

PREVISÕES DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E REPRODUÇÃO DE *PODOCNEMIS EXPANSA* NO ENTORNO DA ILHA DO BANANAL NO ESTADO DO TOCANTINS

Vailton Alves Faria¹

Adriana Malvásio²

Clauber Rosanova³

RESUMO: O estudo objetivou apresentar e analisar as projeções da produção agropecuária dos municípios de Caseara, Cristalândia, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão, Marianópolis e Pium com a quantidade de fêmeas de quelônios da espécie *P. expansa* nidificando nas praias do rio Javaés durante o período de execução do Projeto Quelônios da Amazônia (PQA), compreendido entre 1985 e 2010. Os dados da produção agropecuária foram analisados para a série histórica de 1990 a 2015, através do número de cabeças de gado de corte e área plantada com lavoura temporária e permanente para o conjunto dos municípios. Para análise e previsão dos dados, utilizou-se o modelo de séries temporais autoregressivo integrado de médias móveis de Box Jenkins (1976). A partir da análise dos dados da produção agropecuária, observou-se que, em 1990, havia 73,5% da área coberta por formações savânicas (domínio de cerrado), passando em 2015 para 62,1%, redução de 11,4%, ocasionada pelo aumento das atividades agropecuárias. Em relação à quantidade de fêmeas de *P. expansa* nidificantes, a série de dados mostrou-se instável, com períodos curtos de crescimento e decréscimo não sendo possível estabelecer um padrão dessas variáveis com a produção agropecuária nas praias do rio Javaés. De forma geral, os resultados mostraram que existem outras variáveis “aparentemente” causadoras de menor impacto ao meio ambiente, como as variações climáticas, que apresentam mais efeitos sobre a população de fêmeas nidificantes nas praias do rio Javaés do que a expansão agropecuária na região.

PALAVRAS-CHAVE: Lavoura; Modelos; Nidificação; Séries Históricas; Tartaruga-da-Amazônia.

¹ Doutorando em Ciências do Ambiente pela Universidade Federal do Tocantins. Professor titular da Fundação Universidade Federal do Tocantins, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins e da Faculdade Católica do Tocantins, Brasil. E-mail: vailton@uft.edu.br

² Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade de São Paulo (IB/USP). Professora associada da Fundação Universidade Federal do Tocantins/UFT, Brasil

³ Doutorando do programa de pós-graduação em Ciências do Ambiente - PPG/CIAMB - UFT, Campus Palmas. Professor dos cursos Técnico em Gestão do Agronegócio e Técnico em Agronegócios, Brasil.

AGRICULTURE-LIVESTOCK PRODUCTION FORECASTS AND REPRODUCTION OF PODOCNEMIS EXPANSA IN THE ENVIRONS OF THE ILHA DO BANANAL IN TOCANTINS STATE

ABSTRACT: Agriculture and livestock forecasts for the municipalities of Caseara, Cristalândia, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão, Marianópolis and Pium are analyzed with regard to the number of females of the species *P. expansa* nidifying on the sandbanks of the river Javaés during the execution period of the Projeto Quelônios da Amazônia (PQA), between 1985 and 2010. Agriculture and livestock production data were analyzed for the 1990-2015 period taking into consideration the number of cattle heads and planted area with temporary and permanent culture for all the municipalities concerned. Data were analyzed and forecasted by the integrated self-regressive temporal series of Box Jenkins' s movable media. Agriculture and livestock production data revealed that, in 1990, 73.5% of the area was covered by savanna, with 62.1% in 2015, or rather, an 11.4% decrease, caused by increase in agriculture and livestock activities. In the case of the number of nidifying *P. expansa* females, data series was unstable, with short periods in growth and decrease, with no possible standard of variables with agriculture and livestock production on the banks of the river Javaés. Results demonstrate that other variables exist which 'apparently' cause smaller impacts on the environment, such as climate variations which have a bigger effect on the population of nidifying females on the banks of the river Javaés than the agriculture-livestock expansion in the region.

KEY WORDS: Agriculture; Models; Nidification; Historical series; Amazon turtle.

INTRODUÇÃO

A região da "Amazônia Legal" apresenta uma grande diversidade biológica, sendo que nos últimos anos foi notória a busca no equilíbrio da fauna silvestre através de ações de manejo sustentável e preservação de ambientes de grande diversidade biológica, porém, mesmo diante dessas ações a estabilidade na fauna tem sido alterada de forma constante e essa alteração, além de coibir o desenvolvimento sustentável, representa também a extinção de muitas espécies (MMA, 2016).

A preocupação em utilizar os recursos faunísticos garantindo sua existência para gerações futuras tem motivado o planejamento e desenvolvimento de metodologias que busquem assegurar a conservação dessa riqueza.

O Estado do Tocantins, embora pertença formalmente à região Norte, está totalmente inserido na “Amazônia Legal” e encontra-se na zona de transição geográfica entre o Cerrado e a Floresta Amazônica (IBGE, 2007). Dos cinco grandes tipos de vegetação que formam as províncias vegetacionais que cobrem o país, o Tocantins apresenta duas: a Floresta Amazônica de terra firme, e a Savana, denominados, respectivamente, como Biomas Amazônia e Cerrado. Além destas regiões, ocorrem as Áreas de Tensão Ecológica e as formações pioneiras. Estas últimas quase sempre relacionadas a ambientes aquáticos, possibilitando o desenvolvimento de várias espécies faunísticas como répteis e anfíbios (FELFILI *et al.*, 2005).

A dinâmica de ocupação do solo no Tocantins se torna mais preocupante em áreas de grande importância para a biodiversidade e preservação de ecossistemas, nesse sentido a região da Ilha do Bananal se apresenta com grande destaque. Configura desde 1959 como reserva ambiental com área de cerca de 20 mil quilômetros quadrados e está subdividida em duas partes: sendo o Parque Nacional do Araguaia (PNA) ao Norte, representando praticamente toda sua extensão, onde estão incluídos os municípios de Pium, Lagoa da Confusão e Formoso do Araguaia. Ao Sul da Ilha encontra-se o Parque Indígena do Araguaia, com cerca de 1.600 hectares, onde vivem índios das tribos Javaes e Carajás. Sua flora é típica do Cerrado e da Floresta Amazônica (MMA, 2001).

Presentes no Estado do Tocantins, as Unidades de Conservação (UCs) Área de Proteção Ambiental Ilha do Bananal/Cantão (APA), Parque Estadual do Cantão (PEC) e PNA pertencem à região descrita como Corredor Ecológico Araguaia/Bananal (CEA/B) e estão sendo sistematicamente alteradas por atividades humanas. É grande a interferência na região sendo mais acentuada na APA, onde o relevo plano, coberto em sua maior parte por vegetação de Cerrado, impulsiona o desenvolvimento da agricultura e agropecuária (MMA, 2016).

O avanço das atividades agrícolas sobre as áreas das UCs no Estado do Tocantins pode ter várias consequências para a fauna local. Bour (2008) afirma que os quelônios são extremamente sensíveis às modificações ambientais, são os primeiros grupos de vertebrados a desaparecerem quando seu habitat é destruído. A *Podocnemis expansa* é uma das espécies de quelônios em que a população de fêmeas pode estar sendo alterada em função dessas atividades.

A alteração e degradação de habitats por atividades antrópicas levam muitas populações de quelônios a sobreviverem com baixas densidades (MMA, 2016). Portanto, se torna indispensável a investigação das consequências da intervenção do homem nesse ambiente, a fim de se estabelecer perspectivas e metodologias para a sua conservação e prospecção das espécies (MARINHO LOPES, 2016).

A fim de ressaltar a relevância da agropecuária e seus impactos causados na população de fêmeas de quelônios da espécie *P. expansa*, o presente estudo tem por objetivo apresentar e analisar projeções de produção agropecuária dos municípios de Caseara, Cristalândia, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão, Marianópolis e Pium com a reprodução desses animais nas praias do rio Javaés.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os quelônios representam uma importante fonte de alimento para habitantes da região amazônica. Ao longo dos anos a espécie *P. expansa*, por ser de maior porte e a mais abundante na região, serviu de alimento para comunidades indígenas ficando até mantida em cativeiro para ser utilizada na época da cheia dos rios, período em que os peixes eram mais escassos (SMITH, 1979).

Segundo Rebêlo e Pezzuti (2000), a espécie atualmente ainda é consumida por populações tradicionais da Amazônia em diferentes níveis de exploração, assumindo importante papel social, econômico e cultural nas suas áreas de ocorrência. Segundo Soini (1998), é necessário um conjunto de ações estratégicas de gestão e manejo para se garantir a sobrevivência e continuidade das espécies de quelônios aquáticos.

P. expansa é a maior espécie do gênero *Podocnemis*, chegando a pesar cerca de 65 kg e medindo até 90 cm de comprimento. Ocorre praticamente em toda a bacia do Rio Amazonas, desde o Leste dos Andes até a Bacia do Rio Orinoco (VOGT, 2008). Atualmente, seu estado de conservação se encontra em quase ameaça de extinção (ICMBio, 2014) e, para a região amazônica como um todo, categoriza-se como criticamente ameaçada (IUCN, 2016).

No período de seca dos rios, os animais migram à procura dos locais de nidificação (VOGT, 2008). O período da desova pode variar de acordo com a

localidade e o ciclo de cheia e seca dos rios. Nos rios Araguaia e Javaés, a nidificação ocorre entre os meses de setembro e outubro (PÁDUA, 1981; ALHO; PÁDUA, 1982; VOGT, 2008).

Nesse sentido, a área do CEA/B é considerada de grande relevância para a conservação dessa espécie. Além da conservação dos ecossistemas envolvidos, tem como um de seus principais objetivos contribuir para a implementação de um modelo de desenvolvimento sustentável na região. Nessa área, são desenvolvidas ações de conservação, como o PQA, criado em 1990, pelo Centro Nacional de Quelônios da Amazônia (CENAQUA) através da Portaria IBAMA nº 870/90, que em 2001 tornou-se o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN), o qual coordena e autoriza as atividades de manejo e conservação dos répteis e anfíbios brasileiros (IBAMA, 2004).

Os modelos usados para a obtenção das previsões se baseiam em modelos de séries temporais autorregressivos integrados de médias móveis de Box Jenkins (1976). Os dados foram coletados para o período de 1990 a 2015 para produção agropecuária e de 1985 a 2010 para a reprodução da *P. expansa*.

2.1 MODELOS DE PREVISÃO PARA SÉRIES TEMPORAIS

Uma série temporal é denominada como sendo uma classe de fenômenos em que o processo observacional e decorrente quantificação numérica gera uma sequência de dados distribuídos ao longo do tempo (MORETTIN; TOLOI, 1985). O principal objetivo da análise de uma série temporal é explicar o comportamento passado da série, visando a previsão e compreensão do seu comportamento futuro, buscando previsões de movimentos futuros e/ou de tendência.

2.1.1 Variações Cíclicas, Irregulares e Sazonais

As variações cíclicas apresentam um movimento oscilatório de longa duração que mostra a influência de fatores aleatórios de ação constante, indicando as fases de expansão e contração da variável em estudo para intervalos de duração variáveis (MORETTIN *et al.*, 2006).

Morettin *et al.* (2006) explicam que, pelo fato das variações cíclicas não apresentarem duração constante, a identificação do componente irregular se torna mais difícil. Tais variações não podem ser separadas de variações irregulares, levando a uma análise conjunta.

A componente sazonal representa as variações da série de acordo com algum fator de sazonalidade (MORETTIN *et al.*, 2006). Ou seja, é um movimento oscilatório de curta duração que representa a influência de fatores com ação periódica aumentando ou diminuindo a intensidade do fenômeno.

2.1.2 Variações de Tendência

O aumento ou declínio gradual observado nos valores de uma série temporal é definido como tendência (WHELLWRIGTH, 1985). Determinar e identificar a tendência em uma série temporal permite estabelecer previsões e conhecer o comportamento de outros componentes da série, é obtido através do uso da análise de regressão por meio de uma função que indique o melhor comportamento da série.

2.1.3 Modelo ARIMA

Os modelos ARIMA - AutoRegressivos Integrados de Médias Móveis, formulados inicialmente na década de 70 por George Box e Gwilym Jenkins (BOX *et al.*, 1994, são modelos matemáticos que visam compreender o comportamento da autocorrelação entre os valores da série temporal e com base nesse comportamento realizar previsões futuras.

Segundo o modelo, as variáveis apresentadas pelos valores na série temporal são extremamente dependentes entre si, ou seja, cada valor pode ser explicado por valores prévios da série. Para Pellegrini e Fogliatto (2000), os modelos ARIMA representam a classe mais geral dos modelos usados para análise de séries temporais podendo ser usados de maneira satisfatória em séries estacionárias e não estacionárias.

Uma série é estacionária quando os dados oscilam em torno de um ponto de equilíbrio (FAVA, 2000). Ocorre quando as propriedades da variável não são alteradas ao longo do tempo. Dentre os modelos aplicados a séries estacionárias tem-se: i) Modelo AutoRegressivo (AR), nesse caso a série é descrita por seus valores anteriores e um erro aleatório; ii) Modelo de Médias Móveis (MA), nessa modelagem a série resulta da combinação dos erros de previsão dos períodos passados com o atual; e iii) Modelo ARMA - Auto-Regressivo de Médias Móveis, que representa uma combinação dos dois anteriores.

A análise e previsão de séries temporais nos quais os processos estocásticos não são estacionários podem ser realizadas de forma satisfatória através da aplicação dos modelos ARIMA (BOX *et al.*, 1994). Morretin *et al.* (2006) afirmam que, nesse caso, a série original deverá ser diferenciada a fim de torná-la estacionária.

A associação de três componentes denominadas “filtros” representa a classe desse modelo, são eles: o componente autorregressivo (AR), o filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA). O número necessário de diferenciação para tornar a série não estacionária em estacionária é chamado de ordem de integração (d) (WERNER *et al.*, 2003).

Morretin *et al.* (2006) afirmam ser suficiente no máximo duas diferenças para que a série se torne estacionária. A inclusão do termo, ordem de integração (d), permite que sejam utilizados modelos ARIMA (p, d, q) dados pela Equação 01.

$$w^d = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad 01$$

Onde:

$w_t = \Delta^d Z_t$, os coeficientes ϕ representam os operadores autorregressivos de ordem p e θ os operadores de médias móveis de ordem q .

2.1.4 Estacionaridade da Série

A aplicação do modelo ARIMA exige que a série seja estacionária (BOX *et al.*, 1994). Nesse caso, deve-se haver um desenvolvimento em torno de uma média, variância e autocovariância constantes na série, caso isso não ocorra é necessária a transformação da série de forma que ela se torne estacionária. Existem vários testes

que podem ser usados para verificação da estacionaridade, que são denominados testes de raiz unitária, dentre eles: ADF, KPSS, Ljung-Box, Phillips-Perron, entre outros (MORETTIN; TOLOI, 1985).

Neste estudo optou-se pelo teste *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) (DICKEY; FULLER, 1979), eliminando-se assim o problema de autocorrelação dos resíduos através da incorporação de defasagens na expressão do teste. Essas defasagens são indicadas pelos critérios estatísticos *Akaike Information Criterion* (AIC) e *Schwarz Bayesian Criterion* (SBC). Nesse caso, baseou-se no critério (AIC) (ARÊDES; PEREIRA, 2008).

A equação do teste de raiz unitária ADF, com o componente constante, é representado pela equação 02:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad 02$$

sendo Δ o operador de diferença de Y_t ; β_1 é o parâmetro constante, δ é o parâmetro da variável defasada e $\alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i}$ é o termo de diferenças defasadas (ARÊDES; PEREIRA, 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na região central do CEAB, área que abrange as UCs PNA, PEC, APA ilha do Bananal/Cantão e as áreas de abrangência dos municípios de Caseara, Cristalândia, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão, Marianópolis e Pium (Figura 1).

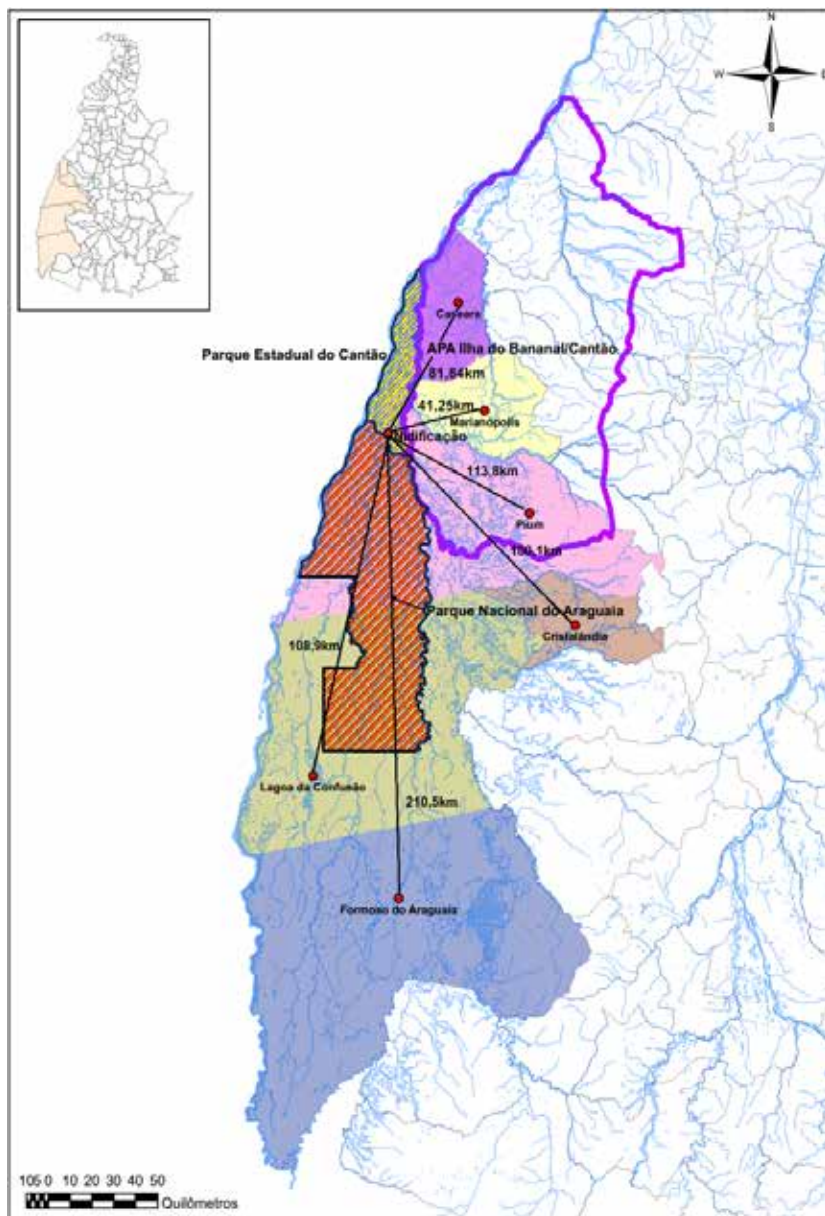


Figura 1. Localização do PEC, PNA e dos limites da APA Ilha do Bananal/Cantão e a área dos municípios onde se realizou o estudo com destaque para as distâncias em linha reta entre os municípios e o principal ponto de nidificação da *P. expansa*

3.2 COLETA DE DADOS

Os dados da produção agropecuária foram obtidos para o período de 1990 a 2015, através de levantamento censitário no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

A quantidade de ninhos de *P. expansa* marcados nas praias do rio Javaés foi obtida para o período de 1985 a 2010, através do banco de dados do grupo de pesquisa Crocodilianos e Quelônios da Região Norte da Universidade Federal do Tocantins (CROQUE), PQA, ICMBio e RAN.

As observações e as previsões acerca da expansão da agropecuária sobre a região em estudo foram analisadas para as variáveis: número de hectares de área plantada com Lavoura Temporária (LT) e Lavoura Permanente (LP) e o quantitativo de cabeças de gado de corte, todas para o conjunto dos municípios em estudo. Essas informações são referentes ao período de 1990 a 2015, totalizando 26 observações.

Para a variável número de ninhos de quelônios da espécie *P. expansa*, o período de análise correspondeu a 1985-2010 (Base de dados do PQA). Para a estimativa do número de animais considerou-se que cada ninho marcado correspondesse a uma fêmea em fase de reprodução (MARCO *et al.*, 2011).

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

A metodologia utilizada para análise dos dados fundamenta-se na implantação de modelos ARIMA - *Autoregressive Integrated Moving Average*.

Para a concepção do modelo, através da metodologia Box e Jenkins, seguiu-se o ciclo iterativo que iniciou com identificação do modelo, passando para a estimação dos parâmetros, logo em seguida a verificação, sendo o modelo adequado, realizou-se as previsões, caso contrário, retorna-se à estimação dos parâmetros e realiza-se novamente o ciclo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Procurando descrever os impactos das atividades agropecuárias na região de estudo, e a partir deles dimensionar uma relação entre a produção agropecuária e a população de fêmeas *P. expansa* em fase de reprodução, foram priorizados os dados relativos à extensão de terras utilizadas nas atividades produtivas em LT, LP e rebanho bovino de corte.

No que tange à produção agropecuária sobre as áreas de preservação ambiental no Estado do Tocantins, pode-se observar que a área plantada com LP apresenta significativa redução se comparados os períodos entre 1990 e 2015, o que pode ser observado na Figura 2d. Na Tabela 1 são apresentados os resultados das análises descritivas das variáveis em estudo, dos quais se observa um coeficiente de variação relativamente alto para LP, acima de 50%, o que mostra uma grande variabilidade dos dados dessa série, mostrando que a média da série não é representativa.

Tabela 1. Análise descritiva das séries temporais - produção agropecuária e ninhos

Medidas de Tendência	LP	LT	Ninhos	Bovinos
Média	962,8	92.617	357,6	594.790
Mediana	815	82.987	334	616.720
Máximo	1815	198.110	660	737.560
Mínimo	51	47.294	109	407.490
Desvio Padrão	554,3	37.866	154,9	99.810
Coeficiente de Variação (%)	57,6	40,8	43,3	16,8
Total de Observações	26	26	25	26

Fonte: (IBGE/SIDRA, 2017; IBAMA/PQA, 2017).

Através da análise dos dados apresentados na Tabela 1, nota-se que, dentre as séries analisadas, foi na produção de bovinos onde se deu uma maior homogeneidade dos dados, pois apresenta o menor coeficiente de variação (16,8%). Ou seja, quanto menor o Coeficiente de Variação de um conjunto de dados, menor é a sua variabilidade. Já para a série de ninhos e LT, tem-se uma variação moderada dos dados, em torno de 40%. Para Freund e Simon (2000), o Coeficiente de Variação expressa o quanto da escala de medida, representada pela média, é ocupada pelo desvio-padrão.

As observações e as previsões da produção agropecuária e reprodução de quelônios da espécie *P. expansa*, com seus respectivos intervalos de confiança ao nível de 95%, são apresentados na Figura 2.

Figura 2. Projeções para produção agropecuária e reprodução de *P. expansa*

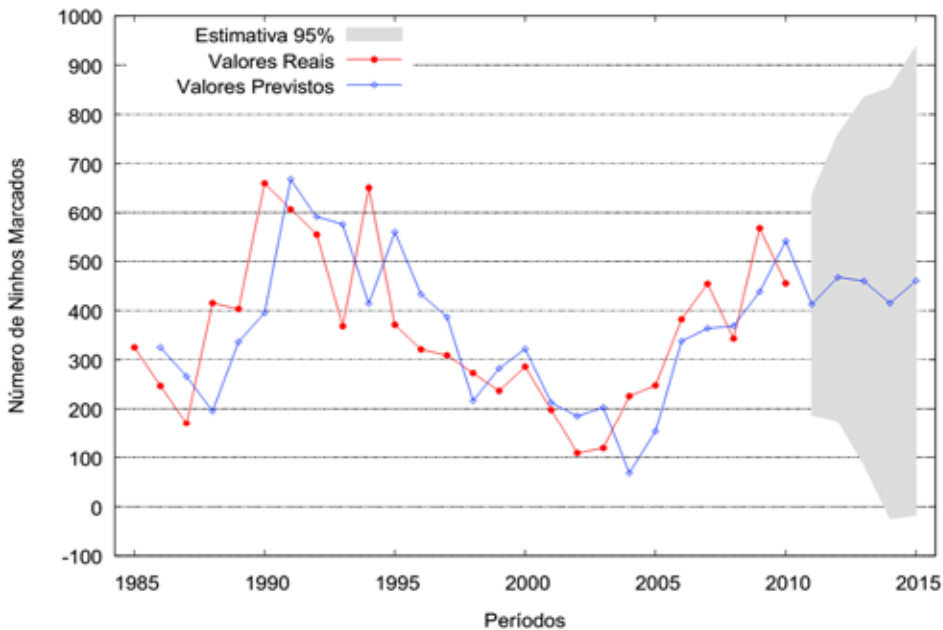


Figura 2a. Projeção para reprodução de *P. expansa*

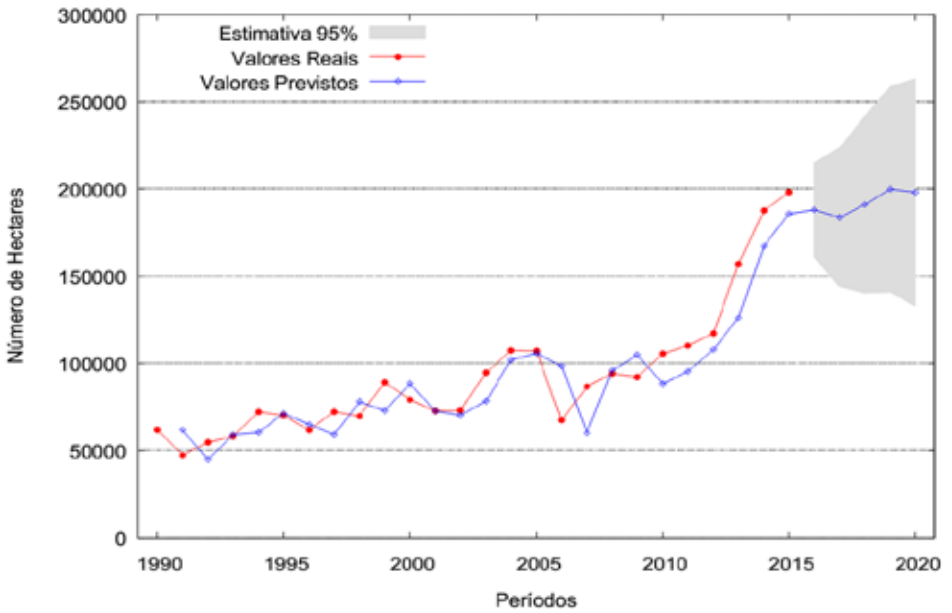


Figura 2b. Projeção para lavoura temporária

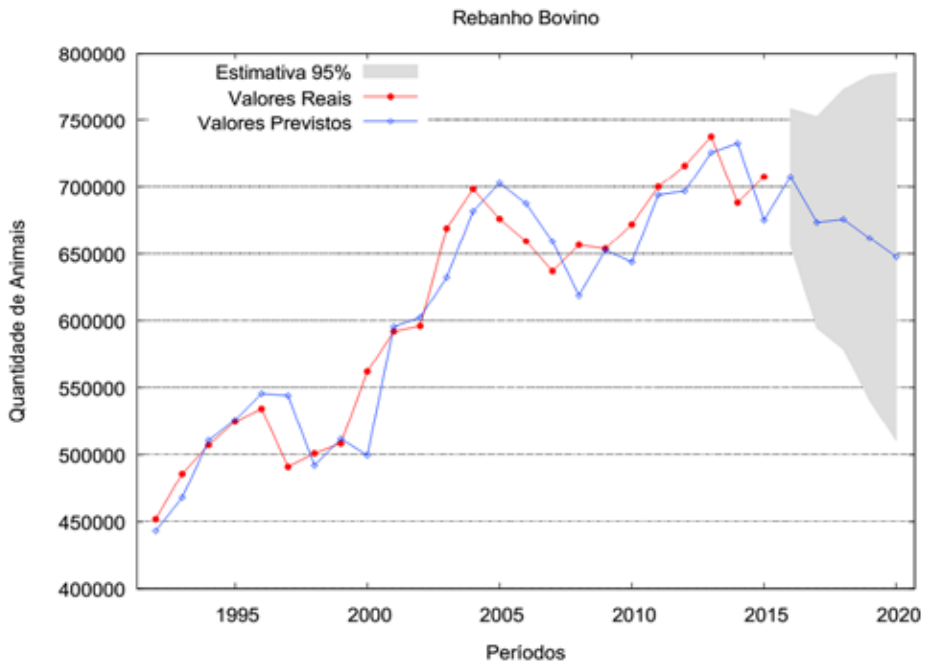


Figura 2c. Projeção para rebanho bovino de corte

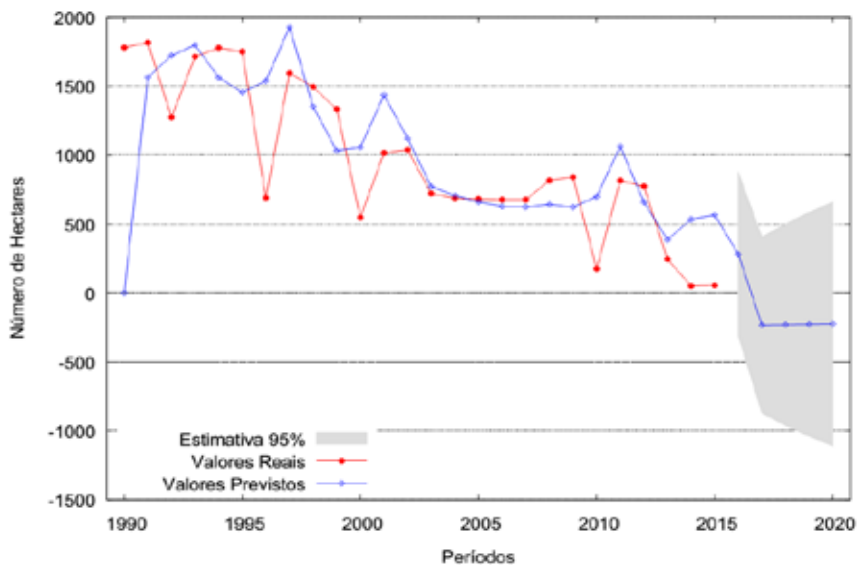


Figura 2d. Projeção para lavoura permanente

A Figura 2a mostra os valores observados na série temporal de 1985 a 2010 e as projeções para o número de ninhos de *P. expansa* em um horizonte de 5 anos, para os quais foi utilizado o modelo ARIMA (2,1,2). Nota-se ainda na Figura 2a um modelo significativo, com $p < 0,05$, entre a observação e a projeção da série a qual se mostrou praticamente constante para o horizonte previsto.

Apresentando uma grande área de abrangência nos municípios, as áreas mapeadas como LT caracterizam-se por culturas anuais de ciclo curto como soja, milho, algodão e feijão, tais culturas quase que triplicaram a área plantada entre 1990 e 2015, passando de aproximadamente 62.000 hectares em 1990 para mais de 190.000 hectares em 2015, ou seja, uma ascensão contínua desde 1990, o que confirma a previsão dada pelo modelo ARIMA (2,1,2) mostrado na Figura 2b.

O município da Lagoa da Confusão, no ano de 1993 totalizava 11.104 hectares plantados, passando para 98.624 em 2015, apresentando um crescimento anual de 10,4%. Em 1990, o município com maior percentual de terras destinadas à lavoura temporária era Formoso do Araguaia, que respondia por 56,8%, seguido por Cristalândia com 23,7% da área plantada. Em 1993, pela Lei Estadual nº 498,

de 21/12/1992, o distrito de Lagoa da Confusão é desmembrado do município de Cristalândia passando para segundo maior produtor de grãos entre os municípios analisados.

Na Figura 2c são apresentadas as projeções do rebanho bovino, com base na série observada. O modelo ARIMA (2,0,4) foi utilizado para mostrar o comportamento da produção, apresentando dois períodos curtos de queda ao longo do período projetado.

Em 1990, a pecuária era a atividade de maior relevância no Estado do Tocantins. Nas microrregiões em estudo, em 1990, a densidade de bovinos era de 0,10 cabeças/hectare; em 2015, 25 anos depois, passa a ser de 0,17 animais por hectare, ou seja, um crescimento médio anual de 2,2%. Um avanço significativo e preocupante frente aos danos que a bovinocultura representa para a cobertura florestal, integridade dos solos e impactos sobre os recursos hídricos, consequentemente sobre a fauna local.

Segundo o IBGE, os rebanhos bovinos são os que apresentam números mais significativos em relação à ação antrópica sobre áreas de preservação ambiental. Em pesquisa realizada pela EMBRAPA Gado de Corte, em 2005, a bovinocultura de corte e leite no Brasil envolviam, no ano do estudo, 225 milhões de hectares para a criação de 195,5 milhões em todo o Brasil. A média nacional, de acordo com esses dados, seria de 0,88 cabeça por hectare. Essa média certamente não é válida para a região em estudo, mas permite afirmar que a bovinocultura ocupa na região algo superior a 3,9 milhões de hectares, esse crescimento pode ser confirmado através dos resultados apresentados pelo modelo proposto para essa série.

A LP, no contexto do uso da terra, é considerada toda a exploração com espécies de frutíferas como laranjeiras, cajueiros, coqueiros, bananeiras, cacauzeiros em sistemas que combinam ou não culturas agrícolas e vegetação natural. Nesse sentido, a região apresenta uma redução significativa nas áreas destinadas a esse cultivo, como observado na Figura 2d.

De 1990 até 2015, a maioria das séries analisadas apresenta crescimento positivo, com exceção de LP, que teve seu pico máximo em 1990, com 1.780 ha plantados no conjunto dos municípios, caindo para 55 ha em 2015, com previsão para menos de 10 ha em 2020. Por outro lado, as áreas plantadas com IT tiveram uma expansão significativa com tendência de crescimento no horizonte de 5 anos.

Diversos fatores ambientais podem influenciar na dinâmica reprodutiva da *P. expansa* e conseqüentemente no tamanho de sua população adulta. Para Alves-Junior *et al.* (2012), a temperatura, umidade e precipitação estão diretamente ligados aos aspectos reprodutivos da espécie. Ainda citam fatores advindos das ações antrópicas como o desflorestamento e a presença de substâncias químicas na água advindas da produção agrícola.

Segundo estudos de Packard *et al.* (1987), os ovos de alguns répteis apresentaram aspectos diferentes do normal, com manchas escuras quando analisados nos locais próximos a regiões onde as atividades agrícolas eram mais intensas. O uso de agrotóxicos e fertilizantes em regiões com elevada atividade agrícola pode ser um indicativo da alteração das propriedades da água, que também podem estar interferindo nos aspectos saudáveis dos ovos da *P. expansa* (MARINHO LOPES, 2016).

Para Frazer (1992), a solução para proteger quelônios do excesso de exploração é minimizar o impacto humano sobre suas populações e principalmente sobre seu habitat. De La Ossa *et al.* (2011) salientam que os quelônios são suscetíveis à destruição do seu habitat. Para Mitchell e Klemens (2000), as principais causas do declínio da população ou perda da diversidade de tartarugas estão associadas à perda de habitat e degradação dos ecossistemas.

Estudos mostram que a *P. expansa* é extremamente sensível às alterações antrópicas, uma vez que é bastante seletiva ao local de desova, preferindo praias altas e grandes (NASCIMENTO, 2002). Nesse sentido as áreas protegidas como o PNA, APA e PEC são extremamente eficazes para a manutenção das populações viáveis de espécies ameaçadas ou espécies potencialmente impactadas pela ocupação humana (RODRIGUES *et al.*, 2003; SANCHEZ-AZOFEIFA *et al.*, 2003; VERÍSSIMO *et al.*, 2011). O crescimento da população humana, o aumento das áreas desmatadas, a caça irregular e o aumento das áreas de pastagens para agropecuária acabam ameaçando a sobrevivência de muitas espécies selvagens (SHNEIDER *et al.*, 2011).

Por outro lado, Simoncini *et al.* (2016), ao analisar os dados de nidificação do PQA de 1985 a 2008, relatam que essa variação no número de animais nidificados está relacionada a variáveis climáticas.

Simoncini *et al.* (2016) constataram que quanto maior for a precipitação na nascente do rio no mês de maio, maior é a quantidade de fêmeas que desovam nas praias de nidificação. Por outro lado, quanto maior for a quantidade de milímetros precipitados no mês de maio, mais ovos e filhotes serão produzidos nas praias durante a temporada reprodutiva (agosto-outubro).

A influência dessas variáveis na nascente do rio é uma importante ferramenta que permite estimar a quantidade de ninhos nas praias. Nota-se na Figura 2a, que mesmo sendo grande a variação do número de ninhos no período analisado, no geral, houve um crescimento anual de 1,78% dos animais em fase de reprodução (Figura 2).

Clerke e Alford (1993) estudam a relação das mudanças climáticas nos répteis e a importância das chuvas como sendo um dos fatores mais importantes na sua reprodução. Para De Castro e Silva (2005), as chuvas afetam a disponibilidade de presas e influenciam na taxa de crescimento e na energia investida na reprodução (SEIGEL; FITCH, 1985; CAMPOS; MAGNUSSON, 1995; CRUZ *et al.*, 1999).

Para Simoncini *et al.* (2011), existe uma relação indireta entre as chuvas e a disponibilidade de alimento, o que estaria afetando a incidência reprodutiva de *P. expansa*, consequentemente seu tamanho populacional. O aumento das chuvas na nascente do rio, antes do período reprodutivo de alguns répteis, poderia trazer benefícios aumentando a disponibilidade de alimentos e possibilitando uma melhor condição física dos animais, possibilitando melhores condições de reprodução na próxima temporada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se a partir do período analisado (1990 a 2015), que em 1990, 73,5% da área eram cobertos por formações savânicas (domínio de Cerrado), enquanto que em 2015 o quantitativo passou para 62,1%, um decréscimo de 11,4% nessas áreas. Em relação às formações florestais, em 1990, a região era coberta por cerca de aproximadamente 7% de formações florestais, e em 2015 este quantitativo chegou a 5,3%, houve portanto um decréscimo de cerca de 1,7% de suas áreas. Em relação ao uso da terra (áreas antrópicas) esta classe que envolve todos os tipos de exploração econômica foi acrescida em mais de 10%.

Avaliando os números da produção agropecuária no período, as principais mudanças de cobertura natural ocorreram com a substituição das áreas de formação savânica, em um total de aproximadamente 11% de conversão. As áreas com formação florestal foram convertidas em aproximadamente 0,8% para a atividade agrícola. Inversamente à tendência de conversão de áreas nativas para uso antrópico, 47,8% das áreas de formação savânica mantiveram-se como formação savânica e 4,3% das áreas e formação florestal mantiveram-se inalteradas.

As áreas antrópicas da região que se destinam à produção agrícola passaram de cerca de 63.715 hectares em 1990 para 198.169 hectares em 2015, o que corresponde a um aumento de 134.454 hectares. O percentual dessa área passou de 1,61% da área total em 1990 para 4,9% em 2015, o que representa uma taxa de crescimento média de 1,8% ao ano.

Em relação à população de fêmeas de *P. expansa* em fase de reprodução e sua relação com a produção agropecuária, a análise das séries temporais não permitiu estabelecer um padrão de comportamento entre a quantidade de animais com as das áreas destinadas a LT e LP, assim como para o aumento da produção de bovinos de corte. Para Simoncini *et al.* (2016), a variação apresentada na série histórica do número de ninhos está fortemente ligada às variações climáticas.

Portanto, na região em análise, a produção agropecuária não pode ser apontada como o principal fator responsável pela variação da quantidade de fêmeas de *P. expansa* em fase de reprodução nas praias do rio Javaés.

Esses resultados dizem respeito à série histórica analisada para produção agropecuária e para nidificação dos quelônios da espécie *P. expansa* de 1990 a 2015 e 1985 a 2010, respectivamente. No entanto, verifica-se um significativo crescimento e avanço da produção agrícola através do uso de terras destinadas a LT e LP próximas às UCs presentes na região, assim como o crescimento da produção de gado de corte. Mesmo não sendo possível prever o comportamento reprodutivo dos quelônios a partir dos dados da produção agropecuária, é de suma importância a preservação dos locais de reprodução, garantindo assim a sobrevivência da espécie a curto e a longo prazo.

Possivelmente, outras ações antrópicas “aparentemente” causadoras de menor impacto ao meio ambiente tenham mais efeitos sobre a população desses

animais no que se refere à quantidade de ninhos nas praias do rio Javaés. Para Salera Junior *et al.* (2009) e Ataídes *et al.* (2010), a comercialização, caça e pesca ilegal desses animais praticadas por populações tradicionais locais, tais como ribeirinhos e indígenas, foram os principais fatores causadores do declínio das populações de quelônios na região.

A complexidade epistemológica em trabalhos que envolvem estudos comparativos entre informações espaciais e pesquisas socioeconômicas dessa natureza está em tornar compatíveis as informações temporais e conceituais. Aqui, os conceitos envolvidos e os materiais utilizados foram analisados com vistas a minimizar o problema da compatibilidade temporal entre as diferentes fontes de informações.

6 AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Tocantins através do seu Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e ao Instituto de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, B.; LEDOLTER, J. **Statistical Methods for Forecasting**. New York: John Wiley is Sons, 1983. 445p.

ALVES-JÚNIOR, J. R. F.; LUSTOSA, A. P. G.; BOSSO, A. C. S.; BALESTRA, R. A. M.; BASTOS, L. F.; MIRANDA, L. B.; SANTOS, A. L. Q. Reproductive indices in natural nests of giant Amazon river turtles *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) (*Testudines, Podocnemididae*) in the Environmental. Protection Area Meanders of the Araguaia river Brazil. **J. Biol.**, v. 72, n. 1, p. 199-203, 2012.

ALHO, C. J. R.; PÁDUA, F. M. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (*Testudinata: Pelomedusidae*) in Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, v. 60, p. 97-103, 1982.

ARÊDES, A. F. DE; PEREIRA, M. W. G. Potencialidade da utilização de modelos de Séries temporais na previsão do preço do trigo no estado do Paraná. **Rev. de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 63-76, jan./jun. 2008.

ATAÍDES, A. G.; MALVÁSIO, A.; PARENTE, T. G. Percepções sobre o consumo de quelônios no entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins: conhecimentos para conservação. **Gaia Scientia**, v. 4, n. 1, p. 7-20, 2010.

BOUR, R. Global diversity of turtles (Cheloni; Reptilia) in freshwater. **Hydrobiologia**, Heidelberg, v. 595, p. 593-598, 2008.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis forecasting and control**. ed. revis. San Francisco: Holden Day, 1976.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. **Time series analysis: forecasting and control**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1994.

CAMPOS, Z.; MAGNUSSON, W. Relationships between rainfall, nesting habitat and fecundity of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal. Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 353-358, 1995.

CLERKE, R. B.; ALFORD, R. A. Reproductive biology of four species of tropical Australian Lizards and comments on the factors regulating lizard reproductive cycles. **Journal of Herpetology**, v. 27, p. 400-406, 1993.

CRUZ, F. B.; TEISAIRE, E.; NIETO, L.; ROLDÁN, A. Reproductive biology of *Teiuse teyou* (Squamata: Teiidae), in the semiarid chaco, Salta, Argentina. **Journal of Herpetology**, v. 33, p. 420-429, 1999.

DE CASTRO, M. L.; SILVA, J. A. L. Mathematical modelling of the Ibera *Caiman yacare*. **Ecological Modelling**, v. 186, p. 99-109, 2005.

DE LA OSSA, J. R. C.; VOGT, R. Ecología poblacional de *Peltocephalus dumerilianus* (Testudines, Podocnemididae) en dos tributarios del río Negro, Amazonas, Brasil. **Interciencia**, v. 36, n. 1, p. 53-58, 2011.

DICKEY, P. A.; FULLER, W. A. Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, p. 427-431, 1979.

FAVA, V. L. Manual de econometría. 2000. *In*: WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. **Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos de Box-jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais**. 2003.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Universidade de Brasília, Brasília. 2005. 55p.

FISCHER, S. **Séries univariantes de tempo: metodologia de Box; Jenkins**. 1982. 186f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

FRAZER, N. B. Sea Turtle Conservation and Halfway Technology. **Conserv. Biol.**, v. 6, p. 179-184, 1992.

FREUND, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística Aplicada**. 9. ed. São Paulo: Bookman, 2000.

GRANGER, C. W. J.; NEWBOLD, P. **Forecasting Economic Time Series**. London: Academic Press, 1986. 211p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Área de Proteção Ambiental - APA - **Meandros do rio Araguaia**: Relatório. Goiânia. 2004. 55p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Programa Quelônios da Amazônia - (IBAMA/PQA)**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/fauna-silvestre/programa-quelonios-da-amazonia>. Acesso em: 30 nov. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Sistema de Contas Regionais**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. 2007. Acesso em: 19 jun. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal 1990 - 2015**. Sistema IBGE/SIDRA de Recuperação Automática - SIDRA. Rio de Janeiro, [2009]. 2009. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>. Acesso em: jun. 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio. Coordenação de Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade. **Diagnóstico da Fauna**: avaliação científica do risco de extinção da fauna brasileira. Brasília: ICMBio, 2014. 40p. (Biodiversidade Brasileira).

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Cambridge, 2016. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: mai. 2016.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting methods and applications**. 3. ed. New York: John Wiley is Sons, 1998.

MARCO, A. E.; ABELLA-PÉREZ, C.; MONZÓN-ARGÜELLO, S.; MARTINS, S.; ARAUJO, L. F.; LÓPEZ-JURADO. The international importance of the archipelago of Cape Verde for marine turtles, in particular the loggerhead turtle *Caretta caretta*. **Zoologia Caboverdiana**, v. 2, p. 1-11, 2011.

MARCOVALDI, M. A.; LOPEZ, G. L.; SANTOS, A. J. B.; BELLINI, C.; SANTOS, A. S.; LOPEZ, M. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, p. 20-27, 2011.

MARCOVALDI, M. A.; MARCOVALDI, G. G. **Projeto Tamar: área de desova, ocorrência e distribuição das espécies, época de reprodução, comportamento de postura e técnicas de conservação das tartarugas marinhas no Brasil**. Brasília, MA-IBDF, 1985. 46p.

MARINHO LOPES, T. K. **Estudo da característica estrutural das praias de nidificação de *Podocnemis Expansa* e dos impactos potenciais decorrentes da atividade antrópica em áreas ribeirinhas da Bacia do Araguaia - TO**. 2016. Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, TO.

MARQUÉZ, C. Historia natural y dimorfismo sexual de la tortuga *Kinosternon scorpioides* en Palo Verde, Costa Rica. **Rev. Ecol. Lat. Am.** v. 2, n. 1, p. 37-44, 1995.

MITCHELL, C. J.; KLEMENS, C. M. Primary and secondary effects of habitat alteration. In: KLEMENT, C. M. (ed). **Turtle conservation**. Smithsonian: Inst. Press, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Espécies brasileiras ameaçadas de extinção, sobreexploradas ou ameaçadas de sobre exploração**. 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-de-extincao>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Plano de manejo do Parque Nacional do Araguaia - TO**. Brasília: MMA, 2001. 429p.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de séries temporais**. São Paulo: Atual, 1985.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Blucher, 2006.

NASCIMENTO, S. P. Observações sobre o comportamento de nidificação de três espécies de *Podocnemis* Wagler (Testudinata, Pelomedusidae) no Baixo Rio Branco, Roraima, Brasil. **Revta bras. Zool.**, v. 19, n. 1, p. 201-204, 2002.

PACKARD, G. C.; PACKARD, M. J.; MILLER, K.; BOARDMAN, T. J. Influence of moisture, temperature, and substrate on snapping turtle eggs and embryos. **Ecology**, v. 68, n. 4, p. 983-993, 1987.

PÁDUA, L. F. M. **Biologia da reprodução, conservação e manejo da tartaruga-da-amazônia - *Podocnemis expansa* (Testudines, Pelomedusidae) na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará**. 1981. 133f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, DF.

PELLGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. **Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda: técnicas e estudo de casos**. 2000.

REBÊLO, G. H.; PEZZUTI, J. C. B. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: Considerações para o manejo atual. **Ambiente e Sociedade**, v. 3, p. 85-104, 2000.

RODRIGUES, A. S. L.; ANDELMAN, S. J.; BAKARR, M. I. **Global gap analysis: towards a representative network of protected areas**. Washington: Conservation International, 2003. p. 1-98. (Advances in applied biodiversity science, 5).

SALERA JUNIOR, G.; MALVASIO, A.; PORTELINHA, T. C. G. Avaliação da predação de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Javaés, Tocantins. **Acta Amazônica**, v. 39, p. 207-214, 2009.

SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; DAILY, G.; PFAFF, A.; BUSCH, C. Integrity and isolation of Costa Rica's national parks and biological reserves: examining the dynamics of land-cover change. **Biological Conservation**, v. 109, p. 123-135, 2003.

SCHNEIDER, L.; FERRARA, C. R.; VOGT, R. C.; BURGER, J. History of Turtle Exploitation and Management Techniques to Conserve Turtles in the rio Negro Basin of the Brazilian Amazon. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 10, n. 1, p. 149-157, 2011.

SEIGEL, R. A.; FITCH, H. S. Annual variation in reproduction in snakes in a fluctuating environment. **Journal Animal Ecology**, v. 54, p. 497-505, 1985.

SIMONCINI, M.; PIÑA, C. I.; CRUZ, F. B.; LARRIERA, A. Climatic effects on the reproductive biology of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae). **Amphibia Reptilia**, v. 32, p. 305-314, 2011.

SIMONCINI, M.; THIAGO, C. G. P.; KENNEDY, M. M.; GUTH, B. F.; ERICH, C.; RAFAEL, A. M. B.; VERA, L. F. L.; ADRIANA, M. **Avaliação da influência dos fatores ambientais sazonais na reprodução da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) em Tocantins**. Universidade Federal do Tocantins, Palmas. 2016.

SMITH, N. J. H. Quelônios aquáticos da Amazônia: um recurso ameaçado. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 9, n. 1, p. 87-97, 1979.

SOINI, P. **Un manual para el manejo de quelonios acuáticos en la amazonia peruana (Charapa, Taricaya y Cupiso)**. 1998.

SPOTILA, J. R. **Sea Turtles: a complete guide to their biology, behavior, and conservation**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, Oakwood Arts. 2004. 240p.

VERÍSSIMO, A.; ROLLA, A.; MAIOR, A. P. C. S.; MONTEIRO, A.; BRITO, B.; SOUZA JR, C.; AUGUSTO, C. C.; CARDOSO, D.; CONRADO, D.; ARAUJO, E.; RICARDO, F.; RIBEIRO, J.; DE LIMA, L. M.; RIBEIRO, M. B.; VEDOVETO, M.; MESQUITA, M.; BARRETO, P. G.; SALOMÃO, R.; FUTADA, S. M. **Áreas Protegidas na Amazônia brasileira**. Belém: São Paulo: IMAZON; Instituto Socioambiental, 2011.

VOGT, R. C. **Tartarugas da Amazônia**. Lima, 2008. 104p.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. **Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos de Box-jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais**. 2003.

WHEELWRIGHT, N. T. Fruit size, gape width, and the of fruit-eating berds. In: MURRETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de séries temporais**. São Paulo: Atual, 1985.

Recebido em: 26/10/2017

Aceito em: 22/03/2019