



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JULIO DE MESQUITA FILHO”**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS**  
**EXATAS**



Trabalho de Graduação  
Curso de Graduação em Geografia

MONITORAMENTO ESPACIAL E ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS  
CLIMÁTICAS NA INFLUENCIA SOBRE A CULTURA DE SOJA DO ESTADO DO  
PARANÁ

**Juliana Aparecida de Sousa**

Orientação: Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo

Rio Claro (SP)

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Campus de Rio Claro

JULIANA APARECIDA DE SOUSA

MONITORAMENTO ESPACIAL E ANÁLISE DAS  
CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS NA INFLUENCIA SOBRE A  
CULTURA DE SOJA DO ESTADO DO PARANÁ

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -  
Campus de Rio Claro, da Universidade  
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP  
2012

551.6 Sousa, Juliana Aparecida  
S725m Monitoramento espacial e análise das características climáticas na influência sobre a cultura de soja do estado do Paraná / Juliana Aparecida Sousa. - Rio Claro : [s.n.], 2012  
72 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)  
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Orientador: Magda Adelaide Lombardo

1. Climatologia. 2. Agricultura - Balanço hídrico climatológico. 3. Geotecnologias. 4. Sistema de Informações Geográficas. 5. Clima. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

DEDICO

Ao meu avô,

Antônio de Souza Vieira (*in memoriam*)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter sido meu refúgio e minha fortaleza, meu escudo e minha proteção durante esses anos. Agradeço ao meu avô Antônio (*in memoriam*) por ter me feito sentir a neta mais amada, por todos os sorrisos, orientações e dedicação a mim e meus irmãos, certamente não seríamos o que somos hoje sem essa dedicação e amor ao qual nos foi oferecido.

Agradeço aos meus pais que não pouparam esforços para que eu chegasse até aqui, pela educação, amor e confiança que dedicaram a mim e aos meus irmãos, sou grata a minha irmã Jussara que desde sempre me dedicou amor e atenção e deu à nossa família os presentes mais lindos, Maria Eduarda e Juliani, crianças iluminadas que trouxeram muitas alegrias e sorrisos para nossas vidas.

A FELIPE, meu noivo, pelo carinho, companheirismo e intensa dedicação. Sua alegria, generosidade e bondade tornaram todos os segundos vividos nesses cinco anos eternos. Segundos estes, que foram os melhores vividos.

A todos os meus amigos, em especial Grazielle e Gustavo, esses que aprendi a amar como irmãos que a vida me permitiu escolher. Agradeço meus queridos, por esses lindos e bons anos vividos, vocês que fizeram da minha vida mais alegre e rica! Cheia de amor, aprendizado e evolução.

Agradeço a Profa. Dra. Magda Adelaide Lombardo pela atenção e orientação, por ter compartilhado da sua sublime sapiência, tornando-se fundamental para o desenvolvimento deste trabalho e pelas agradáveis conversas que fizeram com que minha admiração e respeito só aumentassem.

## RESUMO

A soja tem se destacado nos últimos anos como a principal cultura agroexportadora no Brasil, incentivando a expansão de sua fronteira agrícola por todo território nacional. O Brasil é o segundo maior produtor de soja no mundo, com uma produção de 59,8 milhões de toneladas em 2008, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), atrás somente dos Estados Unidos. No país, os quatro principais Estados produtores são Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás. Assim, as geotecnologias podem ser usadas para o monitoramento de uso e ocupação do solo em diferentes períodos de análise. Neste estudo, estas ferramentas são importantes para ilustrar as áreas onde se produz soja e o comportamento climático na sua evolução produtiva no território ao longo dos anos. A sua utilização pode contribuir para a evolução e otimização dos estudos voltados para estimativas de safra oficiais, gerando subsídios para o monitoramento das culturas agrícolas em tempo real, sem a necessidade de estar em campo e com custo financeiro muito menor. De forma geral, essas informações são de extrema importância para os tomadores de decisão, tanto do poder público quanto do setor privado, uma vez que obtenção de informações referentes a quantificação de área, produtividade e o desenvolvimento das lavouras agrícolas são primordiais para o comportamento econômico da cultura durante e até depois da safra. Através da obtenção de dados climáticos referentes as safras 2008/09 e 2009/10, realizou-se o cálculo do balanço hídrico climatológico baseado na dinâmica de armazenamento de água no solo com dados de precipitação e temperatura e a interpolação dos dados através do interpolador (IDW) que gerou mapas temáticos de precipitação. De forma geral, o uso das geotecnologias para o acompanhamento das áreas agrícolas, pode contribuir em muito para este monitoramento, gerando matéria prima para novas análises futuras e, a baixo custo.

**Palavras-chave:** Geotecnologias. Sistema de Informação Geográfica. Soja. Clima.

## **ABSTRACT**

In the past years, soya has increased itself as the mean agro export culture in Brazil, encouraging the expansion of its agricultural frontier throughout the country. Brazil is the second biggest soya producer around the world, with a 59,8 million ton production in 2008, according to the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), only behind United States. Around the country, the four leading producer states are Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás. Therefore, geotechnologies may be used to monitor use and soil occupation in various analyzes periods. In this review, the tools are important to illustrate the soya production areas and also the weather behavior around its production evolution in the territory through the years. Its utilization can contribute to the evolution and optimization around real time monitoring of the Agricola cultures, without being necessary to be in the area with a low financial cost. Generally, this information is strongly important for decision makers in both government and private sector, as soon as the achievement information regards the quantification of area, yield and development of agricultural crops are essential to the economic behavior of culture during the season and even beyond. By obtaining data regarding climate crops 2008/09 and 2009/10, held the climatic water balance calculation based on the dynamics of water storage in soil temperature and precipitation data, interpolation of the data through the interpolator (IDW) that generated thematic precipitation maps. Overall, the use of geotechnology to monitor agricultural areas, can strongly contribute to this monitoring, generating raw material for further analysis at low cost.

**Keywords:** Geotechnology. Geographic Information System. Soya. Climate.

JULIANA APARECIDA DE SOUSA

MONITORAMENTO ESPACIAL E ANÁLISE DAS  
CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS NA INFLUENCIA SOBRE A  
CULTURA DE SOJA DO ESTADO DO PARANÁ

Trabalho de Graduação apresentado ao  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -  
Campus de Rio Claro, da Universidade  
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para  
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora  
Magda Adelaide Lombardo (orientador)  
Andreia Medinilha Pancher  
Silvia Guarnieri Ortigoza

Rio Claro, 06 de dezembro de 2012.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1. Objetivo Geral .....	14
2.2. Objetivos Específicos .....	14
<b>3. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>15</b>
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>17</b>
4.1. Cultura de Soja .....	17
4.2. Ciclo Fenológico.....	18
4.3. Necessidades fisiológicas da cultura.....	19
4.3.1. Temperatura.....	19
4.3.2. Luminosidade - Fotoperíodo.....	20
4.3.3. Necessidades Hídricas.....	20
4.4. Período da semeadura de soja .....	21
4.5. Calendário agrícola .....	23
4.6. Agricultura e Meteorologia .....	23
<b>5. ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>25</b>
<b>6. METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>27</b>
6.1. Obtenção de Dados Climáticos.....	27
6.2. Cálculo do Balanço Hídrico Climatológico.....	27
6.3. Interpolação de Dados .....	28
6.3.1. Inverso da Distancia (IDW).....	28
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>30</b>
7.1. Análise do balanço hídrico climatológico da safra 2008/09.....	30
7.2. Análise do balanço hídrico climatológico da safra 2009/10.....	46
7.3. Mapas temáticos e Comparação com os Dados Oficiais .....	62
7.3.1. Área da Safra 2008/09 .....	62
7.3.2. Área da Safra 2009/10.....	65
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> - PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE SOJA ENTRE AS SAFRAS 2006/07 A 2009/10 EM MILHÕES DE TONELADAS. ....	18
<b>TABELA 2</b> - ÁREA TOTAL PLANTADA E QUANTIDADE PRODUZIDA CALCULADA PELO IBGE NA SAFRA 2008/09 EM MIL HECTARES/TONELADAS. ....	63
<b>TABELA 3</b> - ÁREA TOTAL PLANTADA E QUANTIDADE PRODUZIDA CALCULADA PELO IBGE NA SAFRA 2008/09 EM MIL HECTARES/TONELADAS. ....	66

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS SELECIONADOS NO PARANÁ. ....	26
<b>FIGURA 2</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE ANTONINA PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	30
<b>FIGURA 3</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE APUCARANA PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	31
<b>FIGURA 4</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CAMBARÁ PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	31
<b>FIGURA 5</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	32
<b>FIGURA 6</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CANDIDO ABREU PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	33
<b>FIGURA 7</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CASCAVEL PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	33
<b>FIGURA 8</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CERRO AZUL PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	34
<b>FIGURA 9</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CIANORTE PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	35
<b>FIGURA 10</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	35
<b>FIGURA 11</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	36
<b>FIGURA 12</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE GUAÍRA PARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	37
<b>FIGURA 13</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	37
<b>FIGURA 14</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE LAPA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	38
<b>FIGURA 15</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	39
<b>FIGURA 16</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	39
<b>FIGURA 17</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PALMAS OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	40
<b>FIGURA 18</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PALOTINA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	41
<b>FIGURA 19</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PARANAVÁI OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	41

<b>FIGURA 20</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	42
<b>FIGURA 21</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PINHAIS OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	43
<b>FIGURA 22</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	43
<b>FIGURA 23</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	44
<b>FIGURA 24</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE TELÊMACO BORBA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	45
<b>FIGURA 25</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE UMUARAMA OS MESES DE OUTUBRO DE 2008 A MARÇO DE 2009 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	45
<b>FIGURA 26</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE ANTONINA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	46
<b>FIGURA 27</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE APUCARANA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	47
<b>FIGURA 28</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CAMBARA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	47
<b>FIGURA 29</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	48
<b>FIGURA 30</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CANDIDO ABREU OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	49
<b>FIGURA 31</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CASCAVEL OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	49
<b>FIGURA 32</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CERRO AZUL OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	50
<b>FIGURA 33</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CIANORTE OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	51
<b>FIGURA 34</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	51
<b>FIGURA 35</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE FOZ DO IGUAÇU OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	52
<b>FIGURA 36</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE GUAÍRA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	53
<b>FIGURA 37</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	53
<b>FIGURA 38</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE LAPA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	54
<b>FIGURA 39</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	55
<b>FIGURA 40</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS.....	55

<b>FIGURA 41</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PALMAS OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	56
<b>FIGURA 42</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PALOTINA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	57
<b>FIGURA 43</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PARANAVAI OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	57
<b>FIGURA 44</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	58
<b>FIGURA 45</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PINHAIS OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	59
<b>FIGURA 46</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	59
<b>FIGURA 47</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DO IGUAÇU OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	60
<b>FIGURA 48</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE TELÊMACO BORBA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	61
<b>FIGURA 49</b> - GRÁFICO DE BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE UMUARAMA OS MESES DE OUTUBRO DE 2009 A MARÇO DE 2010 MUNICÍPIOS SELECIONADOS .....	61
<b>FIGURA 50</b> - MAPAS TEMÁTICOS DE PRECIPITAÇÃO DO ANO SAFRA 2008/09 GERADOS A PARTIR DO INTERPOLADOR IDW .....	64
<b>FIGURA 51</b> - MAPAS TEMÁTICOS DE PRECIPITAÇÃO DO ANO SAFRA 2009/10 GERADOS A PARTIR DO INTERPOLADOR IDW .....	67

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura, entre todas as atividades econômicas, é a que apresenta maior dependência das condições meteorológicas: estas são as principais responsáveis pelas oscilações e frustrações das safras agrícolas em todo o Brasil. As relações entre os parâmetros climáticos e a produção agrícola são bastante complexas, pois os fatores ambientais podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas sob diferentes formas nas diversas fases do ciclo da cultura. Os modelos agrometeorológicos relacionados com crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas fornecem dados que permitem ao setor agrícola tomar importantes decisões, tais como: melhor planejamento do uso do solo, adaptação de culturas, monitoramento e previsão de safras, controle de pragas e doenças, estratégia de pesquisa e planejamento. Assim, o monitoramento das áreas de cultivo de soja no estado do Paraná revela sua importância em função da crescente demanda por análises e avaliações de riscos que estas passaram a sofrer nos últimos anos. Entre as variáveis mais importantes na análise de riscos na agricultura está o clima e os fenômenos a ele diretamente associado, já que são esses os atributos que diferenciam as regiões com maior ou menor grau no desenvolvimento e a ampliação das atividades agrícolas. Os agentes diretamente envolvidos no processo de expansão da cultura de soja, (pesquisadores, ambientalistas, especuladores nacionais e internacionais), desde o pequeno produtor capitalista até as grandes corporações industriais, reconhecem o clima como um fator determinante para o sucesso de tal empreendimento.

Devido à soja se tratar de uma cultura de verão, ela apresenta no Brasil um período fenológico que se estende de Outubro a Dezembro para o plantio e de Janeiro a Março para a colheita. Em função dos diversos cultivares, o cultivo pode se estender de 120 a 150 dias. Esta época é caracterizada pelas chuvas abundantes e elevadas temperaturas nas principais regiões produtoras e assim, modificações no regime pluviométrico, como aquelas apontadas pelos diversos cenários de mudanças climáticas (IPCC, 2004), podem comprometer intensamente a produtividade e rentabilidade da soja, desencadeando processos desestruturadores das dinâmicas sociais, econômicas e ambientais.

A perspectiva de queda de produtividade é uma questão crítica em países de clima tropical, como o Brasil. De fato, a agricultura brasileira é particularmente vulnerável aos efeitos do aquecimento global, uma vez que boa parte da produção está localizada em regiões de temperaturas elevadas. O potencial declínio da produtividade e da renda agrícola, por sua vez, poderá ter um expressivo impacto negativo sobre o desenvolvimento econômico, aumentar a pobreza e reduzir os níveis de bem-estar da população rural. Nesse contexto, avaliar o impacto econômico das mudanças climáticas sobre as atividades agrícolas é de fundamental importância para auxiliar a formulação de estratégias de adaptação para o setor.

Segundo Maalouf (1993), o desenvolvimento agrícola sustentado é o gerenciamento e a conservação da base de recursos naturais e a orientação da mudança tecnológica e institucional, assegurando a realização e a satisfação continuada das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. Para isso, há necessidade maior do conhecimento sobre o comportamento climático que coloca o *input* necessário para todo o funcionamento da biosfera e se considera como uma causa natural entre as razões naturais e socioeconômicas da insustentabilidade do desenvolvimento agrícola. Assim, o monitoramento e análise climática podem minimizar os efeitos de eventos extremos, atenuando os problemas econômicos e sociais.

## **2 OBJETIVOS**

Este trabalho teve por objetivo fundamental elaborar uma proposta de monitoramento e análise climática em relação às áreas de cultivo de soja no estado do Paraná e seus objetivos serão descritos nos tópicos a seguir.

### **2.1 Objetivo Geral**

As geotecnologias podem ser usadas para o monitoramento de uso e ocupação do solo em diferentes períodos de análise. Neste estudo, estas ferramentas são importantes para ilustrar as áreas onde se produz soja e o comportamento climático na sua evolução produtiva no território ao longo dos anos. A sua utilização pode contribuir para a evolução e otimização dos estudos voltados para estimativas de safra oficiais gerando subsídios para o monitoramento das culturas agrícolas em tempo real, sem a necessidade de estar em campo e com custo financeiro muito menor.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Diante deste contexto, os objetivos específicos deste trabalho foram:

- (i) Ressaltar a importância do clima no desenvolvimento da cultura de soja;
- (ii) Elaboração de mapas temáticos climatológicos, com objetivo de ilustrar o nível de precipitação dos anos estudados.
- (iii) Análise do comportamento climático em relação a produção de soja nos anos 2008/09 e 2009/10.
- (iv) Levantamento da safra nos anos 2008/09 e 2009/10 e justificá-las com os índices de precipitação.

### 3 JUSTIFICATIVA

Devido a geografia ser uma ciência que abrange diversos assuntos, o tema escolhido para o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso está relacionado a realidade em que nos encontramos hoje e também pela falta de trabalhos relacionado a tal tema. A agricultura é a atividade econômica mais dependente das condições climáticas e os elementos meteorológicos afetam não só os processos metabólicos das plantas, diretamente relacionados à produção vegetal, como também as mais diversas atividades no campo. De acordo com Petr (1990) e Fageria (1992), citados por Hoogenboom (2000), ao redor de 80% da variabilidade da produção agrícola no mundo se deve à variabilidade das condições meteorológicas durante o ciclo de cultivo. Além de influenciar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas, o clima afeta também a relação das plantas com microorganismos, insetos, fungos e bactérias, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças, o que demanda as medidas de controle adequadas. Muitas das práticas agrícolas de campo, como o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação, as pulverizações, a colheita, entre outras, também dependem de condições de tempo e de umidade no solo específicas para que possam ser realizadas de forma eficiente (PEREIRA et al., 2002).

Dada a grande importância do clima para a produção agrícola, o uso de informações meteorológicas e climáticas é fundamental para que a agricultura se torne uma atividade sustentável. Neste contexto, a agrometeorologia, ciência interdisciplinar que estuda a influência do tempo e do clima na produção de alimentos, fibras e energia, assume papel estratégico no entendimento e na solução dos problemas enfrentados pela agricultura (MAVI E TUPPER, 2004).

A preocupação crescente com o aumento da população mundial, com a degradação dos recursos naturais e com a sustentabilidade da agricultura tem exigido maiores esforços no desenvolvimento de melhores estratégias e práticas do uso do solo, a partir do melhor entendimento das relações entre a agricultura e o clima. Nesse sentido, o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o planejamento e o processo de tomadas de decisão que resultem em menores impactos ambientais e no aumento da resiliência da agricultura, tem sido um dos objetivos das instituições governamentais ligadas à agricultura, ao ambiente e aos

recursos naturais. Para que tais ferramentas sejam desenvolvidas e disponibilizadas aos agricultores, é necessário conhecer como cada uma das culturas é impactada pelas condições de tempo e clima.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 Cultura de Soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é cultivada em mais de 80 países, gerando um volume superior a 200 milhões de toneladas. O Brasil ocupa o segundo lugar no ranking dos maiores produtores e exportadores dessa leguminosa. Utilizada como constituinte em muitos alimentos processados, a soja representa a principal fonte de óleo e proteína para rações destinadas à alimentação animal (IBGE, 2008).

A partir de 1960, a soja se estabelece como cultura economicamente importante no Brasil, mas foi na década seguinte que a soja consolidou-se como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhão de toneladas em 1970 para mais de 15 milhões de toneladas em 1979. Esse crescimento se deveu, não apenas ao aumento da área cultivada de 1,3 para 8,8 milhões de hectares, mas, também, ao expressivo incremento da produtividade de 1,14 para 1,73t/ha (IBGE, 2008).

O Brasil apresenta-se como segundo maior produtor mundial, (tabela 1), responsável por 25% da safra mundial, segundo dados do United States Department of Agriculture (USDA). Mais de 25 milhões de toneladas da cultura são produzidas na região Centro Oeste do país. A região Sul ocupa segundo lugar na produção com pouco mais de 20 milhões de toneladas produzidas, seguida pelas regiões Sudeste, Nordeste e Norte. Segundo Cançado e Freitas (2004) para o estado do Paraná a soja é a espécie mais cultivada em termos de área, bem como a que tem maior participação no valor bruto da produção, respondendo a 17,2%. A soja tem sido uma cultura marcante no cenário estadual, desenvolvendo a agricultura e gerando renda em toda a cadeia. Devido a sua crescente utilização, deverá manter considerável importância econômica durante o século.

**Tabela 1** - Principais países produtores de soja entre as safras 2006/07 a 2009/10 em milhões de toneladas.

Países	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10	
	Produção	Participação	Produção	Participação	Produção	Participação	Produção	Participação
Estados Unidos	87,00	37%	72,86	33%	80,75	38%	90,34	36%
Brasil	59,00	25%	61,00	28%	57,00	27%	63,00	25%
Argentina	48,80	21%	46,20	21%	32,00	15%	53,00	21%
China	15,97	7%	14,00	6%	15,50	7%	14,50	6%
Índia	7,69	3%	9,47	4%	9,10	4%	8,80	4%
Paraguai	5,86	2%	6,90	3%	3,90	2%	6,70	3%
Canadá	3,47	1%	2,70	1%	3,34	2%	3,50	1%
Outros	9,34	4%	8,00	4%	9,29	4%	10,42	4%
Total	237,12	100%	221,13	100%	210,87	100%	250,25	100%

Fonte: United States Department of Agriculture – USDA (2009).

## 4.2 Ciclo Fenológico

O crescimento e o desenvolvimento da soja são medidos pela quantidade de massa seca (matéria seca) acumulada na planta. Com exceção da água, a massa seca consiste em tudo que se encontra na planta, incluindo carboidratos, proteínas, lipídeos e nutrientes minerais (Borkert et al., 1994).

As cultivares da soja são classificadas quanto ao seu hábito de crescimento (forma e estrutura morfológica) e pelos seus requerimentos em comprimento de dia e temperatura, necessários para iniciar o desenvolvimento floral ou reprodutivo. A classificação quanto à maturidade ou ciclo de maturação é baseada na adaptabilidade de um cultivar de soja em utilizar efetivamente a estação de crescimento de uma determinada região (Borkert et al., 1994).

O ciclo da soja apresenta duas fases principais: o período vegetativo e o período reprodutivo. A fase vegetativa tem início com o nascimento da plântula e após a abertura da primeira flor, dando início ao período reprodutivo que se finaliza com a maturação da planta.

Segundo Embrapa Soja (2008a), a germinação da semente de soja é induzida após absorver aproximadamente 50% do seu volume em água. A emergência da plântula ocorre entre 4 e 10 dias após a semeadura, dependendo das condições de umidade, temperatura e profundidade de semeadura. O período vegetativo se estende até a formação da terceira à quinta folha trifoliolada (40 a 70 dias), quando a planta está apta a receber a indução floral. O período de floração pode variar de 7 a 15 dias, quando se inicia o crescimento do fruto. A maturação

fisiológica dos grãos ocorre de 40 a 70 dias após o final da floração. De acordo com a duração de seu ciclo, os cultivares de soja podem ser classificados em precoce (75 a 115 dias), semiprecoce (116 a 125 dias), médio (126 a 137 dias), semitardio (138 a 150 dias) e tardio (acima de 150 dias).

Durante o ciclo da soja, as condições de umidade do solo, aliadas à capacidade do solo em fornecer nutrientes, são as principais responsáveis pelo pleno crescimento das plantas e produção dos grãos. As condições favoráveis de umidade no solo, quando ocorre o período vegetativo (emergência-floração) favorecem o crescimento, resultando em plantas com altura compatível com a colheita mecanizada. O desejável é que as plantas alcancem uma altura acima de 60 cm, por ocasião de maturação, o que contribui para reduzir as perdas de grão na operação de colheita. Por sua vez, condições favoráveis durante o período reprodutivo garantem altos rendimentos de grão (Embrapa Soja, 2007b).

### **4.3 Necessidades fisiológicas da cultura**

O crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura resultam da interação entre o potencial genético do cultivar e o ambiente. Existe interação perfeita entre a planta da soja e o ambiente, de tal modo que, quando há mudanças no ambiente, também ocorre com a planta (Borkert et al., 2004).

A imprevisibilidade das variações meteorológicas confere à ocorrência de adversidades climáticas, o principal fator de risco e de insucesso das culturas agrícolas. Dentre os elementos do clima, os que apresentam maior influência sobre o comportamento e desenvolvimento desta cultura são: a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica. O déficit hídrico normalmente, é o principal fator responsável por perdas na lavoura (Farias et al., 2001).

#### **4.3.1 Temperatura**

A temperatura reflete o estado energético de uma substância, portanto as oscilações térmicas indicam claramente as variações da quantidade de energia solar que atinge o sistema Terra-atmosfera (Vianello e Alves, 1991).

A soja adapta-se melhor a temperaturas do ar entre 20°C e 30°C, sendo a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento em torno de 30°C.

Temperaturas abaixo de 13°C são supressoras ao seu desenvolvimento (Embrapa Soja, 2007b).

#### **4.3.2 Luminosidade – Fotoperíodo**

A soja é uma das espécies mais sensíveis ao fotoperíodo, sendo considerada uma planta de dias curtos. A sensibilidade ao fotoperíodo é variável entre as cultivares, assim, a adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção ao norte ou ao sul, sendo também, importante na definição do comportamento das cultivares em relação à época de semeadura. Quanto mais ao sul, portanto sob condições de maiores latitudes, os fatores temperatura, fotoperíodo e umidade são os determinantes da melhor época de semeadura para soja, pois variam mais no tempo (Embrapa Soja, 2007b).

#### **4.3.3 Necessidades Hídricas**

A água constitui aproximadamente 90% do peso da planta, atuando em vários processos fisiológicos e bioquímicos da cultura. A demanda evaporativa da atmosfera tem grande influência no status hídrico da vegetação, por condicionar as taxas de transferência da água no sistema solo-planta-atmosfera (Embrapa Soja, 2007b).

A disponibilidade de água é importante, principalmente, em dois períodos da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção da boa uniformidade na população da planta. A semente da soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar boa germinação. Nessa fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total máximo de água disponível e nem ser inferior a 50% (Embrapa Soja, 2008a).

A necessidade de água na cultura da soja aumenta com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período (Embrapa Soja, 2007b). Em geral, o consumo mais elevado de água coincide com o período em que a cultura apresenta maiores alturas e índice de massa foliar. A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção máxima do rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições meteorológicas, do manejo da cultura e da

duração do seu ciclo. Como o consumo de água pela cultura da soja depende, além de estádios de desenvolvimento, da camada evaporativa da atmosfera, o seu valor absoluto pode variar, tanto em função das condições climáticas de cada região como em função do ano e da época de semeadura (condições de tempo) na mesma região climática (Embrapa Soja, 2007b).

Dentre os componentes que caracterizam a condição atmosférica, o déficit hídrico é aquele que afeta a produção agrícola com maior frequência e intensidade. É amplamente conhecido, ainda, que os efeitos do déficit hídrico dependam da sua intensidade, duração, época de ocorrência e da interação com outros fatores determinantes da expressão do rendimento final (Cunha e Bergamaschi, 1992).

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 (Fontana et al., 1992).

Sintetizando, deficiência hídrica no período vegetativo reduz o porte e no período reprodutivo reduz a produção de grãos. A limitação na altura da planta por efeito da falta de água pode ser mais acentuada em semeaduras realizadas mais cedo ou mais tarde, em relação à melhor época, e agravada em condições em que haja algumas limitações de fertilidade do solo (Embrapa Soja, 2007b).

Segundo Farias et al. (2001), o período mais crítico da cultura em relação à precipitação é o que vai da floração ao completo enchimento dos grãos, daí a importância do conhecimento da distribuição de chuvas, as previsões para cada ano, e a compatibilidade do ciclo do cultivar com essa condição.

#### **4.4 Período da semeadura de soja**

Semeaduras em épocas anteriores ou posteriores ao período mais indicado para uma dada região podem afetar o porte, o ciclo e o rendimento das plantas e aumentar as perdas na colheita. Isto porque a época de semeadura determina a exposição das plantas às variações nas distribuições dos fatores climáticos limitante ao crescimento e ao desenvolvimento de grãos, contribuindo

fortemente para a definição dos resultados em termos de altura da planta e de produção (Embrapa Soja, 2007b).

A escolha da época de semeadura destaca-se no controle de deficiência hídrica valendo-se de mecanismo de escape, pois pode ser ajustada para evitar períodos de baixa precipitação durante estádios críticos e fazer coincidir as etapas de florescimento e enchimento de grãos com períodos favoráveis de disponibilidade hídrica (Mota, 1983).

Segundo a Embrapa Soja (2007b), a melhor época de semeadura para a soja é a que permite na maioria dos anos, que a implantação da lavoura, o crescimento e a reprodução das plantas ocorram sob as condições favoráveis de umidade e temperatura. Assim, na maioria das regiões produtoras, o melhor período de semeadura da soja é aquele que se inicia assim que as chuvas da primavera repuserem a umidade do solo e a temperatura permitir uma germinação e emergência das plântulas entre 5 e 7 dias e que haja, na maioria dos anos, umidade para as plantas crescerem e produzirem em nível que tornem a atividade viável economicamente.

Para a região Centro-Sul do Brasil a época de semeadura indicada, para a maioria das cultivares, estende-se de 15/10 a 15/12. Os melhores resultados, para rendimento e altura de plantas, na maioria dos anos, são obtidos nas semeaduras realizadas de final de outubro a novembro. De modo geral, as semeaduras de outubro apresentam menor porte de planta e maior rendimento do que as da primeira quinzena de dezembro. Lavouras semeadas em outubro, com cultivares precoces podem resultar em plantas mais baixas que o desejável e em não fechamento das entre linhas, havendo maior competição pelas plantas daninhas, inclusive no final do ciclo, dificultando a colheita. Isto é mais acentuado nos anos em que ocorre veranico durante o período vegetativo das plantas, fenômeno de ocorrência mais comum no norte do Estado do Paraná e sul de São Paulo. Quando esse fato ocorre, tanto a falta de umidade, como a elevação da temperatura, exercem efeito na redução do porte das plantas, também por antecipar o florescimento. Uma forma de prevenir é iniciar a semeadura da soja pelas áreas mais férteis e mais úmidas (baixadas), da propriedade, onde normalmente produz planta de porte mais alto (Embrapa Soja, 2007b).

#### **4.5 Calendário agrícola**

Para Almeida (2005) a decisão do agricultor em escolher qual o melhor período para iniciar a instalação de suas lavouras depende de um conjunto de variáveis, que definem o calendário agrícola médio de uma região. Algumas destas variáveis envolvem basicamente um planejamento prévio, e em outros casos, uma oportunidade de condições ideais nem sempre previsíveis. O agricultor é o profissional que trabalha com uma atividade essencialmente sob riscos, sejam eles econômicos, estruturais e ambientais. Por exemplo, as condições de ambiente iniciais que possam garantir a instalação das lavouras, com a germinação das sementes e o desenvolvimento das plantas, dado pelas condições de umidade disponível no solo segundo sua capacidade de armazenamento, que basicamente são provenientes das chuvas, disponibilidade de insumos e sementes, um período que permita obter o maior potencial produtivo de uma cultura e conseqüentemente maior ganho econômico, entre outros fatores. Assim, o mês de novembro apresenta as condições termofotoperiódicas e de início de estação chuvosa, que permitem o melhor aproveitamento genético da cultura da soja (Embrapa Soja, 2004).

#### **4.6 Agricultura e Meteorologia**

Dentre as atividades econômicas, a que exige maior dependência das condições do tempo e do clima é a agricultura. As condições atmosféricas afetam todas as etapas das atividades agrícolas, que vão desde o preparo do solo para semeadura até a colheita. Daí a importância do estudo da agrometeorologia (Pereira, et al., 2002).

Tem crescido em todas as partes do globo a necessidade de obtenção e transferência de dados meteorológicos em tempo real para dar suporte às diversas atividades de pesquisa como: agricultura, recursos hídricos, construção civil, pesquisa e desenvolvimento, monitoramento ambiental, e biologia. Por outro lado tem crescido substancialmente também a preocupação com as adversidades e os impactos dos desastres naturais. Considerando-se que 70% ou mais destes extremos e adversidades são diretamente relacionados aos aspectos meteorológicos, para estabelecer as estratégias e medidas pró-ativas eficientes e

efetivas, o monitoramento das variáveis meteorológicas deve ser contínuo, prático e ágil (Obasi, 2001).

De acordo com Brunini et al (2005) a caracterização da variabilidade climática e os efeitos das adversidades meteorológicas, não podem ser entendidos como uma resposta de um parâmetro somente. Estas devem ser observadas sob o ponto de vista da cultura ou estágio fenológico e, além disto, esta análise deve ser enfocada avaliando-se o comportamento temporal e espacial dos parâmetros meteorológicos e agrometeorológicos.

Adversidades climáticas como a seca (71% dos casos) é o principal fenômeno gerador de prejuízos e aumento dos custos para a cultura de soja no Brasil (Farias et al. 2001).

Apesar de todo o progresso que as pesquisas têm alcançado com cultivares com maior potencial de rendimento, estresses causados pelo déficit hídrico durante estádios críticos, têm limitado o rendimento cultura (Maehler et al. 2003).

A soja pode ser cultivada sob condições ambientais muito variáveis e predominantemente sem irrigação, sendo assim, está sujeita ao déficit hídrico e, dependendo da maior ou menor intensidade deste, o desenvolvimento da planta é afetado (Confalone & Dujmovich, 1999), ou seja, a soja necessita da água em todas as fases do seu crescimento e do seu desenvolvimento e sua falta ou não pode determinar se a lavoura terá um bom rendimento ou uma quebra expressiva de produção.

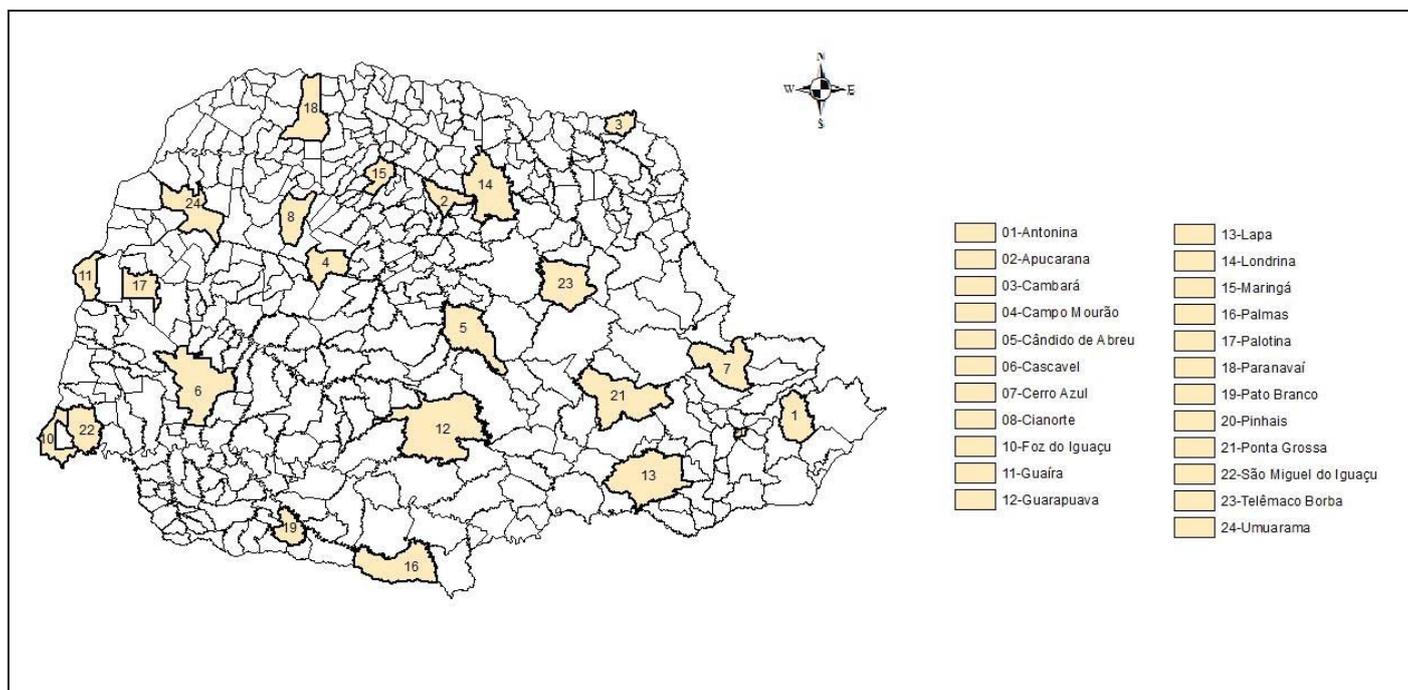
## 5 ÁREA DE ESTUDO

A princípio o trabalho seria realizado em todo o Estado do Paraná, mas devido à indisponibilidade de dados climáticos o mesmo se concretizou nos seguintes municípios: Antonina, Apucarana, Cambara, Campo Mourão, Candido Abreu, Cascavel, Cerro Azul, Cianorte, Curitiba, Foz do Iguaçu, Guaíra, Guarapuava, Lapa, Londrina, Maringá, Palmas, Palotina, Paranavaí, Pato Branco, Pinhais, Ponta Grossa, São Miguel do Iguaçu, Telêmaco Borba e Umuarama. O clima e o solo são propícios para o cultivo da oleaginosa em grande parte desses municípios, fato que explica tamanha participação das atividades voltadas ao cultivo da soja na economia desses municípios. Existe todo um complexo produtivo envolvendo indústrias, cooperativas de produtores, e empresas de comercialização a fim de movimentar a grande produção desses municípios. Além disso, existe um grande complexo logístico para escoamento da produção em direção as demais localidades nacionais, destinando-se à produção de farelo e óleo.

No geral, estes municípios apresentam grande área de produção de soja, ocupando quase todo o seu território.

O município de Antonina tem uma extensão total de 876,551 km<sup>2</sup>. Apucarana abrange 558,338km<sup>2</sup>, uma área menos expressiva que em outros municípios, porém assim a soja ocupa um lugar de destaque na agricultura. Cambara um total de 366,173 km<sup>2</sup> tendo como parte da economia a agricultura e a cultura de soja. O município de Campo Mourão totaliza 757,109 km<sup>2</sup> e é predominantemente agrícola, sendo que o plantio de soja e milho são seus principais produtos agrícolas. Candido Abreu com uma área de 1510,157 km<sup>2</sup> também apresenta o cultivar da leguminosa. Cascavel é um dos principais municípios produtores de soja do Paraná e apresenta extensão territorial de 2.100,105 km<sup>2</sup>. Cerro Azul com 1341,187 km<sup>2</sup> caracteriza-se pela reduzida participação na produção de soja. Cianorte que exibe 811,666 km<sup>2</sup>, concentra parte de sua agricultura na cultura de soja. Curitiba 15 447 km<sup>2</sup> concentra quase toda a sua população na área urbana, portanto, uma reduzida atividade agropecuária. Foz do Iguaçu engloba uma área de 617,701 km<sup>2</sup> e colabora com a produção da leguminosa no Estado do Paraná. Guaíra com 560,508 km<sup>2</sup> tem participação ativa na produção de soja. Guarapuava com 3.115,329 km<sup>2</sup> tem boa parte da sua economia

voltada para o mercado agropecuário, principalmente a soja, milho e trigo. Lapa com 2045,893 km<sup>2</sup> tem o cultivo de vários produtos agrícolas, a saber: soja, milho, feijão, batata, fruticultura. Londrina apresenta 1650,809 km<sup>2</sup> e tem participação importante na agricultura, em especial a soja. Maringá com 487,930 km<sup>2</sup> a agricultura continua a ser fundamental para o município; apesar de sua importância ter diminuído nos últimos anos, a atividade agrícola diversificou-se, mas a soja continua sendo uma das principais culturas. Palmas com 1,567 km<sup>2</sup> participa ativamente na agricultura com diversos cultivares destacando entre elas a soja. Palotina com 651,228 km<sup>2</sup> mostra que cultura de soja se faz presente nesse município. Paranavaí com 1 202,4 km<sup>2</sup> também produz mandioca, algodão, café, bicho-da-seda, pecuária, abacaxi e soja. Pato Branco com 539,415 km<sup>2</sup> faz da agricultura o giro da economia regional e a soja faz parte de um dos seus cultivares. Pinhais com 61,007 km<sup>2</sup> não apresenta produção da cultura. Ponta Grossa com 2067,545 km<sup>2</sup> desenvolve o cultivar de soja assim como os municípios de São Miguel do Iguaçu com 851,301 km<sup>2</sup>, Telêmaco Borba com 1225,676 km<sup>2</sup> e Umuarama com 1232,799 km<sup>2</sup> todos tendo como parte da sua economia a agricultura e o cultivo de soja. Na figura 1 observa-se o mapa da área de estudo selecionada.



**Figura 1** Localização geográfica dos municípios selecionados no Paraná.  
Fonte: Elaborado pela autora

## **6 METODOLOGIA DA PESQUISA**

A seguir serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para o mapeamento da soja nos municípios selecionados.

### **6.1 Obtenção de Dados Climáticos**

Para este trabalho foram utilizados dados de precipitação diária (mm) e temperatura média das 24 estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), essas informações foram disponibilizadas em arquivo *odt*.

Foram empregados dados de precipitação a partir do mês de outubro de 2008 a março 2009 e de outubro de 2009 a março de 2010. Os dados das estações meteorológicas foram reunidos a partir de dados diários.

Essas informações foram organizadas em planilhas do EXCEL, onde foi possível fazer a verificação de dados. Assim foi possível notar a ausência de dados para o ano 2011 e assim desconsiderá-lo para comparação. Na planilha final foi possível organizar as estações de forma que em cada linha houvesse informações de precipitação e temperatura média de toda a rede de estações, e assim calcular a média mensal das variáveis utilizadas.

### **6.2 Cálculo do Balanço Hídrico Climatológico**

Esta metodologia se baseia na dinâmica do armazenamento de água no solo e ainda pode ser realizada considerando apenas dados climáticos de precipitação e temperatura do ar, como neste estudo, utilizando o balanço hídrico climatológico de THORNTHWAITE e MATHER (1955), que foi desenvolvido para determinar o regime hídrico de um local, sem a necessidade de medidas diretas das condições do solo. Para sua elaboração, há necessidade de se definir, para uma determinada região ou local a capacidade de água disponível (CAD) no solo.

Foi adotado o programa “BHnorm” elaborado em planilha EXCEL desenvolvida por Rolim *et al.* (1998). Como capacidade de água disponível (CAD) utilizou-se o valor de 100 mm (PEREIRA *et al.*, 2002), que é o ideal para o tipo de

cultura em questão, estimado-se o balanço hídrico normal mensal dos meses/anos que se encontram em destaque no estudo.

Assim, o balanço hídrico climatológico indicou os períodos com provável deficiência hídrica, de forma eficiente aplicando a metodologia proposta por THORNTHWAITE e MATHER (1955).

### **6.3 Interpolação de Dados**

A interpolação é uma técnica utilizada para a estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos amostrados na mesma área ou região. A interpolação espacial converte dados de observações pontuais em campos contínuos, produzindo padrões espaciais que podem ser comparados com outras entidades espaciais contínuas. O raciocínio que está na base da interpolação é que, em média, os valores do atributo tendem a ser similares em locais mais próximos do que em locais mais afastados.

Esse conceito também fundamenta a base das relações espaciais entre fenômenos geográficos, utilizando a correlação espacial como meio de diferença dos atributos estimados (Câmara e Medeiros, 1998).

#### **6.3.1 Inverso da Distancia (IDW)**

Os avanços computacionais e o aprimoramento nas técnicas de mapeamento que temos vivenciado têm nos permitido uma avaliação cada vez mais precisa da qualidade dos atributos mapeados, assim como detectar os erros a eles associados, causados ao se determinar o modelo de representação espacial a ser utilizado, por exemplo, nas interpolações de dados. Com isto, surgiu a necessidade de se implantar, nos atuais Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), formas mais sofisticadas de análise das informações espaciais, assim como a incorporação de procedimentos que permitam uma avaliação da confiabilidade e segurança dos resultados obtidos. No caso dos métodos de interpolação, a avaliação dos erros associados aos atributos mapeados seria um exemplo disto.

A Ponderação do Inverso das Distâncias (Inverse Distance Weighting) implementa explicitamente o pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes. Para predizer um valor para algum

local não medido, o IDW usará os valores amostrados à sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta, daí seu nome.

O IDW é um método interpolador que é exato. Poucas decisões são tomadas acerca dos parâmetros do modelo. Este método pode ser adequado para uma visualização ou interpretação preliminar da interpolação de uma superfície. Entretanto, não é realizada uma avaliação da predição de erros, que pode produzir um efeito “bulls eyes” ao redor da localização do dado, ou seja, pequenas áreas que se diferenciam da suavização geral da variável.

Este método foi utilizado para elaboração dos mapas temáticos de precipitação, no software ArcGis e mostrou que a superfície possui uma variação local, e funciona melhor se os pontos amostrais estiverem igualmente distribuídos pela área, sem estarem concentrados em determinado local.

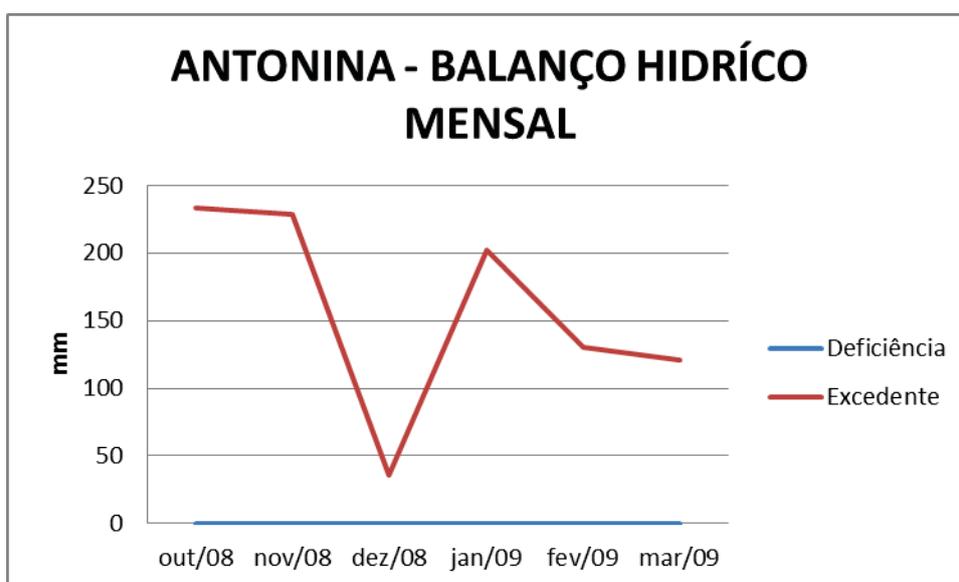
## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após todos os procedimentos metodológicos, serão apresentados os resultados da análise sobre a influencia climática na cultura de soja, nos municípios selecionados do Estado do Paraná, nas safras 2008/09 e 2009/10.

Na primeira temporada ocorreram problemas quanto ao desenvolvimento da soja e, na segunda, houve alta produtividade. É importante destacar que a análise foi realizada em todos os municípios selecionados, apresentando resultados para os meses de crescimento da cultura de soja.

### 7.1 Análise balanço hídrico climatológico da safra 2008/09

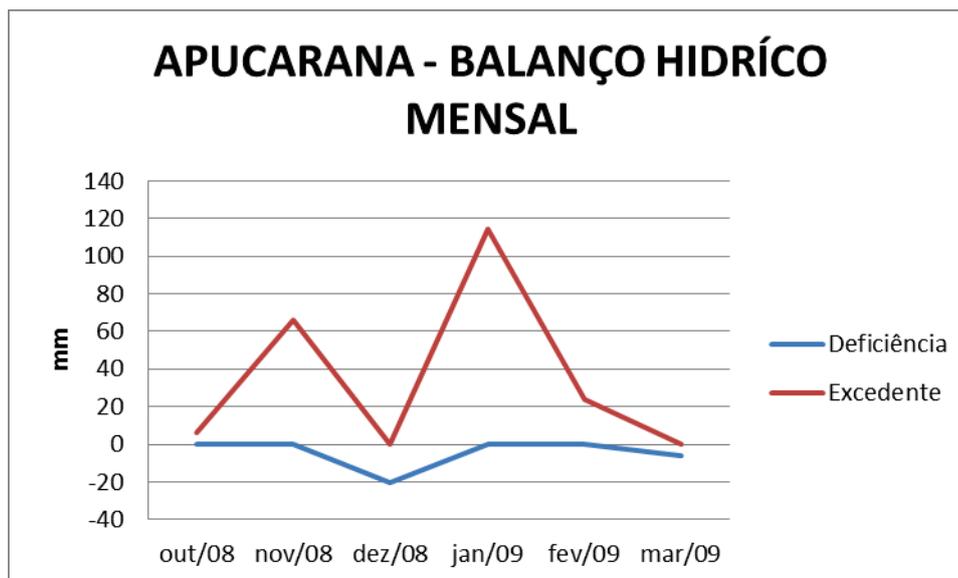
Na safra 2008/09, foi realizado o cálculo do balanço hídrico climatológico nos meses de outubro de 2008 a março de 2009, desde o período de plantio até a maturação da soja. A figura 2 apresenta o resultado do balanço hídrico climatológico para o município de Antonina.



**Figura 2** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Antonina para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Observando a figura 2 os meses de outubro de 2008 a março de 2009 não houve deficiência hídrica no município, apresentando no mês de outubro excedente máximo de 233,8 mm e mínimo de 35,5 mm para o mês de dezembro.

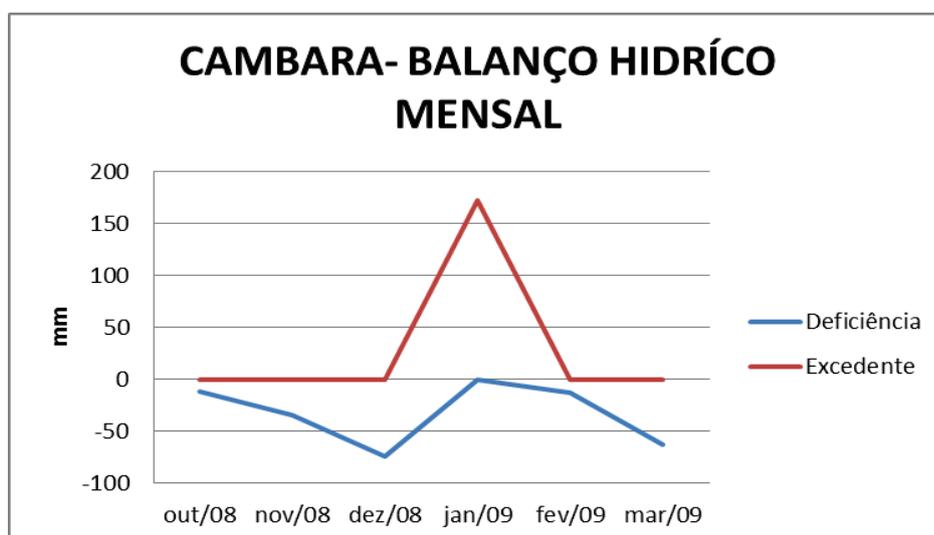
Para o município de Apucarana a figura 3 apresenta os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 3** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Apucarana para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 3, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -20,6 mm e o mês de março mínima de -6,4 mm. Com excedente máximo para o mês de janeiro com 114,1 mm e mínimo de 6,0 mm para o mês de outubro.

Para o município de Cambara a figura 4 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

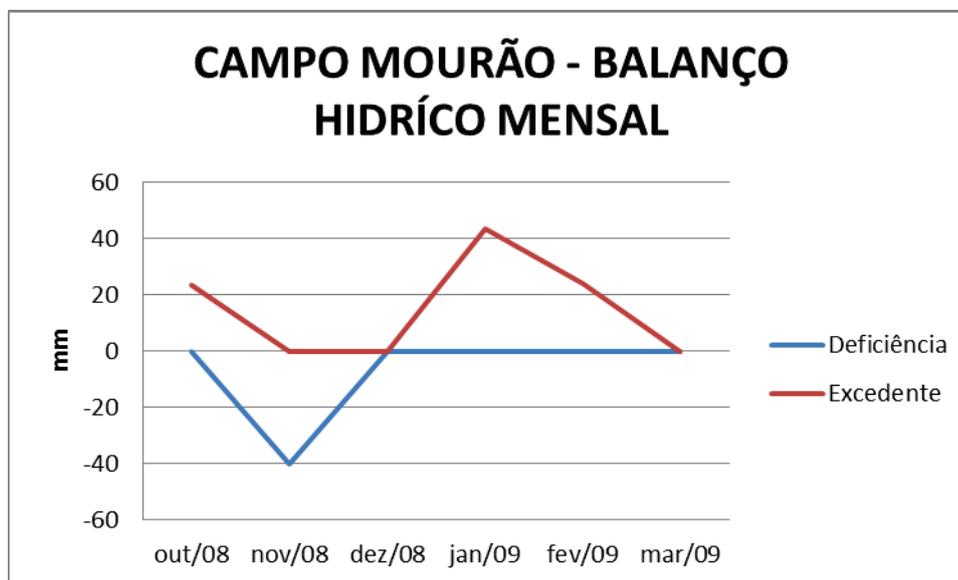


**Figura 4** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Cambara para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 4, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -74,4 mm e o mês de outubro -11,8 mm. Com

excedente máximo de 171,6 mm para o mês de janeiro, mantendo os outros meses com 0 mm.

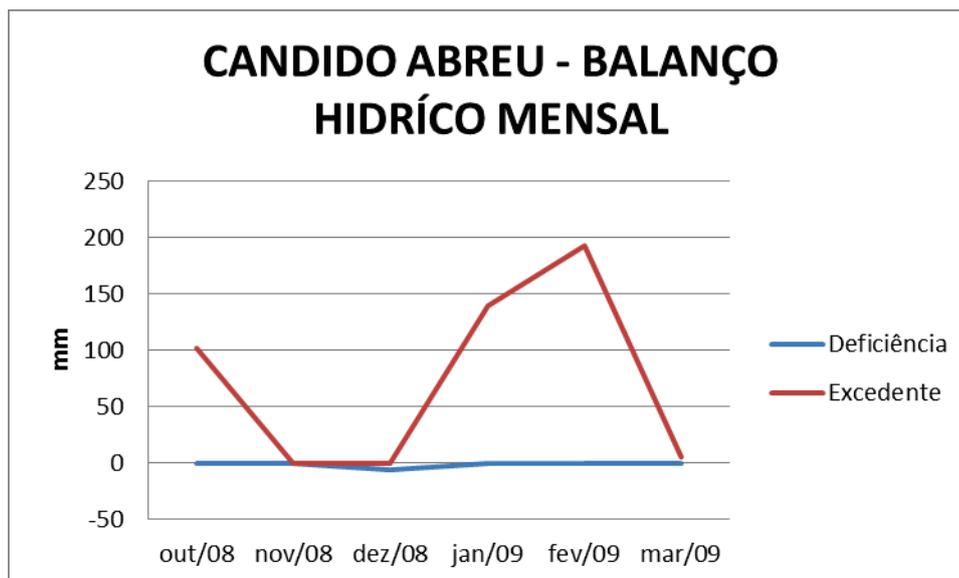
Para o município de Campo Mourão a figura 5 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 5** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Campo Mourão para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 5, o mês de novembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -39,9 mm e o mês de março -0,2 mm. Com excedente máximo para o mês de janeiro com 43,3 mm e mínimo de 23,6 mm para o mês de outubro.

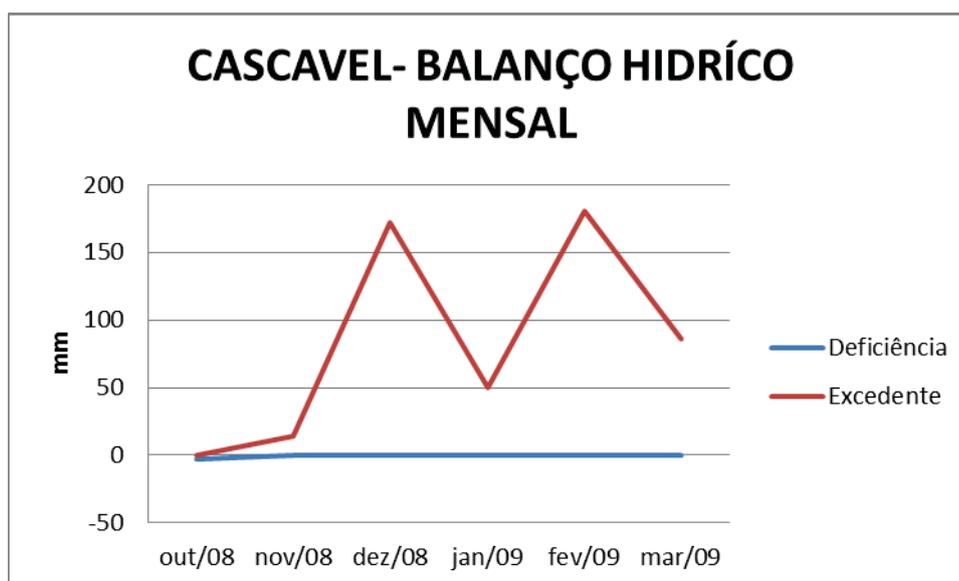
Para o município de Candido Abreu a figura 6 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 6** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Candido Abreu para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 6, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -6,2 mm e o mês de novembro mínima de -0,7 mm. Com excedente máximo para o mês de fevereiro com 192,8 mm e mínimo de 5,6 mm para o mês de março.

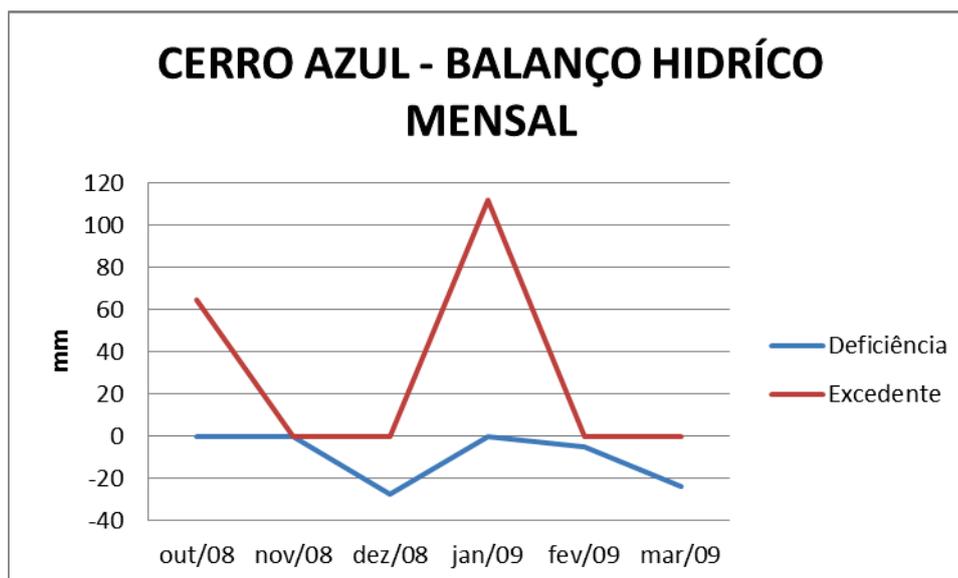
Para o município de Cascavel a figura 7 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 7** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Cascavel para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 7, o mês de outubro se destacou apresentando deficiência hídrica de -3,3 mm, os demais não apresentaram deficiência hídrica. Com excedente máximo para o mês de fevereiro com 181,0 mm e mínimo de 14,3 mm para o mês de novembro.

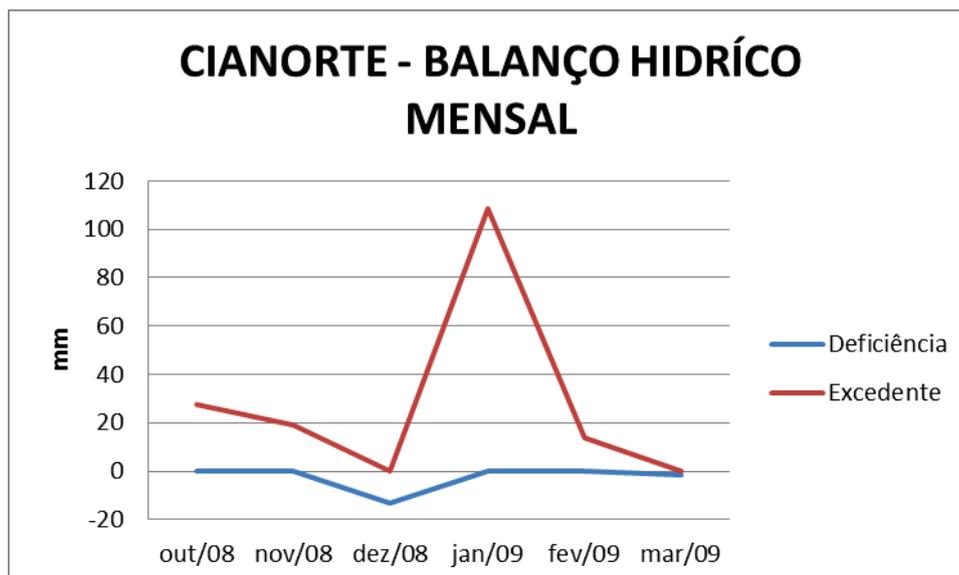
Para o município de Cerro Azul a figura 8 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 8** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Cerro Azul para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 8, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -27,5 mm e mínima para o mês de novembro -0,4 mm. Com excedente máximo para o mês de janeiro com 111,7 mm e mínimo de 64,8 mm para o mês de outubro.

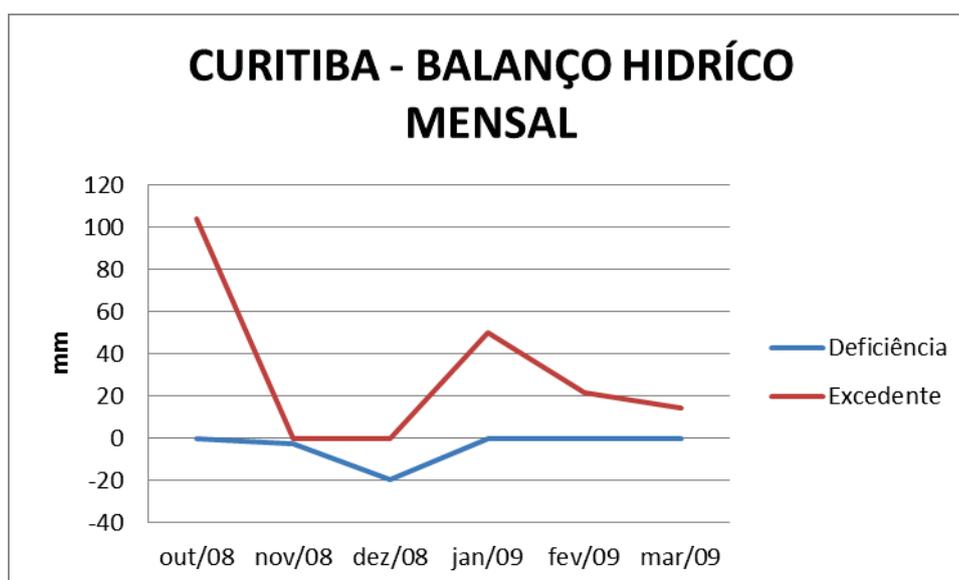
Para o município de Cianorte a figura 9 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 9** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Cianorte para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
 Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 9, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -13,4 mm e o mês de março mínima de -1,6 mm. Com excedente máximo de 108,6 mm para o mês de janeiro e mínimo de 13,6 mm para o mês de outubro.

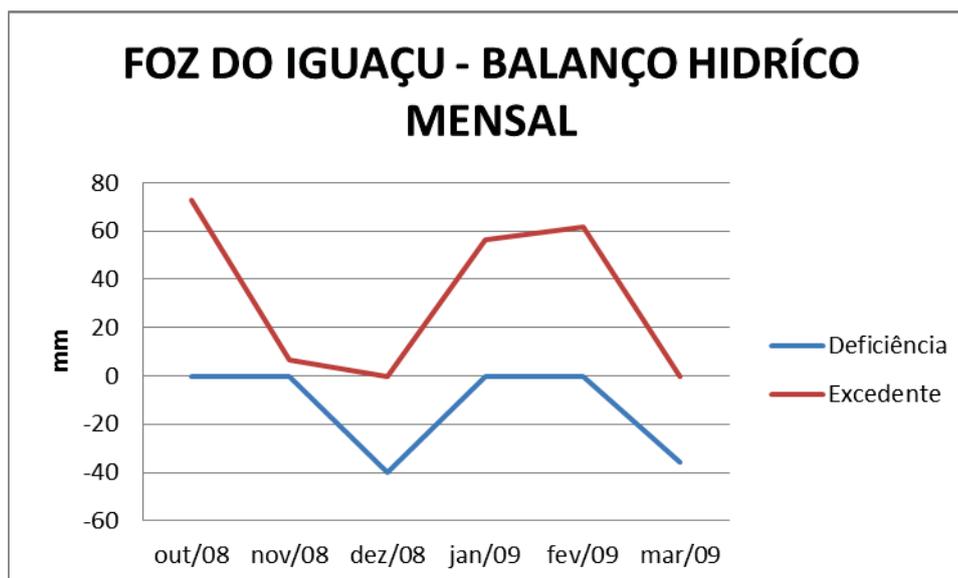
Para o município de Curitiba a figura 10 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 10** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Curitiba para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
 Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 10, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -19,6 mm e o mês de novembro mínima de -2,8 mm. Com excedente máximo de 103,8 mm para o mês de outubro e mínimo de 14,3 mm para o mês de março.

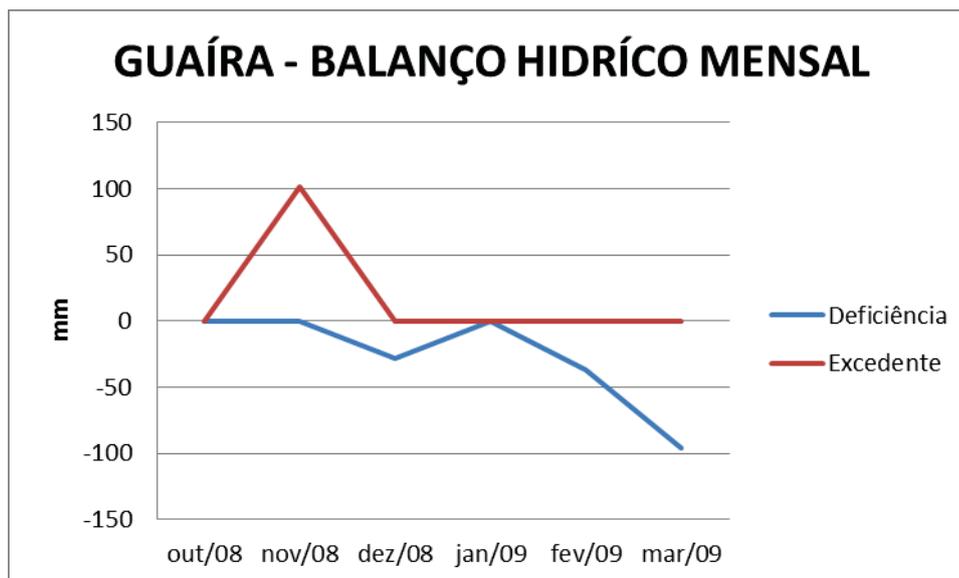
Para o município de Foz do Iguaçu a figura 11 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 11** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Foz do Iguaçu para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 11, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -40,2 mm e o mês de novembro mínima -36,0 mm. Com excedente máximo para o mês de fevereiro com 61,8 mm e mínimo de 6,5 mm para o mês de novembro.

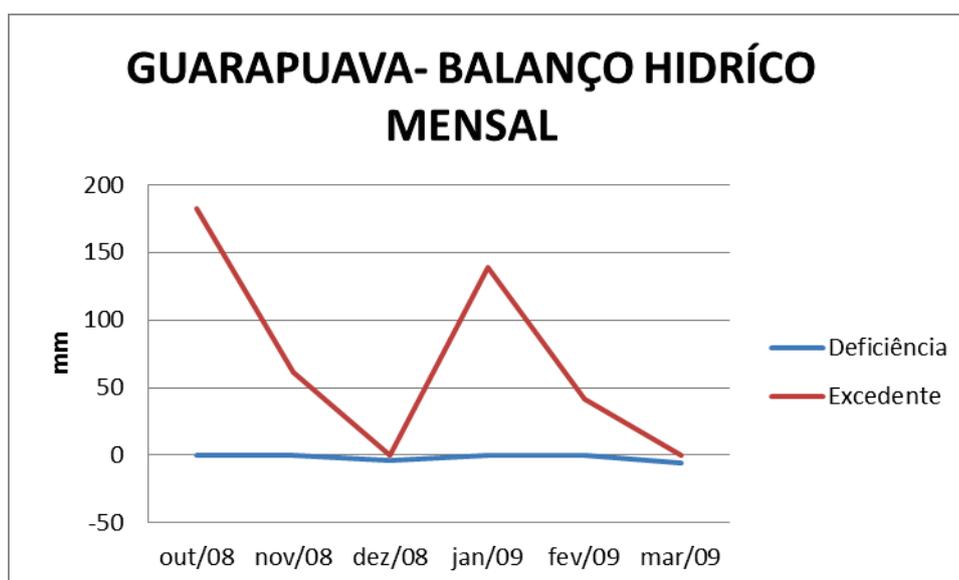
Para o município de Curitiba a figura 12 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 12** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Guairá para os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
 Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 12, o mês de março se destaca apresentando deficiência hídrica de máxima de -95,7 mm e o mês de dezembro mínima de -28,3 mm. Com excedente apenas para o mês de novembro com 101,6 mm e o restante dos meses se mantendo em 0 mm.

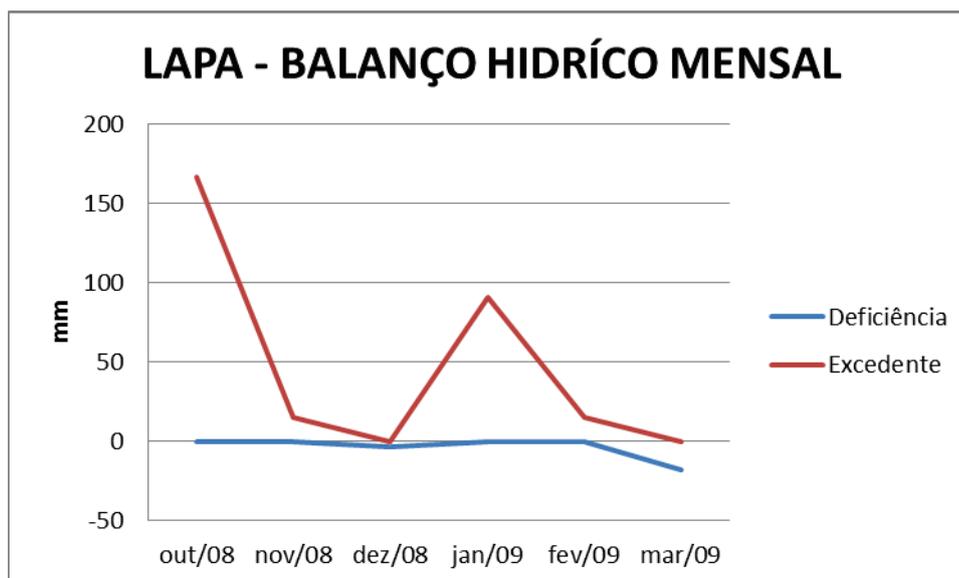
Para o município de Guarapuava a figura 13 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 13** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Guarapuava os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
 Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 13, o mês de março se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -5,3 mm e o mês de dezembro mínima de -3,9 mm. Com excedente máximo de 182,5 mm para o mês de outubro e mínimo de 42 mm para o mês de fevereiro.

Para o município de Lapa a figura 14 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

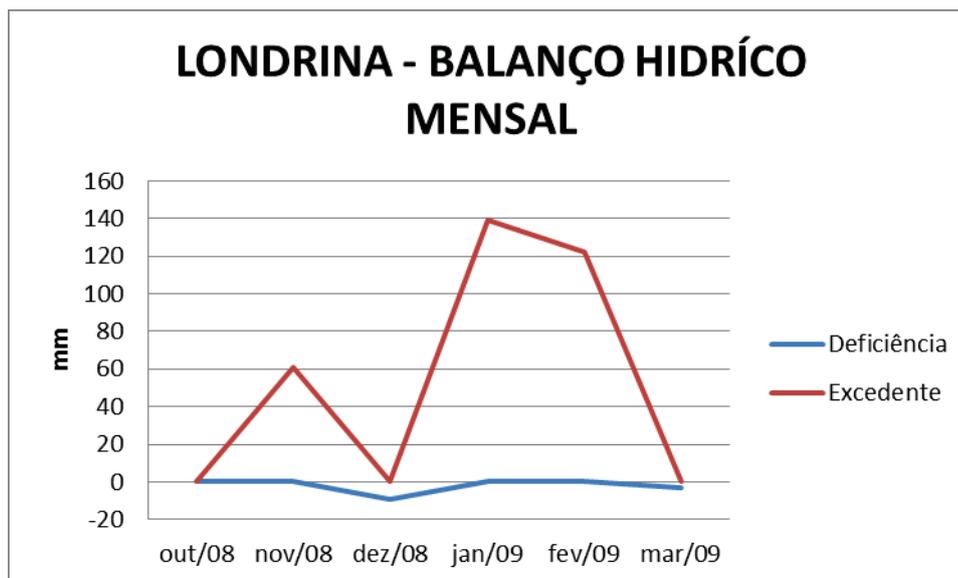


**Figura 14** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Lapa os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 14, o mês de março se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -18,1 mm e o mês de dezembro mínima de -3,3 mm. Com excedente máximo para o mês de outubro com 166,5 mm e mínimo de 14,9 mm para o mês de novembro.

Para o município de Londrina a figura 15 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

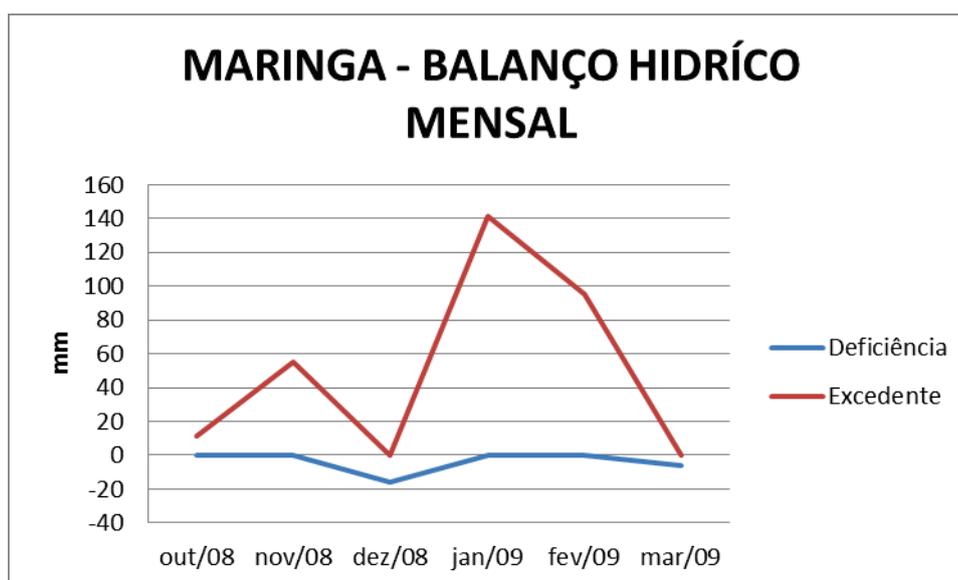


**Figura 15** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Londrina os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 15, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica de máxima de -9,3 mm e o mês de março mínima de -3,4 mm. Com excedente máximo de 400,9 mm para o mês de outubro e mínimo de 61,2 mm para o mês de novembro.

Para o município de Maringá a figura 16 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

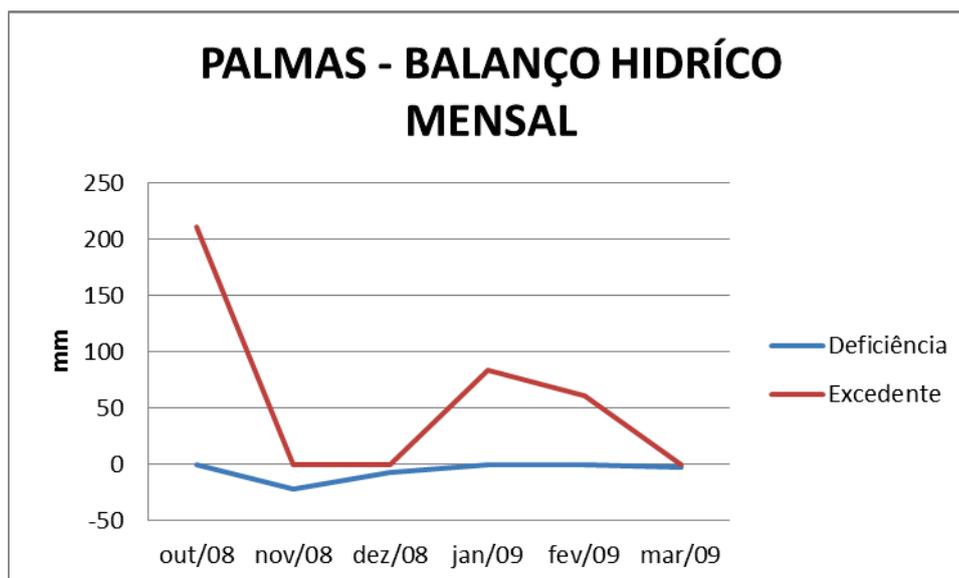


**Figura 16** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Maringá os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 16, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -15,9 mm e o mês de março mínima de -5,9 mm. Com excedente máximo para o mês de janeiro com 141,2 mm e mínimo de 11,2 mm para o mês de outubro.

Para o município de Palmas a figura 17 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

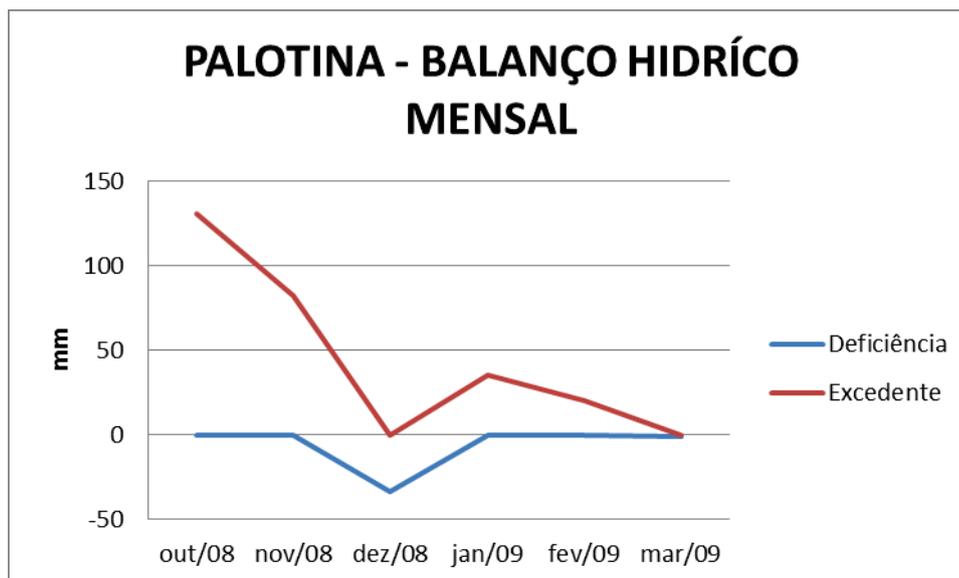


**Figura 17** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Palmas os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 17, o mês de novembro se destaca apresentando deficiência hídrica de máxima de -21,3 mm e o mês de março mínima de -2,6 mm. Com excedente máximo de 211,0 mm para o mês de outubro e mínimo de 60,8 mm para o mês de fevereiro.

Para o município de Palotina a figura 18 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

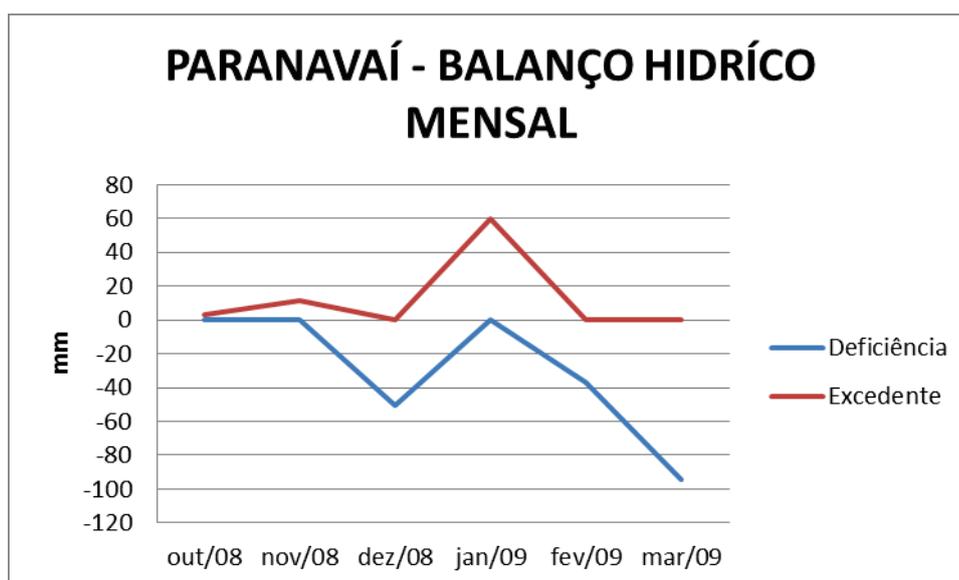


**Figura 18** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Palotina os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 18, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica máxima de -33,3 mm e o mês de março mínima de -1,1 mm. Com excedente máximo para o mês de outubro com 130,4 mm e mínimo de 20,1 mm para o mês de fevereiro.

Para o município de Paranaíba a figura 19 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

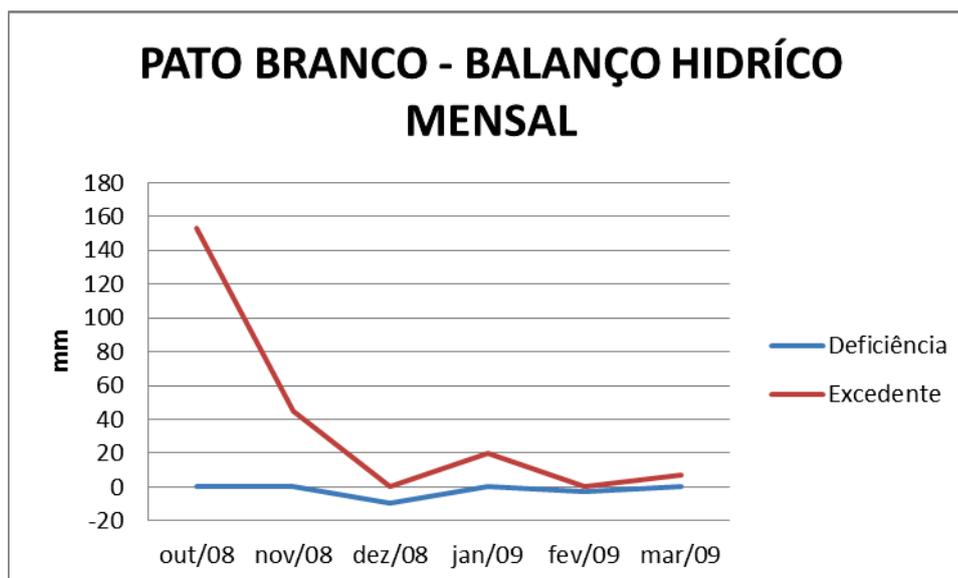


**Figura 19** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Paranaíba os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 19, o mês de março se destaca apresentando deficiência hídrica de máxima de -94,0 mm e o mês de fevereiro mínima de -36,8 mm. Com excedente máximo para o mês de janeiro com 59,7 mm e mínimo de 3,4 mm para o mês de outubro.

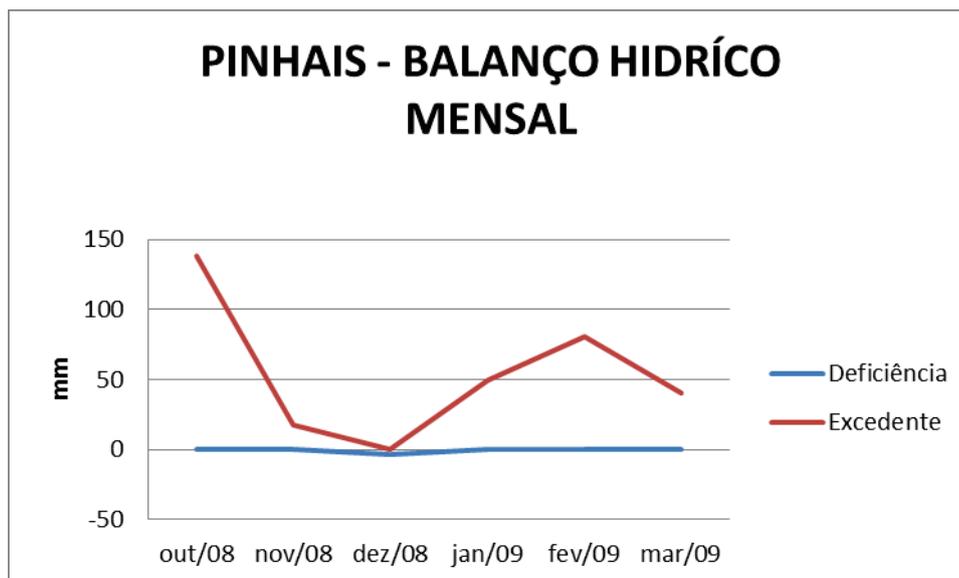
Para o município de Pato Branco a figura 20 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 20** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Pato Branco os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 20, o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica de máxima de -9,9 mm e o mês de fevereiro mínima de -3,1 mm. Com excedente máximo para o mês de outubro com 153,0 mm e 0 mm para os meses de dezembro e fevereiro.

Para o município de Pinhais a figura 21 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

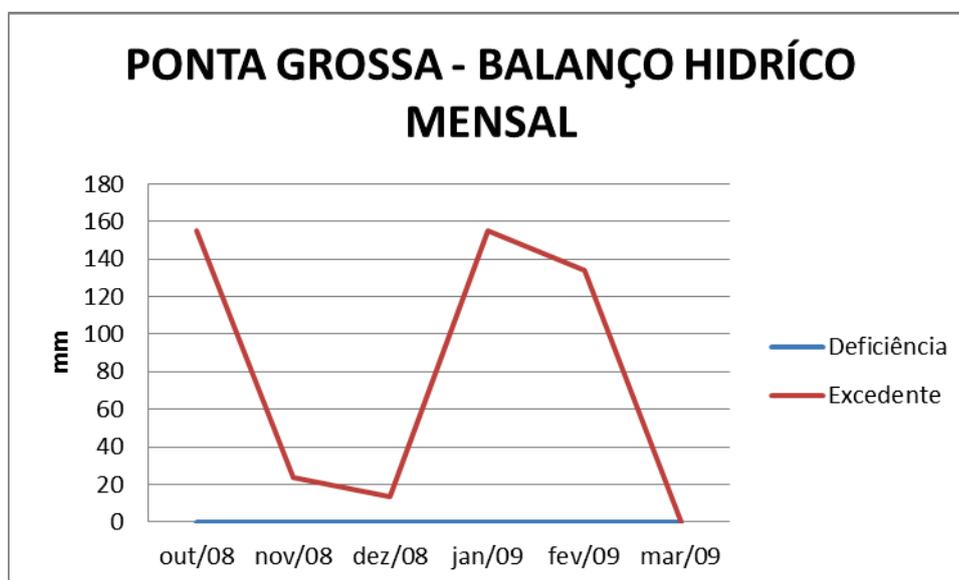


**Figura 21** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Pinhais os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 21, apenas o mês de dezembro se destaca apresentando deficiência hídrica de -3,3 mm. Com excedente máximo para o mês de outubro com 138,2 mm e 0 mm para o mês de dezembro.

Para o município de Ponta Grossa a figura 22 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

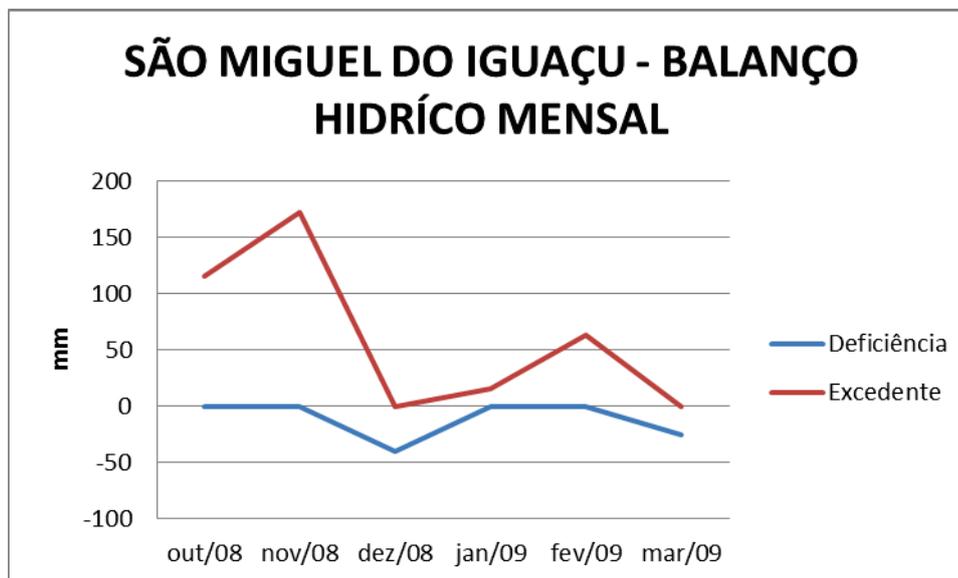


**Figura 22** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Ponta Grossa os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 22, não ocorreu deficiência hídrica em nenhum dos meses em destaque. Com excedente máximo para o mês de janeiro com máximo 155,3 mm e 0 mm para o mês de março.

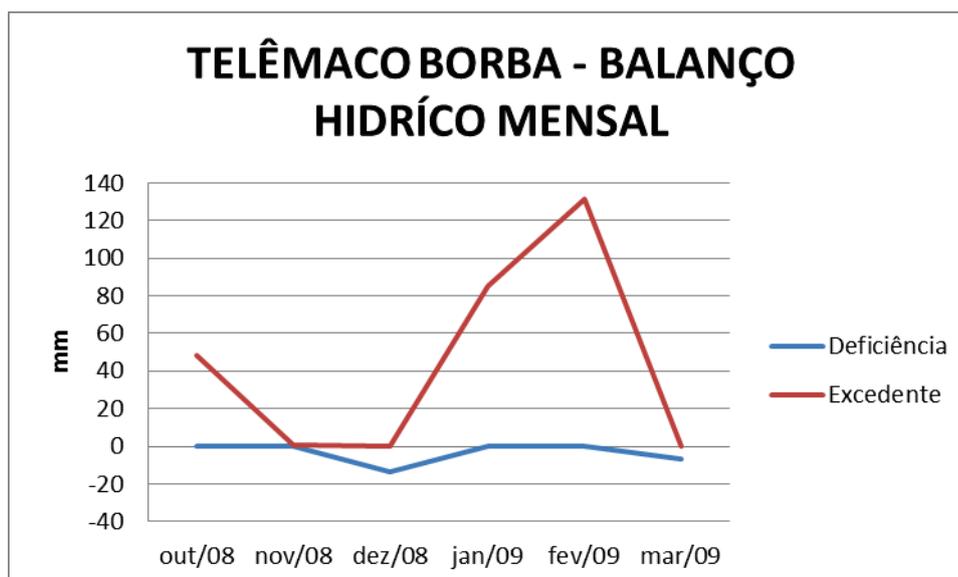
Para o município de São Miguel do Iguaçu a figura 23 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 23** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de São Miguel do Iguaçu os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 23, ocorreu deficiência hídrica no mês de dezembro apresentando máxima de -40,4 mm. e mínima de -25,4 mm em março. Com excedente máximo para o mês de novembro máxima com 171,9 mm e 0 mm para os meses de dezembro e março.

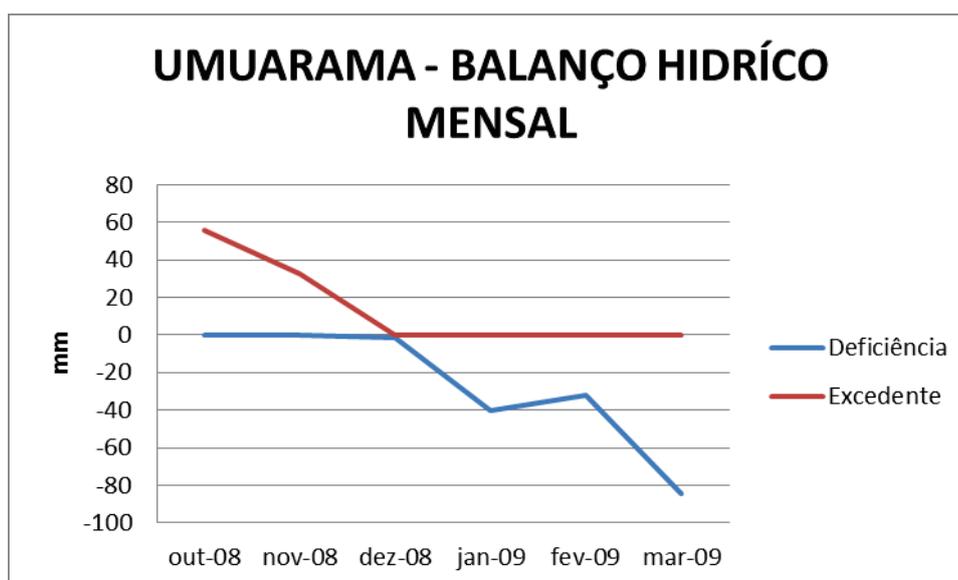
Para o município de Telêmaco Borba a figura 24 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 24** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Telêmaco Borba os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 24, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de dezembro apresentando -13,3 mm. e mínima de -7,0 mm em março. Com excedente máximo para o mês de fevereiro com 131,7 mm e 0 mm para os meses de dezembro e março.

Para o município de Umuarama a figura 25 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

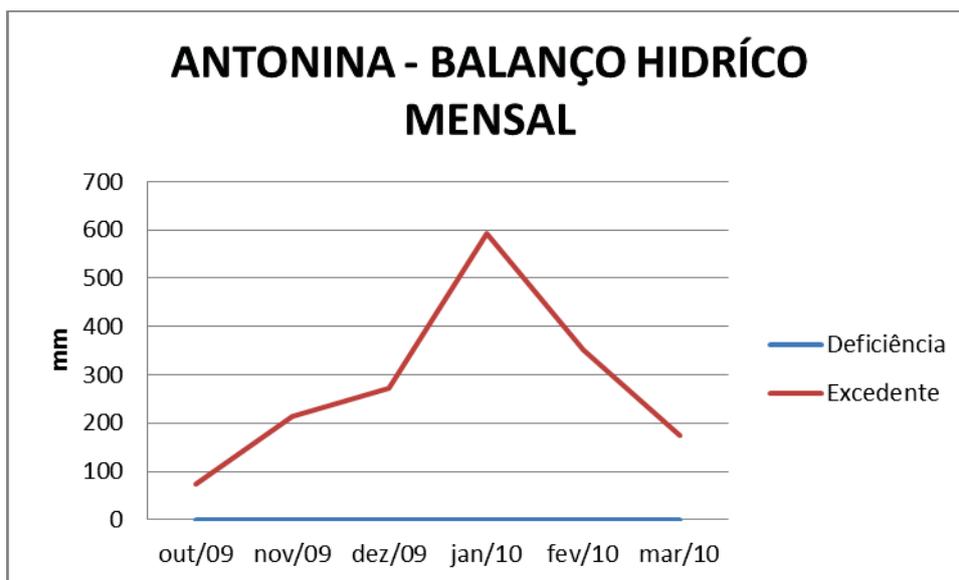


**Figura 25** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Umuarama os meses de Outubro de 2008 a Março de 2009  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 25, ocorreu deficiência hídrica apenas nos meses de março apresentando -84,5 mm -40,1 mm em janeiro, -31,9 em fevereiro e -1,5 em dezembro, os meses de outubro e novembro não apresentaram deficiência hídrica. Com excedente máximo para o mês de novembro com 32,9 mm e 56 mm em outubro, para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março o excedente se manteve em 0 mm.

## 7.2 Análise do balanço hídrico climatológico da safra 2009/10

Já Na safra 2009/10, foi realizado o cálculo do balanço hídrico climatológico nos meses de outubro de 2009 a março de 2010, período de plantio a maturação da soja. Na análise serão discriminadas as máximas e mínimas de deficiência e excedente. A figura 26 apresenta o resultado do balanço hídrico climatológico para o município de Antonina.

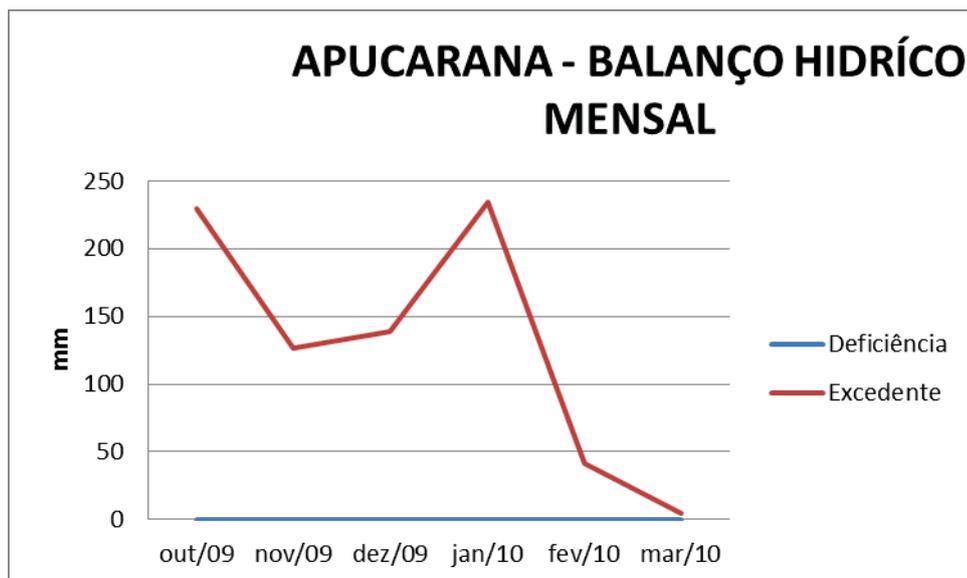


**Figura 26** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Antonina os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 26, o município de Antonina não apresentou deficiência hídrica nos meses analisados. O excedente máximo foi de 593,5 mm no mês de janeiro e mínimo de 74,4 mm no de outubro.

Para o município de Apucarana a figura 27 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

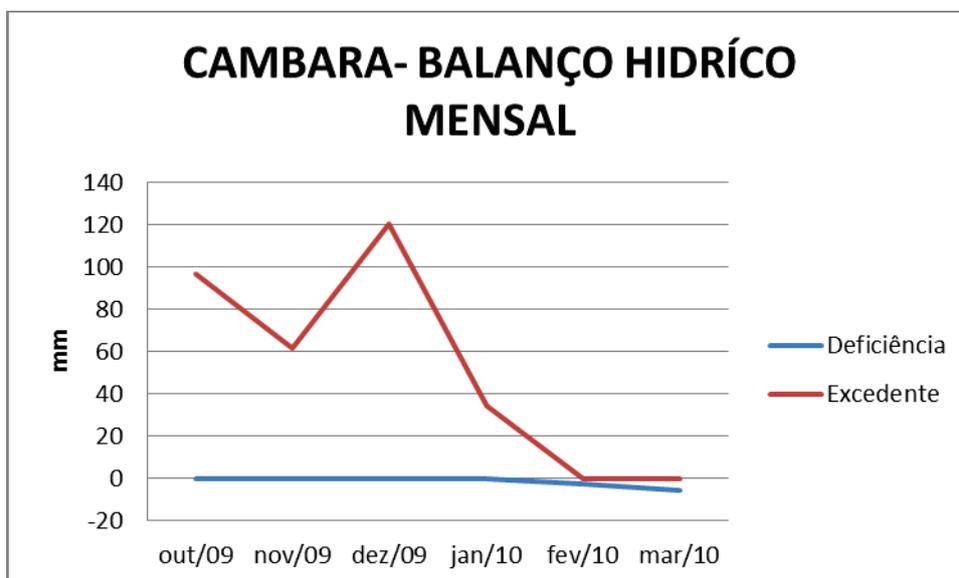


**Figura 27** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Apucarana os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 27, não ocorreu deficiência hídrica em nenhum dos meses. Identificou-se excedente hídrico máximo no mês de janeiro com 234,3 mm e mínimo de 4,8 mm no mês de março.

Para o município de Cambara a figura 28 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

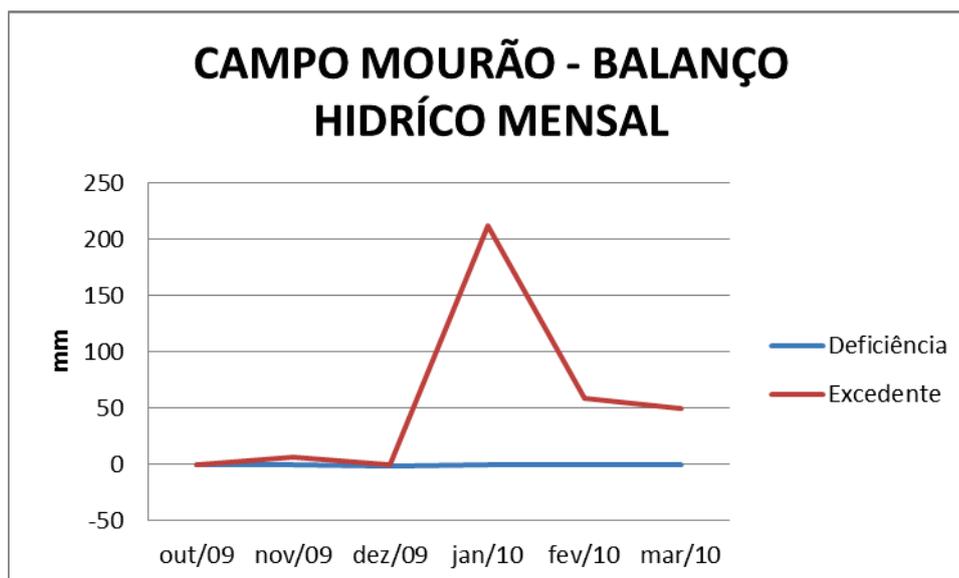


**Figura 28** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Cambara os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 28, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de fevereiro apresentando máximo de -5,4 mm e mínima de -2,4 mm em fevereiro, os outros meses a deficiência se manteve nula. O excedente máximo ocorreu no mês de dezembro com 120,2 mm e os meses de fevereiro e março apresentaram 0 mm.

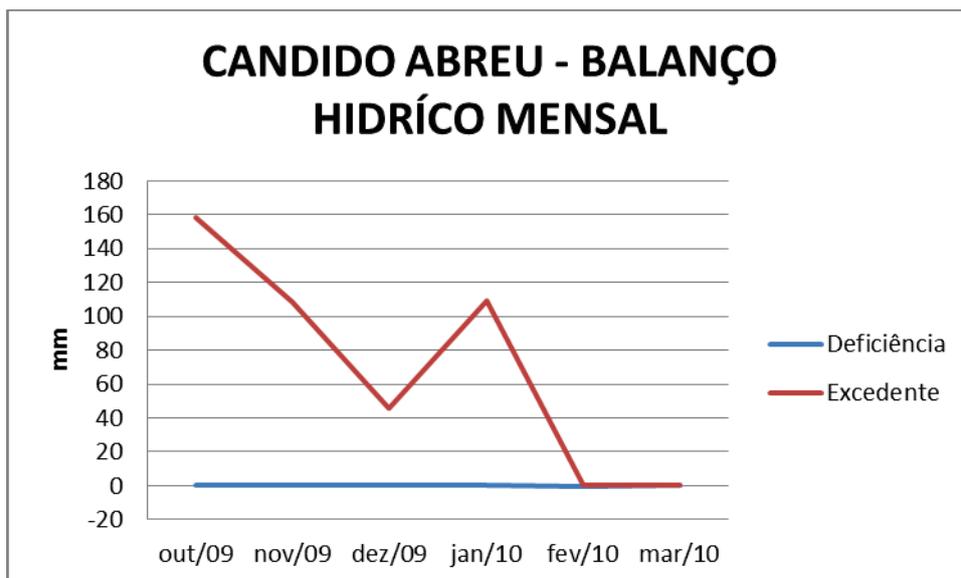
Para o município de Campo Mourão a figura 29 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 29** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Campo Mourão os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 29 apresentou deficiência hídrica apenas no mês de dezembro com -1,5 mm. O excedente máximo ocorreu no mês de janeiro com 212 mm e 0 mm para os meses de outubro e dezembro.

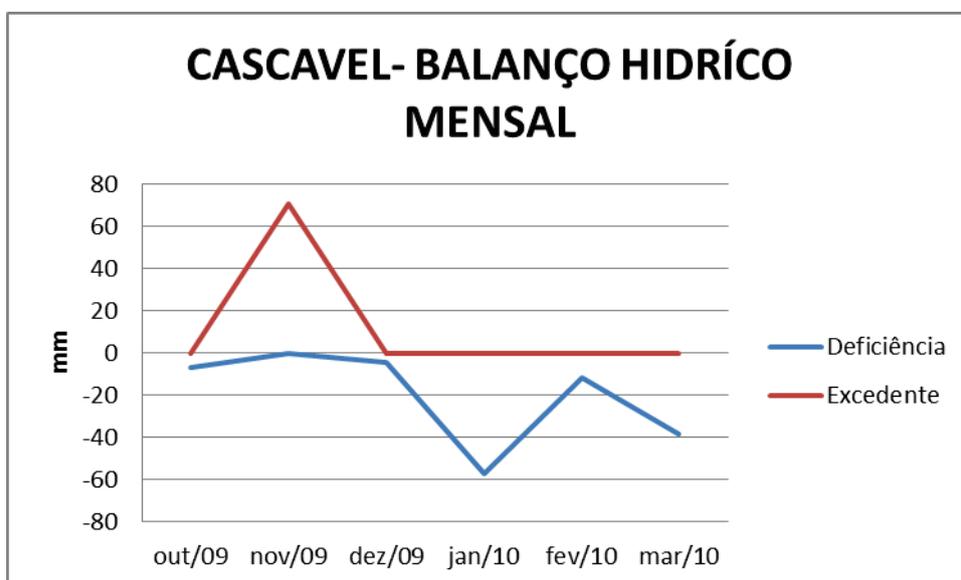
Para o município de Candido Abreu a figura 30 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 30** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Candido Abreu os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 30, ocorreu deficiência hídrica quase nula apenas no mês de fevereiro apresentando -0,2mm. O excedente máximo ocorreu em outubro com 158,2 mm e 0 mm em fevereiro.

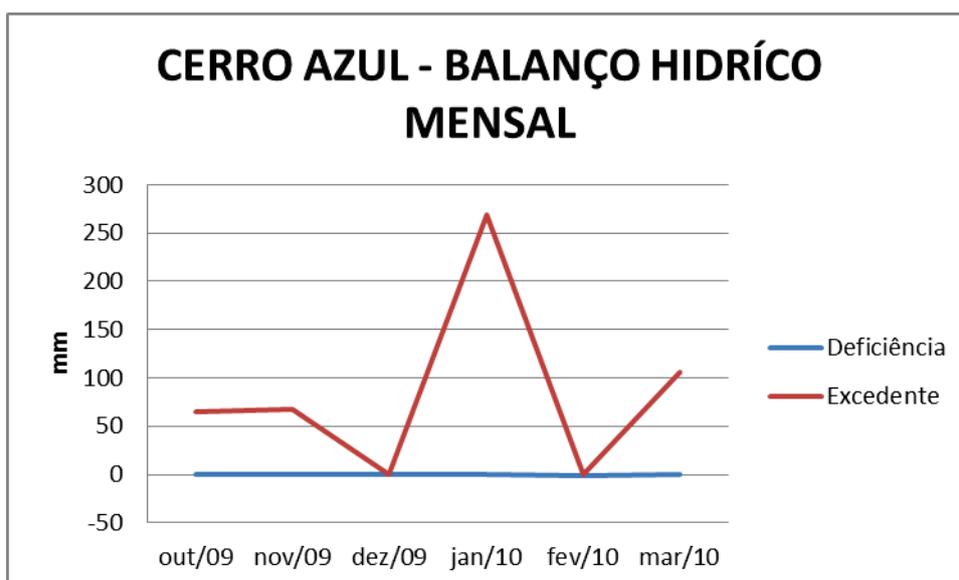
Para o município de Cascavel a figura 31 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 31** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Cascavel os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 31, ocorreu deficiência hídrica máxima no mês de janeiro com -57,2 mm e a mínima foi 0 mm para o mês de novembro. O excedente ocorreu apenas no mês de novembro com 70,5 mm, enquanto os outros meses se mantiveram nulos.

Para o município de Cerro Azul a figura 32 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

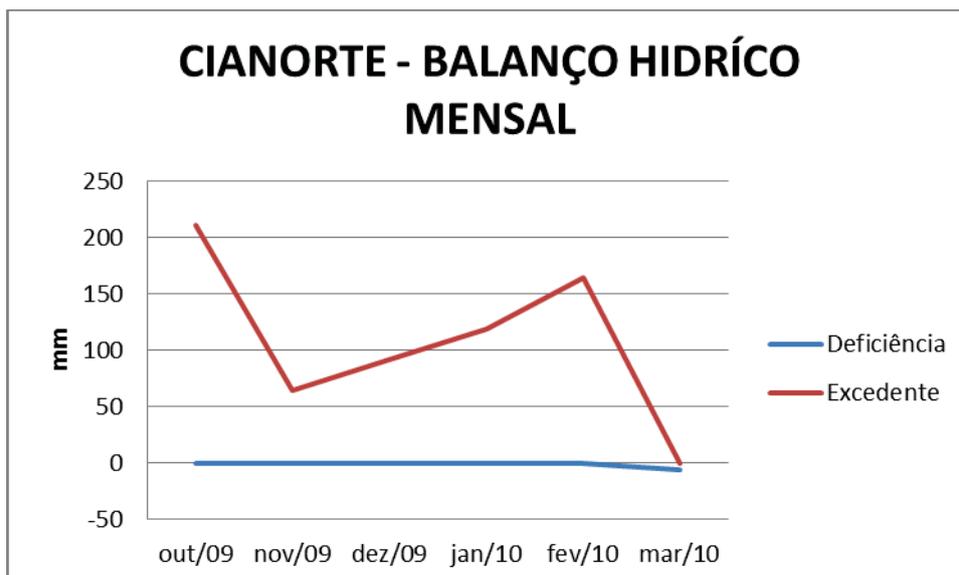


**Figura 32** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Cerro Azul os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 32, ocorreu deficiência hídrica apenas nos meses de fevereiro com -1,1 mm podendo considerar nulo tal valor. O excedente máximo foi identificado em janeiro com 268,9 mm e 0 mm no mês de fevereiro.

Para o município de Cianorte a figura 33 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

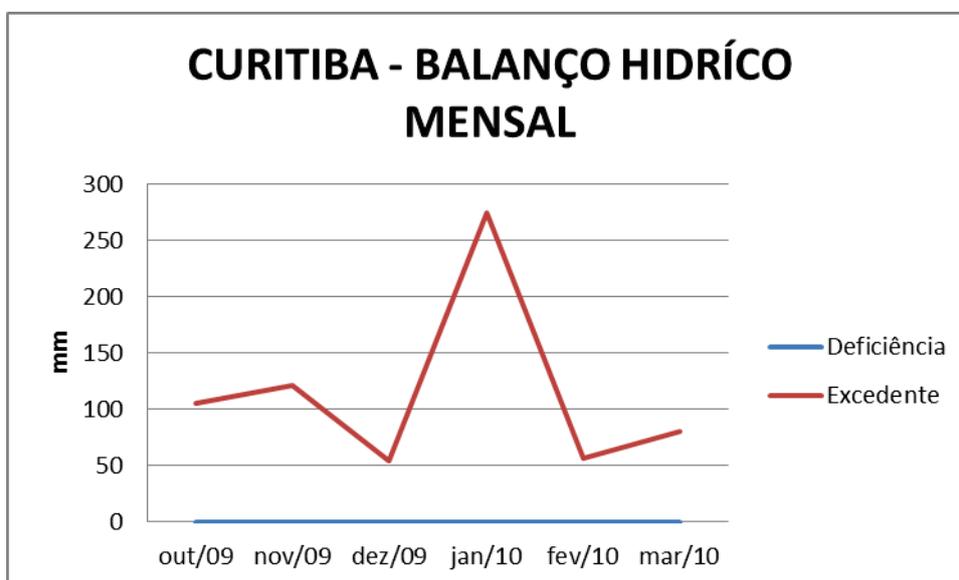


**Figura 33** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Cianorte os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 33, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de março apresentando -6,3 mm. O excedente hídrico máximo ocorreu no mês de outubro com 210,3 mm e 0 mm no mês de março.

Para o município de Curitiba a figura 34 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

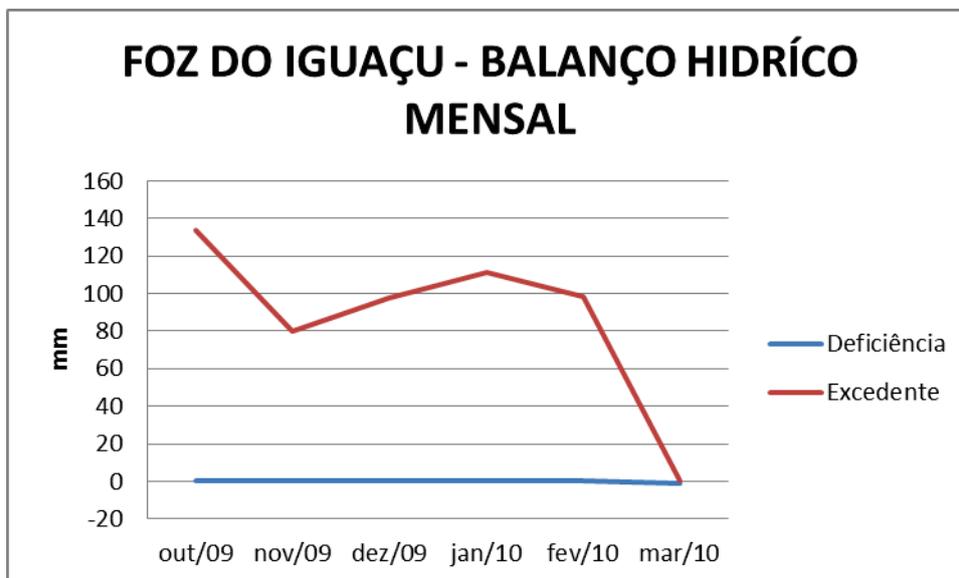


**Figura 34** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Curitiba os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 34, os meses em destaque na pesquisa não apresentou deficiência hídrica. O excedente máximo se destacou no mês de janeiro com 274,7 mm e excedente mínimo de 57 mm no mês de fevereiro.

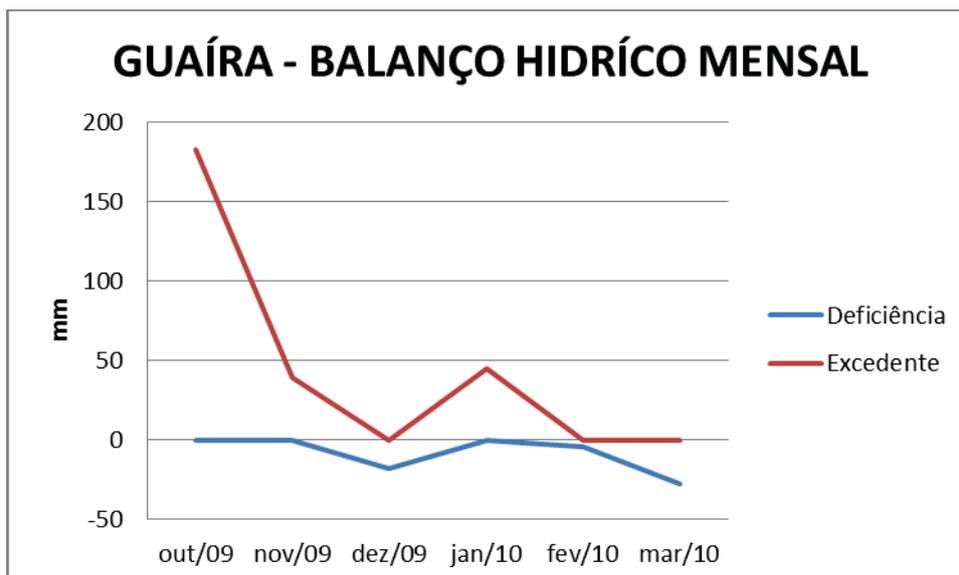
Para o município de Foz do Iguaçu a figura 35 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 35** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Foz do Iguaçu os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 35, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de março apresentando -1,4 mm. O excedente máximo ocorreu no mês de outubro com 133,9 mm e mínima se igualou a 0 mm no mês de março.

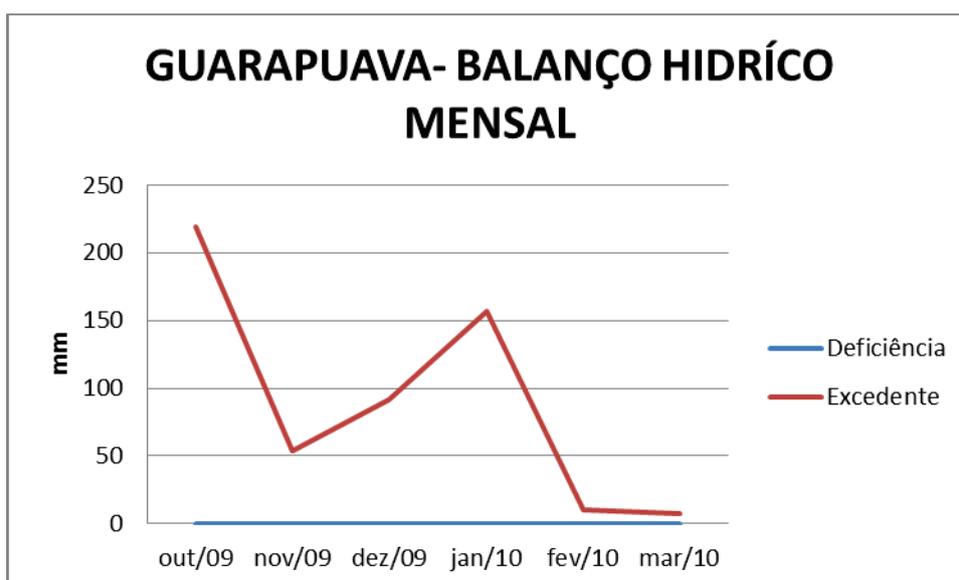
Para o município de Guaíra a figura 36 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 36** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Guaíra os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010 municípios selecionados  
Fonte: Elaborado pela autora

Analisando a figura 36, ocorreu deficiência hídrica máxima no mês de março com -27,8 mm e mínima de 0 mm para os meses de outubro, novembro e janeiro. O excedente máximo se destacou no mês de outubro com máxima de 183,1 mm e mínima de 0 mm para os meses de dezembro, fevereiro e março.

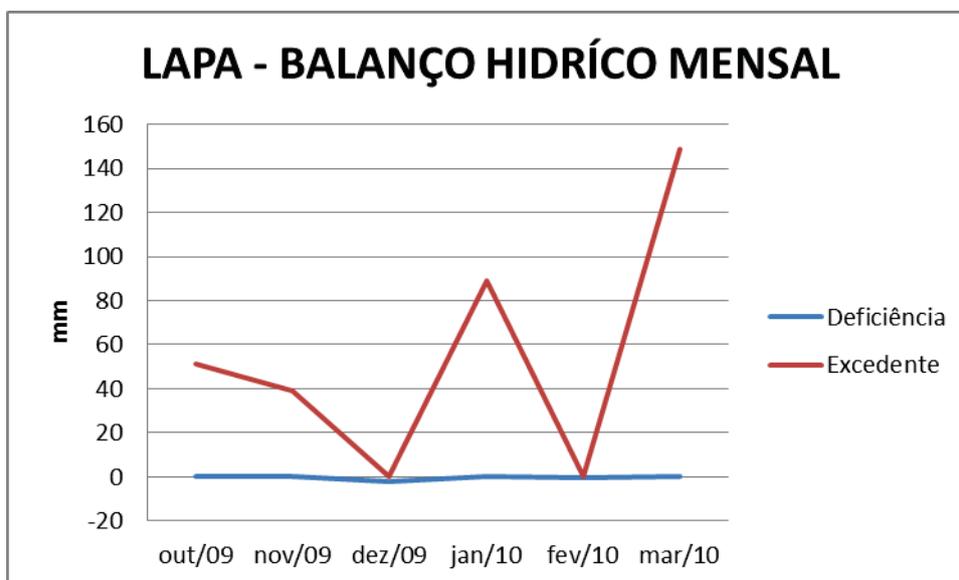
Para o município de Guarapuava a figura 37 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 37** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Guarapuava os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 37, não foi observada ocorrência de deficiência hídrica em nenhum dos meses analisados. O excedente máximo se concentrou no mês de outubro com 219,5 mm e mínimo de 7,5 mm.

Para o município de Lapa a figura 38 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

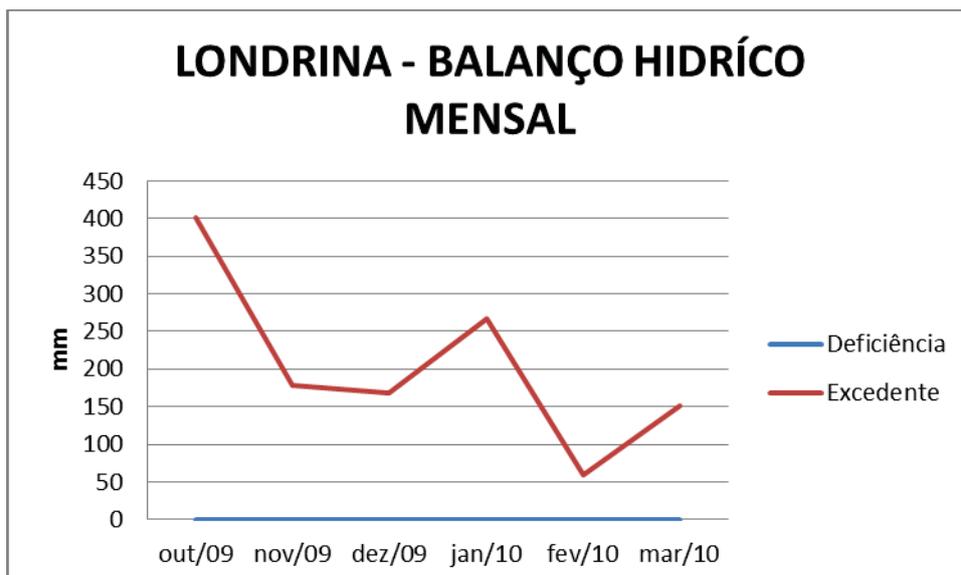


**Figura 38** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Lapa os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 38, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de dezembro com  $-2,0$  mm e em março  $-0,1$  mm mostrando quase nulo com esse resultado. O excedente máximo foi no mês de março com  $149,0$  mm e o mínimo para os meses de dezembro e fevereiro.

Para o município de Londrina a figura 39 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

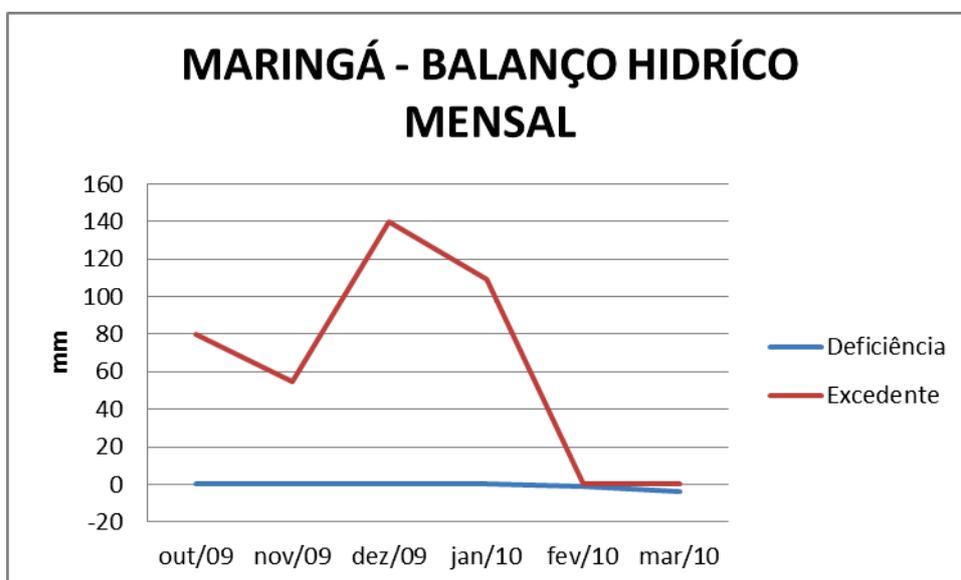


**Figura 39** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Londrina os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 39, não ocorreu deficiência hídrica em nenhum dos meses analisados. Com excedente máximo para o mês de outubro com 400,9 mm e mínima de 59,5 mm em fevereiro.

Para o município de Maringá a figura 40 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

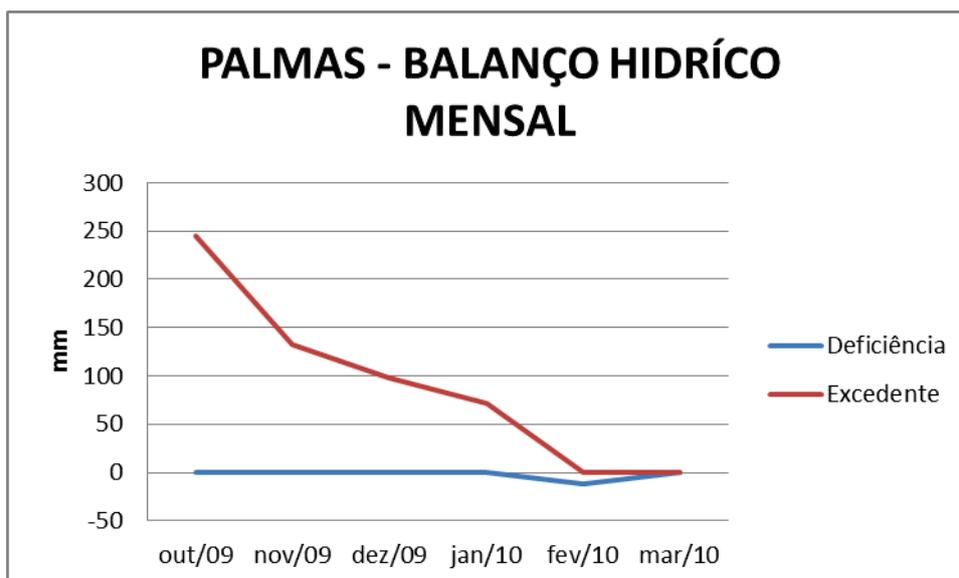


**Figura 40** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Maringá os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 40, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de março apresentando máxima de -4,1 mm e mínima de -1,2 mm no mês de fevereiro. Com excedente máximo para o mês de dezembro com 139,9 mm e mínima de 0 mm para os meses de fevereiro e março.

Para o município de Palmas a figura 41 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

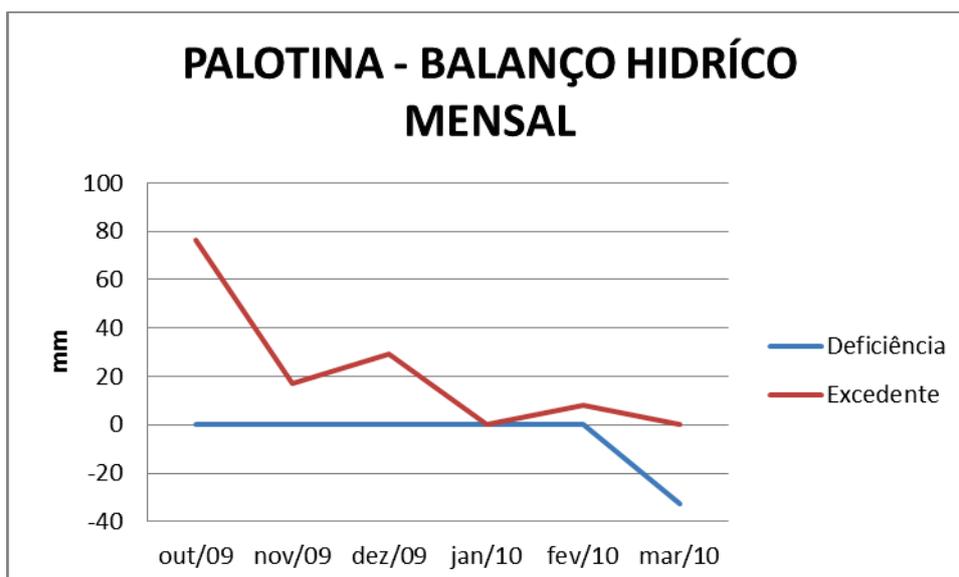


**Figura 41** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Palmas os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 41, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de fevereiro apresentando -11,9 mm o restante dos meses o valores mantiveram-se nulos. O excedente máximo se destacou com 244,6 mm e mínima de 0,0 mm nos meses de fevereiro e março.

Para o município de Palotina a figura 42 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

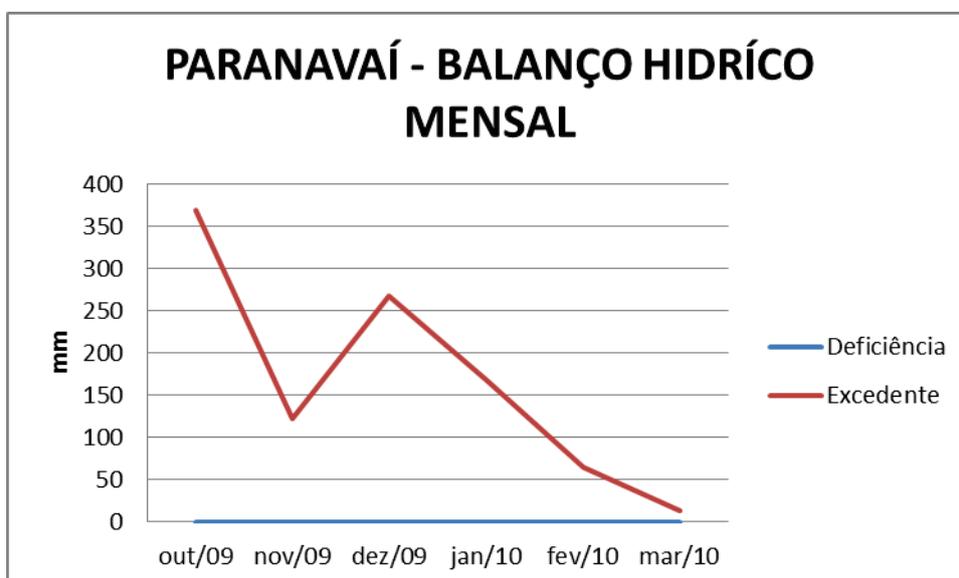


**Figura 42** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Palotina os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 42, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de março apresentando -32,9 mm o restante se manteve nulo. O excedente máximo de 76,5 mm no mês de outubro e mínimo de 0,0 mm para os meses de janeiro e março.

Para o município de Paranavaí a figura 43 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

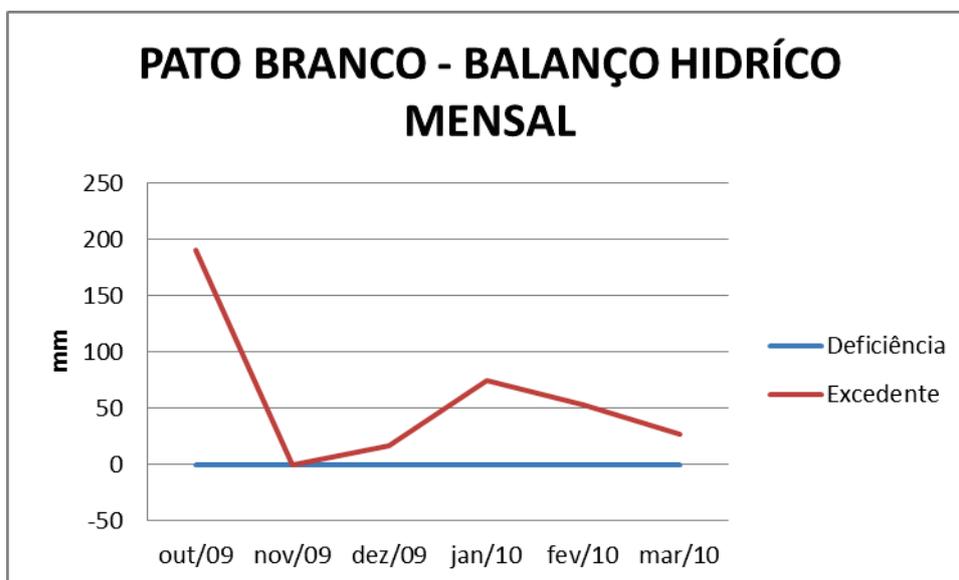


**Figura 43** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Paranavaí os meses de Outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 43, ilustra que nos meses analisados não ocorreu deficiência hídrica. Com excedente máximo para o mês de outubro com 369,1 mm e mínimo de 13 mm em março.

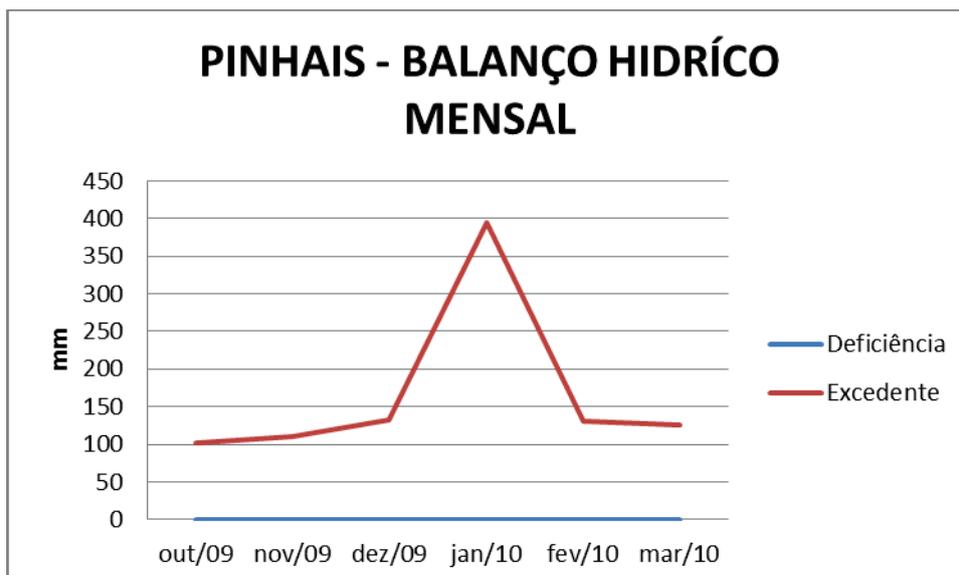
Para o município de Pato Branco a figura 44 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 44** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Pato Branco os meses de outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 9, ocorreu deficiência hídrica apenas no mês de novembro mostrando-se quase nulo com -0,2 mm, o restante dos meses não ocorreu deficiência hídrica. Com excedente máximo para o mês de outubro com 190,5 mm e mínima de 0,0 mm no mês de novembro.

Para o município de Pinhais a figura 45 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

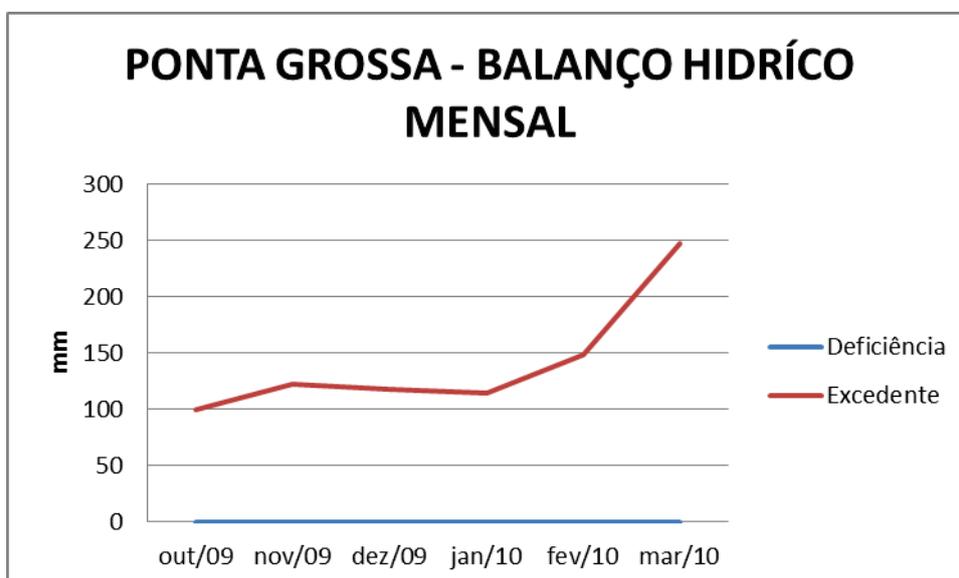


**Figura 45** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Pinhais os meses de outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 45, não ocorreu deficiência hídrica em nenhum dos meses analisados. Com excedente máximo de 394,7 mm para o mês janeiro e mínimo de 101,9 mm em outubro.

Para o município de Ponta Grossa a figura 46 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.

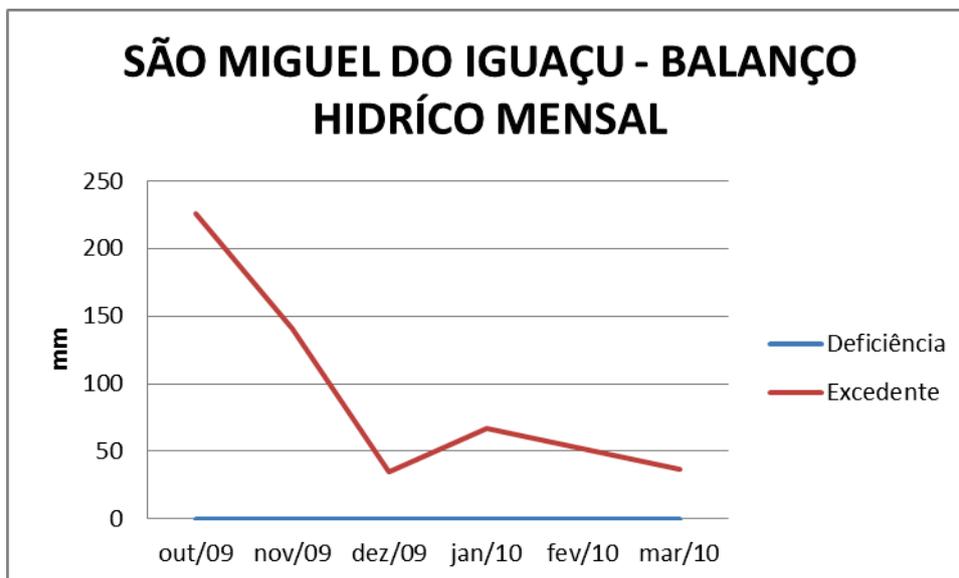


**Figura 46** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Ponta Grossa os meses de outubro de 2009 a Março de 2010

Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 46, os meses em destaque no trabalho não apresentando deficiência hídrica. O excedente máximo para o mês de março com 247,6 mm e mínimo de 99,2 mm em outubro.

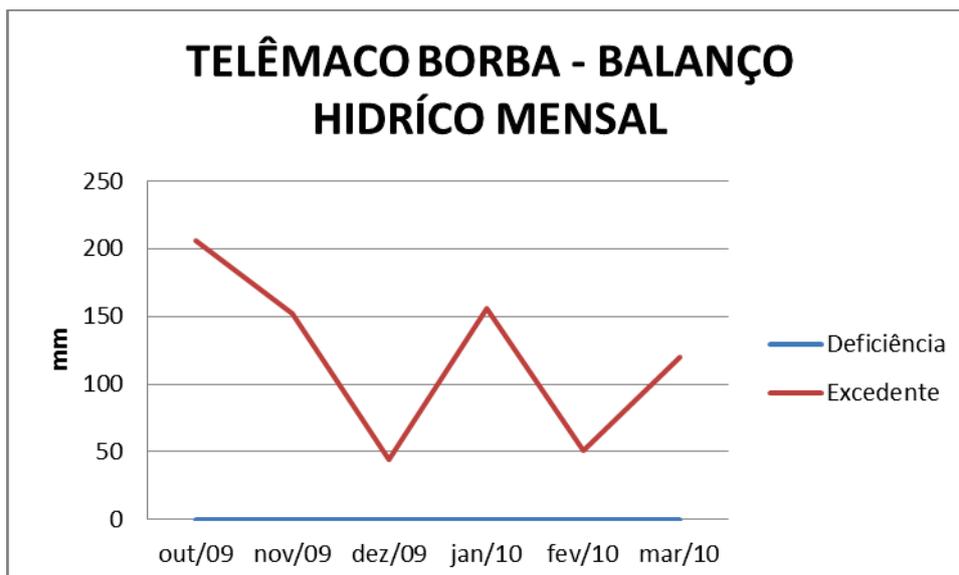
Para o município de São Miguel do Iguaçu a figura 47 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 47** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de São Miguel do Iguaçu os meses de outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 47, não ocorreu deficiência hídrica nos meses analisados. Com excedente máximo para o mês de outubro com 225,9 mm e mínimo de 34,6 mm em dezembro.

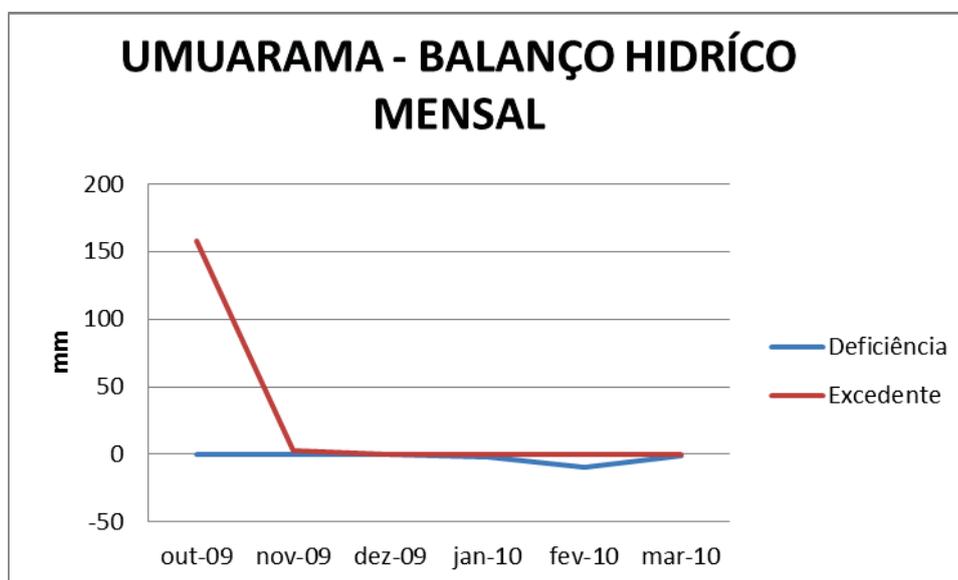
Para o município de Telêmaco Borba a figura 48 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 48** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Telêmaco Borba os meses de outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 48, não ocorreu deficiência hídrica em nenhum dos meses analisados neste estudo. Com excedente máximo para o mês de outubro com 206,4 mm e mínima de 44,0 mm em dezembro.

Para o município de Umuarama a figura 49 ilustra os resultados do balanço hídrico climatológico.



**Figura 49** - Gráfico de balanço hídrico climatológico do município de Umuarama os meses de outubro de 2009 a Março de 2010  
Fonte: Elaborado pela autora, 2012

Analisando a figura 49, ocorreu deficiência hídrica máxima no mês de fevereiro apresentando -9,3 mm e mínima de 0,0 mm para os meses de outubro,

novembro e dezembro. Com excedente máximo para o mês de outubro com 157,5 mm e mínima de 0,0 mm, para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março.

### **7.3 Mapas temáticos e Comparação com os Dados Oficiais**

A seguir serão apresentados os mapas temáticos de precipitação e a comparação com os dados oficiais, para as duas safras estudadas.

#### **7.3.1 Área da Safra 2008/09**

Para a safra 2008/09, o total da área plantada nos municípios selecionados foi de 452,690 mil hectares e quantidade produzida foi de 19.716,00 mil toneladas. O município que teve a maior área de soja foi Cascavel, com 84 mil hectares, mas se tratando de quantidade produzida de grãos o município de Lapa esteve a frente com 62.500 mil toneladas.

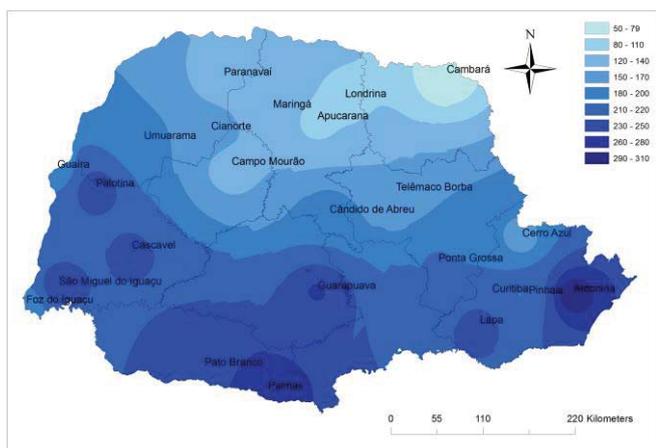
Na tabela 2 estão demonstrando os dados de área plantada e a quantidade produzida referente a safra 2008/09, das regiões em destaque na tabela com os dados do IBGE, respectivamente.

**Tabela 2** - Área total plantada e quantidade produzida calculada pelo IBGE na safra 2008/09 em mil hectares/toneladas.

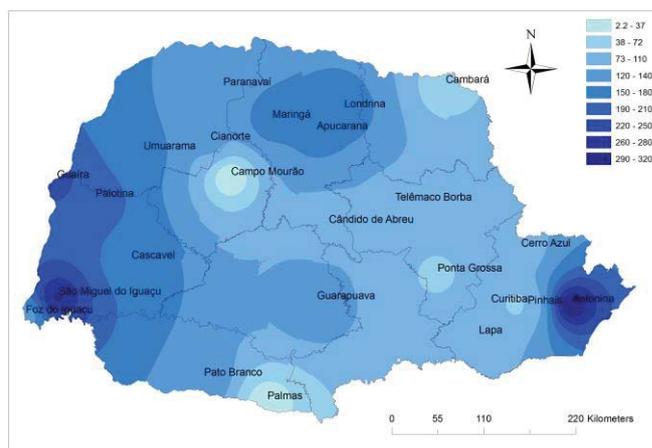
<b>Município</b>	<b>Área Plantada (Hectares)2008/09</b>	<b>Quantidade Produzida (Toneladas)2008/09</b>
Antonina		
Apucarana		
Cambará	2500	1769
Campo Mourão	49500	119190
Candido Abreu	9700	29100
Cascavel	84000	214190
Cerro Azul	610	1769
Cianorte	12000	204000
Curitiba		
Foz do Iguaçu	9100	31586
Guaíra	31110	49594
Guarapuava	49800	124420
Lapa	25000	625000
Londrina	40000	100800
Maringá	23600	49560
Palmas	20000	52000
Palotina	48070	60380
Paranavaí	200	540
Pato Branco	21080	61519
Pinhais		
Ponta Grossa	65350	176280
São Miguel do Iguaçu	48120	63747
Telêmaco Borba	350	956
Umuarama	2600	5200
<b>Total:</b>	<b>542690</b>	<b>1971600</b>

Fonte: IBGE

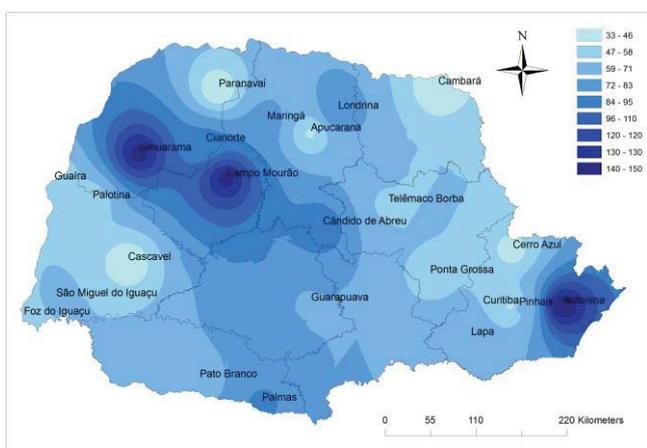
Ao analisar os dados disponibilizados pelo IBGE, percebe-se que existe uma discrepância entre os valores de área plantada e quantidade produzida, principalmente nos municípios de Cascavel e Londrina, onde nota-se que esta diferença é ainda maior. Na figura 50 observa-se o comportamento pluviométrico nos meses analisados e de suma importância para a cultura de soja.



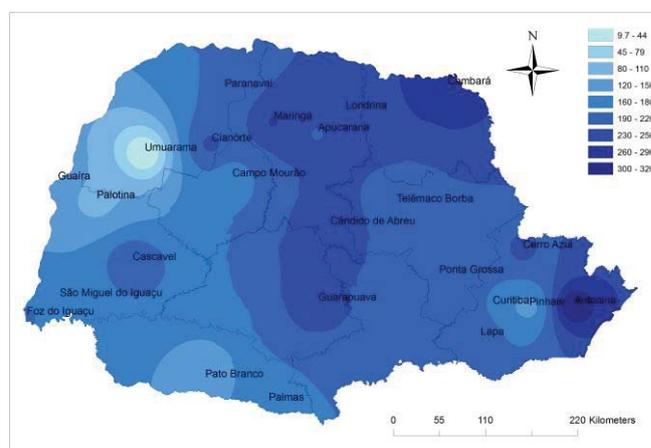
Out/08



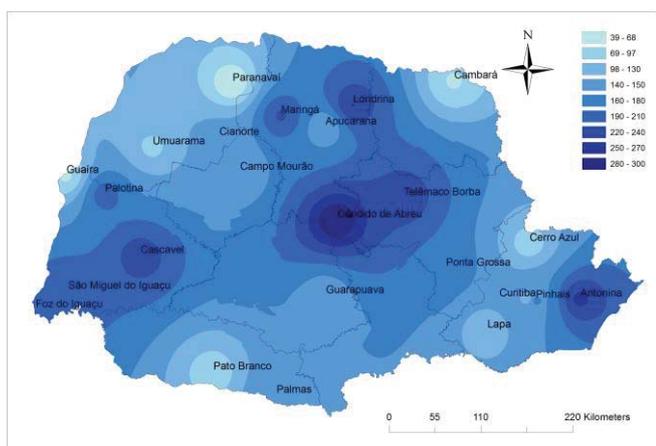
Nov/08



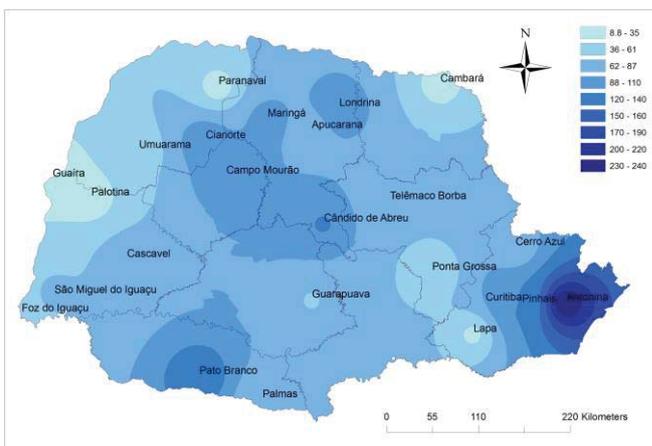
Dez/08



Jan/09



Fev/09



Mar/09

**Figura 50** - Mapas temáticos de precipitação do ano safra 2008/09 gerados a partir do interpolador IDW.

Fonte: Dados IAPAR e mapa elaborado pela autora

Na Figura 50, na qual são apresentadas as espacializações da precipitação obtidas com o interpolador IDW, observa-se, durante os meses de outubro a março de cada ano safra os valores mensais de precipitação. No ano safra 2008/2009 é possível observar no mês de outubro que a precipitação máxima ocorreu no município de Antonina com 312,4 mm e a precipitação mínima para região de Cambará apresentando 50 mm; no mês de novembro a máxima novamente no litoral com 316,6 mm no município de Antonina e a ocorrência de precipitação mínima no município de Campo Mourão onde atingiu a 2 mm; em dezembro a máxima de 145,2 mm em Antonina e no município de Paranavaí a precipitação mínima foi de 33,2 mm. Iniciando o ano de 2009 o mês de janeiro exibiu precipitação máxima no município de Antonina com 322,6 mm e mínima de 9,6 mm no município de Umuarama; em fevereiro a região de Candido Abreu apresentou 298,4 mm e Paranavaí exibiu mínima de 38,8 mm; e, finalizando com o mês de março, a região de Antonina mais uma vez apresentou alto índice pluviométrico com máxima de 242,8 mm e Guaíra a mínima de 8,8 mm.

Considerando as regiões analisadas produtoras da cultura de soja segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a região Norte obteve 27% da produção de soja seguida da região Sul com 26%; o Oeste do estado com 18%; o Centro Oeste apresentando 14%; o Sudoeste 11% e o Nordeste do Paraná com apenas 3%. A produção da leguminosa para este ano safra foi de 57,88 milhões de toneladas. Esse cenário é justificado pela falta de umidade nos solos paranaenses, como foi demonstrado na figura 50, resultando assim uma das menores colheitas dos últimos anos.

### **7.3.2 Área da Safra 2009/10**

Para a safra 2009/10, o total da área plantada nos municípios selecionados foi de 602,905 mil hectares e quantidade produzida foi de 20.041.54 mil toneladas. O município que teve a maior área de soja foi Cascavel, com 89.800 mil hectares, com uma produção de grãos de 39.793.9 mil toneladas.

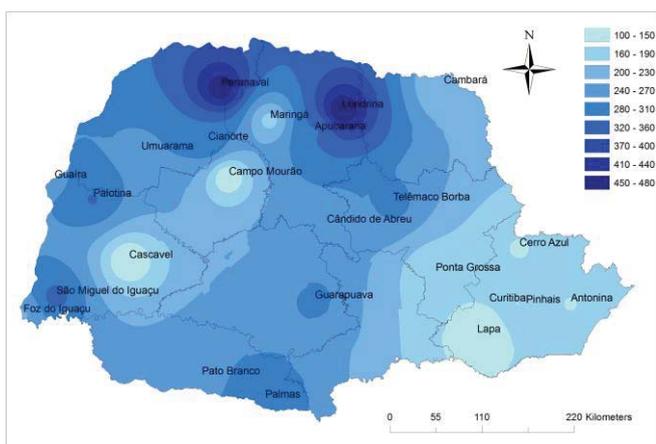
Na tabela 3 estão apresentando os dados de área plantada e quantidade produzida referentes a safra 2009/10, das regiões em destaque na tabela com os dados do IBGE, respectivamente.

**Tabela 3** - Área total plantada e quantidade produzida calculada pelo IBGE na safra 2008/09 em mil hectares/toneladas.

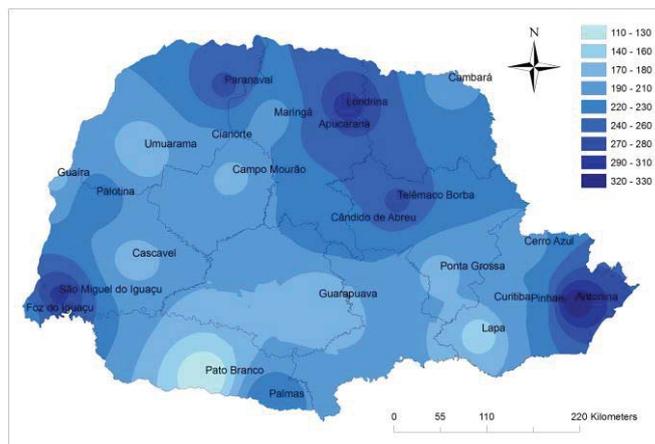
<b>Município</b>	<b>Área Plantada (Hectares)2009/10</b>	<b>Quantidade Produzida (Toneladas)2009/10</b>
Antonina		
Apucarana	18500	53650
Cambará	10375	23495
Campo Mourão	52000	155071
Candido Abreu	11500	33350
Cascavel	89800	397939
Cerro Azul	610	1838
Cianorte	13300	41230
Curitiba		
Foz do Iguaçu	9200	31000
Guaíra	32200	100651
Guarapuava	55000	176200
Lapa	29480	82544
Londrina	41000	120540
Maringá	23900	75763
Palmas	20000	56000
Palotina	52300	173510
Paranavaí	170	859
Pato Branco	23950	81612
Pinhais		
Ponta Grossa	68300	218380
São Miguel do Iguaçu	48700	170620
Telêmaco Borba	400	2200
Umuarama	2220	7702
<b>Total</b>	<b>602905</b>	<b>2004154</b>

Fonte: IBGE

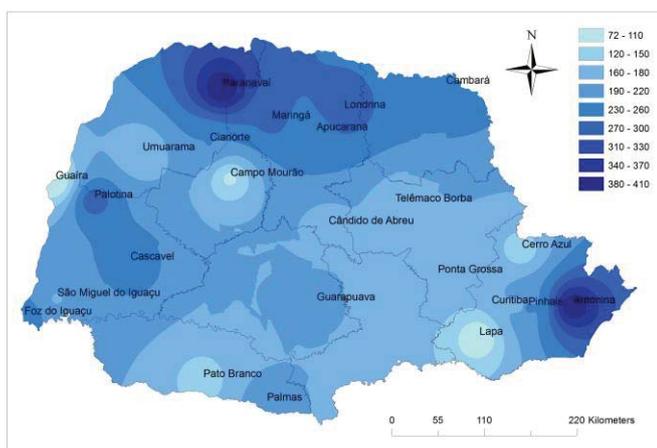
Ao analisar os dados disponibilizados pelo IBGE, percebe-se um elevado acréscimo em relação a safra 2008/09, mostrando em valores a alta produtividade da cultura nos municípios em destaque neste trabalho. Na figura 51 pode-se observar o comportamento pluviométrico nos meses analisados e de suma importância para a o desenvolvimento da cultura de soja.



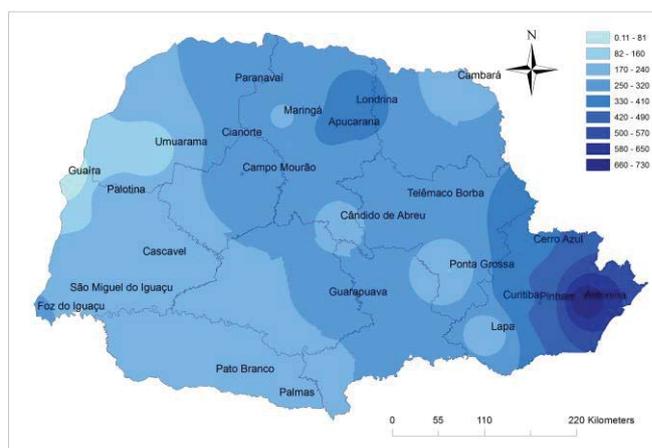
Out/09



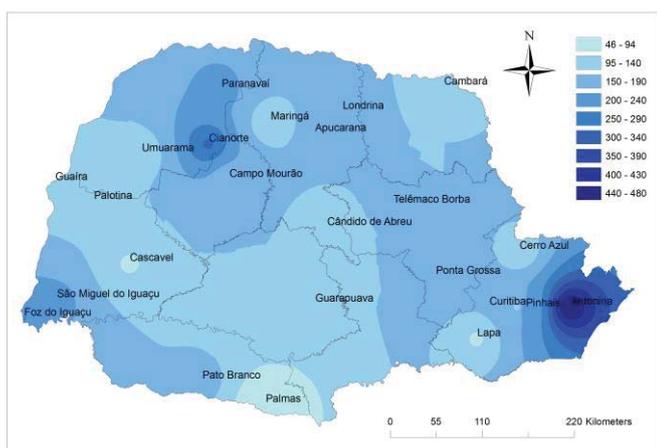
Nov/09



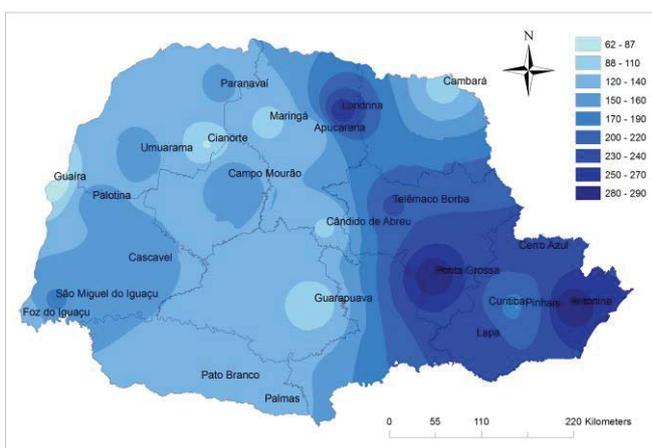
Dez/09



Jan/10



Fev/10



Mar/10

**Figura 51** - Mapas temáticos de precipitação do ano safra 2009/10 gerados a partir do interpolador IDW.

Fonte: Dados IAPAR e mapa elaborado pela autora

Na Figura 51, na qual são apresentadas as espacializações da precipitação obtidas com o interpolador IDW, observa-se, durante os meses de outubro a março de cada ano safra os valores mensais de precipitação. No ano safra 2009/10 pode-se observar no mês de outubro que a precipitação máxima ocorreu no município de Londrina com 482,6 mm e a precipitação mínima para região de Lapa apresentando 112 mm; no mês de novembro a máxima novamente no litoral com 334,2 mm no município de Antonina e a ocorrência de precipitação mínima no município de Pato Branco com 105 mm; em dezembro a máxima 409,6 mm em Paranavaí e no município de Guaíra a precipitação mínima foi de 71,6 mm. Principiando o ano de 2009, o mês de janeiro exibiu precipitação máxima no município de Antonina com 730,8 mm e mínima de 81,0 mm no município de Guaíra; em fevereiro novamente a região de Antonina apresentou 482,8 mm e Palmas exibiu mínima de 45,8 mm; e, finalizando com o mês de março a região de Antonina mais uma vez apresentou alto índice pluviométrico com máxima de 294,2 mm e Cianorte a mínima de 74,4 mm.

É notável a diferença entre os anos safras 2008/09 para o ano 2009/10, que apresentou índices pluviométricos consideráveis para o desenvolvimento da cultura de soja e a partir dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a safra 2009/10 foi considerada recorde em relação as ultimas safras da cultura de soja. Segundo Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), esse ano safra apresentou uma produção de 68,69 milhões de toneladas de soja em todo o Estado de Paraná, sendo o as condições climáticas responsáveis por esse resultado.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando as duas safras, fica evidente que a atividade agrícola, em termos gerais, envolve uma série de riscos, desde o plantio até a venda da produção, sejam eles climáticos, fitossanitários ou mercadológicos, por isso, o produtor necessita analisar todas as variáveis antes de decidir qual espécie cultivar em determinado período. A agravante é que os riscos fazem parte da atividade, mas são imprevisíveis quanto à sua efetiva ocorrência e intensidade, de maneira que o monitoramento climático e acompanhamento da cultura podem vir a minimizar perdas e outras ocorrências causadas pelos eventos climáticos sejam qual for. Assim, compreende-se que os fatores climáticos são um dos principais responsáveis para o bom desempenho da agricultura.

A metodologia adquirida para o desenvolvimento do trabalho se mostrou eficiente e de baixo custo, já que foi feito o uso de geotecnologias e dados secundários, somado aos conhecimentos da área de estudo e das características físicas e agrônômicas do Estado, e permitiram que a quantificação da soja nos municípios selecionados fosse executada e a partir de dados meteorológicos gerados os balanços hídricos climatológicos expostos através de gráficos, correlacionando-os com a produtividade da oleaginosa e a distribuição espacial das chuvas.

Comprovando a importância e participação das variáveis climáticas no ciclo fenológico dos mais diversos cultivares a comparação com os números divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), principalmente na safra 2009/10, quando a produtividade atingiu altos níveis e justificada através dos índices pluviométricos que se mostraram compatíveis a produção do grão.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. R. **O clima como fator de expansão da cultura da soja no Centro-Oeste.** 112p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente/SP, 2005.
- BORKERT, C. M.; YORUNORI, J. T.; FERREIRA, B. S. c.; ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. **Seja o doutor da soja.** Arquivo agrômico nº5. Embrapa Soja 1994.
- BRUNINI, O., ABRAMIDES, P. L. G., BRUNINI, A. P. C., BLAIN G. C. Caracterização das adversidades meteorológicas nas regiões produtoras de citrus no estado de São Paulo. In III Simpósio de Citricultura Irrigada. **Anais...** Bebedouro, SP, 2005.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E.D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistemas de informações geográficas:** aplicações na agricultura. 2.ed. ver. ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-CPAC, pp.3-11, 1998.
- CANÇADO, R. A., FREITAS, R. J. S. Avaliação microbiológica de grãos de milho (*Zeamays Linné*) e soja (*Glycine Max. (Linné) Merrill*) provenientes de cultivo convencional das sementes naturais e geneticamente modificadas. 148p. Tese de Doutorado – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2004.
- CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>> acesso em: 21/06/2012.
- CONFALONE, A., DUJMOVICH, M.N. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.2, p.183-187, 1999
- CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H. **Efeitos da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas.** In: Bergamaschi, H. (Coord.) Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre,: Ed da Universidade-UFRGS, 1992. p.85-97.
- EMBRAPA SOJA (EMBRAPA SOJA/CNPQ) **Tecnologias de produção de soja –** Paraná 2005. Londrina: 2004. 224p.
- EMBRAPA SOJA (EMBRAPA SOJA/CNPQ), **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2009 e 2010.** Londrina: Embrapa Soja, 2008a.
- EMBRAPA SOJA (EMBRAPA SOJA/CNPQ), **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas.** Circular Técnica 51. Londrina: Embrapa Soja, 2007b. 263p.
- EMBRAPA SOJA (EMBRAPA SOJA/CNPQ), **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas.** Circular Técnica 51. Londrina: Embrapa Soja, 2007b. 263p.
- EMBRAPA SOJA (EMBRAPA SOJA/CNPQ), **Tecnologias de Produção da soja no Paraná.** Sistema de Produção 1. Londrina: Embrapa Soja. Disponível em:

<<http://www.cnpso.Embrapa Soja.br/producaosojaPR/SojanoBrasil.htm>> Acesso em 26 de junho de 2012a.

FAZ/USDA - Foreign Agricultural Service/United States Department Agriculture. – Disponível em <[www.fas.usda.gov](http://www.fas.usda.gov)> consultado em 28/10/2011.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L., Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras da soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n. 3, p. 415-421, 2001. (Número especial).

FARIAS, J. R. B. et al **Caracterização do risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.

FONTANA D. C.; BERLATO M. A.; BERGAMASCHI H., 1992 – **Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 27, n. 5, p. 661-669, maio.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, 103, 137-157, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisas Agropecuárias, Indicadores IBGE – Estatísticas da produção agrícola – 2008.

IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: SERGRAF - IBGE, 1977. Vol. 5.

MAALOUF, W. D. **Recursos humanos e desenvolvimento agrícola sustentável**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1993, 47 p.

MAEHLER, A.R.; PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A.; FERREIRA, F.G. Potencial de rendimento da soja durante a ontogenia em razão da irrigação e arranjo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.225-231, 2003.

MAVI, H.S.; TUPPER, G.J. **Agrometeorology – Principles and application of climate studies in agriculture**. New York: Food Products Press. 2004. 364p.

MOTA, F.S. da Condições climáticas e produção de soja no sul do Brasil. In: VERNETTI, F. de J. (Coord.) **Soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 463p.

OBASI, G.O.P. 2001 - Foreword - In "**Automated Weather Stations for Applications in Agriculture and Water Resources Management**" - Editors - K. Hubbard and M.V.K. Sivakumar . March 6-10-2000 - Lincoln - Nebraska. Pg. I.

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

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. **Planilhas no ambiente EXCEL para cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, p. 133-137, 1998.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

VIANELLO, L.R.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991. 449p.