

PESQUECLIMA: Vulnerabilidade das Comunidades Pesqueiras à Variabilidade Climática, na Região Estuarina da Lagoa dos Patos

Nisia Krusche¹, Daniela C. Kalikoski¹, Rosmeri P. da Rocha² e Pedro de S. Quevedo Neto¹

¹ Departamento de Geociências

Fundação Universidade Federal de Rio Grande

Caixa Postal 474

96201-900 Rio Grande RS

e-mails: nkrusche@furg.br,

² Departamento de Ciências Atmosféricas

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo

Rua do Matão, 1226 - Cidade Universitária

05508-900 São Paulo SP

E-mail: rprocha@usp.br

Resumo

As comunidades de pescadores artesanais do estuário da Lagoa dos Patos estão vulneráveis a flutuações anuais de captura, que derivam em parte da variabilidade climática, além do declínio dos estoques pesqueiros nos últimos 20 anos. O clima influi sobre a abundância, distribuição e disponibilidade das espécies que são pescadas. O projeto PESQUECLIMA propõe um estudo interdisciplinar para identificar o impacto da variabilidade climática sobre a vulnerabilidade socioeconômica e as estratégias de adaptação das comunidades pesqueiras de camarão no estuário da Lagoa dos Patos. Esta investigação orientará a aplicação do modelo de previsão climática e definirá formas de comunicação de prognósticos climáticos mais adequadas às necessidades de tais comunidades. As simulações climáticas regionais são realizadas pela aplicação do modelo climático de área limitada denominado Regional Climate Model, versão 3, em um domínio centrado na região de estudo, com uma resolução horizontal de 40 km. Períodos de precipitação extrema (enchente e seca) foram simulados para avaliar eficiência do modelo, pois a precipitação na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos é determinante na abundância do camarão. Cerca de 80% dos casos selecionados foram adequadamente simulados em termos de ocorrência e intensidade. A investigação inicial da vulnerabilidade das comunidades pesqueiras identificou que as incertezas relacionadas ao clima são bastante relevantes para a determinação da qualidade de vida destas comunidades.

A maneira como são realizadas as capturas e, portanto, o grau de exploração e conservação dos recursos pesqueiros são influenciados pela variabilidade climática.

Palavras-chave: vulnerabilidade climática, previsão climática, estuário da Lagoa dos Patos

Abstract

The communities of shrimp artisanal fishers in the Patos Lagoon estuary are vulnerable to annual catch fluctuations which are partially due to climate variability, along with the decrease of fish stocks in the last twenty years. The climate influences abundance, distribution, and availability of fish species. PESQUECLIMA Project proposes an interdisciplinary study to identify the impact of climate variability on the social-economical vulnerability and the adaptation strategies of shrimp fishery communities in the estuary of Patos Lagoon. The investigation will specify the local conditions to apply the climate numerical model. It will also suggest ways of communicating the climate forecast prognosis to fulfill the needs of those fishery communities. The regional climate simulations will be performed by the application of a limited area a climate model called Regional Climate Model, version 3, in a domain centered in the region of study, with a horizontal resolution of 40 km. Periods of extreme precipitation or lack of it were simulated to evaluate the efficiency of the model, since precipitation over the hydrographic basin of Patos Lagoon is the main influence in the abundance of shrimp. About 80% of those events are reasonably simulated both in terms of occurrence and intensity. The initial investigation of vulnerability of the fishery communities identified that the uncertainties related to climate are actually important to the quality of live in those communities. The way how the catch is performed and, therefore, the degree of exploitation and conservation of the fishery resources are determined by climate variability.

Key words: climate vulnerability, climate forecast, Patos Lagoon estuarine region

Introdução

A variabilidade climática adiciona complexidade à compreensão de ecossistemas costeiros que já apresentam grande diversidade, por somarem características de zonas marinhas e terrestres. Grimm et al. (2000), estudando a variabilidade climática no sul da América do Sul associada com os eventos El Niño e La Niña, concluíram que a área de maior impacto do

fenômeno El Niño no campo da precipitação é o sul do Brasil. Esta variação das taxas de precipitação afeta atividades econômicas desenvolvidas nesta região, especialmente a agropecuária e a pesca. Nas últimas décadas, no Rio Grande do Sul, foi realizado um esforço para transmitir o diagnóstico e, com o desenvolvimento de modelos numéricos de previsão, o prognóstico das condições climáticas aos tomadores de decisão e às cooperativas agropecuárias e proprietários rurais. Entretanto, ainda não são beneficiadas por este procedimento o setor pesqueiro.

A pesca artesanal, no estuário da Lagoa dos Patos, nos últimos vinte anos entrou em crise sobretudo devido ao abrupto declínio dos estoques pesqueiros, com reflexos deletérios nos macro elementos sociais, econômicos e ecológicos da região. As flutuações anuais de captura derivam de aspectos ambientais, entre eles a variabilidade climática, que também determina a abundância, distribuição e disponibilidade das espécies pescadas, o que resulta no aumento da vulnerabilidade das comunidades pesqueiras. A vulnerabilidade de um grupo de pessoas relaciona-se à sua capacidade para antecipar, trabalhar, resistir e recuperar-se de um desastre natural, segundo Blaikie et al. (1994). Não há estudos realizados na região que abordem a relação entre vulnerabilidade das comunidades de pescadores artesanais e variação climática, principalmente em situações em que as safras ficam comprometidas, tal como freqüentemente acontece com a safra do camarão (Castello e Moller, 1978).

A vulnerabilidade socioeconômica das comunidades de pescadores artesanais de camarão, no estuário da Lagoa dos Patos, está sendo analisada frente a eventos climáticos extremos e recentes. Para avaliar a confiabilidade do modelo numérico de previsão climática, foram escolhidos, entre outros, a enchente de 2002, quando choveu cerca de 80% acima da normal climatológica em Rio Grande, e o período de seca ocorrido de novembro de 2003 a abril de 2004. O aspecto mais importante da caracterização desta vulnerabilidade é identificar como a informação de prognóstico climático pode ser útil a estas populações, se ela for, e como o recorte da previsão deve ser realizado de forma a reduzir a vulnerabilidade destas populações à variabilidade climática, como já foi verificado por pesquisadores, entre eles Vásquez-León et al. (2002). Finalmente, um plano de manejo para a pesca, que especifique ações emergenciais em situações climáticas menos favoráveis ao desempenho das atividades econômicas dos pescadores artesanais, será proposto conjuntamente com essas comunidades.

Vulnerabilidade e Capacidade Adaptativa nos Sistemas Pesqueiros

Os pescadores utilizam diversas estratégias na busca de obter a manutenção dos seus modos de vida, quando ameaçados por eventos climáticos desfavoráveis que comprometem a captura e resultam em safras pobres. Destaca-se a procura por atividades em que geralmente não atuam, sejam elas ligadas à própria pesca artesanal, à pesca industrial ou não vinculada à pesca, como ajudantes de pedreiro ou em plantações de pinus, por exemplo. Uma grande quantidade de pescadores, principalmente os que habitam em áreas mais afastadas das cidades, muitas vezes dedicam-se à agricultura familiar ou procuram emprego em agropecuárias na região. No âmbito da própria pescaria artesanal, as alternativas incluem a exploração de espécies até então pouco exploradas, como peixes de água doce e o siri. Os pescadores reconhecem ainda que existem espécies que ainda poderiam ser exploradas, como a savelha, o biru, o peixe-espada e o camarão-ferro.

Estratégias de pesca diferenciadas são desenvolvidas para aumentar as capturas dos recursos pesqueiros, o que, em algumas vezes, resulta em práticas de pesca predatórias. Estas incluem a utilização de um número maior de redes de pesca durante um período maior e o uso de embarcações com maior autonomia. Outra estratégia é o aumento da procura pelos cardumes em outros territórios de pesca, que, no caso da pesca do camarão, inclui a colocação das redes de saquinho em diferentes posições no decorrer da noite. Outras estratégias incluem: a manutenção das embarcações com materiais mais baratos, a compra de redes usadas e a tentativa de utilização de outras fontes luminosas ao invés dos lampiões a gás na pesca do camarão com redes de saquinho.

O camarão é a espécie que sofre a maior influência das variações climáticas, o que leva os pescadores, ano após ano, a uma situação de grande incerteza quanto às capturas, que variam principalmente em função do regime de chuvas, e dos lucros auferidos, que variam conforme o desempenho das exportações. A maioria dos pescadores, com exceção daqueles que praticam regularmente a agricultura como importante fonte de renda ou para subsistência, não tem uma estratégia pré-definida para as ocasiões em que a safra do camarão fique aquém do esperado. Como nem sempre é possível a obtenção de um emprego temporário ou a realização de “biscates” em quantidade suficiente para a manutenção das despesas do lar, ocorre que, freqüentemente, suas famílias passam por períodos de miséria, dependendo por vezes de pequenos auxílios providos pelo governo ou outras instâncias.

Não foram detectadas estratégias adaptativas no presente estudo, assim como não foram

identificados aprendizagens que, no decorrer do tempo permitam aos pescadores criarem mecanismos de adaptações frente a situações climáticas adversas. Não obstante, corroborando Kalikoski e Vasconcellos (2006), o presente estudo mostra que, por volta da década de 1960, existia, entre os pescadores artesanais, um calendário de pesca não regulamentado por leis formais, mas seguido de acordo com os conhecimentos empíricos, que era usado de forma adaptativa e de acordo com sua abundância das espécies capturadas, onde as safras poderiam começar mais cedo ou mais tarde de acordo com as características específicas de cada ano. O uso desse calendário minimizava a vulnerabilidade sócio econômicas das comunidades com importantes conseqüências para a resiliência das pesca artesanal, uma vez que criava limites naturais de exploração dos recursos (Kalikoski e Vasconcellos, 2006). Em anos cujas condições climáticas eram adversas para uma espécie (e.g. camarão), eram capturadas outras espécies (e.g. tainha ou corvina). Esse calendário era variável, podendo ocorrer sobreposições de períodos de pesca de duas espécies, porque nem todos os pescadores escolhiam a mesma espécie em um dado período, visto que mais de uma espécie poderia apresentar boas capturas em um mesmo período. De acordo com os pescadores, era exatamente a abundância das capturas que indicava quando as safras começavam e terminavam, o que sempre esteve fortemente ligado às respostas das espécies às condições climáticas e hidrológicas do estuário. Isso porque a intrusão da água salgada do oceano para a lagoa tem sido reconhecido como o principal fator de controle da abundância das principais safras, isso é, camarão, corvina e tainha. Os resultados aqui apresentados mostram que, diferentemente do que ocorre atualmente, as populações das espécies exploradas possuíam um período maior de recuperação a cada ano, permitindo um maior recobramento dos estoques e assim proporcionando uma continuidade no ciclo de exploração. Até o início da década de 1990, um calendário de pesca era seguido aos moldes do acima apresentado, porém em menor extensão do que nas décadas anteriores. Com o passar dos anos, no entanto, em virtude de diversas mudanças interiores e exteriores ao sistema de exploração da pesca, foi ocorrendo uma erosão das regras informais de pesca e das práticas costumeiras do calendário que levavam em conta a recuperação do ambiente e das espécies. Atualmente, ocorre uma pressão intensa sobre os recursos, tanto da pesca industrial quanto da artesanal, levando alguns deles ao colapso (e.g. bagre). Criou-se um círculo vicioso em que quanto mais se aumenta a exploração, mais escassas se tornam as capturas, e assim, para compensar a diminuição nos lucros, aumenta-se o esforço de pesca, crescendo a pressão sobre os estoques. Quando uma situação climática adversa ocorre e impacta a abundância de uma espécie (e.g. camarão), a situação de sobre-exploração das demais espécies ameaça a manutenção dos modos de vida das comunidades

que muitas vezes não conseguem obter rendimentos nem para a sua subsistência. Dessa maneira, tem sido anunciado pelos próprios pescadores períodos de dificuldades crescentes para aqueles que dependem somente da pesca para seu sustento.

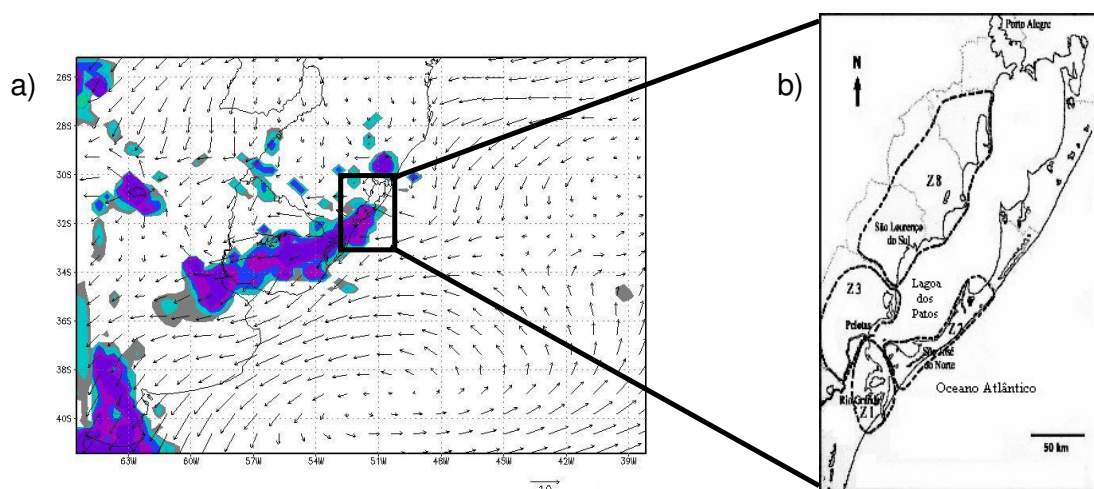


Figura 1 a) Região da simulação numérica, mostrando escoamento (setas) e total de precipitação no mês de fevereiro de 1990, b) Lagoa dos Patos, com indicação das colônias de pescadores Z1 (Rio Grande), Z2 (São José do Norte), Z3 (Pelotas) e Z8 (São Lourenço do Sul).

Simulações Numéricas de Eventos Extremos

A determinação das especificidades para aplicação do modelo RegCM3, como parametrização de convecção, dimensões da grade horizontal, região de simulação, entre outras, foi realizada através da análise de experimentos numéricos já executados, usando um enfoque para a região de estudo. Foram realizadas simulações com o modelo RegCM3 para 10 verões, entre 1989 e 1998, e seus resultados foram avaliados sobre o sudeste e sul do Brasil, tanto na escala mensal como sazonal. Para os 10 verões, as simulações com o RegCM3 iniciaram-se um mês antes (00:00 UTC de 1 de novembro) do respectivo verão. Este início prévio permite um ajuste inicial da componente atmosférica do modelo, que leva em geral alguns dias, e também possibilita o desenvolvimento de circulações locais induzidas por fatores fisiográficos (Giorgi e Mearns 1999). As simulações foram realizadas com resolução horizontal de 50 km na projeção Mercator e 18 níveis sigma na vertical, com o topo do modelo em 80 hPa. Para examinar os resultados das simulações, duas sub-regiões foram selecionadas, referidas daqui por diante como SUL, centrada no norte do estado do Rio Grande do Sul, e SDE, de sudeste, centrada em Minas Gerais. O grau de coerência na precipitação, entre simulação e observação, foi então verificado comparando as séries diárias de médias espaciais nessas áreas. As séries observadas de precipitação, nas duas sub-regiões,

foram construídas a partir do conjunto de dados do NCDC (National Climatic Data Center, Shi et al., 2000) em uma grade com resolução de 1°, obtidos a partir das observações da rede de pluviômetros do Brasil.

Para as simulações com o RegCM3, a topografia e uso do solo no domínio foram especificados a partir dos dados fornecidos pelo United States Geological Survey e Global Land Cover Characterization (Loveland et al., 2000), respectivamente. Esses dados são para todo o globo, com resolução de 10 minutos. A temperatura da superfície do mar foi especificada usando as médias mensais dos dados referidos como “Optimum Interpolation Sea Surface Temperature”, descritos em Reynolds e Smith (1994), com resolução horizontal de 1°. As condições iniciais e de fronteira foram fornecidas pela reanálise do NCEP-DOE que tem resolução horizontal de 2,5° x 2,5° de latitude por longitude e temporal de 6 horas (00:00, 06:00, 12:00 e 18:00 UTC). As variáveis utilizadas foram altura geopotencial, temperatura, vento e umidade relativa em 13 níveis verticais, desde 1000 até 70 hPa. O modelo reproduz bem as variações interanuais, o que pode ser observado quando se analisa as séries da precipitação sazonal nas regiões SDE e SUL, obtidos da análise do NCDC e do RegCM3. Notam-se maiores desvios entre as médias nos verões de 97 e 98, na região SDE, e de 94 e 98, na região SUL. Os erros de simulação para a precipitação sazonal, avaliado pelo bias relativo, são em geral inferiores a 15%, com exceção dos anos já mencionados e estes não ultrapassam $\pm 25\%$, o que é comparável aos obtidos em estudos similares (p.ex., Giorgi et al. 1994; Giorgi e Mearns 1999). Para a temperatura média sazonal, os erros são elevados, mas estão dentro do intervalo de valores esperados para esse tipo de simulação, que é de $\pm 0,5-2$ °C (Giorgi e Mearns 1999). Entretanto, embora o RegCM3 seja mais frio do que o NCEP, a variabilidade interanual de temperatura é corretamente simulada, principalmente na região SUL, com variação interanual muito similar à reanálise.

Analizou-se também uma simulação contínua de 10 anos, entre 1990 e 1999. Estas simulações foram realizadas com resolução horizontal de 60 km e com o domínio que cobre o centro-sul da América do Sul e grande parte do Oceano Atlântico. Neste caso, o principal enfoque na verificação da precipitação concentrou-se sobre o Rio Grande do Sul, que foi dividido em dois subdomínios: SU1, que engloba a parte central-norte, e SU2, que engloba a parte central-leste do Estado, onde estaria incluída a região da Lagoa dos Patos e também Rio Grande. A figura 2 apresenta a série temporal da precipitação mensal simulada pelo RegCM3 e da reanálise do ECMWF. Nesta figura, é evidente que o volume de precipitação simulado é

mais próximo do observado sobre o SU1, enquanto na região SU2 nota-se uma subestimativa sistemática da precipitação mensal, embora a variabilidade mensal seja coerentemente simulada pelo RegCM3 sobre o SU2.

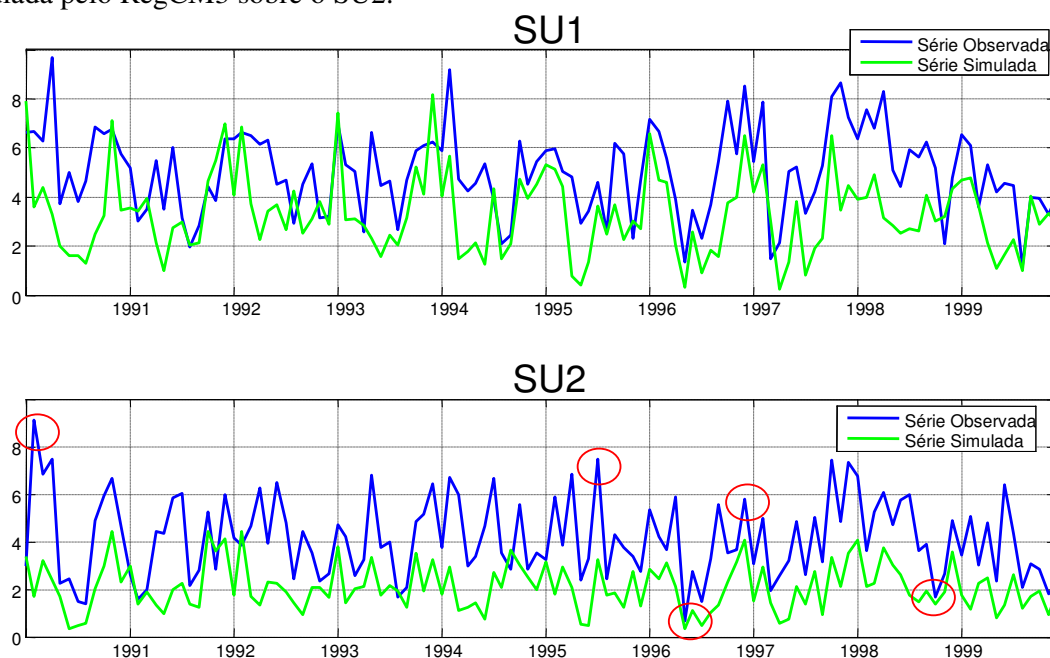


Figura 2 Série temporal da precipitação mensal (mm/dia) simulada pelo RegCM3 (linha verde) e da reanálise do ECMWF (linha azul). Os círculos vermelhos destacam alguns eventos extremos sobre o centro-leste do sul do Brasil, onde é aparente que a maioria deles é coerentemente simulado pelo RegCM3.

Os erros de simulação mostraram-se pequenos e dentro dos valores esperados para as climatologias simuladas com modelos regionais na escala sazonal, $\pm 25\%$ para precipitação e $\pm 0,5-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ para temperatura do ar (Giorgi e Mearns 1999), e também o modelo é bastante hábil em capturar a variabilidade interanual da precipitação e temperatura do ar. No entanto, alguns eventos extremos, como o de fevereiro de 90, não foram corretamente simulados pelo RegCM3.

Portanto, na continuidade deste projeto, estão sendo realizadas simulações para região apresentada na figura 1 a), para os eventos extremos listados na tabela 1, com maior resolução horizontal (40 km) e com a parametrização convectiva de Grell e fechamento de Arakawa-Schubert que, como discutido em Rocha (2005), mostra-se mais apropriada em simular a precipitação nos extratropicos.

Tabela 1 – Eventos extremos úmidos e secos de precipitação em Rio Grande, selecionados para simulação futura usando região centrada na área de estudo e resolução de 40 km. Datas em *itálico* representam períodos já simulados, mas ainda não analisados.

Extremo	Data	Investigações iniciais
Chuvoso	<i>Fevereiro 1990</i>	RegCM3 não simulou adequadamente este evento.
	<i>Julho 1995</i>	RegCM3 simulou o pico de precipitação, mas com menor intensidade do observado.
	Dezembro 1997	Na simulação de 10 anos e 60 km, RegCM3 simulou pico e intensidade do evento.
	Janeiro 2002	Não há simulações anteriores para este evento.
Seco	Maio 1996	Na simulação de 10 anos e 60 km, RegCM3 simulou pico e intensidade do evento.
	<i>Outubro 1998</i>	Na simulação de 10 anos e 60 km, RegCM3 simulou pico e intensidade do evento.
	<i>Verão 2004</i>	Não há simulações anteriores para este evento.
	<i>Verão 2005</i>	Não há simulações anteriores para este evento.

Conclusões

O projeto PESQUECLIMA já determinou que as incertezas relacionadas ao clima realmente são bastante relevantes para a determinação da qualidade de vida das comunidades pesqueiras, que por sua vez têm ligação direta com a maneira como são realizadas as capturas, influenciando portanto no grau de exploração e conservação dos recursos pesqueiros. Adicionalmente, os erros de simulação do modelo numérico proposto para ser aplicado na região estão dentro dos valores esperados para as climatologias simuladas com modelos regionais na escala sazonal.

Pretende-se, a seguir, dar proceguimento às investigações, analisando as simulações climáticas, determinando a melhor maneira de comunicar esta informação às populações pesqueiras e elaborando um plano de operacionalização destas atividades.

Agradecimento

O projeto PESQUECLIMA está sendo financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, através dos Editais Universal 019/2004, processo número 477124/2004-6, e de Apoio Técnico 057/2005, processo número 502090/2005-7, e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, através do Edital PROCOREDES 2 001/2005, processo número 05/1843.7.

Referências Bibliográficas

- BLAIKIE, P., CANNON, T. DAVIS, I. e WISNER, B., 1994, *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*, Routledge, New York.
- CASTELLO, J. P. e MOLLER, O. O., 1978, *On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brazil)*, Revista Atlântica, Rio Grande, v. 3, 67-74.
- CUADRA, S. V. e ROCHA, R. P., 2004, *Simulação da Variabilidade Climática no verão do Sudeste do Brasil*, Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza, CE.
- GIORGI, F. e MEARNNS, L.O., 1991, *Approaches to the simulation of regional climate change: A review*. Rev. Gephys., v. 29, pp.191-216.
- GRIMM, A. M., BARROS, V. R. e DOYLE, M. E., 2000, *Climate Variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña Events*, J. Climate, v. 13, pp. 35-58.
- KALIKOSKI, D.C. e SATTERFIELD, T. 2004. *On Crafting a Fisheries Co-management Arrangement in the Estuary of Patos Lagoon (Brazil): Opportunities and Challenges Faced through Implementation*. Marine Policy, 28, pp: 503-522.
- KALIKOSKI, D. C., VASCONCELLOS, M. e LAVKULICH, L., 2002, *Fitting institutions and ecosystems: the case of artisan fisheries management in the Patos lagoon*. Marine Policy. Pergamon, v.26, n.5, p.179 - 196.
- KRUSCHE, N., SARAIVA, J. M. B. e REBOITA, M. S., 2003, *Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS*, Rio Grande, RS, 84 p.
- VASQUEZ-LEON, M.; WEST, C. T.; WOLF, B.; MOODY, J. e FINAN, T.J., 2002, *Vulnerability to Climate Variability in the Farming Sector*, CLIMAS Report Series, CL1-02, <http://www.ispe.arizona.edu/climas/pubs/CL1-02.html>, em 14/10/2004.