



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Análise do excedente e deficiência hídrica para o período de 1962 a  
2008 no município de Apucarana – PR**

VINICIUS MATEUS SILVEIRA MARTINS

MARINGÁ,  
2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Análise do excedente e deficiência hídrica para o período de 1962 a  
2008 no município de Apucarana – PR**

VINICIUS MATEUS SILVEIRA MARTINS

Monografia apresenta ao curso de Bacharelado em Geografia, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador (a): Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Hélio Silveira.

MARINGÁ, 2009

Este trabalho é dedicado a todos que me ajudaram e apoiaram durante a realização para que fosse possível a sua conclusão.

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradecer a Deus por tudo ter corrido bem nos anos de realização da faculdade e para o término do trabalho de conclusão de curso.

Agradecer também a minha família, pai, mãe e avó, que contribuíram muito para que fosse possível a realização desse trabalho e que sem o apoio deles não seria possível.

Agradecer também ao meu orientador Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Hélio Silveira pelo auxílio e principalmente paciência para que fosse realizado o trabalho.

Agradecimentos ao pessoal do BAC, colegas de Apucarana, principalmente ao amigo Anderson Vargas e Tiago Cunha pela força e ajuda na elaboração do trabalho.

Agradecimentos ao pessoal do ônibus desgovernado com os quais convivi durante todos esses anos de universidade.

Agradecimentos especiais ao pessoal do 4<sup>o</sup> ano de Geografia, principalmente os parceiros, Fabricio Hernandez, Lincon Vinicius, Felipe Macedo, Gustavo Schacht, Antonio Carlos e Vagno Previati.

Agradeço também ao Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) e ao Instituto Tecnológico Simepar (Sistema Meteorológico do Paraná) pelo fornecimento dos dados para que fosse possível a realização do trabalho.

“Se conseguirmos a conscientização ambiental dos habitantes da cidade e um consenso em torno da importância da preservação do meio ambiente, teremos a certeza de que conseguiremos garantir qualidade de vida e o mundo será melhor.”

*Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira de Souza.*

## **Resumo.**

O presente trabalho tem como objetivo geral a realização do balanço hídrico pelo método proposto por Thornthwaite e Mather (1955) nas escalas anual, sazonal e mensal no período de 1962 e 2008 visando identificar o comportamento do excedente e deficiência hídrica em Apucarana - PR. Para o cálculo do balanço hídrico foi utilizado o método desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955), com auxílio do programa desenvolvido por Sentelhas *et al* (1999). Para a realização da classificação climática, utilizou-se a metodologia proposta por Nimer e Brandão (1985). Por meio dos resultados obtidos e comparando os dados de toda a série histórica em relação a quantidade de excedente e deficiência hídrica, conclui-se que houve um predomínio de excedente hídrico na ordem de 94% e deficiência de 6%. O verão foi a estação de maior excedente, sendo ao todo, 37%, em relação ao total de excedente. Já o inverno foi a estação de maior deficiência com 61%, já que outono, verão e primavera foram responsáveis por 28%, 6% e 5% respectivamente em relação ao total de deficiência hídrica. Foi observado que janeiro é o mês, com maior excedente hídrico para toda a série histórica e agosto é o mês com maior deficiência hídrica. O tipo climático predominante, de acordo com o sistema de classificação de Nimer e Brandão (1985), foi o clima úmido, com pouco déficit de água, mesotérmico a megatérmico.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização do município. Org. Manosso (2005).....	18
Figura 2: Distribuição da precipitação total anual entre os anos de 1962 e 2008 no município de Apucarana – PR.....	23
Figura 3: Valores de precipitação em escala sazonal entre os anos de 1962 e 2008 em Apucarana – PR.....	24
Figura 4: Valores de precipitação em escala mensal entre os anos de 1962 e 2008 em Apucarana - PR.....	24
Figura 5: Balanço hídrico do período de 1962 a 2008 em Apucarana – PR.....	25
Figura 6: Precipitação, evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR) de 1962 a 2008 em Apucarana - PR.....	26
Figura 7: Balanço hídrico do ano de 1972 em Apucarana – PR.....	28
Figura 8: Balanço hídrico do ano de 1976 em Apucarana – PR.....	29
Figura 9: Balanço hídrico do ano de 1983 em Apucarana – PR.....	29
Figura 10: Balanço hídrico do ano de 1998 em Apucarana – PR.....	30
Figura 11: Excedente hídrico para toda série histórica de Apucarana - PR.....	30
Figura 12: Porcentagem do excedente hídrico sazonal para toda série histórica de Apucarana - PR.....	31
Figura 13: Volume do excedente hídrico mensal para toda série histórica de Apucarana - PR.....	31
Figura 14: Balanço hídrico para o ano de 1966 de Apucarana – PR.....	34
Figura 15: Balanço hídrico para o ano de 1985 de Apucarana – PR.....	35
Figura 16: Balanço hídrico para o ano de 2002 de Apucarana – PR.....	35
Figura 17: Balanço hídrico para o ano de 2005 de Apucarana – PR.....	36
Figura 18: Deficiência hídrica anual entre os anos de 1962 e 2008 de Apucarana - PR.....	37
Figura 19: Deficiência hídrica sazonal entre os anos de 1962 e 2008 de Apucarana - PR.....	37
Figura 20: Deficiência hídrica mensal entre os anos de 1962 e 2008 de Apucarana - PR.....	38
Figura 21: Balanço hídrico para o ano de 1963 de Apucarana – PR.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Excedente hídrico mensal para o período de 1962 a 2008 de Apucarana – PR.....	27
Tabela 2: Deficiência hídrica mensal, em milímetros, para o período de 1962 a 2008 de Apucarana - PR. ....	33
Tabela 3: Classificação climática de Nimer e Brandão (1985) e a porcentagem de ocorrência em relação aos anos. ....	40



## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Revisão bibliográfica</b> .....	<b>12</b>
2.1. A importância do clima .....	12
2.2. A utilidade do balanço hídrico. ....	14
2.3. A classificação climática de Nimer e Brandão (1985). ....	16
<b>3. Materiais e Métodos</b> .....	<b>18</b>
3.1 Aspectos físicos do município. ....	18
3.2. Aspectos socioeconômicos. ....	20
<b>3.2.1. População</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2.2. Economia</b> .....	<b>20</b>
3.3 Métodos.....	21
<b>3.3.1 Cálculo do balanço hídrico</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3.2. Classificação climática de Nimer e Brandão (1985)</b> .....	<b>21</b>
<b>4. Resultados e discussões</b> .....	<b>23</b>
4.1. Análise da precipitação pluviométrica. ....	23
4.2. Análise do balanço hídrico. ....	25
4.3 Classificação climática do município. ....	38
<b>5. Conclusão</b> .....	<b>41</b>
<b>6. Referências bibliográficas</b> .....	<b>43</b>

## 1. Introdução

O município de Apucarana está localizado na porção centro-norte do Estado do Paraná, destacando-se como um pólo do vale do Ivaí, devido a indústria de bonés, numa região que abrange vinte e seis municípios. É considerado o mais frio desta região em decorrência dos aspectos geográficos locais e a sua altitude que chega a até 900 metros.

Tem como base econômica principal o setor agropecuário, destacando-se o cultivo de lavouras temporárias como (soja, milho e trigo) e permanentes como o café além da criação de aves e gado bovino de corte e leite (IBGE 2007). O sucesso nesse setor está diretamente ligado as condições climáticas regionais e locais.

O setor agrícola pode ser considerado uma atividade de risco, afinal a variação dos preços no mercado e a grande vulnerabilidade ao clima acabam sendo fundamentais no sucesso ou insucesso do setor (CUNHA *ET AL* 1998).

Portanto o estudo do comportamento hídrico para o município pode trazer muitas contribuições tanto para o setor econômico quanto para o social.

Ao conhecer com detalhe os períodos de excedente e deficiência hídrica ao longo do ano, estação ou mês, os agricultores saberão os melhores momentos para o plantio, cultivo e para colheita. No setor urbano será possível descobrir as épocas mais sujeitas a doenças como dengue, leptospirose e até mesmo o risco de desmoronamento ou deslizamento de encostas íngremes como algumas existentes em Apucarana, assim como muitos outros problemas.

Assim o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) tem como principal função o monitoramento da variação de água no solo através do fornecimento de estimativas da evapotranspiração real e potencial, da deficiência e excedente hídrico e da retirada e reposição de água no solo (OMETTO, 1981). Já a realização da classificação climática de Nimer e Brandão (1985) fornece o comportamento do tipo climático de uma região durante toda uma série histórica.

O presente trabalho tem como objetivo geral a realização do balanço hídrico proposto por Thornthwaite e Mather (1955) nas escalas anual, sazonal e mensal para o período de 1962 e 2008 visando identificar o comportamento do excedente e deficiência hídrica em Apucarana. Também será realizada a classificação climática do município de acordo com a classificação de Nimer e Brandão (1985) que está

fundamentada no sistema classificatório de Thornthwaite (1948), que por sua vez, deriva do método de determinação do balanço hídrico.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1. A importância do clima**

O clima pode ser considerado um regulador central, exercendo, portanto, influência direta e/ou indireta sobre os fatores ambientais. Ele constitui num dos principais fatores de mudanças na superfície terrestre (GOLFARI, 1974).

Para a caracterização e a compreensão climática de uma região não se deve levar em conta apenas a circulação atmosférica reinante sobre ela, mas sim, a interação da mesma com os fatores geográficos como a latitude, continentalidade/maritimidade e formas de relevo, fazendo com que o clima regional apresente variabilidade espacial de uma localidade em relação à outra (NIMER, 1979).

Segundo SANTOS (2000):

“a atmosfera é o principal meio através do qual a atividade humana atua para formar as condições de que depende o futuro da vida de nosso planeta. Assim, o conhecimento do comportamento das características climáticas em nível regional e local permite melhorar o conhecimento sobre o recurso natural climático, (...), visando à sustentabilidade tanto do ponto de vista setorial-agrícola como, de forma geral, a vida do planeta.”

Segundo Baldo e Nery (2000) a ocorrência de fenômenos climatológicos adversos podem trazer grande prejuízo para a agricultura, o que causará preocupações aos produtores agrícolas e também aos que cuidam do planejamento agrícola. A análise climatológica é muito importante para o conhecimento da realidade espacial e organização das atividades econômicas, destaque para o zoneamento agrícola e estudo das bacias hidrográficas.

O homem sofre com a vulnerabilidade que tem em relação aos eventos climáticos. Segundo Ayoade (1991) essa vulnerabilidade estaria relacionada com como e de que maneira determinada sociedade sofre por causas climáticas. Ainda assim quando sofrem com eventos climáticos extremos as cidades não são replanejadas para outros prováveis acontecimentos climáticos extremos.

Fenômenos naturais relacionados com a atmosfera podem se apresentar como eventos extremos, como por exemplo, estiagens, frio em excesso e precipitações fora dos padrões normais. Esses eventos levam as populações mais despreparadas a enfrentarem sérios problemas, muitas vezes catastróficos, que vão afetar negativamente o bem-estar da população (MENDES, 2001).

Monteiro (1981) faz a relação entre as condições do tempo e sua interferência na produtividade agrícola relatando que quando um processo de organização agrícola afeta negativamente o quadro ecológico, um evento climático fora dos padrões habituais pode provocar danos não só a produção agrícola como também ao ambiente.

Segundo RIBEIRO (1993):

“Na organização do espaço agrário o clima comparece como condicionante do processo produtivo, isto é, as características ecológicas das culturas, anteriormente determinadas pelo seu valor econômico, devem ser compatibilizadas com o tipo de oferta climática, que é variável no tempo e no espaço.”

Segundo Brynsztein e Nery (1994) o Estado do Paraná caracteriza-se do ponto de vista climático, como região de transição entre os climas tropical e subtropical. Durante o inverno, as passagens de frente frias resultam mais intensas, podendo alcançar latitudes muito baixas. As massas polares que produzem esses sistemas frontais geram marcados resfriamentos (especialmente entre maio e outubro) que resultam em baixa temperatura prejudicial à produção agrícola.

O setor agrícola pode ser considerado uma atividade de risco, afinal a variação dos preços no mercado e a grande vulnerabilidade ao clima acabam sendo fundamentais no sucesso ou insucesso do setor (CUNHA *et al* 1998).

As relações entre os elementos climáticos e a produção agrícola são bastante complexas, já que os fatores ambientais podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas sob diferentes formas nas diversas fases do ciclo da cultura (ALFONSI, 2000).

A época de cultivo é um importante fator para se obter o melhor aproveitamento das disponibilidades hídricas, devendo ocorrer na época do ano onde a distribuição de chuvas seja a mais favorável possível para o crescimento das

plantas. A deficiência hídrica no período de florescimento pode ser fator determinante para o insucesso do empreendimento. (GONÇALVEZ et al, 2002).

## **2.2. A utilidade do balanço hídrico.**

Segundo Sentelhas (2003) o balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) é uma maneira de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, pela chuva (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao estudo em questão, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até a mensal.

Thornthwaite, Wilm *et al* (1944) dizem que o conceito de evapotranspiração potencial trata-se da quantidade de água que evapora do solo e transpira das plantas, em um solo inteiramente vegetado, livremente exposto à atmosfera e às condições de capacidade de campo. Segundo Ortolani *et al* 1970 a determinação da evapotranspiração potencial, segundo o método de Thornthwaite (1955), baseia-se em dados de temperatura média como fator de correção, mediante tabelas.

Sentelhas (2003) diz que o balanço hídrico climatológico é mais frequentemente apresentado na escala mensal e para um ano médio, ou seja, o balanço hídrico cíclico, elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura média e chuva do local. De acordo com Camargo e Camargo (1993), o balanço hídrico climatológico é um instrumento agrometeorológico útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima, sendo sua utilização indispensável na caracterização climática (VIANELLO e ALVES, 1991; PEDRO JÚNIOR *et al* 1994) como, também, na definição da aptidão agrícola da região estudada (ORTOLANI *et al* 1970; CAMARGO *et al* 1974).

Ainda de acordo com Sentelhas (2003) o balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955), quando é empregado de maneira seqüencial, ainda possibilita quantificar as necessidades de irrigação de uma cultura (CAMARGO e PEREIRA, 1990).

Deffune (1994) ao determinar o balanço hídrico para Maringá no período de 1976 a 1992, utilizando o método de Thornthwaite e Mather (1955) mostra que este

pode caracterizar bem as condições climáticas de determinada região, mostrando também, a aptidão e limitação da região para determinadas culturas, além de evidenciar no curso dos anos dois fatores básicos da aptidão agroclimática: o térmico e o hídrico.

Comparar a quantidade de água recebida pela chuva com a quantidade permitida pela evapotranspiração faz parte do método de Thornthwaite e Mather (1955). A partir dessa comparação, ele desenvolveu um conceito de evapotranspiração potencial (CAMARGO, 1987).

Segundo Deffune (1994) o balanço hídrico contabiliza toda a água envolvida entre os sistemas solo, planta, e atmosfera podendo oferecer a qualquer instante a quantidade de água disponível contida em um perfil de solo pré-determinado. Ele é, portanto, uma ferramenta extremamente útil, tanto no aspecto de solução imediata, quanto no aspecto analítico da solução de uma situação passada. Também é caracterizada como indicador de potencial climatológico de um local, para um vegetal qualquer.

De acordo com Pereira (2005), o solo é um reservatório que dificulta a saída de água. À medida que vai secando, nos períodos em que o total de chuvas ( $P$ ) é menor que a evapotranspiração potencial (ETP), a água retida torna-se uma função dessa demanda potencial ( $P - ETP < 0$ ) e da capacidade de água disponível adotada. Havendo uma sequência de períodos nessa condição, a água retida no solo será uma função seqüencial dos valores negativos acumulados de  $P - ETP$ , ou seja, da perda potencial acumulada (THORNTHWAITE e MATHER, 1955). Tal somatório foi denominado “negativo acumulado” (ORTOLANI *et al* 1970; CAMARGO, 1971).

Baldo et al (2008) coloca que os processos envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas, compreendendo a produção, são governados pelas condições térmicas e hídricas. Através da análise de séries históricas de dados climáticos é possível identificar períodos de deficiências e excedentes hídricos que, dependendo do estágio de desenvolvimento fenológico da cultura, podem comprometer a rentabilidade (CARAMORI 2003). A água é essencial para a produção das culturas, devendo se fazer o melhor uso da água disponível, para se obter produção satisfatória e altos rendimentos. Isso exige conhecimento adequado do efeito da água de chuva e/ou de irrigação sobre o crescimento das culturas e seu rendimento, em diferentes condições de crescimento (DOORENBOS e KASSAM, 2000).

### **2.3. A classificação climática de Nimer e Brandão (1985).**

A tipologia climática desenvolvida por Nimer & Brandão (1985) está fundamentada no sistema classificatório de Thornthwaite (1948) que, por sua vez, deriva do sistema de determinação do balanço hídrico. Os méritos dessa classificação, além da utilização da temperatura e da precipitação pluviométrica, é a utilização da evapotranspiração potencial. Para Thornthwaite não seria possível dizer se um clima é seco ou úmido, atentando somente para a pluviometria, mas também relacionando com as necessidades hídricas. A necessidade hídrica ou água necessária nesse caso seria apresentada pela evapotranspiração potencial.

Seus principais valores climáticos são: índice de umidade efetiva, índice de aridez, índice de umidade, índice de eficiência térmica e a variação estacional do índice de eficiência térmica.

Como Nimer e Brandão (1985) observaram que o sistema classificador de climas de Thornthwaite (1948) revelava apenas uma classe de clima superúmido e, igualmente, uma de clima megatérmico, apresenta algumas alterações com o intuito de enriquecer, uma vez que as regiões intertropicais possuem uma diversidade de classes de climas superúmido e megatérmico.

Segundo Nimer e Brandão (1985) são necessários reconhecer mais de uma classe de climas superúmidos, uma vez que quanto maior for a superumidade, maior será o potencial de excesso de água, de escoamento superficial (run off), e enchentes dos rios.

Desse modo foram reconhecidas diversas classes de climas superúmidos e megatérmicos. No Brasil, por exemplo, são reveladas quatro classes de clima superúmidos ( $A_1, A_2, A_3, A_4$ ) e cinco classes de climas megatérmicos ( $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ ).

Outras preposições dizem respeito ao regime sazonal de umidade, objetivando maior diversificação no interior de cada classe de climas do grupo úmido ( $A, B, C_2$ ), Nimer e Brandão (1985) propõe ainda a distinção entre os climas de pouco déficit de água e os de nenhum déficit. Neste caso, o símbolo ( $r$ ), que no modelo original significa pouco ou nenhum déficit sazonal de água é substituído por ( $r_1$ ) e passa a representar os climas úmidos que não possuem qualquer déficit sazonal de água (índice de aridez 0) e os climas caracterizados por pouco déficit sazonal de água (índice de aridez 0 – 16,7) passam a ter ( $r_2$ ) como símbolo.

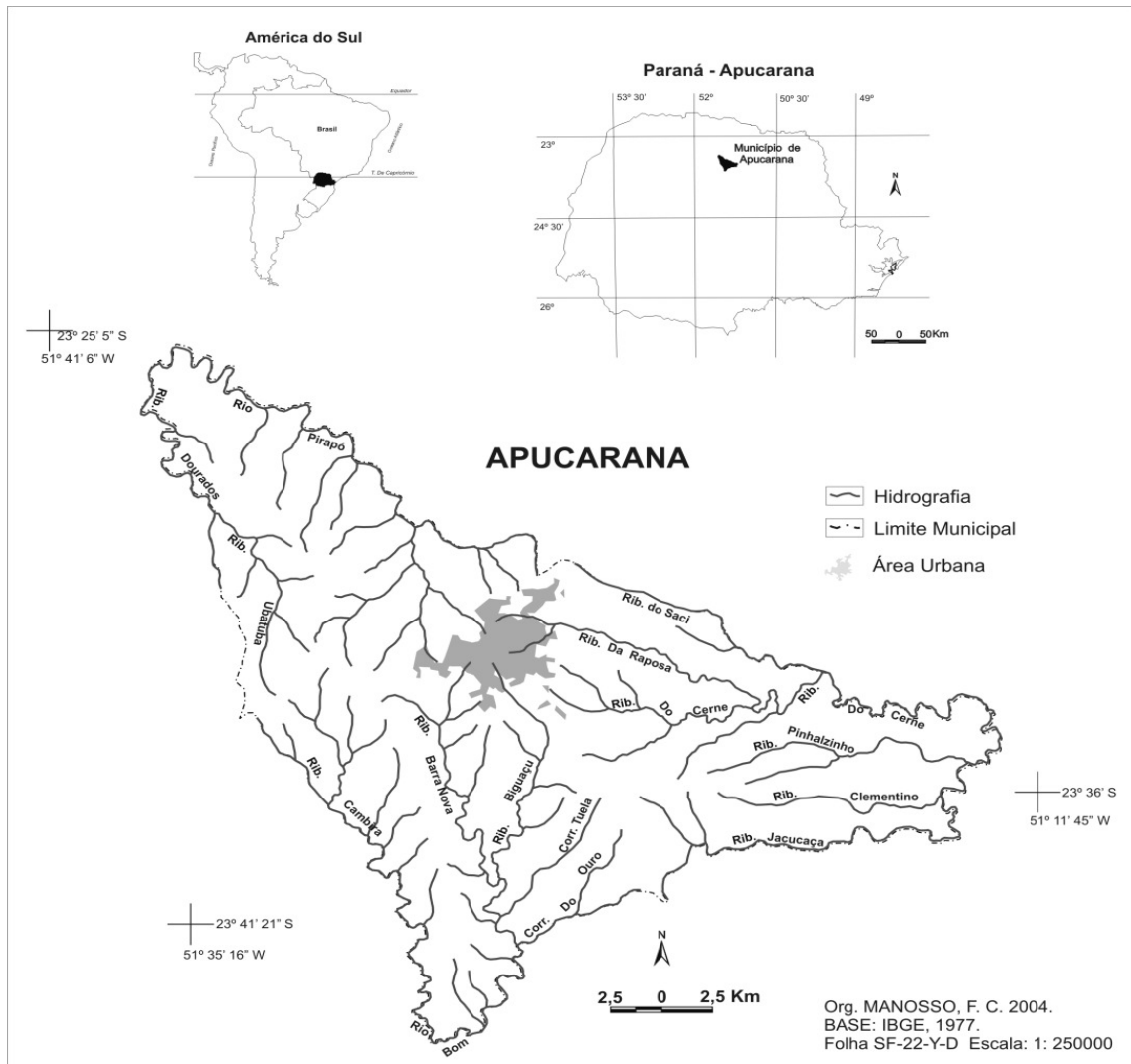


Da mesma forma e com o mesmo intuito houve distinções no interior dos climas do grupo seco (C<sub>1</sub>, D, E): o símbolo d<sub>1</sub> passa a significar as categorias de climas que não possuem excedente sazonal de água (índice de umidade 0) e d<sub>2</sub> aquelas de pouco excedente (índice de umidade 0 – 10).

### 3. Materiais e Métodos.

#### 3.1 Aspectos físicos do município.

O município de Apucarana localiza-se no centro-norte do Paraná, entre a latitude de  $23^{\circ} 33' 03''$  S e longitude  $51^{\circ} 27' 39''$  W, a uma altitude que pode chegar a até 900 metros.



**Figura 1:** Mapa de localização do município. Org. Manosso (2005).

De acordo com Köppen (1918) o clima é classificado como Cfa, subtropical úmido mesotérmico com verões quentes e geadas pouco freqüentes (ATLAS DO PARANÁ, 1987).

Em relação aos aspectos geológicos situa-se sobre estratos rochosos da Formação Serra Geral datada do período Jurássico-Cretáceo (140 milhões de anos). Localizado no Terceiro Planalto Paranaense, faz parte da unidade geológica da Bacia do Paraná, apresentando inclinação suave nas direções Oeste, Noroeste e

Sudoeste. Devido sua dimensão, o Terceiro Planalto foi dividido em cinco áreas distintas (MAACK, 1981), levando-se em conta os principais interflúvios do planalto; sendo uma delas o planalto de Apucarana, cuja “superfície do bloco de Apucarana evidencia, pequenos espigões que constituem divisores de águas secundários e suaves colinas e platôs, com vales mais profundos em direção ao rio Ivaí”. (MAACK, 1981).

Com relação à cobertura pedológica do município, tomando como base a classificação proposta pela Embrapa (1999) e o Manual Técnico de Pedologia feito pelo IBGE (2007) no município encontra-se os seguintes solos: latossolo, nitossolo, chernossolo e neossolo.

Os latossolos são solos de avançado estágio de intemperização constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico.

Os nitossolos compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico (reluzente) com argila de baixa ou atividade alta, textura argiloso ou muito argilosa, estrutura em blocos subangulares, angulares, ou prismática moderada ou forte com superfície de agregados reluzente, relacionada a cerosidade, e, ou, superfícies de compressão.

Os chernossolos compreendem solos constituídos por material mineral que tem como características alta saturação por bases (superior a 70%), argila de atividade alta e horizonte A chernozênico sobrejacente a um horizonte B textural, B nítico, B incipiente ou horizonte C.

Os neossolos compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso (menos de 30 cm de espessura), sem apresentar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos:

- Ausência de horizonte glei, exceto no caso de solos com textura areia ou areia franca, dentro de 50cm da superfície do solo, ou entre 50cm e 120cm de profundidade, se os horizontes sobrejacentes apresentarem mosqueados de redução em quantidade abundante;

- Ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo do horizonte A

- Ausência de horizonte A chernozênico conjugado a horizonte cálcico ou horizonte C carbonático.

Congregam solos rasos, Neossolos Litólicos; ou profundos e arenosos, Neossolos Quartzarênicos; ou profundos e arenosos com presença considerável de

minerais primários de fácil intemperização, Neossolos Regolíticos; ou ainda solos constituídos por sucessão de camadas de natureza aluvionar, sem relação pedogenética entre si, Neossolos Flúvicos.

Em relação à vegetação de acordo com Maack (1981) a cobertura vegetal presente na região é a mata pluvial-tropical dos planaltos interiores. A hidrografia do município ganha destaque pelo motivo de Apucarana estar situada em uma posição estratégica, sendo divisor de água de três importantes bacias hidrográficas do Paraná: a Bacia do Pirapó, do Tibagi e do Ivaí.

## **3.2. Aspectos socioeconômicos.**

### **3.2.1. População.**

Com uma população de 115.323 habitantes, segundo o censo de 2007 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), Apucarana localiza-se entre dois pólos importantes, Londrina e Maringá. De acordo com dados do IBGE (1991 a 2007) houve um crescimento de mais de 20 mil habitantes em apenas 16 anos. Segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2006) o índice de desenvolvimento humano do município é de 0,799, superior a média estadual de 0,787 (IPARDES, 2006) o que indica condições socioeconômicas relativamente favoráveis.

### **3.2.2. Economia.**

Ao analisar o Produto Interno Bruto (PIB) do ano de 2006 observou-se que a maior contribuição vem do setor de serviços, em segundo lugar a indústria e em terceiro a agropecuária com a menor contribuição no PIB apucaranesse (IBGE, 2006).

Os dados obtidos do setor agrícola segundo IBGE (2007), para o ano de 2007, destacam alguns produtos como pode ser evidenciado para a produção das lavouras permanentes no município com destaque para a produção de abacate com um bom rendimento médio (quilos por hectare). Outro produto de destaque é o café com uma produção de 3.763 toneladas (IBGE, 2007) colocando o município também entre os maiores produtores de café do Estado com rendimento médio de 985 quilos por hectare e o caqui com uma produção de 320 toneladas colocando também o município entre os maiores produtores no Paraná. Já em relação a cultura

temporária a soja e o trigo aparecem como destaque, sendo a produção de 51.520 e 12.250 toneladas respectivamente.

Na pecuária o município ganha destaque na criação de galos, frangos, frangos e pintos, sendo um dos maiores do Paraná com 1.173.070 cabeças. Mas o maior destaque está na produção de codornas e ovos de codornas são 240.000 cabeças e 4.563 mil dúzias de ovos, segundo o IBGE (2007).

### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 Cálculo do balanço hídrico.**

Para o cálculo do balanço hídrico foi utilizado o método desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955), com auxílio do programa desenvolvido por Sentelhas *et al* (1999) que, além dos dados de temperatura e precipitação, altitude da estação meteorológica considera também os graus, minutos e segundos da latitude e longitude.

Os dados de temperatura e precipitação foram fornecidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), da estação climatológica de Apucarana (código 02351008), correspondendo ao período de 1962 a 2002. Esta estação localiza-se nas coordenadas de 23° 30' latitude sul e 51° 32' longitude oeste, e altitude 746 metros. Para o período de 2003 a 2008 os dados foram obtidos junto ao Instituto tecnológico Simepar, da estação automática de Apucarana, código 23515154. Esta estação automática foi implementada no mesmo local para substituir a estação climatológica manual.

A capacidade de campo utilizada foi de 100mm, o que permitiu identificar os meses em que ocorreram as deficiências e os excedentes hídricos em Apucarana durante o período de 1962 a 2008.

#### **3.3.2. Classificação climática de Nimer e Brandão (1985).**

Para a realização desse trabalho foi utilizada a tipologia climática desenvolvida por Nimer e Brandão (1985) que está fundamentada no sistema classificatório de Thornthwaite (1948), que por sua vez, deriva do sistema de determinação do balanço hídrico.

Seus principais valores climáticos são: índice de umidade efetiva, índice de aridez, índice de umidade, índice de eficiência térmica e a variação estacional do índice de eficiência térmica.

Nimer e Brandão (1985) observaram que o sistema classificador de climas de Thornthwaite (1948) revelava apenas uma classe de clima superúmido, e, igualmente, uma de clima megatérmico. Nesse sentido com o intuito de melhorar essa classificação apresenta algumas alterações com o intuito de enriquecer, uma vez que as regiões intertropicais possuem uma diversidade de classes de climas superúmido e megatérmico.

Segundo Nimer e Brandão (1985) é necessário reconhecer mais de uma classe de climas superúmidos, uma vez que quanto maior for a superumidade, maior será o potencial de excesso de água, de escoamento superficial (runoff), e enchentes dos rios.

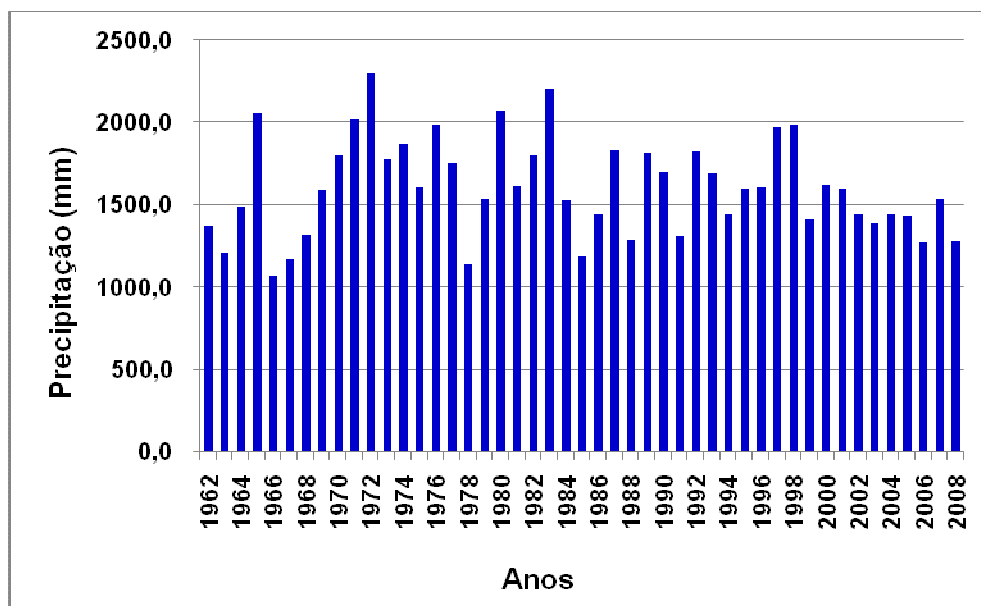
Essa classificação foi aplicada para toda a série histórica (1962 a 2008) e para cada ano em particular a fim de verificar a característica climática predominante em toda a série analisada.

## 4. Resultados e discussões.

### 4.1. Análise da precipitação pluviométrica.

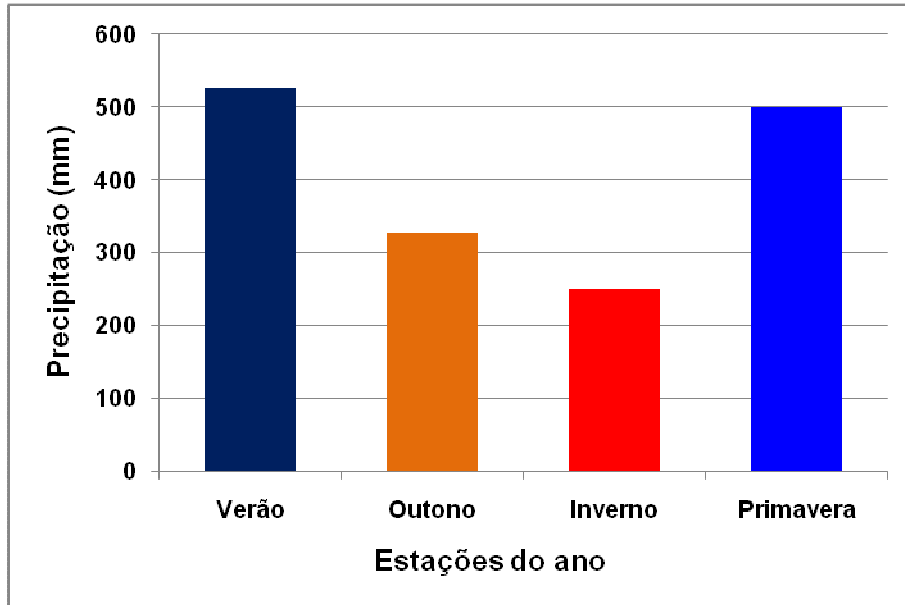
Para análise da precipitação no município de Apucarana toma-se como base a média de toda série histórica que é de 1605,4 mm.

Observando-se a Figura 2 nota-se que o ano de maior precipitação anual foi o de 1972 com 2298,3 mm acompanhado de 1983 ano onde foi registrado o mais forte El Niño do Estado do Paraná (BERLATO *et al* 2003). O menor volume de precipitação pluviométrica foi registrado em 1966 com 1069,7 mm. Os anos de 1978 e 1985 também aparecem com baixa precipitação sendo os valores de 1139,2 e 1187,2 respectivamente.



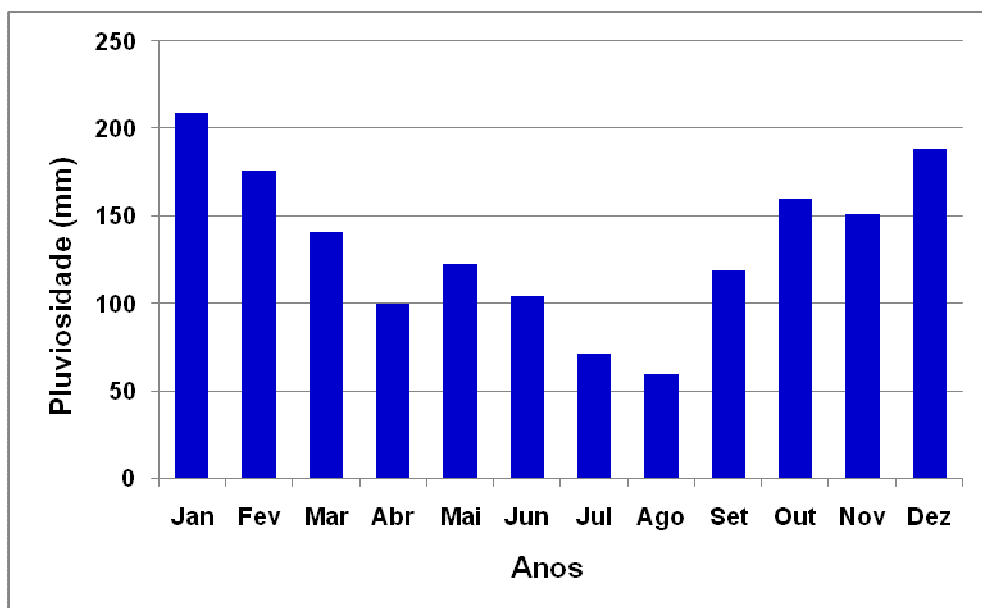
**Figura 2:** Distribuição da precipitação total anual entre os anos de 1962 e 2008 no município de Apucarana – PR.

Analisando a Figura 3, observa-se que no verão ocorrem os maiores valores pluviométricos com 526,5 mm, seguido pela primavera. Já o inverno com 250,7 mm é a estação mais seca, e o outono apresenta valor intermediário entre a primavera e o inverno.



**Figura 3:** Valores de precipitação em escala sazonal entre os anos de 1962 e 2008 em Apucarana – PR.

Observando a Figura 4 se confirma o fato de que o verão é a estação mais chuvosa e o inverno a mais seca. Os meses de janeiro, fevereiro e março estão entre os mais chuvosos, abril, junho, julho e agosto entre os mais secos. Janeiro com uma média de 209,3 mm é o mais chuvoso dos meses, agosto com média de 60 mm é o mais seco de toda série histórica.



**Figura 4:** Valores de precipitação em escala mensal entre os anos de 1962 e 2008 em Apucarana - PR.



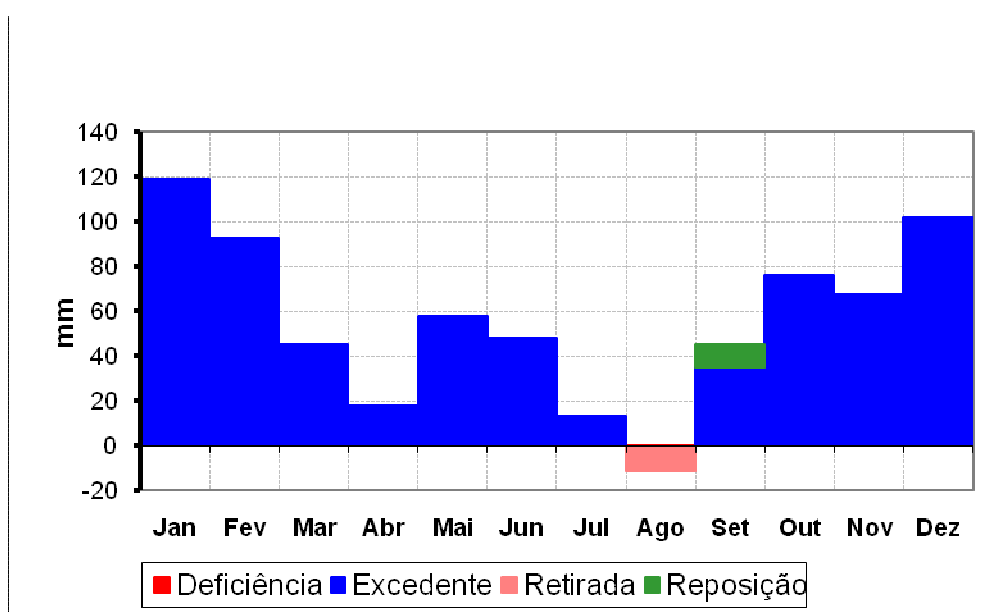
#### 4.2. Análise do balanço hídrico.

Analisando toda a série histórica e a soma dos excedentes hídricos de cada ano, tem-se que, o excedente hídrico total é de 33.683 mm, ou seja, comparando-se com a deficiência hídrica que apresentou um total de 2310 mm para toda série histórica observa-se que o município apresentou como característica o predomínio do excedente.

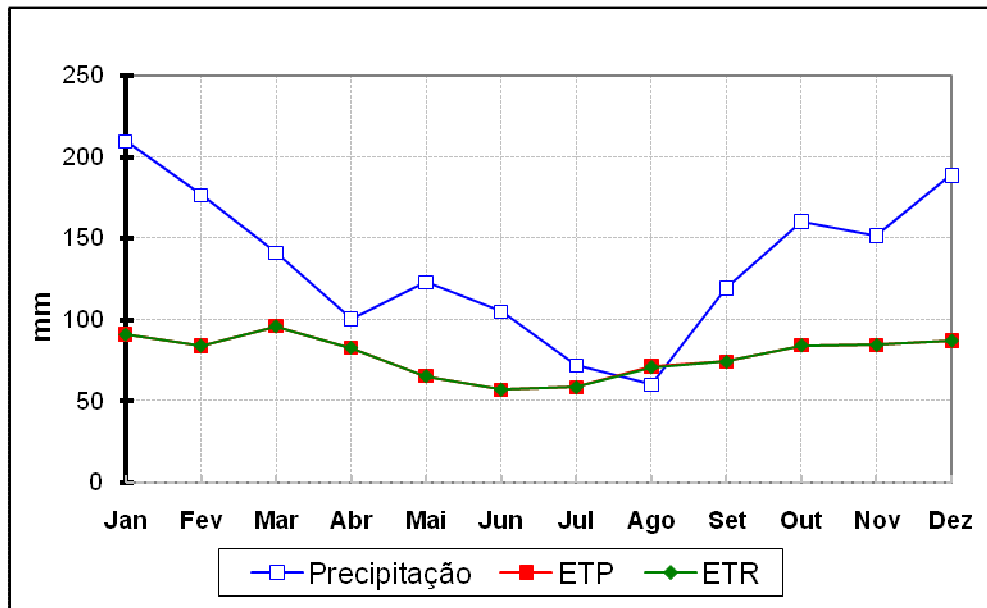
De acordo com a Figura 5 pode-se observar que Apucarana, durante o período de 1962 a 2008, apresentou 11 meses com excedente, e apenas no mês de agosto é que houve uma retirada de água no solo.

Os maiores valores de excedente ocorrem nos meses de janeiro e dezembro com 118,6 e 101,5 mm, respectivamente. Nesse período de 47 anos o município mostra uma característica geral de grande excedente hídrico.

Em relação à evapotranspiração, através do cálculo do balanço hídrico, foi possível observar que na maioria dos anos a evapotranspiração potencial foi maior que a evapotranspiração real, pois a evapotranspiração real não considera a restrição de água no solo, diferente da real que considera as condições reais existentes. A média da evapotranspiração potencial de toda série histórica foi de 937,9 mm sendo que, a média da evapotranspiração real, foi de 888,8 mm. A Figura 6 apresenta um comparativo entre a precipitação, a evapotranspiração potencial e a real.



**Figura 5:** Balanço hídrico do período de 1962 a 2008 em Apucarana – PR.



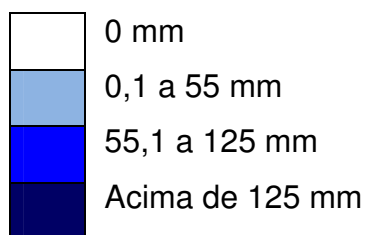
**Figura 6:** Precipitação, evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR) de 1962 a 2008 em Apucarana - PR.

Analisando a Tabela 1, que mostra o excedente hídrico de todo o período analisado, se observa que o mês de janeiro contém o maior número de excedentes são 42 em um total de 47 anos. Já o mês com menor quantidade de excedente é o de agosto que possui apenas 11 anos em toda série histórica. Também é possível observar que os anos de 1976, 1980 e 1989 foram os que apresentaram maior número de meses com excedente hídrico. Dentre esses três anos o de 1976 foi o que abrangeu maior número de meses com excedente acima de 125 mm, o de 1980 teve o maior número de meses com excedente entre 55,1 e 125 mm, sendo que, o mês de 1989 foi o detentor do maior número de meses com excedente entre 0,1 e 55 mm.

Os anos com o maior número de meses com excedente hídrico acima de 125 mm foram 1972, 1976, 1983 e 1998, o que se observa na Tabela 1 e Figuras 7, 8, 9 e 10.

Tabela 1: Excedente hídrico mensal para o período de 1962 a 2008 de Apucarana – PR.

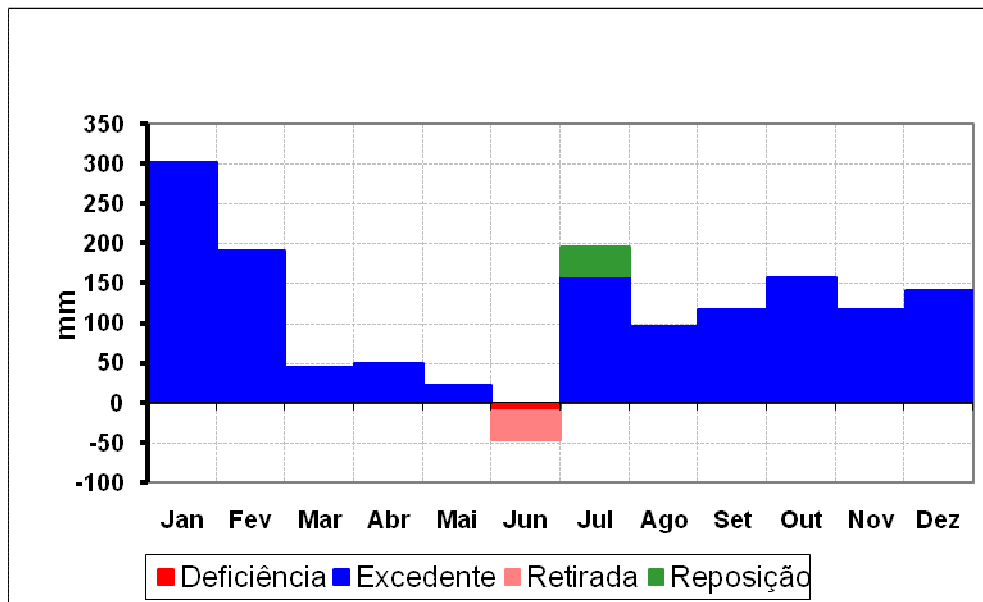
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1962												
1963												
1964												
1965												
1966												
1967												
1968												
1969												
1970												
1971												
1972												
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												



Na Figura 8, destaque para o ano de 1976 com o maior excedente no mês de agosto com 191,7 mm, muito acima da média. Ao analisar toda a série histórica, agosto é o mês com o menor excedente.

Observa-se nas Figuras 7 e 9 que mesmo não ocorrendo excedente hídrico em todos os meses, os anos de 1972 e 1983 foram os anos com maiores excedentes hídricos, muito embora esses dois anos tenham sofrido forte intensidade do fenômeno El Niño, conforme mostra a Figura 11.

No ano de 1998 o mês de janeiro apresentou um baixo valor de excedente (apenas 9 mm), muito abaixo da média histórica, já que este mês é o que possui o maior valor de excedente (Figura 10).



**Figura 7:** Balanço hídrico do ano de 1972 em Apucarana – PR.

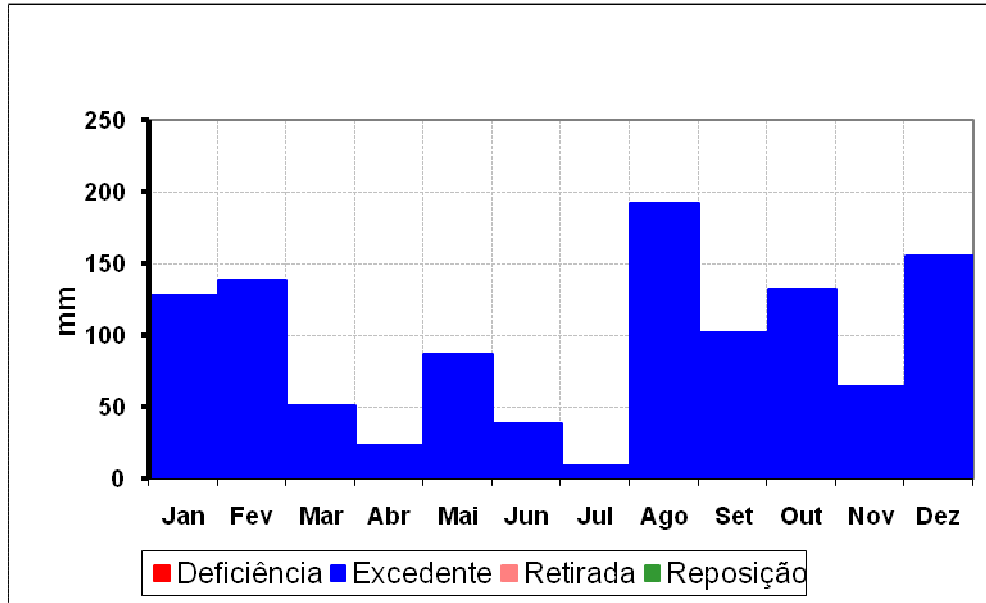


Figura 8: Balanço hídrico do ano de 1976 em Apucarana – PR.

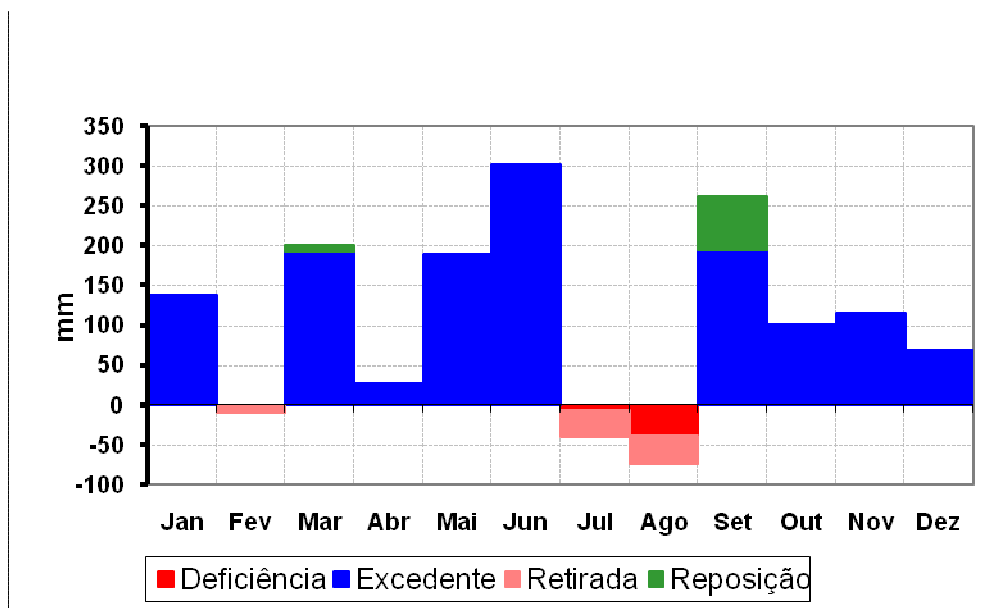
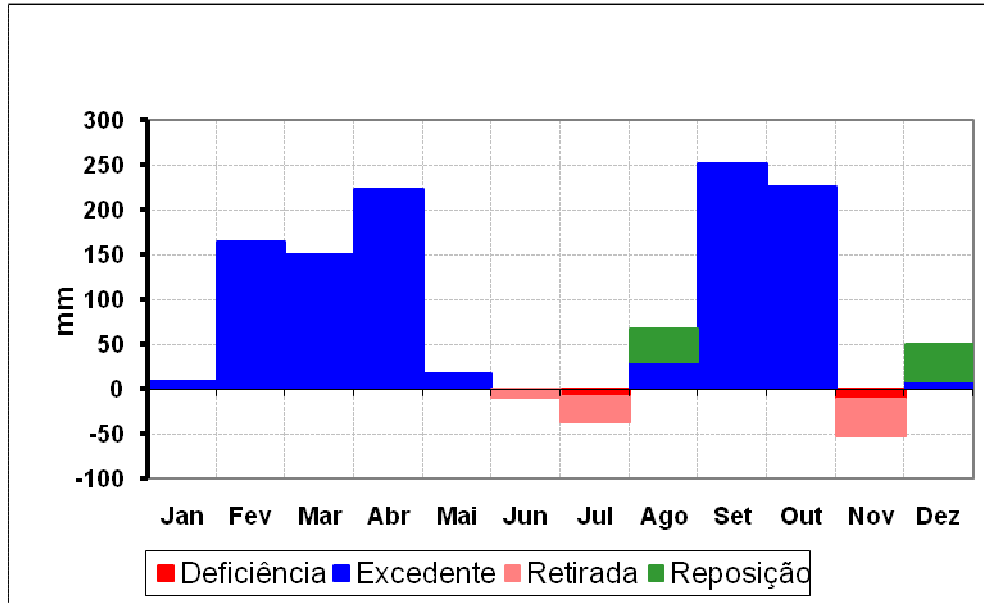
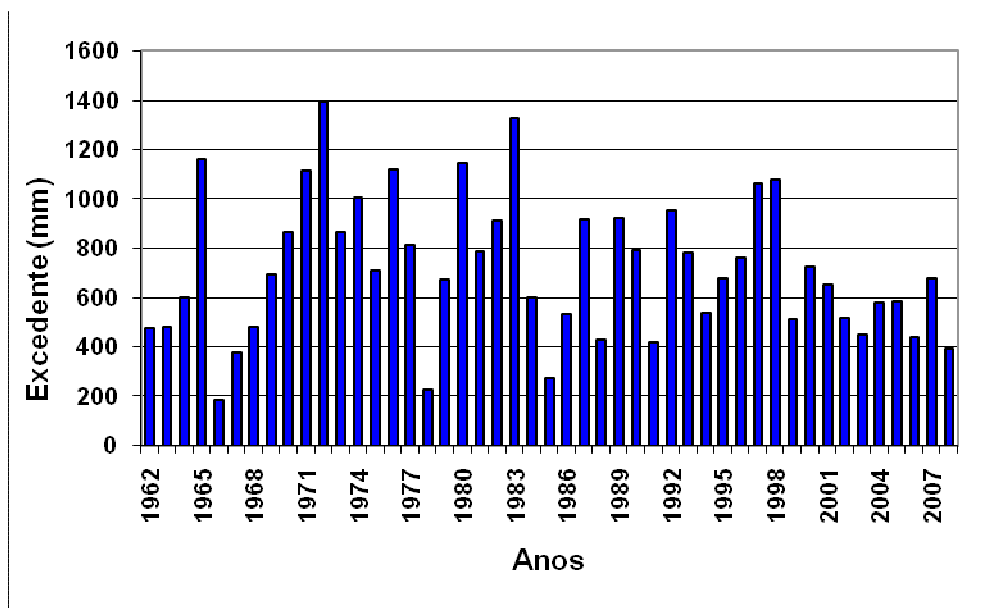


Figura 9: Balanço hídrico do ano de 1983 em Apucarana – PR.

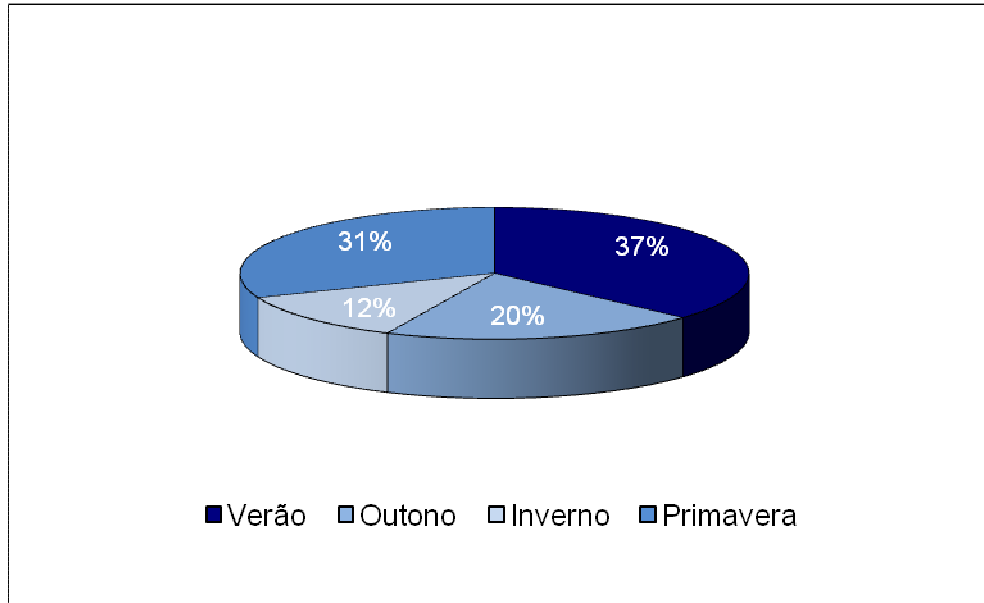


**Figura 10:** Balanço hídrico do ano de 1998 em Apucarana – PR.



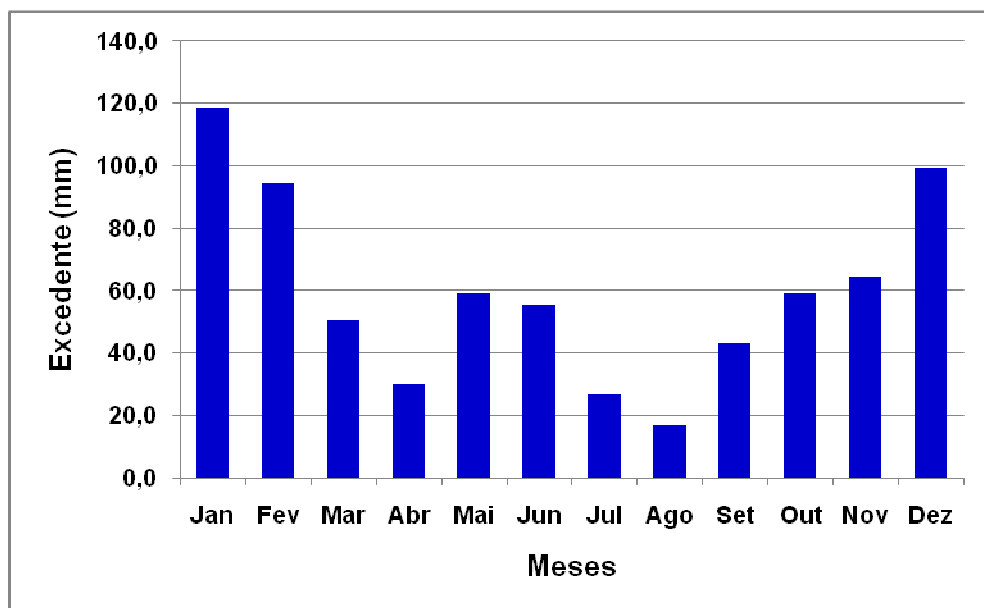
**Figura 11:** Excedente hídrico para toda série histórica de Apucarana - PR.

Analisando a Figura 12 é possível identificar o excedente hídrico sazonal para toda série histórica. Os maiores valores de excedente hídrico são encontrados no verão com 37% do total, 263,5 mm, e os menores valores no inverno correspondendo por apenas 12%, ou seja, 86,3 mm.



**Figura 12:** Porcentagem do excedente hídrico sazonal para toda série histórica de Apucarana - PR.

A Figura 13 mostra que o mês de janeiro é o de maior excedente, seguido dos meses de dezembro e fevereiro respectivamente, já o mês de agosto aparece com o menor excedente hídrico seguido de julho e abril respectivamente. Mostra também o porquê da pequena diferença de porcentagem entre o verão e a primavera já que o segundo e o quarto mês de maior excedente aparecem na primavera já o primeiro e terceiro colocados aparecem no verão.



**Figura 13:** Volume do excedente hídrico mensal para toda série histórica de Apucarana - PR.

Na análise da Tabela 2, observa-se que o ano com maior número de meses com deficiência hídrica é o de 2005. Anos que apresentam 3 e 5 meses de deficiência hídrica são os mais comuns que aparecem na tabela. São 10 anos com 3 meses de deficiência hídrica e também 10 anos com 5 meses de deficiência hídrica, o que já representa quase metade de toda série histórica.

Os anos de 1966, 1985, 2002 e 2005 são os únicos de toda série histórica onde o número de meses com deficiência hídrica foi maior que o número de meses com excedente hídrico, como mostra a Tabela 2. O ano de 1963 também se destaca com 6 meses de deficiência hídrica, sendo que, 3 meses possuem valores de deficiência acima de 45,1 mm e 3 possuem valores de deficiência hídrica entre 10,1 e 45,0 mm.



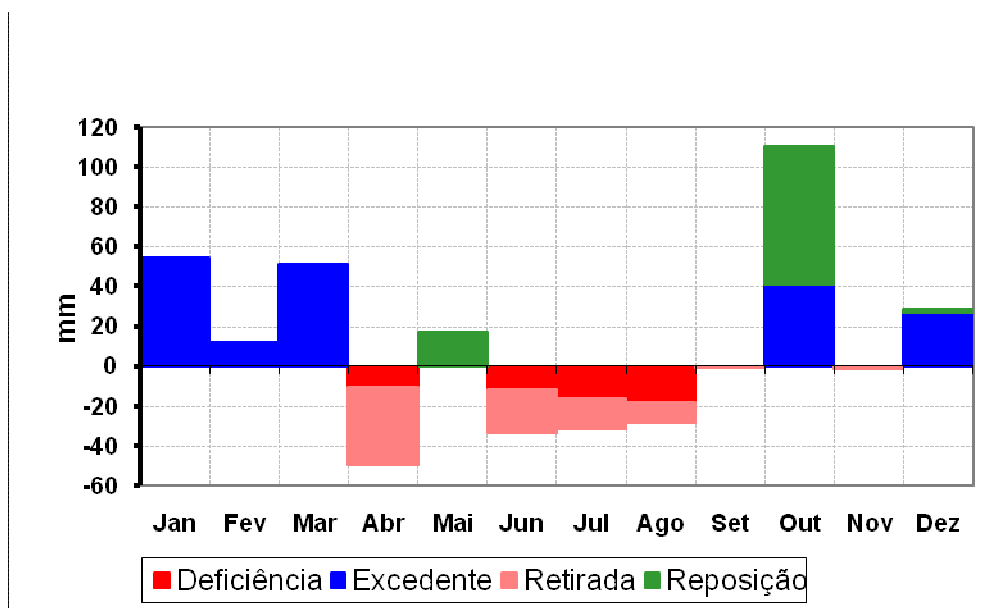


A Figura 14 mostra que o ano de 1966, apesar de ter sido um ano com muita deficiência hídrica, teve seus meses de excedentes concentrados no verão (janeiro, fevereiro e março) e na primavera (outubro e dezembro).

Já o ano de 1985 (Figura 15) pode-se dizer que teve um verão e um outono com o predomínio de excedente hídrico e um inverno e primavera com predomínio da deficiência hídrica.

A Figura 16 mostra que o ano de 2002 teve estação do verão com excedente apenas no mês de janeiro, sendo que, os meses de fevereiro e março tiveram deficiência hídrica, o que caracterizou um verão com o excedente concentrado apenas no mês de janeiro. Os maiores índices de excedente foram em maio e novembro e os maiores índices de deficiência em abril e junho.

Já a Figura 17 mostra que o ano de 2005, apesar do grande predomínio da deficiência hídrica, apresentou excedente acima da média histórica para os meses de janeiro e outubro.



**Figura 14:** Balanço hídrico para o ano de 1966 de Apucarana – PR.

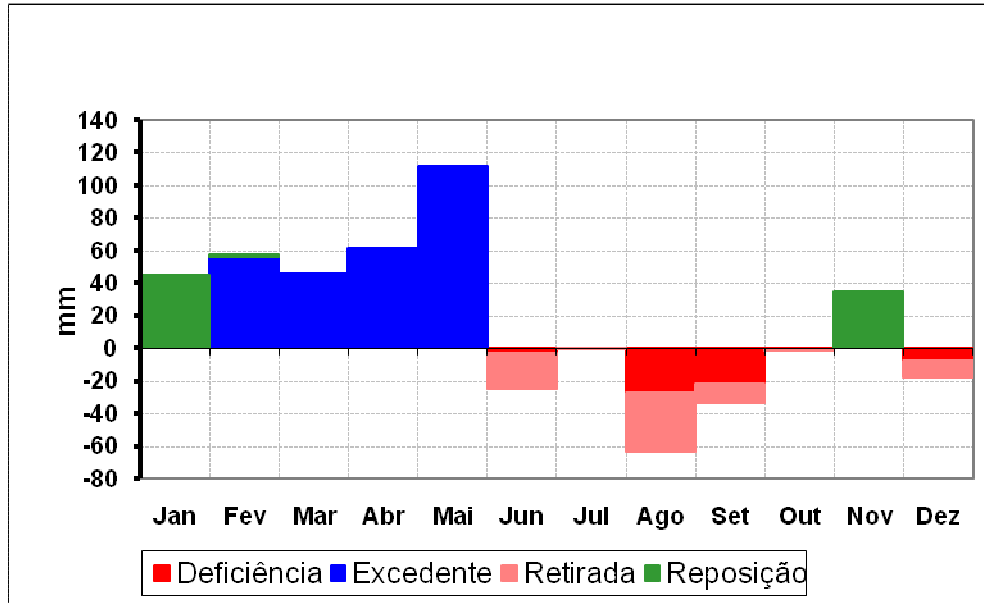


Figura 15: Balanço hídrico para o ano de 1985 de Apucarana – PR.

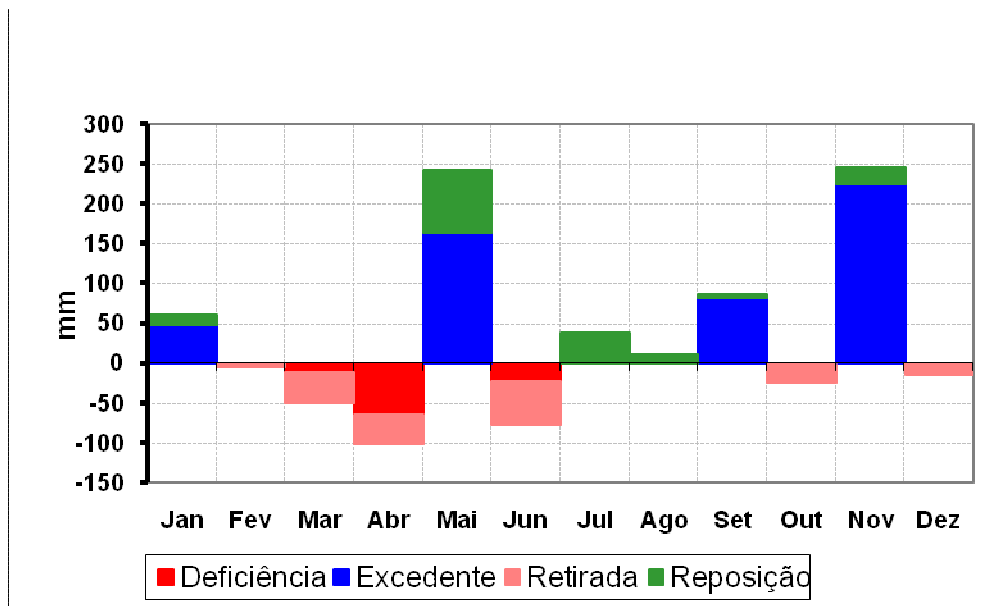
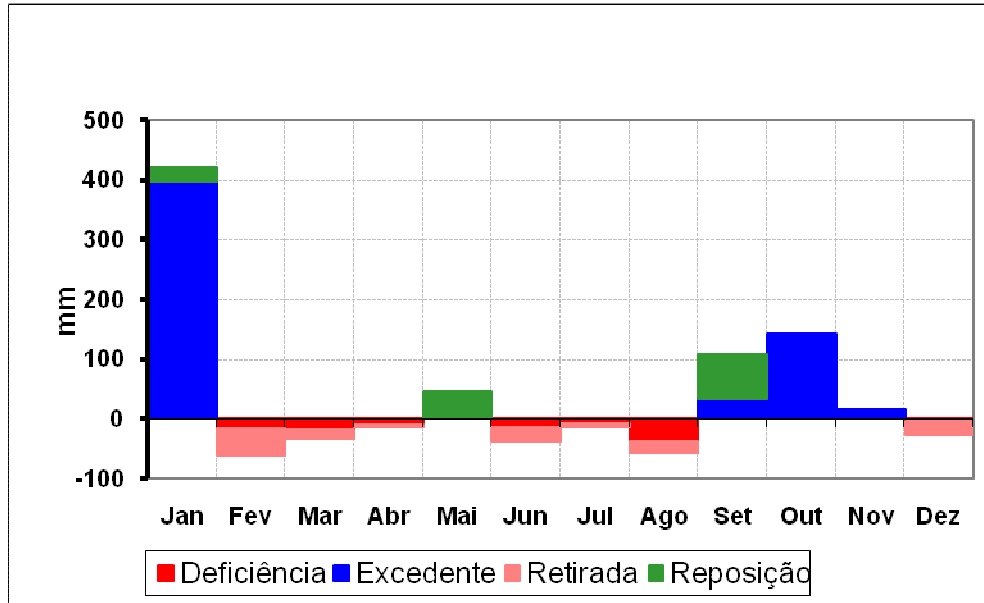


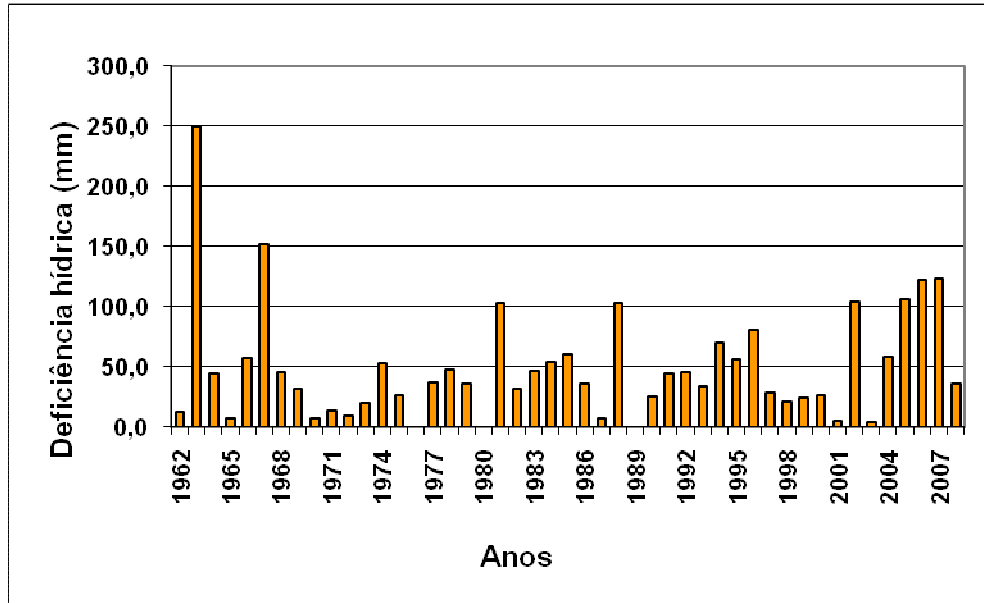
Figura 16: Balanço hídrico para o ano de 2002 de Apucarana – PR.



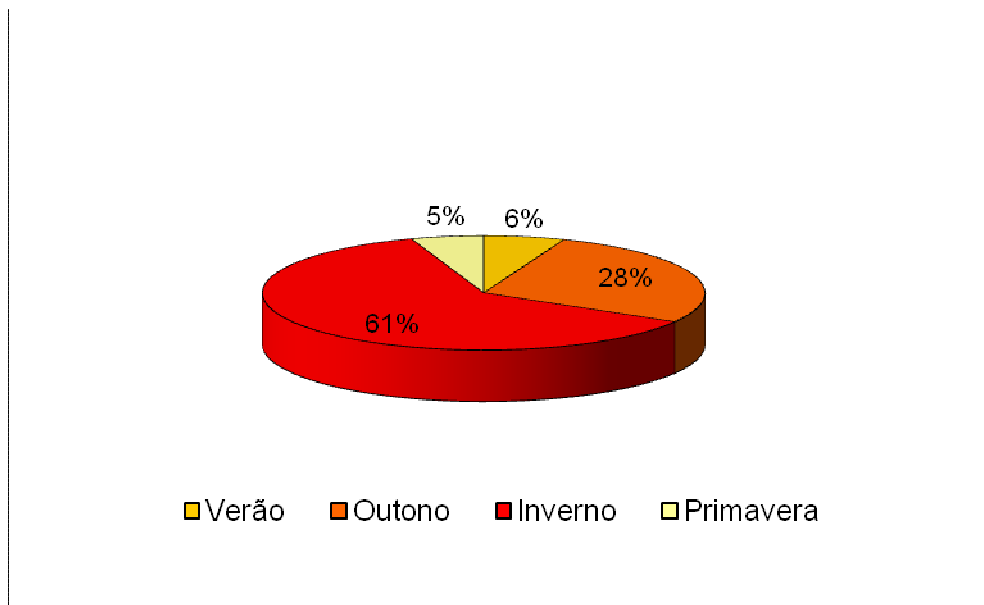
**Figura 17:** Balanço hídrico para o ano de 2005 de Apucarana – PR.

A Figura 18 apresenta a deficiência hídrica para todos os anos da série histórica. Destaque para o ano de 1963 que, apesar de apresentar o mesmo número de meses de excedente e deficiência hídrica, possui um valor total anual de deficiência muito superior aos demais, devendo-se isso, a intensidade da deficiência hídrica sendo que, são 3 meses com deficiência acima de 45,1 mm e 3 com deficiência entre 10,1 e 45 mm.

Diferente do excedente onde a diferença entre os valores do verão e da primavera era pequena, na análise sazonal da deficiência hídrica observa-se que o inverno é soberano com 61% de deficiência hídrica. Primavera, outono e verão aparecem com 28%, 6% e 5% respectivamente como mostra a Figura 19.

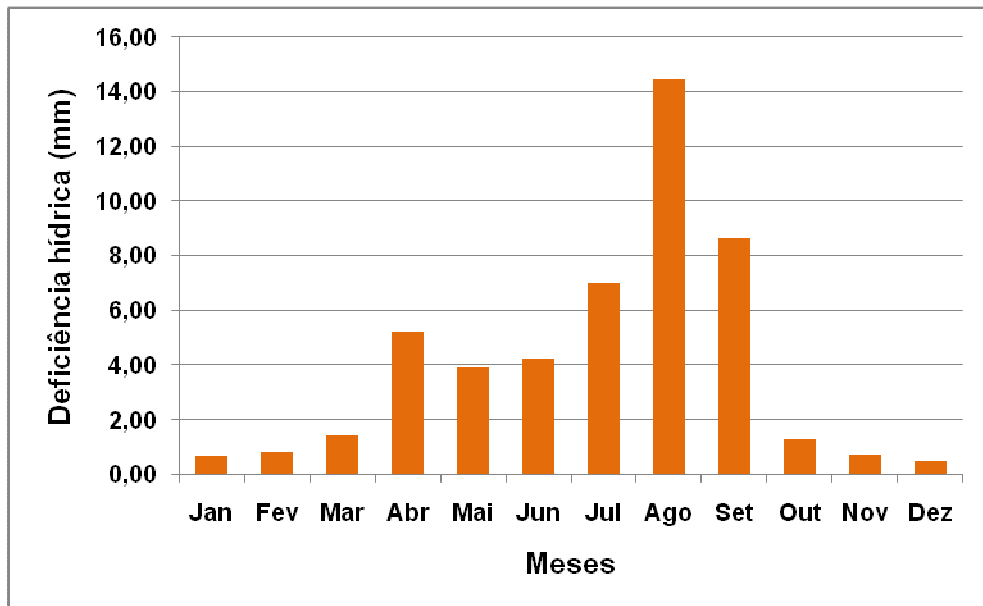


**Figura 18:** Deficiência hídrica anual entre os anos de 1962 e 2008 de Apucarana - PR.



**Figura 19:** Deficiência hídrica sazonal entre os anos de 1962 e 2008 de Apucarana - PR.

Na análise em escala mensal para toda a série histórica, nota-se que o mês de agosto é o que possui maior deficiência hídrica, setembro e julho aparecem respectivamente como segundo e terceiro meses com maior deficiência. Os meses com menores valores de deficiência vão de outubro a março (Figura 20).



**Figura 20:** Deficiência hídrica mensal entre os anos de 1962 e 2008 de Apucarana - PR.

#### 4.3 Classificação climática do município.

De acordo com a classificação de Nimer e Brandão (1985) o município não apresentou clima seco em nenhum ano. Dos 47 anos estudados 35 apresentaram clima úmido, com pouco déficit de água, mesotérmico a megatérmico correspondendo a 75% do total como mostra a Tabela 3.

Em segundo lugar aparece o clima superúmido, com pouco déficit de água, mesotérmico a megatérmico, presente em 8 anos (17%), da série histórica e em terceiro lugar aparece o clima superúmido, com nenhum déficit de água, mesotérmico a megatérmico, presente em 3 anos perfazendo um total de 6%, o que pode ser visto na Tabela 3.

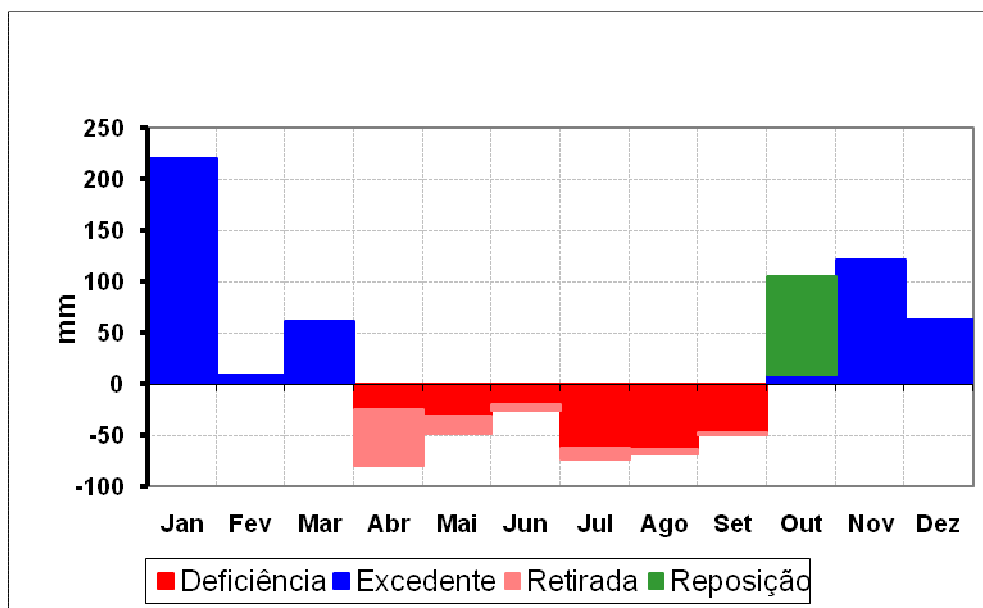
O clima úmido, com moderada deficiência de água no inverno, mesotérmico a megatérmico aparece para apenas um ano, o de 1963.

Os anos de 1966, 1985, 2002 e 2005 foram classificados climaticamente pertencendo a tipologia de clima úmido, com pouco déficit de água, mesotérmico a megatérmico, mostrando que apesar de apresentarem bastante meses com deficiência hídrica os valores da deficiência hídrica não foram elevados.

Os anos de 1972 e 1983, considerados os anos de maior volume de excedente hídrico, foram classificados como superúmidos, com pouco déficit de água, mesotérmico a megatérmico.

Os anos de 1976, 1980 e 1989, que apresentaram 12 meses com excedente, são justamente os únicos três anos classificados como superúmidos, com nenhum déficit de água, mesotérmico a megatérmico.

O ano de 1963 apareceu como um ano em particular para a série histórica analisada, foi o único classificado com clima úmido, com moderada deficiência de água no inverno, mesotérmico a megatérmico. Analisando a Figura 21 é possível observar a nítida separação entre o verão e primavera, com excedente, e outono e inverno com o domínio da deficiência hídrica.



**Figura 21:** Balanço hídrico para o ano de 1963 de Apucarana – PR.

**Tabela 3:** Classificação climática de Nimer e Brandão (1985) e a porcentagem de ocorrência em relação aos anos.

TIPO CLIMÁTICO	ANOS	%
<b>Clima úmido</b> , com pouco déficit de água, mesotérmico a megatérmico	1962, 1964, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1973, 1975, 1977, 1978, 1979, 1981, 1982, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1990, 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 2006, 2007, 2008	75
<b>Clima superúmido</b> , com pouco déficit de água, mesotermico a megatermico	1965, 1971, 1972, 1974, 1983, 1992, 1997, 1998	17
<b>Clima superúmido</b> , com nenhum déficit de água, mesotérmico a megatermico	1976, 1980, 1989,	6
<b>Clima úmido</b> , com moderada deficiência de água no inverno, mesotérmico a megatérmico	1963	2



## 5. Conclusão.

A elaboração do balanço hídrico para o município de Apucarana entre os anos de 1962 e 2008 permitiu a obtenção de algumas informações importantes. Sobre o clima de Apucarana, a classificação geral do clima do município é clima úmido, com pouco déficit de água, mesotérmico a megatérmico.

Em relação ao excedente e deficiência hídrica observa-se que entre esses 47 anos o município apresentou grande excedente hídrico, 94%, e apenas 6% de deficiência, tomando-se como base todo excedente e deficiência da série histórica.

O ano de 1972 apresentou o maior valor de excedente hídrico, 1394 mm, seguido do ano de 1983 com 1327 mm. 1976, 1980 e 1989 apresentaram excedente hídrico em todos os 12 meses, sendo que, dos três anos, o ano de 1980 apresentou maior volume de excedente, 1146 mm. O fato de apresentarem 5 meses com excedente hídrico acima de 125,1 mm coloca os anos de 1972 e 1983 como os detentores de maior volume de excedente.

O ano de 2005 foi o ano com maior número de meses de deficiência hídrica (7 meses), mas foi o ano de 1963 que apresentou maior valor de deficiência hídrica acumulada, 250 mm no total.

O verão foi a estação de maior excedente, 37%, em relação ao total de excedente. O inverno foi a estação de maior deficiência com 61%. Janeiro é o mês com maior excedente hídrico de toda a série histórica e agosto é o mês com maior deficiência hídrica.

A classificação geral do clima para o período estudado é de clima úmido, com pouco déficit de água, mesotérmico a megatérmico. De todo período analisado 36 anos apresentaram clima úmido e 11 anos clima superúmido, portanto o município não apresentou nenhum ano com clima seco. O ano de 1963 foi o único classificado como úmido, com moderada deficiência de água no inverno já que os outros 35 anos entraram todos na classificação de clima úmido, com pouco déficit hídrico.

Os anos de 1965, 1971, 1972, 1974, 1976, 1980, 1983, 1989, 1992, 1997, 1998, foram os considerados superúmidos e os anos de 1976, 1980 e 1989 foram considerados superúmidos, com nenhum déficit de água, comprovando o fato desses anos serem os únicos que tiveram excedente hídrico em todos os meses.

Espera-se que esses resultados sejam úteis para o planejamento do setor agrícola, assim como para o setor urbano, principalmente na prevenção de alguns deslizamentos que podem ocorrer na área urbana onde as declividades são muito acentuadas.

## 6. Referências bibliográficas.

ALFONSI, R. R; *Agrometeorologia e sua importância para uma agricultura racional e sustentável*. In: SANT'ANNA NETO, J.L.; ZAVATINI, J. A. (Org); *Variabilidade e mudanças climáticas. Implicações ambientais e socioeconômicas*. Maringá, 2000.

ANJOS, Isabel B; LERMEN, Vanessa Kelly; NERY, Jonas T, *Rendimento de trigo associado a elementos meteorológicos no Estado do Paraná*. V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Curitiba, 2002.

ANJOS, Isabel B; MARTINS, Maria L. O. F; NERY, Jonas T, *Estudo da precipitação pluviométrica e balanço hídrico em Maringá*. Boletim de Geografia, UEM, Maringá, 2001.

ANJOS, Isabel B; NERY, Jonas T, *Variáveis meteorológicas associadas ao rendimento de grãos no Estado do Paraná*. Maringá, 2005.

AYOADE, J. O; *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. Trad. Maria Juraco Zani dos Santos. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991.

BALDO, Maria C; MARTINS, Maria L. O. F; NERY, Jonas T, *Análise da estrutura da precipitação pluviométrica na região sul do Brasil*. Boletim de Geografia, UEM, Maringá, 2001.

BALDO, Maria C; SILVEIRA, H; FARIAS, C; ZANDONADI, L, *Análise do excedente e da deficiência hídrica para o período de 1977 a 2005 em Campo Mourão – PR*. 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Alto Caparaó, 2008.

BALDO. M. C., NERY, J. T. *Análise da Estrutura e variabilidade Interanual da precipitação Pluviométrica na Região Sul do Brasil*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, 2000.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C; *El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

BIERAS, Adriana Rosa; MENA, Fábio Eduardo Souza; SANTOS, Maria Juraci Zani dos, *Caracterização do comportamento climático dos municípios de Limeira e Bebedouro (SP), para o período de 1982 a 1999*. V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Curitiba, 2002.

BRYNSZTEIN, S.; NERY, J.T; *Estudo da Variabilidade da temperatura mínima de Maringá: máxima entropia*. Revista Unimar, Maringá, 1994.

CAMARGO, A.P. de; *Balanço hídrico, florescimento e necessidade de água para o cafeeiro*. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, Campinas: Fundação Cargill, 1987.

CAMARGO, A.P; PEREIRA, A.R. *Prescrição de rega por modelo climatológico*. Campinas, 1990.

CAMARGO, A.P.; PINTO, H.S.; PEDRO JR., M.J.; et al. *Aptidão climática de culturas agrícolas*. In: São Paulo, Secretaria da Agricultura. *Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1974.

CARAMORI, P. H; *O Clima e a Agricultura*. XIII Semana de Geografia. Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Maringá, 2003.

CUNHA, G.R. *et al; Sistema de zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Brasil*. Rev. Bras. Agrometeorol., Santa Maria, 1998.

CUNHA, A.R; KLOSOWSKI, E.S; GALVANI E; ESCOBEDO J. F; MARTINS D, *Classificação climática para o município de Botucatu, SP, segundo Köppen*. I SINERGIA, FCA/UNESP, Botucatu, 1999.

DAMAS, Tiago, *Expansão Urbana e problemática ambiental – Estudo de caso do Lago Jaboti, Apucarana (PR)*. Revista online – Caminhos da Geografia, acessado em <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>.

DEFFUNE, Glaucia; DELAVALENTINA, Devair J; GALVANI, E; AVANCINI, Marilene, *Classificação climática e índices de aridez para Maringá – PR, de 1976/1992*. Boletim de Geografia, UEM, Maringá, 1994.

DEFFUNE, Glaucia; GALVANI, E, *Determinação do balanço hídrico de Maringá – PR: 1976 – 1992*. Boletim de Geografia, UEM, Maringá, 1994.

DOORENBOS, J.; KASSAM A.H; *Efeito da Água no Rendimento das Culturas*. Campina Grande: UFPB, 2000.

FARIAS, Cristina de; SILVEIRA, Hélio; BALDO, Maria C, *Caracterização do excedente e deficiência hídrica no município de Paranavaí – PR*. 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Alto Caparaó, 2008.

FERREIRA, Cássia de Castro Martins, *Análise de “Fuzzy Clusters” Espaciais para a Classificação de Categorias Climáticas na Bacia do Rio Paraibuna – MG*. V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Curitiba, 2002.

GOLFARI, L; *Esquema de Zoneamento Ecológico para o Brasil*. Belo Horizonte: IBDF, 1974.

GONÇALVEZ, S.L. *et al; Riscos de deficiência hídrica e épocas de semeadura de milho (zea mays L.) na região de Campos Gerais do Paraná*. Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Curitiba, 2002.

IBGE, *Manual Técnico de Pedologia*, 2ª Ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

IPARDES, *Arranjo produtivo local de bonés de Apucarana*. Curitiba, 2006.

KLOSOWSKI, Élcio S; GALVANI E, *Estimativas de evapotranspiração potencial para a região de Maringá: Estudo comparativo entre os métodos do tanque classe "A", Thornthwaite, Camargo e Penman simplificado*. Revista UNIMAR, Maringá, 1997.

MAACK, R. *Geografia Física do Estado do Paraná*. José Olímpio Editora. 2ª Edição. Rio de Janeiro. Curitiba. 1981.

MANOSSO, Fernando César, *O Estudo da paisagem no município de Apucarana – PR: As relações entre a estrutura geoecológica e a organização do espaço*. Tese de mestrado, Maringá, 2005.

MENDES. P. C; *A gênese espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG*. Dissertação (Mestrado em Geografia), Uberlândia, 2001.

MENDES, Paulo Cezar; RIBEIRO, Antônio Giacomini, *A estrutura e gênese das chuvas em Uberlândia – MG*. V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Curitiba, 2002.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. *Fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento – conjunturas sobre o caso brasileiro*. São Paulo: IGEOG-USP, 1981 (Série Climatologia n.º 10).

NERY, Jonas T; BALDO, Maria C; MARTINS, Maria L. O. F, *O comportamento da precipitação na bacia do Itajaí*. Maringá, 2000.

NERY, Jonas T; BALDO, Maria C; KLOSOWSKI, Élcio S, *Aplicação do coeficiente de variação na precipitação pluviométrica no Estado do Paraná*. Revista UNIMAR, Maringá, 1997.

NERY, Jonas T; VARGAS, Mario W; MARTINS, Maria L. O. F, *Variabilidade interanual da precipitação do Rio Grande do Sul*. Revista Brasileira de Meteorologia, Maringá, 1997.

NIMER,E; *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

NIMER, E; BRANDÃO, A.M.P.M; *Balanço hídrico anual a partir de valores normais e tipologia climática*. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 1985.

ORTOLANI, A. A; PINTO, H. Silveira; PEREIRA, A. R; ALFONSI, R. R, *Parâmetros climáticos e a cafeicultura*. Ministério da indústria e do comércio, Instituto Brasileiro do Café, São Paulo, 1970.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; MELLO, M.H.A.; PEZZOPANE, J.E.M; *Caracterização agroclimática da microbacia: Alto Curso do Ribeirão São Domingos (Pindorama)*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1994.

PEREIRA, Antonio Roberto, *Simplificando o Balanço Hídrico de Thorthwaite-Mather*. Bragantia: Revista de ciências agrônômicas, Campinas, 2005.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. *A climatologia geográfica e a organização do espaço agrário*. In: *Boletim de geografia teórica*. Rio Claro, 1993.

ROSEGHINI, Wilson Flávio F; NERY, Jonas T; MARTINS, Maria L. O. F, *Caracterização da precipitação na região noroeste do Estado do Paraná*. Boletim de Geografia, UEM, Maringá, 2001.

SANTOS, Enio Rodovalho dos; RIBEIRO, Antônio Giacomini, *Clima e Agricultura no Município de Coromandel – MG*. V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Curitiba, 2002.

SANTOS, Maria J. Z. dos. *Mudanças climáticas e o planejamento agrícola*. In: SANT'ANNA NETO, J.L.; Zavatini, J. A; *Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas*. Maringá, 2000.

SECRETARIA DO ESTADO DA AGRICULTURA; INSTITUTO DE TERRAS E CARTOGRAFIA E FLORESTAS, *Atlas do Estado do Paraná*. Curitiba, 1987.

SENTELHAS, P.C. *et al*; *Balanços hídricos climatológicos do Brasil*. Piracicaba, 1999.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; MARIN, F. R.; ANGELOCCI, L. R.; ALFONSI, R. R.; CARAMORI, P. H.; SWART, S., *Bhbrasil – Balanços Hídricos Climatológicos de 500 localidades brasileiras*. Em Valeriano e Picini, 2003.

SILVA, Emerson Malvina da; RIBEIRO, Antônio Giacomini, *Análise Climática do Município de Uberlândia – MG (1981 - 2001)*. V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Curitiba, 2002.

SILVEIRA, Hélio, *Características e aplicações das classificações climáticas mais utilizadas no Brasil*. Maringá, 2008.

SOUZA, Patrícia de; NERY, Jonas T., *Análise da variabilidade anual e interanual da precipitação pluviométrica da região de Manuel Ribas, Estado do Paraná*. Maringá, 2002.

THORNTHWAITE, C. W; 1944. *Report of the committee on transpiration and evaporation*. Transaction of the American Geophysical Union.

THORNTHWAITE, C.W; MATHER, J.R; *The water balance climatology*. Centeton, 1955.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS. *Guia para Elaboração de Trabalhos Acadêmico*. (artigo, dissertação, projeto, trabalho de conclusão de curso e tese), São Leopoldo, 2009.

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

Consultas pela Internet:

[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)