



Vulnerabilidade dos ninhos de três espécies do gênero *Podocnemis* (Testudines, Podocnemididae) às mudanças climáticas em áreas protegidas da Amazônia



Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

**Relatório preparado para o
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN) e o
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em relação à
bolsa de Pós Doutorado Júnior (PDJ); processo: 151053/2014-6
Beneficiária: Dra. Carla Camilo Eisemberg de Alvarenga**

Janeiro 2015

Preparado por:

Carla C. Eisemberg, Rafael A. M. Balestra & Richard C. Vogt

Este relatório deve ser citado:

Eisemberg, C.C.; Balesta, R. A. M.; Vogt, R.C. (2015). Vulnerabilidade dos ninhos de três espécies do gênero *Podocnemis* (Testudines, Podocnemididae) às mudanças climáticas em áreas protegidas da Amazônia. Relatório preparado para o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Brasil.

Detalhes para contato:

Dra. Carla C. Eisemberg

Telefone: +61 401737884

E-Mail: carla.eisemberg@cdu.edu.au

Agradecimentos:

Este trabalho foi financiado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). A assistência logística foi providenciada pelo Projeto Tartarugas da Amazônia e ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade)/Reserva Biológica do Rio Trombetas. Os dados de longa duração relativos aos projetos de conservação das tartarugas na Amazônia foram cedidos pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios – RAN/ICMBio. Agradecemos as pessoas que nos ajudaram no campo: Virgínia Bernardes, Fernanda Freda Pereira, “Maneco” e “Zelino”.

Sumário

Resumo	1
Introdução geral	2
Produção acadêmica	4
Efeitos do <i>el niño</i> e <i>la ninã</i> na perda de ninhos de espécies do gênero <i>Podocnemis</i> por inundações em áreas de proteção da Amazônia Brasileira	5
Introdução.....	5
Materiais e Métodos.....	6
Resultados e Discussão.....	9
Distribuição espacial dos ninhos de <i>Podocnemis expansa</i> na Reserva Biológica do Rio Trombetas e seu nível de vulnerabilidade às mudanças climáticas	23
Introdução.....	23
Materiais e Métodos.....	24
Resultados e Discussão.....	27
Atividades de extensão	32
Atividades de orientação.....	33
Cronograma.....	34
Orçamento	34
Referências Bibliográficas.....	35

Resumo

Apesar de ser um problema irrefutável, pouco se sabe sobre os possíveis efeitos das mudanças climáticas nas populações de quelônios da Amazônia. Estudos sobre os locais preferenciais de desovas dos quelônios do gênero *Podocnemis* na Amazônia proporcionam informações essenciais para o sucesso dos programas de proteção e manejo desses animais. A importância de tais estudos se torna ainda maior dentro das áreas protegidas, onde estratégias para a conservação das espécies ameaçadas são praticadas anualmente. Este estudo pode ser dividido em duas etapas. Primeiro examinou-se o grau de vulnerabilidade de três espécies do gênero *Podocnemis* às influências da *la niña* e *el niño* e mudanças climáticas em áreas contempladas pelo Projeto Quelônios da Amazônia (PQA). Na segunda etapa, as principais praias/sítios de desova na Reserva Biológica (Rebio) do Rio Trombetas foram mapeadas após o período de desova de 2014, e os locais preferenciais de desova de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia) foram identificados e examinados para se detectar seu nível de vulnerabilidade às inundações em diferentes cenários de subida (oscilação) dos rios. Não encontramos diferenças significativas em relação à média de ninhos e filhotes produzidos e no sucesso de eclosão para as três espécies analisadas, *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata*, com relação aos anos com diferentes efeitos do ENSO (El Niño/Southern Oscillation). Geograficamente é possível observar um efeito positivo da *la niña* e *el niño* no sucesso de eclosão de *P. expansa* nos projetos do PQA situados nas regiões Oeste e Nordeste da Bacia Amazônica respectivamente. O mesmo efeito encontrado em *P. expansa* foi observado para o sucesso de eclosão de *P. sextuberculata*. No caso de *P. unifilis*, anos de *el niño* apresentaram um maior sucesso de eclosão nos projetos situados na região oeste, enquanto em anos de *la niña* o sucesso de eclosão foi maior em projetos situados na região nordeste. Este resultado é esperado, pois os efeitos do ciclo do ENSO não são homogêneos em toda a Bacia Amazônica. As tendências relacionadas ao sucesso de eclosão para as áreas contempladas pelo PQA nos últimos 30 anos variaram dependendo da espécie e localidade. Observamos um aumento no sucesso de eclosão de *P. expansa* em áreas situadas a oeste da bacia, enquanto áreas do nordeste permaneceram estáveis. Não foi possível observar um padrão na tendência do sucesso de eclosão em áreas situadas a sul. Do mesmo modo não foi possível observar tendências geográficas para o sucesso de eclosão de *P. unifilis* e *P. sextuberculata*. Fatores não climáticos, como a influência da caça e de diferentes planos de manejo em cada uma das regiões contempladas pelo PQA, também devem ser levados em consideração. A interação humana nos programas de conservação de quelônios provavelmente exerce uma grande influência na produção de ninhos, no sucesso de eclosão e, conseqüentemente, na quantidade de dessas espécies. Na Rebio Trombetas a área das três principais praias de desova foi de 0,774, 0,498 e 0,136 km² para as praias do Jacaré, Farias e Leonardo respectivamente, durante o período de 27 de Novembro e 7 de Dezembro de 2014. O período amostrado pode ser considerado o pico da estação seca, quando as águas do Rio Trombetas estão próximas do seu nível mais baixo. Fêmeas de *P. expansa* desovaram em áreas significativamente mais altas na praia do Jacaré. Na Praia do Farias não houve diferença significativa entre os pontos amostrados e áreas de desova. Entretanto, houve uma diferença significativa entre as alturas dos ninhos em ambas as praias. Isto se deve provavelmente ao fato da praia do Jacaré ser significativamente mais alta que a praia do Farias. Além

de mais altas, as áreas de desova na praia do Jacaré se tornaram disponíveis mais cedo. Em relação ao modelo de inundação, uma mortalidade 50% dos ninhos ocorreria na Praia do Farias quando há uma subida de 100 cm, enquanto uma subida de 200 cm provocaria a mortalidade de 100% dos ninhos. Na Praia do Jacaré há uma mortalidade de 50% quando há uma subida de 200 cm. Entretanto, não houve uma mortalidade de 100% em nenhum dos cenários analisados na praia do Jacaré. Desde o início da década de 80 a praia do Jacaré passou a ser o local mais utilizado para desova de *P. expansa*. Em 2014, esta praia apresentou a maior área (km²) os pontos mais altos e as desovas mais altas em relação ao nível do rio. Ninhos desovados nas partes mais altas da Praia do Jacaré seriam capazes de resistir a uma subida repentina do rio de pelo menos dois metros. Estas características provavelmente fazem desta praia a mais propícia para a desova de *P. expansa*. Os resultados obtidos e a metodologia criada a partir deste estudo poderão auxiliar na formulação de planos de manejo das desovas e na prevenção de futuros problemas relacionados às mudanças climáticas.

Introdução geral

Os quelônios de água doce da Amazônia, principalmente os da família Podocnemididae, são uma importante fonte alimentar para as populações locais e possuem um longo histórico de exploração (Bates 1876, Mittermeier 1978, Johns 1987). A preocupação com o visível declínio das populações de tartarugas de água doce (Coutinho 1968) levou à criação de vários projetos governamentais na década de 70, visando a proteção destas espécies na Amazônia (Rodrigues 2005). Um exemplo desse esforço foi a criação de reservas biológica do Rio Trombetas com o objetivo principal de proteger a tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*), espécie em via de ameaça à extinção no Brasil (Rylands e Pinto 1998, Rylands e Brandon 2005). Desde então, a conservação dos quelônios na Amazônia se intensificou com a consolidação do Centro Nacional dos Quelônios da Amazônia (CENAQUA), e das Reservas Biológicas (Rebio), como as do Rio Trombetas e Abufari (Cantarelli e Herde 1989).

Mais recentemente, foi criado o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN), tendo como parte de suas atribuições não só a gestão, mas a geração de informações que aprimorem as ações voltadas à conservação de répteis e anfíbios (ICMBio-RAN 2014). De fato, estudos realizados nas últimas décadas demonstraram a importância do conhecimento de aspectos básicos da biologia reprodutiva destes animais em programas de conservação. Dentre estes, destacam-se os estudos sobre a escolha dos locais de desovas pelas fêmeas, pois proporcionam informações essenciais para o sucesso dos programas de manejo e proteção de ninhos (Alho e Pádua 1982b, Pezzuti e Vogt 1999, Vanzolini 2003, Pantoja-Lima et al. 2009, Ferreira-Júnior e Castro 2010, Alves-Júnior et al. 2012). Existem diversos estudos sobre a biologia reprodutiva e determinação sexual de *P. expansa* (Vanzolini 1967, Alho e Danni 1984, Valenzuela 2001, Pantoja-Lima 2007, Pantoja-Lima et al. 2009), *P. unifilis* (Foote 1978, Thorbjarnarson et al. 1993, Souza e Vogt 1994, Thorbjarnarson e Silveira 1996, Escalona e Fa 1998, Fachín Terán e von Mülhen 2003) e *P. sextuberculata* (Vanzolini e Gomes 1979, Pezzuti e Vogt

1999, Bernhard 2001, Raeder 2003, Eisemberg 2004, Pantoja-Lima 2007, Pantoja-Lima et al. 2009) na Amazônia, sendo que vários estudos foram realizados especificamente na Rebios Trombetas e Abufari (Alho et al. 1979, Alho e Pádua 1982a, Alho e Pádua 1982b, Pádua e Alho 1982, Alho et al. 1985, Haller e Rodrigues 2006).

Apesar das Reservas Biológicas na Amazônia assegurarem um maior grau de proteção para os quelônios contra a predação humana, fatores biológicos, geomorfológicos e climatológicos precisam ser considerados durante o desenvolvimento das estratégias de conservação e manejo (Rodrigues 2005). Entre os potenciais problemas enfrentados pelos quelônios Amazônicos estão os efeitos das mudanças climáticas globais. O aquecimento global é inequívoco e pode levar a mudanças nos padrões de variabilidade oceânica e atmosférica em grande escala (IPCC 2013). O Brasil é vulnerável às estas mudanças (Marengo 2008), e a Amazônia se destaca como uma região de alto risco e incertezas significativas (Nobre et al. 2007, Fearnside 2009). O aquecimento global não irá afetar apenas a temperatura da Amazônia, mas também a sua hidrologia (Costa e Foley 2000, Foley et al. 2002, Costa et al. 2003, Foley et al. 2005, Schöngart e Junk 2007, Guimberteau et al. 2013).

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo primário investigar a distribuição espacial dos ninhos de *Podocnemis expansa* (Figura 1) na Rebio Trombetas (Figura 2) e testar a influência do *el Niño* e *la Niña* na mortalidade de filhotes por inundação em locais de atuação do PQA (Projeto Quelônios da Amazônia). Através deste estudo, busca-se testar o grau de vulnerabilidade das espécies do gênero *Podocnemis* às mudanças climáticas, devido ao aumento na probabilidade de inundação dos ninhos, provocado pela alteração no pulso de inundação e pelo aumento na ocorrência de eventos climáticos extremos. Os dados de distribuição e vulnerabilidade dos ninhos, obtidos neste estudo, poderão servir de subsídio para recomendações em futuros programas de conservação.



Figura 1. Filhote de *Podocnemis expansa* nascido em 2014 na praia do Jacaré, Rebio Trombetas.



Figura 2. Ninhos de *Podocnemis expansa* protegidos na praia do Jacaré na Rebio Trombetas durante a estação reprodutiva de 2014.

Produção acadêmica

Este pós-doutorado (PDJ) renderá várias publicações. A metodologia criada a partir deste estudo poderá ser utilizada em outras áreas de proteção de quelônios na Amazônia. Esta nova ferramenta auxiliará no manejo das desovas e na prevenção de futuros problemas relacionados às mudanças climáticas.

Os seguintes estudos serão submetidos em breve, na forma de artigos científicos e apresentações em congressos:

1. Título: Efeitos do *el niño* e *la ninã* na perda de ninhos de espécies do gênero *Podocnemis* por inundação em áreas de proteção da Amazônia Brasileira.
 - a. Autores: Eisemberg, C.C., Balesta, R.A.M. & Vogt R.C
 - b. Publicação em Periódico: Amphibia-Reptilia (Impact factor: 1.14; Qualis B1 na área de Biodiversidade).
 - c. Apresentação em Congresso: VII Congresso Brasileiro de Herpetologia, Gramado, 7 a 11 de Setembro, 2015.
 - d. Sumário: Neste estudo serão utilizados os dados de nidificação e taxa de sobrevivência dos filhotes de *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata* oriundos do acervo técnico do RAN/ICMbio, entre os anos de 1977 a 2011, durante os períodos de *el niño* e *la ninã*. Caso essa relação seja demonstrada, ela será de grande valia para futuros programas de manejo e translocação de ninhos de quelônios nas áreas de proteção da Amazônia. Principalmente se houver um aumento no número de eventos extremos devido ao aquecimento global (Tomasella et al. 2011, Marengo et al. 2012).

2. Distribuição espacial dos ninhos de *Podocnemis expansa* na Reserva Biológica do Rio Trombetas e seu nível de vulnerabilidade às mudanças climáticas.
 - a. Eisemberg, C.C., Balesta, R.A.M., Famelli, S., Pereira, F.F. & Vogt R.C
 - b. Publicação em Periódico: Herpetologica (Impact fator: 1,067; Qualis A2 na área de Biodiversidade).
 - c. Apresentação em Congresso: XXXI Congresso Brasileiro de Zoologia, Cuiabá, 7 a 11 de Março, 2016.
 - d. Sumário: Neste estudo serão utilizadas os dados e análises referentes à vulnerabilidade dos ninhos de *Podocnemis expansa* em diferentes cenários de subida dos rios, levando em consideração sua distribuição espacial nos principais tabuleiros de desova na Reserva Biológica do Rio Trombetas. Apesar de ser um tema recorrente em estudos de espécies marinhas (Fish et al. 2005, Fuentes et al. 2009, Fuentes et al. 2010b), pouco se sabe sobre o efeito do aquecimento global em espécies de água doce no Brasil.

Os resultados preliminares e esboços de ambos artigos mencionados acima serão

apresentados em seguida. Artigos e resumos de congresso serão submetidos no primeiro semestre de 2015.

Efeitos do *el niño* e *la niña* na perda de ninhos de espécies do gênero *Podocnemis* por inundação em áreas de proteção da Amazônia Brasileira

Introdução

O regime anual dos rios na Região Amazônica, conhecido como pulso de inundação, é de vital importância para seus processos ecológicos (Junk et al. 1989). Em anos de cheia ou seca extrema, esse regime sofre alterações e causa sérios danos não só aos seres humanos, mas também à flora e fauna da região (Schöngart et al. 2004, Vale et al. 2011). Na Amazônia, uma diminuição anormal na precipitação total anual é geralmente associada ao *el niño*, enquanto o aumento anormal é associado à *la niña* (Ropelowski e Halpert 1987, 1989, Marengo 1992, Uvo et al. 1998, Cutrim et al. 2000, Ronchail et al. 2002, Marengo 2004, Nobre et al. 2007). O desmatamento e o aquecimento global podem interagir e potencialmente alterar o regime dos rios de várias formas, além de aumentar a frequência e amplitude destes eventos extremos (Gentry e Lopez-Parodi 1980, Shukla et al. 1990, Nijssen et al. 2001, Fearnside 2006, Nobre et al. 2007, Cook e Vizy 2008).

A alteração no ciclo das chuvas e enchentes provavelmente causará impactos diretos nas populações de quelônios da família Podocnemididae na Amazônia. As espécies desta família possuem a reprodução sincronizada com o pulso de inundação de cada região (Alho et al., 1982a). As desovas e incubação dos ovos ocorrem durante a estação seca e a eclosão dos filhotes no início da ascensão das águas (Fachín Terán 1992, Thorbjarnarson et al. 1993, Pezzuti e Vogt 1999, Portal et al. 2007, Pantoja-Lima et al. 2009, Alves-Júnior et al. 2012). Isto ocorre porque as praias e tabuleiros, utilizados pelas fêmeas para a postura dos ovos, ficam expostos apenas durante a estação seca (Alho e Danni 1984, Pezzuti e Vogt 1999, Pantoja-Lima et al. 2009).

A perda de desovas (mortalidade dos embriões) pode variar de 0 a 100% dependendo do local, ano e espécie (Alho e Pádua 1982a, Hildebrand et al. 1988, Pezzuti e Vogt 1999, Bernhard 2001, Pantoja-Lima 2007, Ferreira-Júnior e Castro 2010). Esta variação anual é um fenômeno complexo, sendo necessário o monitoramento em longo prazo dos locais de desova para compreendê-lo (Pezzuti et al., 1999). Uma relação particularmente interessante, ainda não estudada, seria a contribuição do *el niño* e, especialmente, *la niña*, nas chances de inundação dos ninhos de espécies do gênero *Podocnemis*. Esta relação se torna particularmente importante com o potencial aumento na frequência destes fenômenos devido ao aquecimento global (Schöngart et al., 2004; Schöngart et al., 2007). Uma forma de se avaliar o nível de vulnerabilidade dos ninhos das espécies do gênero *Podocnemis* em relação às mudanças climáticas é compreender a relação entre a escolha do local de desova e a probabilidade de sobrevivência dos embriões (e conseqüente nascimento dos filhotes) em diferentes cenários de inundação.

O micro-habitat escolhido para a desova está relacionado à temperatura, umidade e tipo de solo, fatores que afetam o sucesso de eclosão (Ferreira-Júnior 2009, Ferreira-Júnior e Castro 2010). Com relação ao micro-habitat de desova, *Podocnemis unifilis* apresenta um comportamento generalista, enquanto *P. expansa* e *P. sextuberculata* são consideradas especialistas (Vanzolini 1967, Alho e Pádua 1982a, Alho e Pádua 1982b, Pantoja-Lima 2007). Adicionalmente, *P. expansa* possui um comportamento de desova coletivo, enquanto *P. unifilis* e *P. sextuberculata* desovam de modo disperso e em baixas concentrações. Em locais onde ocorrem mais de uma espécie de *Podocnemis*, existe uma separação clara entre as áreas escolhidas para a desova. Por exemplo, *P. expansa* normalmente desova em locais mais altos em relação à *P. unifilis*, quando ocorrem em simpatria (Souza e Vogt 1994, Ferreira-Júnior e Castro 2010).

A exploração excessiva é a maior causa do declínio na abundância de quelônios na Amazônia (Ojasti 1967, Andrade et al. 1998, Kemenes e Pezzuti 2007, Schneider et al. 2011). Entretanto, alterações antropológicas extremas nas áreas de desova causadas pela construção de hidroelétricas e rodovias e dragagens nos fundos dos rios impactaram negativamente os habitats reprodutivos destas espécies (Alfinito 1675, Smith 1975, Mittermeier 1978).

O Projeto Quelônios da Amazônia (PQA) abrange áreas de desova em nove Estados Brasileiros, e liberou 46 milhões de filhotes entre 1975 e 2004 (Cantarelli et al. 2014). Apesar destes projetos assegurarem um maior grau de proteção para os quelônios contra a predação humana; fatores biológicos, geomorfológicos e climatológicos precisam ser considerados durante o desenvolvimento das estratégias de conservação e manejo (Rodrigues 2005). Alterações nestes parâmetros afetam cada espécie de forma distinta, pois estas possuem diferentes locais preferenciais para a oviposição.

O manejo efetivo das áreas contempladas pelo PQA e o seu sucesso dependem da priorização de áreas com maior potencial de sucesso reprodutivo que abrangem praias/sítios de reprodução com o maior número de desovas e maior sucesso de eclosão. As complexidades advindas das mudanças climáticas e geomorfológicas devem ser levadas em consideração e estratégias dinâmicas devem ser desenvolvidas, para a mitigação dos possíveis efeitos negativos, tanto naturais como antropogênicos. Tendo em vista este cenário, o presente estudo visa testar a influência do *el niño* e *la niña* no número de desovas, número final de filhotes e sucesso de eclosão entre 1977 e 2011 em onze áreas onde existem projetos de longo prazo para a proteção de *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata* na Amazônia Brasileira (Dados Históricos: PQA – Cenaqua/RAN). Também foram analisadas as tendências no sucesso de eclosão durante o período amostrado para as áreas contempladas pelo PQA, tendo em vista uma possível influência das mudanças climáticas em cada região.

Materiais e Métodos

Áreas de estudo

As áreas incluídas neste estudo abrangem 11 locais em nove Estados Brasileiros contemplados pelo Projeto Quelônios da Amazônia (PQA). No PQA-AC (Acre), as áreas protegidas e manejadas se concentraram nos rios Juruá, (Entre os municípios de Porto Valter e Marechal Thaumaturgo, no Parque Nacional da Serra do Divisor), Abunã (entre os municípios de Plácido de Castro e Acrelândia), Amônia (reserva indígena dos Ashaninka), Acre (município de Porto Acre) e médio Purus (entre os municípios de Pauini e Lábrea, no Estado do Amazonas). O PQA-AM (Amazonas) desenvolve trabalhos em tabuleiros dos rios Juruá, Purus, Uatumã, Negro, Amazonas e Lago do Tefé (entre os municípios de Boca do Acre e Lábrea). O PQA-AP (Amapá) vem desenvolvendo trabalhos no Pracuúba (local situado a 280 km via fluvial de Macapá), Aporema (distrito do município de Tartarugalzinho), rio Falsino (a 180 km via fluvial de Macapá), Cabo Velho (município de Porto Grande) e nas ilhas do Parazinho (arquipélago do Bailique) e dos Camaleões (a 80 km via fluvial de Macapá). A área de atuação do PQA-GO (Goiás) se localiza na região do Médio Araguaia (entre os municípios de Registro do Araguaia e Santa Isabel do Araguaia). A base física do PQA-MT (Mato Grosso) situa-se em Ribeirão Cascalheira (a 1.100 km via rodoviária de Cuiabá).

O estado do Pará possui três áreas de proteção distintas (nos municípios de Altamira, Santarém e Trombetas). O PQA-PA-Altamira atua em várias ilhas (principalmente a ilha do Embaubal), ao longo do rio Xingu (entre os municípios de Belo Monte e Senador José Porfírio). O PQA-PA-Santarém vem desenvolvendo trabalhos nos Rios Tapajós e Amazonas nas áreas de Monte Cristo (município de Aveiro), Ilha de São Miguel (divisa dos municípios de Santarém e Alenquer) e na localidade conhecida por “praia da Comunidade de Água Preta” (município de Santarém, lago Itarim). O PQA-PA-Trombetas concentra os seus esforços principalmente nas áreas de desova das praias do Leonardo, Farias, Jacaré, Uirana, Abuí, Jauary e Rasa, e no lago Erepecu (município de Porto Trombetas). No PQA-RO-Costa Marques (Rondônia) as praias de desova protegidas ficam situadas na direita do rio Guaporé (divisa do Brasil com a Bolívia, à cerca de 50 km via fluvial da sede do município de Costa Marques). As atividades de proteção e manejo desenvolvidas pelo PQA-RR (Roraima) são executadas na região do baixo rio Branco (entre a foz do rio Anauá e a foz do rio Branco). No PQA-TO (Tocantins) as áreas protegidas se encontram na foz do rio Javaés e Riozinho, no extremo norte da Ilha do Bananal.

Métodos

Durante este estudo utilizamos os parâmetros número de ninhos, número de filhotes e sucesso de eclosão (razão entre o número de filhotes vivos e o número de ovos dos ninhos depositados) para testarmos o efeito dos anos onde houve a ocorrência da la niña ou do el niño ou ENSO (El Niño Southern Oscillation, também conhecido como OSEN – Oscilação Sul-El Niño), e também nos anos em que esses fenômenos foram ausentes (anos sem a ocorrência da la niña ou el niño) no sucesso da estação reprodutiva de *Podocnemis expansa*, *P. sextuberculata* e *P. unifilis*. Como diferentes projetos regionais integrantes do PQA contabilizam o número de ninhos ou o número de fêmeas, durante as análises, considerou-se o número de fêmeas registradas em um dado ano equivalente ao número de ninhos, independentemente da espécie monitorada, apesar das

evidências de desovas múltiplas de *P. sextuberculata* em uma mesma estação reprodutiva, e da suspeita de que em algumas populações *P. unifilis* desova até duas vezes por época de reprodução (Vogt 2008), haja vista tais fatores biológicos ainda não estarem devidamente caracterizados. Assim, considerando que o objetivo deste trabalho é a comparação entre tendências populacionais ao longo do tempo, desovas múltiplas de espécies amostradas nos mesmos locais monitorados, não influenciam o resultado final. Portanto, mesmo que a espécie estudada realize desovas múltiplas em uma mesma estação reprodutiva, contando que tal característica seja um parâmetro relativamente constante a nível temporal, não há razão para este fato influenciar as análises desenvolvidas neste trabalho.

Em um determinado ano e local, quando o número de filhotes foi muito superior à média esperada de acordo com número de ninhos/fêmeas contabilizados, optou-se por excluir das análises o número de ninhos registrados devido à alta probabilidade de subestimar gravemente o número de ninhos desovados naquele ano (ou estação reprodutiva).

Os dados analisados neste estudo abrangem um período de 34 anos (recorte temporal inerente às estações reprodutivas monitoradas entre 1977 e 2011) e durante este período houve uma grande variação nos 11 locais analisados com relação ao número de anos onde ocorreu a proteção efetiva das praias/sítios de desova, o registro preciso do número de praias ou sítios de desova protegidas e até mesmo as espécies contempladas. Para se diminuir o efeito do esforço de proteção na variação dos números de ninhos/ovos e filhotes analisados, optou-se pela utilização do número relativo de ninhos (= a razão entre o número de ninhos e o número de sítios de desova) e filhotes (= razão entre o número de filhotes e o número de sítios de desova) de acordo com o número de sítios de desova monitorados e eventualmente protegidos ou simplesmente amostrados.

Foram utilizados testes de Levene para se testar a homogeneidade das variâncias e ANOVAs (ou Welch-ANOVA em casos onde não houve homogeneidade nas variâncias) para se testar a influência do ENSO (*la niña*, *el niño* e ENSO ausente) nos parâmetros amostrados (média de ninhos e filhotes por sítio de desova e sucesso de eclosão). Apesar de haver uma grande variância na intensidade do ENSO (Figura 3), não foi possível levar em conta esta variação, pois não há anos amostrados suficientes para cada um dos tipos de ENSO (*el niño-fraco*, *el niño-moderado*, *el niño-forte*, *la niña-fraca*, *la niña-moderada*, *la niña-forte*). Fonte: NPE/CPTEC - <http://enos.cptec.inpe.br>. As análises estatísticas foram feitas utilizando o software “R” (<http://www.r-project.org>) e os mapas foram projetados utilizando-se dos programas Google Earth 7.1.2 e Adobe Photoshop 7.0 para edição.

Para visualizar o efeito do ENSO geograficamente nas 11 áreas do PQA analisadas, foram elaborados mapas com a localização aproximada das áreas protegidas, indicando qual tipo de ENSO (*el niño*, *la niña* ou ENSO ausente) apresenta em média (1) o maior número médio de ninhos, (2) filhotes por praia e o (3) maior sucesso de eclosão em cada área. As tendências no sucesso de eclosão para as áreas contempladas pelo PQA foram analisadas através de correlações de Spearman (Ano *versus* Sucesso de eclosão), nas quais, locais com valores de $p > 0,05$ o sucesso de

eclosão foi considerada estável, locais com $p < 0,05$ e rho positivo o sucesso de eclosão foi considerado crescente, já locais com $P < 0,05$ e rho negativo o sucesso de eclosão foi considerado em declínio. Mapas foram elaborados para se visualizar uma possível influência das mudanças climáticas geograficamente em relação às tendências das populações.

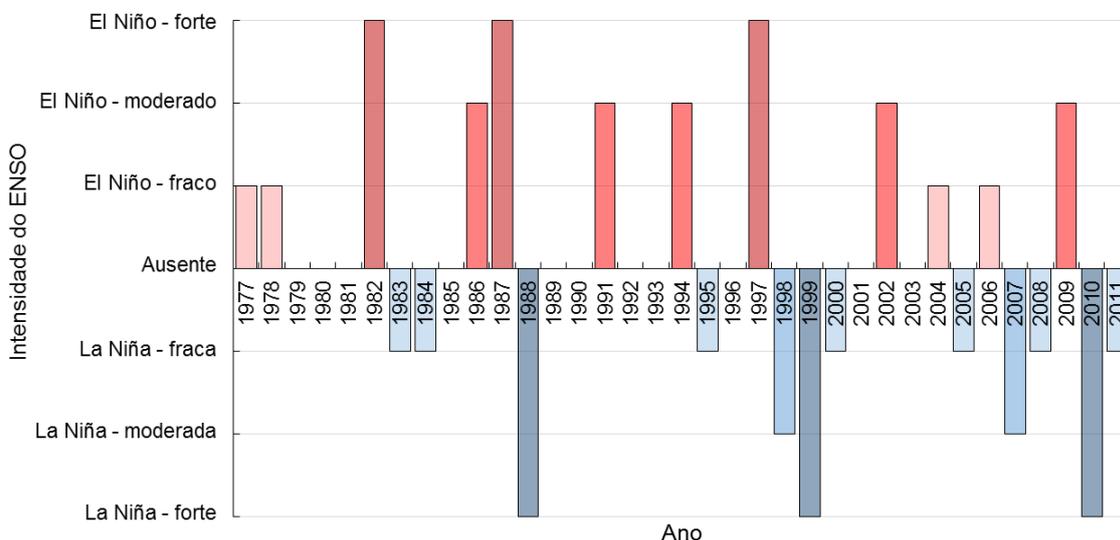


Figura 3. Eventos de *la niña* e *el niño* para a região do Pacífico 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W). Os eventos são divididos em fracos (0.5 a 0.9 TSM), moderados (1.0 a 1.4 TSM) e fortes (≥ 1.5 TSM). TSM = Temperatura da Superfície do Mar. *la niña* e *el niño* são caracterizados quando há três meses consecutivos de anomalias na TSM (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>).

Resultados e Discussão

O pulso de inundação na Bacia Amazônica está ligado a processos ecológicos cruciais como a taxa de crescimento das árvores e ciclos bioquímicos, além de determinar as atividades socioeconômicas da comunidade local (pesca, extração de madeira, agricultura, transporte etc) (Schöngart e Junk 2007). Previsões para futuros pulsos de inundação possuem o potencial de melhorar o planejamento de atividades humanas como a pesca, agricultura (Foley et al. 2002) e a proteção de espécies ameaçadas. Os regimes de inundação da Amazônia estão geralmente ligados ao ENSO. Em geral durante fases relacionadas ao *el niño*, os níveis de inundação e as durações dos períodos de cheia são menores; enquanto períodos de inundação prolongados e de altos níveis de inundação são associados à *la niña* (Schöngart e Junk 2007). Nos últimos dois séculos houve uma tendência no aumento de eventos do ENSO na Bacia Amazônica (Schöngart et al. 2004). Entretanto, não encontramos diferenças significativas em relação à média de ninhos e filhotes e no sucesso de eclosão para as três espécies, durante os períodos de ENSO distintos (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9).

Tabela 1. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao número de ninhos de *Podocnemis expansa* por praia em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para nove áreas do Projeto Quelônios da Amazônia.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova
AC	173.2 ± 25.5 (77.7 – 253.3) n = 7	142.1 ± 21.7 (86.8 – 230.1) n = 6	121.1 ± 22.6 (59.7 – 190.4) n = 5	F = 0.43 df = 2,15 p = 0.66	F = 1.20 df = 2,15 p = 0.33
AP	179.4 ± 54.1 (14.0 – 542.0) n = 10	144.9 ± 51.3 (22.0 – 520.0) n = 9	96.6 ± 20.9 (6.0 – 221.0) n = 9	F = 0.88 df = 2,25 p = 0.43	F = 0.84 df = 2,25 p = 0.44
AM	470.3 ± 134.6 (60.2 – 995.9) n = 7	255.0 ± 107.7 (47.3 – 675.8) n = 6	313.8 ± 82.2 (80.7 – 615.7) n = 7	F = 0.41 df = 2,17 p = 0.67	F = 1.01 df = 2,17 p = 0.39
MT	814.1 ± 178.0 (100.0 – 1266.3) n = 7	770.9 ± 210.7 (206.0 – 1833.3) n = 7	1417.7 ± 427.5 (676.7 – 3394.0) n = 6	F = 0.62 df = 2,17 p = 0.55	F = 1.61 df = 2,17 p = 0.23
GO Araguaia	388.1 ± 136.6 (22.5 – 1165.3) n = 8	241.7 ± 81.9 (75.8 – 699.7) n = 7	270.9 ± 62.0 (15.4 – 595.0) n = 8	F = 2.12 df = 2,20 p = 0.15	F = 0.60 df = 2,20 p = 0.56
PA Santarém	1274.1 ± 274.1 (253.0 – 2498.0) n = 7	2965.9 ± 1334.5 (213.0 – 11200.0) n = 8	1249.7 ± 325.3 (288.0 – 3844.0) n = 10	F = 2.09 df = 2,22 p = 0.15	F = 1.55 df = 2,22 p = 0.24
RO Costa Marques	1863.8 ± 1070.8 (36.4 – 4606.0) n = 5	147.4 ± 707.8 (7.4 – 5000.0) n = 9	178.1 ± 65.0 (13.9 – 633.3) n = 9	F = 1.99 df = 2,20 p = 0.16	F = 1.91 df = 2,20 p = 0.17
RR	130.3 ± 27.4 (42.7 – 199.2) n = 5	188.3 ± 7.9 (178.3 – 277.7) n = 6	172.7 ± 31.6 (89.1 – 333.3) n = 7	F = 2.52 df = 2,15 p = 0.11	F = 1.24 df = 2,15 p = 0.32
TO	45.4 ± 6.9 (28.5 – 76.3) n = 6	53.8 ± 9.8 (25.3 – 95.0) n = 7	48.8 ± 6.9 (28.4 – 71.5) n = 6	F = 0.80 df = 2,16 p = 0.47	F = 0.77 df = 2,16 p = 0.27

Tabela 2. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao número de filhotes de *Podocnemis expansa* por praia em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para 11 áreas do Projeto Quelônios da Amazônia.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova
AC	21409.2 ± 3100.2 (9199.9 – 30499.9) n = 7	15224.9 ± 4201.3 (0.0 – 28958.4) n = 6	15004.8 ± 3043.3 (6863.7 – 24334.1) n = 5	F = 0.57 df = 2,15 p = 0.58	F = 1.13 df = 2,15 p = 0.35
AP	16176.1 ± 4483.5 (1364.0 – 44453.0) n = 10	13829.9 ± 4810.4 (2317.0 – 49243.0) n = 9	9202.9 ± 1770.6 (134.0 – 18987.0) n = 9	F = 0.87 df = 2,25 p = 0.43	F = 0.80 df = 2,25 p = 0.46
AM	39887.2 ± 8934.3 (7380.2 – 86525.0) n = 9	31338.2 ± 6533.7 (4076.3 – 56222.3) n = 10	30252.2 ± 4933.3 (6729.3 – 49157.6) n = 11	F = 0.76 df = 2,27 p = 0.48	F = 0.58 df = 2,27 p = 0.57
GO Araguaia	22543.6 ± 8804.3 (761.8 – 73155.7) n = 8	14469.2 ± 6185.6 (706.6 – 48606.7) n = 7	12241.1 ± 3822.9 (1374.1 – 30498.5) n = 8	F = 1.45 df = 2,20 p = 0.26	F = 0.69 df = 2,20 p = 0.51
MT	46774.4 ± 11830.6 (9050.0 – 84038.3) n = 7	76442.8 ± 33152.9 (11027.0 – 290371.0) n = 8	85415.0 ± 38078.3 (36100.0 – 274886.0) n = 6	F = 0.33 df = 2,18 p = 0.72	F = 0.45 df = 2,18 p = 0.65
PA	279321.0 ± 271923.0	302108.8 ± 155396.4	150090.3 ± 49584.4	F = 2.10	F = 0.32

Altamira	(7398.0 – 551244.0) n = 2	(63219.3 – 593725.0) n = 3	(99645.0 – 249254.0) n = 3	df = 2,5 p = 0.22	df = 2,5 p = 0.74
PA Santarém	159826.2 ± 66248.3 (15243.0 – 602427.0) n = 8	190014.8 ± 72492.9 (11040.0 – 729748.0) n = 10	91257.2 ± 24986.3 (18341.0 – 289832.0) n = 10	F = 0.72 df = 2,25 p = 0.50	F = 0.82 df = 2,25 p = 0.45
PA Trombetas	162942.8 ± 117946.0 (10228.5 – 395000.0) n = 3	187100.8 ± 101029.5 (14757.3 – 432395.0) n = 4	175762.6 ± 66869.0 (5675.0 – 421000.0) n = 7	F = 0.12 df = 2,11 p = 0.89	F = 0.01 df = 2,11 p = 0.99
RO Costa Marques	165045.3 ± 97766.7 (911.0 – 419139.0) n = 5	83683.6 ± 45460.6 (261.8 – 392924.0) n = 9	30897.5 ± 19599.1 (627.6 – 202130.0) n = 10	F = 1.77 df = 2,21 p = 0.20	F = 1.69 df = 2,21 p = 0.21
RR	11045.6 ± 2564.8 (2109.0 – 16952.3) n = 5	17739.1 ± 1165.6 (14847.8 – 22907.4) n = 6	17274.9 ± 3250.2 (8986.2 – 34430.0) n = 7	F = 1.17 df = 2,15 p = 0.34	F = 1.83 df = 2,15 p = 0.19
TO	3478.2 ± 545.3 (1792.3 – 5528.1) n = 6	4376.5 ± 717.0 (2445.6 – 8124.7) n = 7	4790.2 ± 741.4 (2676.9 – 7092.7) n = 6	F = 0.22 df = 2,16 p = 0.80	F = 0.92 df = 2,16 p = 0.42

Tabela 3. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao sucesso de eclosão (número de filhotes/número de ninhos) de *Podocnemis expansa* em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para 11 áreas do Projeto Quelônios da Amazônia. Anovas Welch foram usadas quando os testes de Levene foram significantes.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova/Welch
AC	121.6 ± 1.7 (114.0 – 128.0) n = 9	117.8 ± 4.4 (94.5 – 127.1) n = 7	121.0 ± 3.0 (114.0 – 128.7) n = 6	F = 1.05 df = 2,19 p = 0.37	F = 0.46 df = 2,19 p = 0.64
AP	95.5 ± 2.6 (82.0 – 109.5) n = 10	99.4 ± 4.5 (81.9 – 128.3) n = 9	91.2 ± 9.2 (22.3 – 113.5) n = 9	F = 1.06 df = 2,25 p = 0.36	F = 0.46 df = 2,25 p = 0.64
AM	97.3 ± 12.0 (24.8 – 130.5) n = 8	90.2 ± 4.3 (75.9 – 103.2) n = 6	79.1 ± 8.9 (40.5 – 120.6) n = 7	F = 0.90 df = 2,18 p = 0.42	F = 0.94 df = 2,18 p = 0.41
GO Araguaia	52.7 ± 6.6 (16.3 – 69.1) n = 8	55.2 ± 8.9 (6.4 – 84.8) n = 9	51.9 ± 12.4 (8.3 – 96.5) n = 8	F = 2.25 df = 2,22 p = 0.13	F = 0.03 df = 2,22 p = 0.97
MT	69.8 ± 9.1 (14.7 – 96.2) n = 8	58.5 ± 6.1 (27.7 – 78.0) n = 7	55.1 ± 6.9 (33.7 – 81.0) n = 6	F = 0.26 df = 2,18 p = 0.78	F = 1.02 df = 2,18 p = 0.38
PA Altamira	61.4 ± 21.0 (19.6 – 86.2) n = 3	79.1 ± 3.6 (73.0 – 85.4) n = 3	66.0 ± 16.9 (16.2 – 88.3) n = 4	F = 0.50 df = 2,7 p = 0.62	F = 0.29 df = 2,7 p = 0.76
PA Santarém	72.6 ± 4.5 (51.7 – 81.2) n = 7	73.2 ± 5.1 (51.8 – 96.6) n = 8	71.6 ± 3.9 (45.9 – 87.4) n = 10	F = 0.18 df = 2,22 p = 0.84	F = 0.04 df = 2,22 p = 0.96
PA Trombetas	49.2 ± 28.9 (20.3 – 78.1) n = 2	67.7 ± 18.1 (49.7 – 85.8) n = 2	76.2 ± 2.3 (72.3 – 80.1) n = 3	F = 169.12 df = 2,4 p = 0.00	F = 0.36 df = 2,1.362 p = 0.75
RO Costa Marques	63.5 ± 11.9 (25.0 – 91.0) n = 6	58.1 ± 6.0 (24.6 – 90.0) n = 11	58.3 ± 5.2 (34.0 – 83.7) n = 10	F = 2.50 df = 2,24 p = 0.10	F = 0.15 df = 2,24 p = 0.86
RR	84.5 ± 8.1 (49.4 – 103.9) n = 6	97.9 ± 3.1 (83.3 – 113.0) n = 9	96.2 ± 3.2 (78.5 – 109.4) n = 10	F = 1.26 df = 2,22 p = 0.30	F = 2.24 df = 2,22 p = 0.13
TO	81.0 ± 8.3 (47.4 – 106.3) n = 7	87.4 ± 6.3 (55.0 – 108.1) n = 8	97.6 ± 4.2 (76.8 – 113.5) n = 7	F = 1.68 df = 2,19 p = 0.21	F = 1.60 df = 2,19 p = 0.23

Tabela 4. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao número de ninhos de *Podocnemis unifilis* por praia em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para cinco áreas do Projeto Quelônios da Amazônia.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova
AC	104.6 ± 10.4 (74.3 – 142.8) n = 7	95.8 ± 7.2 (75.7 – 119.2) n = 6	93.5 ± 16.2 (55.0 – 128.6) n = 4	F = 0.12 df = 2,14 p = 0.89	F = 0.52 df = 2,14 p = 0.61
AP	132.9 ± 29.2 (15.0 – 326.0) n = 10	174.1 ± 45.7 (36.5 – 496.5) n = 9	144.1 ± 31.2 (19.5 – 330.0) n = 9	F = 0.24 df = 2,25 p = 0.79	F = 0.36 df = 2,25 p = 0.70
AM	282.0 ± 99.0 (95.8 – 619.7) n = 5	133.7 ± 33.1 (37.4 – 332.1) n = 8	129.5 ± 50.9 (25.0 – 645.4) n = 6	F = 0.98 df = 2,16 p = 0.40	F = 1.98 df = 2,16 p = 0.17
PA Santarém	1116.2 ± 543.1 (249.3 – 2526.0) n = 4	907.7 ± 583.3 (0 – 3191.0) n = 5	2202.7 ± 783.5 (122.0 – 6120.0) n = 7	F = 0.66 df = 2,13 p = 0.54	F = 1.04 df = 2,13 p = 0.38
RO Costa Marques	88.2 ± 15.1 (40.0 – 120.0) n = 5	121.2 ± 20.2 (53.9 – 200.0) n = 7	135.3 ± 27.4 (42.1 – 258.9) n = 8	F = 1.90 df = 2,17 p = 0.18	F = 0.92 df = 2,17 p = 0.42

Entretanto é importante lembrar que O ENSO apenas explica 20% da variância interanual em precipitação e temperatura na Bacia Amazônica (Botta et al. 2002). A sazonalidade da hidrologia da Bacia Amazônica é também afetada pela variabilidade interanual e de longo prazo de ambos oceanos tropicais do Pacífico e do Atlântico norte (revisado por Marengo et al. 2012). Existe um cenário complexo de longo prazo na variabilidade do clima na Bacia Amazônica, na qual ambos oceanos Pacífico e Atlântico e a precipitação em toda a bacia variam de acordo com escalas temporais interanuais e decenais. A variabilidade da superfície do oceano no Pacífico e Atlântico Tropicais provavelmente possuem um papel importante na variabilidade interdecenal das chuvas na Amazônia (Marengo 2004).

Tabela 5. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao número de filhotes de *Podocnemis unifilis* por praia em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para cinco áreas do Projeto Quelônios da Amazônia. Anovas Welch foram usadas quando os testes de Levene foram significantes.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova/Welch
AC	2845.2 ± 284.0 (1631.9 – 3850.7) n = 7	2634.0 ± 244.8 (2070.0 – 3598.0) n = 6	2399.8 ± 379.3 (1430.0 – 3283.1) n = 4	F = 0.68 df = 2,14 p = 0.52	F = 0.23 df = 2,14 p = 0.80
AP	2151.0 ± 452.9 (231.7 – 4176.5) n = 10	2439.6 ± 542.4 (550.3 – 4970.5) n = 9	1845.3 ± 446.9 (258.0 – 3735.3) n = 9	F = 0.28 df = 2,25 p = 0.76	F = 0.37 df = 2,25 p = 0.70
AM	9060.2 ± 4048.6 (413.0 – 25937.0) n = 6	2086.9 ± 547.9 (146.0 – 5280.6) n = 9	2623.4 ± 1153.5 (146.0 – 8579.6) n = 8	F = 4.15 df = 2,20 p = 0.03	F = 1.41 df = 2,9.049 p = 0.29
PA Santarém	28600.2 ± 14364.6 (6416.5 – 67452.5) n = 4	30804.1 ± 14758.8 (3700.0 – 86649.0) n = 5	50999.8 ± 20579.0 (3575.0 – 166158.0) n = 7	F = 0.21 df = 2,13 p = 0.81	F = 0.47 df = 2,13 p = 0.64
RO Costa Marques	893.2 ± 112.4 (528.0 – 1176.0) n = 5	1568.8 ± 346.9 (574.2 – 2914.4) n = 6	1741.5 ± 483.0 (497.6 – 3936.6) n = 8	F = 1.25 df = 2,16 p = 0.31	F = 1.09 df = 2,16 p = 0.36

Tabela 6. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao sucesso de eclosão (número de filhotes/número de ninhos) de *Podocnemis unifilis* em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para cinco áreas do Projeto Quelônios da Amazônia.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova
AC	27.4 ± 1.8 (19.9 – 32.1) n = 7	27.4 ± 1.1 (24.0 – 32.1) n = 6	26.0 ± 1.5 (22.5 – 30.0) n = 4	F = 0.81 df = 2,14 p = 0.46	F = 0.31 df = 2,14 p = 0.74
AP	16.1 ± 1.1 (8.2 – 19.5) n = 10	14.5 ± 1.2 (10.0 – 20.4) n = 9	12.5 ± 1.4 (7.5 – 18.2) n = 9	F = 0.72 df = 2,25 p = 0.50	F = 2.16 df = 2,25 p = 0.14
AM	35.8 ± 8.4 (21.5 – 66.0) n = 5	21.5 ± 3.7 (1.1 – 39.8) n = 9	29.4 ± 6.4 (8.8 – 56.3) n = 6	F = 0.27 df = 2,17 p = 0.76	F = 1.62 df = 2,17 p = 0.23
PA Santarém	25.7 ± 1.4 (23.5 – 29.3) n = 4	25.6 ± 0.9 (23.5 – 27.2) n = 4	24.0 ± 2.0 (16.1 – 29.3) n = 7	F = 0.68 df = 2,12 p = 0.52	F = 0.33 df = 2,12 p = 0.72
RO Costa Marques	11.8 ± 1.3 (7.5 – 16.7) n = 6	13.6 ± 0.8 (10.4 – 15.9) n = 7	12.1 ± 1.0 (8.3 – 16.9) n = 8	F = 0.31 df = 2,18 p = 0.73	F = 0.81 df = 2,18 p = 0.46

Tabela 7. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao número de ninhos de *Podocnemis sextuberculata* por praia em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para três áreas do Projeto Quelônios da Amazônia.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova
AC	415.8 ± 21.7 (344.2 – 502.9) n = 7	379.3 ± 34.9 (311.5 – 548.1) n = 6	397.3 ± 40.0 (329.0 – 467.4) n = 3	F = 0.02 df = 2,13 p = 0.98	F = 0.43 df = 2,13 p = 0.66
AP	1676.6 ± 767.4 (378.2 – 3900.0) n = 4	2176.4 ± 793.7 (23.0 – 4927.0) n = 7	2390.7 ± 2004.5 (160.0 – 6390.8) n = 3	F = 0.32 df = 2,11 p = 0.74	F = 0.10 df = 2,11 p = 0.91
PA Santarém	4979.4 ± 708.0 (2897.0 – 5961.5) n = 4	3184.1 ± 1074.3 (0 – 6360.0) n = 5	6014.8 ± 592.4 (4267.3 – 8873.0) n = 7	F = 0.62 df = 2,13 p = 0.55	F = 3.47 df = 2,13 p = 0.62

Tabela 8. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao número de filhotes de *Podocnemis sextuberculata* por praia em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para cinco áreas do Projeto Quelônios da Amazônia.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova
AC	5075.2 ± 312.2 (4150.6 – 6580.0) n = 7	4665.3 ± 378.1 (3836.1 – 6453.3) n = 6	4877.2 ± 448.7 (4311.6 – 5763.3) n = 3	F = 0.03 df = 2,13 p = 0.97	F = 0.37 df = 2,13 p = 0.70
AM	20096.5 ± 5323.5 (14773.0 – 25420.0) n = 2	13114.2 ± 3274.3 (7836.3 – 25735.3) n = 6	7649.5 ± 2920.5 (2163.0 – 12128.1) n = 3	F = 0.09 df = 2,8 p = 0.91	F = 0.58 df = 2,27 p = 0.57
PA Santarém	78973.7 ± 9013.9 (52696.8 – 93591.0) n = 4	64656.6 ± 12195.9 (31560.0 – 103367.0) n = 5	89039.3 ± 14167.5 (43550.0 – 144048.0) n = 7	F = 1.33 df = 2,13 p = 0.30	F = 0.91 df = 2,13 p = 0.43

Tabela 9. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação ao sucesso de eclosão (número de filhotes/número de ninhos) de *Podocnemis sextuberculata* em anos de *la niña*, *el niño* e anos com ENZO ausente para três áreas do Projeto Quelônios da Amazônia.

Local	Niña	Niño	ENZO ausente	Levene	Anova
AC	12.2 ± 0.2	12.4 ± 0.3	12.3 ± 0.5	F = 0.41	F = 0.22
	(11.6 – 13.1)	(11.8 – 13.5)	(11.5 – 13.1)	df = 2,14	df = 2,14
	n = 8	n = 6	n = 3	p = 0.67	p = 0.81
AM	16.8 ± 5.3	13.6 ± 6.5	9.8 ± 3.9	F = 0.20	F = 0.22
	(11.5 – 22.2)	(2.0 – 38.7)	(1.9 – 13.9)	df = 2,7	df = 2,7
	n = 2	n = 5	n = 3	p = 0.83	p = 0.81
PA Santarém	16.2 ± 0.9	16.2 ± 0.4	14.5 ± 1.4	F = 0.87	F = 0.66
	(14.0 – 18.2)	(15.0 – 17.0)	(8.7 – 17.0)	df = 2,12	df = 2,12
	n = 4	n = 4	n = 7	p = 0.44	p = 0.54

Adicionalmente, existe um reforço em certas condições de anormalidades de precipitação quando eventos oceanos específicos combinam. Por exemplo, quando o *el niño* e o esfriamento da superfície do Atlântico ocorrem associados, anomalias negativas muito fortes são observadas em todo o norte da Bacia Amazônica (Ronchail et al. 2002). Neste caso, outros fatores como a influência da caça e de diferentes planos de manejo em cada uma das regiões contempladas pelo PQA também devem ser levados em consideração. A interação humana nos programas de conservação de quelônios provavelmente exerce uma grande influência na produção de ninhos e filhotes (sucesso de eclosão). Esta influência que pode mascarar o efeito do clima em um período de 30 anos.

Geograficamente é possível observar um efeito positivo da *la niña* e *el niño* no sucesso de eclosão de *P. expansa* nos projetos do PQA situados nas regiões Oeste e Nordeste da Bacia Amazônica respectivamente. Não foi possível observar um padrão nos projetos situados na região sul da Bacia Amazônica (Figura 4). O mesmo efeito encontrado em *P. expansa* foi observado para o sucesso de eclosão de *P. sextuberculata* (Figura 5). No caso de *P. unifilis*, anos de *el niño* apresentaram um maior sucesso de eclosão nos projetos situados na região oeste enquanto em anos de *la niña*, o sucesso de eclosão foi maior em projetos situados na região nordeste (Figura 6). Este resultado é esperado, pois os efeitos do ciclo do ENSO não são homogêneos em toda a Bacia Amazônica. Diferentes regiões apresentam respostas distintas, que afetam significativamente os balanços de carbono e água e a dinâmica dos rios (Foley et al. 2002).

Normalmente as mudanças de temperatura são praticamente uniformes espacialmente e temporalmente, enquanto as mudanças em precipitação são mais fortes durante a estação de chuvas e mais concentradas nas porções norte e sudeste da bacia (Foley et al. 2002). No sul e oeste da Amazônia, anormalidades de precipitação ligadas à temperatura de superfície dos oceanos tropicais são poucas e variáveis espacialmente. Nestas regiões a variação da temperatura da terra, perturbações extratropicais e umidade de advecção são importantes fatores influenciando a precipitação, assim como a temperatura da superfície dos oceanos (Ronchail et al. 2002). Nos tributários a oeste e norte dessa bacia hidrográfica há um aumento na área de inundação durante *la*

niña. (Foley et al. 2002). Este fenômeno é ainda mais eminente no norte da Amazônia, anos de *el niño* são muito mais secos do que o normal, assim como em anos de *la niña* são muito mais chuvosos (Ronchail et al. 2002). Na parte sudeste da bacia (incluindo os Rios Madeira, Xingu, Tocantins) a altura nos rios diminui consideravelmente durante eventos de *el niño*, sendo esta anomalia ainda maior nas áreas à leste (Xingu e Tocantins). Entretanto, a influência da *la niña* nestas regiões é muito pequena. Na parte sul da bacia tanto o *el niño* quanto *la niña* provocam condições mais secas que o normal (Foley et al. 2002). Entretanto, esta correlação é fraca (Ronchail et al. 2002).

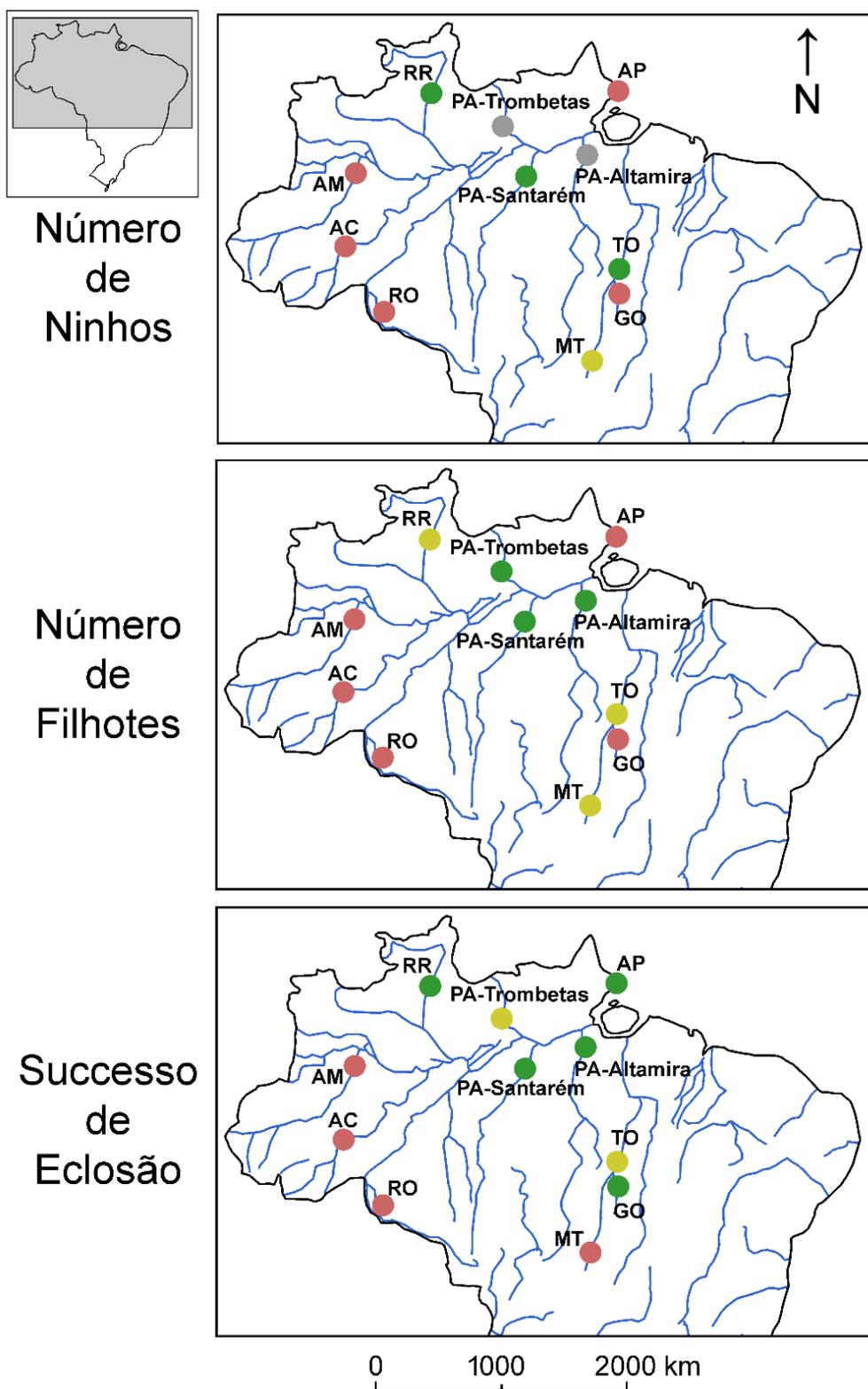


Figura 4. Locais do Projeto Quelônios da Amazônia onde a média mais alta de número de ninhos por sítio de desova, número de filhotes por sítio de desova e sucesso de eclosão (número de filhotes / número de ovos) ocorreu durante a *la niña* (pontos vermelhos), (*el niño* pontos verdes) e anos de ENZO ausente (pontos amarelos) para *Podocnemis expansa*. Locais cujos dados não foram obtidos ou analisados durante este estudo são apresentados como pontos cinzas.

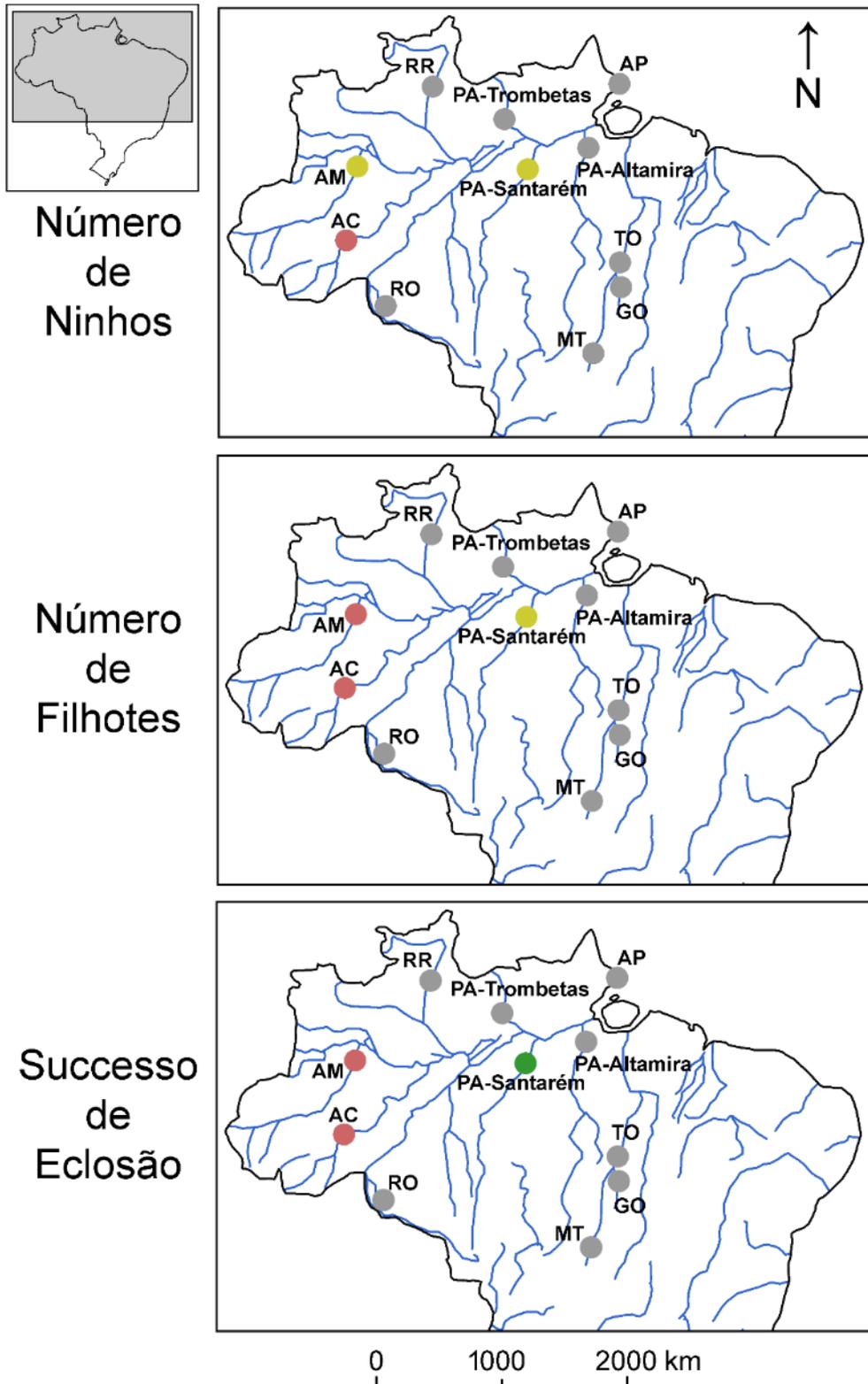


Figura 5. Locais do Projeto Quelônios da Amazônia onde a média mais alta de número de ninhos por sítio de desova, número de filhotes por sítio de desova e sucesso de eclosão (número de filhotes / número de ovos) ocorreu durante a *la niña* (pontos vermelhos), *el niño* (pontos verdes) e anos de ENZO ausente (pontos amarelos) para *Podocnemis sextuberculata*. Locais cujos dados não foram obtidos ou analisados durante este estudo são apresentados como pontos cinzas.

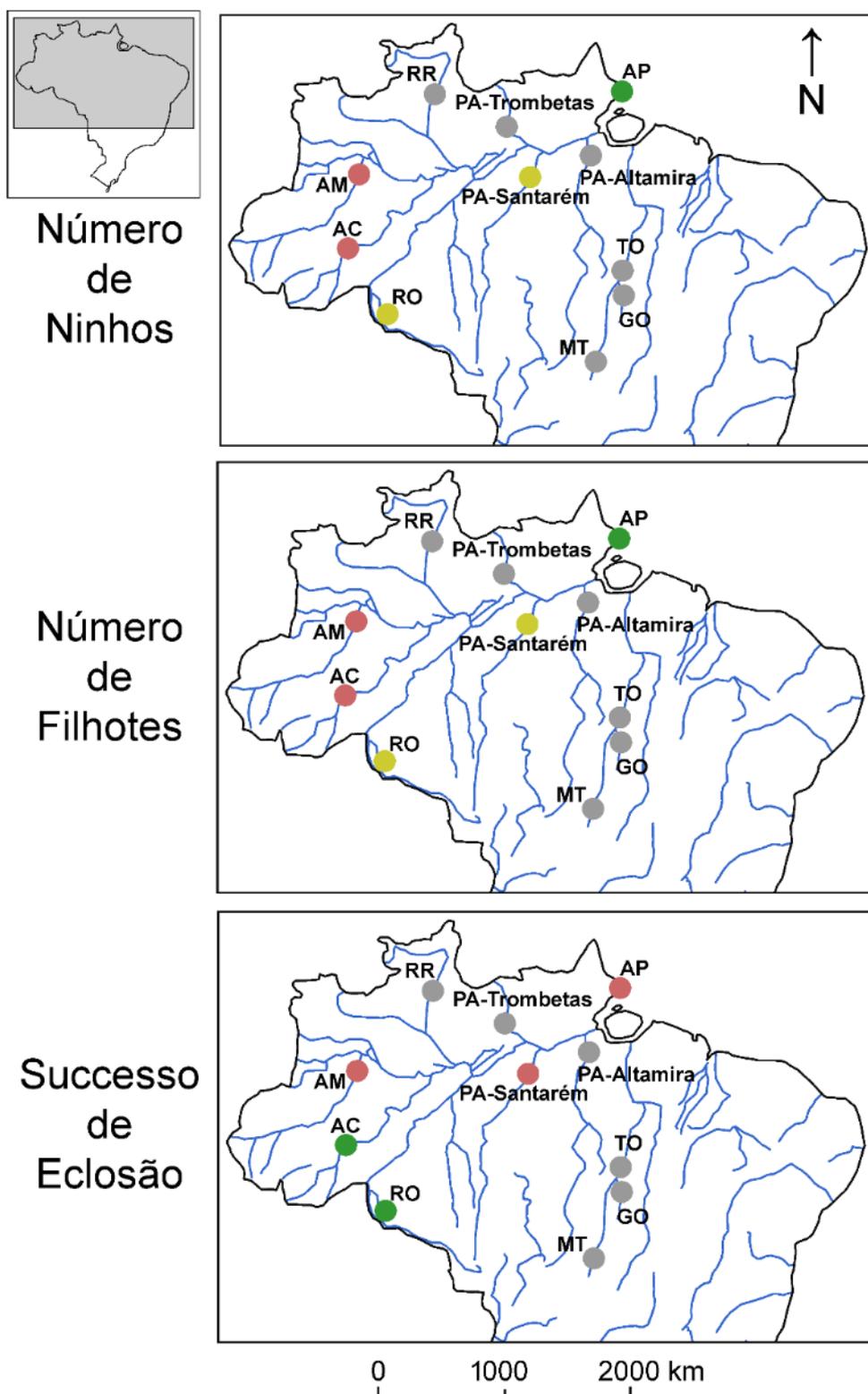


Figura 6. Locais do Projeto Quelônios da Amazônia onde a média mais alta de número de ninhos por sítio de desova, número de filhotes por sítio de desova e sucesso de eclosão (número de filhotes / número de ovos) ocorreu durante a *la niña* (pontos vermelhos), *el niño* (pontos verdes) e anos de ENZO ausente (pontos amarelos) para *Podocnemis unifilis*. Locais cujos dados não foram obtidos ou analisados durante este estudo são apresentados como pontos cinzas.

As tendências relacionadas ao sucesso de eclosão para as áreas contempladas pelo PQA nos últimos 30 anos variaram dependendo da espécie e localidade (Tabela 10). *Podocnemis expansa* apresentou um aumento significativo em quatro áreas, enquanto cinco áreas permaneceram estáveis e duas áreas apresentaram um declínio significativo (Figura 7). *Podocnemis unifilis* apresentou um sucesso de eclosão estável em três áreas e um aumento significativo no sucesso de eclosão em duas áreas (Figura 8). No caso de *P. sextuberculata* todas as áreas apresentaram um sucesso de eclosão estável (Figura 9).

Tabela 10. Correlações de Spearman e tendências relacionadas ao sucesso de eclosão para *Podocnemis expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata* nas áreas contempladas pelo Projeto Quelônios da Amazônia nos últimos 30 anos.

Espécies	Local	rho	p	Tendência
<i>Podocnemis expansa</i>	AC	0.63	< 0.01	Crescente
	AP	-0.60	< 0.01	Decrescente
	AM	0.39	< 0.05	Crescente
	GO Araguaia	-0.19	0.36	Estável
	MT	0.64	< 0.01	Crescente
	PA Altamira	0.30	0.32	Estável
	PA Santarém	0.35	0.07	Estável
	PA Trombetas	-0.08	0.77	Estável
	RO Costa Marques	0.69	< 0.01	Crescente
	RR	-0.38	0.06	Estável
TO	-0.57	< 0.05	Decrescente	
<i>P. unifilis</i>	AC	0.50	< 0.05	Crescente
	AP	0.61	< 0.01	Crescente
	AM	-0.17	0.44	Estável
	PA Santarém	0.08	0.77	Estável
	RO Costa Marques	0.33	0.13	Estável
<i>P. sextuberculata</i>	AC	-0.43	0.08	Estável
	AM	-0.30	0.30	Estável
	PA Santarém	0.17	0.53	Estável

O maior fator influenciando as diferentes tendências de sucesso de eclosão entre áreas são provavelmente as interações humanas nestas localidades (caça de animais e coleta de ninhos) assim como a efetividade do programa de manejo. Entretanto, é preciso levar em consideração possíveis efeitos das mudanças climáticas. Neste caso, cada área provavelmente responde e responderá de forma distinta às mudanças. Prevê-se uma diminuição drástica da vazão dos rios em grande parte da bacia, principalmente na parte sul onde se encontram os rios Madeiras e Xingu e em parte do norte, no rio Branco. Este fenômeno também ocorrerá em menor grau na parte norte, nos rios Negro e Japurá. Em contraste, projeta-se que as partes ocidentais e superiores da Amazônia irão sofrer um aumento de precipitação, onde são previstos um aumento na vazão dos rios e um maior número de eventos de cheia extrema (Guimbertau et al. 2013).

Sucesso de eclosão (número de filhotes / número de ninhos)



Anos

Figura 7. Tendências para o sucesso de eclosão de *Podocnemis expansa* nas áreas contempladas pelo Projeto Quelônios da Amazônia nos últimos 30 anos.

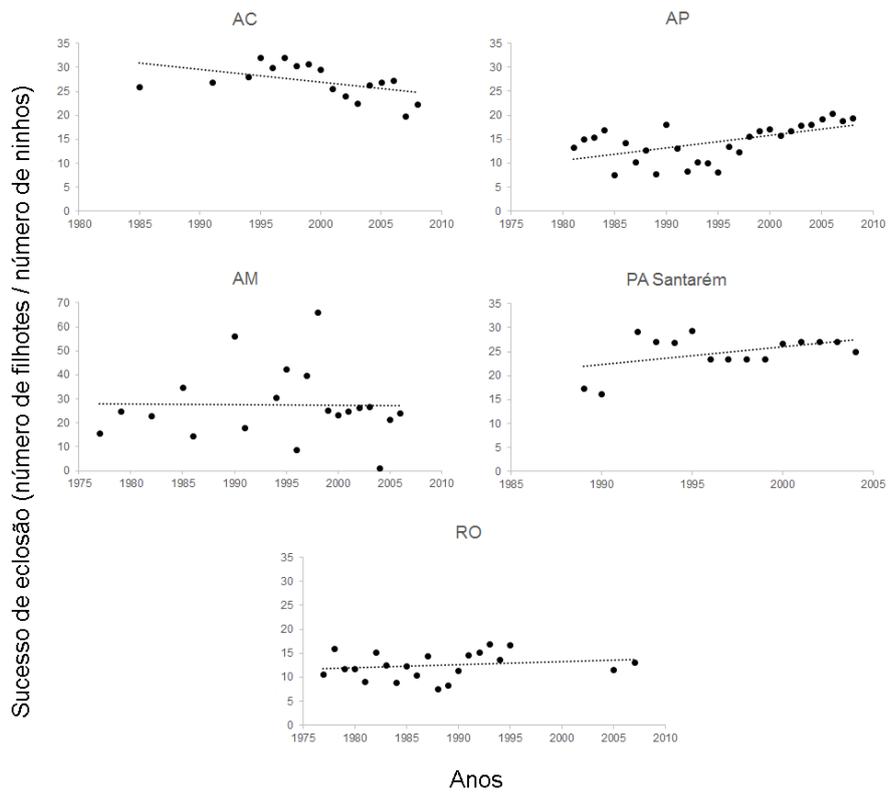


Figura 8. Tendências para o sucesso de eclosão de *Podocnemis sextuberculata* nas áreas contempladas pelo Projeto Quelônios da Amazônia nos últimos 30 anos.

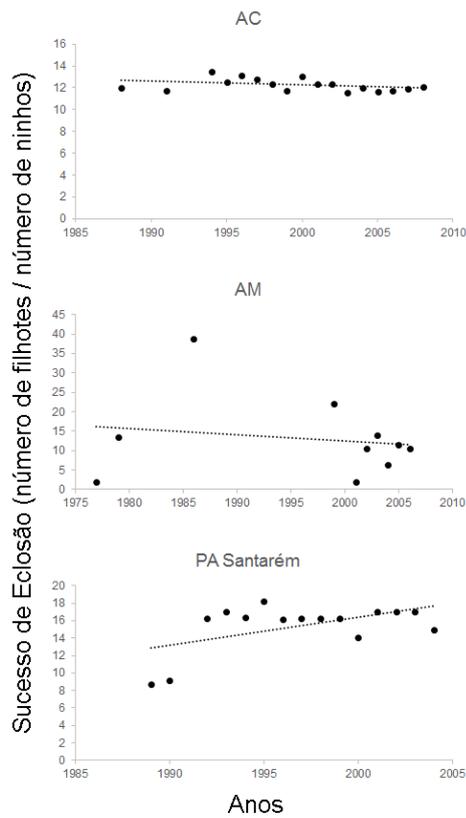


Figura 9. Tendências para o sucesso de eclosão de *Podocnemis sextuberculata* nas áreas contempladas pelo Projeto Quelônios da Amazônia nos últimos 30 anos.

Neste estudo, observamos um aumento no sucesso de eclosão de *P. expansa* em áreas situadas à oeste da bacia, enquanto áreas do nordeste permaneceram estáveis. Não foi possível observar um padrão na tendência do sucesso de eclosão em áreas situadas à sul. Do mesmo modo não foi possível observar tendências geográficas para o sucesso de eclosão de *P. unifilis* e *P. sextuberculata* (Figura 10). Entretanto, é importante ressaltar que as projeções relacionadas às mudanças climáticas na América Latina para 2050 não são animadoras (IPCC 2013). Parte da Amazônia será transformada em savana devido ao aumento da temperatura e a presença de menos água no solo (Marengo 2008). As futuras mudanças climáticas devem modificar substancialmente a hidrologia da bacia Amazônica. Adicionalmente, o desmatamento próximo à Bacia Amazônica possui o potencial para alterar o clima e eventualmente amplificar estes efeitos (Guimberteau et al. 2013).

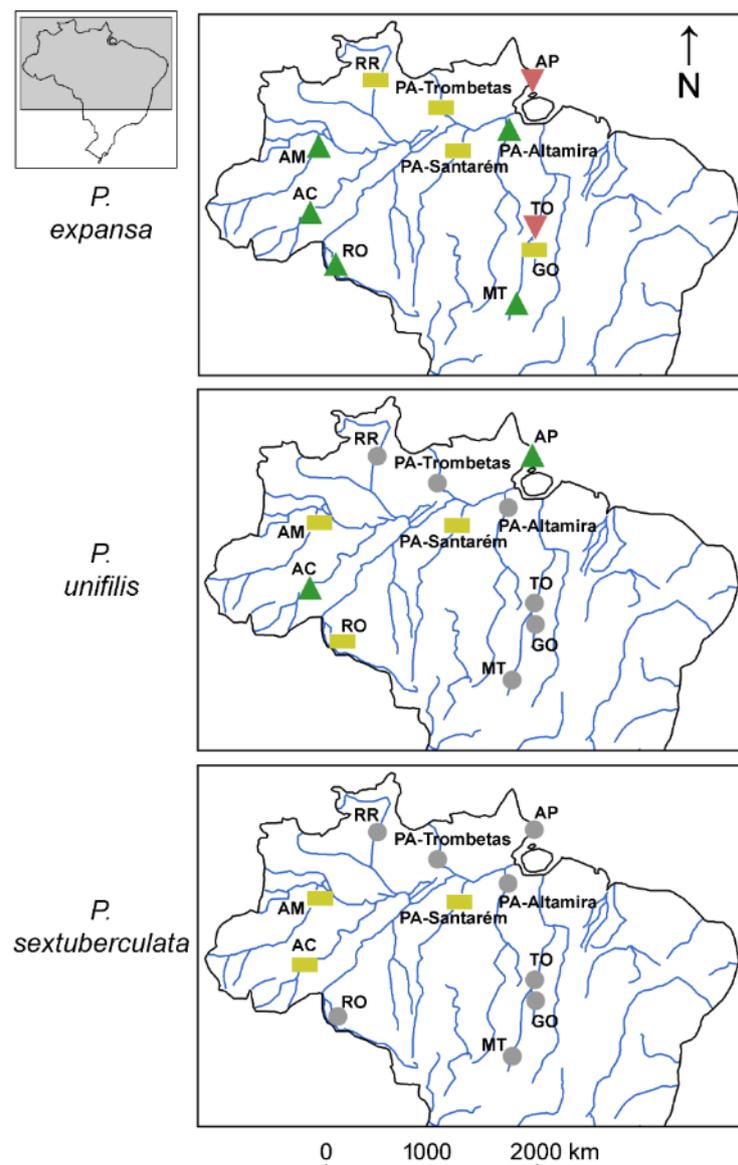


Figura 10. Tendências relacionadas ao sucesso de eclosão (aumento = verde, declínio = vermelho, amarelo = estável, cinza = área não analisada) para *Podocnemis expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata* nas áreas contempladas pelo Projeto Quelônios da Amazônia nos últimos 30 anos.

Distribuição espacial dos ninhos de *Podocnemis expansa* na Reserva Biológica do Rio Trombetas e seu nível de vulnerabilidade às mudanças climáticas

Introdução

A exploração excessiva é a maior causa do declínio na abundância de quelônios na Amazônia (Ojasti 1967, Andrade et al. 1998, Kemenes e Pezzuti 2007, Schneider et al. 2011). Entretanto, o maior desafio para a sobrevivência dos quelônios do gênero *Podocnemis* em áreas protegidas por projetos de conservação e manejo seria a ascensão prematura das águas ou o aumento da frequência de casos onde há uma subida repentina do rio antes do fim do período de incubação. Também conhecido na Amazônia como “repiquete”, este fenômeno ocorre antes do final da vazante, sendo amplamente documentado como uma das principais causas de mortalidade em ninhos de *Podocnemis* (Batistela 2003, Vanzolini 2003, Félix-Silva 2004, Ferreira-Júnior 2009). A inundação dos ninhos causa grande mortalidade em *Podocnemis expansa* (Tartaruga-da-Amazônia) (Alho e Pádua 1982a, Fearnside 2006), *P. unifilis* (Tracajá) (Thorbjarnarson et al. 1993, Mitchell e Quiñones 1994, Escalona e Fa 1998, Páez e Bock 1998) e *P. sextuberculata* (Iaçá) (Pezzuti e Vogt 1999, Bernhard 2001). Entretanto, existe uma grande variação espacial e temporal na proporção de ninhos afetados pela inundação (Pantoja-Lima 2007).

A translocação de ninhos é uma alternativa ainda muito utilizada na Amazônia na prevenção contra a predação e a mortalidade dos ninhos causada pela subida repentina dos rios. Entretanto, em muitos casos o transporte dos ovos para locais seguros não é viável (Pantoja-Lima et al., 2009) ou pode diminuir a taxa de sobrevivência (Vogt et al. 1994, Fachín Terán e von Mülhen 2003, Vanzolini 2003, Malvasio et al. 2005, Haller e Rodrigues 2006) e alterar a razão sexual dos ninhos (Alho et al. 1985, Souza e Vogt 1994, Valenzuela et al. 1997, Bernhard 2001). Portanto, o manejo efetivo de um local de desova depende da correta avaliação da necessidade ou não de translocação dos ninhos. As complexidades advindas das mudanças climáticas devem ser levadas em consideração e estratégias dinâmicas devem ser desenvolvidas para a mitigação dos possíveis efeitos negativos.

Portanto, uma mudança nos regimes de inundação dos rios e das chuvas pode causar efeitos negativos na produção de filhotes. Por exemplo, a demora na descida das águas durante o início da estação seca retarda a nidificação, induz a deposição dos ninhos em locais inadequados com inclinação elevada e diminui a área de desova. Neste caso existe um aumento na perda dos ninhos por erosão ou escavação do solo por fêmeas que sobem nas noites posteriores para desovar (Alho e Pádua 1982a, Pantoja-Lima 2007, Pantoja-Lima et al. 2009). O atraso na nidificação afeta também as características térmicas dos ninhos, que por sua vez influenciam o período de incubação e a razão sexual dos filhotes (Bernhard 2001, Ferreira-Júnior e Castro 2010), pois as espécies do gênero *Podocnemis* possuem o sexo determinado pela temperatura durante o período de incubação (Alho et al. 1985, Souza e Vogt 1994, Valenzuela et al. 1997).

Na Reserva Biológica do Rio Trombetas (Rebio Trombetas), as taxas de eclosão de *P. expansa* variam drasticamente entre diferentes estações reprodutivas. Por exemplo, nos anos de 1986, 1987, 1988 e 1989 as taxas de eclosão variaram entre 88,4, 51,6, 86,3 e 76,6% respectivamente (RAN-IBAMA 2003). Suspeita-se que a pluviosidade e hidrologia influenciem o desenvolvimento embrionário (ENGE-RIO-Eletronorte 1998). Entretanto não há estudos que testem a influência da chuva e nível do rio em diferentes anos no sucesso de eclosão dessa espécie na Rebio Trombetas. Neste contexto, o SIG (Sistema de Informação Geográfica) é uma poderosa ferramenta que pode ser utilizada no mapeamento detalhado de praias e tabuleiros de desova, determinando áreas potencialmente ameaçadas pela inundação.

Essa técnica foi utilizada com sucesso na modelagem dos impactos das mudanças climáticas em praias de desova de tartarugas marinhas (Fish et al. 2005, Fuentes et al. 2010a, Fuentes et al. 2010b) e pode ser adaptada para as situações encontradas na Amazônia. Através desta técnica, os locais de desova e seus atributos físicos são caracterizados de acordo com o nível vulnerabilidade às inundações induzidas pelas mudanças climáticas. O objetivo deste estudo foi mapear e medir as principais áreas de desova de *P. expansa* na Rebio Trombetas com relação à altura preferencial de desova e testar o efeito de diferentes cenários de inundação na mortalidade dos ninhos da estação de desova de 2014.

Materiais e Métodos

Áreas de estudo

A Rebio Trombetas localiza-se na margem esquerda do rio Trombetas e possui uma área de 385.000 ha, próxima à cidade de Oriximiná, Estado do Pará (Haller e Rodrigues 2006). Os quelônios que desovam nesta região são protegidos da predação humana a mais de 40 anos. Nesse local ocorre um programa de proteção à *P. expansa* desde 1963. Esse programa foi inicialmente efetuado pelo Serviço de Caça e Pesca (1963-65) e posteriormente pela Delegacia Estadual do Ministério da Agricultura no Pará (1965-1975). A partir de 1976, criou-se o Projeto Quelônios da Amazônia (PQA) e os trabalhos de proteção passaram a ser coordenados pelo então IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), atual IBAMA (RAN-IBAMA 2003). Em 1979, a Rebio Trombetas foi implementada com o objetivo de manter a diversidade genética das espécies, assim como facilitar pesquisas para o manejo correto dos quelônios ali ocorrentes (IBAMA 1989).

O PQA atua dentro da Rebio Trombetas nos rios Trombetas e Acapu, onde desovas de *P. expansa*, *P. unifilis*, *P. sextuberculata* e *Peltocephalus dumerilianus* são protegidas contra a caça (Alho et al. 1979, Haller e Rodrigues 2006, Vismara 2009). O período de desova nessa região ocorre durante a estação seca, entre os meses de setembro e novembro, dependendo da espécie e da variação no regime de vazante do rio (Alho e Pádua 1982a, Haller e Rodrigues 2006). O rio Trombetas apresenta uma área de drenagem de 125.000 km² e é proveniente do Escudo das Guianas, considerado de água clara, apesar de apresentar uma coloração esverdeada no período de

vazante (Peña 2002). Neste rio as desovas de *P. expansa* ocorrem primariamente nas praias do Leonardo, Farias, Jacaré, Uirana, Abuí, Jauary e Rasa.

Espécie estudada

A tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) ocorre na maioria dos tributários do rio Amazonas, tendo uma distribuição ampla que vai desde o leste do Andes até a bacia do Orinoco (Roze 1964, Pritchard 1979). Elas desovam frequentemente em grupos numerosos e devido ao seu comportamento de desova estereotipado, apresenta grande vulnerabilidade em relação à predação humana (Vogt 2008). O período médio de incubação de *P. expansa* na Rebio Trombetas é de 48 dias, ocorrendo durante a época mais quente do ano (temperatura média do ar = 28°C). A temperatura na superfície da praia em um dia ensolarado chega a atingir 60°C e a temperatura média do ninho 36.5° C (29.6 a 38.9 °C). Existe uma variabilidade geográfica em relação ao tamanho da desova de *P. expansa* enquanto o sucesso de eclosão permanece praticamente fixo quando não há predação (Vanzolini 2003).

Na praia do Leonardo (rio Trombetas), Valle et al. (1973) encontrou uma média de 75 ovos por ninho (56 a 136 ovos), enquanto Vecchi (1978) encontrou em média 84 e 90.5 ovos por ninho nos anos de 1976-77 e 1978 respectivamente. No mesmo local Alho e Padua (1982b) registraram uma média de 91.50 ± 1.15 (63 a 134) ovos por ninho, confirmando uma variabilidade temporal no tamanho da desova. Fêmeas de *P. expansa* desovam durante a estação seca, quando as praias e tabuleiros arenosos são expostos. Filhotes emergem dos ninhos no início da subida dos rios e a ascensão prematura das águas resulta no alagamento da área de desova e conseqüentemente na morte dos embriões (Vanzolini 2003). Em ninhos protegidos contra predadores, Alho e Pádua (1982b) relataram uma média de sucesso de eclosão de 86 % na praia do Leonardo.

Entre 1981 e 2000 foram contabilizados 5.199.969 filhotes de *P. expansa* pelo PQA-Rebio Trombetas. Entretanto é possível observar um declínio no número de filhotes de *P. expansa* produzidos nas áreas protegidas nos últimos 20 anos, fato que preocupa técnicos e pesquisadores que atuam nessa região (RAN-IBAMA 2003). Estudos conduzidos nessa localidade inicialmente apontavam a praia do Leonardo como principal local de desova de *P. expansa* (Valle et al. 1973, Vecchi 1978, Alho e Pádua 1982b). A partir de 1982, a praia do Jacaré passou a ser o local mais utilizado para desova (RAN-IBAMA 2003).

Métodos

Foram mapeadas as três principais praias de desova protegidas na Rebio Trombetas (Praias do Leonardo, Farias e Jacaré: 1°22'19"S; 56°51'30"O). O mapeamento foi feito após o término da desova (30/Nov. a 8/Dez. de 2014) para não interferir com o processo de oviposição. A área de amostragem foi definida com a área da praia abrangendo 100% dos ninhos de *P. expansa* identificados no ano de 2014 (Figura 11). As medidas de altura em relação à altura da água foram realizadas através de transectos paralelos a cada dez metros, formando quadrantes de 10 m².

As alturas dos pontos medidos foram convertidas para a altura total do rio levando-se em consideração o nível da água mínimo de acordo com as medidas de nível da água medidas duas vezes ao dia pela equipe do ICMBio gestora da Rebio Trombetas. A média do nível da água durante o período amostrado foi de 441 cm (436 a 450 m). Portanto, as medidas de altura bruta obtidas em cada ponto foram convertidas para a altura total utilizando-se a fórmula: $\text{Altura total} = \text{Altura bruta} + 441 \text{ cm}$. A altura total foi utilizada para se estabelecer um padrão que possibilite a comparação entre diferentes praias e anos (Ferreira Júnior e Castro 2003, Ferreira-Júnior e Castro 2010). Os pontos foram georreferenciados utilizando um GPS (Garmin GPSMAP 62S) e as medidas de altura foram feitas com o auxílio de bússola, fita métrica e régua altimétrica com precisão de 0,5 cm.

As alturas dos ninhos de *P. expansa* durante o período de desova de 2014 foram mapeadas com o auxílio do programa ArcGIS Explorer 2500. Calculou-se a altura dos ninhos através da média dos quatro pontos de altura total do quadrante em que o ninho se encontrava. No total foram medidas as alturas de 901 pontos e 103 ninhos na praia do Jacaré e 699 pontos e seis ninhos na praia do Farias. Para analisar a diferença entre a altura dos pontos amostrados e dos ninhos utilizou-se o teste de Levene, Anova (Welch Anova em casos onde não houve homogeneidade das variâncias) e Two-Way Anovas. Assumindo que não haja mudanças na morfologia da praia, testou-se a chance de sobrevivência dos ninhos em quatro diferentes cenários de inundações. Nestes cenários há uma subida repentina no nível do rio de 0,5, 1, 1,5 e 2 metros. Comparou-se a área de desova alagada e o número de dias abaixo da água de acordo com os diferentes cenários de inundação considerados.

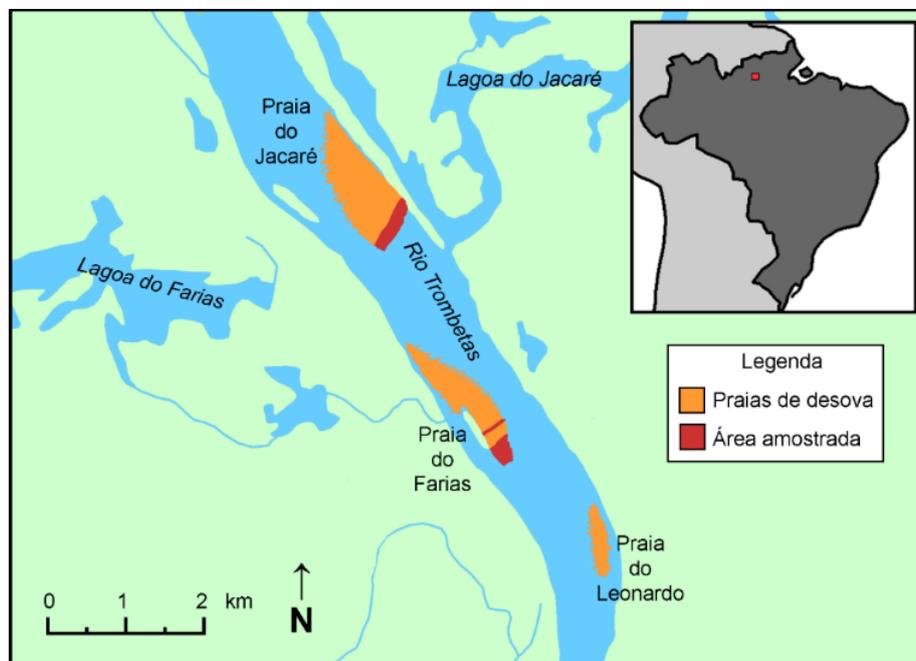


Figura 11. Três principais praias de desova protegidas na Rebio Trombetas (Praias do Leonardo, Farias e Jacaré: 1°22'19"S; 56°51'30"O). A área de amostragem em vermelho foi definida com a área abrangendo 100% dos ninhos de *P. expansa* identificados no ano de 2014 na Praia do Farias e Jacaré.

Resultados e Discussão

Durante o período de 27 de Novembro e 7 de Dezembro a área das três principais praias de desova foi de 0,774, 0,498 e 0,136 km² para as praias do Jacaré, Farias e Leonardo respectivamente (Figura 11). Durante este estudo foram amostradas uma área de 0,094 km² na praia do Jacaré e 0,064 km² (0,052 + 0,012 km²) na praia do Farias. O período amostrado pode ser considerado o pico da estação seca, quando as águas do rio Trombetas estão próximas do seu nível mais baixo. Durante o período de 1º de Novembro de 2013 e 7 de Dezembro de 2014 o rio Trombetas apresentou uma média de 810,5 ± 810,5 SP (variação: 44 – 11042 cm; n = 803; Figura 12; Dados: CMBio-Trombetas).

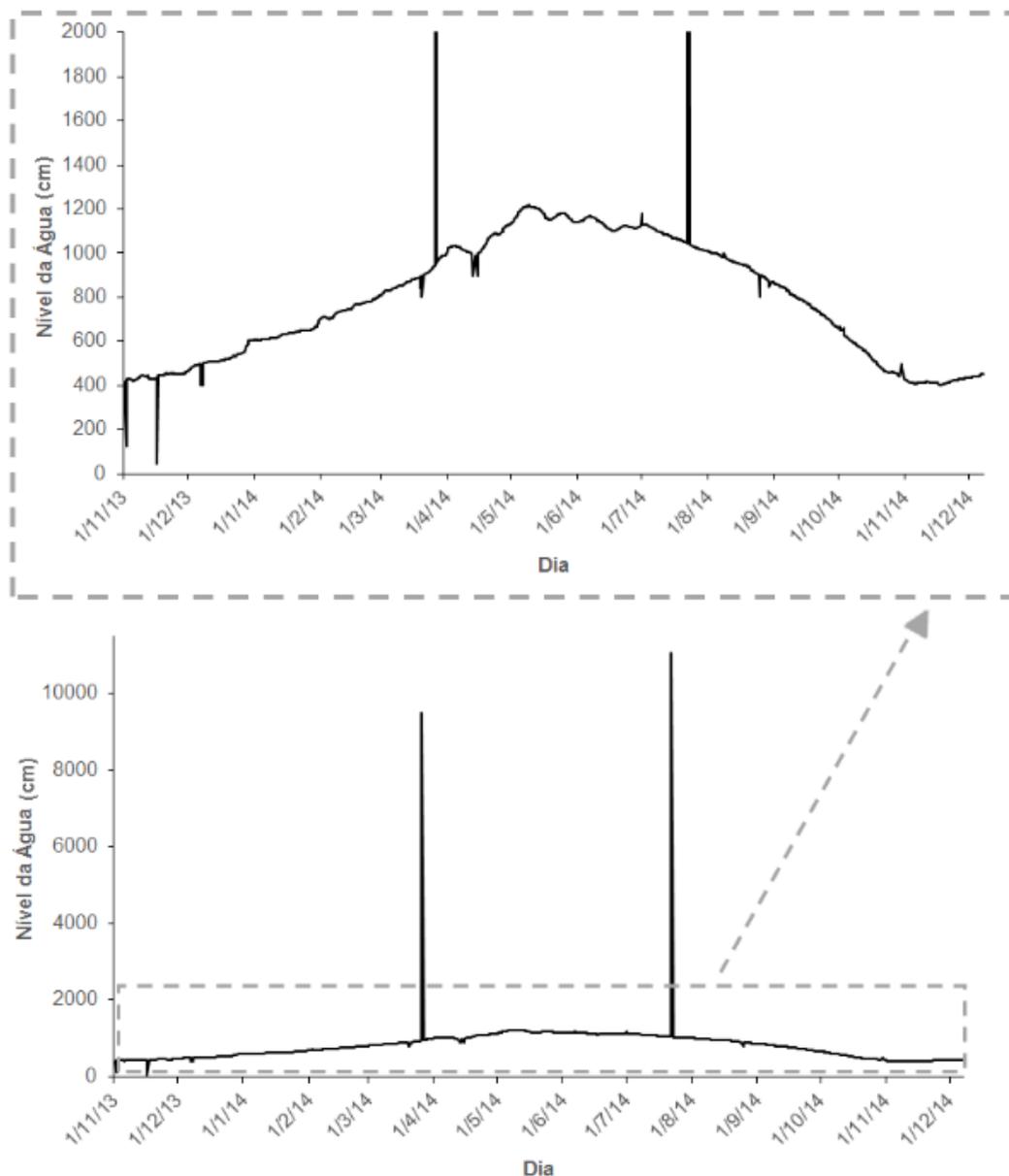


Figura 12. Variação no nível da água do rio Trombetas durante o período 1º de Novembro de 2013 e 7 de Dezembro de 2014 (Dados: ICMBio-Rebio Trombetas)

Fêmeas de *P. expansa* desovaram em áreas significativamente mais altas na praia do Jacaré. Na praia do Farias não houve diferença significativa entre os pontos amostrados e as áreas de desova. Entretanto, houve uma diferença significativa entre as alturas dos ninhos entre as duas praias (Tabela 11). Isto se deve provavelmente ao fato da praia do Jacaré ser significativamente mais alta que a praia do Farias (Figura 13). A ANOVA Two-way encontrou um efeito da praia de desova, $F(1, 1705) = 117,97$, $p < 0.001$, indicando que os pontos amostrados na praia do Jacaré são significativamente mais altos que os pontos amostrados na praia do Farias. Houve também um efeito da presença de ninhos, $F(1, 1705) = 146,24$, $p < 0,001$, indicando que pontos onde fêmeas desovam são significativamente mais altos. Não foi encontrada uma interação significativa entre as praias e os pontos amostrados $F(1, 1705) = 0.22$, $p = 0.64$ (Figura 14).

Pádua (1981) mediu a altura de quatro ninhos em relação à água no dia 24 de outubro de 1979 na Praia do Leonardo. Esses ninhos estavam localizados na área de concentração (maior parte dos ninhos) e se encontravam à uma altura 167.3 e 162.3, 79.3 e 78.90 cm em relação ao nível da água. Considerando-se a altura média do nível da água em 2014 de 497 cm, é possível estimar que a altura total dos ninhos variou entre 575,9 e 659,3 cm, alturas semelhantes à média encontrada no ano de 2014 (Farias = 648 cm e Jacaré = 704 cm).

Além de mais altas, as áreas de desova na praia do Jacaré se tornaram disponíveis mais cedo. Na praia do Jacaré, 50 % e 100% das áreas de desova emergiram nos dias 12 (nível do rio: 799 cm) e 25 (nível do rio: 712 cm) Setembro de 2014, respectivamente (Figura 15). Em contraste, apenas no dia 27 de Setembro (nível do rio: 697 cm), 50% das áreas de desova na Praia do Farias emergiram. Somente no dia 4 de Outubro (nível do rio: 633 cm) 100% das áreas de desova na praia do Jacaré se encontraram acima da água (Figura 15). É importante lembrar que estes cenários são extremamente otimistas, pois consideram a mortalidade dos ovos apenas caso haja a total submersão dos ninhos. Portanto, deve-se levar em consideração que provavelmente a perda dos ninhos de ninhos de *P. expansa* ocorre quando a água atinge o fundo do ninho, cuja profundidade média na região em análise é de 82 cm (Alho e Pádua 1982b, Haller e Rodrigues 2006, Vogt 2008).

Tabela 11. Média, erro padrão, mínimo e máximo (entre parênteses), número de anos (n), teste de Levene e ANOVA em relação à altura total dos pontos amostrados e áreas de desova (ninhos). Anovas Welch foram usadas quando os testes de Levene foram significantes.

Praia	Pontos	Ninhos	Levene	Anova/Welch
Jacaré	627.9 ± 2.6 (441.0 – 882.1) n = 901	704.6 ± 5.2 (587.5 – 798.8) n = 103	F = 8,98 df = 1,1002 p < 0,01	F = 172,45 df = 1,157.05 p < 0,001
Farias	586.5 ± 3.0 (441.0 – 799.0) n = 699	648.1 ± 25.1 (540.5 – 697.3) n = 6	F = 0,82 df = 1,703 p = 0,365	F = 3,72 df = 1,703 p = 0,054
Levene	F = 6,76 df = 1,1598 p < 0,01	F = 0,16 df = 1,107 p = 0,69		
Anova/Welch	F = 111,20 df = 1,1.1498,46 p < 0,001	F = 6,32 df = 1,107 p < 0,05		

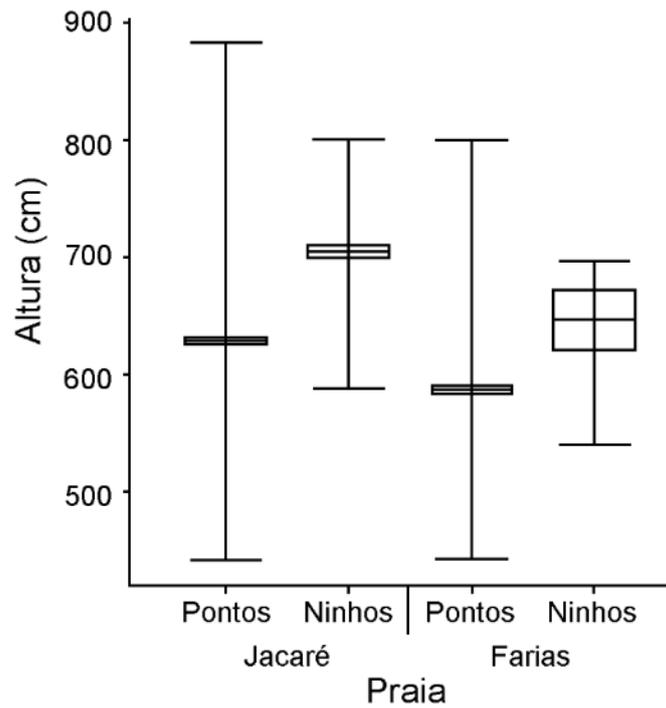


Figura 13. Box-plot ilustrando a média, erro padrão, mínimo e máximo em relação à altura total dos pontos amostrados e áreas de desova (ninhos) de *Podocnemis expansa* nas duas praias estudadas (Jacaré e Farias) da Rebio Trombetas.

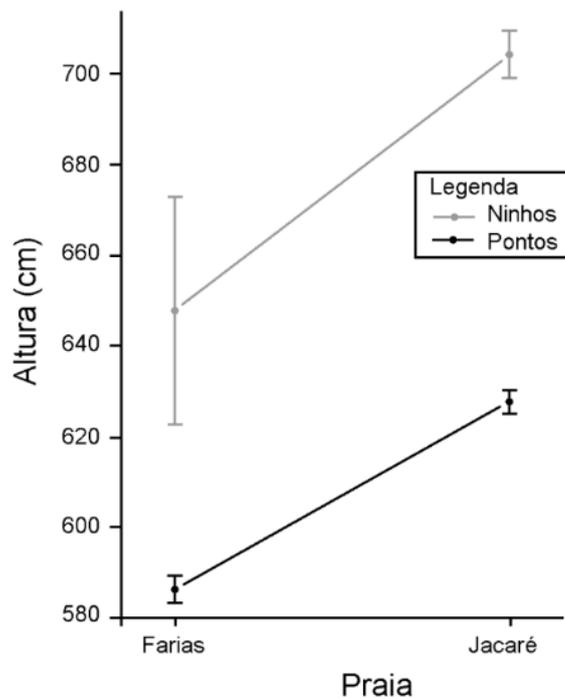


Figura 14. Gráfico ilustrando a média, erro padrão e a ausência de interação em relação à altura total dos pontos amostrados e áreas de desova (ninhos) para *Podocnemis expansa* nas duas praias estudadas (Jacaré e Farias) na Rebio Trombetas.

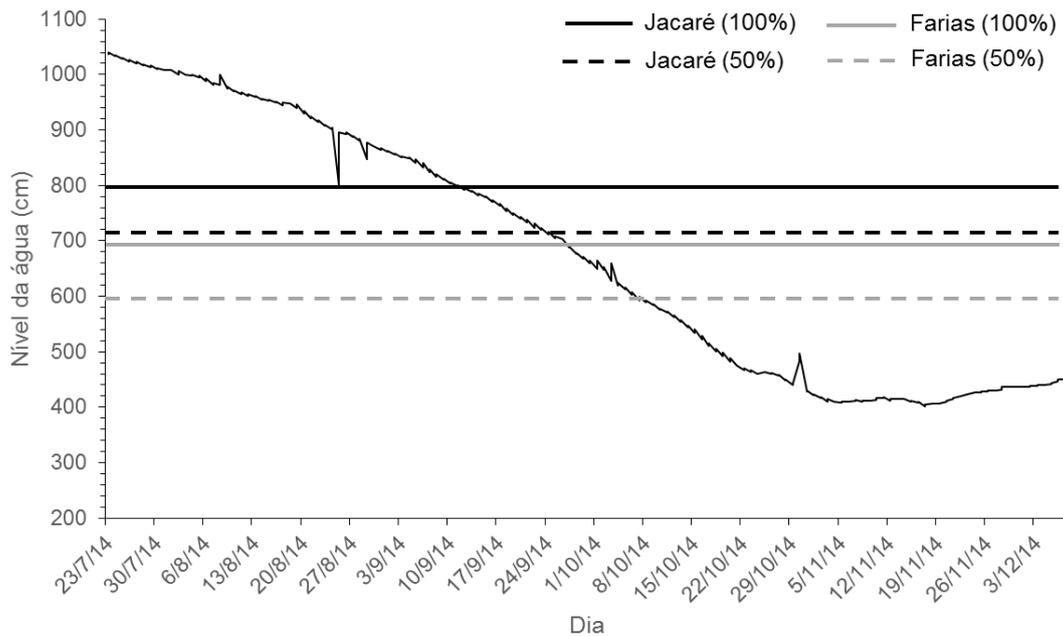


Figura 15. Porcentagem das áreas de desova (50 e 100%) de *Podocnemis expansa* acima do nível da água durante a estação seca de 2014 (23/07 a 7/12) na Rebio Trombetas nas praias do Jacaré e Farias.

Com relação às chances de sobrevivência dos ninhos em diferentes cenários de inundação, é possível observar que ninhos localizados nas praias do Farias e Jacaré seriam inundados em cenários e períodos distintos durante a estação seca (23 de setembro a 7 de dezembro de 2014), sendo os ninhos da praia do Farias inundados mais precocemente e em cenários de subida do rio mais amenos (Figura 16). Para testarmos o modelo de inundação consideramos que a perda dos ninhos é assumida quando o máximo de dias necessários para a eclosão dos filhotes de *P. expansa* (55 dias) não é atingido. Neste caso, uma perda de 50% dos ninhos ocorreria na Praia do Farias quando há uma subida de 100 cm, enquanto uma subida de 200 cm provocaria a perda de 100% dos ninhos. Na Praia do Jacaré há uma perda de 50% quando há uma subida de 200 cm. Entretanto, não houve uma perda de 100% de ninhos em nenhum dos cenários analisados na praia do Jacaré (Figura 17).

Desde o início da década de 80 a praia do Jacaré passou a ser o local mais utilizado para desova de *P. expansa* (Valle et al. 1973, Vecchi 1978, Alho e Pádua 1982b, RAN-IBAMA 2003). Em 2014, essa praia apresentou a maior área (km²), os pontos mais altos e consequentemente as desovas mais altas em relação ao nível do rio. Ninhos postos nas partes mais altas da praia do Jacaré seriam capazes de resistir à uma subida repentina do rio de pelo menos 2 metros. Essas características provavelmente fazem desta praia a mais propícia para a desova de *P. expansa*. As futuras mudanças climáticas devem modificar substancialmente a hidrologia da bacia Amazônica (Guimbertau et al. 2013). Os resultados encontrados neste estudo possuem o potencial de auxiliar futuros programas de manejo na Rebio Trombetas.

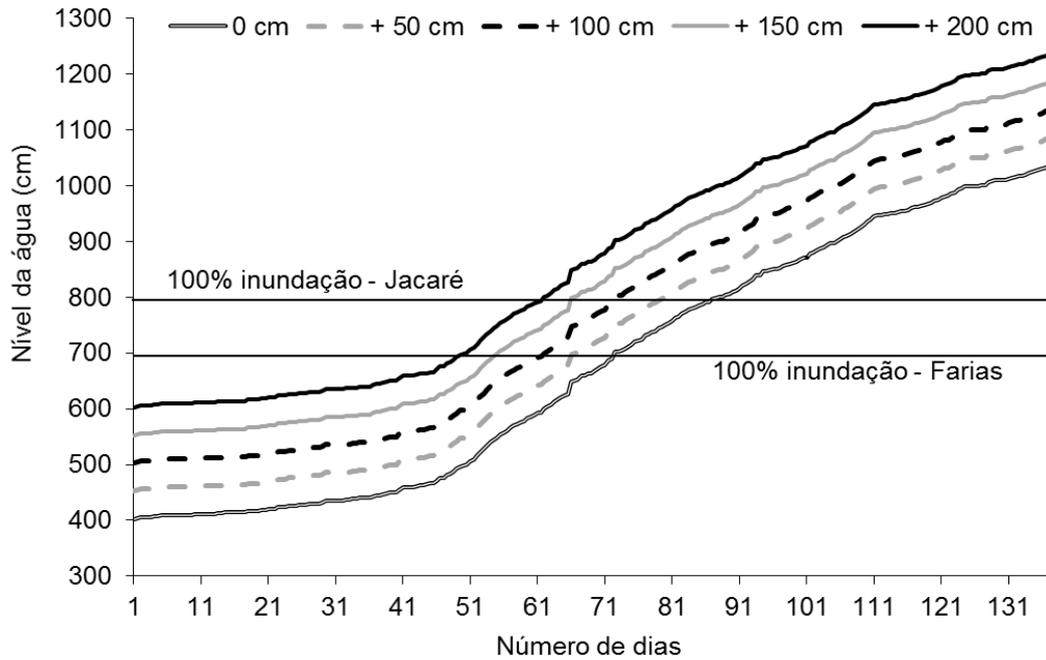


Figura 16. Modelos de curva de inundação de ninhos relacionados a diferentes cenários de subida repentina das águas (0, +50, +100, +150 e 200 cm) em relação à mortalidade dos ninhos nas praias do Farias e Jacaré, entre os dias 23 de setembro e 7 de dezembro de 2014, na Rebio Trombetas.

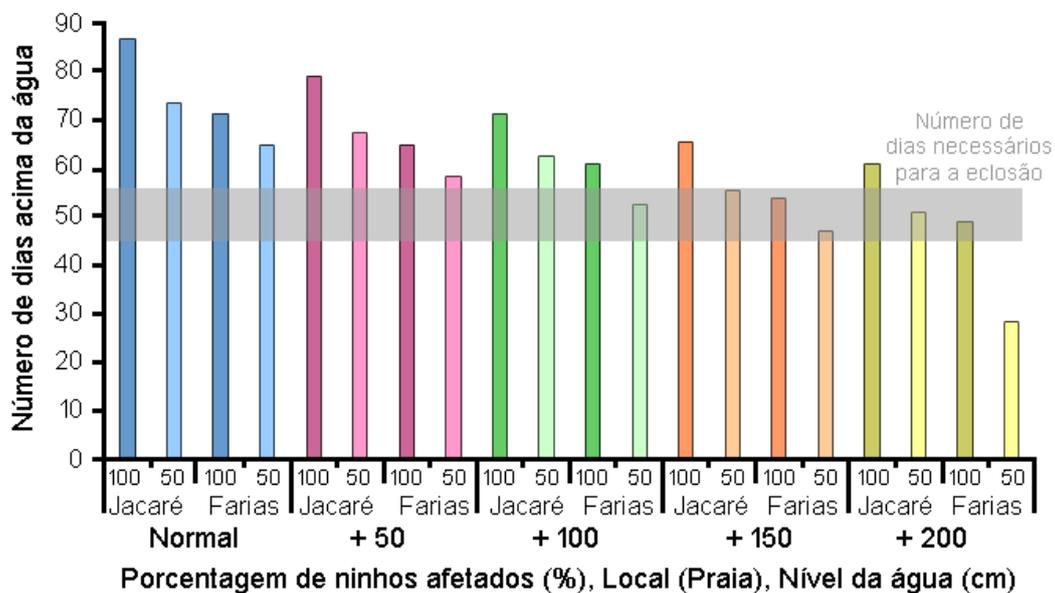


Figura 17. Modelos de número de dias em que 50 e 100% dos ninhos ficarão acima da água, em diferentes cenários de subida repentina das águas (0, +50, +100, +150, +200 cm) nas praias do Farias e Jacaré (Rebio Trombetas), entre os dias 23 de setembro e 7 de dezembro de 2014. Perda de ninhos é assumida quando as barras coloridas não ultrapassam o máximo de dias necessários para a eclosão dos filhotes de *P. expansa* (parte superior da área cinza).

Atividades de extensão

Durante a execução desse projeto a pós doutoranda Carla Eisemberg auxiliou na atividade de extensão ocorrida na Reserva Biológica do Rio Trombetas com os alunos de segundo grau de Porto Trombetas. Esta atividade foi promovida pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) / Rebio Trombetas visando conscientizar os estudantes em relação às atividades promovidas na Reserva para a conservação e manejo dos quelônios.

Entre as palestras e atividades ministradas, os alunos aprenderam sobre os objetivos do projeto desenvolvido pela pós doutoranda, assim como aprenderam na prática técnicas de mapeamento das praias de desova (com o uso de bússola, fita métrica e régua altimétrica). Estas atividades foram formuladas para que os alunos desenvolvessem pensamento científico e compreendessem os desafios encontrados nas pesquisas realizadas nessa reserva biológica (Figura 18).



Figura 18. Atividade de extensão com os alunos e professores do ensino médio de Porto Trombetas (a) aprendendo sobre as atividades de conservação desenvolvidas na Reserva (b) e colocando em

prática técnicas de mapeamento das praias de desova: utilização de fita métrica e régua altimétrica (c, d) e bússola (e, f).

Atividades de orientação

Durante a execução desse projeto a pós doutoranda Carla Eisemberg auxiliou na orientação e formação científica da aluna de mestrado do BADPI/INPA Fernanda Freda Pereira. As atividades exercidas em colaboração pelas duas pesquisadoras contemplaram:

- 1- Auxílio nas análises de dados do projeto de Mestrado da aluna Fernanda Pereira com o programa “R”.
- 2- Auxílio na produção de gráficos referentes ao do projeto de Mestrado da aluna Fernanda utilizando o programa Adobe Photoshop.
- 3- Ensino de novas técnicas de mapeamento, georreferenciamento e medidas de altura de praias e locais de desova de quelônios utilizando GPS, bússola, fita métrica e régua altimétrica. Essas técnicas foram utilizadas durante o projeto da pós doutoranda Carla Eisemberg e foram acompanhadas pela aluna de Mestrado Fernanda Pereira (Figura 19).
- 4- Revisão da Dissertação do Mestrado em questão.

O resultado direto desta colaboração será um artigo referente ao primeiro capítulo da dissertação da aluna de Mestrado Fernanda Pereira, na qual a pós doutoranda Carla Eisemberg será co-autora:

1. Título: Comportamento de nidificação e aspectos reprodutivos de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines: Podocnemididae) na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará, Brasil.
 - a. Autores: Pereira, F.F., Bernardes, V.C.D., Eisemberg, C.C., Kurzmmann, C.F., Vogt, R.C.
 - b. Periódico: Chelonian Conservation and Biology (Impact factor: 0.696; Qualis B1 na área de Biodiversidade).



Figura 19. Técnicas de mapeamento, georreferenciamento e medidas de altura de praias e locais de desova de quelônios utilizando GPS, bússola, fita métrica e régua altimétrica, sendo utilizadas na Reserva Biológica do Rio Trombetas no dia 5 de dezembro de 2014.

Cronograma

Atividades	2014					
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Levantamento bibliográfico	X	X	X	X	X	X
Obtenção de dados históricos	X	X				
Análises estatísticas (dados históricos)		X	X	X		
Mapeamento das praias e ninhos (Trombetas)					X	X
Geoprocessamento					X	X
Análises estatísticas (nível de vulnerabilidade)					X	X
Redação de artigos (fase preliminar)			X	X	X	X
Redação do relatório					X	X

Orçamento

Sumário total – Julho à Dezembro de 2014:

Item	Duração (meses)	Valor unitário	Total
Taxa de Bancada	6	R\$ 400.00	R\$ 2,400.00
Mensalidade da bolsa	6	R\$ 4,100.00	R\$ 24,600.00
		Valor final:	R\$ 27,000.00

Sumário da Taxa de bancada – Julho à Dezembro de 2014:

Item	Valor
Taxa de bancada por mês	R\$ 400.00
Número de meses	R\$ 6.00
Total	R\$ 2,400.00
Valor utilizado	R\$ 2,500.80
Diferença paga pelo Pós Doutorando	R\$ 100.80
Valor à ser devolvido ao CNPq	R\$ 0.00

Orçamento da taxa de bancada detalhado – Julho à Dezembro de 2014:

Itens	Localidade	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Vôo: Manaus-Trombetas	Manaus	1 vôo ida e volta	R\$ 1,291.37	R\$ 1,291.37
Gasolina para o trabalho de campo (Barco)	Porto Trombetas	282,578 Litros	R\$ 3.49	R\$ 986.20
Oleo para ser adicionado à gasolina (Barco)	Porto Trombetas	9 unidades Lubrax Nautica	R\$ 9.00	R\$ 81.00
Introductory Statistics with R	Manaus	1 livro	\$ 52,29 USD*	R\$ 142.23
			Valor final:	R\$ 2,500.80

* Cambio de acordo com o Banco Central do Brasil no dia 18/Dez/2014: 1 USD (dólar americano = 2,72 BRL (Real Brasileiro).

Referências Bibliográficas

- Alfinito, J. 1675. A preservação da tartaruga da Amazônia. *Brasil Florestal* **6**:20-23.
- Alho, C. J., e L. F. Pádua. 1982a. Sincronia entre regime de vazante do rio e comportamento de nidificação da tartaruga da Amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). *Acta Amazonica* **12**:323-326.
- Alho, C. J. R., A. G. Carvalho, e L. F. M. Pádua. 1979. Ecologia da Tartaruga da Amazônia e avaliação de seu manejo na Reserva Biológica do Rio Trombetas. *Brasil Florestal* **9**:29-47.
- Alho, C. J. R., e T. M. S. Danni. 1984. Influência da temperatura de incubação na determinação do sexo da Tartaruga da Amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Biologia* **44**:305-311.
- Alho, C. J. R., T. M. S. Danni, e L. F. M. Padua. 1985. Temperature-dependent sex determination in *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). *Biotropica* **17**:75-78.
- Alho, C. J. R., e L. F. M. Pádua. 1982b. Reproductive parameters e nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology* **60**:97-103.
- Alves-Júnior, J., A. Lustosa, A. Bosso, R. Balestra, L. Bastos, L. Miranda, e A. Santos. 2012. 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. *Brazilian Journal of Biology* **72**:199-203.
- Andrade, P. C. M., S. L. O. Canto, M. S. Oliveira, A. M. Duarte, A. Begrow, R. J. Subirá, e J. Leland. 1998. Consumo de produtos da fauna silvete no Estado do Amazonas. . Faculdade de Ciências Agrárias da Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Brazil.
- Bates, H. W. 1876. *The naturalist on the river Amazon*. Murray, London, UK.
- Batistela, A. M. 2003. Ecologia de nidificação de *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemidae) em campinas do Médio Rio Negro-AM. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil.

- Bernhard, R. 2001. Biologia reprodutiva de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil.
- Botta, A., N. Ramankutty, e J. A. Foley. 2002. Long-term variations of climate e carbon fluxes over the Amazon basin. *Geophysical Research Letters* **29**:33-31-33-34.
- Cantarelli, V., e L. Herde. 1989. Projeto quelônios da Amazônia 10 anos. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA. Ministério do Interior, Brasília, Brasil.
- Cantarelli, V. H., A. Malvasio, e L. M. Verdade. 2014. Brazil's *Podocnemis expansa* conservation program: Retrospective e future directions. *Chelonian Conservation e Biology* **13**:124-128.
- Cook, K. H., e E. K. Vizy. 2008. Effects of twenty-first-century climate change on the Amazon rain forest. *Journal of Climate* **21**:542-560.
- Costa, M. H., A. Botta, e J. A. Cardille. 2003. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology* **283**:206-217.
- Costa, M. H., e J. A. Foley. 2000. Combined effects of deforestation e doubled atmospheric CO₂ concentrations on the climate of Amazonia. *Journal of Climate* **13**:18-34.
- Coutinho, J. M. S. 1968. *Podocnemis expansa*, a tartaruga-da-Amazônia. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* **4**:733-745.
- Cutrim, E. M., L. Molion, e D. Nechet. 2000. Chuvas na Amazônia durante o século XX. Pages 1327-1333 in *Anais: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Rio de Janeiro.
- Eisemberg, C. 2004. Manipulação da proporção sexual em ninhos de *Podocnemis sextuberculata* (Cornalia, 1849) (Testudines, Podocnemididae) na Praia Pirapucú – RDS/Mamirauá – AM. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- ENGE-RIO-Eletronorte. 1998. Relatório Técnico POR-14B-5680-RT. Eletrobras / Eletronorte, Brasília, Brazil.
- Escalona, T., e J. E. Fa. 1998. Survival of nests of the terecay turtle (*Podocnemis unifilis*) in the Nichare-Tawadu Rivers, Venezuela. *Journal of Zoology* **244**:303-312.
- Fachín Terán, A. 1992. Desove y uso de playas para nidificación de Taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el río Samiria, Loreto-Peru. *Boletín de Lima*:65-75.
- Fachín Terán, A., e E. M. von Mülhen. 2003. Reproducción de la Taricaya *Podocnemis unifilis* troschel 1848 (Testudines: Podocnemididae) en la várzea del medio Solimões, Amazonas, Brasil. *Ecología Aplicada* **2**:125-132.
- Fearnside, P. M. 2006. A vazante na Amazônia e o aquecimento global. *Ciência Hoje* **39**:76-78.
- Fearnside, P. M. 2009. A vulnerabilidade da floresta amazônica perante as mudanças climáticas. *Oecologia Brasiliensis* **13**:609-618.
- Félix-Silva, D. 2004. Ecologia Reprodutiva do “Cabeçudo” (*Peltocephalus dumerilianus*) Testudines: Pelomedusidae, no Parque Nacional do Jaú, Amazonas-Brasil. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.
- Ferreira-Júnior, P. D. 2009. Efeitos de fatores ambientais na reprodução de tartarugas. *Acta Amazonica* **39**:319 - 334.
- Ferreira-Júnior, P. D., e P. T. A. Castro. 2010. Nesting ecology of *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848)(Testudines, Podocnemididae) in the Javaés River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **70**:85-94.
- Ferreira Júnior, P. D., e P. T. A. Castro. 2003. Geological control of *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* nesting areas in Rio Javaés, Bananal Island, Brazil. *Acta Amazonica* **33**:445-468.
- Fish, M. R., I. M. Cote, J. A. Gill, A. P. Jones, S. Renshoff, e A. R. Watkinson. 2005. Predicting the Impact of Sea-Level Rise on Caribbean Sea Turtle Nesting Habitat. *Conservation Biology* **19**:482-491.
- Foley, J. A., A. Botta, M. T. Coe, e M. H. Costa. 2002. El Niño–Southern oscillation e the climate, ecosystems e rivers of Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles* **16**:1132.
- Foley, J. A., R. DeFries, G. P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S. R. Carpenter, F. S. Chapin, M. T. Coe, G. C. Daily, H. K. Gibbs, J. H. Helkowski, T. Holloway, E. A. Howard, C. J. Kucharik, C. Monfreda, J. A. Patz, I. C. Prentice, N. Ramankutty, e P. K. Snyder. 2005. Global consequences of land use. *Science* **309**:570-574.
- Foot, R. W. 1978. Nesting of *Podocnemis unifilis* (Testudines: Pelomedusidae) in the Colombian Amazon. *Herpetologica* **34**:333-339.
- Fuentes, M., J. Dawson, S. Smithers, M. Hamann, e C. Limpus. 2010a. Sedimentological characteristics of key sea turtle rookeries: potential implications under projected climate change. *Marine e Freshwater Research* **61**:464-473.

- Fuentes, M., C. J. Limpus, M. Hamann, e J. Dawson. 2010b. Potential impacts of projected sea-level rise on sea turtle rookeries. *Aquatic Conservation: Marine e Freshwater Ecosystems* **20**:132-139.
- Fuentes, M., J. Maynard, M. Guinea, I. Bell, P. Werdell, e M. Hamann. 2009. Proxy indicators of sand temperature help project impacts of global warming on sea turtles in northern Australia. *Endangered Species Research* **9**:33-40.
- Gentry, A. H., e J. Lopez-Parodi. 1980. Deforestation e increased flooding of the upper Amazon. *Science* **210**:1354-1356.
- Guimberteau, M., J. Ronchail, J. Espinoza, M. Lengaigne, B. Sultan, J. Polcher, G. Drapeau, J.-L. Guyot, A. Ducharne, e P. Ciais. 2013. Future changes in precipitation e impacts on extreme streamflow over Amazonian sub-basins. *Environmental Research Letters* **8**:014035.
- Haller, E. C. P., e M. T. Rodrigues. 2006. Reproductive biology of the Six-Tubercled Amazon River Turtle *Podocnemis sextuberculata* (Testudines: Podocnemididae), in the Biological Reserve of Rio Trombetas, Pará, Brazil. *Chelonian Conservation e Biology* **5**:280-284.
- Hildebrand, P., C. Saenz, M. Pehuela, e C. Caro. 1988. Biología reproductiva y manejo de la tortuga Charapa (*Podocnemis expansa*) en el bajo rio Caqueta. *Colombia Amazonica* **3**:89-102.
- IBAMA. 1989. Projeto quelônios da Amazônia 10 anos. IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), Brasília, Brazil.
- ICMBIO-RAN. 2014. Homepage do RAN - <http://www.icmbio.gov.br/ran/>. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), RAN (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios), Goiânia, Brasil.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Johns, A. D. 1987. Continuing problems for Amazon river turtles. *Oryx* **21**:25-28.
- Junk, W. J., P. B. Bayley, e R. E. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries e aquatic sciences* **106**:110-127.
- Kemenes, A., e J. C. B. Pezzuti. 2007. Estimate of trade traffic of *Podocnemis* (Testudines, Podocnemididae) from the middle of Purus River, Amazonas, Brasil. *Chelonian Conservation e Biology* **6**:259-262.
- Malvasio, A., G. Salera-Júnior, A. M. Souza, e N. R. Modro. 2005. Análise da interferência do manuseio dos ovos no índice de eclosão e no padrão de escutelação do casco e as correlações encontradas entre as medidas das covas, ovos e filhotes em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Pelomedusidae). *Publicações avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural* **8**:15-38.
- Marengo, J. A. 1992. Interannual variability of surface climate in the Amazon basin. *International Journal of Climatology* **12**:853-863.
- Marengo, J. A. 2004. Interdecadal variability e trends of rainfall across the Amazon basin. *Theoretical e Applied Climatology* **78**:79-96.
- Marengo, J. A. 2008. Água e mudanças climáticas. *estudos avançados* **22**:83-96.
- Marengo, J. A., J. Tomasella, W. Soares, L. Alves, e C. Nobre. 2012. Extreme climatic events in the Amazon basin. *Theoretical e Applied Climatology* **107**:73-85.
- Mitchell, C., e L. Quiñones. 1994. Manejo y conservación de la taricaya (*Podocnemis unifilis*) en la Reserva de Biosfera del Manú, Madre de Dios. *Boletín de Lima* **16**:425-436.
- Mittermeier, R. A. 1978. South America's River Turtles: Saving them by use. *Oryx* **14**:222-230.
- Nijssen, B., G. O'Donnell, A. Hamlet, e D. Lettenmaier. 2001. Hydrologic sensitivity of global rivers to climate change. *Climatic Change* **50**:143-175.
- Nobre, C. A., G. Sampaio, e L. Salazar. 2007. Mudanças climáticas e Amazônia. *Ciência e Cultura* **59**:22-27.
- Ojasti, J. 1967. Consideraciones sobre la ecología y conservación de la tortuga *Podocnemis expansa* (Chelonia, Pelomedusidae). *Atas Simposio Sobre Biota Amazônica* **7**:201-206.
- Pádua, L. F. M. 1981. Biología da reprodução, conservação e manejo da Tartaruga-da-Amazônia - *Podocnemis expansa* (Testudinata, Pelomedusidae) na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará. Universidade de Brasília, Brasília, Brazil.
- Pádua, L. F. M., e C. J. R. Alho. 1982. Comportamento de nidificação da tartaruga-da-Amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata-Pelomedusidae), na Reserva Biológica do Rio Trombetas, Pará. *Brasil Florestal* **12**:33-44.
- Páez, V. P., e B. C. Bock. 1998. Temperature effect on incubation period in the yellow-spotted river Turtle *Podocnemis unifilis*, in the Colombian Amazon. *Chelonian Conservation e Biology* **3**:31-36.

- Pantoja-Lima, J. 2007. Aspectos da biologia reprodutiva de *Podocnemis expansa* Schweigger, 1812, *Podocnemis sextuberculata* Cornalia, 1849 e *Podocnemis unifilis* Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae) na Reserva Biológica do Abufari, Amazonas, Brasil. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil.
- Pantoja-Lima, J., J. C. B. Pezzuti, D. Félix-Silva, G. H. Rebêlo, L. A. S. Monjeló, e A. Kemenes. 2009. Seleção de locais de desova e sobrevivência de ninhos de quelônios *Podocnemis* no baixo Rio Purus, Amazonas, Brasil. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* **1**:37-59.
- Peña, A. P. 2002. Floresta Nacional Saracá-Taquera (Relatório Técnico Anual). IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Oriximiná, Brazil.
- Pezzuti, J. C. B., e R. C. Vogt. 1999. Nesting Ecology of *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae) in the Japurá River, Amazonas, Brazil. *Chelonian Conservation e Biology* **3**:419-424.
- Portal, R. R., B. B. Cardoso, K. Bonach, e F. C. C. Esteves. 2007. Ecologia e conservação da tartaruga verdadeira, *Podocnemis expansa* Schwigger, 1812 (Chelonia, Pelomedusidae), no Arquipélago dos Camaleões, Afuá-PA, Brasil. *Boletim Técnico Científico do Cepnor* **7**:55-69.
- Pritchard, P. C. H. 1979. Taxonomy, evolution, e zoogeography. Pages 1-42 in M. Harless e H. Morlock, editors. *Turtles: Perspectives e Research*. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Raeder, F. 2003. Elaboração de plano para manejo e conservação de aves e quelônios na Praia do Horizonte, Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brasil.
- RAN-IBAMA. 2003. Quelônios da Amazônia – PQA-PA/Trombetas. Goiás, Brazil.
- Rodrigues, M. T. 2005. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. *Megadiversidade* **1**:87-94.
- Ronchail, J., G. Cochonneau, M. Molinier, J.-L. Guyot, A. G. De Miranda Chaves, V. Guimarães, e E. de Oliveira. 2002. Interannual rainfall variability in the Amazon basin e sea-surface temperatures in the equatorial Pacific e the tropical Atlantic Oceans. *International Journal of Climatology* **22**:1663-1686.
- Ropelewski, C. F., e M. S. Halpert. 1987. Global e regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern oscillation. *Monthly Weather Review* **115**:1606-1626.
- Ropelewski, C. F., e M. S. Halpert. 1989. Precipitation patterns associated with the high index phase of the southern oscillation. *Journal of Climate* **2**:268-284.
- Roze, J. 1964. Pilgrim of the river. *Natural History* **73**:34-41.
- Rylands, A. B., e K. Brandon. 2005. Brazilian protected areas. *Conservation Biology* **19**:612-618.
- Rylands, A. B., e L. P. d. S. Pinto. 1998. Conservação da biodiversidade na Amazônia brasileira: uma análise do sistema de unidades de conservação. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro, Brasil.
- Schneider, L., C. R. Ferrara, R. C. Vogt, e J. Burger. 2011. History of turtle exploitation e management techniques to conserve turtles in the Rio Negro basin of the Brazilian Amazon. *Chelonian Conservation e Biology* **10**:149-157.
- Schöngart, J., e W. J. Junk. 2007. Forecasting the flood-pulse in Central Amazonia by ENSO-indices. *Journal of Hydrology* **335**:124-132.
- Schöngart, J., W. J. Junk, M. T. F. Piedade, J. M. Ayres, A. Hüttermann, e M. Worbes. 2004. Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains e the El Niño–Southern Oscillation effect. *Global Change Biology* **10**:683-692.
- Shukla, J., C. Nobre, e P. Sellers. 1990. Amazon deforestation e climate change. *Science* **247**:1322-1325.
- Smith, N. J. H. 1975. Destructive exploitation of the South American river turtle. *Chelonia* **2**:1-9.
- Souza, R. R., e R. C. Vogt. 1994. Incubation temperature influences sex e hatchling size in the neotropical turtles *Podocnemis unifilis*. *Journal of Herpetology* **28**:453-464.
- Thorbjarnarson, J., e R. Silveira. 1996. *Podocnemis unifilis* (Yellow-headed Sideneck). Nesting. *Herpetological Review* **27**:77-78.
- Thorbjarnarson, J. B., N. Perez, e T. Escalona. 1993. Nesting of *Podocnemis unifilis* in the Capanaparo River, Venezuela. *Journal of Herpetology* **27**:344-347.
- Tomasella, J., L. S. Borma, J. A. Marengo, D. A. Rodriguez, L. A. Cuartas, C. A. Nobre, e M. C. R. Prado. 2011. The droughts of 1996–1997 e 2004–2005 in Amazonia: hydrological response in the river main-stem. *Hydrological Processes* **25**:1228-1242.
- Uvo, C. B., C. A. Repelli, S. E. Zebiak, e Y. Kushnir. 1998. The relationships between Tropical Pacific e Atlantic SST e northeast Brazil monthly precipitation. *Journal of Climate* **11**:551-562.
- Vale, R. d., N. Filizola, R. Souza, e J. Schongart. 2011. The flood of 2009 in the Brazilian Amazon. *Revista Brasileira de Geociências* **41**:577-586.

- Valenzuela, N. 2001. Constant, shift, e natural temperature effects on sex determination in *Podocnemis expansa* turtles. *Ecology* **82**:3010-3024.
- Valenzuela, N., R. Botero, e E. Martínez. 1997. Field study of sex determination in *Podocnemis expansa* from Colombian Amazonia. *Herpetologica* **53**:390-398.
- Valle, R. C., J. Alfinito, e M. M. F. Silva. 1973. Contribuição ao estudo da Tartaruga Amazônica. Pages 65-87 Simpósio Internacional sobre manejo de Fauna Silvestre e Pesca Fluvial e Lacustre Amazônica. IBDF/SUDEPE/IICA, Manaus, Brazil.
- Vanzolini, P. 1967. Notes on the nesting behavior of *Podocnemis expansa* in the Amazon valley (Testudines, Pelomedusidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* **20**:191-215.
- Vanzolini, P., e N. Gomes. 1979. A note of the biometry e reproduction of *Podocnemis sextuberculata*. *Papéis Avulsos de Zoologia* **32**:277-290.
- Vanzolini, P. E. 2003. On clutch size e hatching success of the South American turtles *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **75**:415-430.
- Vecchi, N. O. 1978. Trombetas, o rio das tartarugas. *Troféu, S. Paulo* **84**:30-39.
- Vismara, M. R. 2009. Influência do manejo de ninhos de *Podocnemis unifilis* sobre o desenvolvimento de embriões no Lago Erepecu, REBIO-Trombetas (PA). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brasil.
- Vogt, R. C. 2008. Tartarugas da Amazônia. Gráfica Biblos, Lima, Peru.
- Vogt, R. C., V. H. Cantarelli, e A. G. Carvalho. 1994. Reproduction of the cabeçudo. *Peltocephalus dumerilianus*, in the Biological Reserve of Rio Trombetas, Pará, Brazil. *Chelonian Conservation e Biology* **1**:145-148.