

INFLUÊNCIA DO FENOMENO EL NIÑO EM VAZÕES DE RIOS DO ESTADO DO CEARÁ

Fernando C. MOURA DE ANDRADE
Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Fortaleza, Ceará, Brasil

O Estado do Ceará tem uma área aproximada de 150.000km² e aproximadamente 90% de seu território está situada na região semi-árida do nordeste brasileiro. A média de precipitação no estado é de cerca de 850mm anuais, concentrados principalmente no período de março a maio e apresenta uma grande variabilidade interanual e espacial. Cerca de 75% de seu território possui geologia cristalina com solos rasos o que ocasiona grandes coeficientes de escoamento superficial, ficando armazenados no solo somente uma pequena parcela de umidade e não havendo muito fluxo subterrâneo, com aquíferos concentrados, em sua maioria, em zonas fraturadas de rochas cristalinas. Além disto, por estar situado em latitudes próximas ao equador a radiação solar incidente é muito grande, ocasionando altas taxas de evaporação durante todo o ano.

Todos estes fatores associados fazem com que a grande maioria de seus rios sejam intermitentes, isto é, eles se transformam em rios secos por períodos, muitas vezes, longos. A existência de água na maioria destes rios nestes períodos está garantida pela alimentação por parte de grandes reservatórios que têm caráter interanuais, que geram projetos de irrigação ao longo de suas margens e a plantios em seus aluviões descobertos.

O objetivo principal deste trabalho é o de encontrar aplicações práticas de previsões climáticas de curto prazo na previsão de possíveis regimes fluviométricos destes rios, na tentativa de obter cenários futuros com os quais possam ser tomadas medidas para minorar os efeitos de tais regimes sobre a população que depende diretamente destes rios, quer seja na prevenção de catastrófes ocasionados por enchentes, quer seja no planejamento de operação dos reservatórios que perenizam estes rios.

Um grande número de pesquisadores, principalmente em meteorologia, têm estudado nos últimos anos as possíveis consequências de um fenômeno periódico que acontece no oceano pacífico conhecido com El Niño que consiste num esquentamento considerável nas águas do pacífico, ou La Niña no caso de esfriamento. Foi verificado que o referido fenômeno tem elevada correlação com eventos extremos de precipitação ou de secas em diversas partes do globo, principalmente nas regiões equatoriais e tropicais. É ponto pacífico entre a grande maioria destes pesquisadores que o oceano pacífico é o elemento mais influente nas condições climáticas das diversas partes do globo, e é por isto a região mais estudada e de onde a comunidade científica já dispõe de modelos matemáticos que podem prever a ocorrência dos fenômenos El Niño com elevado índice de acerto, o que pode ocasionar por parte dos tomadores de decisão atuações preventivas das consequências do mesmo sobre o clima de suas regiões.

Neste trabalho utilizamos dados fluviométricos de oito estações cujas localizações geográficas, rio utilizado e área de drenagem, bem como o período estudado se encontram na Tabela 1 e fizemos estudos isolados de cada um de seus registros com dados de anomalias de temperatura do oceano pacífico nos mesmos períodos. Devido ao caráter intermitente dos rios e de diversas mudanças estruturais na administração das companhias de gestão dos recursos hídricos no nordeste brasileiro, as séries de fluviometria são bastantes curtas ou apresentam grandes vazios de dados. Por este motivo conseguimos somente, depois de um trabalho de seleção que levava em conta também a existência de dados de El Niño somente a partir de 1949, oito estações com 7 anos de dados contínuos em diversos períodos. Como consequência imediata disto não podemos fazer análises estatísticas destas séries, já que a influência maior do fenômeno El Niño se dá em escala interanual, não interessando muito a sua variabilidade mensal, já que com 7 observações não se pode fazer nenhuma estatística de credibilidade.

Assim sendo apresentamos nas Figuras 1 e 2 as oitos séries de vazão plotadas conjuntamente com as anomalias de temperaturas de uma região do oceano pacífico conhecida como Niño3 que corresponde a um retângulo compreendido entre as latitudes de S 5° e N 5° e longitudes de O 150° a O 90°, e notamos em uma análise visual que existe uma certa relação entre eventos frios (La Niña) no período entre setembro e dezembro e vazões altas no período de março a maio do ano subsequente. Assim sendo fizemos uma contagem de eventos de anomalias médias de temperatura dos

meses de setembro+outubro+novembro e outubro+novembro+dezembro e de anomalias de vazão média dos meses de março+abril+maio. O resultado desta contagem está apresentado nas Tabelas 2, 3 e 4.

Com base em uma análise das tabelas e dos gráficos construímos a Tabela 5 em que sintetizamos as relações entre as anomalias de vazões de valores altos com as anomalias de temperatura dos anos anteriores, para tirarmos as conclusões sobre a aplicabilidade das previsões de anomalias no gerenciamento das bacias hidrográficas

Com base nos resultados obtidos apresentados nas tabelas e nos gráficos verificamos que para sete anos com vazões acima de um (01) desvio padrão, em cinco deles ocorreram fenômenos La Niña (anomalias negativas na temperatura da região Niño3) no ano anterior. Entretanto verificamos que no ano de 1963 não houve anomalia significativa na temperatura e houve uma grande vazão em 1964 e que no ano de 1972 houve uma anomalia positiva no final do ano (El Niño) e houveram grandes vazões em 1973. Verificamos também, por outro lado, que nos anos de 1970, 1971 e 1975 houveram grandes anomalias negativas de temperatura que não ocasionaram anomalias positivas de vazão nos anos de 1971, 1972 e 1976 respectivamente.

CONCLUSIONES

Podemos concluir então que encontramos algum sinal relacionando as anomalias negativas de temperatura do oceano pacífico na região conhecida como Niño3 no final de um determinado ano com anomalias positivas de vazão no período de março a maio do ano subsequente. Não podemos entretanto tirar nenhuma conclusão definitiva já que a quantidade de dados é insuficiente para realizarmos um estudo estatístico bem estruturado com análise de correlações simples e com lags de tempo e comprovarmos a relação possivelmente existente entre as anomalias de temperatura no oceano pacífico e vazões nos rios do Estado do Ceará.

Pretendemos continuar o presente trabalho com uma pesquisa ampla junto a todos os órgãos ligados ao monitoramento e gestão dos recursos hídricos do nordeste brasileiro no sentido de coletarmos uma maior quantidade de dados para que possamos efetuar estudos mais detalhados e daí sim, podermos nos utilizar das ferramentas de previsão climática de curto prazo nas tomadas de decisão quanto ao gerenciamento das bacias hidrográficas dos rios do Estado do Ceará.

Tabela 1.- Estações fluviométricas utilizadas.

| Rio | Local | Área (km ²) | Latitude | Longitude | Período |
|-------------|-----------------|-------------------------|----------|-----------|-------------|
| ACARAÚ | AÇ. ARARAS | 2940 | S 4°14" | O 40°27" | 1949 - 1955 |
| ACARAÚ | CAJAZEIRAS | 1550 | S 4°21" | O 40°34" | 1964 - 1970 |
| BAÚ | BAÚ | 270 | S 4°07" | O 38°40" | 1967 - 1973 |
| SÃO GONCALO | SÍTIOS NOVOS | 433 | S 3°45" | O 38°57" | 1968 - 1974 |
| CURÚ | S. LUÍS DO CURÚ | 7100 | S 3°40" | O 39°15" | 1969 - 1975 |
| GROAÍRAS | GROAÍRAS | 2700 | S 3°55" | O 40°23" | 1972 - 1978 |
| ACARAÚ | SOBRAL | 11160 | S 3°42" | O 40°21" | 1973 - 1979 |
| PIRANJÍ | CRISTAIS | 2000 | S 4°30" | O 38°21" | 1973 - 1979 |

Tabela 2.- Anos em que se verificaram anomalias médias fortes de temperatura no período de setembro, outubro e novembro

| Faixa de Anomalias | Anos Verificados |
|------------------------|---|
| Anomalia > 0.5 | 1972 |
| -1.5 < Anomalia < -0.5 | 1950 - 1952 - 1954 - 1964 - 1966 - 1968 - 1971 - 1974 - 1977 - 1978 |
| Anomalia < -1.5 | 1949 - 1955 - 1967 - 1970 - 1973 - 1975 |

Tabela 3.- Anos em que se verificaram anomalias médias fortes de temperatura no período de outubro, novembro e dezembro

| Faixa de Anomalias | Anos Verificados |
|------------------------|---|
| Anomalia > 0.5 | 1972 |
| -1.5 < Anomalia < -0.5 | 1950 - 1952 - 1954 - 1966 - 1967 - 1971 - 1974 - 1978 |
| Anomalia < -1.5 | 1949 - 1955 - 1964 - 1970 - 1973 - 1975 |

Tabela 4.- Anos em que se verificaram anomalias médias fortes de vazão no período de março, abril e maio.

OBS: Os anos repetidos se referem às diferentes estações fluviométricas

| Faixa de Anomalias | Anos Verificados |
|----------------------|--|
| 1.0 < Anomalia < 2.0 | 1949 - 1965 - 1968 - 1973 - 1973 |
| 2.0 < Anomalia < 3.0 | 1967 - 1967 - 1973 |
| Anomalia > 3.0 | 1950 - 1964 - 1974 - 1974 - 1974 - 1974 - 1974 |

Tabela 5.- Síntese dos resultados obtidos verificando relações entre altas anomalias de vazão e anomalias de temperatura. OBS: as filas múltiplas se referem às diferentes estações.

| Ano | Anomalia Vazao | Anomalia Temperatura S+O+N (Ano Anterior) | Anomalia de Temperatura O+N+D (Ano Anterior) |
|------|--|---|--|
| 1964 | 3.1067 | -0.18667 | -0.003 |
| 1965 | 1.4867 | -1.49 | -1.51 |
| 1967 | 2.4133 2.3967 | -1.1267 | -1.073 |
| 1968 | 1.37 | -1.5167 | -1.36 |
| 1950 | 4.29 | -1.7533 | -1.7 |
| 1973 | 1.2267 2.8867 1.26 | 0.7533 | 1.04 |
| 1974 | 4.62 4.2933 4.51 4.5467 4.8167 | -1.91 | -1.91 |

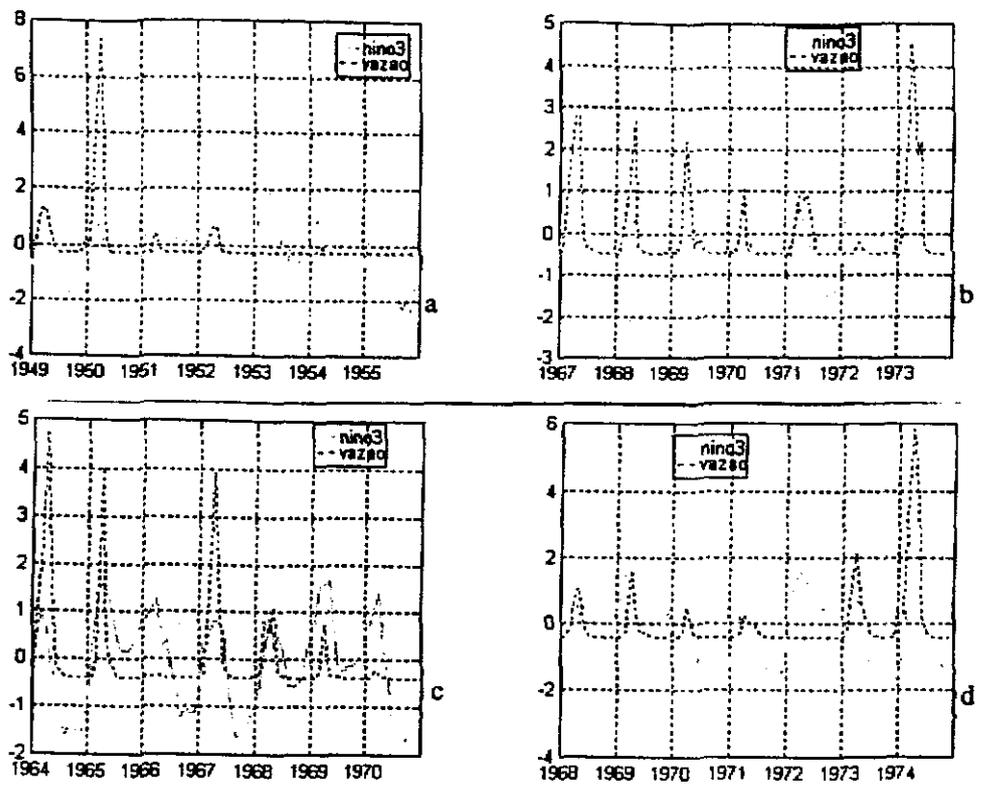


Figura 1.- Séries de vazão e anomalias de temperaturas de la região Niño3, a) Estação 35217001, b) Estação 35210000, c) Estação 35760000 y d) Estação 35650000.

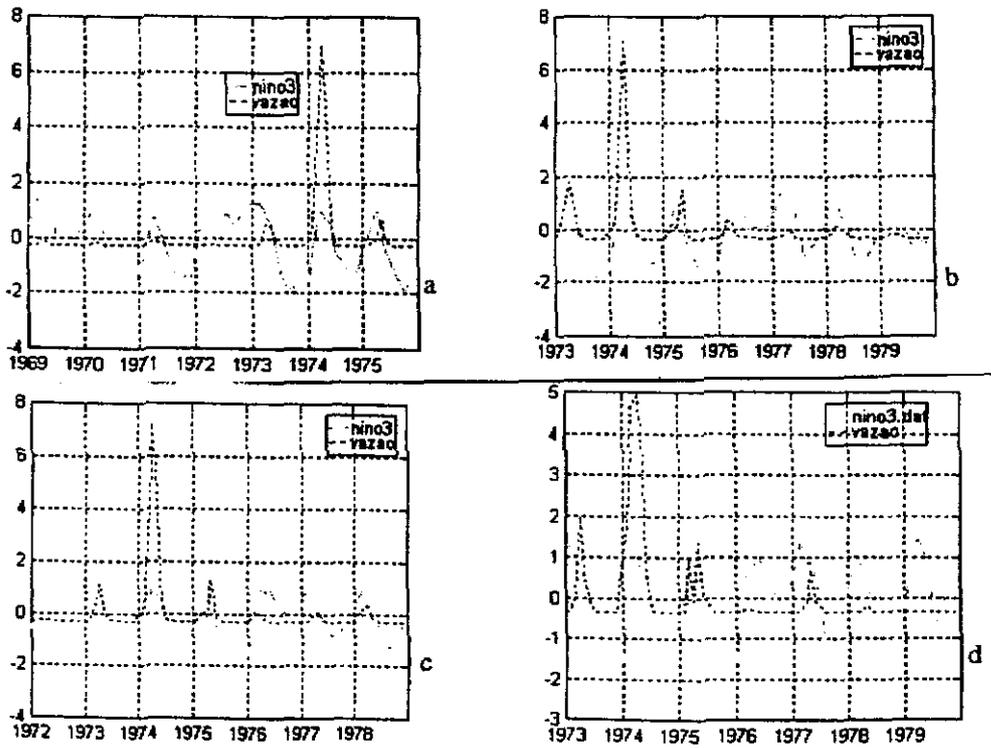


Figura 2.- Séries de vazão e anomalias de temperaturas de la região Niño3, a) Estação 35570000, b) Estação 35260000, c) Estação 35275000 y d) Estação 35950000.

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA PREDICCIÓN DE CAUDALES EN EL SISTEMA HÍDRICO DEL RÍO URUGUAY EN FUNCIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LAS ANOMALÍAS DE LAS TEMPERATURAS DEL PACÍFICO ECUATORIAL Y DEL ATLÁNTICO SUR

Alfonso RISSO

Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia
Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, Brasil

Los objetivos de este trabajo son definir relaciones entre la variabilidad de las anomalías de las temperaturas del Pacífico y Atlántico, con caudales del Sistema Hídrico del Río Uruguay. Asimismo, evaluar el efecto de diferentes tamaños de cuencas del Sistema Hídrico del Río Uruguay en la recepción de señales de la variación de la temperatura de la superficie de los Océanos Pacífico (El Niño) y del Atlántico.

El Estado de Rio Grande do Sul, localizado en el extremo sur de Brasil, posee un clima caracterizado por el movimiento de las masas polares provenientes del Sur durante el invierno provocando lluvias frontales. Durante el verano las masas polares se debilitan al interactuar con los movimientos provenientes del Atlántico, resultando en precipitaciones convectivas. La tendencia es la ocurrencia de lluvias de larga duración y baja intensidad durante el invierno y de mayor intensidad y pequeña duración durante el verano.

El clima del Estado de Rio Grande do Sul está clasificado, de forma general, como "templado húmedo", siendo que algunas regiones del Estado están clasificados como "clima subtropical". Desde el punto de vista hidrológico, algunos aspectos son importantes: 1- el período lluvioso en Rio Grande do Sul ocurre cuando en una parte de la región Sur y Sudeste del País ocurre el período seco. Por lo tanto los sistemas hídricos son complementarios desde el punto de vista de la gestión de recursos; 2- el período seco es concomitante con las mayores temperaturas, lo que aumenta la pérdida de agua por la evaporación de los embalses en el Estado, al contrario de lo que ocurre en la región Sudeste de Brasil, donde prácticamente se despreja este efecto; 3- las lluvias frontales que actúan en el período lluvioso son las que presentan mayores riesgos de ocurrencia de crecidas en cuencas de gran tamaño.

Se puede identificar el comportamiento de las cuencas hidrográficas a través de la distribución en el tiempo y en el espacio de variables como la lluvia y caudal. En recursos hídricos existen varias relaciones utilizadas para cuantificar la disponibilidad hídrica, niveles de navegación, evaluar llenas y la capacidad de dilución de los ríos así como otros usos del agua.

El Instituto de Investigaciones Hidráulicas (IPH) de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, desarrollo para la Compañía Estatal de Energía Eléctrica (CEEE), un estudio de regionalización de los caudales de los principales sistemas hídricos del Estado de Rio Grande do Sul, cubriendo un área de aproximadamente 330.000 Km². Fueron levantados los caudales de 126 secciones dentro de las principales cuencas del Estado, en un período homogéneo de 40 años (1945 a 1984).

Este estudio permite que se obtengan algunas de las relaciones que definen las variables hidrológicas que son necesarias para diferentes proyectos en lugares donde las series de medidas no están completas, así como sitios donde debido a costos operacionales, de implantación y mantenimiento no existen mediciones de caudales. Por otro lado, aunque se pueda obtener un panorama regional de los caudales de los principales sistemas hídricos de esta región de Brasil, es muy importante poder predecir su comportamiento a corto y mediano plazo, con el objetivo de optimizar su manejo para el uso doméstico, la actividad agropecuaria, industria, energía y otros usos.

En ese sentido, esta aplicación práctica es un intento inicial de establecer una metodología que permita estimar, a nivel anual y estacional, el comportamiento de los caudales en Rio Grande do Sul. Para eso serán evaluados los efectos provocados por índices de sistemas de comportamiento global (anomalías de las temperaturas del Pacífico Ecuatorial y del Atlántico Sur) que con mayor o menor intensidad puedan ser estadísticamente asociados a la variabilidad de los caudales de las cuencas de la región sur de Brasil. Es importante resaltar que algunos de estos índices, como las

anomalías de temperaturas del Pacífico Ecuatorial, ya pueden ser pronosticadas y se encuentran disponibles para el uso.

Como área de prueba fueron elegidas dos secciones en cuencas del sistema hídrico del río Uruguay, una en el mismo río Uruguay (estación Uruguiana, área de la cuenca: 189.000 Km²) y la otra en el río Ijuí (estación Ijuí-Ponte Mística, área de la cuenca: 9.030 Km²). Fueron tomadas estas dos cuencas como pilotos, debido a su importancia para el manejo sus de recursos hídricos, principalmente en la agricultura debido a que Río Grande do Sul es uno de los principales productores de alimentos del País. Además de esto existe el interés en saber si el tamaño de una cuenca interfiere en la identificación de las señales de anomalías de temperaturas de los océanos.

A través de las rutinas del programa Climlab/Matlab (Laboratorio Climático, versión para Windows de junio de 1995) proporcionado por el IRICP, fueron estimadas las anomalías mensuales de temperatura y caudal de las series de años disponibles para las áreas del Pacífico (Niño1+2, Niño3, Niño4) y del Atlántico Sur (lat. 25° - 30° S y long. 30° y 60° O), así como para los caudales de los ríos Uruguay y Ijuí registrados en las estaciones Uruguiana y Ijuí-Ponte Mística, respectivamente.

Fueron graficadas las anomalías de cada uno de los Niños y del Atlántico con los caudales de las dos estaciones en estudio, utilizando promedios móviles a intervalo de 3 meses, esto para verificar la concordancia o no de las oscilaciones de las series. Con los mismos archivos de anomalías mensuales se aplicaron autocorrelaciones a los datos de caudal con el fin de estimar la memoria de los sistemas.

Fueron efectuadas correlaciones cruzadas entre las anomalías de las temperaturas y los caudales para observar los coeficientes de correlación y los rezagos entre las series. Con el mismo fin se usó este método estadístico para determinar la relación entre las temperaturas del Pacífico (regiones Niño) y las del Atlántico.

Considerando que las épocas con mayor interés de pronóstico son aquellas en que ocurre una mayor frecuencia de caudales máximos y de mínimos, debido a los problemas asociados a los excesos y déficits del recurso agua, fueron tomados en cuenta el trimestre con mayores caudales Ago-Sep-Oct para el río Uruguay y el río Ijuí y como trimestre de menores caudales Feb-Mar-Abr. Se agruparon los datos de temperaturas y caudales trimestralmente con el fin de poder detectar mejores relaciones que nos permitiesen aproximarnos a la obtención de una ecuación lineal para la predicción. De esta forma se efectuaron regresiones simples y múltiples, siendo que las regresiones múltiples solamente fueron aplicadas a los trimestres de mayor frecuencia de máximos caudales.

Al analizar los promedios móviles de las anomalías de caudal en las cuencas del río Uruguay y río Ijuí con las temperaturas del Pacífico y el Atlántico, se vislumbra lo que parece ser una relación directa entre las series. Lo que indica que para cada evento de anomalía positiva de las temperaturas del Pacífico también se presenta una anomalía positiva en los caudales, en ambas estaciones, lo que se comprueba al verificar que los coeficientes de regresión resultantes de las correlaciones cruzadas, que en este caso fueron positivos.

Las autocorrelaciones de los caudales medios mensuales del río Uruguay y río Ijuí indican que los caudales con una antecedencia de hasta cinco meses contienen alguna información que puede ser utilizada en conjunto con los valores de anomalías de temperatura para modelajes de regresión múltiple para predicción de caudales.

Al realizar las correlaciones cruzadas de las series mensuales se encontró que los coeficientes de correlación para los datos mensuales eran muy bajos, no superiores a 0.30 en el río Uruguay (con Niño3) y no superiores a 0.27 en el río Ijuí (con Niño1+2). En cuanto a los rezagos observados, llegan a cinco meses para el río Uruguay y siete meses para el río Ijuí.

De las correlaciones cruzadas entre los Niños1-2, 3 y 4 con las Temperaturas del Atlántico Sur estimadas para la región comprendida entre las latitudes 25° - 30° S y longitudes 30° y 60° O, se encontraron correlaciones bajas caracterizando un grado de independencia estadística entre las anomalías de los dos océanos.

Considerando que a nivel mensual no se presentaban correlaciones cruzadas significativamente altas se procedió a agrupar trimestralmente los datos, tomando como referencia los meses con mayor frecuencia de caudales altos de los

dos ríos: agosto a octubre y los meses con caudales bajos: febrero a abril. Siguiendo estos criterios para cada cuenca se agruparon los datos de temperatura del Pacífico y el Atlántico en cuatro trimestres: NDE, ASO, MJJ y FMA

Con estos trimestre se efectuaron correlaciones simples en las que se obtuvo para la cuenca del río Uruguay en el trimestre altos caudales correlaciones de hasta 0,44 (Niño1+2) con el trimestre febrero-marzo-abril y en el trimestre de bajos caudales correlaciones de hasta de 0,45 (Niño1+2) con el trimestre noviembre-diciembre-enero. Para la cuenca del río Ijuí en el trimestre de altos caudales se obtuvo correlaciones de hasta 0,41 (Niño1+2) para el trimestre febrero-marzo-abril y en el trimestre de bajos caudales correlaciones de hasta 0,35 (Niño4) con el trimestre mayo-junio-julio y 0,36 (Atlántico) con los trimestres noviembre-diciembre-enero. Las Tablas 1 y 2 muestran en detalle los resultados obtenidos.

Para los trimestres con mayor frecuencia de altos caudales (agosto-septiembre-octubre) de los ríos Uruguay e Ijuí se efectuaron regresiones múltiples integrando las informaciones de las anomalías del Pacífico Equatorial, Atlántico Sur y caudales previos para aquellos agrupos trimestrales con mayor significancia estadística obteniéndose las ecuaciones lineales que relacionan de mejor forma los parámetros.

Para la cuenca del río Uruguay (ago-oct) se obtuvo, para el trimestre de altos caudales, una correlación mas significativa en el trimestre feb-mar-abr de los valores de anomalía del Niño1+2, en el caudal previo MJJ y en las anomalías del Atlántico MJJ, inmediatamente anteriores al valor de caudal pronosticado ASO. Las anomalías de temperatura del Niño1+2 y el caudal previo se destacaron como las más influyentes (Figura 1).

$$\text{Caso 1: } \quad Q(\text{ASO}) = 0.248 * Q(\text{MJJ}) + 0.201 * N1-2(\text{FMA}) + 0.1678 * AT(\text{MJJ}) + 0.011$$
$$R = 0.56 \quad Fo(3.31) = 4.70$$

Despreciando los valores relativos a los caudales previos se obtuvo una correlación múltiple con estas características (Figura 2):

$$\text{Caso 2: } \quad Q(\text{ASO}) = 0.2622 * N1-2(\text{FMA}) + 0.2072 * AT(\text{MJJ}) + 0.0148$$
$$R = 0.48 \quad Fo(2.32) = 4.90$$

Para la cuenca del río Ijuí (Ago-Oct) se obtuvo, para el trimestre de bajos caudales, una correlación más significativa en el trimestre may-jun-jul de los valores de anomalía del Niño3, en el caudal previo MJJ y en las anomalías del Atlántico FMA, inmediatamente anteriores al valor de caudal pronosticado ASO. Las anomalías de temperatura del Niño3 y el caudal previo se destacaron como las más influyentes (Figura 4).

$$\text{Caso 1: } \quad Q(\text{ASO}) = 0.7110 * Q(\text{MJJ}) + 0.3883 * N3(\text{MJJ}) - 0.252 * AT(\text{FMA}) - 0.0533$$
$$R = 0.71 \quad Fo(3.21) = 7.33$$

Despreciando los valores relativos a los caudales previos se obtuvo una correlación múltiple con estas características (Figura 3):

$$\text{Caso 2: } \quad Q(\text{ASO}) = 0.3767 * N1-2(\text{FMA}) + 0.1669 * AT(\text{MJJ}) + 0.0562$$
$$R = 0.45 \quad Fo(2.22) = 2.81$$

Se puede observar que el valor de Fo para esta correlación es bajo. La correlación simples de N1-2 (FMA) (Niño1+2 Feb-Mar-Abr) con los caudales de Ago-Set-Oct es más significativo: $R = 0.41$; $Fo(1.23) = 8.73$

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados podemos concluir que es perceptible una relación directa entre las anomalías de temperaturas del mar (Pacífico Equatorial y Atlántico Sur) y las anomalías de los caudales medios mensuales de las estaciones Uruguiana del río Uruguay y Ijuí-Ponte Mística del río Ijuí.

Los resultados expresados en las autocorrelaciones de las anomalías de caudal para los dos sistemas hídricos estudiados, permite considerarlos como parte de las variables de predicción.

Los retardos de hasta aproximadamente 6 meses, encontrados con las correlaciones cruzadas efectuadas con datos mensuales, indican una respuesta lenta de las cuencas a las variaciones de la temperatura del Pacífico y el Atlántico.

Existe una baja correspondencia positiva entre las anomalías de temperaturas del Pacífico y el Atlántico Sur en las latitudes entre 25° - 30° S y longitudes 30° y 60° O.

Se encontró que las anomalías de temperatura del Pacífico Ecuatorial referidas a las áreas conocidas como Niño1+2 y Niño3 son las que se encuentran mayormente relacionadas con las anomalías de caudales registrados en las estaciones del río Uruguay y Ijuí. Esta relación es además claramente directa indicando comportamientos afines entre las variaciones de las anomalías de temperatura y los caudales.

A pesar de la diferencia de áreas entre las dos cuencas estudiadas, no fue posible identificar variaciones significativas de los caudales frente a los cambios de las temperaturas de los Océanos Pacífico y Atlántico.

Considerando los resultados promisorios de este primer estudio, en el intento de entender la influencia de índices climáticos como el fenómeno Niño en el comportamiento de sistemas hidrológicos del Sur de Brasil, se recomienda efectuar un estudio más detallado que lleve en consideración los siguientes análisis:

- efectuar correlaciones cruzadas para los demás trimestres del año;
- completar las series de caudales hasta el año 1994 y efectuar procedimientos de validación de los pronósticos;
- evaluar el comportamiento en otras cuencas de la región y en otras escalas espaciales;
- ejecutar un análisis de regionalización con el comportamiento de las diferentes cuencas;
- establecer con mejor precisión sectores del Atlántico Sur y del Pacífico Ecuatorial que mejor respondan a los caudales del Sur de Brasil;
- estudiar la influencia de otros indicadores, como el Índice de Oscilación Sur (IOS) en el régimen hidrológico del Sur de Brasil.

Tabla 1.- Correlaciones Simples. Trimestre con mayor frecuencias de altos caudales.

| Cuenca Río Uruguay | | Caudal Trimestre: ASO | Significancia: 4.15 |
|--------------------|-----------|-----------------------------|---------------------|
| Temperaturas | Trimestre | Coeficientes de Correlación | |
| N12 | FMA | 0.44 | |
| ATL | MJJ | 0.36 | |
| N3 | FMA | 0.35 | |
| Cuenca Río Ijuí | | Caudal Trimestre: ASO | Significancia: 4.30 |
| Temperaturas | Trimestre | Coeficientes de Correlación | |
| N12 | FMA | 0.41 | |
| N3 | FMA | 0.40 | |
| ATL | MJJ | 0.37 | |

Tabla 2.- Correlaciones Simples. Trimestre con mayor frecuencia de bajos caudales.

| Cuenca Río Uruguay | | Caudal Trimestre: FMA | Significancia: 4.15 |
|--------------------|-----------|-----------------------------|---------------------|
| Temperaturas | Trimestre | Coeficientes de Correlación | |
| N12 | NDE | 0.45 | |
| N3 | ASO-NDE | 0.33 | |
| N12 | ASO | 0.32 | |
| Cuenca Río Ijuí | | Caudal Trimestre: FMA | Significancia: 4.30 |
| Temperaturas | Trimestre | Coeficientes de Correlación | |
| ATL | NDE | 0.36 | |
| N4 | MJJ | 0.35 | |

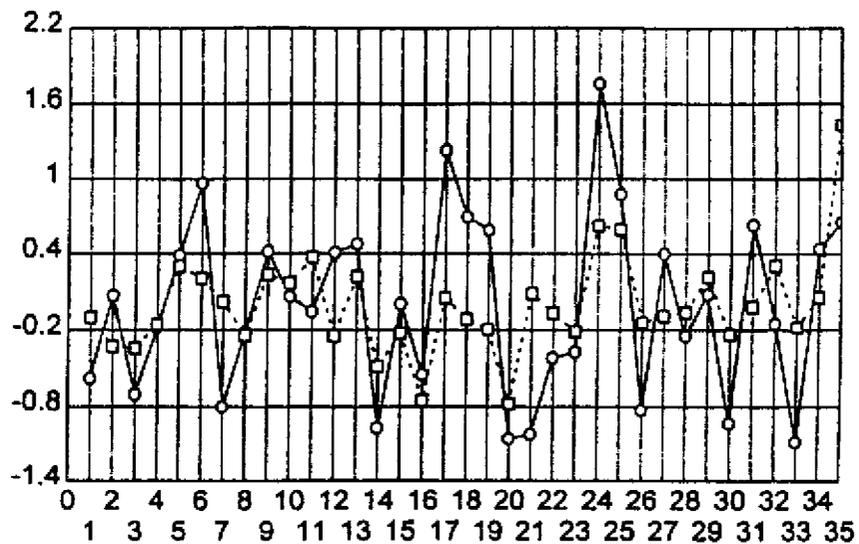


Figura 1.- Predicción con caudales previos para el río Uruguay. La línea llena representa los valores observados y la línea punteada los valores calculados por el modelo.

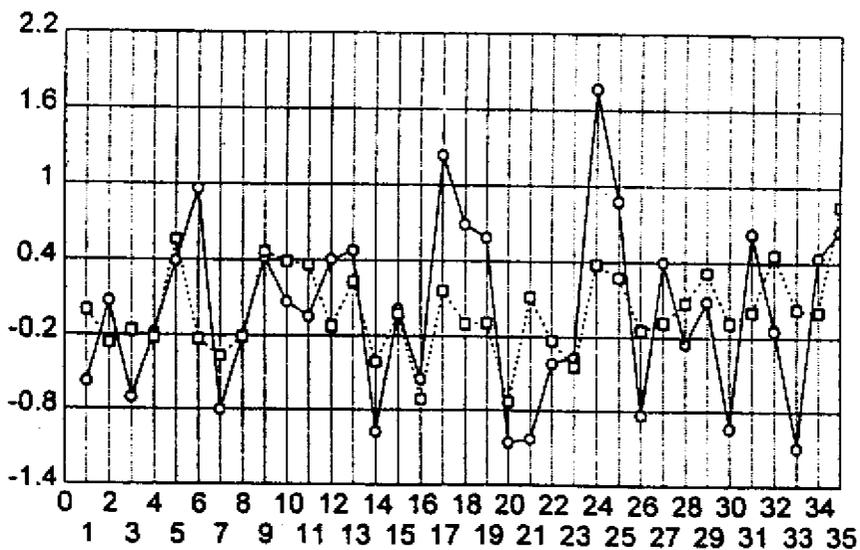


Figura 2.- Predicción sin caudales previos para el río Uruguay. La línea llena representa los valores observados y la línea punteada los valores calculados por el modelo.