

# Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná

**Maria Elisa Siqueira Silva**

Sistema Meteorológico do Paraná - Simepar

Correio eletrônico: celisa@simepar.br

**Alexandre K. Guetter**

Sistema Meteorológico do Paraná - Simepar

Correio eletrônico: guetter@simepar.br

## **Resumo**

Este documento recapitula os efeitos das mudanças climáticas globais ocorridas nas últimas décadas e aponta algumas alterações regionais, focalizando as observadas no estado do Paraná. O aumento da temperatura média global, associado possivelmente à ingestão antropogênica excessiva de gases do efeito estufa na atmosfera, leva o sistema climático a cenários indesejáveis. Regionalmente, observou-se que alguns municípios do estado do Paraná têm apresentado uma aceleração do ciclo hidrológico desde o início da década de 70, o que pode ser constatado através do aumento da frequência de chuvas mais intensas, do aumento de vazões médias e da ocorrência de estiagens com maior duração. Além de alterações diretas no ciclo hidrológico, a tendência de aumento de temperatura mínima e diminuição da temperatura máxima foi observada em Ponta Grossa. A identificação dos efeitos regionais aumenta o grau de adaptabilidade do sistema e auxilia a definição dos limites de interferência humana, de modo a minimizar os danos.

## **Palavras-chave**

Mudanças climáticas – efeito estufa – escala regional – ciclo hidrológico – temperatura.

Terra Livre	São Paulo	Ano 19 - vol. I - n. 20	p. 111-126	jan/jul. 2003
-------------	-----------	-------------------------	------------	---------------

## Introdução

As longas séries temporais reconstruídas a partir de dados geológicos indicam que variações climáticas intensas já ocorreram no passado. Essas mudanças ocorreram, em sua grande parte, na ausência dos seres humanos, podendo ser chamadas de mudanças climáticas naturais. A compreensão das mudanças naturais é um desafio e um problema importante que auxilia a previsão das mudanças climáticas naturais e daquelas provocadas pela ação do homem. Se o conjunto formado pela atmosfera, oceano e superfície da Terra é definido como sistema climático, as variações da constante solar, as variações na órbita da Terra ao redor do sol e as erupções vulcânicas são consideradas forçantes externas ao sistema que podem alterar o clima. Por outro lado, o homem também provoca a alteração climática. O efeito estufa que aquece a superfície da Terra é consequência da absorção eficiente de radiação infravermelha por constituintes atmosféricos. Como resultado da ação do homem, a concentração de alguns dos gases do efeito estufa natural tem aumentado e, desta forma, um efeito estufa adicional produzido pelo homem tem sido introduzido na atmosfera. A intensificação do efeito estufa provoca o aquecimento da superfície da Terra. Quando os efeitos de *feed back* internos ao sistema climático são levados em conta, torna-se claro que as atividades humanas estão conduzindo uma mudança climática global que pode produzir variações muito intensas na temperatura da superfície da Terra, que durariam por milhões de anos (Hartman, 1994). É um grande desafio da climatologia global prever as mudanças climáticas com detalhe adequado e antecedência suficiente para permitir à humanidade ajustar seu comportamento e evitar as piores consequências de tais mudanças.

Globalmente, tem-se definido as características das mudanças climáticas observadas e apontado suas possíveis consequências e impactos sociais. Cada região do globo apresenta mudanças distintas, com variações no volume e distribuição espacial da precipitação, aumento da temperatura, elevação do nível do mar e demais efeitos causados pelas mudanças climáticas. Este texto pretende expor sucintamente o entendimento atual que se tem sobre as mudanças globais, as tendências de concentração dos gases do efeito estufa e de variáveis climáticas estimadas por modelos climáticos, as possíveis consequências ambientais decorrentes de tais mudanças e as mudanças regionais ocorridas na América do Sul, mais especificamente aquelas percebidas no estado do Paraná. Este documento corresponde ao conteúdo da palestra proferida durante o V Simpósio de Geografia, ocorrido em dezembro de 2002, em Curitiba-PR.

## Observações globais

As mudanças mais importantes para o clima e induzidas pelo homem no meio ambiente incluem a composição gasosa da atmosfera, a quantidade e tipo de aerossóis e a condição da superfície da Terra. Os gases do efeito estufa com longo tempo de vida e que parecem estar sendo influenciados diretamente pela ação do homem incluem o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ), o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e os halocarbonos. A evolução da concentração dos três primeiros gases citados e o tempo de vida de cada um deles, desde o período pré-industrial

até 1994, estão indicados na Tabela 1. Todos apresentam aumento da concentração com o decorrer do tempo, contribuindo para a intensificação do efeito estufa. O tempo de vida indica o tempo no qual a atmosfera sofrerá a influência de cada um destes gases. Portanto, verifica-se que o CO<sub>2</sub> é um gás com grande potencial para alterar as condições da atmosfera.

Tabela 1  
Evolução da concentração de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O

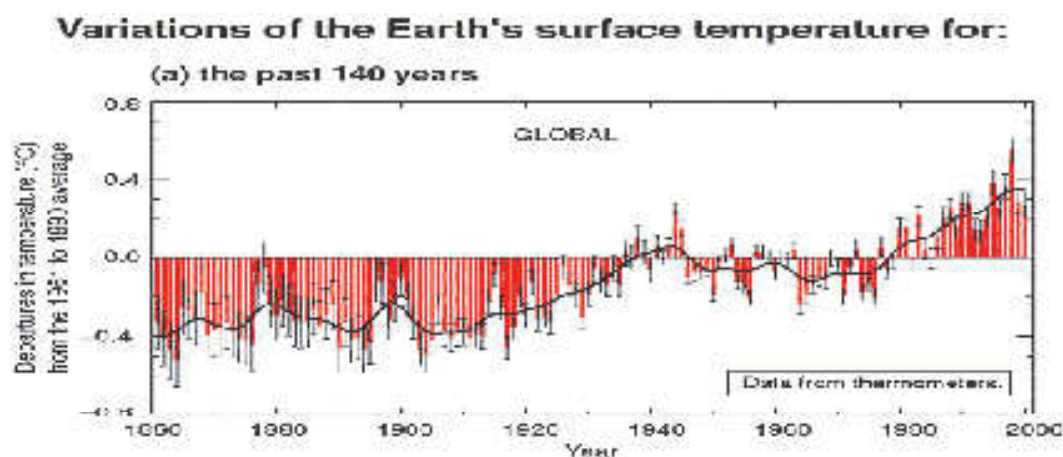
	CO <sub>2</sub> (ppmv)	CH <sub>4</sub> (ppbv)	N <sub>2</sub> O (ppbv)
<b>Concentração no período pré-industrial</b>	280	700	275
<b>Concentração em 1994</b>	<b>353</b>	<b>1720</b>	<b>312</b>
<b>Tempo de vida na atmosfera (anos)</b>	50-200	12	120

Segundo as observações e as informações contidas nos relatórios elaborados pelo IPCC (1994; 2001), observa-se que o clima mudou no último século. A temperatura média global aumentou entre 0,5 e 1°C (vide Figura 1); o nível do mar subiu 10 a 25 cm; a precipitação global sobre os continentes aumentou cerca de 1%. A Figura 1 indica a variação da anomalia da temperatura da superfície com relação à média para o período de 1961 a 1990. A partir de estudos climáticos, tem-se projetado até 2100 um aumento médio global da temperatura da superfície de 2°C, o que pode variar regionalmente entre 1 e 3,5°C. Para o nível do mar, projeta-se um aumento médio de 50 cm, podendo variar regionalmente entre 15 e 95 cm. Projeta-se também a intensificação das chuvas sobre os continentes.

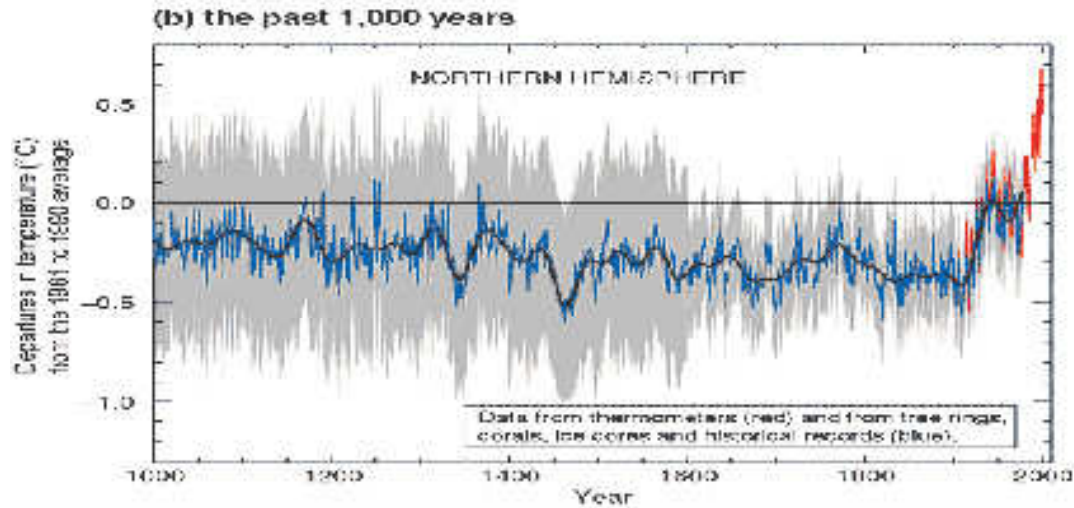
Figura 1

Anomalia da temperatura da superfície da Terra – (a) para todo o globo e (b) para o Hemisfério Norte –, com relação à média obtida para o período de 1961 a 1990. A série temporal mostrada no quadro (a) considera o período a partir de 1860 enquanto a série mostrada no quadro (b) considera um período de 1000 anos.

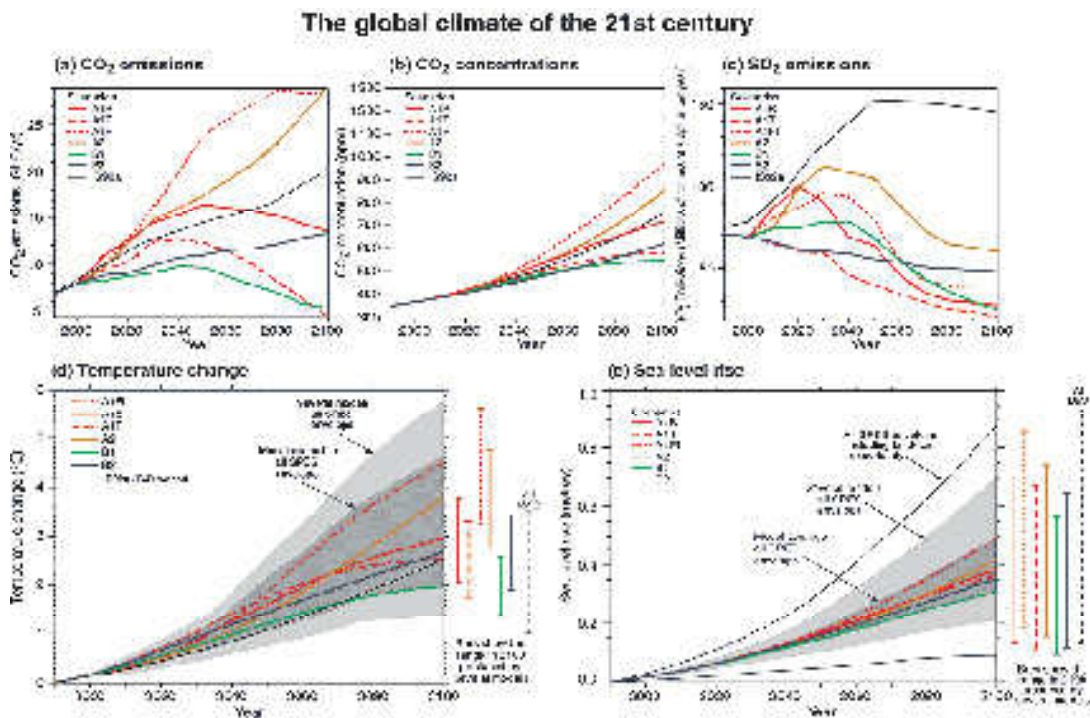
A cor cinza indica a confiabilidade do dado



FONTE: IPCC (2001).



A Figura 2 mostra a evolução da emissão e concentração de CO<sub>2</sub>, da emissão de SO<sub>2</sub>, da variação da temperatura global da superfície da Terra e do nível do mar obtidos por estimativas de vários modelos climáticos.



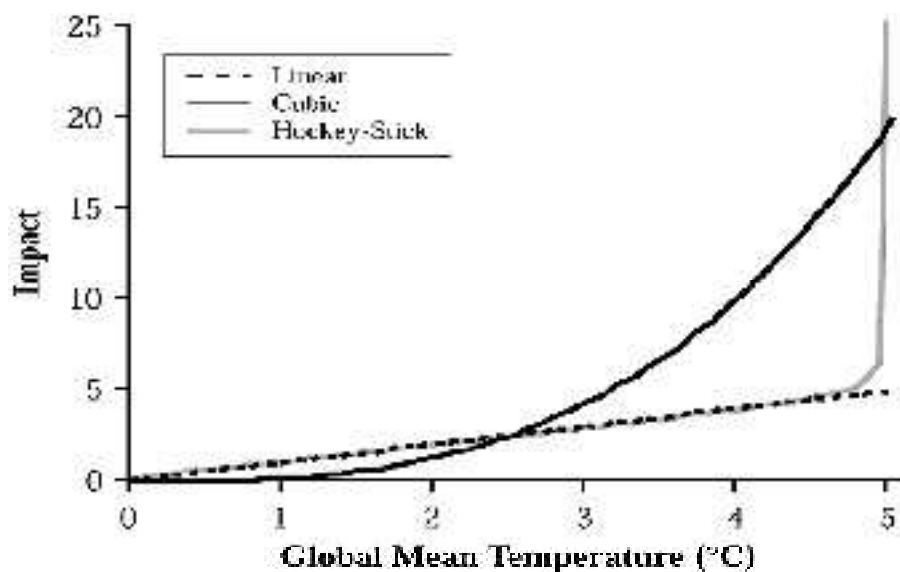
O clima global do século 21 dependerá das mudanças naturais e da resposta do sistema climático às atividades humanas. Modelos climáticos projetam impactos para várias variáveis climáticas – tal como o aumento na temperatura da superfície do globo e do nível do mar

– a vários cenários de gases do efeito estufa e outras emissões antropogênicas. (a) mostra a emissão de CO<sub>2</sub> para seis cenários ilustrativos; (b) mostra a projeção das concentrações de CO<sub>2</sub>; (c) mostra as emissões antropogênicas de SO<sub>2</sub>; (d) e (e) mostram as projeções de temperatura e nível do mar, respectivamente. Note-se que o aquecimento e o nível do mar a partir dessas emissões poderiam continuar bem além do ano 2100

A alteração persistente da temperatura global tem potencial para provocar impactos nos sistemas ecológicos naturais e sistemas socioeconômicos. Espera-se que estes sistemas, de alguma forma, adaptem-se às mudanças climáticas. Por outro lado, estudos científicos indicam uma menor taxa de adaptação dos sistemas ecológicos naturais do que a taxa prevista para ocorrência das mudanças climáticas. O aumento da concentração dos gases do efeito estufa aumenta a magnitude da interferência no sistema climático, aumentando a probabilidade de ocorrência de diversos impactos decorrentes das mudanças climáticas (IPCC, 2001). A Figura 3 mostra o impacto associado à variação da temperatura de acordo com três modelos diferentes: linear, cúbico e de Hockey-Stick. Quanto maior a variação da temperatura, maior o impacto agregado sentido pelo sistema climático. O modelo de Hockey-Stick apresenta uma dependência aproximadamente linear até uma variação de 5°C na temperatura da superfície. Para valores maiores do que este limite, prevê-se que as alterações sofridas pelo sistema climático sejam extremamente intensas.

Figura 3

Impacto causado no sistema climático a partir do modelo linear, cúbico e de Hockey-Stick



FONTE: IPCC (2001).

O impacto na agricultura, especialmente na produtividade e na demanda por irrigação; os impactos florestais, como a mudança da composição e da distribuição das florestas, saúde da vegetação e sua produtividade; os impactos nos recursos hídricos, como mudanças no abastecimento d'água, qualidade e demanda da água; os impactos nas áreas costeiras, como

erosão das praias, inundação de manguezais e o custo na defesa das comunidades costeiras; os impactos nas espécies biológicas e nas áreas naturais, como mudanças de áreas ecológicas, perda de habitats e de espécies; e impactos na saúde, tais como mortalidade relacionada ao clima, incidência de doenças infecciosas e doenças respiratórias decorrentes da qualidade do ar são alguns exemplos dos impactos decorrentes das mudanças climáticas que exemplificam a grande vulnerabilidade associada aos sistemas naturais.

## Observações regionais

De forma geral, na América Latina tem-se observado uma grande variedade de alterações que podem ser resultantes não só da variabilidade climática natural como da interferência humana no sistema. Tem-se notado variações principalmente no ciclo hidrológico e na temperatura média.

Aparentemente o ciclo hidrológico tem apresentado variações no decorrer dos anos nessa região. De acordo com dados do IPCC (2002), tem-se detectado uma redução de 20% das áreas de geleiras no Peru. O Chile e a Argentina também mostram diminuição das áreas de geleiras associada a uma diminuição do escoamento superficial. Os rios das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil mostram tendências negativas de vazão; no entanto, esta diminuição também está relacionada aos processos de manejo e irrigação do solo. Segundo Marengo et al. (1998), a precipitação na região Amazônica (parte norte e sul) apresenta variações multidecadais. Entre 1950 e 1976, foi detectado um período úmido na Amazônia e, desde 1977, a umidade tem diminuído. Contudo, os autores comentam que esta diminuição na umidade não parece estar relacionada aos efeitos do desmatamento ocorridos na região, podendo ser resposta de variação climática mais profunda. O setor Andino da América Latina delimitado pelos paralelos em 20° S e 40° S apresenta um ciclo hidrológico particular. Grande parte da precipitação ocorre na forma de neve durante o inverno, sendo acumulada nas regiões mais altas. O umedecimento das planícies e áreas mais baixas desta região ocorre durante o verão, através do derretimento da neve nas regiões altas e o posterior escoamento da água para as partes mais baixas. Desta forma, alterações no regime da precipitação provocariam forte impacto socioeconômico local.

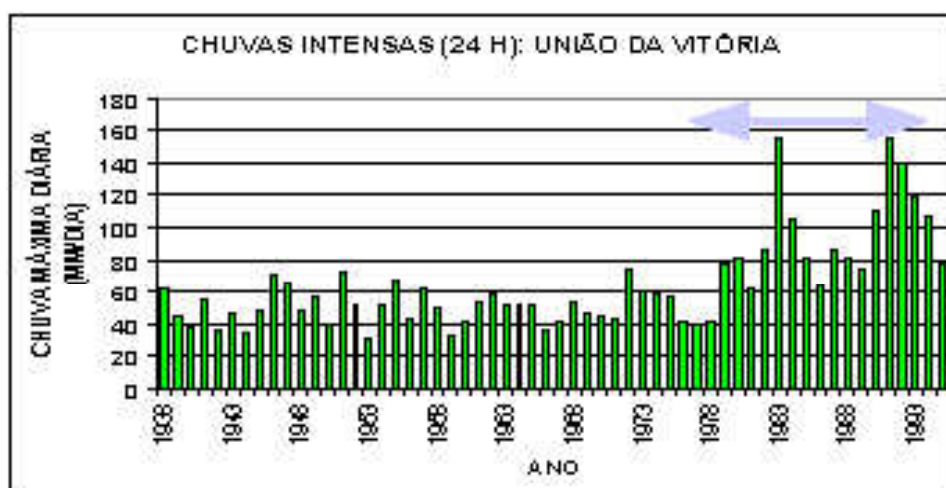
As regiões Sul e Sudeste do Brasil têm apresentado um aquecimento sistemático desde o início do século 20 (Sansigolo et al., 1992), o que deve estar associado à crescente urbanização. O aquecimento sistemático do Atlântico Sul desde 1950, tal como aponta Venegas et al. (1996; 1998), é outro fator que contribuiria para o aumento da temperatura nessas regiões. Segundo estudos realizados por Victoria et al. (1998), a região Amazônica apresentou um aumento de temperatura de 0,63°C num intervalo de 100 anos. A região ao sul de 50° S apresenta uma tendência de aquecimento, segundo o IPCC (2002), e regiões do Chile e da Argentina mostram taxas de aquecimento variando entre 1,2 e 3,0°C em 100 anos. A série temporal de temperatura para a América do Sul evidencia a presença de um degrau em meados dos anos 70, apontando uma elevação da temperatura média (IPCC, 2002). De acordo com Tremberth (1990), este aumento de temperatura pode estar associado à rápida variação da climatologia do Oceano Pacífico.

Tem-se observado mudanças na circulação atmosférica de grande escala. Nos últimos

20 anos, Marengo e Rogers (2000) observaram um menor número de frentes frias no sul do Brasil durante o inverno, o que foi associado à variação na posição média do anticiclone do Atlântico Sul. Nas regiões de latitudes médias da América do Sul, observaram-se mudanças na circulação zonal e variações interdecadais (IPCC, 2002). A circulação atmosférica de inverno esteve mais fraca entre 1939 e 1949 e mais intensa entre 1967 e 1977. Segundo Minetti e Sierra (1989), a circulação de nordeste, associada ao anticiclone subtropical do Atlântico Sul, intensificou-se após 1954 na região do Paraguai, no sul do Brasil, no Uruguai e no nordeste da Argentina.

Numa resolução espacial maior, o estado do Paraná tem apresentado, em diversos aspectos, mudanças ligadas ao ciclo hidrológico e à temperatura. As figuras seguintes indicam as alterações climáticas observadas em algumas regiões do estado. Através da Figura 4, observa-se que o município de União da Vitória (PR) tem apresentado gradativamente um aumento na intensidade das chuvas máximas diárias desde meados da década de 1970.

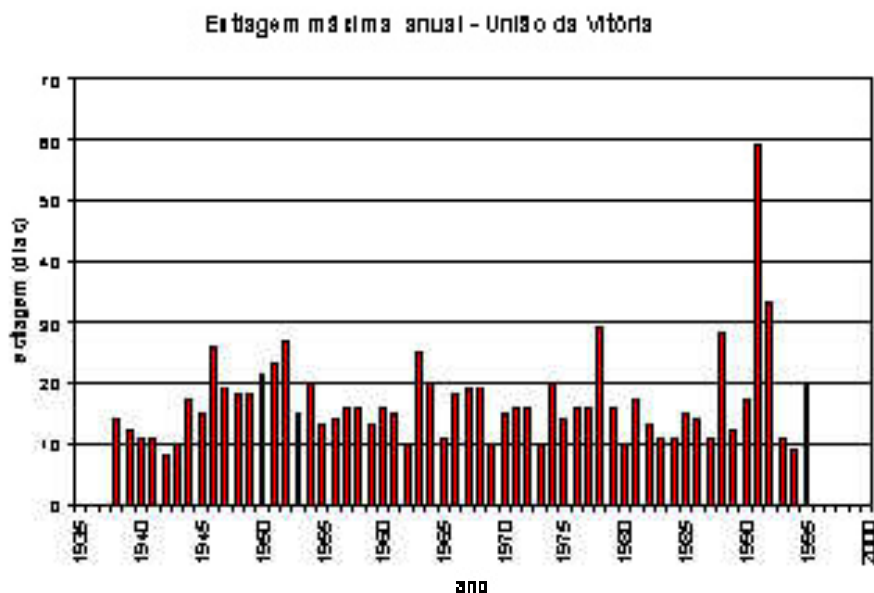
Figura 4  
Chuvas mais intensas em União da Vitória (PR), de 1938 a 1995



FONTE: Guetter (1998).

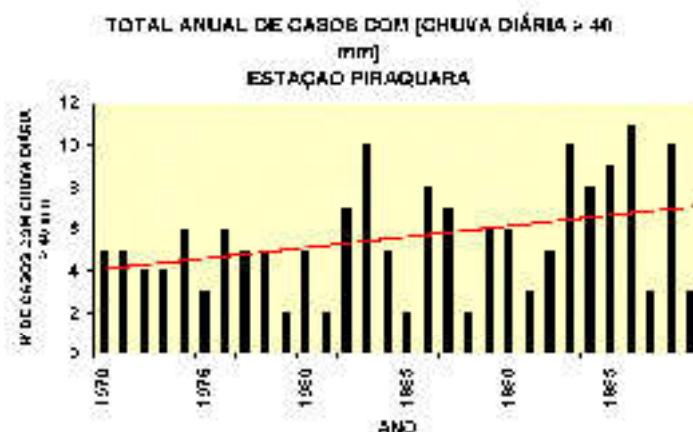
Pela Figura 5, observa-se que esse mesmo município mostra um aumento do período de estiagens. A partir das informações contidas nestas observações, nota-se a intensificação de eventos extremos na região.

Figura 5  
 Número de dias com estiagem em União da Vitória (PR), de 1938 a 1995



A série temporal de precipitação para o município de Piraquara (PR), Figura 6, evidencia o aumento de número de casos com chuva diária mais intensa do que 40 mm, a partir de 1970. Este exemplo identifica o aumento da frequência de eventos extremos no estado do Paraná.

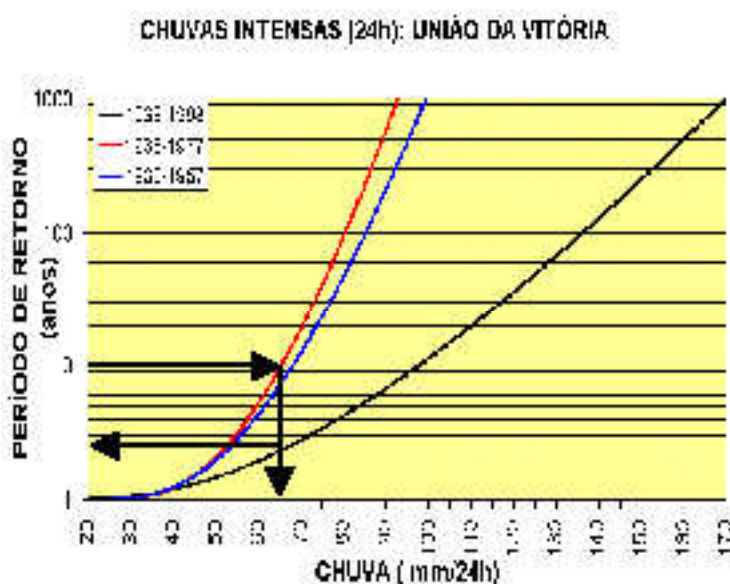
Figura 6  
 Número de casos com chuva diária superior a 40 mm em Piraquara (PR)





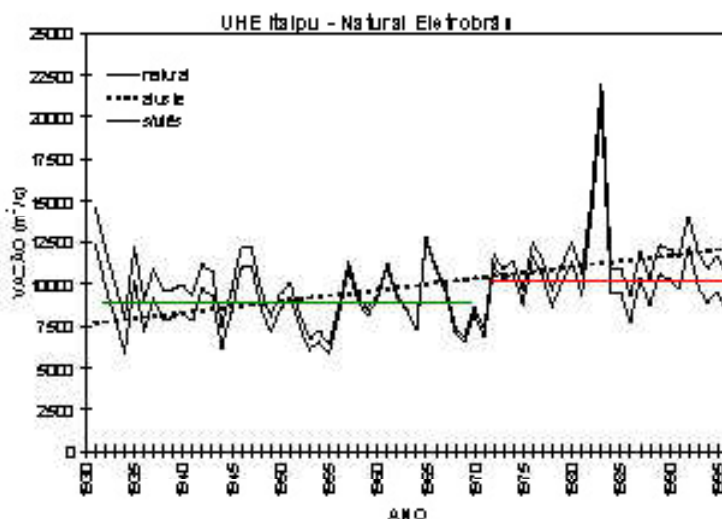
A consideração da existência da mudança climática é importante não só para possibilitar condições de adaptação da sociedade às mudanças, para possibilitar a compreensão dos aspectos físicos relacionados a ela, mas também para que as estimativas realizadas a partir das observações existentes sejam fidedignas às condições reais. A Figura 7 apresenta estimativas do período de retorno de um determinado evento de chuva para o município de União da Vitória (PR) a partir de três séries temporais distintas. A curva preta indica a estimativa do período de retorno obtida para a série de 1938 a 1998 e as outras duas curvas indicam as estimativas para séries menores: de 1938 a 1957 (3) e de 1938 a 1977 (2). Através destes resultados, verifica-se que a consideração de uma série temporal maior (curva 1), que inclui valores de precipitação mais recentes (mais intensos, por sua vez), fornece um período de retorno para eventos extremos bem menor do que no caso de séries menores (2 e 3). Exemplificando, o período de retorno calculado com base na série temporal maior para uma precipitação de 65 mm/dia é de 2 a 3 anos. Entretanto, a estimativa realizada a partir das séries menores indica que a mesma intensidade de chuva diária (65 mm) deve ocorrer dentro de aproximadamente 10 anos. Portanto, a consideração de observações recentes, decorrentes de mudanças climáticas, leva à maior precisão nas estimativas de precipitação.

Figura 7  
Período de retorno de eventos extremos de chuva em União da Vitória (PR)



A análise da série temporal de vazão mensal dos rios na região central da América do Sul mostra uma variação brusca a partir da década de 1970. A Figura 8 evidencia o degrau climático existente na série temporal de vazão (1938 a 1995) em Itaipu (Guetter, 2002). Este aumento de vazão pode estar associado a mudanças climáticas ocorridas no Oceano Pacífico e ao aquecimento observado no Oceano Atlântico Sul, tal como apontado anteriormente.

Figura 8  
Vazão de Itaipu para o período de 1935 a 1995



FONTE: Guetter e Prates (2002).

A Tabela 2 confirma as informações contidas na figura anterior, evidenciando a variação sofrida pela vazão do rio Paraná em dois períodos distintos: antes e depois de 1971. Observa-se que, na média anual, a vazão aumentou 36% entre os dois períodos analisados. O aumento da resolução temporal permite observar que a vazão apresentou aumento em todos os trimestres do ano, sendo que os períodos de julho a setembro e de outubro a dezembro apresentaram os maiores índices (45% e 53%, respectivamente). Além do aumento médio da vazão, o desvio padrão trimestral das séries analisadas apresentou um aumento, indicando maior variabilidade da intensidade da vazão. A exceção fica por conta do primeiro trimestre do ano (janeiro a março), que apresentou uma diminuição na variabilidade de intensidade da vazão durante o período de 1972 a 2000, se comparado ao período anterior, de 1941 a 1971.

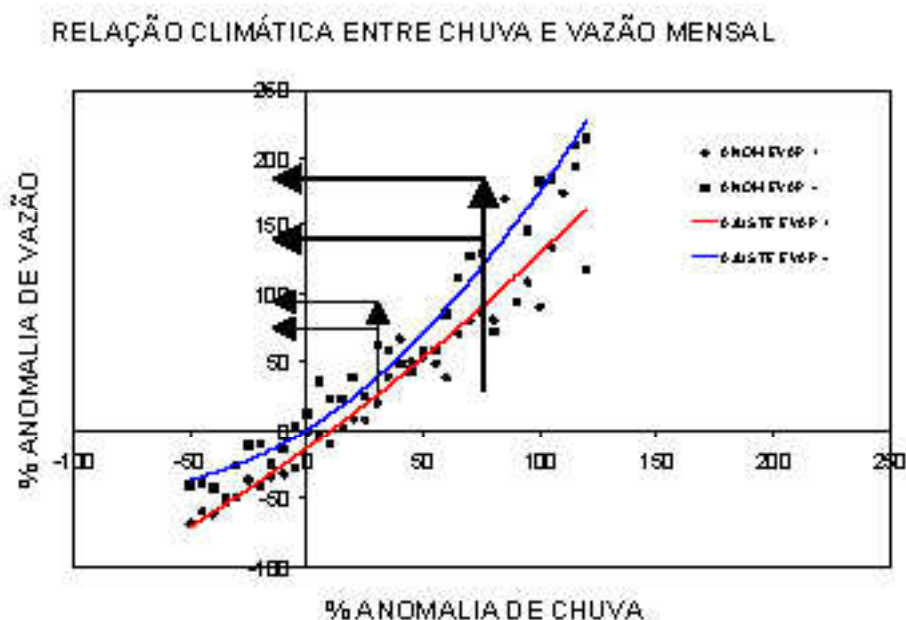
Tabela 2

Variação da vazão ( $m^3/s$ ) do rio Paraná (Itaipu) entre os períodos: 1941-1971 e 1972-2000

Resolução	Atributo Estatístico	Período 1941-1971	Período 1972-2000	Taxa de Variação
Anual	Média	325.9	442.5	+36%
	Desvio padrão	64.6	56.1	-----
Jan./Fev./Mar.	Média	126.3	159.8	+30%
	Desvio padrão	35.6	22.0	-38%
Abr./Maio./Jun.	Média	81.7	106.1	+30%
	Desvio padrão	18.4	21.8	-----
Jul./Ago./Set.	Média	50.5	73.5	+45%
	Desvio padrão	14.9	14.6	-----
Out./Nov./Dez.	Média	67.4	103.1	+53%
	Desvio padrão	15.1	22.4	+48%

Na escala mensal, a relação entre a anomalia da precipitação e a anomalia da vazão dos rios é expressa em forma exponencial, ou seja, uma pequena anomalia da precipitação é suficiente para gerar uma anomalia de vazão maior. A Figura 9 apresenta esta associação entre as anomalias, onde as curvas A e B representam dois ajustes distintos para a evapotranspiração. Este gráfico indica que um aumento de 30% na precipitação provocaria um aumento de 40% na vazão. Por outro lado, um aumento de 75% na precipitação provocaria um aumento de 130% na vazão. Assim, um aumento intenso da precipitação decorrente de mudanças climáticas (naturais ou antropogênicas) influenciaria sobremaneira a intensidade da vazão.

Figura 9  
Relação entre a anomalia mensal de chuva e de vazão de rios



A medida da vazão indica o volume de água que escoia em determinado ponto, num intervalo de tempo e pode ser expressa em  $m^3/s$ . O aumento da vazão indica que o tempo de exposição de um mesmo volume de água tem diminuído. A Figura 10 mostra a evolução temporal (1978-1992) da vazão e da evapotranspiração observadas no Rio Negro (PR). Nota-se um gradativo aumento da vazão normalizada pela precipitação e uma diminuição da evapotranspiração.

Além da identificação de variações no ciclo hidrológico, tal como a intensificação localizada da precipitação, o aumento do número de dias com chuva forte, o aumento da vazão e conseqüente diminuição da evapotranspiração, a temperatura máxima e mínima apresentaram variações no decorrer das últimas quatro décadas. O município de Ponta Grossa (PR) apresenta uma tendência de aumento da temperatura mínima e diminuição da temperatura máxima desde 1954, conforme observado através das Figuras 11 e 12. Esta alteração pode estar associada a um aumento gradativo e regionalizado da nebulosidade. Durante a noite,

o aumento da nebulosidade contribui para a diminuição da quantidade de radiação de onda longa emitida para o espaço, aumentando a temperatura mínima. Em contrapartida, durante o dia, o aumento da nebulosidade contribui para que uma quantidade menor de radiação de onda curta alcance o sistema Terra-atmosfera, diminuindo a temperatura máxima.

Figura 10  
Evolução temporal da vazão (curva B) e da evapotranspiração (curva A) em Rio Negro (PR) de 1978 a 1992

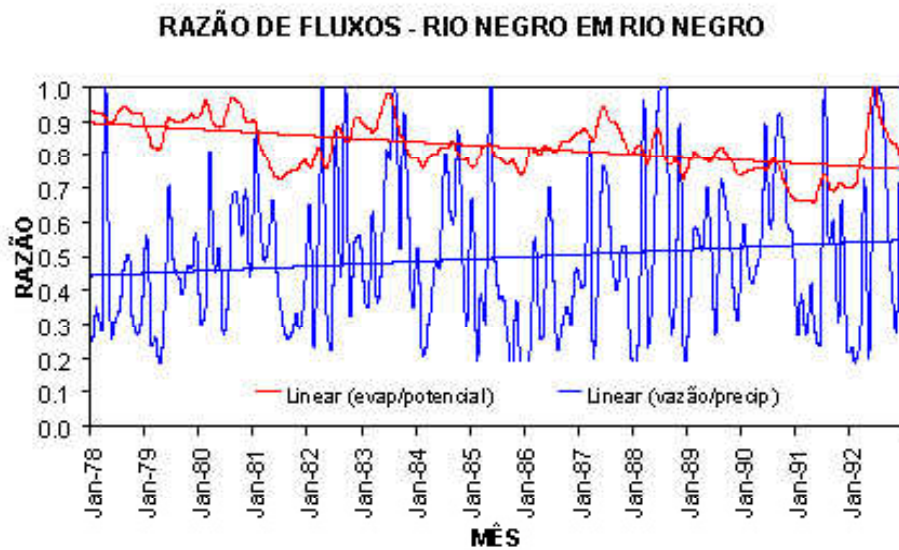


Figura 11  
Evolução temporal da temperatura mínima em Ponta Grossa (PR), 1954 a 1996

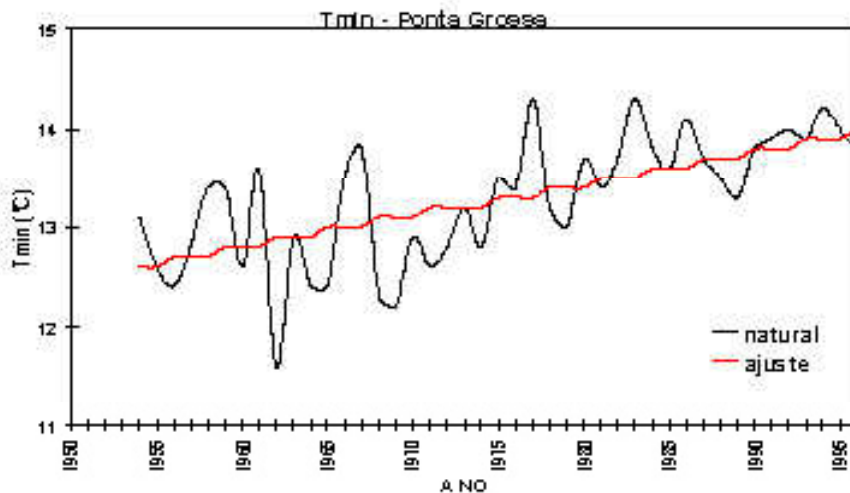


Figura 12  
Evolução temporal da temperatura máxima em Ponta Grossa (PR), 1954 a 1996

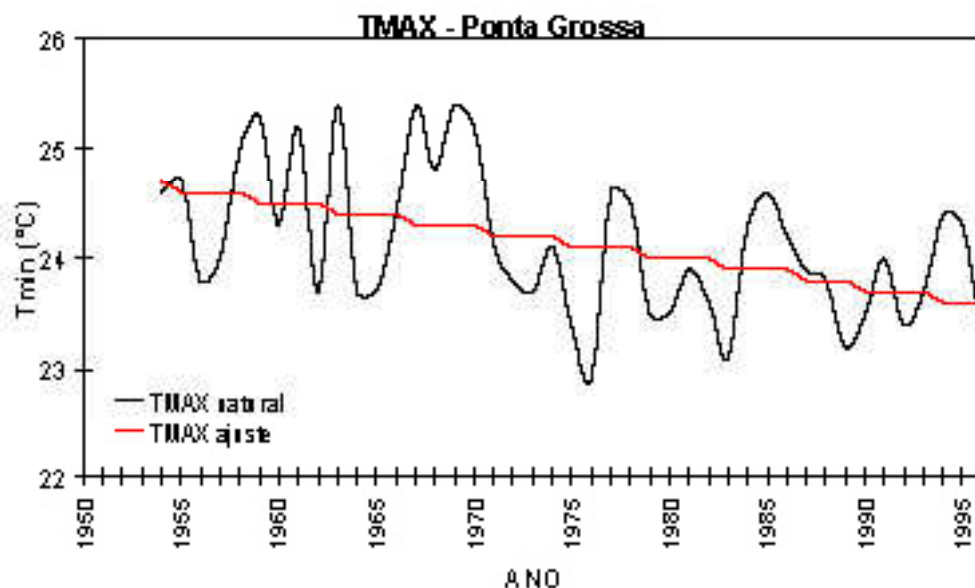
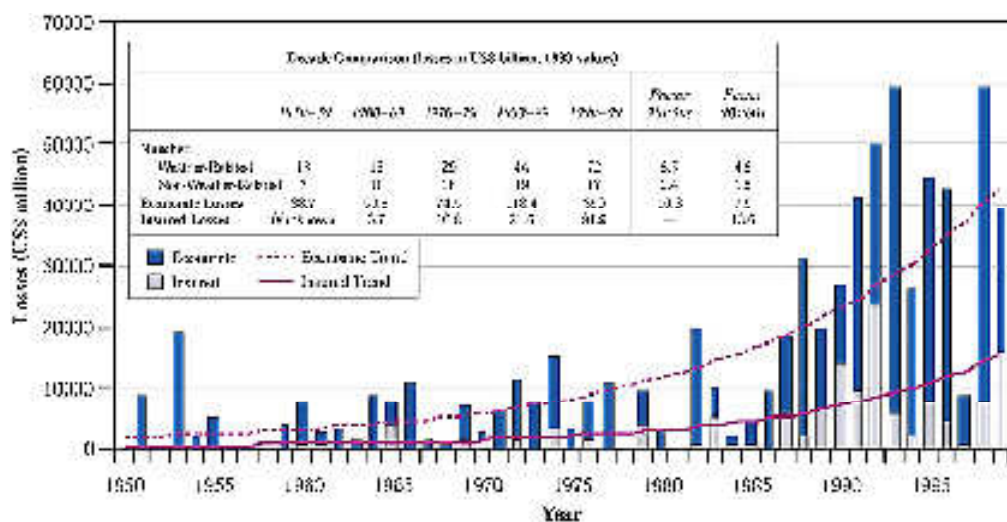


Figura 13

Evolução temporal do custo associado aos eventos de tempo. O custo dos eventos de tempo catastróficos tem exibido uma tendência de rápido crescimento nas últimas décadas. As perdas econômicas anuais devido a grandes eventos aumentaram 10, 3 vezes de US\$ 4 bilhões ano<sup>-1</sup> na década de 50 para US\$ 40 bilhões ano<sup>-1</sup> na década de 90



FONTE: IPCC (2001).

## Conclusões

Este documento pretende recapitular os efeitos das mudanças climáticas globais ocorridas nas últimas décadas e apontar algumas alterações regionais, indicando aquelas observadas no estado do Paraná. Globalmente, existe um aumento da temperatura média associado possivelmente à ingestão antropogênica excessiva de gases do efeito estufa na atmosfera. Como exemplo do impacto socioeconômico que as mudanças climáticas podem provocar, os custos cumulativos estimados para defesa contra a elevação do nível do mar em 50 cm estão estimados em US\$ 30-40 bilhões nos EUA (IPCC, 2002). Estudos indicam que uma pequena variação na temperatura média está associada a incertezas na ocorrência de danos agregados; por outro lado, uma grande variação da temperatura está associada à alta confiabilidade de aumento dos danos. O gráfico seguinte mostra a evolução temporal do custo, em milhões de dólares, associado a eventos de tempo ou não. Observa-se que o número de eventos de tempo que causam algum tipo de dano tem aumentado com o tempo se comparado com os eventos não relacionados ao tempo.

Regionalmente, observou-se que alguns municípios do estado do Paraná têm apresentado uma aceleração do ciclo hidrológico desde o início da década de 70, o que pode ser constatado através do aumento da frequência de chuvas mais intensas, do aumento de vazões médias e da ocorrência de estiagens com maior duração. Além de alterações diretas no ciclo hidrológico, a tendência de aumento de temperatura mínima e diminuição da temperatura máxima é observada em Ponta Grossa. As mudanças na precipitação e na evaporação podem afetar diretamente o suprimento de água, a qualidade da água e da água potável. Os usos da água como fonte de energia elétrica, de irrigação e pesca são também afetados indiretamente. A maior frequência de chuvas intensas e a própria intensificação de eventos extremos aumenta a probabilidade de ocorrência de enchentes em centros urbanos. Em áreas rurais, a intensificação do escoamento contribui para o aumento de secas mais severas.

As ações integradas da sociedade (científicas e políticas) devem considerar os efeitos causados pelas mudanças climáticas de forma a proporcionar maior adaptabilidade, diminuindo assim a vulnerabilidade do sistema. A identificação dos efeitos regionais direciona mais efetivamente essas ações, pois considera uma escala espacial mais apropriada das alterações sofridas. Além dos esforços direcionados à adaptabilidade do sistema às mudanças climáticas, é necessário identificar os limites de interferência humana com o objetivo de minimizar os danos e possibilitar a adaptação.

## Bibliografia

- GUETTER, A. K. Associação entre a temperatura mínima no Paraná e o Niño-3. In: CBMET, 10., 1998, Brasília. *Anais...* Brasília, DF., 1998.
- GUETTER, A. K. PRATES, E. Degrau climático nas séries de vazões das bacias brasileiras. In: CBMET, 12., 2002, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, PR, 2002.
- HARTMAN, D. *Global Physical Climatology*. San Diego: Academic Press, 1994. 411 p.
- IPCC. *Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working

- Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- IPCC. *Climate change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 339 p.
- MARENGO, J. TOMASELLA, J. UVO, C. Long-term stream flow and rainfall fluctuations in tropical South America: Amazonia, eastern Brazil and northwest Peru. *Journal of Geophysical Research*, n. 103, p. 1775-1783, 1998.
- MARENGO, J. ROGERS, J. Cold front and polar air outbreaks in the Americas during modern climate assessments and impacts, and some past climate evidences. In: MARGRAF, V. (ed.). *Present and Past Inter-Hemispheric Climate Linkages in the Americas and Their Societal Effects*. Berlin: Springer-Verlag, 2000.
- MINETTI, J. L. SIERRA, E. M. The influence of general circulation patterns on humid and dry years in the Cuyo Andean region of Argentina. *International Journal of Climatology*, n. 9, p. 55-69, 1989.
- SANSIGOLO, C., RODRIGUEZ, R. ETCHICHURY, P. Tendências nas temperaturas médias do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7., 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 1992. p. 367-371. In Portuguese.
- TRENBERTH, K. Z. Recent observed interdecadal climate changes in the Northern Hemisphere. *Bulletin of the American Meteorological Society*, n. 71, p. 988-993, 1990.
- VENEGAS, S. MYSAK, L. STRAUB, N. Atmosphere-ocean coupled variability in the south Atlantic. *Journal of Climate*, n. 10, p. 2904-2920, 1998.
- VENEGAS, S. MYSAK, L. STRAUB, N. Evidence for interannual and interdecadal climate variability in the south Atlantic. *Geophysical Research Letters*, n. 23, p. 2673-2676, 1996.
- VICTORIA, R et al. Surface air temperature variations in the Amazon region and its border during this century. *Journal of Climate*, n. 11, p. 1105-1110, 1998.

### RESUMEN

Este documento recapitula los efectos de los cambios climáticos globales registrados en las últimas décadas, y señala algunas alteraciones regionales, enfocando las observadas en el estado de Paraná. El aumento del promedio de la temperatura global, posiblemente asociado a la excesiva ingestión antropogénica de los gases del efecto invernadero conduce el sistema climático a escenarios indeseables. Regionalmente se observó que algunos municipios del estado de Paraná han presentado, desde comienzos de la década del 70, una aceleración del ciclo hidrológico que puede constatarse por el aumento de la frecuencia de lluvias más intensas, del aumento de los caudales promedio y de la presencia de secas de menor duración. Aparte de las alteraciones directas del ciclo hidrológico, la tendencia al aumento de la temperatura mínima y la disminución de la máxima fueron observadas en Ponta Grossa. La identificación de los efectos regionales aumenta el grado de adaptabilidad del sistema y ayuda a definir los límites de la interferencia humana, de manera de minimizar los perjuicios.

### PALABRAS-CLAVE

Cambios climáticos – efecto invernadero – escala regional – ciclo hidrológico – temperatura.

### ABSTRACT

This paper reviews the effects of global climate changes observed in the last decades. It also points out some regional changes, focusing on what is observed in the Paraná state (PR). The global raise of the mean temperature, possibly related to the over emission of anthropogenic greenhouse gases, leads the climate system to unwelcome scenarios. Regionally, some places in Paraná present, since the seventies, an accelerated hydrologic cycle, what is shown by a higher frequency of heavy rains, longer draught seasons and increased mean runoffs. Besides the direct changes in hydrologic cycle, a trend of raising minimum temperature while lowering maximum temperature can be observed in Ponta Grossa (PR). Identifying regional effects drives to an increase in the adaptability system level and helps to define the human interference limits, minimizing damages.

### KEY WORDS

Climate changes – greenhouse effect – region scale – hydrologic cycle – temperature.

---

Recebido para publicação em 6 de dezembro de 2002.