

FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL: DINÂMICA E TENDÊNCIA PLUVIOMÉTRICA

Felipe Vanhoni,
Universidade Federal do Paraná
felipevanhoni@yahoo.com.br

Francisco Mendonça,
Universidade Federal do Paraná
chico@ufpr.br

EVENTOS EXTREMOS E IMPACTOS HIDRO METEOROLÓGICOS.

Resumo:

nos últimos anos, as discussões sobre os problemas ambientais vêm se intensificando assim como a necessidade de estudar a influência humana nos processos naturais, enfraquecendo a perspectiva do estudo dos fatores ambientais isoladamente. Este trabalho tem como objetivos analisar a dinâmica e a tendência pluviométrica na Fachada Atlântica Sul do Brasil no período de 1977-2010. Foram calculadas as médias mensais, sazonais e anuais para a variável, sendo 97 (noventa e sete) estações com dados de pluviosidade. A área de estudo abrange a Fachada Atlântica Sul do Brasil compreendendo parte dos Estados do Paraná (6.721 km²), Santa Catarina (26.598 km²) e Rio Grande do Sul (41.912 km²), num total de aproximadamente 75 mil km². Entre os resultados, a pluviosidade média anual da Fachada Atlântica Sul para o período temporal selecionado ficou em 1812,4 mm, sendo que não se verificam meses ou estação seca, e sim períodos de menor precipitação. Em relação às massas de ar, predomina a atuação da MPa (principalmente no inverno) e da MTa (predominando no verão), sendo que destaca-se também a atuação dos sistemas frontais. Nas análises de tendência, os resultados variaram dentro da área de estudo sendo que prevaleceu o aumento do total pluviométrico.

Abstract:

In recent years, discussions about environmental problems have intensified and the necessity of studying the human influence on natural processes, weakening the prospect of studying the environmental factors alone. This study aims to analyze the dynamics and trends in rainfall Facade Atlantic Southern Brazil from 1977-2010. We calculated the mean monthly, seasonal and annual variable, being 97 (ninety-seven) stations with rainfall data. The study area covers the Atlantic Facade southern Brazil comprising the states of Paraná (6.721 km²), Santa Catarina (26.598 km²) and Rio Grande do Sul (41.912 km²), a total of approximately 75.000 km². Among the results, the average annual rainfall for South Atlantic Facade of the time period was selected in 1812,4 mm, and there are no months or dry season, but periods of low rainfall. Regarding air masses, the predominant activity of MPa (especially in winter) and the MTa (mostly in summer), and also highlights the role of frontal systems. In trend analysis, results varied within the study area is that prevailed increasing the total rainfall.

Introdução

Há muito tempo, o homem vem observando e estudando o tempo e o clima. A compreensão era essencial para as atividades humanas, sendo o foco principal os efeitos do clima sobre as pessoas.

Desde Hipócrates, século V a.C., na sua célebre obra Ares, Águas e Lugares, a preocupação de estudiosos com a influência do clima sobre o organismo dos homens vem sendo observada e registrada (MENDONÇA, 2002, p. 23).

Na modernidade a preocupação com as alterações climáticas provocadas pelos homens tornou-se cada vez mais importante. Nas últimas décadas é evidente uma crescente preocupação em relação

ao meio-ambiente, em especial sobre o clima do planeta, observada principalmente em artigos e pesquisas científicas, nas mudanças de atitudes das pessoas e em políticas públicas gerais.

A Fachada Atlântica Sul do Brasil fora estudada principalmente por MONTEIRO (1969), sendo que posteriormente trabalhos nesta área foram elaborados, porém não englobando toda a região, e sim partes ou cidades da mesma.

De acordo com Mendonça (2000, p. 27) quatro são os sistemas atmosféricos que definem o clima no âmbito regional (sul do Brasil): MPa (Massa Polar Atlântica, originária do Anticiclone Migratório Polar), MTa (Massa Tropical Atlântica, originária no Anticiclone Semifixo do Atlântico), MEc (Massa Equatorial Continental, originária no Anticiclone da Amazônia) e MTc (Massa Tropical Continental, originária da Depressão do Chaco).

A área de estudo abrange a Fachada Atlântica Sul do Brasil (Figura 01) compreendendo parte dos Estados do Paraná (6.721 km²), Santa Catarina (26.598 km²) e Rio Grande do Sul (41.912 km²), num total de aproximadamente 75 mil km². O recorte espacial não se limita apenas à “zona costeira”, abrangendo áreas adjacentes que influenciam na determinação dos climas litorâneos.

Este trabalho tem como objetivo analisar a tendência e a distribuição espaço-temporal da pluviosidade nas escalas: mensal, sazonal e anual, buscando evidenciar os padrões de distribuição deste elemento a partir de sua gênese e dinâmica.

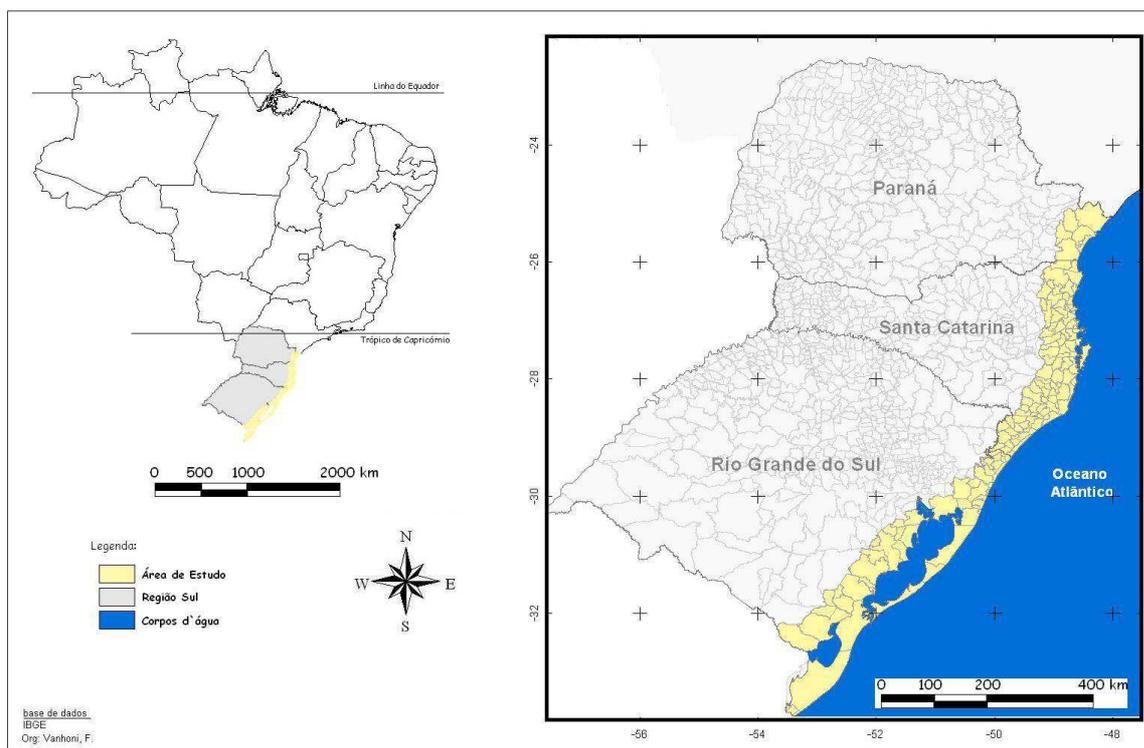


Figura 01 – Localização da área de estudo

Métodos e técnicas

O clima representa um sistema complexo, sendo que sua abordagem dentro de suas características e tendências necessita de diferentes métodos para o seu entendimento. Neste trabalho a

abordagem climática terá como base a concepção Sistêmica, sendo que os elementos que compõem os climas e os processos que os explicam têm certa conformidade com a lógica da análise sistêmica.

Entre as metodologias aplicadas, tendo a dinâmica atmosférica como um dos principais fatores na determinação climática da região, fez-se uso também da abordagem da climatologia Dinâmica. Assim, o estudo do clima de um determinado lugar passa a ser definido por seu caráter dinâmico através da sucessão habitual de seus vários tipos de tempo.

A primeira etapa da pesquisa caracterizou-se pela fundamentação teórica do objeto do estudo, visando o aprofundamento e formação de uma base teórico-metodológica que possibilitou a análise detalhada das características climáticas.

A segunda etapa caracterizou-se pela coleta dos dados, que foram tratados estatisticamente e depois organizados em um banco de dados, sendo que os mesmos correspondem em sua maioria a um período de 30 (trinta) anos numa escala temporal estabelecida entre 1977-2010.

Foram coletados dados mensais e diários junto ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), SIMEPAR (Instituto Tecnológico), EPAGRI/CIRAM (Centro de informações de recursos ambientais e de hidrometeorologia de Santa Catarina), FEPAGRO (Fundação Estadual de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Sul) e ANA (Agência Nacional de Águas).

A especialização dos mesmos abrange a terceira etapa da pesquisa. Os dados foram organizados e tratados estatisticamente no software *Excel*, sendo também analisados espacialmente com o auxílio do software *ArcGis 9.1* e sua extensão *Spatial Analyst*.

A quarta e quinta etapas compreenderam respectivamente a análise de tendência e dos resultados obtidos. Para a análise de tendência, foram selecionadas duas técnicas estatísticas: Mann-Kendall e Regressão Linear. Optou-se pela utilização de mais de uma para existir uma comparação entre os resultados, o que torna em parte, mais confiáveis as informações.

A Pluviosidade na Fachada Atlântica Sul do Brasil

A pluviosidade é uma das mais importantes variáveis meteorológicas para os estudos climáticos. Essa importância deve-se a sua função dentro da dinâmica climática e de sua variação no espaço e no tempo. O Brasil, devido à sua grande extensão territorial, possui diferentes regimes de precipitação. A sua distribuição espacial e temporal (diária, mensal e anual) deriva efeitos diretos e indiretos na natureza e conseqüentemente nas atividades humanas.

Uma das principais características que distinguem os climas da porção Sul do restante do País é a sua regularidade na distribuição anual da pluviometria (entre 1250 e 2000 mm). Essas características são resultantes da associação entre a posição geográfica da área, seu relevo e a atuação dos sistemas atmosféricos intertropicais e polares (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Dessa maneira, Monteiro (1999, p. 27) acrescenta que:

Do trópico de Capricórnio para o Sul, nota-se a vigência de um clima regional cujos contrastes térmicos entre verão e inverno, acentuados mesmo para uma faixa litorânea ocidental, associa-se à pluviosidade farta, o ano inteiro, sem definição de período seco. Além do que a circulação regional é afetada pela passagem altamente recorrente, durante todo o ano, de Frente Polar Atlântica, em seus deslocamentos do Sul para o Norte – coadjuvados pelos efeitos orográficos das serras litorâneas –, agrava (convectivamente) as correntes perturbadas (advectivas). Assim, o Brasil Meridional e sua transição no Brasil de Sudeste, estão sujeitos, no decorrer do ano, a fortes pancadas pluviais (especialmente no verão).

Neste estudo, foram analisados os dados mensais, sazonais e anuais das estações pluviométricas sendo representados a seguir de forma gráfica (figura 02) e cartográfica (figuras 03 e 04).

Foram analisadas 97 (noventa e sete) estações pluviométricas distribuídas na região de estudo. A pluviosidade média anual na Fachada Atlântica Sul para o período temporal selecionado ficou em 1812,4 mm, sendo que levando em consideração a divisão política estadual, tem-se no Paraná uma média de 2362,0 mm, 1728,8 mm em Santa Catarina e 1449,5 mm no Rio Grande do Sul. Nota-se um aumento do total pluviométrico nas áreas montanhosas, devido principalmente ao efeito orográfico.

A maior média anual de chuva encontrada é de 3452,7 mm da estação Vêu de Noiva em Morretes/PR, localizada a 680 metros de altitude. Este alto valor é explicado pela localização da estação, próxima a vales que convergem a umidade da Serra do Mar. A menor média é registrada na estação de Mostardas/RS, com 1185,6 mm/ano.

Na análise sazonal, não se verificam meses ou estação seca, e sim períodos de menor precipitação que variam desde o litoral do Paraná até o Rio Grande do Sul. No Paraná e em Santa Catarina, o período de aumento do total pluviométrico concentra-se nos meses de verão, com maior intensidade no primeiro estado.

Na Fachada Atlântica do Rio Grande do Sul, a média mensal não apresenta grandes diferenças ao longo do ano, sendo que o período de maior intensidade concentra-se nos meses de inverno. Uma das características da pluviosidade na Fachada Atlântica do Rio Grande do Sul refere-se à sua baixa variabilidade anual. Os meses de inverno são os mais chuvosos, devido principalmente à frequência de passagens dos sistemas frontais. As chuvas atingem os totais mais baixos nos meses de julho e agosto, quando as massas polares trazem quedas de temperatura.

O mês de Julho é climatologicamente caracterizado pelas baixas temperaturas e pela redução significativa dos episódios de chuva. Os principais sistemas meteorológicos que provocam precipitação neste período são as frentes frias que geralmente não provocam acumulados significativos.

Analisando os gráficos, observa-se que no mês de Julho a pluviosidade média é maior em relação aos meses de junho e agosto, sendo uma característica do litoral, e estão relacionados à passagem de frentes frias e formação de ciclones extratropicais próximos (totalmente sobre o mar). Estas características de inverno chuvoso atingem algumas localidades apenas no mês de julho, por esta razão, em alguns gráficos de média mensal observa-se um aumento neste mês.

Como se sabe, a pluviosidade, em que pesem as correntes gerais da atmosfera, desencadeadoras dos tipos de tempo, estão sujeitas a importantes variações segundo os fatores locais. Na faixa litorânea se verifica um máximo acentuado de pluviosidade no verão, recebendo nesta época do ano a atuação predominante da Massa Tropical Atlântica, o aquecimento basal e acentuação de instabilidade da massa de ar fomentados pelo efeito orográfico do sistema atlântico, responde pela acentuação da pluviosidade (MONTEIRO, 1963).

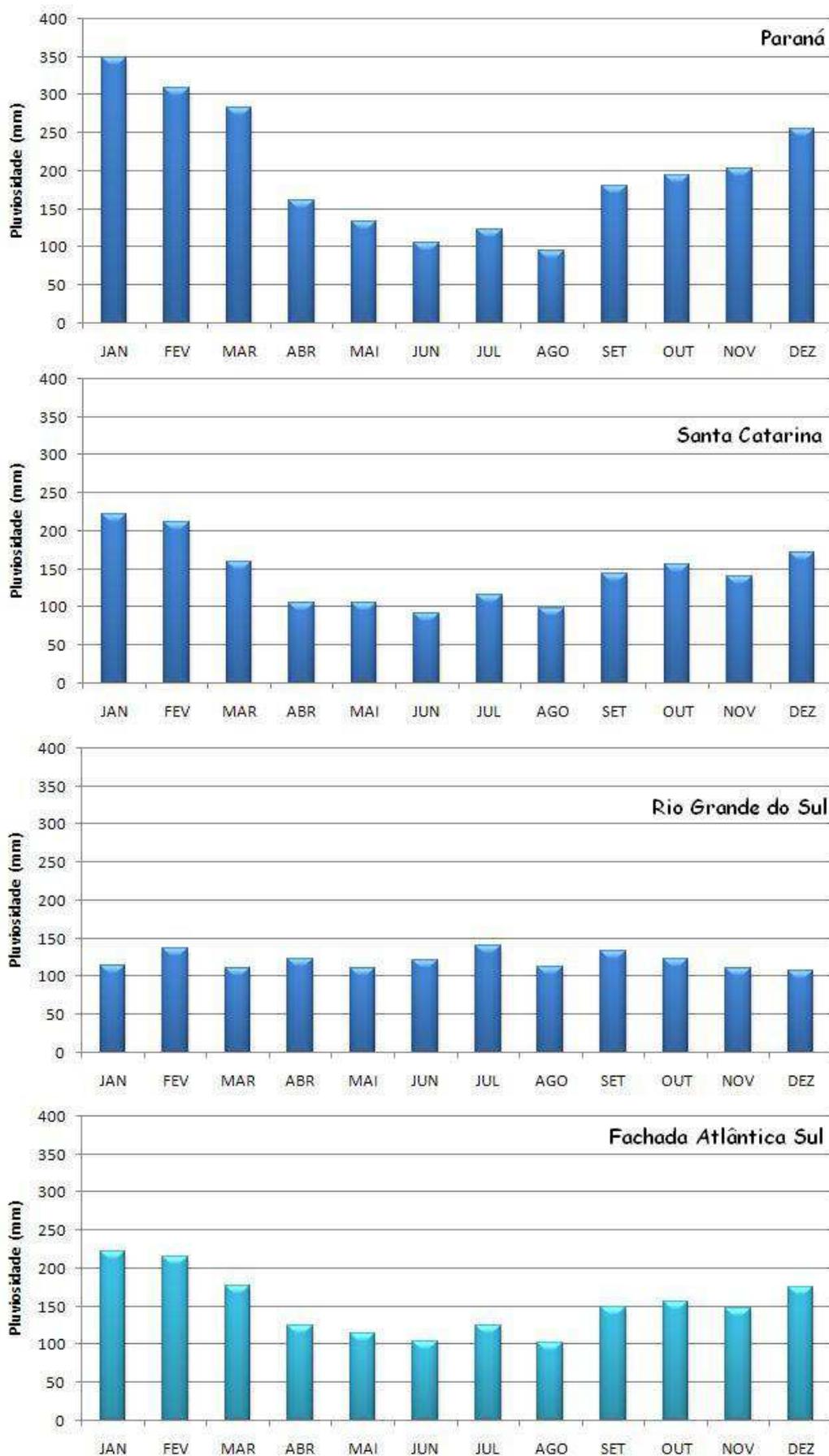


Figura 02: Fachada Atlântica Sul do Brasil – Dinâmica Pluviométrica mensal (1977-2010)

Variabilidade espacial da pluviosidade

Existe uma grande variação da pluviosidade anual na Fachada Atlântica Sul do Brasil (Figura 03), sendo que os valores variaram de 1100 mm até mais de 3100 mm. Isso devido à posição geográfica da região e principalmente à sua extensão e proximidade com os centros de ação de massas de ar. Observa-se um aumento no total anual e sazonal nas regiões mais altas e próximas às serras e morros, principalmente no Paraná e em Santa Catarina.

Nas estações pluviométricas da área de estudo localizadas na porção compreendida no Estado do Paraná, nota-se uma variação pluvial significativa entre verão e inverno, assumindo uma característica de clima tropical, sendo que no inverno as precipitações não apresentam valores muito reduzidos, sendo uma característica da Região Sul.

A não caracterização de uma estação seca na Fachada Atlântica Sul está relacionada à atuação e superposição dos regimes pluviométricos tropical, com predomínio no verão; e o da Frente Polar no seu percurso oceânico e continental.

As maiores médias estão representadas na porção da área de estudo localizada no Estado do Paraná. Nesta, destaca-se as regiões montanhosas e parte da planície. Elas acompanham as formações da Serra do Mar até a parte norte de Santa Catarina, sendo que em direção ao sul a média reduz, salvo algumas áreas de altitude, chegando a valores próximos de 1200 mm no extremo sul.

No verão (Figura 04) predomina na Fachada Atlântica Sul a Massa Tropical Atlântica, com rápidas invasões da Massa Polar Atlântica. Nesta época é comum uma maior instabilidade da MTa pelo aquecimento continental dando origem a precipitações em forma de pancadas (chuva de verão) com grande volume pluviométrico em curto período de tempo. No inverno, as Frentes Polares ocasionam grande nebulosidade com chuvas leves e contínuas (mais longo), mas com volume menor comparado ao verão.

A Fachada Atlântica Sul, principalmente no Paraná e parte de Santa Catarina, possui um regime pluviométrico marcado pela concentração de chuvas nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março decorrente da atuação predominante da Massa Tropical Atlântica. De maneira geral os totais pluviométricos da Fachada Atlântica Sul do Brasil decrescem com a latitude. Ao contrário, aumentam com a altitude.

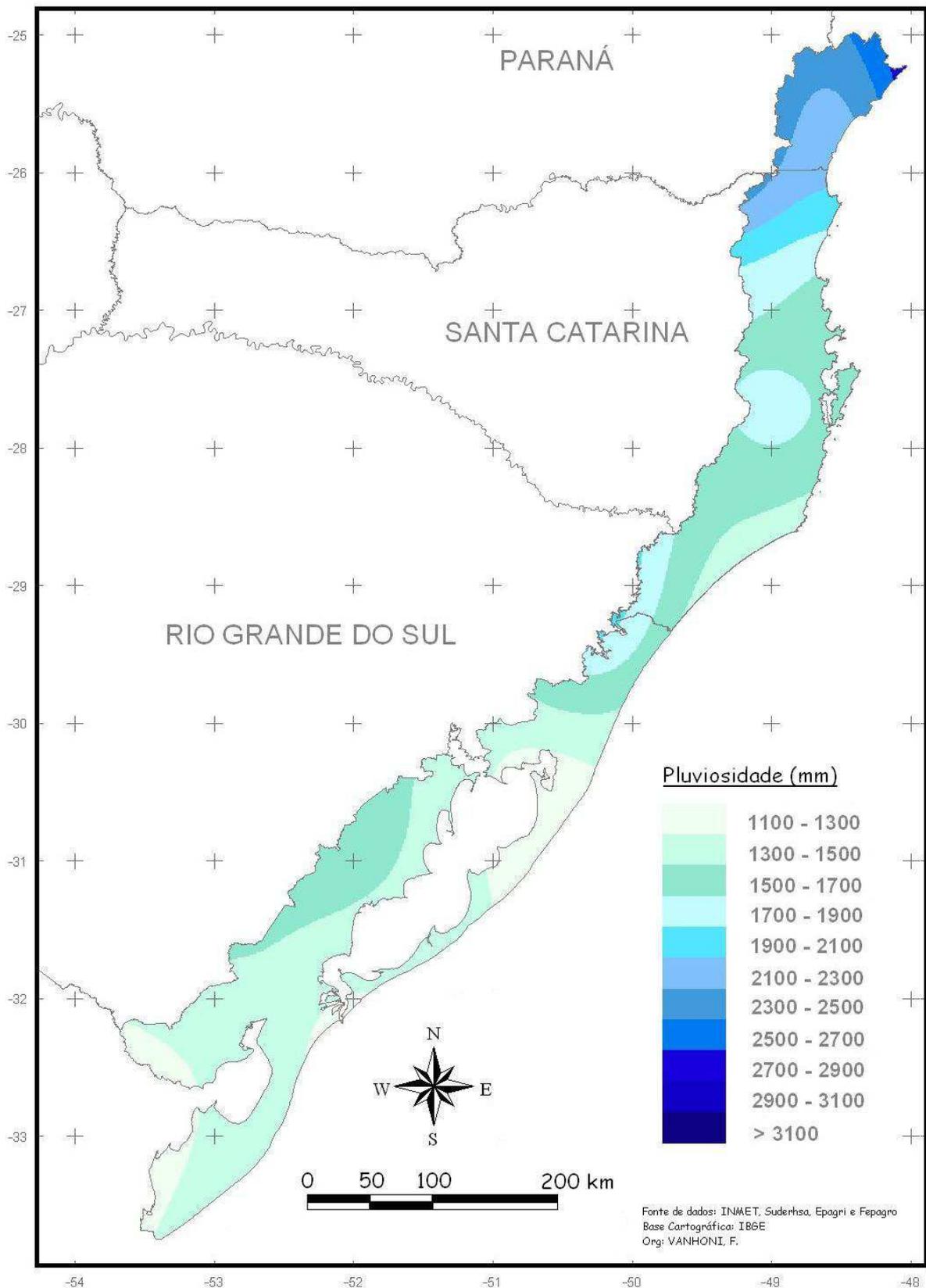


Figura 03 - Fachada Atlântica Sul do Brasil – Pluviosidade Média Anual (1977-2010)

FACHADA ATLÂNTICA SUL DO BRASIL: DINÂMICA E TENDÊNCIA PLUVIOMÉTRICA

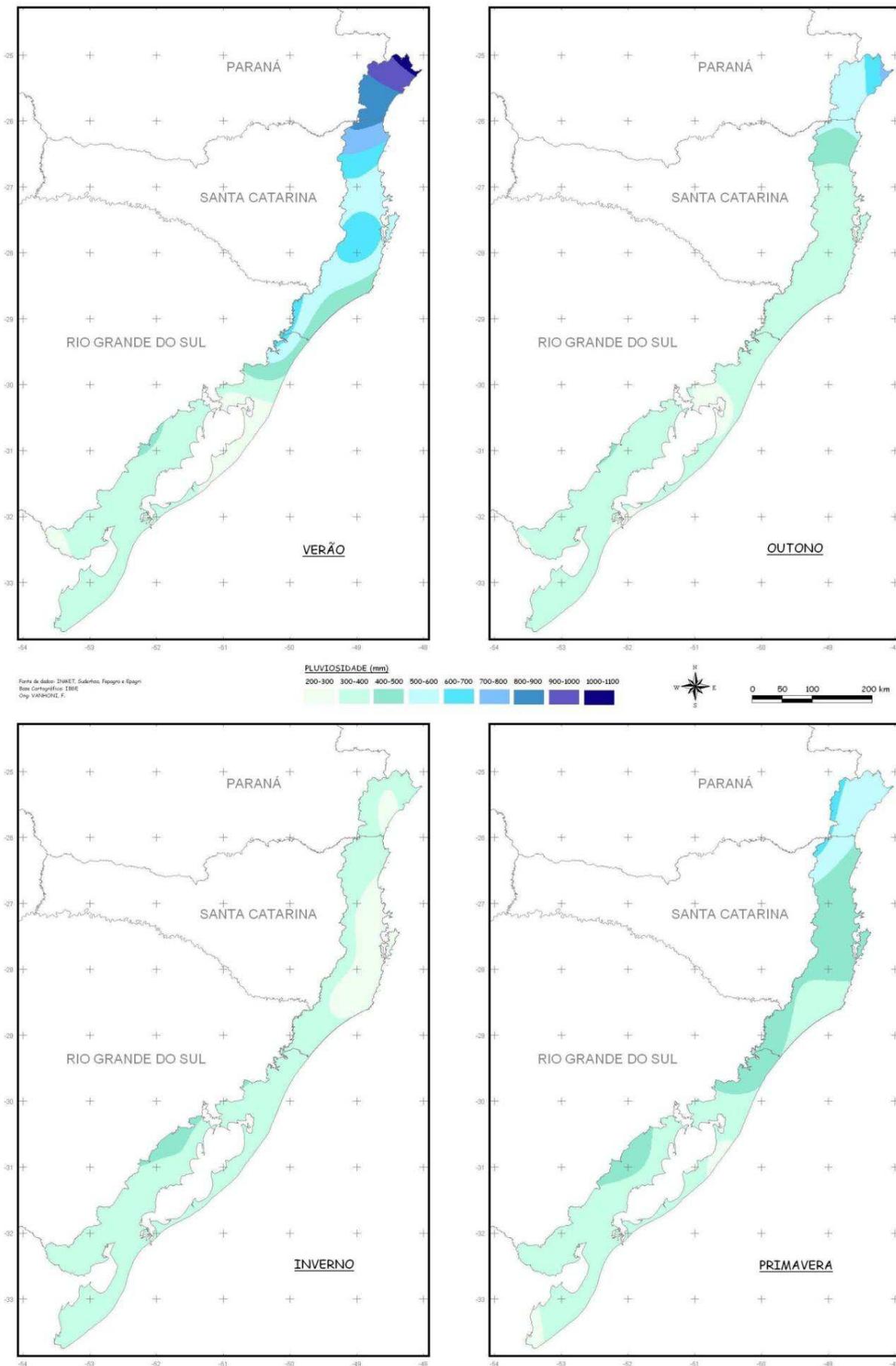


Figura 04 - Fachada Atlântica Sul do Brasil – Pluviosidade Média Sazonal (1977-2010)

Tendência da Pluviosidade do ar na Fachada Atlântica Sul do Brasil

Foram utilizados para a análise pluviométrica os dois métodos estatísticos (Mann-Kendall e regressão para verificar as tendências dentro do período (Figuras 05 e 06).

Na análise estatística de Mann-Kendall para o total anual (Figura 05) de pluviosidade da Fachada Atlântica Sul do Brasil, as maiores tendências ao aumento do total anual estão representadas na porção mais ao sul da área de estudo, mais especificamente no litoral norte gaúcho, com tendência de aumento de mais de 200 mm no período de análise (1977/2010).

No Paraná e na planície costeira de Santa Catarina a tendência ao aumento ficou na média de 100 mm. Na área central localizada no Estado de Santa Catarina, foram observados valores indicando uma diminuição do total anual principalmente nas partes mais altas, variando entre 100 e 200 mm de redução do total anual. Na análise sazonal, no verão verifica-se um predomínio da elevação do total sazonal ficando na maioria dentro da estimativa de até 100 mm. Em parte da área dentro de Santa Catarina e no extremo sul a tendência apresenta valores negativos com estimativa de diminuição para o período, de aproximadamente 100 mm. No outono, praticamente toda a área dentro da delimitação do Estado do Rio Grande do Sul apresenta tendência ao aumento do total sazonal, com destaque para o sul onde a tendência passa dos 200 mm. Em Santa Catarina e no Paraná a tendência é negativa com média de 100 mm.

No inverno, destaca-se a tendência à diminuição dos totais sazonais com estimativa de diminuição de aproximadamente 100 mm, sendo que apenas uma pequena parte localizada na Serra do Mar no Paraná é que apresenta tendência positiva. A primavera apresenta dinâmica parecida com o verão, porém com uma ampliação das áreas com tendência à diminuição.

Considerando que as menores médias pluviométricas ocorrem principalmente no inverno, com os resultados mostrando uma possível tendência à diminuição do total sazonal, esta estação tende a ficar cada vez menos chuvosa o que influenciaria diretamente na dinâmica climática da região.

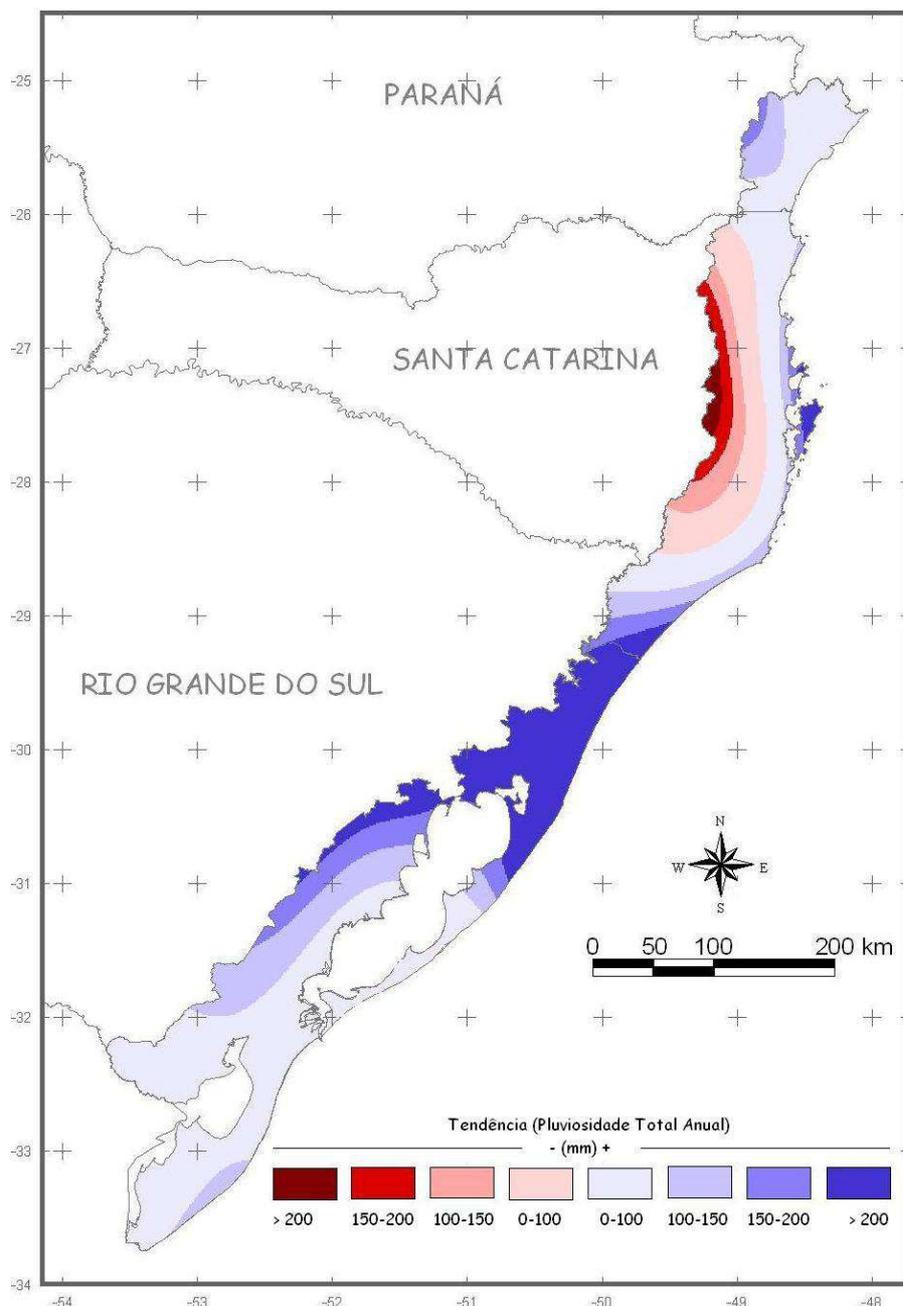


Figura 05 - Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Anual: Tendência Mann-Kendall

Na análise de regressão (Figura 06), os resultados ficaram semelhantes aos da análise de Mann-Kendall. Na área compreendida no Estado do Rio Grande do Sul destaca-se tendência crescente dos totais pluviométricos passando dos 200 mm em alguns locais. Na Serra do Mar no Paraná, a tendência ao aumento também foi representativa. Na planície litorânea a média de aumento ficou em aproximadamente 100 mm. Assim como no teste de Mann-Kendall, destaca-se tendência negativa na maior parte da área localizada no Estado de Santa Catarina, chegando a valores negativos que passam dos 200 mm. A análise sazonal é importante, pois apresenta informações que não estão presentes na anual, ou seja, em relação às tendências é possível verificar em qual estação as mudanças estão surtindo maior efeito. No verão e primavera é que se verificam as maiores mudanças em relação ao

aumento do total pluviométrico, sendo estas as que apresentam normalmente os maiores índices de chuva para a região do Paraná e Santa Catarina. No verão, a maioria das estações apresentou tendência ao aumento, assemelhando-se aos resultados da análise do total anual. No outono, destacam-se os resultados no Paraná e Rio Grande do Sul, sendo que no primeiro os resultados são preocupantes, devido ao fato que todas as estações apresentarem tendência a diminuição das chuvas, sendo que esta época já apresenta normalmente um total reduzido para a região. No inverno predomina a tendência a diminuição do total, principalmente em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Esta época do ano apresenta baixos índices de chuva se comparado com as demais. As mudanças apresentadas podem ocasionar distintos efeitos na dinâmica normal da região bem como nas constituições físicas e sociais. Destaca-se o aumento do total pluviométrico no verão e primavera (o que significa que as chuvas tenderiam a se intensificar nestas épocas) e, a tendência negativa para o inverno.

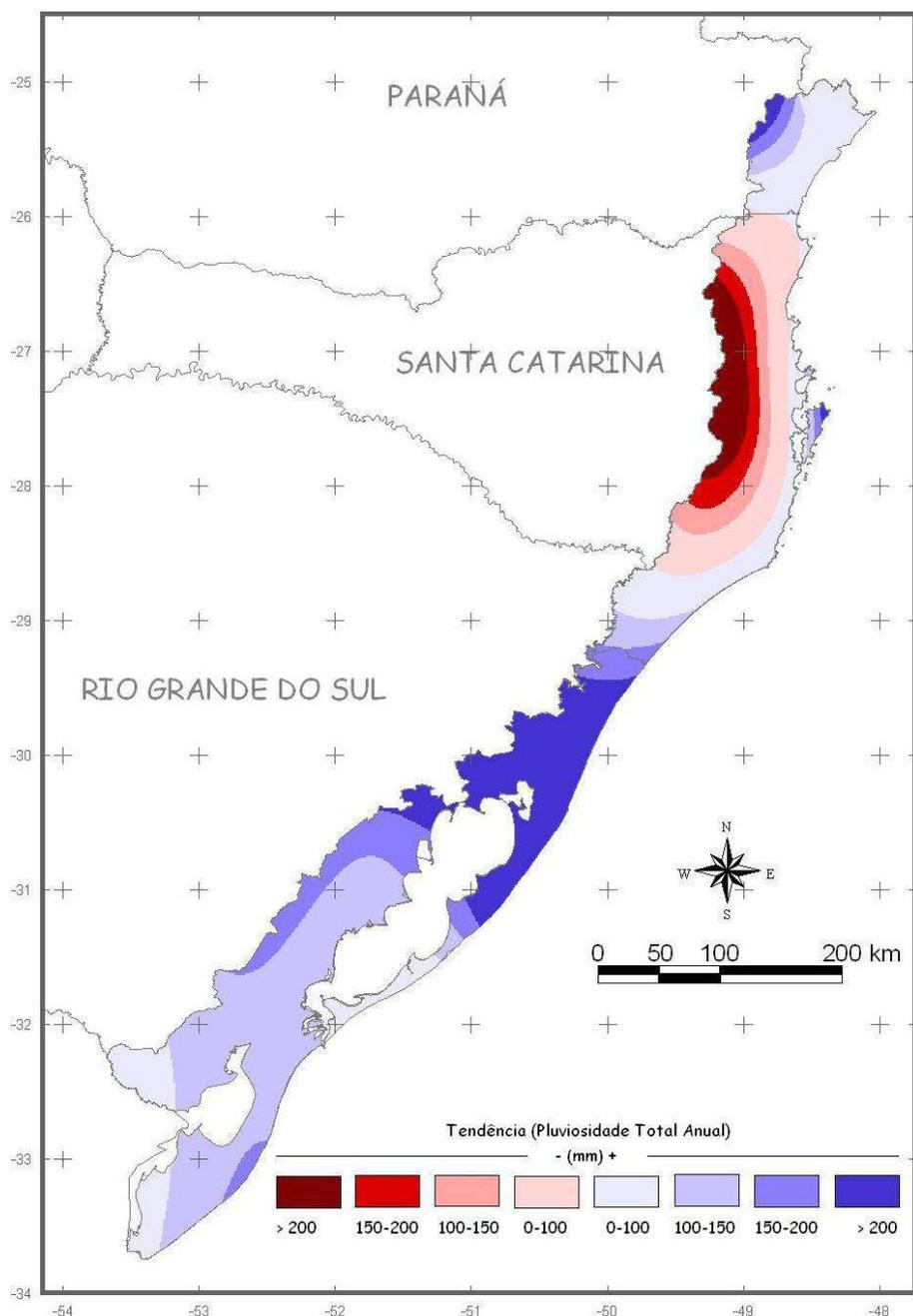


Figura 06 - Fachada Atlântica Sul do Brasil - Pluviosidade Total Anual: Tendência Regressão
 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo analisar as características pluviométricas da Fachada Atlântica Sul do Brasil. Através da variabilidade mensal, sazonal e anual dos dados, verificou-se uma diferenciação de distribuição das características pluviométricas na área de estudo, sendo influenciadas pela dinâmica atmosférica e fatores estáticos, principalmente o relevo e latitude.

A pluviosidade média anual da Fachada Atlântica Sul para o período temporal selecionado ficou em 1812,4 mm, sendo que considerando a divisão Estadual, no Paraná é que ocorrem os maiores valores, com média de 2362,0 mm, 1728,8 mm em Santa Catarina e 1449,5 mm no Rio Grande do Sul.

Nota-se um aumento do total pluviométrico nas áreas montanhosas, devido principalmente ao efeito orográfico.

Não se verificam meses ou estação seca, e sim períodos de menor precipitação que variam desde o litoral do Paraná até o Rio Grande do Sul. Os totais pluviométricos da Fachada Atlântica Sul do Brasil diminuem com a latitude e aumentam com a altitude.

Em relação à tendência pluviométrica, os resultados entre os métodos ficaram semelhantes. Na área compreendida no Estado do Rio Grande do Sul destaca-se tendência crescente dos totais pluviométricos passando dos 200 mm em alguns locais. Na Serra do Mar no Paraná, a tendência ao aumento também foi representativa. Nas planícies a média de aumento ficou em aproximadamente 100 mm. Destaca-se tendência negativa na maior parte da área localizada no Estado de Santa Catarina, chegando a valores negativos que passam dos 200 mm.

Referências

MONTEIRO, C. A. F. Sobre a análise geográfica de seqüências de cartas do tempo (Pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia). **Revista Geográfica**, XXXII (58). Rio de Janeiro, IPGH, 1963. p. 169-179.

_____. **A Frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil.** Contribuições metodológicas à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. USP, instituto de Geografia, 1969.

_____. **O estudo Geográfico do Clima.** Cadernos Geográficos, UFSC. Florianópolis, ano. 1 n .1, maio de 1999.

MENDONÇA, F ;DANNI-OIIVEIRA, I.M. **Climatologia: Noções básicas e clima do Brasil.** Ed. Contexto. Curitiba, 2007.

MENDONÇA, F. **Clima e criminalidade:** Ensaio analítico da correlação entre a criminalidade urbana e a temperatura do ar. Curitiba/PR: Editora da UFPR, 2002.

_____. A tipologia climática – Gênese, características e tendências. STIPP N. A. F. *et. al.* (Org.) **Macrozoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Tibagi/PR.** Londrina; Ed. UEL, 2000.