destinava à preservação das colheitas e dos rebanhos contra a eventualidade de riscos que lhes são peculiares, sendo que a preocupação era elaborar um mecanismo de seguro agrícola que pudesse proteger o produtor e as instituições que operassem com este setor (OZAKI, 2005).

Essa mesma lei criou a Companhia Nacional de Seguro Agrícola (CNSA), atribuindo-se ao IRB os estudos para a criação dos seguros agropecuários, pois, até aquela data, apenas o Estado de São Paulo atuava no setor. Em julho de 1970, foram aprovados os seguros agrícolas, com orientações ao custeio agrícola com base na cobertura contra

fenômenos meteorológicos desfavoráveis, pragas e doenças incontroláveis (VIEIRA JUNIOR, 2008).

A Lei no. 2.168/54 também estabeleceu a criação do Fundo de Estabilidade do Seguro Agrário, com a finalidade de garantir a estabilidade do mercado, permitir o ajustamento gradual das taxas de prêmios, cobrir riscos de catástrofe, bem como de quaisquer outras iniciativas relativas ao aperfeiçoamento e à ampliação do seguro (OZAKI, 2005).

A produção rural depende totalmente da interação entre as condições ambientais dos seus atributos como solo, clima e demais fatores abióticos que condicionam os fatores bióticos. A premissa básica, segundo Pilar et al. (2001), é que, embora não se possa controlar a meteorologia, pode-se controlar a extensão dos danos financeiros e econômicos que poderão resultar de condições meteorológicas adversas.

O objetivo do seguro agrícola é, portanto, precaver quanto a eventos que possam causar algum dano à cultura de interesse objeto do seguro e que venha causar prejuízos ao produtor a ponto de garantir uma renda mínima.

Assim, um seguro rural de modalidade agrícola minimamente abrangente é a condição essencial para a agricultura prosperar, notadamente em um ambiente econômico onde a atividade agrícola pode ser a principal atividade econômica regional. Assim, os prejuízos causados à agricultura atingem, indiretamente, outros setores da economia, como comércio e indústria, podendo, inclusive, o dano ser sentido nos anos subsequentes e que deverá ser absorvido pela economia regional (VIEIRA JUNIOR, 2008).

Segundo Buainain (2008), independentemente do empenho e da eficiência do produtor, as perdas em um ano com clima ou mercado adverso podem eliminar totalmente os ganhos obtidos em vários anos com clima ou mercado favorável, levando à inadimplência, à descapitalização e até à perda da propriedade.

Apesar de termos no Brasil um sistema de seguros com mais de 50 anos de atuação, ainda pode-se considerar que passa por um processo de desenvolvimento e amadurecimento pelo fato do mercado privado ter pouco mais de uma década de atuação.

Segundo Guanziroli e Basco (2008), o sistema de seguros rurais no Brasil tem experimentado uma série de problemas graves que afetam seu desenvolvimento, em especial, a relação ente os sinistros ocorridos e os prêmios pagos entre 1995 e 2005, sendo que o volume de sinistros foi muito superior aos prêmios arrecadados pelas seguradoras.

Outros problemas relacionados com o processo de desenvolvimento de um seguro rural sólido estão relacionados ao que o mercado segurador, que de uma forma geral tem, que são os relacionados à assimetria das informações, tais como, o risco moral e a seleção adversa ou anti-seleção, o risco sistêmico, a falta de dados de produtividade agrícola relativamente longa, que possam refletir de maneira precisa a estrutura de riscos dos produtores. Agregado a isso, a falta de uma metodologia adequada é apontada como um dos principais entraves para o desenvolvimento de um mercado de seguro agrícola no Brasil (OZAKI, 2005).

Guanziroli e Basco, (2008), consideram que o seguro rural no Brasil ainda é insignificante em relação ao total de seguros realizados no país. Esse mercado representa apenas 0,37% do total de operações e, até o final do ano de 2010, era operado por apenas por seis seguradoras: Aliança do Brasil, Allianz, Mapfre, Nobre, Porto Seguro e UBF.

O mercado de seguros agrícolas teve um impulso com a efetivação, em 2006, do Programa Federal de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural, beneficiando, em 2008, 43.642 produtores rurais, o que propiciou a contratação de 60.120 operações de seguro rural, uma cobertura para uma área de 4,8 milhões de ha e a geração de R\$ 325 milhões em prêmios (MAPA, 2009).

Segundo o relatório do MAPA (2009) sobre o seguro rural no Brasil, a soja foi a cultura com maior percentual de importância segurada e prêmio, respectivamente, de 43,4% e 43,8%, o que representa uma arrecadação de mais de R\$ 142 milhões em prêmio às companhias seguradoras. O Estado do Paraná é o que tem a maior participação em operações subvencionadas, 36,3% do total de contratos subvencionados, sendo que a soja deste Estado representa 25,3% de todos os contratos de seguro subvencionados no ano de 2008.

No entanto, o mercado segurador ainda tem alguns entraves em relação ao seu crescimento, pelas baixas reservas destinadas à subvenção, que ainda não são suficientes para atender a todo mercado e a todos os produtores. Ainda não há uma cultura de seguro por parte dos produtores, que consideram o seguro como custo e não investimento, sendo que deve-se parte disso pelo seguro agrícola ainda ser considerado oneroso, principalmente quando esse produtor não tem acesso à subvenção ao prêmio.

Isso faz com que em torno de menos de 10% de toda área agricultura brasileira seja segurada. Em 1998, o complexo agroindustrial brasileiro participava de 35% do PIB, sendo que 15% correspondia às atividades diretas de campo. Já o mercado segurador participava com somente 2,15% do PIB através da arrecadação de prêmio.

Além das questões de mercado, como a atividade agrícola é diretamente dependente das condições climáticas, tais condições podem influenciar a participação no PIB de determinado Estado. Como por exemplo, a deficiência hídrica pode afetar muitos municípios ao mesmo tempo resultando em reduções do PIB.

Dessa forma, é necessário o conhecimento dos riscos a que a atividade agrícola e a seguradora estão expostas nesse mercado, o que torna de grande importância o investimento na gestão dos riscos, que são as atividades coordenadas para direcionar e controlar uma organização com relação ao risco a que ela está exposta (FUNENEG, 2009).

Ozaki (2007) coloca o seguro como um dos mecanismos mais eficazes de transferência de risco e garantia de renda, sendo que o seguro possibilita ao indivíduo igualar sua renda quando ocorre um evento danoso à situação em que tal evento não ocorre, mediante o pagamento de um prêmio e o recebimento de uma compensação, caso ocorra o sinistro.

Considera-se, inclusive, que o seguro pode ser um mecanismo pelo qual se substitui uma despesa futura e incerta de valor elevado, por uma despesa antecipada e certa de valor relativamente menor. Isso, na verdade, considera-se a relação entre a importância segurada e o prêmio pago.

Ozaki (2007) coloca como principais benefícios do seguro agrícola para a sociedade as seguintes premissas:

1. A transferência, para o mercado segurador, do ônus das dívidas do crédito rural;
2. Desonerar o Estado de boa parte dos recursos necessários ao financiamento da safra;
3. Estabelecer uma política agrícola anticíclica eficiente, com o objetivo de proteger o produtor em caso de perda na safra;
4. Manter o Estado em boas condições macroeconômicas.
5. Permitir que o produtor ingresse mais facilmente no mercado de capitais;
6. Garantir a estabilidade da renda dos produtores;
7. Torná-los adimplentes em safra futuras, mesmo que haja frustração na safra atual;
8. Aumentar o investimento e uso de tecnologias.

Para que haja um melhor controle dos riscos devem existir determinadas condições de segurabilidade e, assim, para que o mercado de seguros seja sustentável por si só, algumas premissas devem ser observadas, a saber:

- a. A perda deve ser calculável;
- b. As circunstâncias das perdas devem ser bem definidas, não intencionais e acidentais;
- c. As unidades expostas devem ser em grande quantidade, homogêneas e independentes;
- d. O prêmio deve ser economicamente viável;
- e. Não haja perda catastrófica.

Nesse contexto, segundo Ozaki (2007), o seguro agrícola viola as premissas citadas acima, sendo que:

1. A perda deve ser calculável. As estimativas de perdas esbarram na projeção da produtividade e, também, na precisão da quantificação dessas perdas, por fatores como metodologias, equipamentos e extensão territorial, por exemplo;
2. Os sinistros avisados nem sempre têm suas circunstâncias bem definidas, pois mais de um evento pode ter ocorrido mascarando o motivo real do sinistro e a extensão exata do evento;
3. Um princípio básico do seguro é que as unidades seguradas estejam geograficamente dispersas, porém, as unidades seguradas muitas vezes estão geograficamente próximas umas às outras e, assim, um evento sinistrante que atinja uma propriedade pode, muito provavelmente, atingir outras próximas.
4. O prêmio deve ser viável. Em geral, as seguradoras utilizam taxas regionalizadas e precificam com base nas perdas médias e níveis tecnológicos. Entretanto, as taxas são relativas a outros ramos, mais altas em função do risco intrínseco da atividade agrícola e a dificuldades de mensuração desses riscos.
5. A perda não deve ser catastrófica. Os eventos climáticos geralmente podem atingir grandes áreas, fazendo com que exista uma interdependência entre as áreas afetadas. Como exemplo, pode-se citar o caso de uma seca, que, quando atinge uma região, várias propriedades próximas são atingidas simultaneamente.

Dessa forma, o seguro agrícola deve procurar ferramentas de gestão que minimizem esses efeitos que o tornam mais catastróficos que outros ramos.

Segundo Lucero e Ceardi (2004), manejar os riscos é criar as condições para trabalhar com confiança em um mundo de mudanças constantes e avançar no caminho do seguro agrícola deve implicar necessariamente uma mudança de cultura e de hábitos dos agricultores que devem implantar os manejos dos riscos em suas atividades, sendo o seguro agrícola, na atualidade, um dos principais minimizadores dos riscos.

Como estratégia de gestão dos riscos, mesmo que haja uma gama de recursos tecnológicos disponíveis aos produtores, essas ferramentas podem variar de um agricultor a outro e, também, de país para país, em função do desenvolvimento tecnológico e econômico de cada um. Ferramentas como a diversificação e a dispersão no tempo e espaço de produção, uso de tecnologias e melhor gestão das informações podem auxiliar na garantia da produtividade e ganho de renda (LUCERO e CEARDI 2004).

Lucero e Ceardi (2004) consideram que, na atualidade, o seguro agrícola tem a sua máxima importância ao produtor porque, mesmo com todo investimento em tecnologia que pode ter, os eventos catastróficos naturais não podem ser controlados e o seguro agrícola adquire sua máxima importância por se tratar de uma transferência de risco do empresário agrícola para as seguradoras. A Figura 7 mostra como seria uma proposta ideal de integração entre o setor agrário, entidades seguradoras e a administração pública.



Figura 7 - Componentes dos sistemas de gestão de riscos, baseado nos sistemas de seguros.
Fonte: LUCERO E CEARDI (2004)

Porém, mesmo com as ferramentas disponíveis, quer seja pela cultura dos produtores ou mesmo pela disponibilidade ou acesso às tecnologias de mitigação dos riscos, o seguro agrícola ainda passa por problemas clássicos de penetração no mercado agrícola.

Em virtude dessa dificuldade de gestão do seguro agrícola no Brasil, o modelo mais utilizado é o de custeio, onde a idéia é indenizar o produtor toda vez que ocorrer algum evento que provoque a queda de produtividade abaixo da estipulada no contrato de seguro e que torne inviável o pagamento, por parte do produtor, dos recursos captados para a implantação e condução da sua lavoura.

Assim, o seguro agrícola deve proporcionar aos produtores:

- Permitir o barateamento do crédito rural através da estabilização econômica dos produtores;
- Garantir, portanto, a estabilidade da renda dos produtores;
- Diminuir a inadimplência dos produtores;
- Proporcionar um maior investimento e disseminação de tecnologia.

Segundo Ozaki (2007) um grande esforço deve ser feito para que o mercado atinja o pleno desenvolvimento e, para isso, deve existir uma grande cooperação entre mercado, governo, instituições, produtores e outros órgãos ligados à pesquisa agropecuária a fim de estabelecer o desenvolvimento do seguro agrícola para o sucesso do agronegócio nacional. Por outro lado, o próprio mercado segurador deve fazer a sua própria gestão dos riscos a que o mercado está exposto.

Werner & Arias (2003) mostram que uma das maiores dificuldades do mercado segurador agrícola é o cálculo de taxas e prêmios justos de modo a desenvolver reservas suficientes para eventos de baixa probabilidade, mas com perdas elevadas. As carteiras de contratos de seguros de culturas geograficamente dispersas podem ser até 20 vezes mais arriscadas do que uma carteira de igual valor de contratos de seguros de saúde ou automóvel.

Esses mesmos autores consideram que a presença de informação assimétrica, que pode levar à seleção adversa e problemas de risco moral, eleva os custos de seguros. A seleção adversa no mercado de seguros refere-se à situação em que as seguradoras consideram impossível ou muito oneroso distinguir entre os segurados de alto risco e os de baixo risco e, assim, os preços dos contratos de seguros acabam por ter um prêmio médio para todos os indivíduos, o que é inadequado e não sustentável.

Em relação aos custos elevados dos contratos de seguros, Buainain (2008) considera que, entre outros fatores, os motivos são a natureza catastrófica do risco, alto custo de fiscalização e peritagem, dificuldades de definir preços, normatização ainda precária e da falta de dados estatísticos que permitam arbitrar as perdas e separar “o joio do trigo”. Como resultado, os prêmios são elevados, desestimulando, muitas vezes, seguradoras e produtores.

Jardim (2008) também aponta como um dos problemas enfrentados pelo mercado segurador agrícola os baixos incentivos e subsídios ao seguro agrícola, que poderiam incentivar o aumento da produtividade através do barateamento do prêmio do seguro, ampliando o mercado e melhorando a qualidade da carteira de apólices das seguradoras. Considera também as incertezas climáticas como um obstáculo pela dificuldade de não poderem ser avaliadas com uma distribuição probabilística conhecida.

Outro tema que aparece como obstáculo para a formação de um sistema de seguro eficiente é a falta de previsões climáticas adequadas. Por mais que se possa confiar em uma previsão de tempo, na atualidade, ela tem confiabilidade para no máximo quinze dias. A previsão de clima é altamente incerta (considerado de 40% em períodos longos). Outro fator de obstáculo é o de existirem, relativamente à extensão territorial, poucas estações meteorológicas no Brasil para termos boas condições para um eficiente monitoramento agrometeorológico (GUANZIROLI & BASCO, 2008).

Ozaki (2007) também coloca como grande problema relacionado com o seguro agrícola, além dos citados anteriormente, o risco moral, isto é, o não cumprimento das obrigações contratuais ou a ação oculta. Esse tipo de ação, que pode ser de difícil monitoramento, pode levar a seguradora a aumentar os seus prêmios ou então oferecer uma cobertura apenas parcial. Existe, também, a severa seleção adversa caracterizada pelo fato dos produtores que estão em regiões com maiores probabilidades de perdas serem os que mais contratam o seguro agrícola, ou, então, à medida que o prêmio se eleva, apenas as pessoas que realmente necessitam do seguro adquirem o contrato, o que faz com que, desse modo, somente indivíduos mais propensos a receber a indenização fechem os contratos de seguro.

Além desses problemas, Ozaki (2007), também leva em consideração a inexperiência e a falta de profissionais especializados no ramo, a tendência das seguradoras operarem seus contratos em regiões com baixa sinistralidade, a falta de um órgão central e a participação efetiva do governo, a legislação arcaica, a escassez de dados estatísticos, a complexa

precificação em função de uma metodologia atuarial ainda não adequada ao seguro agrícola, a falta de produtos inovadores e, por fim, as políticas de assistência ao setor que muitas vezes têm caráter assistencialista e não incentivam o setor a utilizar mecanismos para melhor gerenciamento dos seus riscos.

Entretanto, com base nas necessidades de um melhor desenvolvimento do mercado segurador agrícola e a busca por uma metodologia atuarial que proporcione prêmios mais justos e, com isso diminuíssem os problemas relacionados ao mercado, é que tem ocorridos investimentos nesse setor.

Segundo Werner & Arias (2003) as recentes inovações tecnológicas voltadas ao mercado de seguros poderiam oferecer alternativas para tratar os riscos agrícolas, em especial, os climáticos.

A maior parte desses instrumentos está ligada à análise estatística da dispersão de probabilidades que podem ser estimadas e os eventos medidos. Inovações tecnológicas como os satélites de previsão do tempo, imagens de satélite, análise climatológica mais aperfeiçoada e com menores erros e modelos computacionais de aviso prévio, têm ajudado a tornar mais eficiente o monitoramento agrícola para o mercado de seguros e, conseqüentemente, minimizar o custo do seguro para o produtor (WERNER & ARIAS, 2003).

Como instrumento para minimização dos problemas como a seleção adversa e o risco moral, Werner & Arias (2003) cita os contratos de Índice Área – Rendimento que oferecem o pagamento da indenização quando o rendimento médio por unidade de área fica abaixo de certo nível. No entanto, este índice tem de ser medido por um agente independente, o que pode, por vezes, ser um obstáculo. Ademais, com vista a conceber tais contratos de seguros, é necessário que exista uma história precisa de rendimentos ao nível municipal, o que ainda existe de forma deficitária no Brasil.

Outro índice de importância é o de clima, que focaliza a natureza covariada do risco climático que os produtores rurais enfrentam nos países em desenvolvimento, como excesso de precipitação, secas, geadas e vendavais que são eventos climáticos facilmente verificados pela sua característica danosa.

Estes instrumentos são atrativos em virtude da quantidade de informações e recursos necessários para concebê-los. O seguro agrícola tradicional, para ser mais eficiente, requer dados históricos ao nível do produtor, como o rendimento das culturas, perdas ocorridas na

safra segurada e informações oficiais sobre as perdas regionalizadas. Porém, o seguro indexado ao clima requer apenas dados históricos de clima e medidas climáticas seguras e objetivas. Entretanto, estes dados devem ser confiáveis e para todas as regiões produtoras, o que nem sempre acontece em países em desenvolvimento, segundo Werner & Arias (2003).

Segundo Ozaki (2007), fenômenos climáticos, como em especial as secas, podem dificultar a continuidade das companhias seguradoras no ramo de atividade. Isto porque a seca apresenta severidade elevada e atinge não apenas uma propriedade rural, mas pode atingir milhares de propriedades em uma grande extensão territorial. Por esse motivo o risco acaba sendo altamente correlacionado espacialmente, o que vem violar um dos princípios básicos do mercado de seguros: as unidades expostas devem ser homogêneas e independentes, o que também implica no fato que as unidades devem ser geograficamente dispersas.

Ozaki (2008) também mostra que existe um padrão de dependência espacial nos dados, ou seja, as unidades seguradas não podem ser consideradas independentes espacialmente. Esse fato tem repercussões perversas no mercado de seguros agrícolas, tendo em vista que o risco de inadimplência das seguradoras perante os segurados é grande na ocorrência de evento climático extremo. As seguradoras que operam neste mercado têm que ficar atentas às estratégias de diversificação geográfica, evitando qualquer concentração de riscos em determinada região.

Nesse contexto, Ozaki e Dias (2009) mostram que a análise do coeficiente de variação ($CV_x = \sigma/\mu$), em que x é uma variável aleatória, σ é o desvio padrão e μ é a média da série estudada, como uma medida de risco associado a variável aleatória e relativo ao seu tamanho esperado. Assim, quando os sinistros forem independentes e identicamente distribuídos, o risco agregado se torna menor do que o individual.

Com base nesse estudo, Ozaki e Dias (2009) mostram que as produtividades em municípios próximos tendem a apresentar o mesmo comportamento, em virtude de características edafoclimáticas similares e as produtividades também podem refletir a influência das deficiências hídricas em determinada região. Com isso, o CV pode ser utilizado como ferramenta de classificação de risco, pois reflete a magnitude relativa do risco. Assim, municípios com maiores CV tenderiam a ter maiores riscos para as seguradoras, enquanto menores CVs refletiriam regiões de menores riscos.

Mesmo assim, o ideal seria precificar cada propriedade rural separadamente para que o seguro agrícola tivesse uma análise de risco mais precisa e com valores mais justos aos produtores.

Entretanto, como os dados estatísticos de produtividade por propriedades rurais são praticamente inexistentes, os contratos são precificados utilizando-se dados de produtividade municipal e, então, para o seguro agrícola, a quantificação municipalizada do risco é fundamental para que as seguradoras possam diversificar seu risco e precificar mais adequadamente os contratos.

Outro fator de importância na análise de risco, ao longo dos anos e fundamental para a análise futura de determinada carteira, é a análise da sinistralidade.

Relembrando, segundo Fiori (2008), sinistro entende-se como todo acontecimento de evento previsto no contrato de seguro, sendo que no caso deste estudo, a perda da produção de soja pela seca.

O índice de sinistralidade, ou simplesmente sinistralidade, denominado aqui nesse trabalho por IS, é a razão entre o total de sinistros pagos pela seguradora (indenização) aos segurados em determinado município e a quantidade total de prêmios (valor do seguro) pagos pelos segurados nesse mesmo município.

Esses valores, em geral, são obtidos para cada município e safra, através da relação entre os prêmios recebidos e o valor de sinistro pago, conforme a equação 4:

$$IS = \frac{S}{P} \quad (4)$$

Sendo S = sinistros pagos ao produtor e P = prêmio pago pelos produtores

No entanto, deve ser levado em consideração na ocorrência e consequente aviso de sinistro, o nível de cobertura contratada que as seguradoras de uma forma geral sempre limitam a um nível abaixo de 100% da produtividade esperada, que é obtida pela produtividade média do município levantada junto a um órgão oficial de estatística, que na maioria dos casos é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Em geral, as seguradoras oferecem uma cobertura entre 50% e 75% da produtividade média e, portanto, o valor do prêmio varia em função dessa cobertura. Isso faz

com que os produtores, que estão em regiões conhecidamente de menor risco, optem por coberturas mais baixas e assim as perdas devem ser maiores para que ocorram avisos de sinistros.

Então, acompanhamento da sinistralidade torna-se uma ferramenta de grande importância para a análise dos riscos do mercado segurador e servem de base para os cálculos atuariais para a elaboração das taxas.

Assim, além dos cálculos atuariais, atualmente, levarem em consideração apenas os levantamentos de produtividade municipal, em geral com base no IBGE, também se considera a experiência de cada seguradora sobre as perdas e sucessos obtidos em cada região. E isso faz com que a taxação ainda venha a ser feita de forma empírica em determinadas regiões.

Dessa forma, este trabalho utiliza medidas de cálculos complementares, além dos baseados em estatísticas de produtividade, que podem mascarar tanto as regiões com alto potencial de produtividade, quanto as áreas de baixa eficiência. Esses cálculos complementares, além de permitir a análise de risco mais localizada dentro de cada município, podem, inclusive, permitir a análise de risco ao nível da propriedade segurada.

6. Material e Métodos

6.1. Área de estudo

Tomou-se como base o Estado do Paraná por ser i) o que tem, um maior volume de contratos de seguros para a cultura da soja (MAPA, 2009) como indicado nas Tabelas 4 e 5, ii) ser um dos maiores produtores desse grão no Brasil e iii) ser o Estado que possui um maior volume e diversidade de dados sobre a produção de grãos, em relação a outros Estados da federação.

Tabela 4 - Operações de subvenção ao prêmio do seguro agrícola da cultura da soja no PR. Fonte: MAPA (2009)

| Região Sul | Número de operações | Importância Segurada (R\$) | Área Segurada (ha) | Prêmio Arrecadado (R\$) | Valor Subvencionado (R\$) | Valores médios por apólice | | | |
|------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | | | | | Importância Segurada (R\$) | Área Segurada (ha) | Prêmio Arrecadado (R\$) | valor Subvencionado (R\$) |
| | 37.962 | 3.651.688.254 | 2.295.364 | 174.959.798 | 86.593.124 | | | | |
| Paraná | 21.834 | 1.731.811.801 | 1.526.279 | 87.740.861 | 44.790.636 | | | | |
| Participação Regional | 57,52% | 47,42% | 66,49% | 50,15% | 51,73% | | | | |
| Soja | 15.230 | 1.149.244.325 | 1.084.550 | 52.763.905 | 25.928.410 | 75.459 | 71 | 3.464 | 1.702 |

Tabela 5 - Operações de subvenção ao prêmio do seguro agrícola - 2008. Fonte: MAPA (2009)

| Estados | NÚMERO DE OPERAÇÕES | IMPORTÂNCIA SEGURADA (R\$) | ÁREA SEGURADA (ha) | PRÊMIO ARRECADADO (R\$) | VALOR SUBVENCIONADO (R\$) |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| Total | 60.120 | 7.209.176.952 | 4.762.903 | 324.744.319 | 157.544.955 |
| Paraná | 21.834 | 1.731.811.801 | 1.526.279 | 87.740.861 | 44.790.637 |
| Rio Grande do Sul | 10.481 | 1.403.715.906 | 612.623 | 53.451.113 | 25.958.258 |
| São Paulo | 8.275 | 961.851.290 | 458.684 | 41.719.750 | 18.797.475 |
| Santa Catarina | 5.647 | 516.160.543 | 156.463 | 33.767.824 | 15.844.233 |
| Goiás | 4.954 | 821.789.492 | 649.779 | 30.077.817 | 14.860.357 |
| Minas Gerais | 4.111 | 736.686.917 | 456.796 | 31.873.856 | 15.300.782 |
| Mato Grosso do Sul | 2.155 | 355.712.552 | 332.287 | 18.337.243 | 8.935.455 |
| Mato Grosso | 1.636 | 427.177.511 | 379.232 | 13.432.142 | 6.623.057 |
| Bahia | 510 | 141.859.283 | 108.799 | 8.768.798 | 4.327.025 |
| Tocantins | 139 | 27.038.679 | 21.005 | 1.337.827 | 657.863 |
| Demais Estados | 378 | 85372977 | 60955 | 4237087 | 1449813 |

6.2. Escolha dos municípios

A escolha dos municípios foi feita considerando que eles deveriam ter os seguintes critérios:

- Pelo menos uma estação meteorológica com dados disponíveis para os anos estudados;
- Dados representativos em relação à produção da soja (seremos maiores produtores do grão nas suas respectivas regiões do Estado);
- Número de contratações de seguro agrícola no Estado entre as safras de 2001/2002 a 2008/2009;
- Climas diferentes entre eles – regiões oeste, norte, centro, sul e centro-sul do Estado, sendo que dois municípios possuem clima Cfa – Assis Chateaubriand e Maringá, dois Cfb – Lapa e Palmas e um na transição entre esses dois climas – Cândido de Abreu;
- Que não fossem contíguos, a fim de que não existisse uma correlação espacial com as sinistralidades ocorridas nesses municípios e as secas ocorridas nas regiões estudadas;

Com base nesses critérios, foram escolhidos os municípios: Assis Chateaubriand, Maringá, Cândido de Abreu, Lapa e Palmas, conforme Figura 8.



Figura 8 - Municípios selecionados para estudo.

Apesar de o Estado do Paraná fazer o levantamento dos dados sobre as condições das safras, por município, essas informações, de forma organizada e estruturada, são disponíveis apenas ao nível dos núcleos regionais, como mostrado na Figura 9. Assim, os municípios selecionados pertencem, respectivamente, aos seguintes núcleos regionais: Toledo, Maringá, Ivaiporã, Curitiba e Pato Branco.



Figura 9 - Divisão política dos Núcleos Regionais da SEAB

6.3. Dados de entrada

Os dados de produtividade foram obtidos junto ao IBGE, para as safras de 2001/2002 a 2008/2009. Os dados meteorológicos foram obtidos junto ao Agritempo¹, bem como as informações sobre as estações meteorológicas de cada município estudado e, por fim, as informações sobre os contratos de seguros e sinistralidade foram fornecidos pela Cia. de Seguros Aliança do Brasil, bem como as condições históricas das safras junto à Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná – SEAB.

Os valores do coeficiente da cultura (Kc) e o coeficiente de penalização da produtividade por déficit hídrico (Ky), necessários para a elaboração do balanço hídrico, foram os mesmo utilizados por Pereira et al. (2002) com base nos trabalhos realizados por Doorenbos e Kassam (1994), apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Dados utilizados para o BH da cultura da soja

| Fases Fenológicas | Kc | Ky | CAD | Dias |
|---------------------|------|-----|-----|------|
| 1 - Estabelecimento | 0,35 | 0,0 | 30 | 10 |
| 2 - Des. Vegetativo | 0,75 | 0,2 | 50 | 35 |
| 3 - Florescimento | 1,1 | 0,8 | 65 | 30 |
| 4 - Frutificação | 0,75 | 1,0 | 70 | 30 |
| 5 - Maturação | 0,45 | 0,0 | 70 | 15 |

6.4. Cálculos

6.4.1. Balanço hídrico

O cálculo do balanço hídrico foi baseado na metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), e os cálculos foram obtidos com auxílio das planilhas de Balanço Hídrico elaboradas por Rolim et al. (1998).

Foi realizado o balanço hídrico sequencial para cada decêndio, mês a mês, entre os anos de 2001 e 2009, utilizando, porém para análise apenas o período entre setembro e abril,

¹ Agritempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, que permite aos usuários o acesso, via Internet, às informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios e estados brasileiros (Evangelista et al., 2003).

que é o período entre o plantio e a colheita da cultura, para estudo comparativo entre a evolução da deficiência hídrica, os períodos de plantios e a evolução da sinistralidade.

Além do balanço hídrico sequencial, também foi realizado o balanço hídrico diário da cultura entre os meses de setembro e março, entre 2001 e 2008, para fim de comparação entre o potencial produtivo e as sinistralidades ocorridas nesses períodos.

Para elaboração desse cálculo, foi tomado como base as características de uma variedade precoce, que é o tipo de ciclo que predomina na atualidade no Estado do Paraná, como as variedades BRS (Embrapa) e CD (Coodetec), que, juntas, representaram 69% do total de sementes produzidas no Estado do Paraná na safra 2007/2008 (EMBRAPA, 2008).

Em geral, a escolha dessas variedades pelos agricultores se dá pelo fato de eles poderem realizar duas safras ao longo do ano agrícola, sendo a primeira de soja e a segunda de milho safrinha, normalmente.

As simulações de perda potencial de produtividade foram feitas de cinco em cinco dias a partir do primeiro dia de outubro de cada ano-safra, que coincide com o início do Zoneamento Agrícola de Risco Climático da Soja (ZARC) proposto para o Estado do Paraná, até o início de dezembro, que segundo dados estatísticos da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB é o período de encerramento do plantio na maioria dos municípios paranaenses.

Também foi feito o balanço hídrico da cultura com base em dados normais para efeitos de comparação entre o potencial de perdas normais e os ocorridos ao longo de cada safra.

6.4.2. Análise do período de risco

Por não haver registros confiáveis de data exata de plantio, de cada produtor, foram considerados os dados médios de evolução de plantio, dados em porcentagem de área, para cada município, obtidos junto ao levantamento de safra da SEAB (2010) para cada ano, conforme Tabela 7:

Tabela 7 - Situação de plantio e colheita da soja no Paraná - safras 06/07 a 09/10. Fonte: SEAB/DERAL

| | | 2006 | | | | | 2007 | | | | |
|--------------|----------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|--|
| Safra | | set | out | nov | dez | jan | fev | mar | abr | mai | |
| 06/07 | Plantio | 0 | 23 | 89 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Colheita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 67 | 96 | 100 | |
| | | 2007 | | | | | 2008 | | | | |
| Safra | | set | out | nov | dez | jan | fev | mar | abr | mai | |
| 07/08 | Plantio | 0 | 23 | 86 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Colheita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 56 | 90 | 100 | |
| | | 2008 | | | | | 2009 | | | | |
| Safra | | set | out | nov | dez | jan | fev | mar | abr | mai | |
| 08/09 | Plantio | 0 | 24 | 82 | 98 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Colheita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 51 | 92 | 100 | |
| | | 2009 | | | | | 2010 | | | | |
| Safra | | set | out | nov | dez | jan | fev | mar | abr | mai | |
| 09/10 | Plantio | 0 | 25 | 92 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | Colheita | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | 75 | 98 | 100 | |

Considerando, que os plantios predominam entre outubro e novembro, procurou-se correlacionar as sinistralidade ocorridas em cada safra com o potencial de perdas para cada município, em função das datas em que as plantas pudessem estar expostas aos riscos de perdas por seca.

Para uma melhor análise das perdas e dos períodos em que as plantas estavam mais expostas ao risco de secas, o primeiro passo foi a identificação dos períodos de maior risco em função dos balanços hídricos das culturas e pelas informações das datas de plantio e dos estádios fenológicos obtidos de campo pelos técnicos da SEAB.

Com base nos dados fornecidos pela SEAB (julho de 2010), foram identificados os períodos de risco nos anos safras disponíveis – 2005/2006 (ano em que se começou a análise de situação plantio/colheita) a 2009/2010, apresentados na Tabela 8.



A definição dos períodos de risco foi baseada no percentual de área plantada em que as plantas estavam nos estádios fenológicos entre R1 e R6 (florescimento e frutificação – enchimento dos grãos), sendo que se dividiu o risco em menos que 50% da área plantada em risco ou mais de 50% da área plantada em risco.

Isso foi feito com base na hipótese de que quanto maior a área em risco, maior a probabilidade de ocorrência de aviso de sinistro.

Essas informações mostram o quanto é de fundamental importância trabalhos como o realizado pela SEAB no Estado do Paraná, no acompanhamento e levantamento constante da situação das lavouras implantadas e a disponibilidade de informações meteorológicas consistentes e em quantidade espacialmente adequadas, pois permitem uma análise melhor da situação de plantio e de desenvolvimento da safra.

Tabela 8 - Principais períodos de risco da cultura da soja, por pólo regional.

| NÚCLEO REGIONAL (Município de estudo) | Safra | Decêndio | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | | 01_dez | 02_dez | 03_dez | 01_jan | 02_jan | 03_jan | 01_fev | 02_fev | 03_fev | 01_mar | 02_mar | 03_mar | |
| CURITIBA (Lapa) | 05/06 | | | | | | | | | | | | | |
| | 06/07 | | | | | | | | | | | | | |
| | 07/08 | | | | | | | | | | | | | |
| | 08/09 | | | | | | | | | | | | | |
| | 09/10 | | | | | | | | | | | | | |
| IVAIPORÃ (Cândido de Abreu) | 05/06 | | | | | | | | | | | | | |
| | 06/07 | | | | | | | | | | | | | |
| | 07/08 | | | | | | | | | | | | | |
| | 08/09 | | | | | | | | | | | | | |
| | 09/10 | | | | | | | | | | | | | |
| MARINGÁ (Maringá) | 05/06 | | | | | | | | | | | | | |
| | 06/07 | | | | | | | | | | | | | |
| | 07/08 | | | | | | | | | | | | | |
| | 08/09 | | | | | | | | | | | | | |
| | 09/10 | | | | | | | | | | | | | |
| PATO BRANCO (Palmas) | 05/06 | | | | | | | | | | | | | |
| | 06/07 | | | | | | | | | | | | | |
| | 07/08 | | | | | | | | | | | | | |
| | 08/09 | | | | | | | | | | | | | |
| | 09/10 | | | | | | | | | | | | | |
| TOLEDO (Assis Chateaubriand) | 05/06 | | | | | | | | | | | | | |
| | 06/07 | | | | | | | | | | | | | |
| | 07/08 | | | | | | | | | | | | | |
| | 08/09 | | | | | | | | | | | | | |
| | 09/10 | | | | | | | | | | | | | |

 Período de maior risco (mais de 50% das plantas entre florescimento e frutificação)
 Período de menor risco (menos que 50% das plantas entre florescimento e frutificação)

Assim, verifica-se na Tabela 8, que para os Núcleos Regionais de Ivaiporã, Maringá e Pato Branco o período de maior risco inicia-se, geralmente, no primeiro decêndio de janeiro, sendo que, para os dois primeiros, também coincidem o final do período de maior risco – segundo decêndio de fevereiro, no Núcleo Regional de Pato Branco, em geral o maior risco vai até o primeiro decêndio de março, em função do clima mais frio nessa região que alonga o ciclo da cultura.

No Núcleo Regional de Curitiba, o período de maior risco está entre o primeiro decêndio de fevereiro e o segundo de março. Para o Núcleo Regional de Toledo, de clima mais quente, que é a região onde a soja é plantada mais precocemente, o período de maior risco concentra-se entre o segundo decêndio de dezembro e o terceiro de janeiro.

Culturas que têm uma concentração de risco em um período muito curto estão mais sujeitas às variações climáticas e, conseqüentemente, a perdas maiores.

6.4.3. Análise da variabilidade de produção

Com base nos dados históricos das produtividades municipais, foram calculados os CVs dos últimos dez anos para análise da correlação entre a variabilidade da produtividade, as sinistralidades ocorridas nesses municípios, bem como o potencial de perdas nesses municípios.

A variabilidade de produção foi calculada com base na equação 5:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (5)$$

Onde CV: coeficiente de variação;

σ : desvio padrão;

μ : média das produtividades municipais.

6.4.4. Cálculo da perda potencial

Para o cálculo da perda potencial, tomou-se como referência de produtividade potencial a produtividade máxima obtida para cada município, listadas na Tabela 9, após a

implantação do Zoneamento Agrícola de Risco Climático, para a soja no Estado do Paraná e aplicada a perda relativa obtida para encontrar a perda provável que cada produtor poderia ter obtido.

Tabela 9 - Produtividade máxima municipal. Fonte (IBGE, 2010)

| Município | Produtividade Máxima (kg/ha) |
|---------------------|---|
| Assis Chateaubriand | 3.246 |
| Cândido de Abreu | 2.975 |
| Lapa | 3.000 |
| Londrina | 3.060 |
| Maringá | 3.090 |
| Palmas | 2.900 |

O cálculo da perda relativa foi feita com base no modelo agrometeorológico multiplicativo de Doorenbos e Kassan (1994), conforme a equação (6) para cada data de plantio e município estudado.

$$\frac{Y_r}{Y_p} = \prod_{i=1}^n \left[1 - ky_i \left(1 - \frac{ET_r}{ET_p} \right) \right] \quad (6)$$

7. Resultados e discussões

7.1. Análise da perda potencial

Considerou-se que a análise da perda potencial também pode ser usada como ferramenta para análise de risco de seca para o seguro da soja, pois, com base no cálculo do balanço hídrico da cultura, pode-se estimar a perda ao longo de uma safra e, até mesmo, as perdas potenciais médias de uma região.

Como, em geral, o mercado segurador trabalha com níveis de cobertura para perdas a partir de 30%, consideram-se perdas abaixo desse valor como sendo baixas as perdas maiores que 50% como sendo altas. A mesma relação também pode ser utilizada para as sinistralidades.


A Tabela 10 mostra um comparativo entre o cálculo da perda potencial decencial e os sinistros ocorridos nas safras e municípios estudados. Sendo que, tomou-se como base o cálculo da sinistralidade em termos financeiro, que é a relação entre o valor pago de sinistro e o prêmio recebido e também em termos de número de contratos, que é a relação entre o número de contratos com avisos de sinistros e o total de contratos de seguro efetivados no município.


Para o município de Assis Chateaubriand pode se verificar que, em praticamente todas as safras, há altas estimativas de perdas e ocorrência de sinistros. Porém, em anos em que o clima está mais próximo da normal climatológica e existem estimativas de perdas baixas no período principal de plantio, também há baixa sinistralidade ou nula.

Em Maringá, isso se torna ainda mais evidente, pois, com exceção da safra 2008/2009, ocorreram grandes sinistros apenas em anos com alta estimativa de perda, e em anos com baixa estimativa de perda, há baixa sinistralidade ou ela é nula. Na safra 2008/2009 houve um período longo de estiagem em novembro, mas não acentuada, que afetou os plantios mais precoces, com isso provocou uma alta sinistralidade que não foi detectada pelo cálculo da estimativa de perda apenas nas datas iniciais de plantio.

Tabela 10 - Cálculo de perda potencial a partir da data de plantio

| Município | Safr | Data de plantio | | | | | | | | Sinistralidade | |
|---------------------|-----------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|-----|
| | | 01/out | 10/out | 20/out | 01/nov | 10/nov | 20/nov | 01/dez | 10/dez | R\$ | Qde |
| Assis Chateaubriand | 2001/2002 | 43% | 44% | 67% | 71% | 89% | 96% | 99% | 100% | 3% | 1% |
| | 2002/2003 | 3% | 3% | 6% | 43% | 80% | 83% | 83% | 94% | 5% | 0% |
| | 2003/2004 | 39% | 74% | 83% | 83% | 94% | 99% | 98% | 98% | 377% | 32% |
| | 2004/2005 | 7% | 7% | 25% | 63% | 81% | 92% | 97% | 100% | 17% | 8% |
| | 2005/2006 | 92% | 91% | 90% | 85% | 78% | 65% | 40% | 38% | ano sem vendas | |
| | 2006/2007 | 44% | 40% | 37% | 29% | 41% | 64% | 70% | 93% | 0% | 0% |
| | 2007/2008 | 35% | 25% | 20% | 31% | 31% | 31% | 51% | 80% | 0% | 0% |
| | 2008/2009 | 56% | 43% | 43% | 36% | 39% | 59% | 77% | 90% | 839% | 90% |
| Maringá | 2001/2002 | 28% | 28% | 28% | 23% | 22% | 12% | 13% | 46% | 0% | 0% |
| | 2002/2003 | 75% | 48% | 48% | 49% | 75% | 72% | 70% | 73% | 195% | 9% |
| | 2003/2004 | 63% | 63% | 60% | 59% | 49% | 70% | 62% | 71% | 332% | 18% |
| | 2004/2005 | 49% | 42% | 44% | 65% | 83% | 84% | 92% | 96% | 353% | 25% |
| | 2005/2006 | 95% | 95% | 93% | 92% | 77% | 70% | 48% | 46% | ano sem vendas | |
| | 2006/2007 | 27% | 26% | 15% | 13% | 5% | 8% | 4% | 22% | 0% | 0% |
| | 2007/2008 | 75% | 66% | 59% | 37% | 36% | 27% | 23% | 11% | 8% | 1% |
| | 2008/2009 | 79% | 59% | 51% | 28% | 23% | 24% | 20% | 30% | 118% | 23% |
| Lapa | 2001/2002 | 18% | 17% | 21% | 12% | 12% | 15% | 31% | 67% | 0% | 0% |
| | 2002/2003 | 3% | 1% | 14% | 56% | 79% | 79% | 79% | 82% | 0% | 0% |
| | 2003/2004 | 60% | 46% | 55% | 52% | 50% | 62% | 48% | 54% | 0% | 0% |
| | 2004/2005 | 11% | 12% | 28% | 50% | 46% | 55% | 61% | 58% | ano sem vendas | |
| | 2005/2006 | 45% | 43% | 39% | 46% | 62% | 64% | 80% | 78% | ano sem vendas | |
| | 2006/2007 | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 4% | 11% | 35% | 0% | 0% |
| | 2007/2008 | 21% | 18% | 43% | 43% | 42% | 38% | 32% | 29% | 0% | 0% |
| | 2008/2009 | 76% | 63% | 60% | 50% | 37% | 37% | 37% | 62% | 23% | 4% |
| Candido de Abreu | 2001/2002 | 10% | 10% | 19% | 16% | 16% | 16% | 33% | 47% | 0% | 0% |
| | 2002/2003 | 42% | 42% | 42% | 56% | 80% | 78% | 77% | 91% | 0% | 0% |
| | 2003/2004 | 84% | 84% | 86% | 88% | 93% | 98% | 96% | 96% | 598% | 40% |
| | 2004/2005 | 81% | 78% | 74% | 79% | 71% | 89% | 89% | 97% | 168% | 25% |
| | 2005/2006 | 28% | 25% | 14% | 21% | 15% | 15% | 17% | 15% | ano sem vendas | |
| | 2006/2007 | 4% | 2% | 12% | 10% | 10% | 10% | 9% | 37% | 0% | 0% |
| | 2007/2008 | 56% | 45% | 48% | 38% | 38% | 26% | 23% | 29% | 0% | 0% |
| | 2008/2009 | 56% | 33% | 33% | 19% | 20% | 36% | 39% | 51% | 5% | 5% |
| Palmas | 2001/2002 | 14% | 14% | 14% | 12% | 14% | 13% | 15% | 15% | 0% | 0% |
| | 2002/2003 | 7% | 26% | 26% | 69% | 92% | 92% | 91% | 90% | 0% | 0% |
| | 2003/2004 | 36% | 25% | 24% | 24% | 41% | 68% | 64% | 87% | 0% | 0% |
| | 2004/2005 | 0% | 0% | 2% | 29% | 32% | 32% | 32% | 29% | ano sem vendas | |
| | 2005/2006 | 49% | 49% | 48% | 45% | 38% | 25% | 15% | 13% | ano sem vendas | |
| | 2006/2007 | 0% | 0% | 7% | 7% | 10% | 10% | 8% | 23% | 0% | 0% |
| | 2007/2008 | 12% | 14% | 14% | 14% | 14% | 10% | 21% | 39% | 75% | 6% |
| | 2008/2009 | 35% | 26% | 25% | 26% | 38% | 61% | 79% | 85% | 0% | 0% |

 Período principal de plantio, entre 50% e 100% de área plantada, registrado pela SEAB

 Período principal de plantio, extrapolado com base no ocorridos nas safras 2005/06 a 2008/09, entre 50% e 100% de área plantada.

Da mesma forma o município de Cândido de Abreu também tem registro de sinistros em anos em que há altas estimativas de perdas potenciais da cultura da soja, como na safra 2008/2009. Assim, verifica-se que em anos em que há baixa estimativa de perda calculada há poucos sinistros para as datas próximas às principais datas de plantio ou durante o principal período de plantio.

Palmas, no sul do Estado, é o município onde há menores perdas estimadas, sempre com estimativas de perdas baixas que se equilibram com estimativas mais altas de perdas. A exceção é a safra 2007/2008, quando as estimativas de perdas são baixas ao longo de todo o período de plantio, porém há registro de sinistro. Isso pode ter ocorrido pelo fato de algumas propriedades terem realizado plantio mais tardiamente podendo ter sido influenciado por uma deficiência hídrica ocorrida entre o final de março e início de abril.

O município de Lapa tem um comportamento semelhante na relação entre estimativas de perdas e a sinistralidade.

Assim, podemos considerar que Lapa e Palmas, não seguem o mesmo comportamento das demais regiões estudadas, pois mesmo com altos valores de estimativa de perda, têm sinistralidades baixas, o que pode ser explicado por ser uma região climaticamente diferente das demais estudadas. Por ser uma região mais fria, a soja tem seu ciclo alongado e, portando, menos sujeita às influências da deficiência hídrica.

Entretanto, quando analisado o conjunto de cálculos de estimativa de perdas relacionadas com os sinistros registrados, verifica-se que essa relação é baixa, $R^2=0,24$, como visto na Figura 10.

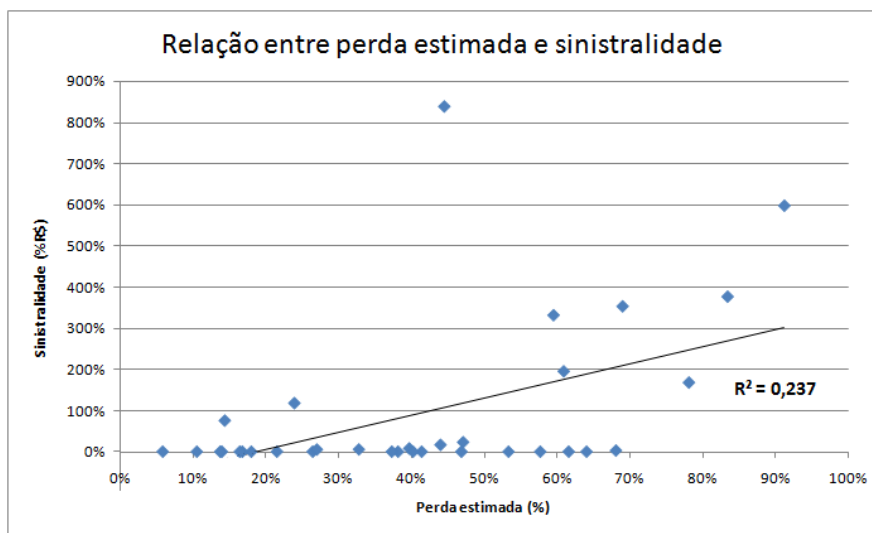


Figura 10 - Relação entre Perdas estimadas e a sinistralidade (% - R\$).

Esse nível de correlação pode ser explicado pelo fato de, em muitos anos, os produtores fazerem seus contratos de seguros com baixos níveis de cobertura e assim, somente com grandes perdas é que são avisados os sinistros. Dessa forma, mesmo com perdas acima de 30% há poucos avisos de sinistros, diminuindo a correlação sinistralidade e estimativas de perdas potencial.

Apesar da baixa correlação, verifica-se que quando há decêndios com estimativa de perdas abaixo de 40% nos períodos principais de plantio, pode haver uma compensação com períodos de perdas maiores, diminuindo a sinistralidade.

A concentração de plantio em poucos decêndios e a contratação de coberturas maiores, próximos de 70%, associados a deficiências hídricas que não detectadas pelo cálculo da perda potencial decendial, podem implicar em altas sinistralidades não identificadas nesse nível de precisão do cálculo de perda, como ocorrido na safra 2008/2009, no município de Assis Chateaubriand.

Então, pode-se considerar que o cálculo da perda estimada pode não refletir um valor exato de perda no campo, principalmente quando o cálculo é feito decendialmente, pois podem mascarar deficiências ocorridas entre um decêndio e outro ou não considerar a recuperação da planta em um período seguinte de chuvas.

Verifica-se, também, que o cálculo de estimativa perda tende a supervalorizar esses valores, o que pode ser percebido em vários municípios com perdas de mais de 90% em determinados períodos e baixas sinistralidades.

O que explica essa diferença é o fato de que os produtores podem abrir mão de técnicas de redução do risco, especialmente o plantio direto, que reduz a evapotranspiração da cultura e minimiza as perdas, fator que não é detectado pelo cálculo do balanço hídrico sequencial.

Assim, apesar do cálculo de perda potencial indicar perdas em determinados períodos, esse cálculo não representa exatamente os prejuízos que uma seguradora pode ter, pois pode não demonstrar os efeitos de variações rápidas e extremas de deficiência hídrica ou, pelo contrário, superestimar essas deficiências pelo uso de dados médios.

Dessa forma, foi feita a análise do balanço híbrido diário da cultura na tentativa de se obter melhores resultados na análise da perda potencial em uma determina safra e município.

Analisando-se os gráficos apresentados nas Figuras 11 a 15, elaborados a partir das estimativas de perdas realizadas com base no balanço hídrico diário e calculados para plantios de cinco em cinco dias, é possível observar que, para a maioria dos municípios, as estimativas de perdas tendem a não serem superestimadas como as observadas anteriormente no cálculo decendial.

Porém, apesar de não quantificar diretamente o valor final de sinistralidade da soja em cada município, verifica-se que a análise da perda potencial pelo balanço hídrico diário indica melhor o potencial produtivo de cada região.

Além disso, em algumas regiões há uma limitação na simulação dos dados. Isso acontece pela inclusão de graus-dia da cultura para a análise do comprimento do ciclo. Com isso, pode-se avaliar se determinada região tem ou não potencial de produção em determinadas épocas do ano. Como, por exemplo, as limitações no ciclo em função da temperatura, ocorridas nos municípios de Lapa e Palmas.

Dessa forma, o uso do cálculo do Balanço Hídrico Diário da cultura pode se tornar uma boa ferramenta de monitoramento da cultura para a tomada de decisões, quanto à expectativa de produção e, também, quanto a eventuais sinistros por deficiência hídrica.

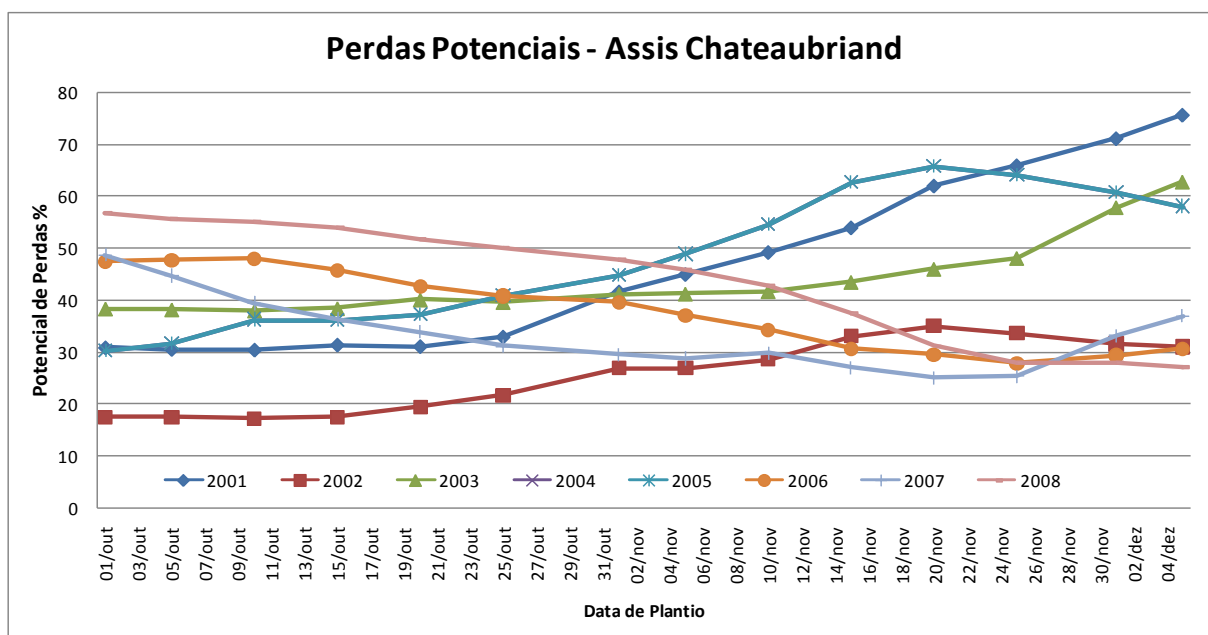


Figura 11 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Assis Chateaubriand

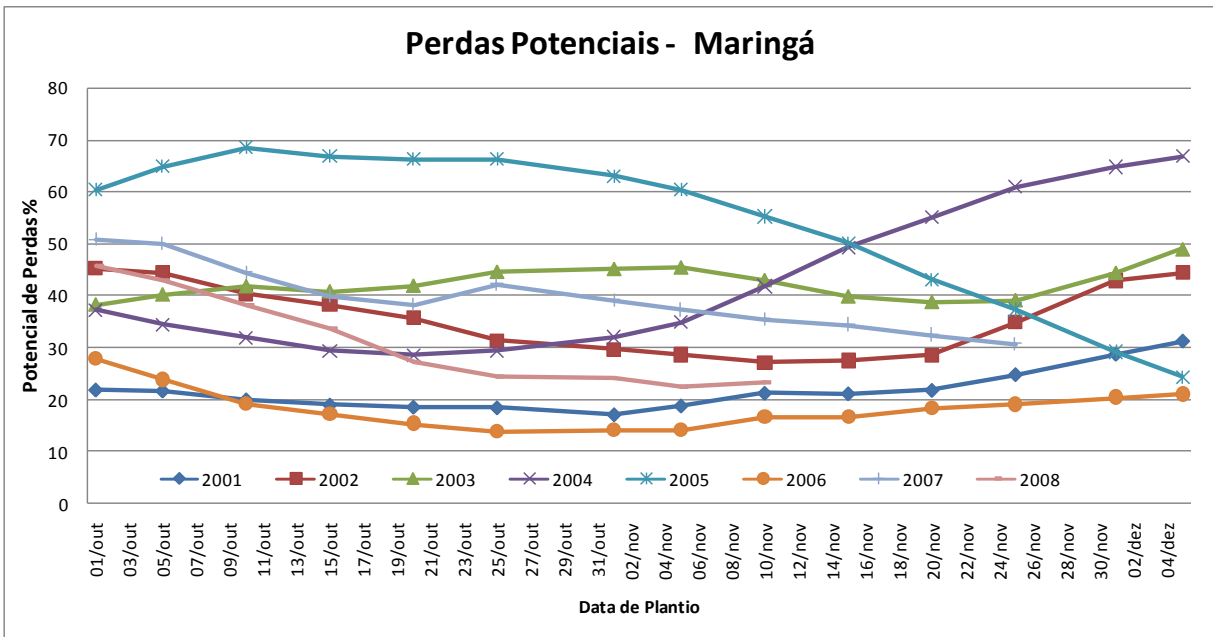


Figura 12 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Maringá

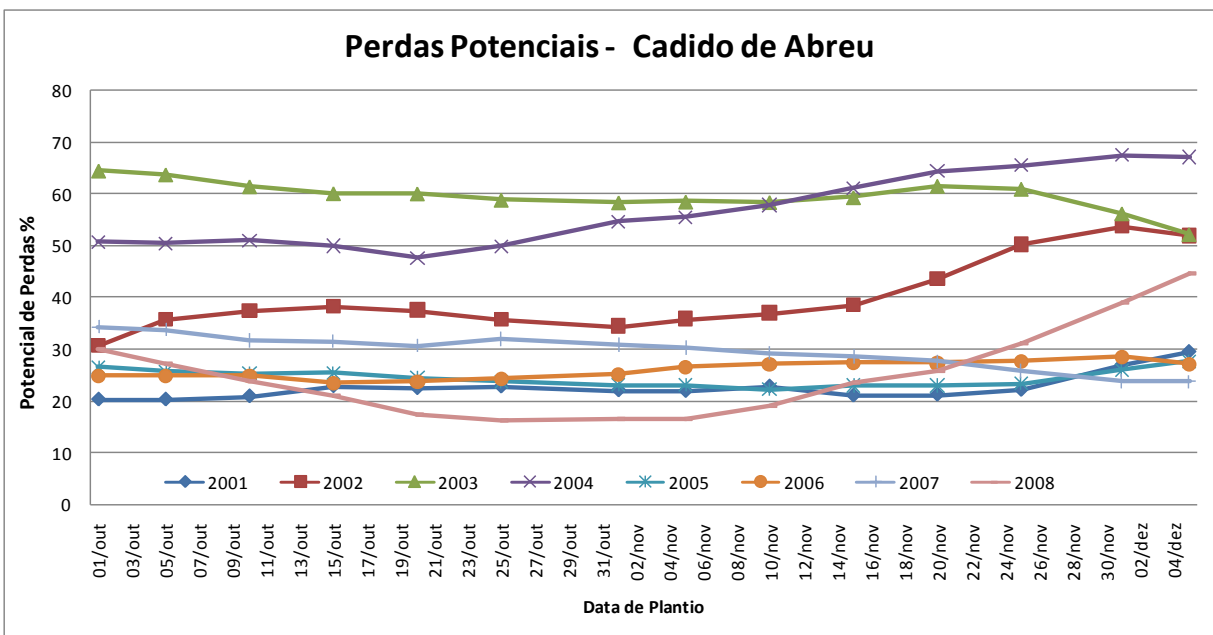


Figura 13 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Cádido de Abreu

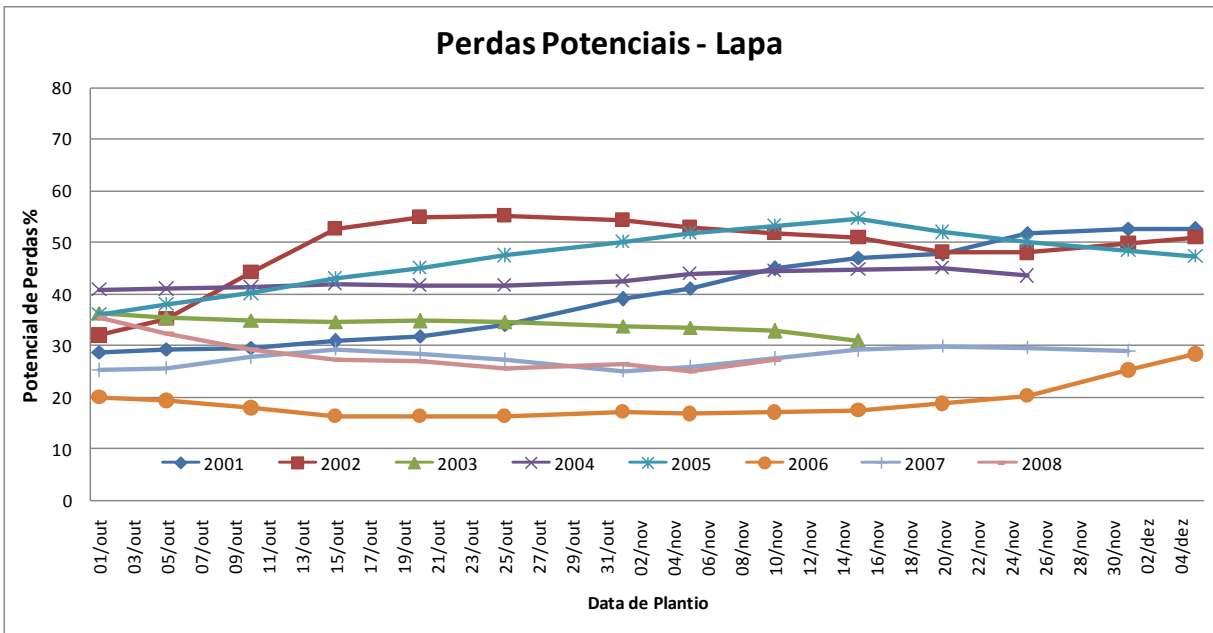


Figura 14 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Lapa

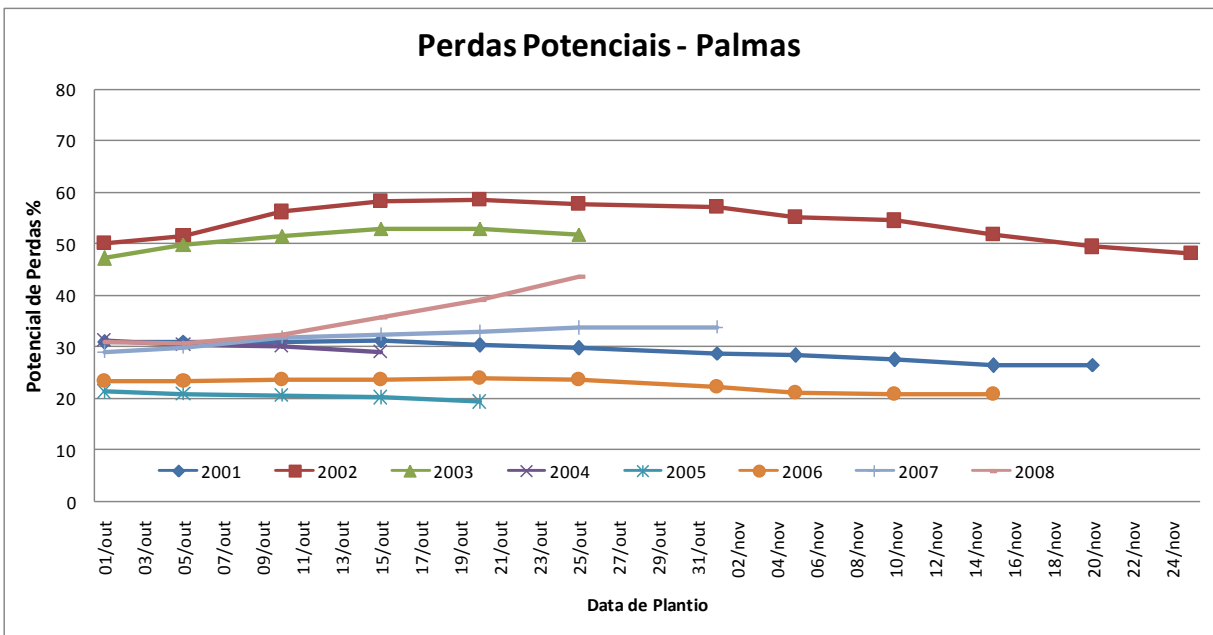


Figura 15 - Perdas estimadas pelo BH diário da cultura para o município de Palmas

7.2. Relação entre veranicos e sinistralidade

Para análise da influência do clima nas condições de produção da soja nas regiões estudadas foi levantado junto ao Agritempo as probabilidades de ocorrências de veranicos como indicados na Tabela 11. Nesta Tabela, as probabilidades em negrito são referentes às épocas de maior risco da cultura.

Tabela 11 - Probabilidade de ocorrência de veranico

| Núcleo Regional (Município da estação meteorológica) | Tamanho do Veranico | Mês | | | |
|---|---------------------------|-------------|------------|------------|------------|
| | | Dezembro | Janeiro | Fevereiro | Março |
| Curitiba (Lapa) | 6 a 10 dias | 64% | 21% | 29% | 57% |
| | 11 a 15 dias | 7% | 0% | 0% | 7% |
| | 16 a 20 dias | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | 21 a 25 dias | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Ivaiporã (Cândido de Abreu) | 6 a 10 dias | 90% | 50% | 40% | 50% |
| | 11 a 15 dias | 0% | 0% | 10% | 0% |
| | 16 a 20 dias | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | 21 a 25 dias | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Maringá | 6 a 10 dias | 80% | 87% | 40% | 73% |
| | 11 a 15 dias | 0% | 0% | 7% | 20% |
| | 16 a 20 dias | 0% | 0% | 0% | 0% |
| | 21 a 25 dias | 0% | 0% | 0% | 7% |
| Pato Branco (Palmas) | 6 a 10 dias | 58% | 58% | 29% | 63% |
| | 11 a 15 dias | 0% | 4% | 4% | 13% |
| | 16 a 20 dias | 0% | 4% | 0% | 0% |
| | 21 a 25 dias | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Toledo (Assis Chateaubriand) | 6 a 10 dias | 100% | 93% | 73% | 93% |
| | 11 a 15 dias | 0% | 20% | 27% | 27% |
| | 16 a 20 dias | 0% | 7% | 0% | 27% |
| | 21 a 25 dias | 0% | 7% | 7% | 0% |

Verifica-se que, dentro dos períodos de maior risco para as culturas, as regiões de Curitiba, Ivaiporã e Pato Branco têm menores probabilidades de ocorrência de veranicos que as regiões de Maringá e Toledo, sendo que, para essa última região, tem-se até 7% de probabilidade de ocorrer um veranico de até 25 dias. Sendo assim, é esperado que nessas últimas duas regiões, em especial na região de Toledo, haja maiores perdas para a cultura da soja.

Para as safras 2001/2002 a 2008/2009 foram relacionadas as probabilidades de ocorrência de veranico de cada município, nas respectivas regiões, com as sinistralidades médias anuais, acima de zero por cento, conforme dados mostrados da Tabela 12, tanto em termos financeiros (relação entre a indenização paga ao segurado e o prêmio recebido pela seguradora), quanto em termos de número de contratos (relação entre o número de contratos indenizados e a quantidade de contratos efetivados no município).

Tabela 12 - Sinistralidades em termos financeiros e em número de contratos

Sinistralidade financeira (R\$)

| Município | Safr | | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2001/2002 | 2002/2003 | 2003/2004 | 2004/2005 | 2006/2007 | 2007/2008 | 2008/2009 |
| ASSIS CHATEAUBRIAND | 3% | 5% | 377% | 17% | 0% | 0% | 839% |
| CANDIDO DE ABREU | 0% | 0% | 598% | 168% | 0% | 0% | 5% |
| LAPA | 0% | 0% | 0% | - | 0% | 0% | 23% |
| MARINGA | 0% | 195% | 332% | 353% | 0% | 8% | 118% |
| PALMAS | 0% | 0% | 0% | - | 0% | 75% | 0% |

Sinistralidade (No. contratos)

| Município | Safr | | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 2001/2002 | 2002/2003 | 2003/2004 | 2004/2005 | 2006/2007 | 2007/2008 | 2008/2009 |
| ASSIS CHATEAUBRIAND | 1% | 0% | 32% | 8% | 0% | 0% | 90% |
| CANDIDO DE ABREU | 0% | 0% | 40% | 25% | 0% | 0% | 5% |
| LAPA | 0% | 0% | 0% | - | 0% | 0% | 4% |
| MARINGA | 0% | 9% | 18% | 25% | 0% | 1% | 23% |
| PALMAS | 0% | 0% | 0% | - | 0% | 6% | 0% |

Dessa forma, conforme pode ser visto na Figura 16, verifica-se que a relação entre a ocorrência de sinistros e as probabilidades de ocorrências de veranicos é mais bem explicada pelos veranicos de 6 a 11 dias do que os de 11 a 15 dias.

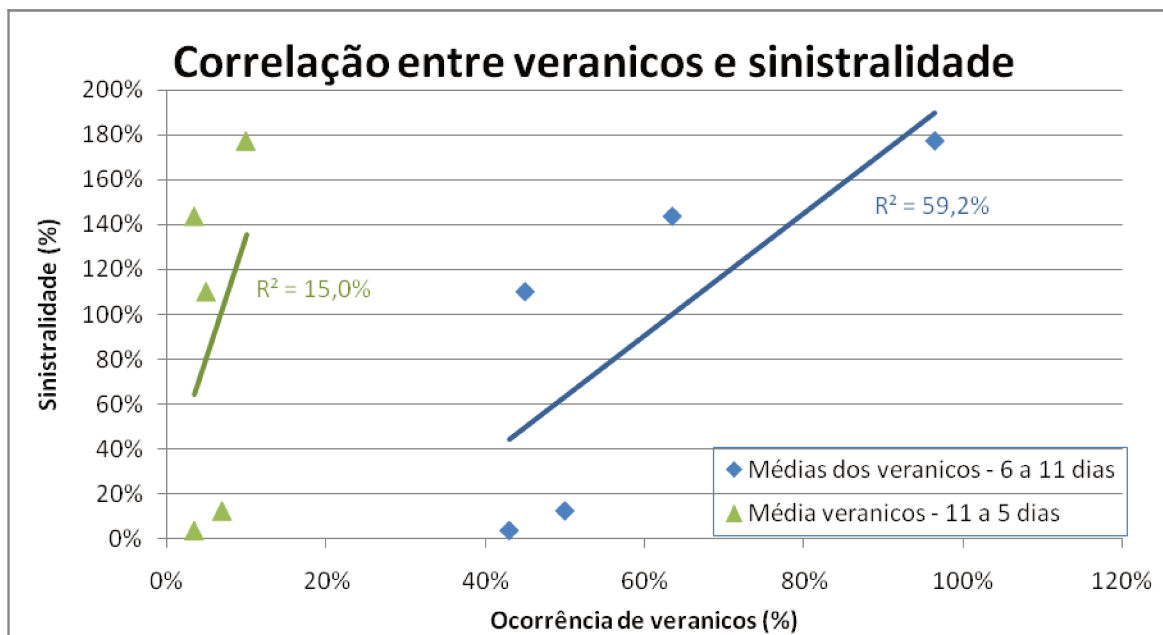


Figura 16 - Correlação entre veranicos e sinistralidade financeira.

A melhor correlação entre a sinistralidade média e os veranicos entre 6 e 11 dias ocorre pelo fato que apesar do veranico ser o responsável pela deficiência hídrica e em consequência pela ocorrência de sinistros por seca, os municípios analisados têm baixa probabilidade de ocorrência de veranicos acima de 11 dias nessa época. Assim, a relação torna-se mais baixa.

Os veranicos de 6 a 11 dias podem ser utilizados com segurança para a análise de risco de determinada região, pois dentro dos períodos de maiores riscos de perdas das culturas, que fica entre o final da primavera e início do verão, e que também é um período com alta demanda de evapotranspiração, períodos curtos de seca podem ocasionar perdas significativas.

Assim, em uma análise diária da falta de chuvas que implicaram nas ocorrências dos sinistros levantados, conforme pode ser visto na Tabela 13, na grande maioria das vezes tem-se períodos de deficiência hídrica com mais de 11 dias, porém com algum volume de

precipitação, mas que não foram suficientes para suprir as necessidades hídricas das plantas, muito abaixo das necessidades diárias indicadas por Berlato e Bergamaschi (1978).

Tabela 13 - Dias sem chuva significativa (menor que 5mm).

| Município | Safra de ocorrência do sinistro | Data média de ocorrência do sinistro | Dias sem chuva significativa | Chuva registrada no período (mm) | Suprimento hídrico (mm/dia) |
|---------------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Assis Chateaubriand | 2001/2002 | 01/mar | 15 | 5 | 0,3 |
| | 2002/2003 | 13/jan | 10 | 0 | 0,0 |
| | 2003/2004 | 06/jan | 15 | 3 | 0,2 |
| | 2004/2005 | 20/jan | 9 | 1 | 0,1 |
| | 2008/2009 | 12/nov | 30 | 3 | 0,1 |
| Maringá | 2002/2003 | 30/nov | 25 | 6 | 0,2 |
| | 2003/2004 | 24/dez | 12 | 0 | 0,0 |
| | 2004/2005 | 31/jan | 26 | 7 | 0,3 |
| | 2007/2008 | 01/jan | 18 | 15 | 0,8 |
| | 2008/2009 | 18/nov | 30 | 15 | 0,5 |
| Candido de Abreu | 2003/2004 | 13/mar | 25 | 6 | 0,2 |
| | 2004/2005 | 19/jan | 19 | 0 | 0,0 |
| | 2008/2009 | 15/nov | 25 | 7 | 0,3 |
| Palmas | 2007/2008 | 01/abr | 30 | 27 | 0,9 |
| Lapa | 2008/2009 | 18/nov | 32 | 15 | 0,5 |

Embora a sinistralidade calculada pelo número de contratos seja menos utilizado pelo mercado segurador por não representar o impacto financeiro direto, como mostrado na Figura 17, esse índice de sinistralidade teve melhor relação com as probabilidades de ocorrência de veranicos.

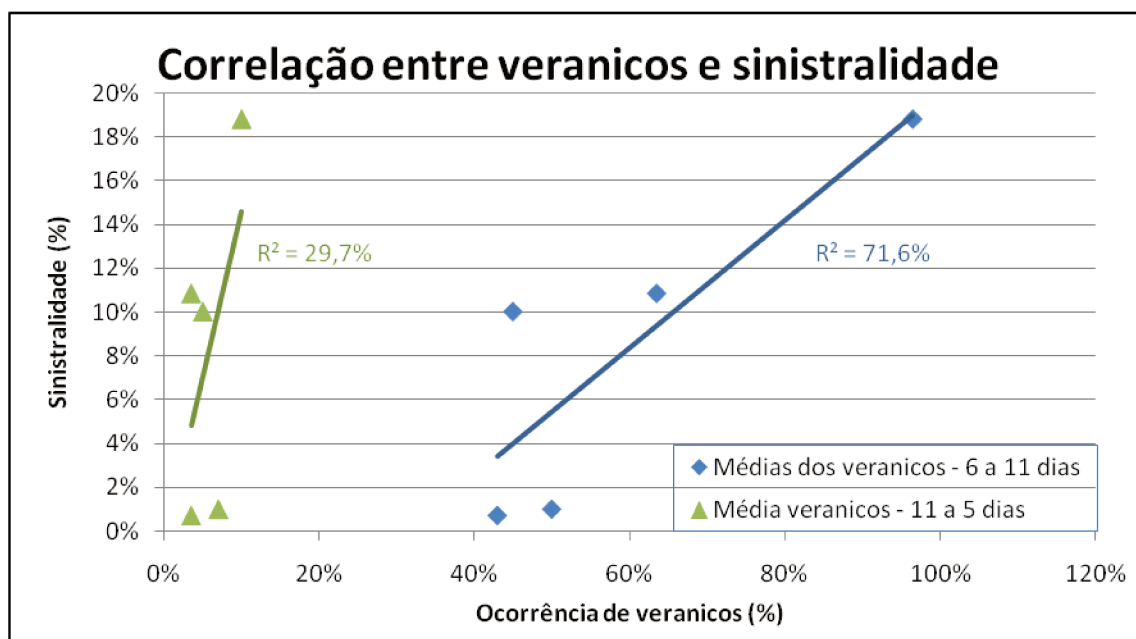


Figura 17 - Correlação entre veranicos e sinistralidade (em função do nº de contratos)

7.3. Análise do Balanço Hídrico e sinistralidade nos municípios analisados

O Balanço Hídrico sequencial, por decêndio, foi elaborado para mostrar os momentos onde ocorreram as deficiências hídricas dentro do período de risco e que puderam ocasionar as perdas e, em consequência, os avisos de sinistros às seguradoras. Esse nível de detalhe permite verificar a ocorrência de veranicos, mesmo que em pequena intensidade.

Com base no trabalho realizado por FARIAS et al. (2001), verifica-se que, na maioria dos casos, quando a relação ETR/ETP (ISNA) chega próxima a 0,55, ou menor que esse valor, tem-se a ocorrência de sinistros por seca.

A seguir são apresentadas as análises do Balanço Hídrico Sequencial por decêndio para cada município estudado.

7.3.1. Assis Chateaubriand

O Balanço hídrico normal, conforme visto na Figura 18, mostra que durante o período principal de plantio da cultura da soja, entre outubro e novembro, ocorre um excedente hídrico e, conseqüentemente, boas condições para o desenvolvimento da cultura.

Entretanto, no início do ano, nos meses de janeiro e fevereiro, no período de enchimento de grãos, há uma diminuição do excedente hídrico, chegando perto de 0 mm e, com isso, verifica-se que em anos com chuvas abaixo da média, aumenta-se o risco de faltas de chuvas e, conseqüentemente, perdas por deficiência hídrica.

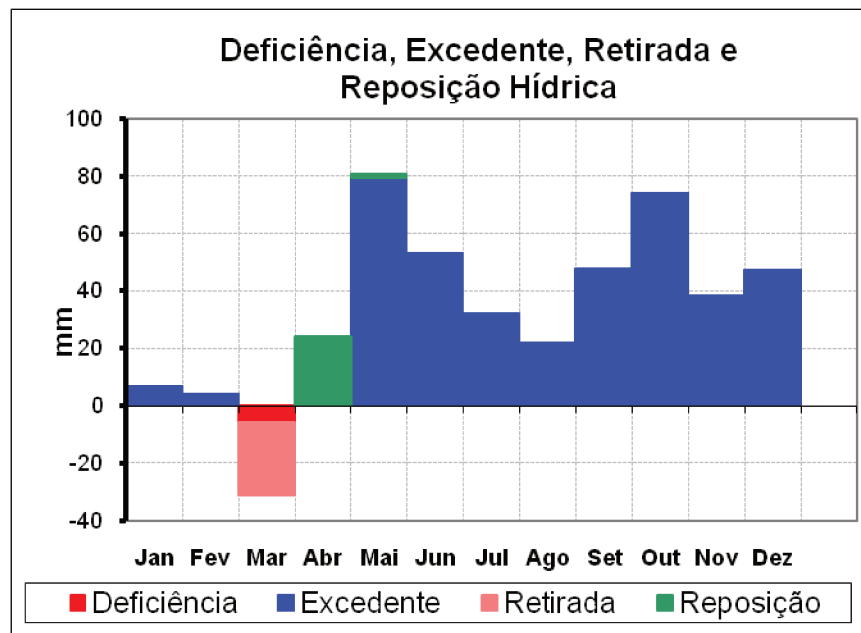


Figura 18 - Balanço hídrico normal, Assis Chateaubriand

Já, o Balanço Hídrico Sequencial mostra que no município de Assis Chateaubriand, para os anos avaliados, as maiores deficiências hídricas em períodos pontuais durante o período de safra causadas pela falta de chuvas (veranicos) ocorrem entre os meses de fevereiro e abril, conforme a Figura 19, o que pode acarretar perdas significativas na soja plantada mais tardiamente, pelo fato do estágio de enchimento de grãos ocorrer nesse período.

Além disso, apesar da intensidade menor, sempre há alguma deficiência hídrica entre o inverno e a primavera, no período que antecede o início do ZARC nesse município, o que é típico para a região.

Apesar desse déficit ocorrer, em geral, em um período mais curto do que nas ocorrências de verão e inverno, muitas vezes pode prejudicar o plantio provocando um atraso, fazendo com isso que produtores plantem mais tardiamente e a cultura entre com seus estágios de maior risco de perda em uma época com maiores chances de ocorrência de veranico.

Verifica-se, também, que em Assis Chateaubriand os níveis de deficiência hídrica, em geral, são maiores que nas outras regiões estudadas, em especial Lapa e Palmas, que têm um clima mais estável, diferente dessa região.

Analisando-se o período de risco da cultura, verifica-se que ocorreram níveis de deficiência hídrica implicando em valores de ISNA em torno de 0,55 ou menores nas safras 2001/2002, 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 e 2008/2009, sendo que, na safra 2005/2006, não houve oferta de seguro para a soja nesse município, conforme visto na Tabela 14.

Verifica-se que as maiores sinistralidades ocorreram quando o valor de ISNA foi inferior a 0,55 dentro do período de maior risco, quando mais de 50% da cultura no município estava no período de florescimento e enchimento de grãos, ou no decêndio anterior a esse período.

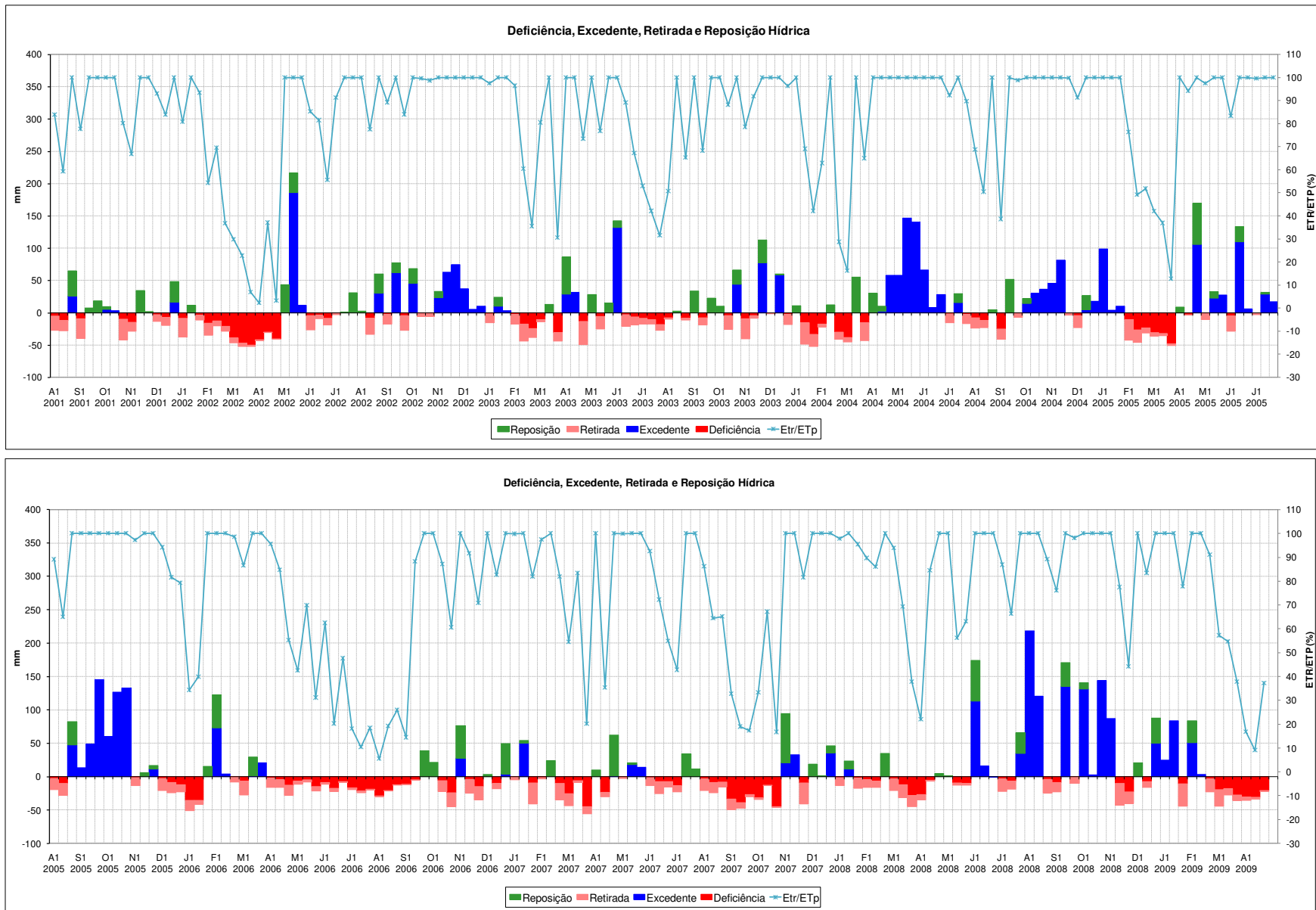


Figura 19 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Assis Chateaubriand

Tabela 14 - Resultado de ETR/ETP decendial para o município de Assis Chateaubriand

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|------|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2001 | 28,5 | 28,5 | 1,00 | | | O1 2003 | 42,5 | 42,5 | 1,00 | | |
| O2 2001 | 42,8 | 42,8 | 1,00 | | | O2 2003 | 30,9 | 35,1 | 0,88 | | |
| O3 2001 | 39,1 | 48,7 | 0,80 | | | O3 2003 | 42,5 | 42,5 | 1,00 | | |
| N1 2001 | 29,2 | 43,7 | 0,67 | | | N1 2003 | 33,0 | 41,9 | 0,79 | | |
| N2 2001 | 39,9 | 39,9 | 1,00 | | | N2 2003 | 41,8 | 45,6 | 0,92 | | |
| N3 2001 | 49,9 | 49,9 | 1,00 | | | N3 2003 | 48,0 | 48,0 | 1,00 | | |
| D1 2001 | 33,9 | 36,4 | 0,93 | | | D1 2003 | 40,2 | 40,2 | 1,00 | | |
| D2 2001 | 35,2 | 42,0 | 0,84 | | | D2 2003 | 49,5 | 49,5 | 1,00 | | |
| D3 2001 | 43,9 | 43,9 | 1,00 | | | D3 2003 | 52,0 | 53,9 | 0,96 | | |
| J1 2002 | 33,5 | 41,4 | 0,81 | | | J1 2004 | 46,0 | 46,0 | 1,00 | 32% | 377% |
| J2 2002 | 37,5 | 37,5 | 1,00 | | | J2 2004 | 33,2 | 48,1 | 0,69 | | |
| J3 2002 | 43,6 | 46,6 | 0,93 | | | J3 2004 | 24,2 | 57,5 | 0,42 | | |
| F1 2002 | 19,2 | 35,3 | 0,54 | | | F1 2004 | 29,3 | 46,6 | 0,63 | | |
| F2 2002 | 28,5 | 40,9 | 0,70 | | | F2 2004 | 42,7 | 42,7 | 1,00 | | |
| F3 2002 | 12,0 | 32,5 | 0,37 | 1% | 3% | F3 2004 | 11,9 | 41,5 | 0,29 | | |
| M1 2002 | 16,5 | 55,2 | 0,30 | | | M1 2004 | 7,3 | 45,1 | 0,16 | | |
| M2 2002 | 13,9 | 61,0 | 0,23 | | | M2 2004 | 41,2 | 41,2 | 1,00 | | |
| M3 2002 | 3,6 | 53,2 | 0,07 | | | M3 2004 | 27,7 | 42,7 | 0,65 | | |
| O1 2002 | 45,4 | 45,4 | 1,00 | | | O1 2004 | 16,8 | 16,8 | 1,00 | | |
| O2 2002 | 42,5 | 42,7 | 1,00 | | | O2 2004 | 25,9 | 25,9 | 1,00 | | |
| O3 2002 | 42,3 | 42,8 | 0,99 | | | O3 2004 | 43,9 | 43,9 | 1,00 | | |
| N1 2002 | 37,0 | 37,0 | 1,00 | | | N1 2004 | 38,7 | 38,7 | 1,00 | | |
| N2 2002 | 38,2 | 38,2 | 1,00 | | | N2 2004 | 33,4 | 33,4 | 1,00 | | |
| N3 2002 | 47,7 | 47,7 | 1,00 | | | N3 2004 | 46,5 | 46,6 | 1,00 | | |
| D1 2002 | 43,7 | 43,7 | 1,00 | | | D1 2004 | 42,1 | 46,1 | 0,91 | | |
| D2 2002 | 48,0 | 48,0 | 1,00 | | | D2 2004 | 45,7 | 45,7 | 1,00 | | |
| D3 2002 | 59,5 | 59,5 | 1,00 | | | D3 2004 | 43,9 | 43,9 | 1,00 | | |
| J1 2003 | 56,6 | 58,0 | 0,98 | 0% | 5% | J1 2005 | 48,5 | 48,5 | 1,00 | 8% | 17% |
| J2 2003 | 58,7 | 58,7 | 1,00 | | | J2 2005 | 47,1 | 47,1 | 1,00 | | |
| J3 2003 | 48,7 | 48,7 | 1,00 | | | J3 2005 | 48,8 | 48,8 | 1,00 | | |
| F1 2003 | 49,4 | 51,2 | 0,96 | | | F1 2005 | 32,4 | 42,4 | 0,76 | | |
| F2 2003 | 26,1 | 43,1 | 0,60 | | | F2 2005 | 25,4 | 51,6 | 0,49 | | |
| F3 2003 | 13,4 | 37,9 | 0,36 | | | F3 2005 | 25,1 | 48,4 | 0,52 | | |
| M1 2003 | 42,4 | 52,6 | 0,81 | | | M1 2005 | 21,8 | 51,8 | 0,42 | | |
| M2 2003 | 41,6 | 41,6 | 1,00 | | | M2 2005 | 18,6 | 50,4 | 0,37 | | |
| M3 2003 | 13,2 | 43,2 | 0,31 | | | M3 2005 | 6,9 | 54,2 | 0,13 | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|------|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2006 | 35,0 | 35,0 | 1,00 | | | O1 2008 | 40,1 | 40,1 | 1,00 | | |
| O2 2006 | 39,8 | 45,8 | 0,87 | | | O2 2008 | 45,2 | 45,2 | 1,00 | | |
| O3 2006 | 36,0 | 59,4 | 0,61 | | | O3 2008 | 52,1 | 52,1 | 1,00 | | |
| N1 2006 | 37,2 | 37,2 | 1,00 | | | N1 2008 | 51,4 | 51,4 | 1,00 | 81% | 745% |
| N2 2006 | 38,8 | 42,4 | 0,92 | | | N2 2008 | 34,2 | 44,2 | 0,77 | | |
| N3 2006 | 35,2 | 49,7 | 0,71 | | | N3 2008 | 17,5 | 39,7 | 0,44 | | |
| D1 2006 | 50,0 | 50,0 | 1,00 | 0% | 0% | D1 2008 | 46,5 | 46,5 | 1,00 | | |
| D2 2006 | 46,0 | 55,7 | 0,83 | | | D2 2008 | 35,4 | 42,5 | 0,83 | | |
| D3 2006 | 50,2 | 50,2 | 1,00 | | | D3 2008 | 51,7 | 51,7 | 1,00 | | |
| J1 2007 | 47,5 | 47,7 | 1,00 | | | J1 2009 | 44,9 | 44,9 | 1,00 | | |
| J2 2007 | 42,5 | 42,5 | 1,00 | | | J2 2009 | 49,0 | 49,0 | 1,00 | | |
| J3 2007 | 41,2 | 50,3 | 0,82 | | | J3 2009 | 37,4 | 48,1 | 0,78 | | |
| F1 2007 | 48,7 | 50,0 | 0,97 | | | F1 2009 | 44,6 | 44,6 | 1,00 | | |
| F2 2007 | 44,0 | 44,0 | 1,00 | | | F2 2009 | 40,4 | 40,4 | 1,00 | | |
| F3 2007 | 44,3 | 54,1 | 0,82 | | | F3 2009 | 30,7 | 33,7 | 0,91 | | |
| M1 2007 | 29,8 | 54,7 | 0,54 | | | M1 2009 | 25,7 | 44,9 | 0,57 | | |
| M2 2007 | 29,5 | 35,4 | 0,83 | | | M2 2009 | 21,4 | 39,2 | 0,55 | | |
| M3 2007 | 11,2 | 55,8 | 0,20 | | | | | | | | |
| O1 2007 | 15,6 | 47,0 | 0,33 | | | | | | | | |
| O2 2007 | 25,9 | 38,5 | 0,67 | | | | | | | | |
| O3 2007 | 8,9 | 53,6 | 0,17 | | | | | | | | |
| N1 2007 | 38,5 | 38,5 | 1,00 | | | | | | | | |
| N2 2007 | 37,2 | 37,2 | 1,00 | | | | | | | | |
| N3 2007 | 41,3 | 50,6 | 0,82 | | | | | | | | |
| D1 2007 | 59,3 | 59,3 | 1,00 | | | | | | | | |
| D2 2007 | 46,8 | 46,8 | 1,00 | 0% | 0% | | | | | | |
| D3 2007 | 51,3 | 51,3 | 1,00 | | | | | | | | |
| J1 2008 | 48,5 | 49,6 | 0,98 | | | | | | | | |
| J2 2008 | 46,7 | 46,7 | 1,00 | | | | | | | | |
| J3 2008 | 38,2 | 40,1 | 0,95 | | | | | | | | |
| F1 2008 | 38,3 | 42,7 | 0,90 | | | | | | | | |
| F2 2008 | 39,7 | 46,2 | 0,86 | | | | | | | | |
| F3 2008 | 42,1 | 42,1 | 1,00 | | | | | | | | |
| M1 2008 | 42,0 | 44,8 | 0,94 | | | | | | | | |
| M2 2008 | 26,8 | 38,7 | 0,69 | | | | | | | | |
| M3 2008 | 17,0 | 45,0 | 0,38 | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

7.3.2. Maringá

Para o município de Maringá, o Balanço Hídrico Normal, como mostra a Figura 20, indica baixo nível de excedente hídrico apenas no início do outono e final do inverno, períodos esses que são de baixo risco para a cultura, por serem épocas de colheita (início do outono) ou de vazio sanitário (inverno), quando a cultura não está implantada.

No período considerado de risco, entre outubro e março, há um bom volume de excedente hídrico, com isso, é baixíssimo o risco de perdas por deficiência hídrica.

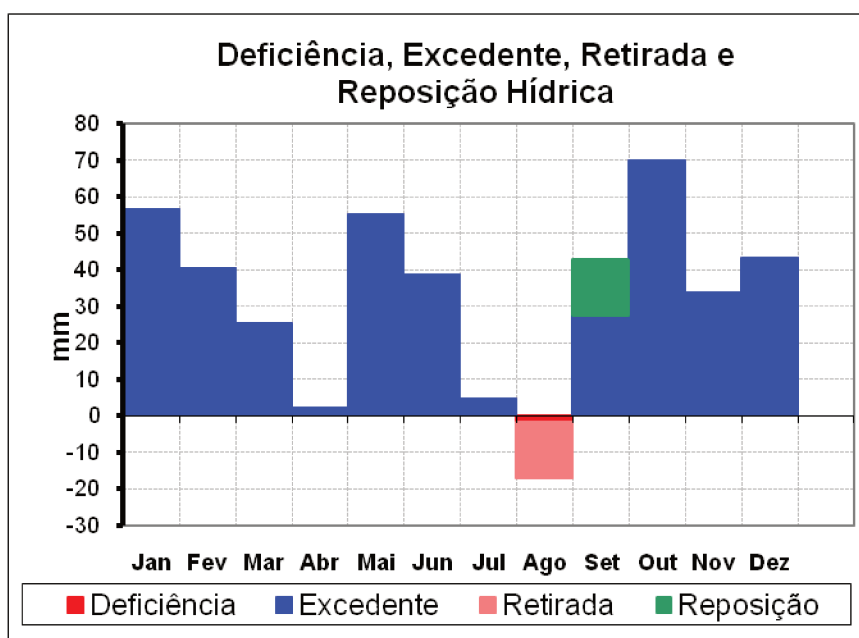


Figura 20 - Balanço hídrico normal, Maringá

No município de Maringá, as ocorrências de deficiências hídricas são menores ao longo do ano e com menores intensidades do que em Assis Chateaubriand, por exemplo, que é um município com características climáticas semelhantes, com isso a tendência é de ocorrência de menores perdas por seca.

Além disso, não há tantas ocorrências de déficits hídricos significativos entre fevereiro e abril, o que pode facilitar uma melhor distribuição das datas de plantio de soja e também propiciar menores perdas dos plantios ocorridos mais tardiamente.

Verifica-se, também, que, apesar de ser classificado como o mesmo clima de Assis Chateaubriand, nos anos analisados as maiores deficiências hídricas ocorreram entre o outono e o início da primavera, conforme Figura 21. Isso contribui para que em Maringá as perdas também sejam menores do que em Assis Chateaubriand, tornando-se um município de menor risco para a produção da soja.

Quando analisada a relação ISNA e sinistralidade, verifica-se que as sinistralidades mais significativas, acima de 100%, ocorreram nas safras 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 e 2008/2009 e em todos os casos os valores de ISNA foram menores que 0,55 durante o período de maior risco da cultura, Tabela 15.

Nas safras 2001/2002 e 2006/2007, não foi registrado ISNA menor que 0,55 e também não houve ocorrência de sinistro. Na safra 2007/2008, houve apenas 8% de sinistralidade, em termos financeiros e 1% em relação ao número de contratos, apesar de ter ocorrido ISNA menor que 0,55. Ressalta-se que isso ocorreu fora do período de risco.

Na safra 2005/2006 não houve oferta de seguro para a soja nesse município.

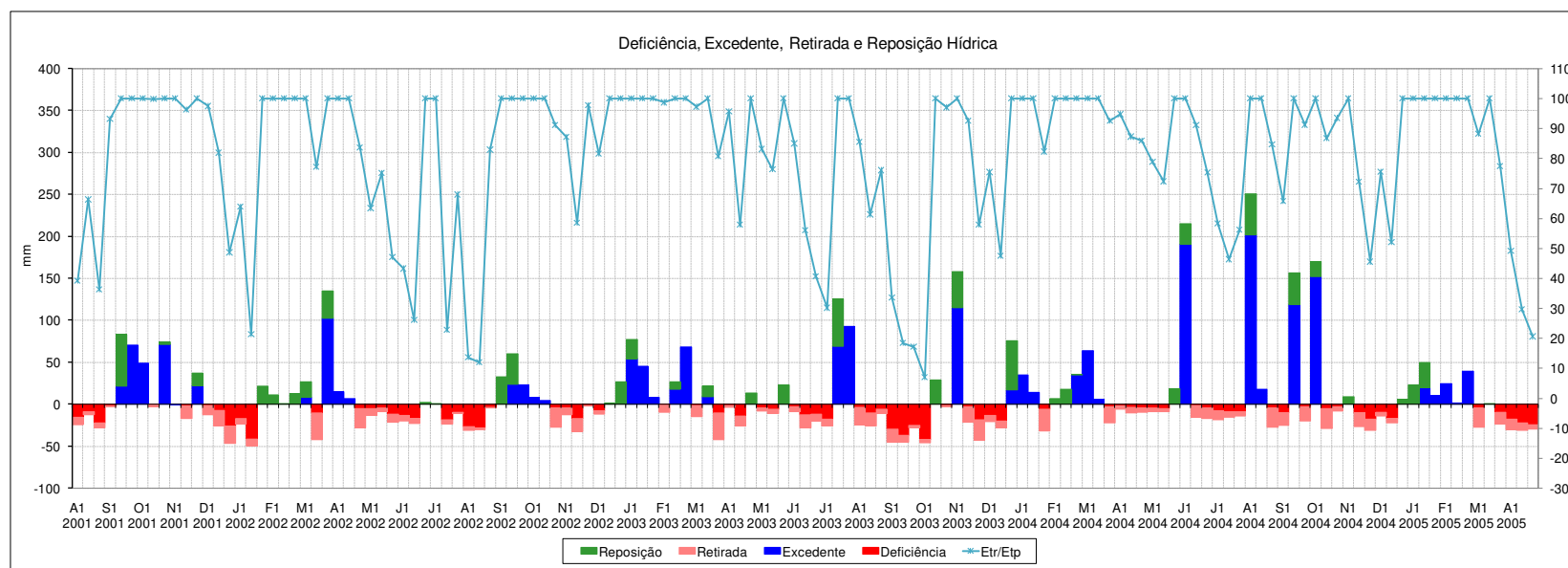
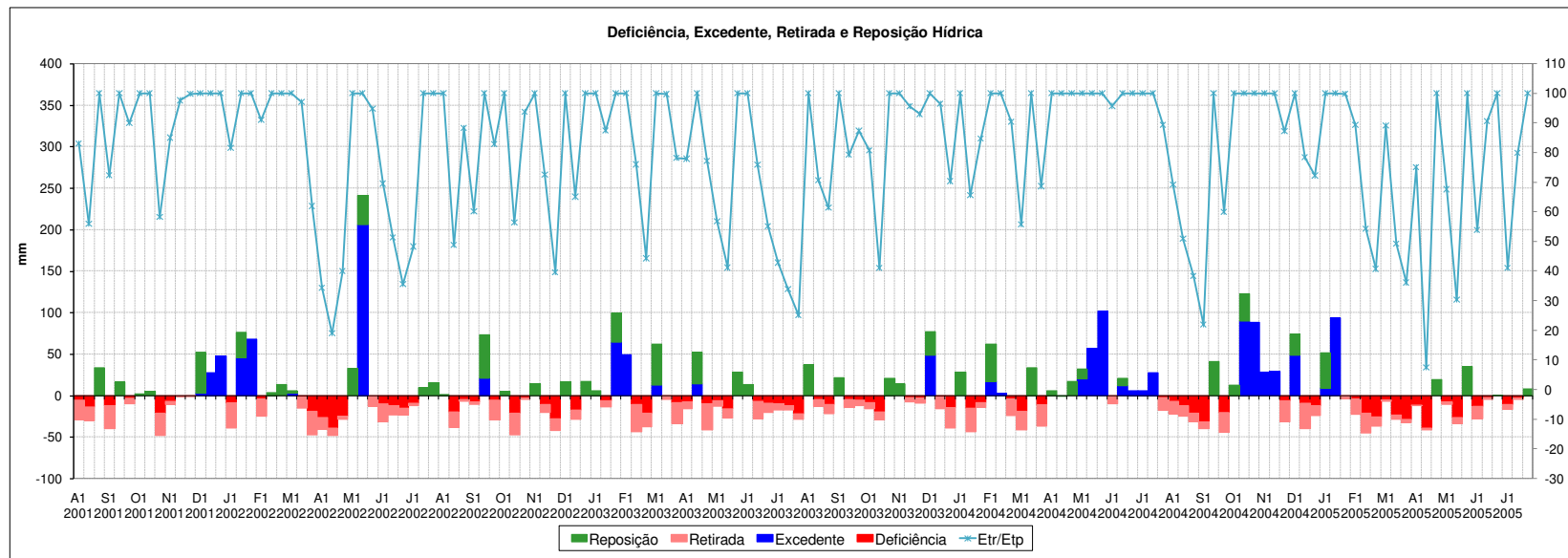


Figura 21 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Maringá

Tabela 15 - Resultado de ETR/ETP decendial para o município de Maringá

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|------|---------------|------|------|---------|----------------|------|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2001 | 31,6 | 31,6 | 1,0 | | | O1 2003 | 33,9 | 42,0 | 0,8 | | |
| O2 2001 | 39,2 | 39,2 | 1,0 | | | O2 2003 | 13,2 | 32,1 | 0,4 | | |
| O3 2001 | 28,8 | 49,6 | 0,6 | | | O3 2003 | 39,2 | 39,2 | 1,0 | | |
| N1 2001 | 36,3 | 42,7 | 0,8 | | | N1 2003 | 37,6 | 37,6 | 1,0 | | |
| N2 2001 | 37,7 | 38,6 | 1,0 | | | N2 2003 | 41,8 | 43,8 | 1,0 | | |
| N3 2001 | 47,9 | 48,0 | 1,0 | | | N3 2003 | 39,3 | 42,3 | 0,9 | | |
| D1 2001 | 38,2 | 38,2 | 1,0 | 0% | 0% | D1 2003 | 40,0 | 40,0 | 1,0 | | |
| D2 2001 | 42,6 | 42,6 | 1,0 | | | D2 2003 | 41,3 | 42,8 | 1,0 | | |
| D3 2001 | 43,4 | 43,4 | 1,0 | | | D3 2003 | 34,1 | 48,5 | 0,7 | 18% | 332% |
| J1 2002 | 37,7 | 46,2 | 0,8 | | | J1 2004 | 40,0 | 40,0 | 1,0 | | |
| J2 2002 | 36,1 | 36,1 | 1,0 | | | J2 2004 | 28,3 | 43,3 | 0,7 | | |
| J3 2002 | 48,0 | 48,0 | 1,0 | | | J3 2004 | 43,6 | 51,5 | 0,8 | | |
| F1 2002 | 35,8 | 39,3 | 0,9 | | | F1 2004 | 41,0 | 41,0 | 1,0 | | |
| F2 2002 | 40,7 | 40,7 | 1,0 | | | F2 2004 | 41,0 | 41,0 | 1,0 | | |
| F3 2002 | 30,0 | 30,0 | 1,0 | | | F3 2004 | 32,7 | 36,2 | 0,9 | | |
| M1 2002 | 49,6 | 49,6 | 1,0 | | | M1 2004 | 23,0 | 41,3 | 0,6 | | |
| M2 2002 | 44,3 | 45,7 | 1,0 | | | M2 2004 | 38,6 | 38,6 | 1,0 | | |
| M3 2002 | 29,8 | 48,1 | 0,6 | | | M3 2004 | 25,0 | 36,5 | 0,7 | | |
| O1 2002 | 42,7 | 42,7 | 1,0 | | | O1 2004 | 29,3 | 29,3 | 1,0 | | |
| O2 2002 | 26,8 | 47,7 | 0,6 | | | O2 2004 | 30,6 | 30,6 | 1,0 | | |
| O3 2002 | 42,6 | 45,5 | 0,9 | | | O3 2004 | 35,2 | 35,2 | 1,0 | | |
| N1 2002 | 38,3 | 38,3 | 1,0 | | | N1 2004 | 36,2 | 36,2 | 1,0 | | |
| N2 2002 | 27,1 | 37,4 | 0,7 | | | N2 2004 | 31,6 | 31,6 | 1,0 | | |
| N3 2002 | 18,2 | 46,1 | 0,4 | | | N3 2004 | 38,5 | 44,2 | 0,9 | | |
| D1 2002 | 42,7 | 42,7 | 1,0 | 9% | 195% | D1 2004 | 42,0 | 42,0 | 1,0 | | |
| D2 2002 | 32,5 | 49,9 | 0,7 | | | D2 2004 | 32,5 | 41,5 | 0,8 | | |
| D3 2002 | 54,4 | 54,4 | 1,0 | | | D3 2004 | 30,8 | 42,7 | 0,7 | | |
| J1 2003 | 51,2 | 51,2 | 1,0 | | | J1 2005 | 44,5 | 44,5 | 1,0 | | |
| J2 2003 | 38,4 | 44,0 | 0,9 | | | J2 2005 | 41,2 | 41,2 | 1,0 | | |
| J3 2003 | 41,8 | 41,8 | 1,0 | | | J3 2005 | 41,1 | 41,2 | 1,0 | | |
| F1 2003 | 46,7 | 46,7 | 1,0 | | | F1 2005 | 32,3 | 36,1 | 0,9 | 25% | 353% |
| F2 2003 | 32,9 | 43,3 | 0,8 | | | F2 2005 | 24,8 | 45,8 | 0,5 | | |
| F3 2003 | 16,4 | 37,1 | 0,4 | | | F3 2005 | 17,2 | 42,2 | 0,4 | | |
| M1 2003 | 44,8 | 44,8 | 1,0 | | | M1 2005 | 39,4 | 44,3 | 0,9 | | |
| M2 2003 | 39,7 | 39,8 | 1,0 | | | M2 2005 | 22,2 | 45,1 | 0,5 | | |
| M3 2003 | 29,0 | 37,1 | 0,8 | | | M3 2005 | 16,0 | 44,4 | 0,4 | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|------|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2006 | 34,2 | 34,2 | 1,0 | | | O1 2008 | 32,7 | 32,7 | 1,0 | | |
| O2 2006 | 36,8 | 36,8 | 1,0 | | | O2 2008 | 31,8 | 36,7 | 0,9 | | |
| O3 2006 | 44,8 | 49,1 | 0,9 | | | O3 2008 | 39,5 | 42,2 | 0,9 | | |
| N1 2006 | 30,4 | 34,9 | 0,9 | | | N1 2008 | 41,5 | 41,5 | 1,0 | | |
| N2 2006 | 23,7 | 40,5 | 0,6 | | | N2 2008 | 26,0 | 36,0 | 0,7 | | |
| N3 2006 | 46,5 | 47,5 | 1,0 | | | N3 2008 | 14,7 | 32,4 | 0,5 | 23% | 118% |
| D1 2006 | 34,1 | 41,8 | 0,8 | | | D1 2008 | 28,5 | 37,7 | 0,8 | | |
| D2 2006 | 51,4 | 51,4 | 1,0 | | | D2 2008 | 18,0 | 34,6 | 0,5 | | |
| D3 2006 | 44,8 | 44,8 | 1,0 | 0% | 0% | D3 2008 | 42,0 | 42,0 | 1,0 | | |
| J1 2007 | 40,5 | 40,5 | 1,0 | | | J1 2009 | 36,5 | 36,5 | 1,0 | | |
| J2 2007 | 40,0 | 40,0 | 1,0 | | | J2 2009 | 39,7 | 39,7 | 1,0 | | |
| J3 2007 | 46,2 | 46,2 | 1,0 | | | J3 2009 | 39,1 | 39,1 | 1,0 | | |
| F1 2007 | 42,4 | 43,0 | 1,0 | | | F1 2009 | 36,3 | 36,3 | 1,0 | | |
| F2 2007 | 36,6 | 36,6 | 1,0 | | | F2 2009 | 33,0 | 33,0 | 1,0 | | |
| F3 2007 | 43,4 | 43,4 | 1,0 | | | F3 2009 | 27,5 | 27,5 | 1,0 | | |
| M1 2007 | 44,1 | 45,4 | 1,0 | | | M1 2009 | 32,1 | 36,5 | 0,9 | | |
| M2 2007 | 32,5 | 32,5 | 1,0 | | | M2 2009 | 32,0 | 32,0 | 1,0 | | |
| M3 2007 | 41,1 | 50,9 | 0,8 | | | | | | | | |
| O1 2007 | 3,1 | 45,4 | 0,1 | | | | | | | | |
| O2 2007 | 36,8 | 36,8 | 1,0 | | | | | | | | |
| O3 2007 | 43,0 | 44,3 | 1,0 | | | | | | | | |
| N1 2007 | 34,1 | 34,1 | 1,0 | | | | | | | | |
| N2 2007 | 32,8 | 35,4 | 0,9 | 1% | 8% | | | | | | |
| N3 2007 | 24,5 | 42,5 | 0,6 | | | | | | | | |
| D1 2007 | 38,9 | 51,6 | 0,8 | | | | | | | | |
| D2 2007 | 18,2 | 38,2 | 0,5 | | | | | | | | |
| D3 2007 | 47,5 | 47,5 | 1,0 | | | | | | | | |
| J1 2008 | 42,7 | 42,7 | 1,0 | | | | | | | | |
| J2 2008 | 40,3 | 40,3 | 1,0 | | | | | | | | |
| J3 2008 | 27,3 | 33,2 | 0,8 | | | | | | | | |
| F1 2008 | 37,8 | 37,8 | 1,0 | | | | | | | | |
| F2 2008 | 39,5 | 39,5 | 1,0 | | | | | | | | |
| F3 2008 | 33,3 | 33,3 | 1,0 | | | | | | | | |
| M1 2008 | 34,3 | 34,3 | 1,0 | | | | | | | | |
| M2 2008 | 30,7 | 30,7 | 1,0 | | | | | | | | |
| M3 2008 | 35,5 | 38,3 | 0,9 | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

7.3.3. Cândido de Abreu

O Balanço Hídrico Normal de Cândido de Abreu, como pode ser visto na Figura 22, mostra que o período de menor excedente hídrico está entre o final do verão e início do outono, no mês de março, período em que as culturas plantadas no início do ZARC, em outubro, tem a sua maturação favorecida por baixos volumes de chuva.

Diferentemente dos municípios de Maringá e Assis Chateaubriand já vistos, não há um período de deficiência hídrica definida.

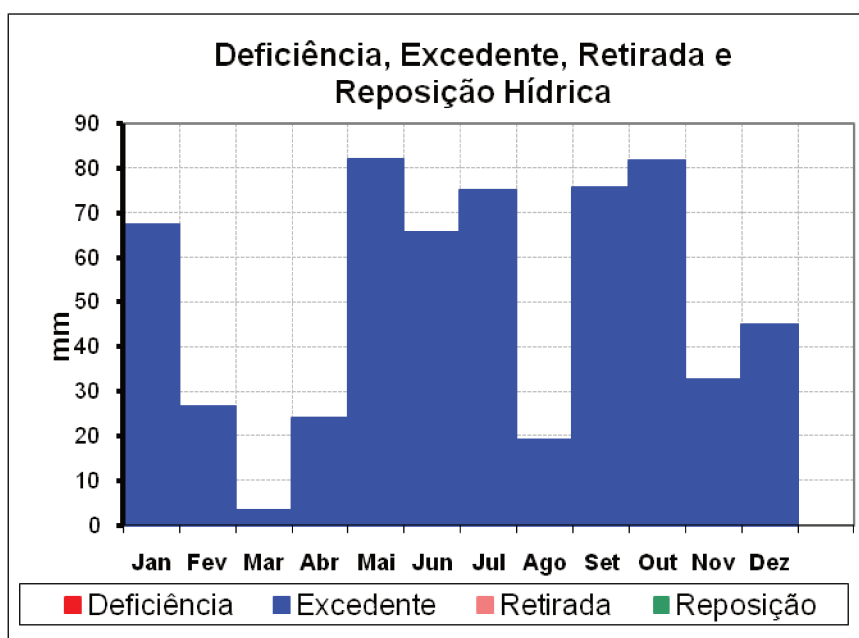


Figura 22 - Balanço hídrico normal, Cândido de Abreu

No município de Cândido de Abreu, como pode ser visto na Figura 23, pelo Balanço Hídrico Sequencial, verificam-se deficiências hídricas entre o final de inverno e início da primavera assim como no início do outono.

Porém, em geral, no inverno, os níveis de déficit são menores que nesses outros períodos citados e, também, os níveis de déficit em Cândido de Abreu são menores que nos outros municípios já analisados, em especial, Assis Chateaubriand.

Da mesma forma que nos outros municípios já analisados a ocorrência de baixos níveis de água no solo no início de outubro pode atrasar o início do plantio nesse município e deficiências entre os meses de novembro e janeiro podem acarretar em altas sinistralidades.

Como essa é uma região de transição climática entre o noroeste e sul do Estado, os níveis de deficiência hídrica são menores do que nas regiões de Toledo e Maringá, sendo que as maiores sinistralidades ocorreram apenas nas safras 2003/2004 e 2004/2005, conforme Tabela 16.

Nas safras 2001/2002 e 2006/2007, não houve registro de valores de ISNA menores que 0,55 e, também, não houve ocorrência de sinistros.

Na safra 2002/2003 foi registrado um valor de ISNA de 0,42, porém no final do período de risco e não houve registro de sinistros. Na safra 2005/2006, não houve oferta de seguro para a soja nesse município, como visto na Tabela 16.

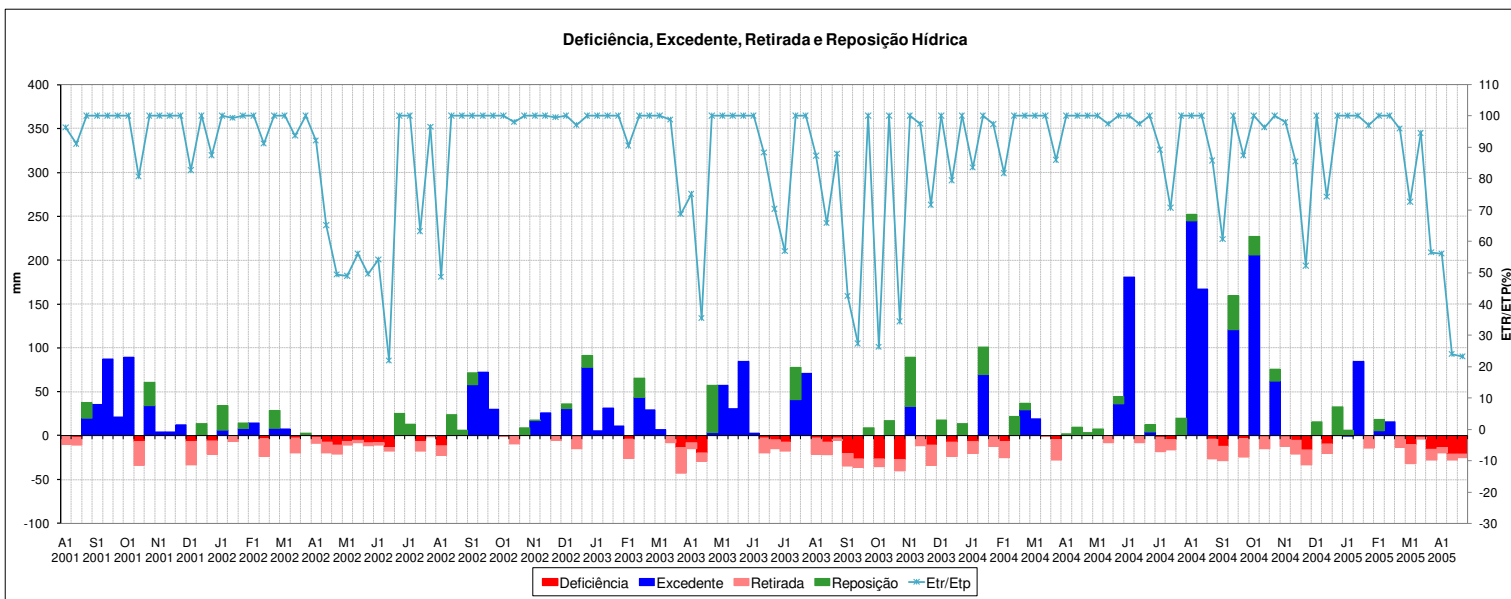
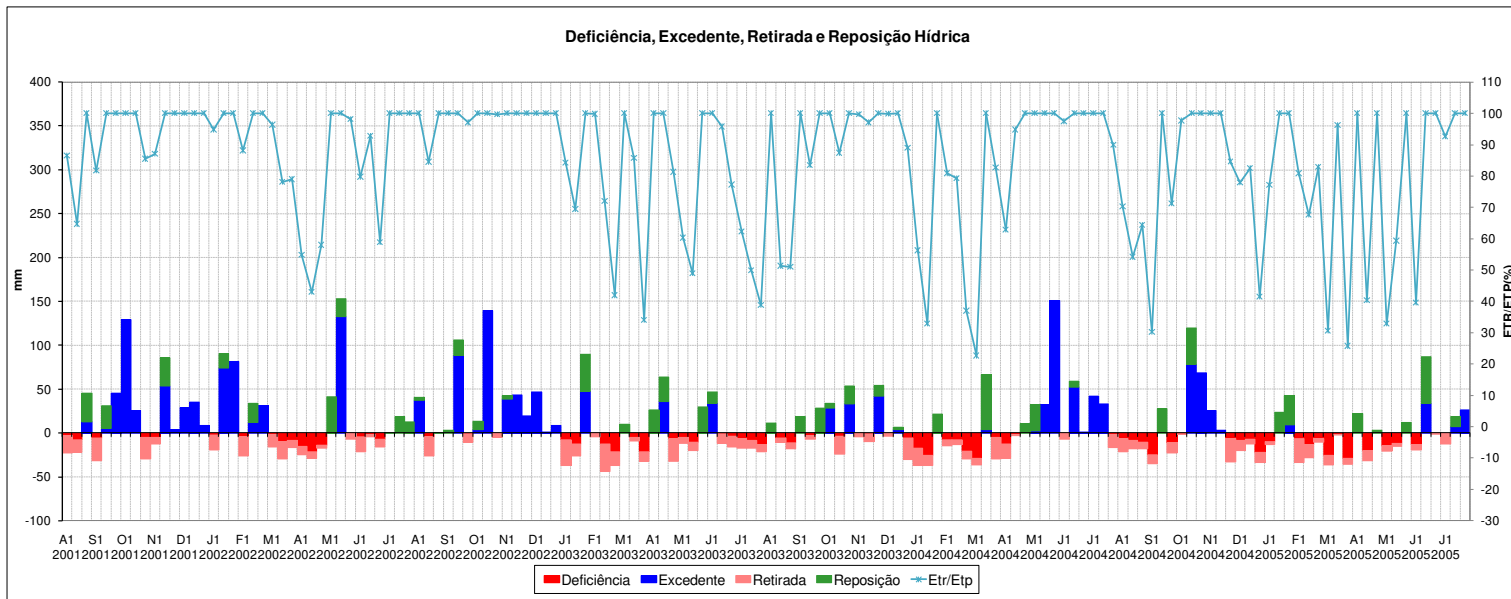


Figura 23 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Cândia de Abreu

Tabela 16 - Resultado de ETR/ETP decendial para o município de Cândido de Abreu

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|------|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2001 | 23,3 | 23,3 | 1,00 | | | O1 2003 | 33,6 | 33,6 | 1,00 | | |
| O2 2001 | 32,2 | 32,2 | 1,00 | | | O2 2003 | 23,9 | 27,4 | 0,87 | | |
| O3 2001 | 30,0 | 35,1 | 0,85 | | | O3 2003 | 33,3 | 33,3 | 1,00 | | |
| N1 2001 | 31,5 | 36,2 | 0,87 | | | N1 2003 | 31,2 | 31,3 | 1,00 | | |
| N2 2001 | 34,6 | 34,6 | 1,00 | | | N2 2003 | 34,1 | 35,1 | 0,97 | | |
| N3 2001 | 40,4 | 40,4 | 1,00 | | | N3 2003 | 36,7 | 36,7 | 1,00 | | |
| D1 2001 | 31,8 | 31,8 | 1,00 | 0% | 0% | D1 2003 | 37,2 | 37,2 | 1,00 | | |
| D2 2001 | 38,1 | 38,1 | 1,00 | | | D2 2003 | 37,7 | 37,7 | 1,00 | | |
| D3 2001 | 40,7 | 40,7 | 1,00 | | | D3 2003 | 41,5 | 46,7 | 0,89 | | |
| J1 2002 | 40,4 | 42,6 | 0,95 | | | J1 2004 | 22,2 | 39,5 | 0,56 | | |
| J2 2002 | 32,5 | 32,5 | 1,00 | | | J2 2004 | 12,2 | 37,2 | 0,33 | | |
| J3 2002 | 43,0 | 43,0 | 1,00 | | | J3 2004 | 46,7 | 46,7 | 1,00 | | |
| F1 2002 | 29,7 | 33,7 | 0,88 | | | F1 2004 | 30,8 | 38,1 | 0,81 | | |
| F2 2002 | 35,9 | 35,9 | 1,00 | | | F2 2004 | 28,6 | 36,1 | 0,79 | | |
| F3 2002 | 27,4 | 27,4 | 1,00 | | | F3 2004 | 12,0 | 32,4 | 0,37 | | |
| M1 2002 | 40,6 | 42,2 | 0,96 | | | M1 2004 | 8,4 | 37,3 | 0,23 | | |
| M2 2002 | 34,7 | 44,4 | 0,78 | | | M2 2004 | 33,7 | 33,7 | 1,00 | | |
| M3 2002 | 31,0 | 39,2 | 0,79 | | | M3 2004 | 24,3 | 29,4 | 0,83 | 40% | 598% |
| O1 2002 | 39,7 | 39,7 | 1,00 | | | O1 2004 | 23,7 | 24,2 | 0,98 | | |
| O2 2002 | 37,7 | 37,7 | 1,00 | | | O2 2004 | 27,4 | 27,4 | 1,00 | | |
| O3 2002 | 35,1 | 35,3 | 1,00 | | | O3 2004 | 29,8 | 29,8 | 1,00 | | |
| N1 2002 | 29,6 | 29,6 | 1,00 | | | N1 2004 | 33,1 | 33,1 | 1,00 | | |
| N2 2002 | 32,7 | 32,7 | 1,00 | | | N2 2004 | 27,5 | 27,5 | 1,00 | | |
| N3 2002 | 42,5 | 42,5 | 1,00 | | | N3 2004 | 33,5 | 39,6 | 0,85 | | |
| D1 2002 | 40,0 | 40,0 | 1,00 | 0% | 0% | D1 2004 | 29,8 | 38,3 | 0,78 | | |
| D2 2002 | 43,2 | 43,2 | 1,00 | | | D2 2004 | 32,0 | 38,7 | 0,83 | | |
| D3 2002 | 49,0 | 49,0 | 1,00 | | | D3 2004 | 15,6 | 37,8 | 0,41 | | |
| J1 2003 | 40,8 | 48,5 | 0,84 | | | J1 2005 | 33,2 | 43,1 | 0,77 | | |
| J2 2003 | 28,2 | 40,5 | 0,69 | | | J2 2005 | 38,0 | 38,0 | 1,00 | 25% | 168% |
| J3 2003 | 40,6 | 40,6 | 1,00 | | | J3 2005 | 39,8 | 39,8 | 1,00 | | |
| F1 2003 | 44,8 | 44,9 | 1,00 | | | F1 2005 | 26,8 | 33,1 | 0,81 | | |
| F2 2003 | 31,4 | 43,7 | 0,72 | | | F2 2005 | 27,0 | 40,0 | 0,68 | | |
| F3 2003 | 15,4 | 36,8 | 0,42 | | | F3 2005 | 29,3 | 35,3 | 0,83 | | |
| M1 2003 | 42,3 | 42,3 | 1,00 | | | M1 2005 | 11,1 | 36,2 | 0,31 | | |
| M2 2003 | 29,3 | 34,2 | 0,86 | | | M2 2005 | 34,8 | 36,2 | 0,96 | | |
| M3 2003 | 11,0 | 32,4 | 0,34 | | | M3 2005 | 9,9 | 38,7 | 0,26 | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|-----|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2006 | 30,7 | 30,7 | 1,00 | | | O1 2008 | 33,5 | 33,5 | 1,00 | | |
| O2 2006 | 32,8 | 33,4 | 0,98 | | | O2 2008 | 36,1 | 37,4 | 0,96 | | |
| O3 2006 | 39,2 | 39,2 | 1,00 | | | O3 2008 | 43,1 | 43,1 | 1,00 | | |
| N1 2006 | 37,8 | 37,8 | 1,00 | | | N1 2008 | 41,4 | 42,3 | 0,98 | | |
| N2 2006 | 31,7 | 31,7 | 1,00 | | | N2 2008 | 31,4 | 36,8 | 0,85 | 5% | 5% |
| N3 2006 | 43,3 | 43,5 | 1,00 | | | N3 2008 | 17,4 | 33,3 | 0,52 | | |
| D1 2006 | 40,0 | 40,0 | 1,00 | | | D1 2008 | 38,6 | 38,6 | 1,00 | | |
| D2 2006 | 45,7 | 47,1 | 0,97 | | | D2 2008 | 26,3 | 35,5 | 0,74 | | |
| D3 2006 | 43,3 | 43,3 | 1,00 | 0% | 0% | D3 2008 | 42,9 | 42,9 | 1,00 | | |
| J1 2007 | 40,2 | 40,2 | 1,00 | | | J1 2009 | 37,3 | 37,3 | 1,00 | | |
| J2 2007 | 40,6 | 40,6 | 1,00 | | | J2 2009 | 40,4 | 40,4 | 1,00 | | |
| J3 2007 | 47,4 | 47,4 | 1,00 | | | J3 2009 | 38,7 | 39,9 | 0,97 | | |
| F1 2007 | 38,2 | 42,3 | 0,90 | | | F1 2009 | 36,9 | 36,9 | 1,00 | | |
| F2 2007 | 36,0 | 36,0 | 1,00 | | | F2 2009 | 33,7 | 33,7 | 1,00 | | |
| F3 2007 | 40,4 | 40,4 | 1,00 | | | F3 2009 | 26,8 | 27,9 | 0,96 | | |
| M1 2007 | 41,7 | 41,7 | 1,00 | | | M1 2009 | 26,8 | 36,9 | 0,73 | | |
| M2 2007 | 32,9 | 33,3 | 0,99 | | | M2 2009 | 30,7 | 32,5 | 0,94 | | |
| M3 2007 | 29,4 | 42,9 | 0,69 | | | | | | | | |
| O1 2007 | 9,3 | 35,5 | 0,26 | | | | | | | | |
| O2 2007 | 32,3 | 32,3 | 1,00 | | | | | | | | |
| O3 2007 | 14,0 | 40,7 | 0,34 | | | | | | | | |
| N1 2007 | 33,1 | 33,1 | 1,00 | | | | | | | | |
| N2 2007 | 30,3 | 31,1 | 0,97 | | | | | | | | |
| N3 2007 | 26,6 | 37,1 | 0,72 | | | | | | | | |
| D1 2007 | 46,9 | 46,9 | 1,00 | | | | | | | | |
| D2 2007 | 29,2 | 36,8 | 0,79 | | | | | | | | |
| D3 2007 | 45,1 | 45,1 | 1,00 | 0% | 0% | | | | | | |
| J1 2008 | 34,2 | 41,0 | 0,84 | | | | | | | | |
| J2 2008 | 38,7 | 38,7 | 1,00 | | | | | | | | |
| J3 2008 | 32,6 | 33,5 | 0,97 | | | | | | | | |
| F1 2008 | 30,4 | 37,2 | 0,82 | | | | | | | | |
| F2 2008 | 39,2 | 39,2 | 1,00 | | | | | | | | |
| F3 2008 | 31,4 | 31,4 | 1,00 | | | | | | | | |
| M1 2008 | 35,7 | 35,7 | 1,00 | | | | | | | | |
| M2 2008 | 31,1 | 31,1 | 1,00 | | | | | | | | |
| M3 2008 | 29,3 | 34,1 | 0,86 | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

7.3.4. Lapa

O município de Lapa apresenta-se com um clima ainda menores ocorrências de deficiências hídricas, em termos de excedente hídrico, do que em relação aos demais já estudados, isso por pertencer ao clima CFb, sem período de seca definido.

Com isso, verifica-se pela Figura 24, que não há períodos de seca e, então, baixo risco de perdas por deficiência hídrica para a cultura da soja.

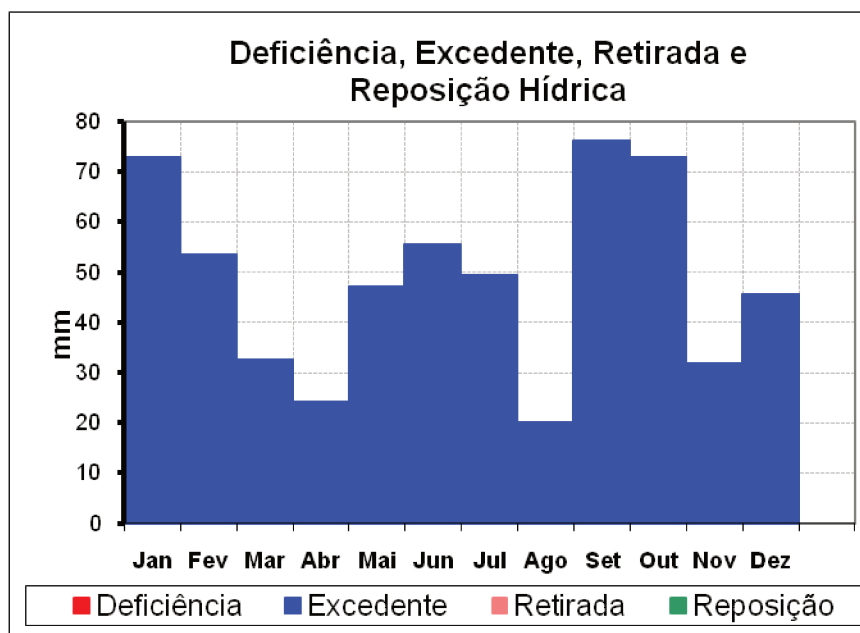


Figura 24 - Balanço hídrico normal, Lapa

No município de Lapa os níveis de deficiência, em geral, apresentaram-se baixos, menores que 25mm, ao longo das safras, sendo que, no período estudado, apenas nas safras 2002/2003 e 2008/2009 houve um déficit mais significativo.

Nesse município, o balanço hídrico sequencial evidencia a característica climática sem período seco definido e por ser uma região de clima mais ameno, também há menor evapotranspiração e, portanto, menores deficiências hídricas, conforme visto na Figura 25.

Assim apesar de, em algumas safras, terem ocorridos valores de ISNA menores que 0,55, houve registro de sinistros apenas na safra 2008/2009 e, inclusive, sem muita correlação entre a deficiência hídrica e os sinistros, pois tal deficiência ocorreu no início do plantio, período de baixo risco para a cultura da soja, como pode ser visto na Tabela 17.

A baixa correlação nessa região entre a ocorrência de sinistros com a deficiência hídrica pode ser explicada pelo fato de ser uma região de temperaturas médias mais baixas que o centro e norte do Estado, o que alonga o ciclo vegetativo da planta e, com isso, proporciona uma capacidade maior de recuperação da planta, em especial, no estágio fenológico de desenvolvimento.

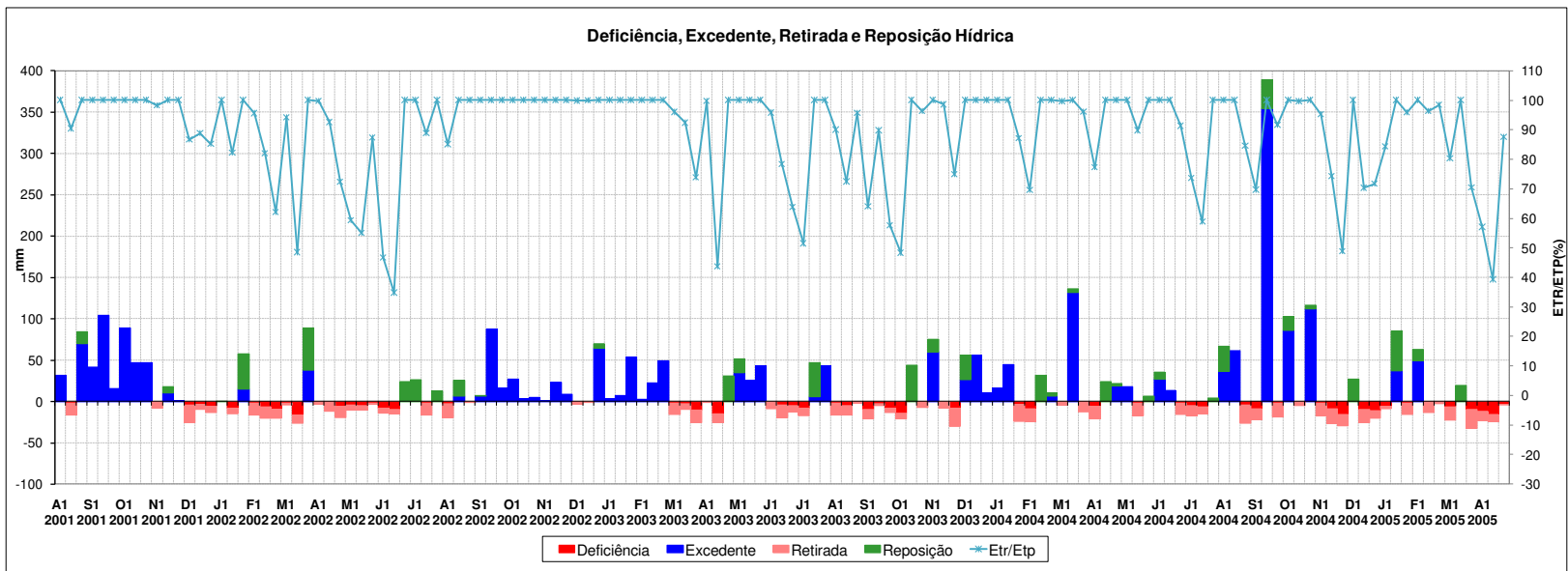
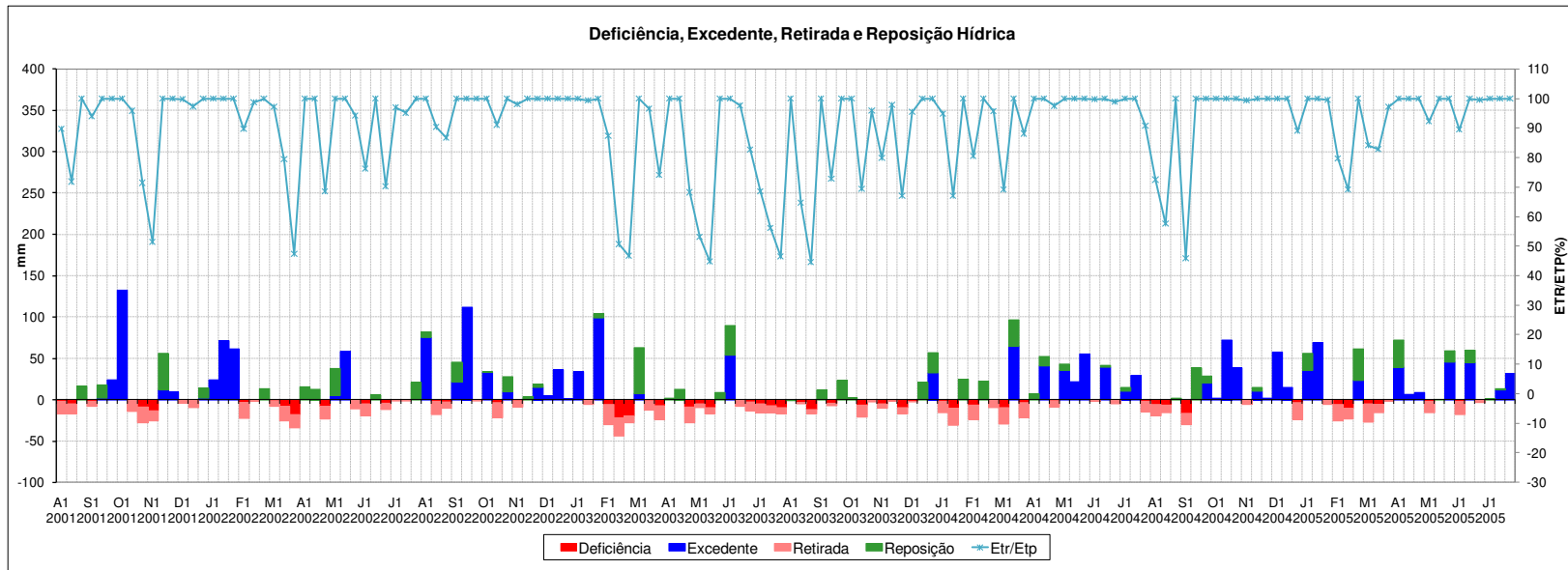


Figura 25 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Lapa

Tabela 17 - Resultado de ETR/ETP decendial para o município de Lapa

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|-----|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2001 | 17,6 | 17,6 | 1,00 | | | O1 2003 | 26,2 | 26,2 | 1,00 | | |
| O2 2001 | 25,9 | 27,0 | 0,96 | | | O2 2003 | 14,8 | 21,3 | 0,69 | | |
| O3 2001 | 21,1 | 29,5 | 0,71 | | | O3 2003 | 24,9 | 25,9 | 0,96 | | |
| N1 2001 | 13,9 | 27,0 | 0,51 | | | N1 2003 | 18,7 | 23,4 | 0,80 | | |
| N2 2001 | 24,8 | 24,8 | 1,00 | | | N2 2003 | 29,6 | 30,3 | 0,98 | | |
| N3 2001 | 35,2 | 35,2 | 1,00 | | | N3 2003 | 19,0 | 28,4 | 0,67 | | |
| D1 2001 | 26,3 | 26,4 | 1,00 | | | D1 2003 | 30,9 | 32,4 | 0,96 | | |
| D2 2001 | 33,4 | 34,3 | 0,97 | | | D2 2003 | 32,0 | 32,0 | 1,00 | | |
| D3 2001 | 31,4 | 31,4 | 1,00 | | | D3 2003 | 35,3 | 35,3 | 1,00 | | |
| J1 2002 | 35,5 | 35,5 | 1,00 | 0% | 0% | J1 2004 | 26,3 | 27,8 | 0,95 | 0% | 0% |
| J2 2002 | 26,2 | 26,2 | 1,00 | | | J2 2004 | 20,6 | 30,8 | 0,67 | | |
| J3 2002 | 39,0 | 39,0 | 1,00 | | | J3 2004 | 36,1 | 36,1 | 1,00 | | |
| F1 2002 | 25,5 | 28,5 | 0,90 | | | F1 2004 | 23,9 | 29,7 | 0,81 | | |
| F2 2002 | 28,4 | 28,8 | 0,99 | | | F2 2004 | 29,7 | 29,7 | 1,00 | | |
| F3 2002 | 22,8 | 22,8 | 1,00 | | | F3 2004 | 23,9 | 25,0 | 0,96 | | |
| M1 2002 | 34,9 | 35,9 | 0,97 | | | M1 2004 | 20,3 | 29,3 | 0,69 | | |
| M2 2002 | 29,2 | 36,7 | 0,79 | | | M2 2004 | 24,4 | 24,4 | 1,00 | | |
| M3 2002 | 15,9 | 33,6 | 0,47 | | | M3 2004 | 20,6 | 23,4 | 0,88 | | |
| O1 2002 | 29,9 | 29,9 | 1,00 | | | O1 2004 | 18,4 | 18,4 | 1,00 | | |
| O2 2002 | 28,1 | 30,9 | 0,91 | | | O2 2004 | 22,0 | 22,0 | 1,00 | | |
| O3 2002 | 24,1 | 24,1 | 1,00 | | | O3 2004 | 22,1 | 22,1 | 1,00 | | |
| N1 2002 | 21,6 | 22,1 | 0,98 | | | N1 2004 | 24,5 | 24,7 | 0,99 | | |
| N2 2002 | 29,2 | 29,2 | 1,00 | | | N2 2004 | 22,3 | 22,3 | 1,00 | | |
| N3 2002 | 34,9 | 34,9 | 1,00 | | | N3 2004 | 31,0 | 31,0 | 1,00 | | |
| D1 2002 | 30,2 | 30,2 | 1,00 | | | D1 2004 | 29,7 | 29,7 | 1,00 | | |
| D2 2002 | 35,1 | 35,1 | 1,00 | | | D2 2004 | 28,9 | 28,9 | 1,00 | | |
| D3 2002 | 37,7 | 37,7 | 1,00 | | | D3 2004 | 27,6 | 31,0 | 0,89 | | |
| J1 2003 | 39,7 | 39,7 | 1,00 | 0% | 0% | J1 2005 | 38,1 | 38,1 | 1,00 | | |
| J2 2003 | 31,9 | 32,1 | 0,99 | | | J2 2005 | 27,7 | 27,7 | 1,00 | | |
| J3 2003 | 31,7 | 31,7 | 1,00 | | | J3 2005 | 31,2 | 31,4 | 0,99 | | |
| F1 2003 | 36,6 | 42,0 | 0,87 | | | F1 2005 | 19,9 | 25,0 | 0,80 | | |
| F2 2003 | 22,2 | 43,7 | 0,51 | | | F2 2005 | 21,6 | 31,2 | 0,69 | | |
| F3 2003 | 16,6 | 35,6 | 0,47 | | | F3 2005 | 28,4 | 28,4 | 1,00 | | |
| M1 2003 | 35,3 | 35,3 | 1,00 | | | M1 2005 | 22,5 | 26,8 | 0,84 | | |
| M2 2003 | 27,9 | 28,9 | 0,97 | | | M2 2005 | 26,5 | 32,0 | 0,83 | | |
| M3 2003 | 18,7 | 25,2 | 0,74 | | | M3 2005 | 27,9 | 28,7 | 0,97 | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|-----|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2006 | 23,1 | 23,1 | 1,00 | | | O1 2008 | 30,8 | 30,8 | 1,00 | | |
| O2 2006 | 23,2 | 23,2 | 1,00 | | | O2 2008 | 34,1 | 34,2 | 1,00 | | |
| O3 2006 | 32,7 | 32,7 | 1,00 | | | O3 2008 | 39,3 | 39,3 | 1,00 | | |
| N1 2006 | 26,9 | 26,9 | 1,00 | | | N1 2008 | 36,6 | 38,4 | 0,95 | | |
| N2 2006 | 26,4 | 26,4 | 1,00 | | | N2 2008 | 25,1 | 33,8 | 0,74 | 4% | 23% |
| N3 2006 | 33,5 | 33,5 | 1,00 | | | N3 2008 | 15,0 | 30,8 | 0,49 | | |
| D1 2006 | 34,1 | 34,2 | 1,00 | | | D1 2008 | 35,3 | 35,3 | 1,00 | | |
| D2 2006 | 41,4 | 41,5 | 1,00 | | | D2 2008 | 23,0 | 32,7 | 0,70 | | |
| D3 2006 | 40,7 | 40,7 | 1,00 | 0% | 0% | D3 2008 | 28,1 | 39,2 | 0,72 | | |
| J1 2007 | 33,8 | 33,8 | 1,00 | | | J1 2009 | 28,8 | 34,1 | 0,84 | | |
| J2 2007 | 39,6 | 39,6 | 1,00 | | | J2 2009 | 36,7 | 36,7 | 1,00 | | |
| J3 2007 | 38,1 | 38,1 | 1,00 | | | J3 2009 | 35,0 | 36,5 | 0,96 | | |
| F1 2007 | 34,4 | 34,4 | 1,00 | | | F1 2009 | 33,6 | 33,6 | 1,00 | | |
| F2 2007 | 30,4 | 30,4 | 1,00 | | | F2 2009 | 29,6 | 30,8 | 0,96 | | |
| F3 2007 | 36,9 | 36,9 | 1,00 | | | F3 2009 | 25,0 | 25,4 | 0,98 | | |
| M1 2007 | 37,4 | 39,0 | 0,96 | | | M1 2009 | 26,8 | 33,4 | 0,80 | | |
| M2 2007 | 27,7 | 30,0 | 0,92 | | | M2 2009 | 29,6 | 29,6 | 1,00 | | |
| M3 2007 | 28,7 | 38,9 | 0,74 | | | | | | | | |
| O1 2007 | 12,9 | 26,8 | 0,48 | | | | | | | | |
| O2 2007 | 26,3 | 26,3 | 1,00 | | | | | | | | |
| O3 2007 | 31,3 | 32,5 | 0,96 | | | | | | | | |
| N1 2007 | 31,4 | 31,4 | 1,00 | | | | | | | | |
| N2 2007 | 25,5 | 25,9 | 0,98 | | | | | | | | |
| N3 2007 | 23,1 | 30,8 | 0,75 | | | | | | | | |
| D1 2007 | 40,3 | 40,3 | 1,00 | | | | | | | | |
| D2 2007 | 30,0 | 30,0 | 1,00 | | | | | | | | |
| D3 2007 | 41,6 | 41,6 | 1,00 | | | | | | | | |
| J1 2008 | 36,2 | 36,2 | 1,00 | 0% | 0% | | | | | | |
| J2 2008 | 32,6 | 32,6 | 1,00 | | | | | | | | |
| J3 2008 | 23,2 | 26,6 | 0,87 | | | | | | | | |
| F1 2008 | 20,5 | 29,5 | 0,70 | | | | | | | | |
| F2 2008 | 31,6 | 31,6 | 1,00 | | | | | | | | |
| F3 2008 | 25,0 | 25,0 | 1,00 | | | | | | | | |
| M1 2008 | 31,3 | 31,5 | 1,00 | | | | | | | | |
| M2 2008 | 25,7 | 25,7 | 1,00 | | | | | | | | |
| M3 2008 | 24,4 | 25,4 | 0,96 | | | | | | | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

7.3.5. Palmas

O município de Palmas, por ter a mesma classificação climática que Lapa, segue um comportamento climático semelhante a este último, em relação ao excedente hídrico, porém, com menor excedente hídrico no mês de março do que Lapa, conforme visto na Figura 26.

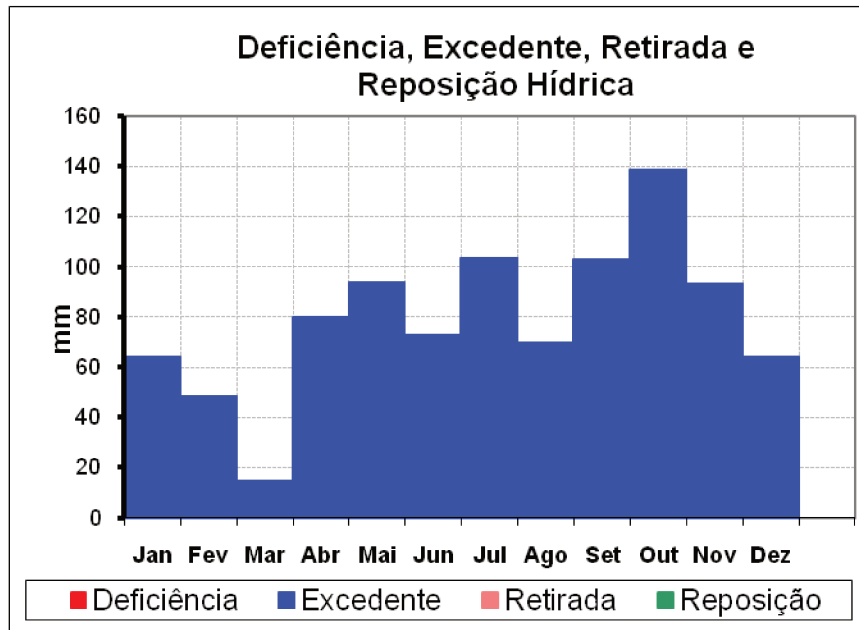


Figura 26 - Balanço hídrico normal, Palmas

Quando analisado o Balanço Hídrico Sequencial, de uma forma geral, verifica-se que mesmo que pequenas, as deficiências hídricas tendem a ocorrer no início da primavera e início do outono, conforme a Figura 27.

Da mesma forma que o ocorrido em Lapa ao longo das safras analisadas, apesar de, em algumas safras terem ocorrido valores de ISNA menores que 0,55, houve registro de sinistros apenas na safra 2007/2008, ano em que não há registro de valores baixos de ISNA, conforme pode ser visto na Tabela 18.

Entretanto, quando verificada a distribuição de chuvas no período que antecede os avisos de sinistros, verifica-se que há a ocorrência de um baixo volume de chuvas, aproximadamente 27mm em 30 dias, que, por sua distribuição e temperaturas amenas, não indicaram uma deficiência hídrica significativa, mas que não foi suficiente para o pleno enchimento de grãos e conseqüente queda de produção.

Além disso, como essa é uma região de temperaturas médias relativamente mais baixas que as regiões centro, oeste e norte do Estado, as culturas tendem a ter um ciclo mais longo e conforme pode ser observado na Figura 27, houve uma deficiência hídrica no final do ciclo e que pode ter afetado determinada área plantada mais tardiamente.

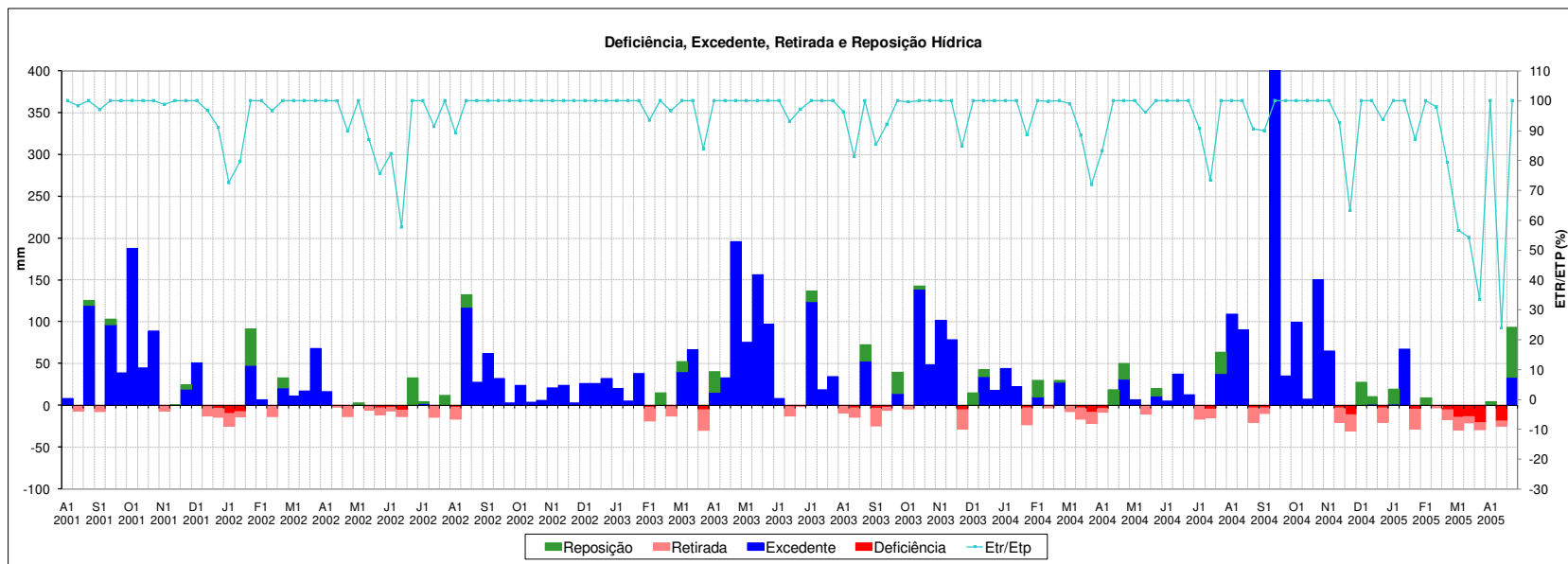
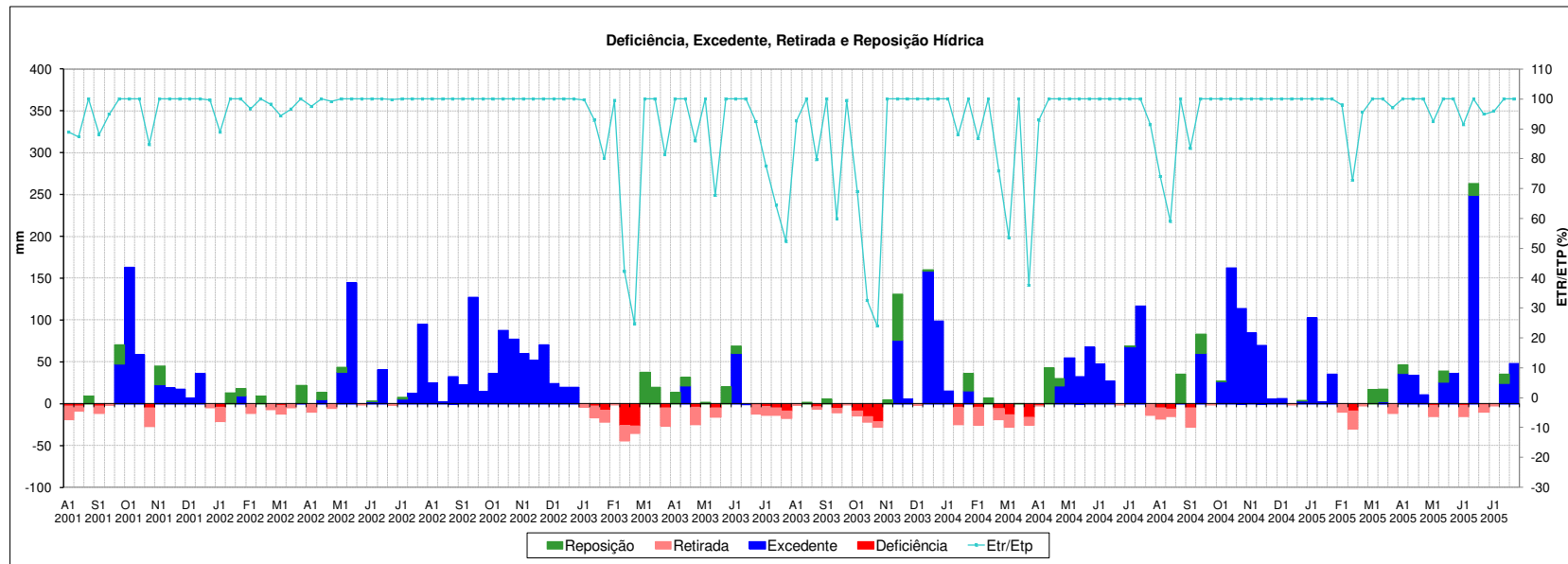


Figura 27 - Balanço hídrico sequencial 2001 a 2009 - Palmas

Tabela 18 - Resultado de ETR/ETP decendial para o município de Palmas

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|-----|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2001 | 16,3 | 16,3 | 1,00 | | | O1 2003 | 18,4 | 26,8 | 0,69 | | |
| O2 2001 | 26,7 | 26,7 | 1,00 | | | O2 2003 | 7,2 | 22,2 | 0,32 | | |
| O3 2001 | 24,2 | 28,6 | 0,85 | | | O3 2003 | 6,6 | 27,8 | 0,24 | | |
| N1 2001 | 28,0 | 28,0 | 1,00 | | | N1 2003 | 23,5 | 23,5 | 1,00 | | |
| N2 2001 | 29,4 | 29,4 | 1,00 | | | N2 2003 | 25,1 | 25,1 | 1,00 | | |
| N3 2001 | 35,4 | 35,4 | 1,00 | 0% | 0% | N3 2003 | 29,7 | 29,7 | 1,00 | 0% | 0% |
| D1 2001 | 26,0 | 26,0 | 1,00 | | | D1 2003 | 28,5 | 28,5 | 1,00 | | |
| D2 2001 | 29,9 | 29,9 | 1,00 | | | D2 2003 | 29,7 | 29,7 | 1,00 | | |
| D3 2001 | 34,3 | 34,4 | 1,00 | | | D3 2003 | 34,7 | 34,7 | 1,00 | | |
| J1 2002 | 31,0 | 34,9 | 0,89 | | | J1 2004 | 30,8 | 30,8 | 1,00 | | |
| J2 2002 | 25,8 | 25,8 | 1,00 | | | J2 2004 | 26,9 | 30,6 | 0,88 | | |
| J3 2002 | 34,7 | 34,7 | 1,00 | | | J3 2004 | 35,0 | 35,0 | 1,00 | | |
| F1 2002 | 22,8 | 23,6 | 0,97 | | | F1 2004 | 25,5 | 29,4 | 0,87 | | |
| F2 2002 | 27,7 | 27,7 | 1,00 | | | F2 2004 | 26,1 | 26,1 | 1,00 | | |
| F3 2002 | 21,4 | 21,8 | 0,98 | | | F3 2004 | 16,8 | 22,2 | 0,76 | | |
| M1 2002 | 33,1 | 35,1 | 0,94 | | | M1 2004 | 15,2 | 28,3 | 0,54 | | |
| M2 2002 | 33,3 | 34,5 | 0,97 | | | M2 2004 | 25,5 | 25,5 | 1,00 | | |
| M3 2002 | 31,2 | 31,2 | 1,00 | | | M3 2004 | 9,7 | 25,8 | 0,38 | | |
| O1 2002 | 27,6 | 27,6 | 1,00 | | | O1 2004 | 18,3 | 18,3 | 1,00 | | |
| O2 2002 | 27,0 | 27,0 | 1,00 | | | O2 2004 | 23,6 | 23,6 | 1,00 | | |
| O3 2002 | 25,2 | 25,2 | 1,00 | | | O3 2004 | 19,9 | 19,9 | 1,00 | | |
| N1 2002 | 24,1 | 24,1 | 1,00 | | | N1 2004 | 23,0 | 23,0 | 1,00 | | |
| N2 2002 | 32,9 | 32,9 | 1,00 | | | N2 2004 | 18,4 | 18,4 | 1,00 | | |
| N3 2002 | 33,7 | 33,7 | 1,00 | 0% | 0% | N3 2004 | 30,2 | 30,2 | 1,00 | | |
| D1 2002 | 28,4 | 28,4 | 1,00 | | | D1 2004 | 28,5 | 28,5 | 1,00 | | |
| D2 2002 | 31,5 | 31,5 | 1,00 | | | D2 2004 | 29,1 | 29,1 | 1,00 | | |
| D3 2002 | 38,8 | 38,8 | 1,00 | | | D3 2004 | 27,0 | 27,0 | 1,00 | | |
| J1 2003 | 39,8 | 39,9 | 1,00 | | | J1 2005 | 34,9 | 34,9 | 1,00 | | |
| J2 2003 | 33,5 | 36,1 | 0,93 | | | J2 2005 | 32,0 | 32,0 | 1,00 | | |
| J3 2003 | 30,5 | 38,1 | 0,80 | | | J3 2005 | 32,1 | 32,1 | 1,00 | | |
| F1 2003 | 42,9 | 43,1 | 0,99 | | | F1 2005 | 28,4 | 29,0 | 0,98 | | |
| F2 2003 | 18,6 | 44,1 | 0,42 | | | F2 2005 | 22,4 | 30,8 | 0,73 | | |
| F3 2003 | 8,7 | 35,4 | 0,25 | | | F3 2005 | 24,2 | 25,3 | 0,95 | | |
| M1 2003 | 33,7 | 33,7 | 1,00 | | | M1 2005 | 28,0 | 28,0 | 1,00 | | |
| M2 2003 | 25,3 | 25,3 | 1,00 | | | M2 2005 | 25,2 | 25,2 | 1,00 | | |
| M3 2003 | 21,6 | 26,6 | 0,81 | | | M3 2005 | 29,3 | 30,1 | 0,97 | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

| BH Sequencial | | | | Sinistralidade | | BH Sequencial | | | | Sinistralidade | |
|---------------|------|------|---------|----------------|-----|---------------|------|------|---------|----------------|-----|
| Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ | Decêndio | Etr | Etp | Etr/Etp | Qde | R\$ |
| O1 2006 | 23,2 | 23,2 | 1,00 | | | O1 2008 | 29,9 | 29,9 | 1,00 | | |
| O2 2006 | 27,1 | 27,1 | 1,00 | | | O2 2008 | 33,1 | 33,1 | 1,00 | | |
| O3 2006 | 31,8 | 31,8 | 1,00 | | | O3 2008 | 38,0 | 38,0 | 1,00 | | |
| N1 2006 | 23,7 | 23,7 | 1,00 | | | N1 2008 | 37,1 | 37,1 | 1,00 | | |
| N2 2006 | 23,9 | 23,9 | 1,00 | | | N2 2008 | 30,4 | 32,8 | 0,93 | | |
| N3 2006 | 31,7 | 31,7 | 1,00 | 0% | 0% | N3 2008 | 19,0 | 30,0 | 0,63 | 0% | 0% |
| D1 2006 | 31,4 | 31,4 | 1,00 | | | D1 2008 | 34,3 | 34,3 | 1,00 | | |
| D2 2006 | 37,2 | 37,2 | 1,00 | | | D2 2008 | 31,8 | 31,8 | 1,00 | | |
| D3 2006 | 33,9 | 33,9 | 1,00 | | | D3 2008 | 35,5 | 37,9 | 0,94 | | |
| J1 2007 | 32,9 | 32,9 | 1,00 | | | J1 2009 | 33,1 | 33,1 | 1,00 | | |
| J2 2007 | 31,7 | 31,7 | 1,00 | | | J2 2009 | 35,4 | 35,4 | 1,00 | | |
| J3 2007 | 35,7 | 35,7 | 1,00 | | | J3 2009 | 30,7 | 35,3 | 0,87 | | |
| F1 2007 | 29,1 | 31,2 | 0,93 | | | F1 2009 | 32,5 | 32,5 | 1,00 | | |
| F2 2007 | 27,6 | 27,6 | 1,00 | | | F2 2009 | 29,2 | 29,8 | 0,98 | | |
| F3 2007 | 31,3 | 32,4 | 0,97 | | | F3 2009 | 19,5 | 24,5 | 0,79 | | |
| M1 2007 | 30,7 | 30,7 | 1,00 | | | M1 2009 | 18,2 | 32,2 | 0,57 | | |
| M2 2007 | 22,7 | 22,7 | 1,00 | | | M2 2009 | 15,5 | 28,6 | 0,54 | | |
| M3 2007 | 27,5 | 32,7 | 0,84 | | | | | | | | |
| O1 2007 | 24,2 | 24,3 | 1,00 | | | | | | | | |
| O2 2007 | 19,6 | 19,6 | 1,00 | | | | | | | | |
| O3 2007 | 28,7 | 28,7 | 1,00 | | | | | | | | |
| N1 2007 | 21,5 | 21,5 | 1,00 | | | | | | | | |
| N2 2007 | 21,6 | 21,6 | 1,00 | | | | | | | | |
| N3 2007 | 25,9 | 30,6 | 0,85 | | | | | | | | |
| D1 2007 | 34,6 | 34,6 | 1,00 | | | | | | | | |
| D2 2007 | 30,1 | 30,1 | 1,00 | | | | | | | | |
| D3 2007 | 34,1 | 34,1 | 1,00 | | | | | | | | |
| J1 2008 | 32,9 | 32,9 | 1,00 | | | | | | | | |
| J2 2008 | 31,1 | 31,1 | 1,00 | | | | | | | | |
| J3 2008 | 23,7 | 26,8 | 0,88 | | | | | | | | |
| F1 2008 | 27,5 | 27,5 | 1,00 | | | | | | | | |
| F2 2008 | 28,3 | 28,4 | 1,00 | | | | | | | | |
| F3 2008 | 24,8 | 24,8 | 1,00 | | | | | | | | |
| M1 2008 | 28,0 | 28,3 | 0,99 | | | | | | | | |
| M2 2008 | 22,5 | 25,5 | 0,88 | | | | | | | | |
| M3 2008 | 19,6 | 27,3 | 0,72 | 6% | 75% | | | | | | |

| | |
|--|---|
| | Período de implantação da cultura |
| | Principal período de plantio (entre 50% e 100% da área estimada) |
| | Período de menor risco (máximo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |
| | Período de maior risco (mínimo de 50% das áreas entre florescimento e frutificação) |

7.4. Sinistralidade e a variabilidade de produtividade

Segundo Osaki (2009), o Coeficiente de Variação (CV) pode ser utilizado como ferramenta de classificação de risco, pois reflete a magnitude relativa do risco. Por essa ótica, municípios com alta variabilidade de produção ao longo dos anos deveriam ter como consequência grandes sinistralidades em determinados anos e, também, deveriam apresentar altas correlações entre o CV e as sinistralidades médias.

Entretanto a correlação entre CV e sinistralidade, conforme mostrado na Figura 28, é semelhante às obtidas entre veranico e sinistralidade, Figuras 16 e 18.

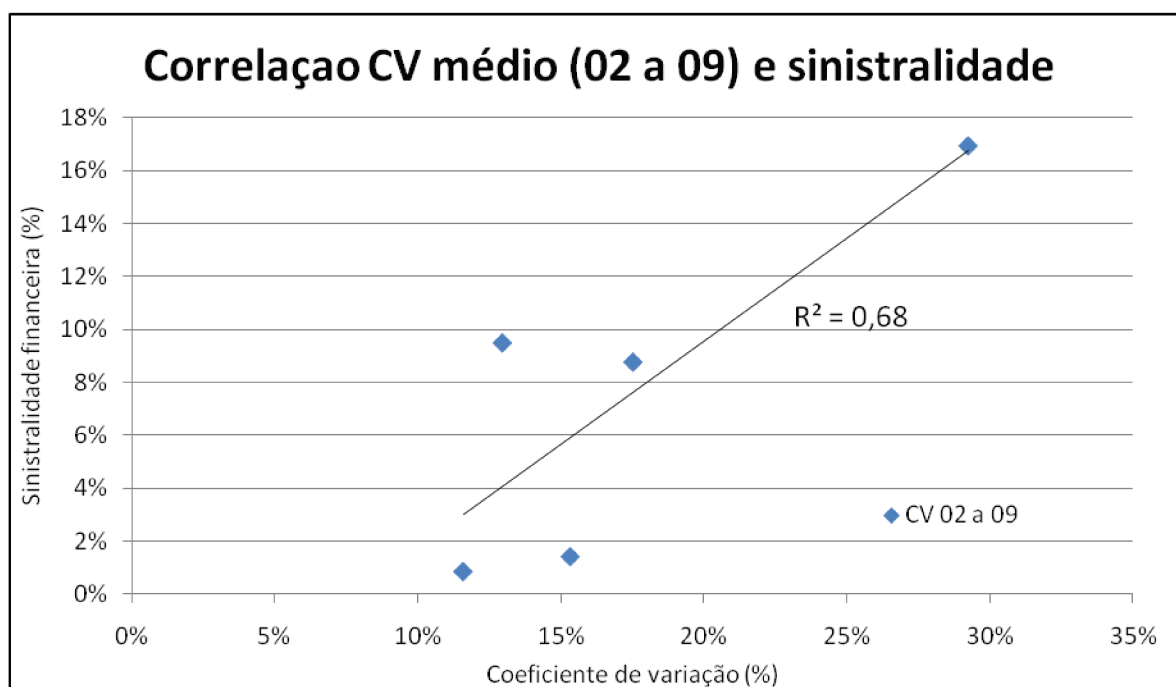


Figura 28 - Correlação entre Coeficiente de Variação médio e sinistralidade

Assim, essa semelhança nas correlações indica que as probabilidades de ocorrências de veranico é uma ferramenta de análise tão boa quanto o uso do CV, quando se trata de análise de risco de deficiência hídrica na cultura da soja.

7.5. Modelo de procedimento para análise da perda potencial e risco

Assim, propõe-se, com base nos resultados obtidos, uma metodologia para monitorar os riscos de perdas durante o período de safra de soja e que também sirva para um melhor planejamento e análise de risco da oferta de seguros da cultura, por parte do mercado segurador e, também, por parte dos produtores, como ferramenta de planejamento de plantio e análise dos seus riscos na escolha dos contratos de seguro.

Sequência de análise do risco:

1. Definição da perda potencial:

Obtido através da elaboração de balanço hídrico sequencial decendial e da relação ETR/ETP aplicada sobre o potencial produtivo da região.

2. Análise do histórico de veranicos:

Essa análise permite obter-se o risco de deficiência hídrica a que a cultura está exposta.

3. Estudo do balanço hídrico diário da cultura:

Com base na data de plantio, tipo de solo e variedade plantada, esse estudo permite um acompanhamento constante da cultura implantada, a sua evolução vegetativa e possível perda em função das condições climáticas futuras.

4. Acompanhamento da previsão meteorológica e climática:

Esse acompanhamento permite, junto com o balanço hídrico diário da cultura, a análise da tendência futura da cultura em campo e com isso, a tomada de decisão tanto por parte dos produtores, quanto das seguradoras para minimizarem seus riscos futuros de perda, ou ainda proporcionar ao mercado segurador uma realocação de recursos tanto humanos quanto financeiros para uma tendência de catástrofe ou mesmo a previsão do seu desempenho financeiro geral.

Dessa forma, esse procedimento permite às seguradoras:

1. Uma gestão melhor dos seus riscos;
2. Possibilidade de elaboração de taxas mais adequadas em função dos riscos climáticos de cada região de atuação;
3. Proporcionar uma maior dispersão dos riscos;
4. Orientar a área comercial na atuação e foco em regiões de menores riscos, a fim de compensar as vendas em regiões de riscos maiores;
5. Criar um diferencial para as seguradoras com uma maior confiabilidade do mercado em função da melhor gestão dos riscos;
6. Minimização das perdas financeiras por ocorrências de sinistros por seca;

E então, conseqüentemente, proporcionar aos produtores:

1. Melhores preços dos seguros através de uma massificação dos produtos;
2. Selecionar variedades que proporcionem menores riscos;
3. Escolher datas de plantios para a obtenção de melhores resultados;
4. Melhor negociação com as seguradoras para a obtenção de melhores taxas;

8. Conclusões

A análise das probabilidades de ocorrência de veranicos mostrou-se como uma ferramenta para a análise do risco de ocorrências de sinistros por seca e, com isso, permitir ao mercado segurador uma avaliação mais precisa dos riscos a que estão expostas no caso de carteiras de seguros que cubram o evento seca.

Junto com a análise dos veranicos, a análise da perda potencial de cada região também indica as regiões com menores ou maiores chances de perdas ao longo das safras, indicando os períodos de plantio que possuem menores chances de perdas ou aqueles de maior risco para a implantação da cultura, servindo como ferramenta para uma escolha melhor de variedades e datas para plantio.

O cálculo do balanço hídrico diário da cultura não permite uma previsão exata das perdas futuras das culturas, porém, pode ser usado como um indicativo de tendências de perdas para as regiões estudadas, permitindo um planejamento melhor das atividades.

A organização das informações obtidas em campo de forma estruturada permitiu a elaboração de uma metodologia para análise de risco climático tanto para os produtores planejarem melhor o plantio através de escolha de variedade e datas mais adequadas de plantio, quanto para o mercado segurador analisar de forma mais eficiente seus riscos, regiões de atuação e dispersão dos riscos.

9. Referência Bibliográfica

ALMEIDA, I. R. **O clima como um dos fatores de expansão da cultura da soja no Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso.** 119p. (Tese de Doutorado). UNESP. Presidente Prudente. 2005

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura.** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998.

ASSAD, E. D.; MARIN, F. R.; EVANGELISTA, S. R.; PILAU, F. G.; FARIAS, J. R. B.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; Sistema de previsão de safra de soja para o Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v.42, n.5, 2007. P. 615-625

BERGAMASCHI, H. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: BERGAMASCHI, H. **Agrometeorologia aplicada à irrigação.** Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1992.

BERLATO, M. A. Bioclimatologia da Soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J. C. **A soja no Brasil.** Campinas/SP. ITAL, 1981. P. 1-5.

BERLATO, M. A e BERGAMASCHI, H. Consumo de água da soja. I. Evapotranspiração estacional em ótimas condições de disponibilidade de água no solo. Londrina, 1978 apud BERLATO, M. A. Bioclimatologia da Soja. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J. C. **A soja no Brasil.** Campinas/SP. ITAL, 1981. P. 1-5.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, H. M. Relação entre o rendimento de grãos de soja e variáveis meteorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 27, n. 5, p. 695-702, 1992

BERNARDES, L. R. M. **Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Paraná, através de técnicas de análise multivariada.** 136 p. (Tese de Doutorado). USP. São Paulo. 1998.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J. C. **A soja no Brasil.** Campinas/SP. ITAL, 1981. P. 1-5.

BOZZA, G., **Exportações do Agronegócio.**

<<http://www.faec.com.br/boletim/bi1014/bi1014pag02.htm>> 23/12/2009.

BUAINAIN, A. M.; Gestão do risco e seguro na agricultura.

< <http://www.aprosoja.com.br/novosite/artigov.php?artigo=53>> 13/09/2008

CAMARA, G.M. de S. **Soja – Tecnologia de produção.** Piracicaba/SP: Publique, 1998.

CAMARA, G.M. de S. **Soja – Tecnologia de produção II.** Piracicaba/SP: Publique, 2000. 450p.

CAMARGO, M. B. P. de; MIRANDA, M. A. C. de, PEDRO JUNIOR, M. J. P.; PEREIRA, J. C. V. N.; MASCARENHAS, H. A. A. Estimativa da produtividade potencial de cultivares de soja nas condições climáticas de Ribeirão Preto. **Bragantia.** Campinas, v. 47(2), 1988. P 277-288.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, Laura R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina : IAPAR, 2000. CD

CORAL, G. **Utilização de Modelo Agrometeorológico na Estimativa de Produtividade da Cultura da Soja, nos Estados de GO, MT, PR, RS e SP.** Dissertação apresentada à Faculdade Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de concentração: Água e solos. Campinas/SP. 2004.

COSTA, A. J. D. e ALMEIDA, M. J. M., O complexo agroindustrial paranaense: Soja transgênica versus soja convencional. In V ECOPAR – Encontro de Economia Paranaense, no. 5, 2007, Curitiba. **Anais ...**, Curitiba, PR, 2007.

CUNHA, G.R.; HAAS, J.C.; DALMAGO, G.A. et al. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.111-119, 1998.

CUNHA, G. R. e ASSAD, E. D., Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p. 377-385, 2001. Número Especial – Zoneamento Agrícola.

DALL'AGNOL, A. e HIRAKURI, M. H.; Realidade e perspectiva do Brasil na produção de alimentos e agroenergia, com ênfase na soja. **Circular técnica 59 – EMBRAPA**, Londrina, PR, 2008.

DE WIT, C. T., **Photosynthesis of leaf canopies**. Wageningen, Pudoc, 1965. 57p (Agricultural Research Report 663)

DOORENBOS, J., KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma: FAO, 1994. 212 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33)

Embrapa. **Tecnologias de produção de soja - Paraná 2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 262p.

Embrapa. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262p.

EVANGELISTA, S. R. M., et al. Monitoramento agroclimatológico pela web <http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/SBIAGRO2003/SBIAgro2003_2.pdf> 08/12/2010.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTO, C.; NEUMAIER N.; NEPOMUCENO A. L.; Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p. 377-385, 2001. Número Especial – Zoneamento Agrícola.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO A. L.; MARIN F. R.; NEUMAIER N.; ALMEIDA I. R. de. Ajuste de modelos para estimativa da penalização dos rendimentos de grãos de soja pelo suprimento hídrico IN CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, IV, 2006, Londrina-PR. **Anais...Brasil**, Londrina-PR, 2006.

FARIAS et al., **Ecofisiologia da Soja**, Circular técnica 48, Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, E. C. – **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology. 11p (Special Report, 80). 1977

FIORI, A. Del. **Teoria Geral dos Seguros e Previdência** – Apostila, São Paulo, 2008. 60p.

Fontana, D. C., Berlato, M. A., Lauschner M. H., Mello, R. W. de. Modelo de estimativa de rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, mar. 2001. p. 399-403.

Fundação Cargill, **Soja : planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Fundação Cargill. Campinas. Fundação Cargill. 1983. 463p.

FUNESEG. **Certificação técnica para seguradoras – Manual 23**. Escola Nacional de Seguros, Rio de Janeiro, 2009.

GOEPFERT, H., ROSSETI, L. A., SOUZA, J. **Eventos generalizados e seguridade agrícola**. Brasília: IPEA, 65p. 1993.

GUANZIROLI, C. H.; BASCO, C. A.; La gestión Del seguro rural em Brasil. **Instituto Interamericano de Cooperación para La Agricultura – COMUNIICA**, Costa Rica. v.2. 2008. p. 33-42

IBGE. Sidra <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/Tabela/protabl.asp?z=t&o=11&i=P01/10/2009>.

JARDIM, A. N. C.; FERREIRA, L. da R.; Potencial do seguro rural no Brasil. In CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, XLVI, 2008. Rio Branco-AC. **Anais...Brasil**, Rio Branco-AC. 2008.

Lucero, A. L; Ceardi, N. C. 2005. **La administración de los riesgos en la agricultura.** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Santiago, Chile. 2004.

MACHADO, E. C. Disponibilidade de água como fator de crescimento da planta. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J. C. **A soja no Brasil.** Campinas/SP. ITAL, 1981. P. 1-5.

MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). **Programa de subvenção ao prêmio do seguro rural: relatório 2008.** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF. 2009.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja.** Campinas: Fundação Cargil. 1986. 86p.

MARIN, F.R.; SENTELHAS, P. C.; UNGARO, M. R. G.. Perda de rendimento potencial da cultura do girassol por deficiência hídrica, no Estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, v.57. n.1. Campinas. 2000.

MARIN, F.R.; PANDOLFI, H.; SENTELHAS, P. C.; CAMARGO, M. B. P.; HERNANDEZ, F. B. T.; Perda de produtividade potencial da cultura do sorgo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.65. n.1. Campinas. 2006.

MORAES, A. V. C. **Desenvolvimento e Análise de Modelos Agrometeorológicos de Estimativa de Produtividade para a cultura da Soja na Região de Ribeirão Preto, SP.**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da universidade de São Paulo, para a obtenção do título de mestre em Agronomia, Área de concentração: Agrometeorologia. Piracicaba/SP. 1998.

MOTA, F. S. da. **Condições climáticas e produção de soja no sul do Brasil.** In: Verneti, F. de J. coord. Soja. Campinas: Fundação Cargil, 1983.

MULLER, L. Taxonomia e Morfologia. In: MIYASAKA, S. & MEDINA, J. C. **A soja no Brasil.** Campinas/SP. ITAL, 1991. P. 65 - 108.

OZAKI, V. A.; **Métodos atuariais aplicados à determinação da taxa de prêmio de contratos de seguro agrícola: um estudo de caso.** Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da universidade de São Paulo, para a obtenção do título de doutor em Agronomia, Área de concentração: Economia agrícola. Piracicaba/SP. 2005.

OZAKI, V. A. & SHIROTA, R. A experiência do seguro agrícola nos EUA: evolução e performance. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, 1(2): 32-45, ago/Nov 2005.

OZAKI, V. A. O papel do seguro na gestão do risco agrícola e os empecilhos para o seu desenvolvimento. **Revista Brasileira de Risco e Seguro.** Rio de Janeiro, v.2, n.4, p. 75-92, 2007.

OZAKI, V. A. Análise espacial da produtividade agrícola no Estado do Paraná: implicações para o seguro agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba/SP. v. 46, p. 869-886, 2008.

OZAKI, V.A. ; DIAS, C.T.S . Análise e quantificação do risco para a gestão eficiente do portfólio agrícolas das seguradoras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba/SP. v. 47, p. 549-567, 2009.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PILAR, J. V., MENDIONDO, E. M., LANNA, A. E. Um modelo de seguro agrícola para a festão de riscos na agricultura de sequeiro. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre/RS, v. 6, n. 1, 2001, p. 83-94.

PINAZZA L. A. et al. **Cadeia produtiva da soja** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura ; coordenador Luiz Antonio PINAZZA. – Brasília, IICA MAPA/SPA, 2007. 116 p

RAO, N. H.; SARMA, P. B. S.; CHANDER, S. **A simple dated water-productions function for use in irrigated agriculture**. Agricultural Water Management, 1988. Amsterdam. V. 13. P.25-32

ROLIM,G.S.,SENTELHAS,P.C.,BARBIERI, V.Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos:normal,sequencial,de cultura e de produtividade real e potencial.**Revista Brasileira de Agrometeorologia**,Santa Maria,v. 6,n.1,p133-137,1998.

ROSSETTI, L. A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e securidade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p. 386-399, 2001. Número Especial – Zoneamento Agrícola.

SANT’ANNA NETO, J. L. Da Climatologia Geográfica à Gênese, Paradigmas e Aplicações do Clima como fenômeno Geográfico. ANPEGE. Ponta Grossa - PR v. 4, p. 61 - 88, 2008.

SEAB. **Acompanhamento de plantio e colheita.**

<http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/pss.xls> 01/10/2010.

SOUZA, M. J. **Seguros: contabilidade atuária e auditoria**. São Paulo: Saraiva, 2001.

THORNTHWAITE, C. W., MATTER, J. R. The water balance. Publication in Climatology, New Jersey, Drexel Inst. Of Technology, 104p, 1955.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; BUAUNAIN, A. M.; MADI, M. A. C.; VIEIRA, A. C. P.; OJIMA, A. L. R de O.; SOUZA, R. P.; SILVEIRA, J. M. F. J. da; Dimensões e perspectivas do seguro rural: O caso brasileiro e algumas experiências internacionais. In CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, XLVI, 2008. Rio Branco-AC. **Anais...**Brasil, Rio Branco-AC. 2008.

WENNER, M. e ARIAS, D. **Agricultural Insurance in Latin America: Where Are We?** In Paving the Way Forward for Rural Finance: An international Conference on Best Practices. Washington, DC, USA, 2003: http://www.basis.wisc.edu/live/rfc/cs_03b.pdf.