

# ANÁLISE DO EVENTO DE ESTIAGEM OCORRIDO NA BACIA DO RIO IGUAÇU NO DECORRER DO ANO DE 2006

*Giancarlo Castanharo<sup>1</sup> & Martha Regina von Borstel Sugai<sup>2</sup>*

**RESUMO** --- Este artigo apresenta uma análise do evento de estiagem observado na bacia hidrográfica do rio Iguaçu em meados do ano de 2006. Esta análise foi baseada na investigação de séries fluviométricas e pluviométricas disponíveis em estações hidrológicas localizadas nessa bacia. Os dados observados durante este evento foram comparados aos dados registrados em eventos semelhantes ocorridos nessa bacia no século XX.

**ABSTRACT** --- This paper presents an analysis of the drought observed in the Iguaçu catchment in the middle of the year of 2006. The analysis is based on the available data of fluviometric and rainfall stations located at this basin. The corresponding data of this event was compared with data registered in other similar events which happened in the basin in the 20th century.

**Palavras-chave:** Estiagem, rio Iguaçu, Vazões Mínimas.

---

1) Engenheiro de Recursos Hídricos da Companhia Paranaense de Energia – COPEL. Departamento de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Rua José Izidoro Biazetto, 158, Bloco A – Curitiba - PR – CEP 81200-240. E-mail: [giancarlo.castanharo@copel.com](mailto:giancarlo.castanharo@copel.com) Fone: (41) 3331-4790  
2) Consultora de Recursos Hídricos da Companhia Paranaense de Energia – COPEL. Departamento de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Rua José Izidoro Biazetto, 158, Bloco A – Curitiba - PR – CEP 81200-240. E-mail: [martha.sugai@copel.com](mailto:martha.sugai@copel.com) Fone: (41) 3331-4521

## 1 - INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é fornecer uma análise sucinta sobre o evento de estiagem ocorrido na bacia hidrográfica do rio Iguaçu, no decorrer do ano de 2006. Os efeitos deste evento foram danosos em diversos setores, desde o abastecimento de água para as cidades, agricultura e pecuária, turismo, e geração de energia por fontes hidráulicas. A duração e a severidade desse evento foram de tal magnitude que surgiram especulações, nos meios de comunicação, de que se tratava do pior evento do gênero já ocorrido.

Este estudo está baseado na análise e comparação de séries pluviométricas e fluviométricas de estações hidrológicas localizadas na bacia. Este conjunto de estações selecionadas foi extraído de um número maior de estações, das quais muitas apresentaram problemas de consistência de dados, imprecisões no ramo inferior das curvas-chaves, ou mesmo de longos períodos de falhas de observação. Estes problemas eliminaram da análise a maior parte das estações disponíveis na bacia.

Os resultados apresentados comparam este evento de estiagem aos demais eventos do gênero observados na bacia hidrográfica em questão, durante os períodos de observação existentes no século XX. Antes desses resultados, este artigo traz uma breve descrição da bacia hidrográfica do rio Iguaçu, e do evento de estiagem do ano de 2006.

## 2 – A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IGUAÇU

O rio Iguaçu é um dos principais afluentes do curso médio do rio Paraná. Desde suas nascentes, próximas a cidade de Curitiba, até sua foz, no rio Paraná, drena uma bacia de 67.483km<sup>2</sup>. O Iguaçu é o principal rio do Estado do Paraná e corre essencialmente na direção leste-oeste (vide figura 1), a partir de suas nascentes nas proximidades de Curitiba, na frente ocidental da Serra do Mar, até sua foz, percorrendo cerca de 1.100 km e vencendo um desnível de mais de 800 m. A bacia situa-se aproximadamente entre as latitudes Sul 24°57' e 26°51' e as longitudes Oeste 48°57' e 54°36'.

A bacia do rio Iguaçu se alonga por cerca de 550 km, com uma largura razoavelmente uniforme da ordem de 120 km, podendo atingir até 150 km. A topografia e a geologia na bacia do rio Iguaçu cortam três das cinco regiões morfológico-geográficas do Estado do Paraná. As regiões excluídas são a Serra do Mar e o litoral. As três regiões atravessadas de leste a oeste são os planaltos de Curitiba, de Ponta Grossa e o de Guarapuava, também chamados respectivamente de Primeiro, Segundo e Terceiro Planalto Paranaense, com altitude variando de 900 a 200 m respectivamente. Tanto a topografia como os rios, nas três regiões cortadas pela bacia, revelam características distintas. A jusante de União da Vitória, onde inicia a região do planalto de Guarapuava, as características do rio e da bacia mudam completamente, sendo o leito caracterizado

por um vale profundo e encaixado. A figura 2 apresenta a hipsometria da bacia do rio Iguazu.



Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Iguazu  
Fonte: Castanharo (2005).

Dos inúmeros afluentes da margem direita do rio Iguazu, sobressaem-se os rios Potinga, Claro, Areia, Jordão, Cavernoso, Guarani e Andrade. Pela margem esquerda, são destaques os rios Passa Dois, Negro, Timbó, Jangada, Iratim, Chopim, Cotejipe, Capanema e Santo Antonio. O afluente ao Iguazu, com maior área de drenagem é o rio Negro, com cerca de 240 km de extensão, cujas nascentes se encontram no morro Redondo da serra Araçatuba na Serra do Mar, a aproximadamente 1.400 m de altitude.

Essa bacia hidrográfica tem uma importância econômica relevante para o Estado do Paraná. No curso principal do rio Iguazu estão instaladas cinco grandes usinas hidrelétricas, conforme perfil apresentado na figura 3. Estes aproveitamentos hidrelétricos apresentam potência total instalada de 6674 MW, e a soma dos volumes úteis, de seus respectivos reservatórios, equivalem a 65,2 % da capacidade de armazenamento dos reservatórios do sub-sistema Sul, do SIN (Sistema Interligado Nacional).

Além da importância dessa bacia para a geração de energia elétrica, diversos municípios dependem de captações superficiais para o abastecimento de água urbano e rural. Neste caso inclui-se toda a Região Metropolitana de Curitiba, na qual aproximadamente 2.500.000 de habitantes e toda atividade industrial, dependem basicamente de mananciais superficiais localizados na região das nascentes do rio Iguazu, no extremo leste da bacia.

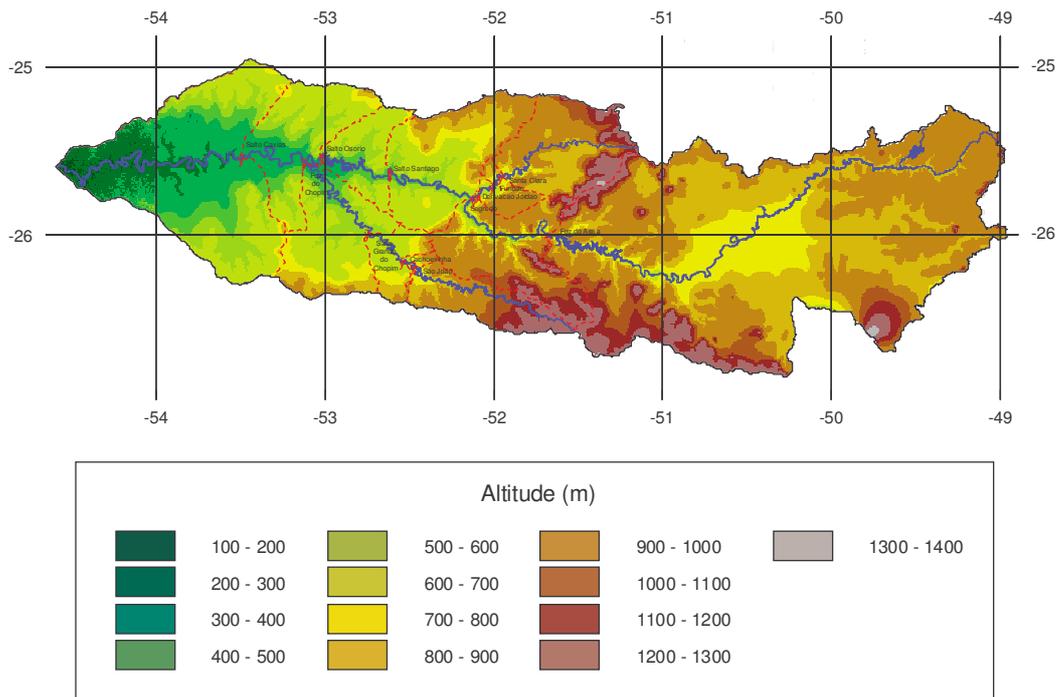


Figura 2 – Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Iguazu  
Fonte: Castanharo (2005).

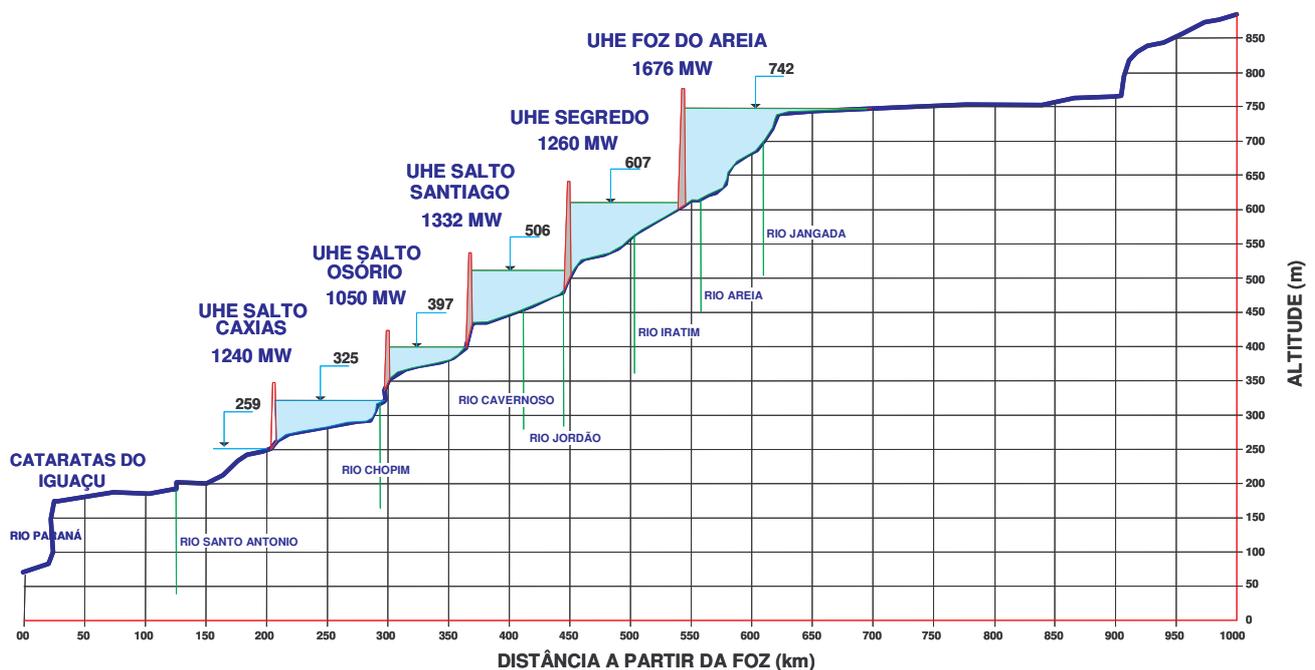


Figura 3 – Aproveitamentos hidrelétricos instalados no curso principal do rio Iguazu

No outro extremo da bacia, próximo da foz no rio Paraná, estão localizadas as Cataratas do Iguazu, dentro do Parque Nacional do Iguazu. Este monumento natural é o ponto turístico mais visitado do Estado do Paraná, e tem uma importante influência econômica na cidade de Foz do Iguazu, impulsionando o setor de turismo daquela região. Somente no lado brasileiro, o número de

turistas neste parque superou a marca de 1.000.000 de visitantes no ano de 2005, segundo dados do IBAMA (2007).

### 3 – DESCRIÇÃO DO EVENTO DE ESTIAGEM DE 2006

Os efeitos da estiagem ocorrida na bacia do rio Iguaçu começaram a serem notados, com mais intensidade, em meados dos meses de março e abril de 2006, devido à redução dos totais de precipitação mensal, e da rápida recessão das vazões nos rios dessa bacia. A figura 4 apresenta seis mapas de anomalias de precipitação respectivamente para os meses de: março, abril, maio, junho, julho e agosto de 2006. Nessa figura pode-se notar a sucessiva diminuição de precipitação, no estado do Paraná, apresentando anomalias de aproximadamente 100 mm mensais, ou superiores a este valor, de abril a julho de 2006.

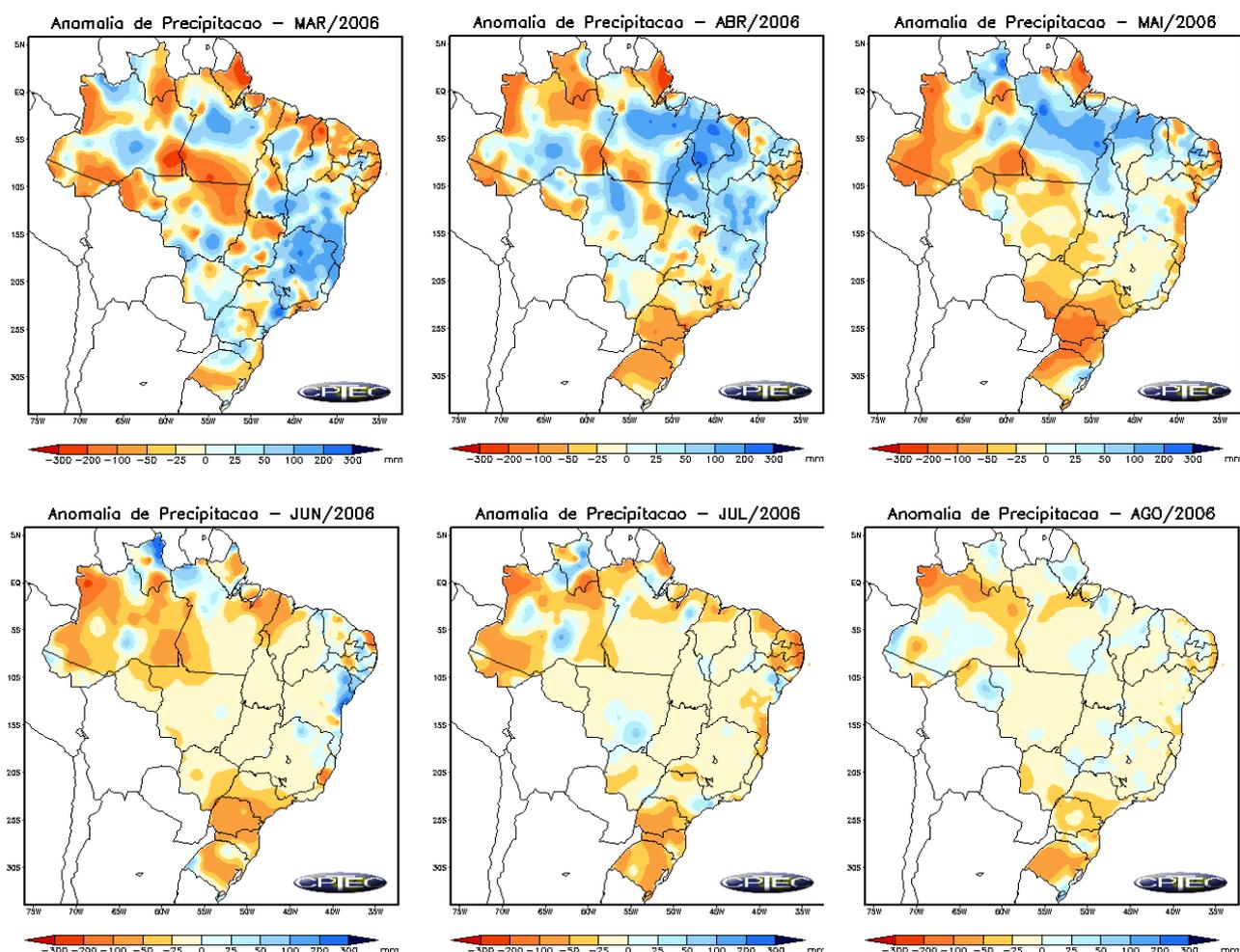


Figura 4 – Anomalias mensais de precipitação no período de março a agosto de 2006  
Fonte: CPTEC (2007).

As imagens apresentadas nas figuras 5.a e 5.b são tomadas aéreas do trecho do rio Iguaçu denominado “Corredeiras de Porto Vitória”, localizado na área urbana do município de Porto Vitória (PR), numa seção cuja área de drenagem é de 24.900 km<sup>2</sup>. Estas corredeiras marcam a

transição de um trecho de baixa declividade, que se desenvolve por dezenas de quilômetros a montante, desde Porto Amazonas, para um trecho de alta declividade, que se desenvolve deste ponto, até as cataratas do Iguaçu. As imagens 5.c e 5.d apresentam o trecho inicial do reservatório de Foz do Areia, com considerável deplecionamento. O volume útil neste reservatório no final do mês de julho de 2006 atingiu 22,33 %. Neste mesmo período, a energia armazenada nos reservatório de acumulação do sub-sistema Sul, do SIN (Sistema Interligado Nacional), atingiu o valor mínimo de 29,77 %, segundo o ONS (2007).

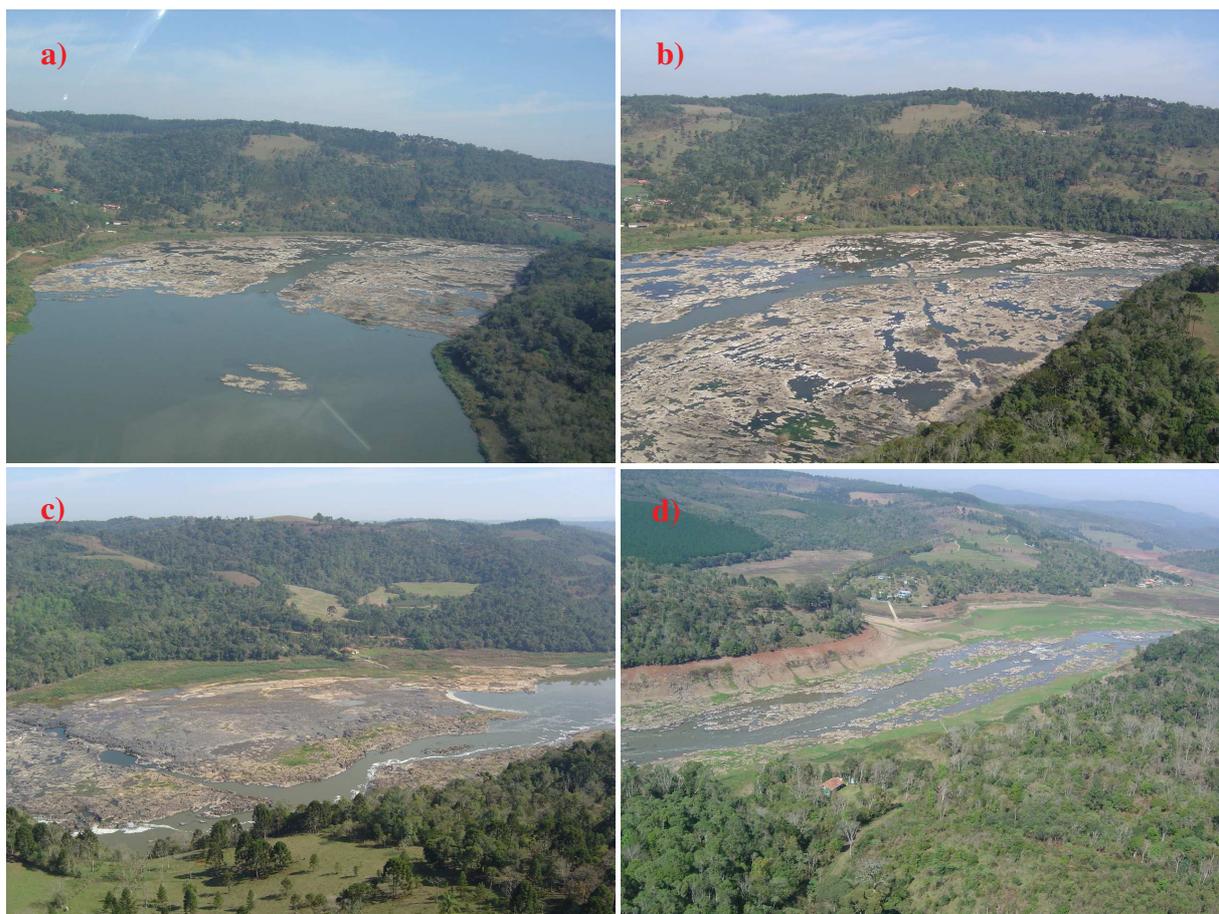


Figura 5 – Imagens aéreas das corredeiras de Porto Vitória e do início do reservatório de Foz do Areia – Ad = 24.900 km<sup>2</sup>

Na figura 6 apresentam-se imagens aéreas do rio Iguaçu na região do município de Capanema (PR), cuja área de drenagem da bacia, nestes locais, é da ordem de 60.000 km<sup>2</sup>. Pode-se observar nestas imagens a exposição do leito rochoso do rio e o isolamento de trechos do rio em lagoas. É importante salientar que em situação normais a superfície livre do escoamento ocupa toda a largura da calha natural do rio nestes trechos.

A redução de vazões ocorridas no leito principal do rio Iguaçu, e também em seus afluentes, foi de tal magnitude que diversas notícias “alarmantes” circularam na imprensa local, algumas afirmando que este evento de estiagem era o mais severo ocorrido na bacia. Os efeitos foram

sentidos nos setores de agropecuária do Estado, e também no abastecimento de água de cidades e localidades interiores no Estado. Segundo PARANÁ (2006), a diminuição da produção de grãos em todo o estado do Paraná, devido às adversidades climáticas registradas no decorrer de 2006, foi de 5,22 milhões de toneladas, o que equivale a uma diminuição de 18 % na estimativa inicial da safra 2005/2006. O prejuízo neste setor, avaliado com o preço médio dos grãos em julho de 2006, foi de R\$ 1,86 bilhões para a área agrícola de todo o estado do Paraná.

A geração de energia nos aproveitamentos hidrelétricos localizados no rio Iguaçu reduziu-se significativamente, de modo que o racionamento de energia no sub-sistema Sul do SIN só foi evitado com a maximização do intercâmbio de energia entre o esse sub-sistema, e o sub-sistema Sudeste/Centro-Oeste. Alguns municípios do interior de estado, que possuem áreas inundadas pelos aproveitamentos hidrelétricos, e apresentam pequena receita, foram prejudicados pela redução dos repasses da compensação financeira, devido à diminuição da energia gerada nesses aproveitamentos.

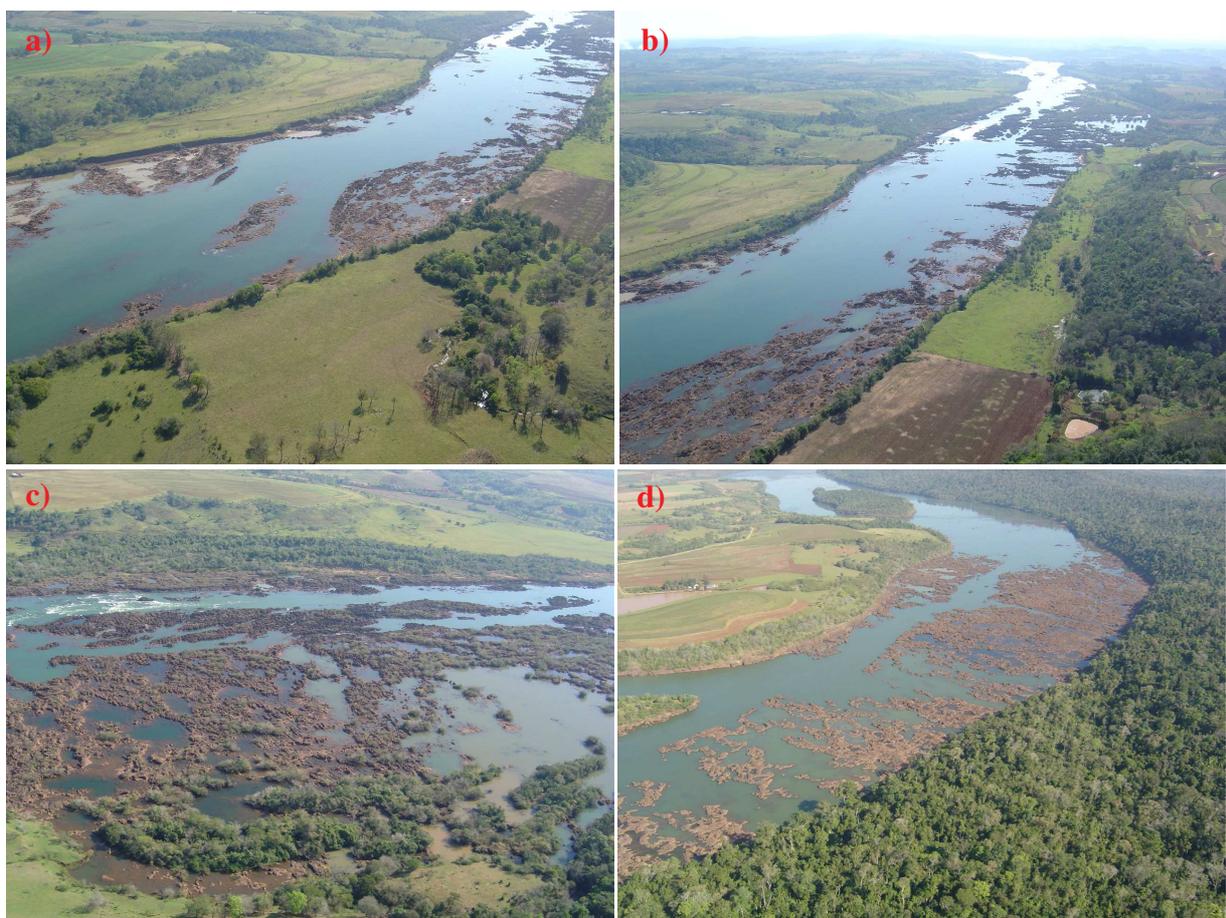


Figura 6 – Imagens aéreas de um trecho no “Baixo Iguaçu” – Ad  $\approx$  60.000 km<sup>2</sup>

A diminuição das vazões nas “Cataratas do Iguaçu” provocou uma redução do número de visitantes no Parque Nacional do Iguaçu de 12,01% em relação ao número de visitantes do ano de 2005, segundo IBAMA (2007). As imagens apresentadas na figura 7 mostram o panorama das

“Cataratas do Iguazu” nos meses de julho e agosto de 2006. A vazão natural neste local atingiu um valor mínimo de  $192 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 14/08/2006. A vazão média calculada para este local é de  $1.666 \text{ m}^3/\text{s}$ , segundo dados da estação 65993000, no período de 1942 a 2001.



Figura 7 – Imagens aéreas das “Cataratas do Iguazu” – Ad =  $66.934 \text{ km}^2$

#### 4 – ANÁLISE DO EVENTO DE ESTIAGEM

O evento de estiagem ocorrido na bacia hidrográfica do rio Iguazu foi analisado através de séries fluviométricas e pluviométricas de postos hidrológicos localizados nesta bacia, conforme ilustração da figura 8. Inicialmente foi realizada uma pesquisa que identificou um maior número, tanto de estações fluviométricas, quanto de estações pluviométricas, que possuem longas séries de dados, superiores a 40 anos. Entretanto a maioria destas estações apresenta períodos significativos de falhas, e no caso de estações fluviométricas, as estações que possuem inconsistências nos dados de vazões mínimas, dificultaram a análise destes dados. Isto se deve a divergências na definição do ramo inferior das relações de descarga, provavelmente devido à falta, ou ao pequeno número, de medições de descarga em cotas baixas, ou ainda a imprecisões nos procedimentos de extrapolação inferior destas relações de descarga. Estes motivos, somados a regularização de vazões dos reservatórios localizados no curso principal do Iguazu, desclassificaram desta análise estações fluviométricas que possuíam longas séries de dados hidrológicos. De um número aproximado de 20

estações fluviométricas, foram selecionadas apenas três estações:

- União da Vitória Código 65310000 Ad = 24.200 km<sup>2</sup> rio Iguazu;
- Santa Clara Código 65825000 Ad = 3.913 km<sup>2</sup> rio Jordão;
- Águas do Verê Código 65960000 Ad = 6.696 km<sup>2</sup> rio Chopim.

A seção da estação de União da Vitória apresenta uma vazão média de 475 m<sup>3</sup>/s para o período de 1931 a 2001, o que equivale a uma vazão específica média de longo termo de 19,6 l/s/km<sup>2</sup>. A estação de Santa Clara, no rio Jordão, foi instalada em 1949, e até o ano de 2001, a vazão média de longo termo foi de 108 m<sup>3</sup>/s, o que equivale a uma vazão específica de 27,6 l/s/km<sup>2</sup>. A estação de Águas do Verê, instalada próxima à foz do rio Chopim, possui uma vazão média de 202 m<sup>3</sup>/s, calculada para o período 1956 a 2001, que corresponde a 30,1 l/s/km<sup>2</sup>. O crescente aumento da vazão específica, de leste a oeste, explica-se pelo aumento, neste mesmo sentido, dos totais médios anuais de precipitação, que variam ao longo da bacia do Iguazu de 1.400 a 2.000 mm (Intertechne et al, 1994).

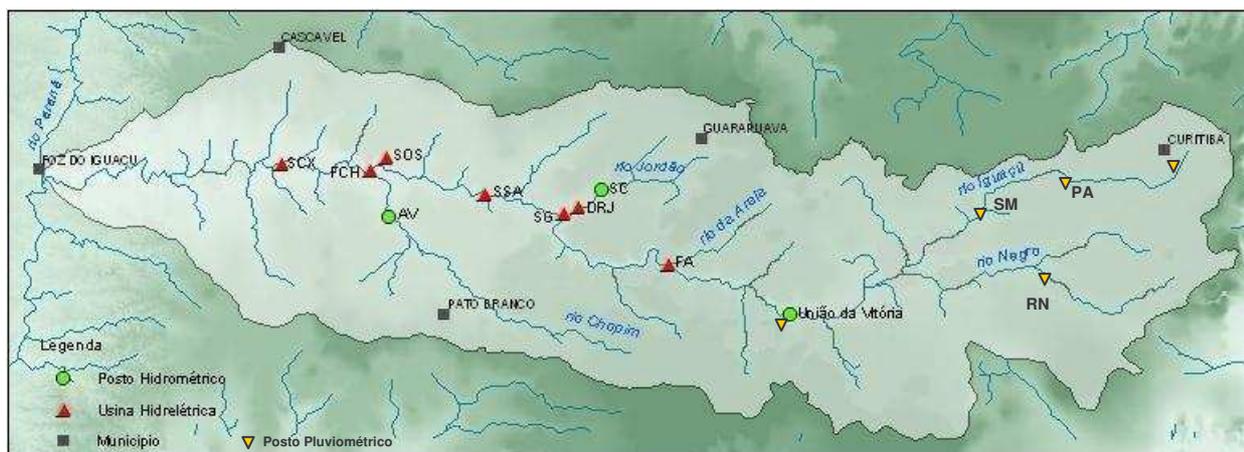


Figura 8– Localização das estações fluviométricas e pluviométricas  
Fonte: COPEL (2006).

Além das séries fluviométricas foram analisados os dados das estações pluviométricas de Curitiba, São Mateus do Sul, Porto Amazonas, Rio Negro e União da Vitória.

#### 4.1 – Análise de séries fluviométricas

As séries fluviométricas foram analisadas através da comparação de hidrogramas, realizada através da aplicação de um critério que iguala o tempo inicial de cada estiagem, no instante em que as vazões reduzem abaixo do valor de 30 % da MLT. Para cada evento comparado, foram determinadas as mínimas médias móveis de 7, 15, 21, 30, 60, 90, 120 e 180 dias de duração. Para cada uma destas médias móveis foi estimado um tempo de recorrência fazendo-se uso da

distribuição de probabilidade de Galton (Log-Normal a 3 parâmetros) descrita em KRÜGER & KAVISKI (1994).

#### 4.1.1 Análise dos dados da estação de União da Vitória - 65310000

A estação fluviométrica de União da Vitória está localizada na transição do “Alto Iguazu” para o “Médio Iguazu”, com área de drenagem de 24.200 km<sup>2</sup>, equivalente a 36,1 % da área total da bacia do Iguazu. Esta estação fluviométrica é a penúltima estação localizada no curso principal do rio Iguazu, que não sofre influência da regularização de vazões das usinas hidrelétricas existentes. Estes motivos, somados a existência de uma série ininterrupta de observações diárias desde 1931, com excelente qualidade, torna esta estação fluviométrica uma referência indispensável para conclusões sobre o regime hidrológico da bacia.

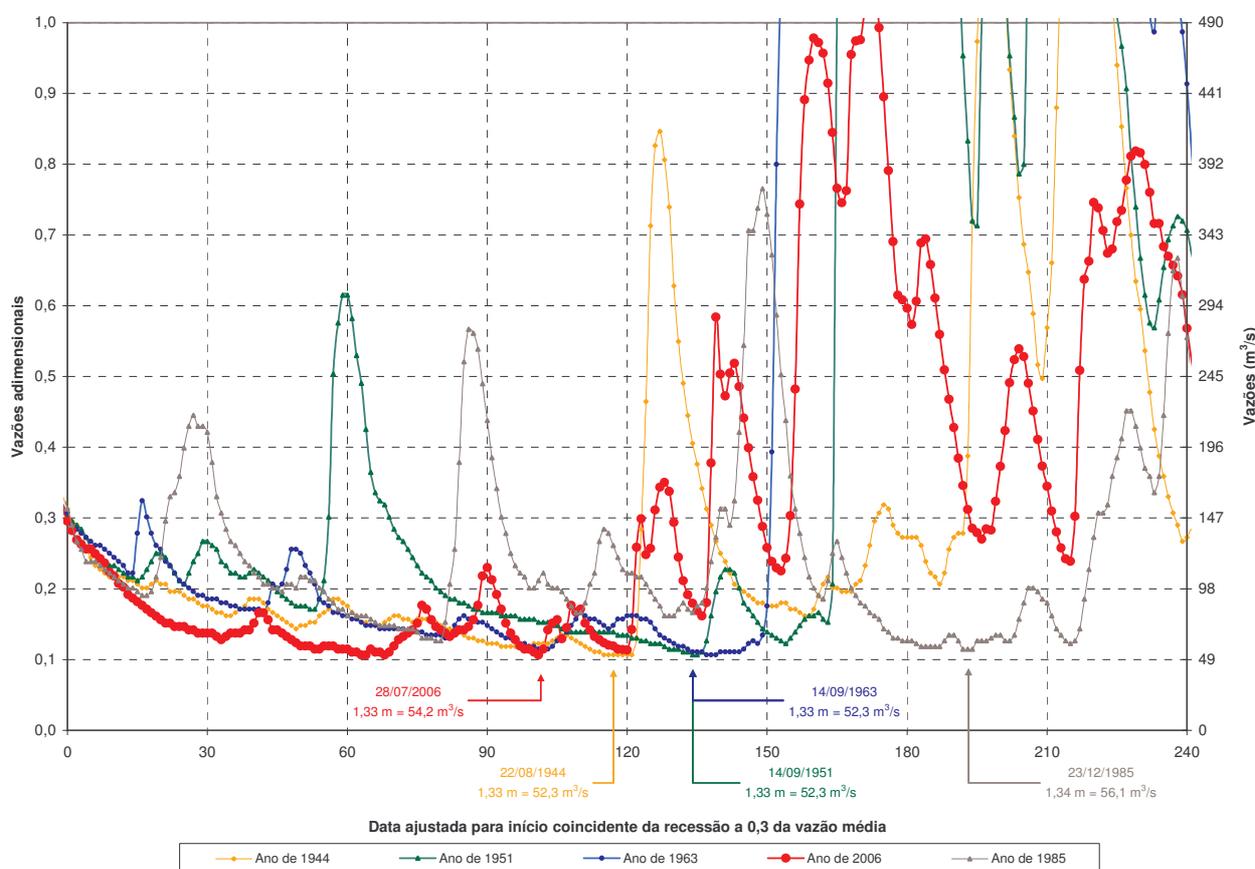


Figura 9 – Hidrogramas em União da Vitória nos anos mais secos do período 1931-2006

No gráfico da figura 9 pode-se observar o comportamento dos eventos de estiagem dos anos de 1944, 1951, 1963, 1985 e 2006, considerados os eventos mais severos neste local no período 1931-2006. Na tabela 1 apresentam-se as mínimas médias móveis observadas nesses eventos de estiagens citados. Nota-se que em 2006 observou-se à mínima vazão de 21 dias de duração. Entretanto as demais mínimas médias móveis foram observadas no decorrer dos eventos de estiagem dos anos de 1944 e 1963. A diferença da magnitude das mínimas médias móveis para

esses três eventos citados anteriormente é pequena, de forma que estas três estiagens podem ser ditas semelhantes nesta seção do rio. O tempo de retorno avaliado para esta estiagem varia de 15 a 100 anos, em função da duração da média móvel considerado. Na tabela 1 observa-se que baixos valores de vazões de 7 a 30 dias de duração ocorrem com mais freqüência do que valores baixos com duração de 60, 90 ou 120 dias. Neste caso os tempos de retorno para as médias móveis de 90 e 120 dias de duração são de aproximadamente 100 anos. No caso das vazões de 180 dias de duração, nota-se uma diminuição do tempo de retorno avaliado.

Tabela 1– Mínimas médias móveis observadas na estação de União da Vitória

Mínimas médias móveis de "t" dias de duração (m <sup>3</sup> /s) - União da Vitória - 1931/2006								
Atualização de médias móveis em 15/05/2007 - Área de drenagem = 24.200 km <sup>2</sup>								
Ano \ Duração	min Q <sub>7</sub>	min Q <sub>15</sub>	min Q <sub>21</sub>	min Q <sub>30</sub>	min Q <sub>60</sub>	min Q <sub>90</sub>	min Q <sub>120</sub>	min Q <sub>180</sub>
1944	52,3	55,9	57,7	57,9	64,6	70,3	78,0	101,2
1951	54,2	57,3	59,7	62,2	70,6	76,2	96,5	108,0
1963	53,4	54,6	56,5	61,8	64,8	67,0	73,8	130,8
1985	58,9	59,9	60,6	62,9	107,6	107,0	115,9	118,5
2006	53,6	55,0	56,0	58,8	64,8	67,4	73,4	122,7
mínima	52,3	54,6	56,0	57,9	64,6	67,0	73,4	101,2
Ano da mínima	1944	1963 / 2006*	1963 / 2006*	1944 / 2006*	1944 / 2006*	1963 / 2006*	2006	1944
TR <sub>2006</sub> (anos)**	15	22	27	30	53	101	100	19

\* Nota: em alguns casos a 2ª menor vazão é muito próxima da mínima.  
 \*\* Tempo de Retorno avaliado pela distribuição de probabilidade de Galton (Log-Normal a 3 parâmetros) para estiagem de 2006.

#### 4.1.2 Análise dos dados da estação de Santa Clara - 65825000

A estação fluviométrica de Santa Clara foi instalada no rio Jordão, em 1949, numa seção atualmente localizada 500 metros a jusante da barragem da UHE Santa Clara, cuja área de drenagem é de 3.913 Km<sup>2</sup>. A série utilizada para análise estatística foi considerada no período de 1949 a abril de 2005, data que antecede o enchimento deste reservatório. A série de vazões diárias do evento de estiagem de 2006 foi obtida através de reconstituição das vazões afluentes, por balanço hídrico, no reservatório de Santa Clara.

No gráfico da figura 10 apresentam-se os hidrogramas observados nos eventos de estiagem mais severos do período 1949 a 2006. Pode-se constatar pela análise visual dos hidrogramas que os eventos de 1963, 1978 e 2006 são os mais severos ocorridos neste local. Esta conclusão é reforçada pela análise das mínimas médias móveis de cada evento, cujos valores estão apresentados na tabela 2.

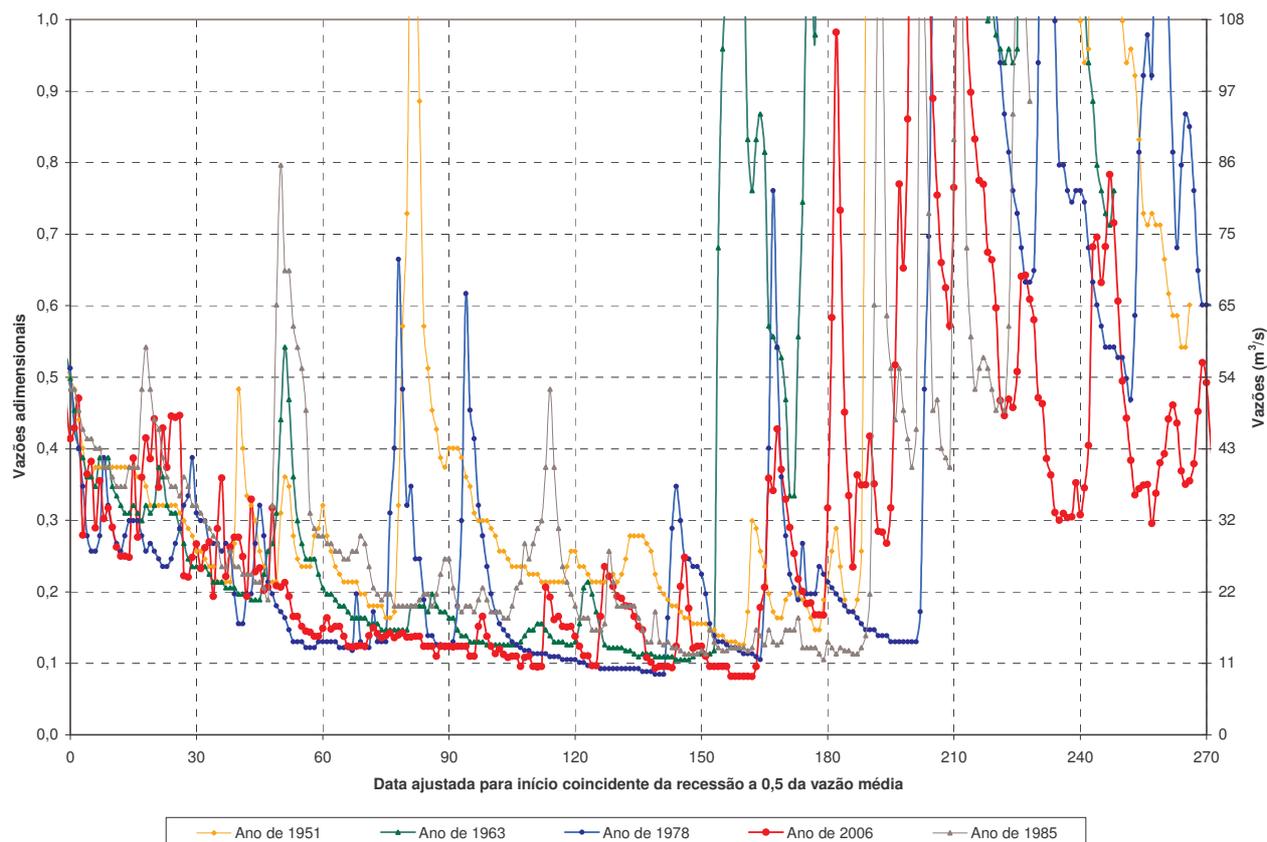


Figura 10 – Hidrogramas em Santa Clara nos anos mais secos do período 1949-2006

Tabela 2– Mínimas médias móveis observadas na estação de Santa Clara

Mínimas médias móveis de "t" dias de duração (m³/s) - Santa Clara - 1949/2006								
Atualização de médias móveis em 15/05/2007 - Área de drenagem = 3.913 km <sup>2</sup>								
Ano \ Duração	min Q <sub>7</sub>	min Q <sub>15</sub>	min Q <sub>21</sub>	min Q <sub>30</sub>	min Q <sub>60</sub>	min Q <sub>90</sub>	min Q <sub>120</sub>	min Q <sub>180</sub>
1951	14,1	15,5	16,7	18,7	21,1	22,5	28,0	29,1
1963	11,5	11,8	11,9	12,8	13,9	15,1	18,2	30,0
1978	9,4	9,7	9,9	10,4	14,0	17,5	18,0	20,3
1985	12,3	12,7	13,0	13,4	14,2	17,5	18,3	24,6
2006	9,0	10,2	12,3	12,4	13,8	13,9	14,9	20,6
mínima	9,0	9,7	9,9	10,4	13,8	13,9	14,9	20,3
Ano da mínima	2006	1978	1978	1978	2006	2006	2006	1978
TR <sub>2006</sub> (anos)**	43	33	30	34	56	91	95	45

\* Nota: em alguns casos a 2ª menor vazão é muito próxima da mínima.  
 \*\* Tempo de Retorno avaliado pela distribuição de probabilidade de Galton (Log-Normal a 3 parâmetros) para estiagem de 2006.

A estiagem na estação de Santa Clara, no decorrer de 2006, apresenta uma duração de aproximadamente 150 dias, superior à constatada em União da Vitória. Um fato relevante nesta análise são as mínimas médias móveis de 60, 90 e 120 dias de duração, que se apresentam no menor valor do histórico para esta estiagem do ano de 2006, e apresentam tempo de retorno estimado da

ordem de 100 anos para durações de 90 e 120 dias. É importante salientar que no histórico de observações desta estação, não foi registrada a estiagem de 1944.

#### 4.1.3 Análise dos dados da estação de Águas do Verê – 65960000

A estação fluviométrica de Águas do Verê está localizada no rio Chopim, próximo de sua foz no rio Iguaçu, numa seção que drena uma área de 6.696 Km<sup>2</sup>. A série de vazões diárias neste local tem início em 1956. No gráfico da figura 11 apresentam-se os hidrogramas dos eventos de estiagem, na bacia do rio Chopim, nos anos de: 1958, 1960, 1963, 1968, 1978, 1982 e 2006.

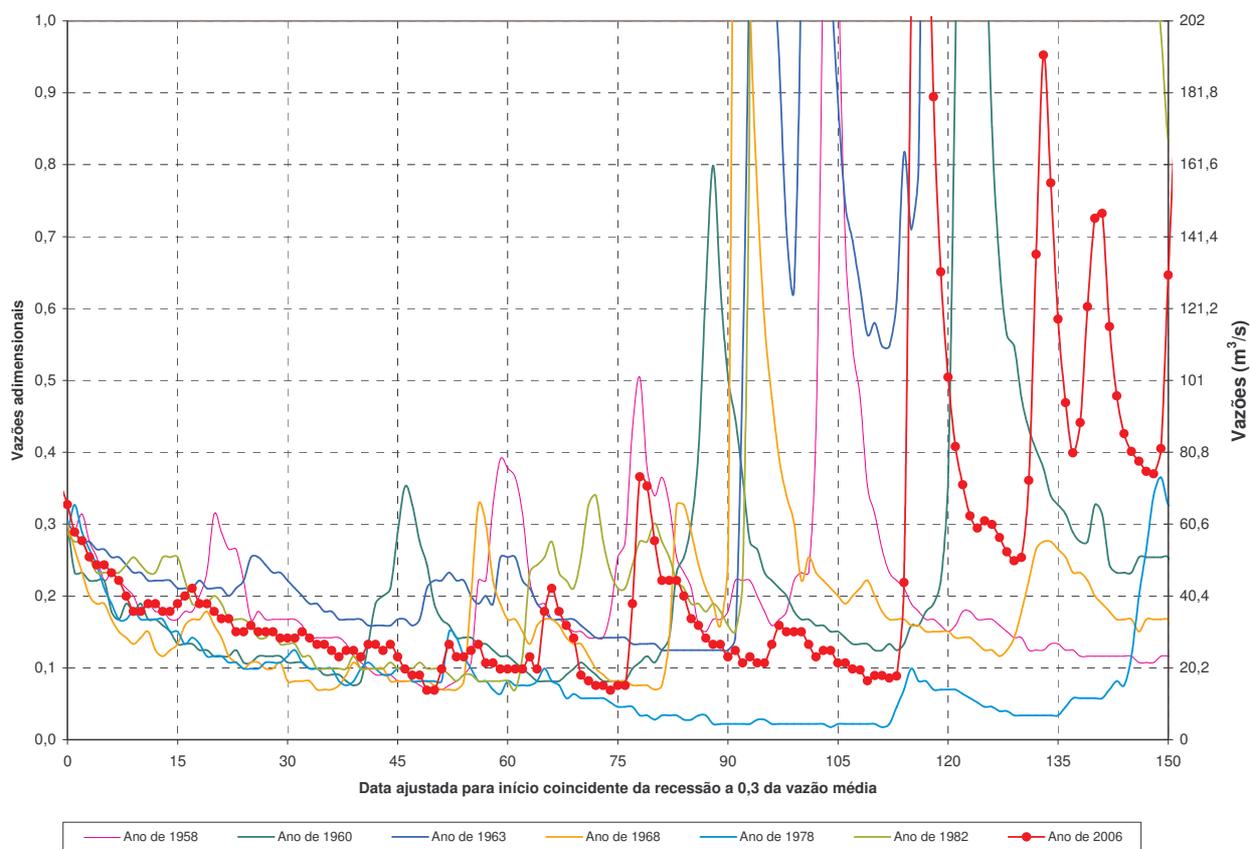


Figura 11 – Hidrogramas em Águas do Verê nos anos mais secos do período 1956-2006

Nota-se no gráfico da figura 4, e pela tabela 3, que já houve no rio Chopim estiagens mais severas que a atual, como por exemplo à estiagem ocorrida no ano de 1978, que apresenta as mínimas médias móveis para todas as durações analisadas, considerada a mais severa do período 1956-2006. Os tempos de retorno estimados para o evento de estiagem do ano de 2006, na estação de Águas do Verê, não ultrapassaram o valor de 20 anos, demonstrando que no rio Chopim a estiagem não foi tão severa como no rio Jordão, nem no “Alto Iguaçu”.

Tabela 3– Mínimas médias móveis observadas na estação de Águas do Verê

Mínimas médias móveis de "t" dias de duração (m3/s) - Águas do Verê - 1956/2006								
Atualização de médias móveis em 15/05/2007 - Área de drenagem = 6.696 km <sup>2</sup>								
Ano \ Duração	min Q <sub>7</sub>	min Q <sub>15</sub>	min Q <sub>21</sub>	min Q <sub>30</sub>	min Q <sub>60</sub>	min Q <sub>90</sub>	min Q <sub>120</sub>	min Q <sub>180</sub>
1958	15,2	17,0	19,7	21,9	33,2	38,8	43,8	44,3
1960	17,6	18,0	19,2	21,5	26,1	31,5	35,4	44,0
1963	25,3	26,0	26,9	29,8	34,4	38,6	50,8	83,4
1968	15,4	17,0	16,8	17,5	22,8	27,8	31,9	39,7
1978	4,3	4,3	4,5	4,8	7,4	9,6	12,3	20,2
1982	16,5	18,1	18,7	19,5	29,8	35,7	55,7	103,4
2006	15,6	20,8	21,2	21,9	25,5	26,5	31,9	42,3
mínima	4,3	4,3	4,5	4,8	7,4	9,6	12,3	20,2
Ano da mínima	1978	1978	1978	1978	1978	1978	1978	1978
TR <sub>2006</sub> (anos)**	13	9	10	12	14	20	20	22

\*\* Tempo de Retorno avaliado pela distribuição de probabilidade de Galton (Log-Normal a 3 parâmetros) para estiagem de 2006.

## 4.2 – Análise de séries pluviométricas

A análise de séries de precipitação foi realizada para as seguintes estações pluviométricas, localizadas no Alto Iguaçu: Curitiba, Porto Amazonas, São Mateus do Sul, Rio Negro e União da Vitória. Estas estações possuem longas séries de dados diários, com poucas interrupções.

Para cada um destes locais, o total de precipitação em cada um dos meses de janeiro a julho de 2006 foi comparado com a média de longo termo da estação, para o respectivo mês considerado. Esta informação permite visualizar o comportamento pluviométrico de cada região em relação aos totais mensais históricos. Em seguida, nestas tabelas, são apresentados os cinco menores totais precipitados no local de análise, considerando durações diferentes, que variam desde o total do mês de julho, até o total dos sete primeiros meses do ano, em ordem crescente dos totais precipitados. Esta análise é realizada para durações de um a sete meses, sendo que os cinco menores totais observados, para cada duração, estão associados ao ano da ocorrência. Este tipo de análise é útil para fornecer noções dos totais precipitados nos anos mais secos do período de observações, e comparar implicitamente os déficits de precipitação para os locais analisados.

### 4.2.1 Análise dos totais de precipitação na estação pluviométrica de Curitiba

No caso da série da estação pluviométrica de Curitiba observa-se que os totais de precipitação mensal são sistematicamente menores do que a média a partir do mês de abril de 2006. Nota-se nos totais acumulados de um a sete meses que o total registrado em abril-maio-junho-julho de 2006 é o segundo menor valor desde 1889 (Tabela 4). Ressalta-se que o ano de 2006 registra também valores dentro dos cinco menores valores para os totais de maio a julho e janeiro a julho.

Tabela 4– Avaliação de totais precipitados na estação pluviométrica de Curitiba

Código: 02549006		Nome: Curitiba											
Totais mensais de chuva													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul						
2006	114,1	143,6	129,6	17,0	20,0	28,7	37,7						
Médias de longo termo	188,6	159,2	123,1	80,2	94,9	96,5	81,0						
2006/média	0,6	0,9	1,1	0,2	0,2	0,3	0,5						
Cinco eventos de menores totais mensais de 1 a 7 meses do histórico de julho para trás													
Ano	Jul	Ano	Jun-Jul	Ano	Mai-Jul	Ano	Abr-Jul	Ano	Mar-Jul	Ano	Fev-Jul	Ano	Jan-Jul
1991	2,7	1968	26,6	1963	59,0	1963	72,3	1963	178,3	1981	249,8	1981	411,4
1893	6,1	1981	42,6	1968	70,0	2006	103,4	1933	190,4	1895	328,2	1985	447,5
1968	7,1	1963	48,7	1981	86,4	1895	127,5	1981	221,5	1968	328,5	1916	453,2
1961	12,1	1895	60,2	2006	86,4	1968	147,5	1895	228,6	1916	342,7	1933	473,2
1951	12,7	1986	61,3	1985	88,4	1981	158,5	1916	231,8	1963	360,5	2006	490,7

Obs: Nesta análise se fixou julho como referência. Nos anos de 2005 para trás pode haver eventos com totais mensais inferiores a estes para outras seqüências de meses.

#### 4.2.2 Análise dos totais de precipitação na estação pluviométrica de Porto Amazonas

No caso da estação de Porto Amazonas, observa-se que os totais mensais foram abaixo da média em cada um dos meses de fevereiro a julho, sendo os acumulados de março a julho e de fevereiro a julho, os quartos menores valores do histórico. Ressalta-se que a série analisada possui registros desde 1936.

Tabela 5– Avaliação de totais precipitados na estação pluviométrica de Porto Amazonas

Código: 02549001		Nome: Porto Amazonas											
Totais mensais de chuva													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul						
2006	216,2	108,0	88,9	41,7	9,8	44,7	68,0						
Médias de longo termo	161,0	150,9	121,5	78,5	98,5	99,2	94,8						
2006/média	1,3	0,7	0,7	0,5	0,1	0,5	0,7						
Cinco eventos de menores totais mensais de 1 a 7 meses do histórico de julho para trás													
Ano	Jul	Ano	Jun-Jul	Ano	Mai-Jul	Ano	Abr-Jul	Ano	Mar-Jul	Ano	Fev-Jul	Ano	Jan-Jul
1991	5,5	1986	13,2	1963	49,5	1963	61,5	1981	203,2	1968	255,4	1949	468,3
1968	6	1968	26,4	1944	53,3	1944	69,2	1968	233,4	1981	266,5	1968	469,2
1986	7,9	1963	41,1	1968	66,6	1968	138,6	1966	240,2	1963	346,2	1981	499,6
1944	10,5	1981	48,2	1981	73,1	1981	143,2	2006	253,1	2006	361,1	1952	503,8
1959	11,3	1944	52,9	1949	98,2	1951	159,2	1951	260,6	1949	378	1944	530,6

#### 4.2.3 Análise dos totais de precipitação na estação pluviométrica de São Mateus do Sul

A série pluviométrica disponível na estação de São Mateus do Sul é equivalente ao período 1936-2006. Observa-se, na tabela 6, para o ano de 2006, valores abaixo da média a partir do mês de março deste ano. Um fato relevante desta análise é o total registrado para quadrimestre março-julho, que equivale ao menor total acumulado, 225,9 milímetros, valor este praticamente idêntico ao total observado na estiagem de 1963, que equivale a 227 milímetros.

Tabela 6– Avaliação de totais precipitados na estação pluviométrica de São Mateus do Sul

Código 02550001 Nome: São Mateus do Sul

Totais mensais de chuva

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
2006	209,2	167,6	79,3	32,3	18,8	27,6	67,9
Médias de longo termo	169,9	143,7	116,5	89,8	104,0	107,9	99,7
2006/média	1,2	1,2	0,7	0,4	0,2	0,3	0,7

Cinco eventos de menores totais mensais de 1 a 7 meses do histórico de julho para trás

Ano	Jul	Ano	Jun-Jul	Ano	Mai-Jul	Ano	Abr-Jul	Ano	Mar-Jul	Ano	Fev-Jul	Ano	Jan-Jul
1961	3,3	1986	36,4	1963	75,1	1963	81,5	2006	225,9	1963	293,6	1963	367,9
1988	8,0	1962	57,3	1944	80,4	1944	123,7	1963	227,0	1981	344,8	1981	490,1
1981	10,8	1953	60,4	1981	93,6	2006	146,6	1981	248,4	1968	352,3	1962	490,2
1968	13,0	1963	60,6	1968	106,7	1962	160,6	1975	265,5	1975	378,4	1985	526,3
1949	15,4	1944	68,7	2006	114,3	1981	186,0	1968	316,8	1962	393,0	1975	557,2

Obs: Nesta análise se fixou julho como referência. Nos anos de 2005 para trás pode haver eventos com totais mensais inferiores a estes para outras seqüências de meses.

#### 4.2.4 Análise dos totais de precipitação na estação pluviométrica de Rio Negro

A série pluviométrica de Rio Negro possui dados disponibilizados desde o ano de 1922. Observa-se que os totais precipitados nos períodos de maio a julho e abril a julho, são respectivamente o segundo e o terceiro menor valor da série histórica. Entretanto, na análise dos totais para durações de cinco meses (março a julho), seis meses (fevereiro a julho), e sete meses (janeiro a julho), o ano de 2006 não está entre os cinco menores totais observados. Ressalta-se que nesta análise pode observar a ocorrência de valores mínimos de precipitação nos anos de 1933, 1944, e 1963, equivalentes a períodos de secas severas no Estado do Paraná.

Tabela 7– Avaliação de totais precipitados na estação pluviométrica de Rio Negro

Código 02649006 Nome: Rio Negro

Totais mensais de chuva

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
2006	162,1	84,8	167,0	39,6	13,2	31,9	29,8
Média	164,3	144,1	116,1	80,7	101,4	102,6	90,2
2006/média	1,0	0,6	1,4	0,5	0,1	0,3	0,3

Cinco eventos de menores totais mensais de 1 a 7 meses do histórico de julho para trás

Ano	Jul	Ano	Jun-Jul	Ano	Mai-Jul	Ano	Abr-Jul	Ano	Mar-Jul	Ano	Fev-Jul	Ano	Jan-Jul
1988	8,7	1963	31,9	1963	39,3	1963	53,4	1933	130,4	1933	293,8	1933	330,2
1963	9,6	1933	50	2006	74,9	1933	95,7	1930	178,1	1968	295,1	1944	404,4
1932	10,4	1953	50,7	1933	76,1	2006	114,5	1963	242,4	1930	305	1981	456,3
1944	14,2	1968	61,4	1944	94,6	1944	119	1944	244,1	1944	321,8	1968	483,8
1991	14,4	2006	61,7	1937	109,2	1930	156,8	1968	246,1	1929	327,1	1958	504

#### 4.2.5 Análise dos totais de precipitação na estação pluviométrica de União da Vitória

Na tabela 8 pode-se observar um fato diferente das demais análises de séries pluviométricas: a série de União da Vitória apresenta, em 2006, os menores totais de chuva para durações de quatro a sete meses, no período histórico de 1936 a 2006. Além disso, observa-se que apenas no mês de março de 2006 o total precipitado atingiu a média histórica, sendo que nos demais meses o valor precipitado não ultrapassou 60 % da média, sendo em alguns casos próximo de zero.

Tabela 8– Avaliação de totais precipitados na estação pluviométrica de União da Vitória

Código: 02651000 Nome: União da Vitória

Totais Mensais de chuva

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
2006	75,0	62,2	129,8	19,6	5,1	25,3	71,5
Médias de longo termo	153,9	154,8	128,4	108,2	129,8	124,1	116,4
2006/média	0,5	0,4	1,0	0,2	0,0	0,2	0,6

Cinco eventos de menores totais mensais de 1 a 7 meses do histórico de julho para trás

Ano	Jul	Ano	Jun-Jul	Ano	Mai-Jul	Ano	Abr-Jul	Ano	Mar-Jul	Ano	Fev-Jul	Ano	Jan-Jul
1988	4,0	1986	55,5	1944	85,3	2006	121,5	2006	251,3	2006	313,5	2006	388,5
1951	11,6	1944	70,5	2006	101,9	1944	159,3	1944	300,5	1944	407,1	1968	556,9
1961	21,2	1963	75,6	1985	118,3	1963	164,3	1951	360,3	1968	441,9	1978	586,1
1944	22,7	1979	77,0	1963	127,8	1951	178,3	1981	367,5	1963	459,5	1981	609,0
1981	24,5	1985	86,2	1951	133,1	1978	255,3	1958	380,2	1958	482,6	1944	611,7

Obs: Nesta análise se fixou julho como referência. Nos anos de 2005 para trás pode haver eventos com totais mensais inferiores a estes para outras seqüências de meses.

## 5 – CONCLUSÕES

Pelas séries fluviométricas foi possível verificar, de forma simplificada, a distribuição espacial da estiagem na bacia. Nota-se que na região do rio Chopim a estiagem não foi tão severa como nas estações de União da Vitória e Santa Clara. No caso de União da Vitória as baixas vazões do rio Iguaçu se assemelham aos eventos de estiagem dos anos de 1944 e 1963. Já no caso de Santa Clara, a estiagem se demonstra mais intensa, da mesma magnitude que a mais severa estiagem observada no histórico de 1949 a 2005, ocorrida no ano de 1978. Esta heterogeneidade espacial é confirmada pelos valores de tempo de recorrência calculados para cada média móvel, de 7 a 180 dias de duração, para as estações fluviométricas referidas. Estes valores foram mais altos para as estações de Santa Clara e União da Vitória, reduzindo-se consideravelmente para estação de Águas do Verê.

Os totais de precipitação analisados no Alto Iguaçu mostram que as anomalias de chuva são heterogêneas na região, de forma que o ano de 2006 apresenta em alguns locais totais acumulados não equivalentes aos cinco piores anos do histórico, e em outros locais, apresentam totais equivalentes aos mínimos do local analisado, como no caso do pluviômetro de União da Vitória.

A análise dos dados hidrológicos desta estiagem permitiu concluir que este evento não foi um fenômeno raro na bacia hidrográfica do rio Iguaçu, e pode ser dito semelhante aos ocorridos nos anos de 1944 e 1963. A variabilidade espacial da intensidade da estiagem ao longo da bacia não pode ser estudada com mais detalhes devido ao reduzido número de postos fluviométricos, e a concentração dos postos pluviométricos adotados na região do Alto Iguaçu. Além disso, a existência de reservatórios no curso principal do Iguaçu regulariza as séries de vazões existentes nos postos fluviométricos localizados próximos a exutória da bacia, tornando as séries naturais

reconstituídas imprecisas para este tipo de análise com baixos valores de vazões.

## BIBLIOGRAFIA

Castanharo, G. (2005). *“Análise Hidráulica de Alternativas Estruturais de Controle de Enchentes no Rio Iguaçu em União da Vitória / Porto União”*. Curitiba: LACTEC-CEHPAR, 2005. 101 p. Relatório Técnico.

CPTEC-INPE (2007). *“Monitoramento de Clima – Brasil”*. Disponível em: < [http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor\\_brasil.shtml](http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor_brasil.shtml)> Acesso em: 28 mai. 2007.

COPEL (2006). *“Boletim de Acompanhamento da Estiagem do Ano de 2006 – Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu”*. Curitiba: COPEL – Departamento de Gerenciamento de Recursos Hídricos (2006). n° 02/2006. 10 p.

IBAMA (2007). *“Parque Nacional do Iguaçu – Estatística de Visitantes”*. Disponível em: < [http://www.ibama.gov.br/parna\\_iguacu/index.php?id\\_menu=36](http://www.ibama.gov.br/parna_iguacu/index.php?id_menu=36)> Acesso em: 17 mai. 2007.

INTERTECHNE et al. (1994). *“Usina Hidrelétrica de Salto Caxias – Obras Civis – Desenhos de Contrato”*. Curitiba: INTERTECHNE, 1994. V III – fl 023.

KRÜGER, C., KAVISKI, E. *“Projeto HG-77 – Regionalização de Vazões em Pequenas Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná”*. Curitiba: CEHPAR, 1994. Relatório Técnico n° 1, 60 p.

ONS (2007). *“Histórico da Operação”*. Disponível em: < <http://www.ons.org.br/historico/>> Acesso em: 28 mai. 2007.

PARANÁ (2006). – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento- Departamento de Economia Rural. *“Relatório da Safra 2005/2006”*. Curitiba, 2006.