

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE UMA SÉRIE HISTÓRICA DE CHUVAS INTENSAS NA CIDADE DE SÃO PAULO (1970-2009)

Msc. Daniel Mendes¹

¹Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, Geografia Física.

As chuvas definidas como sendo intensas, são aquelas que quando quantificadas, excedem um limite mínimo estipulado para cada duração. Tais limites, que partem dos resultados dos cálculos realizados por Pfafstetter (1957), são padrões reconhecidos na identificação das alturas (em mm) e das intensidades médias (em mm h^{-1}) de precipitação para qualquer intervalo de tempo entre cinco minutos e 24 horas. A partir da hipótese inicial deste estudo, a intenção ao analisar este tipo de chuva, é a de concluir para a série temporal de 1970-2009, a existência ou não de um nível de correlação aceitável, envolvendo o comportamento de sua frequência e as variações registradas na temperatura da superfície do mar (TSM), localizada na região Niño 3.4.

1- Análise Anual

A partir da frequência anual de Chuvas Intensas, representada no gráfico da (Figura 1), é possível identificar que a frequência máxima ocorreu no ano de 1996, através da contagem de 13 casos, no intervalo de uma hora.

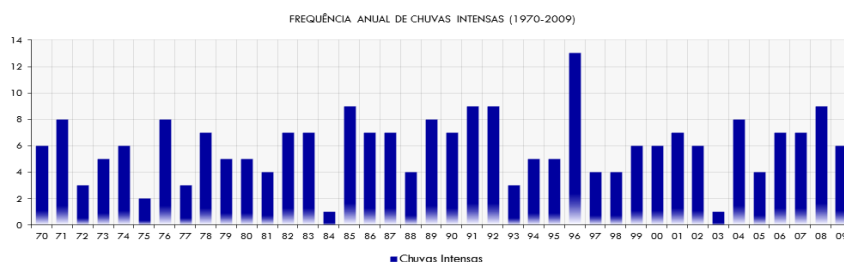


Figura 1 – Frequência Anual de Chuvas Intensas (1970-2009).

2- Análise do Ajuste Linear

O ajuste linear definiu a inclinação e o sentido linear de Chuvas Intensas, para cada série temporal. Os resultados podem ser vistos na (Tabela 1) e nas (Figura 2).

Tabela 1 – Ajuste Linear Anual de Chuvas Intensas

"A"	TIPO DE CHUVA	TENDÊNCIA LINEAR	"B"	CATEGORIA	TENDÊNCIA LINEAR	CORRELAÇÃO LINEAR
A1	INTENSA	POSITIVA	B1	OCEANIC NIÑO INDEX	POSITIVA	POSITIVA
A2	INTENSA	POSITIVA	B2	FASE NEUTRA	POSITIVA	POSITIVA
A3	INTENSA	POSITIVA	B3	ENOS	POSITIVA	POSITIVA
A4	INTENSA	POSITIVA	B4	EL NIÑO	NEGATIVA	NEGATIVA
A5	INTENSA	POSITIVA	B5	LA NIÑA	POSITIVA	POSITIVA

A (Figura 2) apresenta o gráfico do ajuste linear anual de Chuvas Intensas.



Figura 2 – Ajuste Linear Anual de Chuvas Intensas (1970-2009).

Os resultados das análises individuais “A” e “B”, a partir do momento que são projetados para última etapa do procedimento inicial – análise de correlação linear – envolvendo os respectivos ajustes lineares “A” e “B”, quando analisados para a série da ONI, sugerem, positivamente, para a possibilidade de ter ocorrido, um aumento na frequência de Chuvas Intensas, em função do aquecimento observado na região Niño 3.4. O tal resultado, também pode ser observado, para a série temporal (B2, B3 e B5), relativo à Fase Neutra, ENOS e a La Niña. Por outro lado, o resultado do ajuste linear para o El Niño, sugere, negativamente, para a possibilidade de ter ocorrido uma diminuição na frequência de Chuvas Intensas, em função do resfriamento na TSM da região Niño 3.4.

3- Variação Cíclica de Chuvas Intensas

O resultado da variação cíclica anual para Chuvas Intensas pode ser observado na (Figura 3).

A oscilação foi formada por 20 fases altas (esferas vermelhas) e 20 fases baixas (esferas azuis).

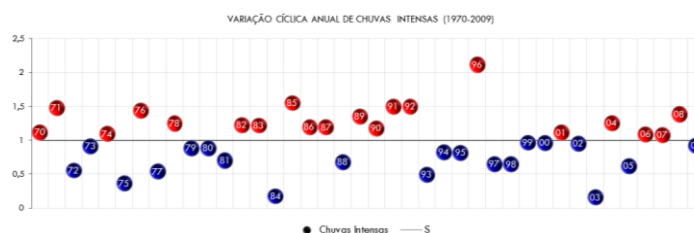


Figura 3 – Variação Cíclica Anual de Chuvas Intensas.

4- Análise da Correlação Cíclica

Os resultados das análises das correlações cíclicas podem ser observados a partir da (Tabela 2) e dos gráficos da (Figura 4).

Tabela 2 – Correlação Cíclica Anual

	CICLO "A"		CICLO "B"		CORRELAÇÃO CÍCLICA	TESTE T - STUDENT
A1	CHUVA INTENSA	B1	OCEANIC NIÑO INDEX		-0,141799115	INSIGNIFICATIVO
A2	CHUVA INTENSA	B2	FASE NEUTRA		-0,141603318	INSIGNIFICATIVO
A3	CHUVA INTENSA	B3	ENOS		-0,183178542	INSIGNIFICATIVO
A4	CHUVA INTENSA	B4	EL NIÑO		-0,099523026	INSIGNIFICATIVO
A5	CHUVA INTENSA	B5	LA NIÑA		0,213802911	INSIGNIFICATIVO

A partir dos resultados do teste de significância – t-“Student” – é possível notar, de acordo com a (Tabela 2), que todos os resultados das correlações cíclicas foram considerados como sendo insignificantes, ou seja, não há possibilidade de correlação cíclica anual entre Chuvas Intensas e as variações na TSM, da região Niño 3.4 Niña. Os ciclos podem ser observados a partir da (Figura 4).

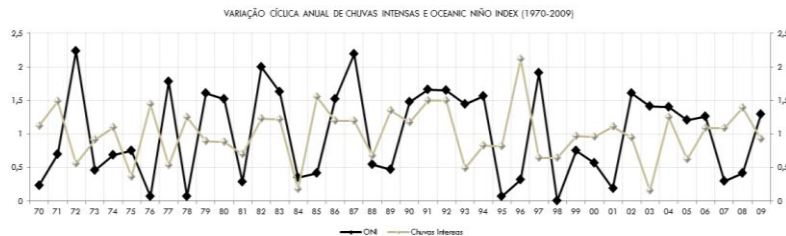


Figura 4 – Variação Cíclica Anual de Chuvas Intensas e do Oceanic Niño Index.

5- Análise Específica das Fases

Os resultados de tal análise revelam as possíveis correlações existentes, entre as fases altas e baixas da série agrupada. Na (Figuras 5), é possível observar um gráfico delimitado por fases (F1, F2, F3...) e, uma tabela, à direita, referente aos resultados das correlações.

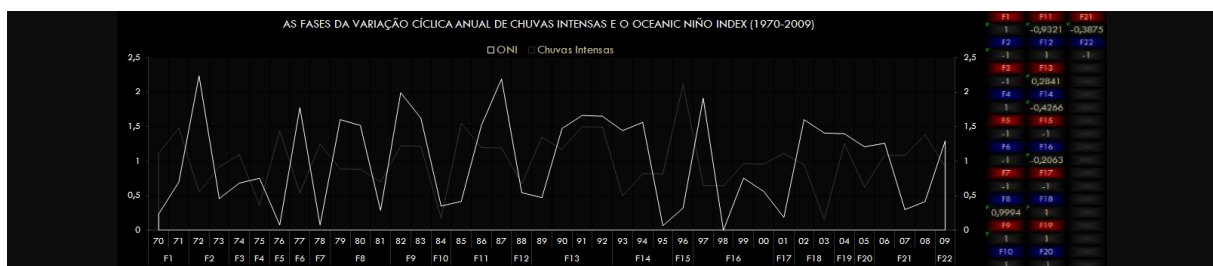


Figura 5 – Fases do Ciclo Anual de Chuvas Intensas.

O ciclo anual de Chuvas Intensas para a série integral (ONI) foi composto por 18 fases, que estiveram, significativamente, bem correlacionadas. No entanto, a partir do resultado positivo da correlação linear, envolvendo por um lado, a tendência positiva de Chuvas Intensas, e por outro, a tendência positiva da ONI, o objetivo é identificar em quais fases da oscilação, que possivelmente, estiveram associadas a tal comportamento. Neste caso, as fases altas, seriam as mais prováveis. A partir dessa possibilidade, foram identificadas, três fases altas, significativamente e positivamente correlacionadas, nos anos de 1970, 1971, 1982, 1983 e 2004.

Tabela 3 – Correlação Anual em Fases Específicas

"A"	TENDÊNCIA LINEAR	"B"	TENDÊNCIA LINEAR	CORRELAÇÃO LINEAR	TIPO(S) DE FASE(S) CORRELACIONADA(S)	ANO(S) CORRELACIONADO(S)
A1	POSITIVA	B1	POSITIVA	POSITIVA	ALTA	1970, 1971, 1982, 1983 e 2004
A2	POSITIVA	B2	POSITIVA	POSITIVA	ALTA	1983, 1986, 1990 e 2004
A3	POSITIVA	B3	POSITIVA	POSITIVA	ALTA	1989, 1991 e 1992
A4	POSITIVA	B4	NEGATIVA	NEGATIVA	ALTA (CHUVAS INTENSAS) E BAIXA (EL NIÑO)	ALTA (8) E BAIXA (72 e 77)
A5	POSITIVA	B5	POSITIVA	POSITIVA	ALTA	1971 e 1974

6- A Hipótese Inicial e a Conclusão Final

De um modo geral, durante este período, os resultados sugerem que o aquecimento (resfriamento) observado na região Niño 3.4, coincidiu com o aumento (diminuição) na frequência de Chuvas Intensas, com exceção do período relativo ao El Niño. Nesta fase, foi possível observar que o resfriamento observado na região Niño 3.4, não refletiu negativamente na frequência deste tipo de chuva. A respeito dos resultados das correlações cíclicas, foi possível observar que nenhuma fase esteve significativamente correlacionada. Por último, é possível sugerir que os reflexos do resultado do ajuste linear possam ter ocorrido, pontualmente, em fases e anos específicos. Desta forma, para os quatro casos de correlação linear positiva, aqueles, que envolveram ajustes positivos (ONI, Fase Neutra, ENOS e La Niña), possivelmente podem ser identificados a partir das fases altas, quando significativamente e positivamente correlacionados. Por outro lado, no caso da fase El Niño, presume-se, a partir da correlação negativa, que a única possibilidade de identificar um possível reflexo provocado pelo resfriamento na região Niño 3.4, ocorreria a partir das fases baixas, quando estas, estiverem significativamente e positivamente correlacionados.