

Comportamento da produção pesqueira norte-rio-grandense em anos de El Niño e La Niña

Edseisy Silva Barbalho¹

Jocilene Dantas Barros²

Fernando Moreira da Silva³

Resumo

A pesquisa objetiva analisar o comportamento da produção pesqueira no estado do Rio Grande do Norte e sua relação com os fenômenos climáticos *El Niño* e *La Niña*. Os dados foram obtidos junto ao IBAMA e à Estação Climatológica da UFRN para os anos de *El Niño* (1993, 1994) e *La Niña* (1996, 1998). Utilizou-se de técnicas da bioestatística, principalmente, análise de correlação entre a produção pesqueira e as variáveis climáticas, bem como da estatística gráfica, curvas de regressão polinomial e séries temporais. Resultados parciais mostraram que, considerando a produção pesqueira total, há sensibilidade frente os eventos climáticos de ordem global, sendo maior em anos de *La Niña* e menor em anos de *El Niño*, entretanto cada espécie responde de forma diferenciada desses desvios climáticos.

Palavras-chave: Produção pesqueira; *El Niño*; *La Niña*; Correlação ambiental.

Abstract

The research aims to analyse the behavior of the fishery product in the state of Rio Grande do Norte and its relationship with the weather phenomena *El Niño* and *La Niña*. Data were obtained from the IBAMA, Climate Station and the UFRN for the years of *El Niño* (1993, 1994) and *La Niña* (1996, 1998). Were used techniques of biostatistics, mainly analysis of correlation between production fishing and climate variables, as well as the statistical graphics, and polynomial regression curves of time series. Partial results showed that, considering the total fishery production, there is the sensitivity front of a global climatic events, and greater in *La Niña* years and lower in years of *El Niño*, however each species responds differently so these deviations weather.

Key words: Production fishing; *El Niño*; *La Niña*; Environmental Correlation.

Introdução

A pesca marítima ou de água salgada no Rio Grande do Norte, que faz parte da região Nordeste do Brasil, é realizada ao longo da extensa faixa costeira de 399 Km, que engloba 25 municípios litorâneos indo de Baía Formosa (Sul – divisa com Paraíba) a Tibau (Norte – divisa com Ceará), conforme mapa 01.

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da UFRN. E-mail: seisybarbalho@yahoo.com.br

² Acadêmica do curso de Bacharelado em Geografia da UFRN. E-mail: jocilene_db@yahoo.com.br

³ Professor Adjunto do Departamento de Geografia da UFRN e orientador da pesquisa. E-mail: fmoreyra@ufrnet.br.

Agradecemos ao CNPq pelo apoio na pesquisa.



Mapa 01 – Municípios Litorâneos do Rio Grande do Norte.

Fonte: Adaptado por Joseara Lima de Paula.

O Estado é privilegiado para o exercício da atividade pesqueira, “sendo encontradas regiões piscosas (bancos e ilhas oceânicas) a uma distância nunca superior a 160 milhas náuticas, onde são capturados cerca de uma centena de espécies peixes, crustáceos, moluscos, além da coleta de algas marinhas” (IBAMA/CEPENE 2004, p. 14).

As discussões a respeito da pesca no Rio Grande do Norte surgiram a partir da década de 1990, permeadas concomitantemente pela relevância para com a economia norte-rio-grandense, pela situação na queda da produção (principalmente a artesanal), pela pesca predatória, além da falta de modernização das técnicas, fato que vem desmotivando a inserção dos jovens a profissão de pescador.

As atividades humanas não podem ser negligenciadas enquanto influentes na diminuição dos estoques pesqueiros e realização da pesca respectivamente, no entanto, é sabido que as causas da diminuição dos estoques de peixes no mundo ainda não foram totalmente esclarecidas, necessitando serem melhor estudadas, considerando que fenômenos naturais podem também está influenciando na variabilidade dos estoques pesqueiros em várias partes do planeta, de acordo com INPE (2006).

A literatura mostra que existe uma relação entre a variabilidade dos estoques pesqueiros e as condições naturais dos oceanos, como efeitos causados pelos ciclos naturais do planeta, por fenômenos como El Niño e também por outros fatores de origem antrópica, desse modo, ficando evidente que uma análise que busque compreender as causas da diminuição dos estoques pesqueiros precisa ter conhecimento de fenômenos El Niño - La Niña, e de suas conseqüências.

O El Niño representa o aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, anomalia do sistema climático que representa uma alteração do sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico tropical, e que tem conseqüências no tempo e no clima em todo o planeta, correspondendo não somente a presença das águas quentes, mas também as mudanças na atmosfera próxima à superfície do oceano, com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial, que mudam a circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade, e, portanto, como afirma Silva (2000), variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas, ainda podendo ser observados aumento ou declínio de temperatura em algumas regiões do globo.

A La Niña é um fenômeno oposto ao El Niño, corresponde ao resfriamento anômalo das águas superficiais do Pacífico Equatorial Central e Oriental formando uma “piscina de águas frias” nesse oceano. Há semelhança com o El Niño, porém apresentando uma maior variabilidade do que este, trata-se de um fenômeno natural que produz fortes mudanças na dinâmica geral da atmosfera, alterando o comportamento climático. Nele, os ventos alísios mostram-se mais intensos que o habitual (média climatológica) e as águas mais frias, que caracterizam o fenômeno, estendem-se numa faixa de largura de cerca de 10 graus de latitude ao longo do equador desde a costa peruana até aproximadamente 180 graus de longitude no Pacífico Central. Observa-se, ainda, uma intensificação da pressão atmosférica no Pacífico Central e Oriental em relação à pressão no Pacífico Ocidental.

Os impactos destes dois fenômenos se dão de formas diferenciadas no planeta, assim, na Região Nordeste do Brasil, os impactos do El Niño são secas de diversas intensidades na região norte do Nordeste brasileiro, durante a estação chuvosa de fevereiro a maio, sendo esta região também muito influenciada pelas variações que ocorrem no Oceano Atlântico Tropical. O Sul e o oeste da Região Nordeste não são significativamente afetados. Quanto aos impactos da La Niña na Região Nordeste, estes

se referem à chegada de frentes frias até a região, principalmente, no litoral da Bahia, Sergipe e Alagoas, também existindo possibilidade de chuvas acima da média na região semi-árida do Nordeste do Brasil. Essas chuvas só ocorrem, de acordo com Philander (1990) e Silva, (1999), se simultaneamente, a La Niña, as condições atmosféricas e oceânicas sobre o Oceano Atlântico mostrarem-se favoráveis, isto é, com temperatura da superfície do mar (*TSM*) acima da média no Atlântico Tropical Sul e abaixo da média no Atlântico Tropical Norte.

Nesta perspectiva o objetivo do trabalho é analisar o comportamento da produção pesqueira do Rio Grande do Norte e sua relação com os fenômenos climáticos El Niño e La Niña.

Material e métodos

Os dados analisados na pesquisa foram extraídos do banco de dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, além de dados coletados na Estação Climatológica do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, tais como Pressão (hPa), Temperatura média compensada (°C), Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C), Vento (m/s), Precipitação (mm) e Insolação (horas), para os anos de El Niño (1993, 1994) e anos de La Niña (1996, 1998).

A pesquisa foi desenvolvida utilizando-se de técnicas da bioestatística, principalmente, análise de correlação entre a produção pesqueira e as variáveis climáticas. Fez-se uso, também, da estatística gráfica, curvas de regressão polinomial e séries temporais, conforme Fonseca *et al* (1985) e Costa *et al* (2000) formuladas a seguir:

a) Coeficiente de Correlação de Pearson(*r*)

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

Onde: Y é a espécie pesqueira e X a variável climatológica

Interpretação Nebulosa de “r”

Grau de associação máximo:	$r = 1$ (diretamente proporcional)
	$r = -1$ (inversamente proporcional)
Com $r \neq 0$, existência de correlação	$-1 \leq r \leq 1$
Correlação fraca	$0,25 < r \leq 0,50$
Correlação grande	$0,50 < r \leq 0,75$
Correlação forte	$0,75 < r \leq 1$

b) Regressão polinomial

$$Y = a + \sum b_i X^i \text{ com } 1 < i < n$$

Onde: Y é a espécie pesqueira e X a variável climatológica

Resultados e discussão

Os resultados obtidos mostraram que há fortes correlações, conforme tipos e espécies pesqueiras, demonstrado na matriz de correlação (Tabela 01). Conforme podemos perceber, alguns aspectos climáticos apresentam maior número de correlação forte com as 10 espécies de peixes pescadas no litoral do Rio Grande do Norte, como é o caso da pressão com cinco espécies, e da temperatura máxima e a velocidade dos ventos, ambas com quatro espécies. Outros aspectos climáticos, que também observamos, apresentam forte correlação com as espécies pesqueiras, mas em menor grau que os primeiros, foram as temperaturas média e mínima (três espécies cada uma). A precipitação e a insolação, também, apresentam forte correlação em apenas uma espécie, Pargo e Albacora, respectivamente.

Tabela 01: Matriz de correlação

MATRIZ DE CORRELAÇÃO							
Espécie	Pres (mb)	T(°C)	T máx (°C)	T mín (°C)	Vento (m/s)	P (mm)	Ins (h)
Agulha	-	-	0,96	-	-	-	-
Albacora	0,75	0,98	-	-	0,94	-	0,93
Cavala	-0,98	-	-	-0,78	-0,76	-	-
Cioba	-0,99	-0,76	-	-0,84	-0,88	-	-
Dentão	-0,87	-0,86	-	-	-	-	-
Dourado	-	-	0,99	-	-	-	-
Pargo	-	-	-	-	-	-0,98	-
Pescada	-1	-	-	-0,7	-0,77	-	-
Sardinha	-	-	-0,84	-	-	-	-
Tainha	-	-	0,9	-	-	-	-
Prod. Total	-0,71	-0,43	0,68	-0,98	-0,83	0,56	-0,54

Fonte: autores.

Desse modo, verifica-se que, cada uma das espécies observadas apresentam números e graus de correlação variados, nos anos de El Niño (1993/1994) e La Niña (1996/1998), para com os aspectos climáticos a estes relacionados, o que atribuímos aos padrões comportamentais e habitat diferenciados dos peixes, que serão assim, mais ou menos afetados pelas mudanças climáticas ocorridas em anos de El Niño e La Niña.

Nesta perspectiva, a forte correlação positiva (0,96) apresentada entre a produção da espécie Agulha e a temperatura máxima, é conferida por serem peixes costeiros e oceânicos que nadam próximo da superfície da água nos mares tropicais, subtropicais e temperados do mundo, desse modo, sendo altamente vulnerável a influência da temperatura do ar, aumenta a produção à proporção que esta se eleva, como é o caso dos anos de El Niño, e diminuindo a medida que a mesma diminui, fato conferido aos anos de La Niña.

Situação semelhante a esta, ocorre com a Tainha e o Dourado, o primeiro ocorrendo em águas tropicais do Atlântico ocidental e em todo Brasil, migrando conforme a época do ano, tratando-se de peixes de águas costeiras, que nadam próximo da superfície em cardumes, e o segundo em todos os mares tropicais e subtropicais do mundo, também comum em todo litoral brasileiro, vivendo em mar aberto, e do mesmo modo, nadando próximo da superfície em pequenos cardumes. A produção destas espécies apresenta, assim como a agulha, uma forte correlação positiva com a temperatura máxima; Dourado (0,99) e Tainha (0,90), sendo, portanto a produção

influenciada de forma diretamente proporcional à temperatura, aumentando em anos de El Niño, e diminuindo em anos de La Niña.

Do mesmo modo, que as espécies anteriormente citadas, o Albacora também apresenta forte correlação positiva (0,98), com a temperatura média compensada (TMC). Como a TMC varia de forma sazonal, associamos o alto grau de correlação ao fato de ser é uma espécie oceânica, migradora e epipelágica (da superfície até 200 metros de profundidade). Esta espécie também apresentou forte correlações positiva com a pressão (0,75), que está diretamente atrelada as células de circulação atmosférica, bem como a TMC, que em anos de El Niño o campo barométrico no Atlântico Sul é alterado para um valor maior que a média climatológica.

Com o vento, à medida que aumenta a velocidade e transporta água superficial (pobre em nutrientes) e quente para longe da costa, faz ressurgir uma água sub-superficial (profunda) fria e densa, que apresenta elevadas concentrações de nutrientes dissolvidos (fosfatos, nitratos e silicatos) e abastecem as camadas de águas superficiais com componentes necessários à produtividade biológica, promovendo o crescimento do plâncton que servirá de alimento para uma grande população de peixes, que serão alimento para essa espécie, sendo a produção maior em anos de El Niño e menor em anos de La Niña, já que em anos de El Niño os alísios tem intensidade mais elevada que em anos normais, assim como a insolação, que com a turbidez da água interfere no processo de fotossintético, e portanto, na alimentação dos peixes, que servirão, na cadeia alimentar, para o albacora.

A produção da sardinha também apresentou forte correlação com a temperatura máxima, mas neste caso a correlação foi negativa (-0,84), ou seja, inversamente proporcional, à medida que a temperatura aumenta, como é o caso de anos de El Niño, a produção diminui, entretanto, com a diminuição da temperatura favorecida pela atuação do fenômeno La Niña, a produção aumenta, situação esclarecida pelo comportamento da distribuição da espécie na água, que com o esfriamento da água, os peixes tendem a se concentrar, mantendo-se entre os 25 e os 30 metros de profundidade, ao passo que, durante a noite, pelo fato da água apresentar-se mais quente eles tendem a se espalhar, sendo encontrados entre os 15 e os 35 metros, o que dificulta a sua apreensão.

A pescada é um peixe carnívoro de água salgada, que vive em águas relativamente rasas, o que justifica a forte correlação negativa com a pressão, a temperatura mínima e o vento, considerando respectivamente que: a pressão está relacionada às mudanças de outros aspectos climáticos, sendo aqui inversamente

proporcional, aumentando a produção quando a pressão é menor, fato conferido a anos de La Niña; estando em águas rasas são mais susceptíveis as influências da alteração no campo da temperatura, que neste caso é inversamente proporcional a produção, ou seja, quando a temperatura aumenta em anos de El Niño, a produção diminui, ao passo que em anos de La Niña, com a diminuição da temperatura do mar, a produção aumenta; e também por viver em águas rasas, são profundamente afetado pela velocidade do vento, que a medida que aumenta é responsável pela diminuição da produção, pois a velocidade do vento está associadas a promoção de correntes, que quando aumentam mais que a média climática, acabam afugentando os peixes, forçando um deslocamento para águas mais tranquilas.

Assim, como a pescada, outros peixes também apresentaram forte correlação negativa envolvendo os aspectos climáticos: pressão, temperatura do ar e vento, como foram os casos dos peixes, Cavala, Cioba e Dentão. A Cavala apresentou forte correlação negativa com a pressão, temperatura mínima e vento. São espécies que dependem de um estuário, que em anos de La Niña há uma forte coesão entre o desaguar dos rios no Oceano Atlântico Sul. É uma espécie que pode ser encontrada até 300 metros de profundidade, ocorre nas águas tropicais do Atlântico, sendo comum em todo litoral brasileiro e vive perto da costa, nadando próximo da superfície em pequenos cardumes ou solitários, o que explica a significativa vulnerabilidade a estes aspectos.

O peixe Cioba apresentou forte correlação negativa com a pressão, a temperatura média e mínima e o vento, o que do mesmo modo que a pescada, está relacionado ao seu ecossistema, também de águas rasas, submetido em grande medida a influência destes aspectos climáticos, considerando que são peixes presentes em águas tropicais do Atlântico ocidental, no litoral brasileiro ocorrendo da região norte à sudeste e que vivem em águas costeiras rasas em fundos de corais, rochas ou areia. Ainda, acrescenta-se a relação com as temperaturas média e mínima, o fato de que em águas mais frias, como durante o dia ou pelas mesmas condições térmicas em anos de La Niña, podem ser encontrados formando pequenos grupos próximos às pedras no fundo, sendo mais fáceis de ser apreendidos em maior quantidade, ao passo que a noite, ou seja, em águas quentes, como é o caso dos anos de El Niño, é comum encontrar indivíduos separados, dificultando a pescaria. A mesma situação se dá com o Dentão, que pertence à mesma família da Cioba, tem as mesmas características comportamentais, acima descritas, apresentando forte correlação negativa com a pressão e a temperatura média do ar.

A única espécie que apresentou forte correlação inversa com a precipitação foi o peixe Pargo. Essa forte correlação pode está atrelada ao seu habitat, é uma espécie encontrada em fundos rochosos nas regiões costeiras dos 10 aos 300 m de profundidade, portanto, quando se encontram em regiões estuarinas sujeitas a maior interferência de precipitação, diminui a produção à medida que aumenta o fluxo do rio, fato reservado nos anos de La Niña, além disso, o aumento na produção se dar com o aumento do teor de salinidade, que acontece quando o índice de precipitação diminui, notadamente, ocorre em anos de El Niño.

Nesta alusão, cada espécie tem condições ideais para reprodução tanto em anos de El Niño como em anos de La Niña, entretanto quando analisamos o total produzido por ano, vemos que há uma forte correlação, em anos de El Niño a produção decresce, ao passo que em anos de La Niña a produção aumenta, conforme podemos observar no gráfico 01.

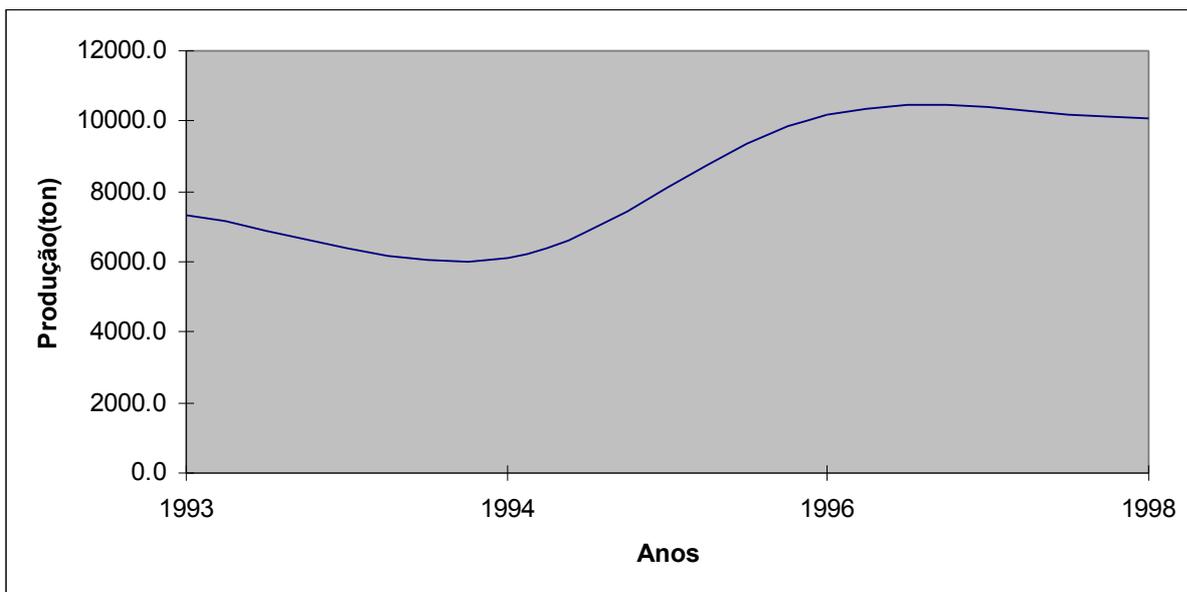


Gráfico 01: Comportamento da produção pesqueira no Rio grande do Norte, em anos de El Niño e La Niña.

Fonte: autores.

Desta forma, é possível modelar a tendência da produção pesqueira no Rio Grande do Norte, verificando o comportamento por espécie, e fazendo uso da análise de regressão. Considerando a produção pesqueira total nos referidos anos de El Niño e La Niña, verificamos que os aspectos climáticos que apresentaram forte correlação inversa, foram a temperatura mínima, o vento, e em menor escala a pressão, conforme podemos

observar nos gráficos 2, 3 e 4, explicado por uma análise de regressão polinomial de grau 3 com coeficiente de explicação igual a 1.

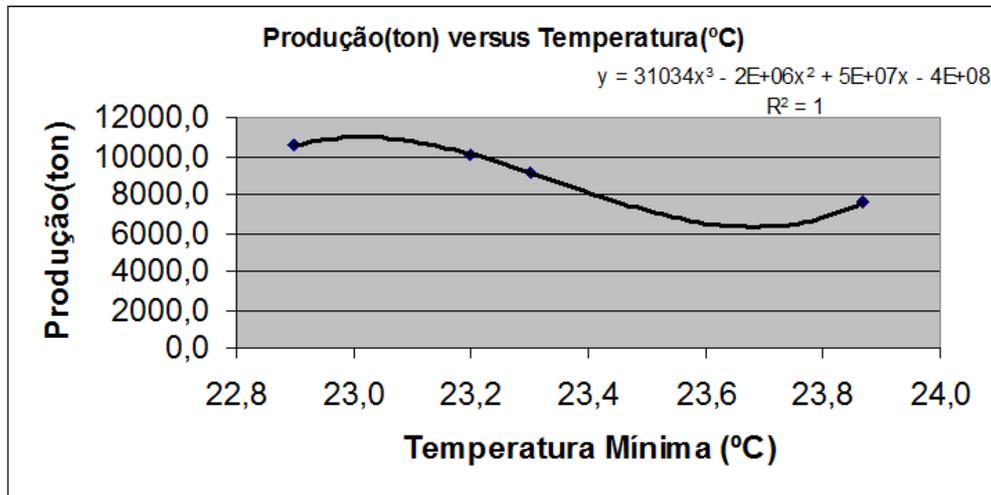


Gráfico 02: Produção (ton) versus Temperatura Mínima (°C).

Fonte: autores.

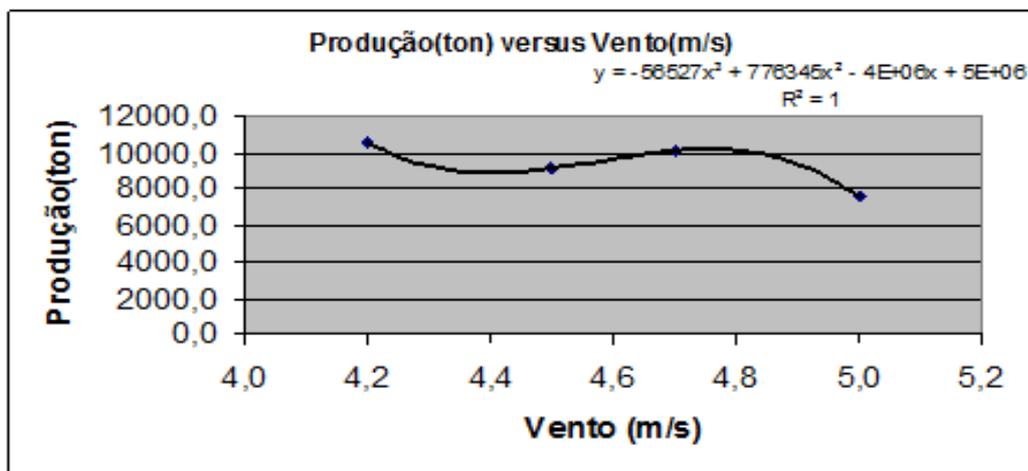


Gráfico 03: Produção (ton) versus Vento (m/s).

Fonte: autores.

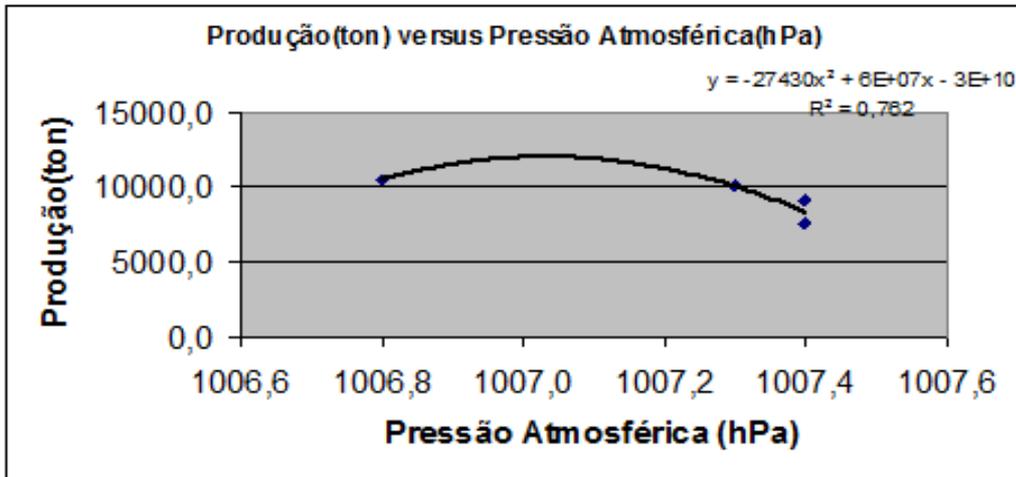


Gráfico 04: Produção (ton) versus Pressão Atmosférica (hPa).

Fonte: autores.

Conclusões

Podemos destacar algumas considerações relevantes: as correlações tanto ocorreram de forma direta, como inversa, variando em função das características do peixe e do ecossistema ao qual está imerso, de forma que influências na produção pesqueira pelos aspectos climáticos, se dão da seguinte forma: A variação do campo de temperatura afeta os peixes que vivem próximo à superfície da água; a precipitação àqueles que vivem nos estuários; os ventos os que vivem em ambientes sujeitos a ressurgência; a insolação pela relação com a turbidez da água que interfere no processo de fotossíntese e desse modo, na cadeia alimentar dos peixes.

A pesquisa revela que, em anos de El Niño e La Niña, temos situações opostas no que se refere a cada um desses eventos climáticos, revelando que embora as particularidades comportamentais dos peixes estabeleçam diferenças entre a proporcionalidade direta e indireta verificada entre a produção das espécies e os aspectos climáticos, temos majoritariamente que a produção pesqueira é maior em anos de La Niña e menor em anos de El Niño. Por fim, é possível modelar a produção pesqueira do Estado, com relevante grau de certeza ($\approx 0,95$), a partir da técnica de análise de regressão.

Referências

COSTA, Ana Mônica de Britto; SILVA, Elisimar Lopes da; SILVA, Fernando Moreira da. Modelos de quantificação do lixo para a cidade de Natal/RN. In: **Sociedade e Território**, Natal/RN, v. 14, n. 2, jul/dez 2000.

FONSECA, Jairo Simon da; MARTINS, Gilberto de Andrade; TOLEDO, Geraldo Luciano. **Estatística Aplicada**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1985.

IBAMA/CEPENE. **Boletim Estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil** – 2004. Tamandaré, PE: CEPENE, 2004. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/cepene/download.php?id_download=316. Acesso em: 02 nov. 2007.

INPE. **Brasil precisa de satélites para a gestão e conservação dos estoques pesqueiros** – 29/09/2006. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=812. Acesso em: 11 out. 2007.

PHILANDER, S. George. **El Nino, La Nina, and the Southern Oscillation**. San Diego, California: Academic Press, Inc., 1989.

SILVA, Fernando Moreira da; COSTA, Ana Mônica de Britto; SOUZA, Bernardete de Lourdes Quirino de; Circulação global e sua influência nos sistemas sinóticos no Nordeste do Brasil – Fase 1. In: **Sociedade e Território**, Natal/RN, v. 13, n. 1, jan/jun 1999.

SILVA, Mario Adelmo Varejão. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, Gráfica e Editora Stilo, 2000.

Recebido em Julho de 2013.

Publicado em Agosto de 2013.