



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
E RECURSOS PESQUEIROS



**INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE
NINHOS E FILHOTES DE QUELÔNIOS (*Podocnemis expansa*, SCHWEIGGER, 1812,
Podocnemis unifilis, TROSCHER, 1848; E *Podocnemis sextuberculata*, CORNALIA,
1849) EM ÁREAS DE MANEJO COMUNITÁRIO NO MÉDIO RIO AMAZONAS**

ÂNDRYA DRUMOND BATISTA DE CARVALHO

Manaus - Amazonas

Setembro, 2025

ÂNDRYA DRUMOND BATISTA DE CARVALHO

**INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE
NINHOS E FILHOTES DE QUELÔNIOS (*Podocnemis expansa*, SCHWEIGGER, 1812,
Podocnemis unifilis, TROSCHER, 1848; E *Podocnemis sextuberculata*, CORNALIA,
1849) EM ÁREAS DE MANEJO COMUNITÁRIO NO MÉDIO RIO AMAZONAS**

Orientador: Dr. Paulo Cesar Machado Andrade

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência Animal e
Recursos Pesqueiros da Universidade
Federal do Amazonas como requisito
final para obtenção do grau de Mestre
em Ciência Animal e Recursos
Pesqueiros, área de concentração Uso
Sustentável de Recursos Pesqueiros.

Manaus - Amazonas

Setembro, 2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

-
- C331i Carvalho, Ândrya Drumond Batista de
Influência das mudanças climáticas sobre a produção de ninhos e filhotes de quelônios (*Podocnemis expansa*, Schweigger, 1812, *Podocnemis unifilis*, Troschel, 1848; E *Podocnemis sextuberculata*, Cornalia, 1849) em áreas de manejo comunitário no médio rio Amazonas / Ândrya Drumond Batista de Carvalho. - 2025.
92 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Paulo Cesar Machado Andrade.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, Manaus - AM, 2025.
1. *Podocnemis*(Quelônios). 2. Nidificação. 3. Ambiente. 4. Ciclo hidrológico. 5. Clima. I. Andrade, Paulo Cesar Machado. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros. III. Título
-



Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
PPG em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros



DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aluno(a): Andrya Drumond Batista de Carvalho

Nível: (X) Mestrado () Doutorado

Área de Concentração: Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros

Orientador(a): Dr. Paulo Cesar Machado Andrade

Título: INFLUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A PRODUÇÃO DE NINHOS E FILHOTES DE QUELÔNIOS (*Podocnemis expansa*, SCHWEIGGER, 1812; *Podocnemis unifilis*, TROSCHER, 1848; E *Podocnemis sextuberculata*, CORNALIA, 1849) EM ÁREAS DE MANEJO COMUNITÁRIO NO MÉDIO RIO AMAZONAS

BANCA EXAMINADORA

Titulares	Parecer	Assinatura
Dr. Paulo Cesar Machado Andrade - Presidente Universidade Federal do Amazonas	(X) Aprovação () Reprovação	
Dra. Aldeniza Cardoso Lima – Membro Universidade Federal do Amazonas	(X) Aprovação () Reprovação	
Dra. Vanessa Souza Altino – Membro Universidade Federal do Oeste do Pará	(X) Aprovação () Reprovação	Documento assinado digitalmente VANESSA SOUZA ALTINO Data: 23/09/2025 15:02:25-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

Manaus (AM), 18 de setembro de 2025.

Resultado Final: (X) Aprovação
() Reprovação



Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros
Bloco Pós-Graduação ICB/FCA, Setor Sul do Campus da Universidade Federal do Amazonas
Av. Gal. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, nº 6200, Bairro Coroado I
CEP 69077-000, Manaus, Amazonas, Brasil
Contato: ppgcarp@ufam.edu.br (Coordenação) / ppgcarpsecretaria@ufam.edu.br (Secretaria)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me concedeu sabedoria e força para me manter de pé em meio às adversidades da vida.

A Universidade Federal do Amazonas por permitir vivências dentro e fora do campus que foram essenciais para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo César Machado Andrade por toda paciência, compreensão e por ter me oferecido a chance de trabalhar em uma área que descobri amar profundamente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros pela oportunidade de desenvolvimento profissional.

A toda equipe do Laboratório de Animais Silvestres, que me permitiu conhecer pessoas maravilhosas que sempre me auxiliaram de diferentes formas durante a construção desse trabalho.

Ao meu pai Ádson, que nunca me deixou desistir.

Aos meus irmãos Allan Calebe e André Levi por compreenderem minha ausência e sempre me apoiarem mesmo nem entendendo exatamente o que me fazia ficar tão ocupada.

A minha mãe Silvia Andréa, especialmente, que mesmo enfrentando uma cirurgia no coração, a descoberta de uma doença autoimune e o meu episódio de depressão moderada durante este período, se manteve firme e me apoiou a não desistir mesmo sendo a única provedora do lar por não haver disponibilidade de bolsa durante o primeiro ano do mestrado. Lhe amo tanto que me faltam palavras para agradecer.

Aos meus amigos, Ruben Rodrigues, Aline Lima, Gilberto Batista, Ramon Duque, Tayanne Lopes, Rebeca Moda, Raylane Oliveira e todos que, com carinho, sempre me acolheram e acreditaram no meu potencial mesmo quando eu não conseguia enxergar. Minha sincera gratidão.

Ao Projeto Pé-de-Pincha por ter me permitido ampliar meus horizontes, viajar para áreas distantes, trocar conhecimentos com pessoas incríveis e auxiliar na conservação de espécies de quelônios que são tão necessárias para nossa Amazônia.

E por fim a CAPES, por ter tornado possível minha continuidade no PPGCARP ao me contemplarem durante o segundo ano de mestrado.

RESUMO

Os quelônios sempre constituíram uma importante fonte de proteína para as populações ribeirinhas. Os eventos climáticos extremos que têm ocorrido na Amazônia nas duas últimas décadas podem estar influenciando na mudança comportamental biológica de determinadas espécies de quelônios como a tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*). O objetivo do presente trabalho foi analisar possíveis relações entre parâmetros reprodutivos (número de ninhos, taxa de eclosão, número de filhotes) de *Podocnemis expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata* com variações climáticas em sítios de nidificação em Barreirinha, Itacoatiara, Parintins e Nhamundá-AM na região do Médio rio Amazonas. Para isso, usamos dados de pluviosidade (mm) e nível da água (cm) e temperatura oriundos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e da ANA (Agência Nacional de Águas), conjuntamente com banco de dados reprodutivos (número diário de ninhos/ano e número de filhotes/ano), das espécies estudadas, coletados por voluntários do Programa Pé-de-Pincha durante os anos de 2000 a 2024. Trabalhamos com análise estatística descritiva (média, desvio padrão, máximo e mínimo) e testes de normalidade para todas as variáveis avaliadas. Realizamos testes de correlação de Spearman entre parâmetros analisados e quando significativos, aplicamos testes de regressão linear. Com isso, ao utilizarmos Modelos Lineares Generalizados (GLM), verificamos que o número de ninhos de tartarugas e tracajás esteve altamente correlacionado com a cota dos rios nas secas e cheias ($p=0,92$ e $0,98$). Para os tracajás, verões muito chuvosos influenciaram na redução na eclosão ($P<0,01$; $R^2=68\%$). Portanto, as quantidades de ninhos de tartaruga e iacá foram influenciadas pela cota mínima do rio, quanto menor a cota do rio (secas severas) maiores foram as quantidades de ninhos e a produção de filhotes de tartaruga e iacás. A quantidade de ninhos de tracajá foi influenciada pela cota mínima do rio, quanto maior a cota mínima do rio (verões e secas mais amenos) houve uma tendência a uma maior quantidade de ninhos e filhotes de tracajás. Tartarugas, e depois as iacás, parecem ser mais sensíveis as variações de fatores climáticos como as temperaturas mais elevadas e maiores secas dos rios (menores cotas mínimas) do que os tracajás. Devido às alterações climáticas anuais, estudos que forneçam informações sobre mudanças biológicas de tartarugas são cruciais para ações de manejo em vida livre.

Palavras-chave: *Podocnemis*; Nidificação; Ambiente; Ciclo hidrológico;

ABSTRACT

Chelonians have always been an important source of protein for riverside populations. Extreme climatic events that have occurred in the Amazon over the past two decades may be influencing the biological behavioral changes of certain chelonians species, such as the Amazon River turtle (*Podocnemis expansa*). The objective of this study was to analyze possible relationships between reproductive parameters (number of nests, hatching rate, number of hatchlings) of *Podocnemis expansa*, *P. unifilis*, and *P. sextuberculata* with climatic variations at nesting sites in Barreirinha, Itacoatiara, Parintins, and Nhamundá-AM in the middle Amazon River region. To do this, we used rainfall (mm), water level (cm), and temperature data from INMET (National Institute of Meteorology) and ANA (National Water Agency), along with reproductive databases (daily number of nests/year and number of hatchlings/year) of the studied species, collected by volunteers from the Pé-de-Pincha Program from 2000 to 2024. We performed descriptive statistical analysis (mean, standard deviation, maximum, and minimum) and normality tests for all evaluated variables. Spearman correlation tests were conducted between the analyzed parameters, and when significant, linear regression tests were applied. Using Generalized Linear Models (GLM), we found that the number of turtle and *tracajá* nests was highly correlated with river levels during droughts and floods ($p = 0.92$ and 0.98). For *tracajás*, very rainy summers influenced a reduction in hatching ($P < 0.01$; $R^2 = 68\%$). Therefore, the number of turtle and *iaçá* nests was influenced by the river's minimum level: the lower the river level (severe droughts), the greater the number of nests and hatchling production for turtles and *iaçás*. The number of *tracajá* nests was influenced by the river's minimum level: the higher the minimum river level (milder summers and droughts), the greater the tendency for more nests and hatchlings of *tracajás*. Turtles, followed by *iaçás*, appear to be more sensitive to variations in climatic factors such as higher temperatures and more severe river droughts (lower minimum levels) than *tracajás*. Due to annual climate changes, studies that provide information on biological changes in turtles are crucial for wildlife management actions.

Keywords: *Podocnemis*; Nesting; Environment; Hydrological cycle, Climate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Filhotes de quelônios Amazônicos: tartaruga da-Amazônia, <i>Podocnemis expansa</i> (A), tracajá, <i>P. unifilis</i> (B) e iacá, <i>P. sextuberculata</i> (C).....	7
Figura 2: Registros de atividades do projeto que incluem coleta e transferência de ovos (A), eclosão de filhotes (B), soltura dos filhotes (C) e educação ambiental na comunidade (D).	9
Figura 3: Mapa das regiões de coleta dos dados usados no experimento (Parintins, Barreirinha, Nhamundá e Itacoatiara)	13
Figura 4: Gráfico de variação do nº de ninhos de tracajá com precipitação(A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Parintins/AM (C).	24
Figura 5: Gráfico de variação do nº de ninhos de tartaruga-da-Amazônia com precipitação (A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Parintins/AM (C).	24
Figura 6: Gráfico de variação do nº de ninhos de iacá com precipitação (A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Parintins/AM (C).	24
Figura 7: Gráfico de variação entre nº de filhotes de tracajá, precipitação (A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2000 a 2024 em Parintins/AM (C).	28
Figura 8: Gráfico de variação entre nº de filhotes de tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2000 a 2024 em Parintins/AM (C).	28
Figura 9: Gráfico de variação entre nº de filhotes de iacá, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2000 a 2024 em Parintins/AM (C).	29
Figura 10: Gráficos de variação entre nº de ninhos de tracajá, precipitação (A) e temperatura média (B), cota máxima e mínima do rio (C) e nº de filhotes precipitação (D), temperatura média (E) e cota máxima e mínima do rio de 2008 a 2024 em Itacoatiara/AM (F).	33
Figura 11: Gráfico de variação entre nº de ninhos de tracajá, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (C).	37
Figura 12: Gráfico de variação entre nº de ninhos de tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (C).	37
Figura 13: Gráfico de variação entre nº de ninhos de iacá, precipitação (A), temperatura (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (C).	37
Figura 14: Gráficos de variação entre nº de filhotes de tracajá, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), nº de filhotes de tracajá, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (E).	42
Figura 15: Gráficos de variação entre nº de filhotes de Tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), nº de filhotes de Tartaruga-da-Amazônia, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (E).....	42

Figura 16: Gráficos de variação entre nº de filhotes de laçá, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), nº de filhotes de laçá, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (E).	43
Figura 17: Gráfico de variação entre nº de ninhos de tracajá, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (C).	46
Figura 18: Gráfico de variação entre nº de ninhos de tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (C).	46
Figura 19: Gráfico de variação entre nº de ninhos de iaçá, precipitação (A), temperatura (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em nhamundá/AM (C).	46
Figura 20: Gráficos de variação entre nº de filhotes de tracajá, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), nº de filhotes de tracajá, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (E).	49
Figura 21: Gráficos de variação entre nº de filhotes de Tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), nº de filhotes de Tartaruga-da-Amazônia, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (E).	49
Figura 22: Gráficos de variação entre nº de filhotes de iaçá, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), nº de filhotes de iaçá, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (E).	50
Figura 23: Regressão linear entre Ninhos tartaruga X cota mínima	52
Figura 24: Regressão linear entre Filhotes de tartaruga X Cota mínima do rio	52
Figura 25: Regressão linear entre filhotes de tartaruga X precipitação total anual (mm)	53
Figura 26: Regressão linear entre Filhotes de tartaruga X Temperatura média anual (C°)	53
Figura 27: Ninhos de iaçás X Cota Mínima do rio (cm) – logaritimizada.	54
Figura 28: Regressão linear Filhotes Iaças X Cota Máxima do rio – Logaritimizada.	54
Figura 29: Análise de vetores PCA método Scatter Biplot sobre os principais componentes que influenciam a produção de ninhos e filhotes de quelônios em Parintins.	55
Figura 30: Regressão linear entre Ninhos de tracajás X Temperatura Média em Itacoatiara.	57
Figura 31: Regressão linear entre Filhotes de tracajás X Temperatura Média (oC) logaritimizada em Itacoatiara.	57
Figura 32: Regressão linear entre Filhotes de tracajás X Precipitação Anual (mm) em Itacoatiara.	58
Figura 33: Análise de vetores PCA método Scatter Biplot sobre os principais componentes que influenciam a produção de ninhos e filhotes de tracajás em Itacoatiara.	59
Figura 34: Regressão entre Ninhos de tracajás X Temperatura Média (C°) em Barreirinha.	62

Figura 35: Regressão entre Ninhos de Tartarugas X Temperatura Média (C°) em Barreirinha	63
Figura 36: Regressão entre Filhotes de tartaruga X Temperatura Média (C°) em Barreirinha	63
Figura 37: Regressão entre Filhotes de tracajás X Precipitação Anual (mm) em Barreirinha	64
Figura 38: Regressão entre Ninhos de tartarugas X Cota mínima (nível do rio em cm) em Barreirinha	64
Figura 39: Análise de vetores PCA método Scatter Bplot sobre os principais componentes que influenciam a produção de ninhos e filhotes de quelônios em Barreirinha.	65
Figura 40: Regressão linear entre ninhos de tracajás X cota mínima do rio (cm) em Nhamundá.	68
Figura 41: Regressão linear entre filhotes de tracajás X cota mínima do rio (cm) em Nhamundá.	68
Figura 42: Regressão linear entre filhotes de tracajás X precipitação total anual (mm) em Nhamundá.	69
Figura 43: Análise de vetores PCA método Scatter Bplot sobre os principais componentes que influenciam a produção de ninhos e filhotes de quelônios em Nhamundá.	69
Figura 44: Imagens da área de abrangência do Programa Pé-de-Pincha nas regiões de Nhamundá/AM (Fonte: Google Earth, 2023)	71
Figura 45: Efeito da cota do rio no número de ninhos de quelônios. a) Relação predita pelo modelo do efeito da cota máxima no número de ninhos de tartarugas. b) Relação predita pelo modelo do efeito da cota mínima no número de ninhos de tartarugas. c) Relação predita pelo modelo do efeito da cota mínima no número de ninhos de tartarugas. c) Relação predita pelo modelo do efeito da cota máxima no número de ninhos de tracajás. d) Relação predita pelo modelo do efeito da cota mínima no número de ninhos de tracajás.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados de nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura ao longo dos anos (2000 a 2024) em Parintins.	20
Tabela 2: Registros do nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, nível máximo e mínimo do rio em função dos anos em Parintins/AM.	22
Tabela 3: Registro de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura média ao longo dos anos em Parintins/AM.	24
Tabela 4: Registros nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá e cota máxima e mínima do rio ao longo dos anos em Parintins/AM.	26
Tabela 5: Registros de nº de ninhos de tracajá, precipitação e temperatura ao longo dos anos em Itacoatiara/AM.	29
Tabela 6: Registros de nº de ninhos de tracajá, cota máxima e mínima do rio ao longo dos anos em Itacoatiara/AM.	30
Tabela 7: Registros do nº de filhotes de tracajá, precipitação e temperatura média ao longo dos anos em Itacoatiara/AM.	31
Tabela 8: Registros de nº de filhotes de tracajá, cota máxima e mínima do rio ao longo dos anos em Itacoatiara/AM.	32
Tabela 9: Registro de nº de ninhos tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura ao longo dos anos em Barreirinha/AM.	33
Tabela 10: Registros de nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, nível máximo e mínimo do rio em função dos anos em Barreirinha/AM.	35
Tabela 11: Registro de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura média ao longo dos anos em Barreirinha/AM.	38
Tabela 12: Registro de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, cota máxima e mínima do rio ao longo dos anos em Barreirinha/AM.	40
Tabela 13: Registro de nº de ninhos tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura ao longo dos anos em Nhamundá/AM.	43
Tabela 14: Registros de nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, nível máximo e mínimo do rio em função dos anos em Nhamundá/AM.	44
Tabela 15: Registro de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura média ao longo dos anos em Nhamundá/AM.	46
Tabela 16: Registros de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, nível máximo e mínimo do rio em função dos anos em Nhamundá/AM.	48

Tabela 17: Coeficientes de correlação linear e de Spearman e regressão linear (R^2) das variáveis de produção de ninhos e filhotes de quelônios e variáveis climáticas em Parintins.	50
Tabela 18: Coeficientes de correlação linear e de Spearman e regressão linear (R^2) das variáveis de produção de ninhos e filhotes de tracajás (<i>P.unifilis</i>) e variáveis climáticas em Itacoatiara.	56
Tabela 19: Coeficientes de correlação linear e de Spearman e regressão linear (R^2) das variáveis de produção de ninhos e filhotes de quelônios) e variáveis climáticas em Barreirinha.	59
Tabela 20: Coeficientes de correlação linear e de Spearman e regressão linear (R^2) das variáveis de produção de ninhos e filhotes de quelônios e variáveis climáticas em Nhamundá.	66

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA	3
3. OBJETIVOS	5
3.1. Objetivo Geral.....	5
3.2. Objetivos Específicos.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
4.1. Quelônios Amazônicos	6
4.2. Programa Projeto Pé-de-Pincha.....	8
4.3. Influência de variáveis ambientais nos quelônios amazônicos.....	10
4.4. Variações climáticas na Amazônia e a reprodução de quelônios.....	11
5. MATERIAL E MÉTODOS	13
5.1. Áreas de abrangência dos dados	13
5.2. Metodologia dos dados	16
5.3. Análise estatística.....	17
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
6.1. Resultados das análises gráficas.....	19
6.2. Resultados das análises de correlações, regressões e componentes principais	50
• <i>Parintins – Médio Rio Amazonas:</i>	<i>50</i>
• <i>Itacoatiara – Médio Rio Amazonas – Lago do Babaçu:.....</i>	<i>55</i>
• <i>Barreirinha – Rio Andirá:.....</i>	<i>59</i>
• <i>Nhamundá – Médio Rio Amazonas e Macuricanã.....</i>	<i>65</i>
6.3. Modelos lineares para avaliação geral da influência do nível do rio na nidificação:	71
7. CONCLUSÃO.....	73
8. REFERÊNCIAS.....	75
9. ANEXOS	81

1. INTRODUÇÃO

Os quelônios amazônicos têm uma grande dependência do ambiente em que vivem, pois as condições ambientais, como temperatura, umidade e disponibilidade de água e alimentos, desempenham um papel crucial em sua sobrevivência e reprodução (ALHO; PÁDUA, 1982; MARN *et al.*, 2017). A capacidade dos quelônios de se adaptarem às condições ambientais é essencial para sua sobrevivência a longo prazo.

A adaptação pode ocorrer através de comportamentos, como ajustes no ciclo reprodutivo, bem como através de mecanismos fisiológicos, como a regulação da temperatura corporal (LOPES; DUNCAN; ANDRADE, 2022). Além disso, certas espécies de tartarugas podem buscar abrigos ou mudar de habitat sazonalmente como em resposta a variações sazonais no ambiente, garantindo assim uma melhor chance de sucesso reprodutivo (GELLER *et al.*, 2022).

A influência dos fatores ambientais na distribuição dos quelônios é evidente em suas preferências por habitats específicos. Por exemplo, algumas espécies de tartarugas preferem águas calmas e rasas, enquanto outras são encontradas em áreas mais profundas de lagos e rios (FERRARA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Assim também, a temperatura de incubação desempenha um papel importante na determinação do sexo de filhotes, o que representa como os fatores ambientais podem influenciar até mesmo aspectos fundamentais da biologia desses animais (SIMÕES *et al.*, 2014).

Os eventos climáticos extremos na Amazônia nas últimas décadas podem estar afetando o comportamento biológico de espécies de quelônios como a tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*), tracajá (*Podocnemis unifilis*) e iacá (*Podocnemis sextuberculata*) (EISEMBERG *et al.*, 2016; STANFORD *et al.*, 2020). À medida que o clima e outros aspectos do ambiente continuam a mudar, é crucial monitorar e proteger os habitats dos quelônios para garantir sua sobrevivência a longo prazo. Neste sentido, estudos adicionais sobre a ecologia e comportamento desses animais podem fornecer *insights* valiosos para a conservação e o manejo sustentável de seus habitats.

Assim torna-se necessário analisar as possíveis relações entre o processo de nidificação (número de ninhos) e os índices reprodutivos (taxa de

eclosão, número de filhotes) de *Podocnemis expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata* com as variações climáticas ocorridas nas últimas duas décadas.

2. JUSTIFICATIVA

Na Amazônia, as projeções indicam um aumento significativo de temperatura, estimado entre 3°C e 9°C, no período compreendido entre 2050 e 2100. Além disso, há previsões de redução nas precipitações e uma alta probabilidade de ocorrência de eventos climáticos extremos, como secas e cheias intensas (MARN *et al.*, 2017; ZUANON, 2008). Para as espécies da ictiofauna amazônica, isso pode acarretar em efeitos diretos, incluindo a necessidade de adaptações fisiológicas para enfrentar o aumento da temperatura da água. Essas adaptações seriam necessárias para possibilitar a sobrevivência em ambientes aquáticos mais quentes e potencialmente com níveis reduzidos de oxigênio (CAMPOS-SILVA *et al.*, 2020a).

Os fatores climáticos estão intimamente ligados com o desencadeamento dos processos reprodutivos em tartarugas até mesmo durante o período embrionário (LOPES; DUNCAN; ANDRADE, 2022). Esta conexão entre clima e reprodução é crucial para a sobrevivência e o sucesso reprodutivo desses animais. Existe uma sincronia bem estabelecida entre a variação no nível das águas e o regime de chuvas na Amazônia com os ciclos anuais de migração, nidificação e nascimento dos filhotes de espécies do gênero *Podocnemis* na Amazônia (ALHO e PÁDUA, 1982; RODRIGUES *et al.*, 2012; EISEMBERG *et al.*, 2016). Também, o sexo das tartarugas é determinado pela temperatura, o que significa que temperaturas médias crescentes podem resultar no nascimento exclusivo de fêmeas (MALVASIO *et al.*, 2002). Para as tartarugas marinhas, já se observam distorções nas proporções sexuais dos filhotes, com uma predominância de fêmeas (6:1), e a tendência é que aumentos nas temperaturas globais intensifiquem essa disparidade, a menos que as espécies se adaptem (WRIGHT *et al.*, 2012). Os filhotes provenientes de ninhos mais quentes podem acelerar seu desenvolvimento embrionário, mas isso pode levar a problemas de formação e resultar em proles mais fracas e menos aptas (SHIFFMAN, 2010). Com isso, estudos que possam auxiliar no manejo de quelônios e sua interação com o meio são cruciais para desenvolver práticas de conservação eficazes, garantir a saúde dos ecossistemas e além de promover da biodiversidade seus habitats naturais, beneficiando toda a teia da vida que depende desses ecossistemas (CAMPOS-SILVA *et al.*, 2020b).

A tabulação e análise dos dados obtidos no manejo de quelônios junto às comunidades ribeirinhas são fundamentais para identificar como as mudanças climáticas afetam a reprodução de quelônios do gênero *Podocnemis* no médio rio Amazonas. Essas informações são essenciais para planejar estratégias de conservação e manejo que visem proteger e preservar essas espécies, em face dos desafios impostos pelo aumento das temperaturas e outras mudanças ambientais.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar a influência das variações climáticas no processo de nidificação e sucesso reprodutivo da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*), tracajá (*Podocnemis unifilis*) e iacá (*Podocnemis sextuberculata*) em áreas de manejo comunitário na zona fisiográfica do médio rio Amazonas.

3.2. Objetivos Específicos

- Fazer análise gráfica da relação entre os dados reprodutivos dos quelônios e as variáveis climáticas analisadas;
- Realizar análise de regressão entre os dados reprodutivos e as variáveis climáticas das áreas de proteção de quelônios no Médio Amazonas.
- Elaborar modelos lineares de predição.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Quelônios Amazônicos

Os quelônios amazônicos, que incluem como espécies principais a tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*), o tracajá (*Podocnemis unifilis*) e o iaçá (*Podocnemis sextuberculata*), desempenham um papel fundamental nos ecossistemas da região amazônica (Figura 1) (FERRARA *et al.*, 2017). São répteis adaptados tanto para viver em ambientes aquáticos, como rios e lagos, quanto em ambientes terrestres, como praias e florestas inundadas. Embora pertençam ao mesmo gênero, *Podocnemis*, cada espécie exibe uma gama de características distintas, as quais podem variar consideravelmente, até mesmo dentro de diferentes populações da mesma espécie (IBAMA, 2016). Essas variações podem abranger aspectos morfológicos, fisiológicos, comportamentais e ecológicos, refletindo adaptações específicas a diferentes ambientes e pressões seletivas (VOGT, 2008).

A tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa*) é a maior espécie de quelônio encontrada nos rios da Bacia Amazônica. Possui um casco oval e liso, variando em tons de marrom e verde, com manchas amarelo pálido na cabeça. As fêmeas são maiores que os machos, e podem atingir até 1 metro de comprimento e pesar mais de 50 kg (VOGT, 2008). É conhecida por seu comportamento tranquilo, passando a maior parte do tempo na água, emergindo ocasionalmente para se aquecer ao sol. Sua dieta é principalmente herbívora, alimentando-se de plantas aquáticas, frutos e sementes de plantas das várzeas e igapós (RUEDA- ALMONACID *et al.*, 2007; GARCEZ *et al.*, 2020). A reprodução ocorre durante a estação seca, quando as fêmeas desovam em praias arenosas, enterrando os ovos em ninhos cavados na areia, com média 100 ovos por ninhada (BONACH *et al.*, 2007).

O tracajá (*Podocnemis unifilis*) é uma espécie de quelônio encontrado na região Amazônica, reconhecida por suas características físicas distintas tanto em sua fase adulta quanto na fase de filhote. Os adultos apresentam um casco oval e robusto, geralmente com tons de marrom e preto, alcançando um comprimento médio de cerca de 40 cm (ANDRADE, 2008). Já os filhotes possuem coloração mais clara e tons de amarelo e marrom, medindo ao nascer média de 35 mm, com pintas amarelas bem vivas na cabeça, e que depois

permanecem apenas nos machos. Quanto aos hábitos alimentares, o tracajá adulto se alimenta principalmente de plantas aquáticas, algas e frutos encontrados em seu habitat (OLIVEIRA *et al.*, 2020 e 2022). Em relação à reprodução, as fêmeas geralmente põem cerca de 20 a 30 ovos em ninhos cavados na areia ou em barrancos das margens dos rios durante a estação seca, e estes ovos levam aproximadamente dois meses para eclodir (FERRARA *et al.*, 2017).

Podocnemis sextuberculata, popularmente conhecido como iaçá ou pitiú, com apenas 31 cm de comprimento e média de 1 a 2 kg é considerada a menor espécie da família. Quando filhotes, é facilmente reconhecida por suas seis protuberâncias no plastrão que desaparecem à medida que crescem (ANDRADE, 2016). Os machos, dotados de caudas mais longas e grossas, são menores em tamanho quando comparados com fêmeas. Os ovos, de casca mole e formato alongado, são depositados em ninhos cuja quantidade pode variar de 6 a 22 ovos em média e podem desovar até três vezes ao longo de um ano (IBAMA, 2016).

Os quelônios amazônicos enfrentam uma série de ameaças que colocam em risco suas populações e habitats. O desmatamento, a urbanização, a poluição da água, a pesca predatória e a coleta de ovos para consumo humano são alguns dos principais fatores que contribuem para o declínio dessas espécies (FORERO-MEDINA *et al.*, 2019; STANFORD *et al.*, 2020).

Além disso, as mudanças climáticas e os eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e inundações severas, representam uma ameaça adicional para os quelônios amazônicos. Esses eventos podem afetar diretamente a disponibilidade de habitats e recursos alimentares, bem como influenciar o sucesso reprodutivo e a sobrevivência das espécies (TOMILLO *et al.*, 2020; YOUNG-VALENCIA; ORTEGA-GUIO; BOTERO- BOTERO, 2017).

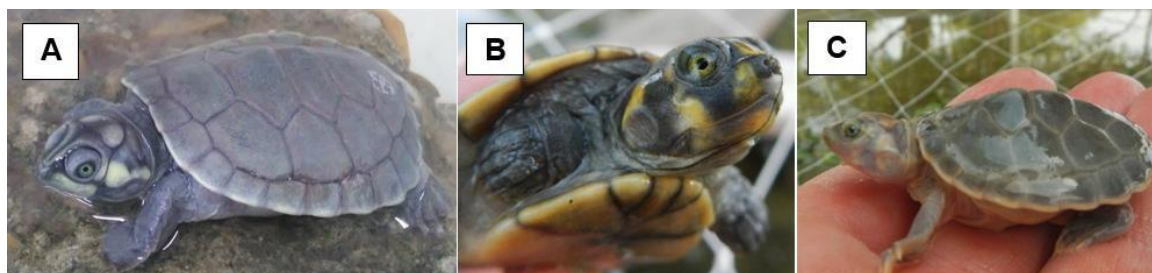


Figura 1: Filhotes de quelônios Amazônicos: tartaruga da-Amazônia, *Podocnemis expansa* (A), tracajá, *P. unifilis* (B) e iaçá, *P. sextuberculata* (C).

4.2. Programa Projeto Pé-de-Pincha

O Projeto Pé-de-pincha, surgiu em 1999 como um programa de extensão da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), surge como resposta aos apelos das comunidades de Terra Santa, Pará, para proteger e promover o aumento das populações de tracajás (*Podocnemis unifilis*) em seus lagos. Faz parte da metodologia deste projeto capacitar e envolver os residentes locais na conservação dos quelônios, compartilhando conhecimentos e técnicas baseadas em práticas tradicionais e no conhecimento científico existente (ANDRADE, 2016).

A parceria entre a UFAM, as comunidades ribeirinhas e órgãos ambientais resultou na implementação eficaz de estratégias de conservação voltadas para a proteção de ninhos e filhotes de quelônios, com base em experiências ancestrais e em estudos científicos. Ao longo dos 25 anos de existência do projeto, dezenas de membros das comunidades locais foram treinados e capacitados, promovendo a gestão participativa dos recursos naturais e fortalecendo o papel dessas comunidades como agentes ativos na conservação da biodiversidade (ANDRADE, 2012). O manejo conservacionista de base comunitária é uma importante estratégia de proteção dessas espécies de quelônios, respondendo e atuando em mais de 80% das áreas de conservação de quelônios na Amazônia (ANDRADE et al., 2022).

Segundo o guia do monitor de praia (ANDRADE, 2015), a metodologia do projeto funciona em três etapas: a coleta, a eclosão e a soltura. As ações da coleta incluem a vigilância ativa dos tabuleiros/ou áreas de desova para evitar a invasão por pessoas desconhecidas e a coleta ilegal de ovos e animais desovando, bem como a marcação dos ninhos para monitorar o número de animais que desovam em cada praia e controlar a data de eclosão dos filhotes. Nos locais em que há perigo predação ou retirada dos ninhos, os ovos são transplantados para uma área segura e delimitada mais próxima a comunidade, e que é denominada: chocadeira. São utilizadas fichas de registro para documentar o número de ninhos de cada espécie, as principais informações sobre os ninhos transferidos como a data e o local de postura, a espécie, a quantidade de ovos, a distância da água e a profundidade e largura do ninho. Na segunda fase, eclosão, os monitores de praia e agentes ambientais voluntários são mobilizados para retornar às praias de desova ou às chocadeiras/praias

artificiais para acompanhar a eclosão e o nascimento dos filhotes. A saída dos filhotes dos ninhos ocorre aproximadamente 60 dias após a oviposição (dependendo da espécie), dependendo das condições ambientais. Durante esse período, são registradas informações sobre o número de filhotes nascidos, taxa de sucesso/insucesso de eclosão, biometria e marcação de filhotes. E por fim, na fase de soltura, em tabuleiros ocorre de forma imediata, e em outros locais são desenvolvidas atividades de educação ambiental para sensibilizar mais comunitários e moradores de outras localidades para a proteção dos quelônios. Dessa forma é realizado um evento de confraternização onde uma amostra simbólica dos filhotes protegidos pelos monitores é solta na praia para que todos vejam. O programa envolve diretamente mais de 40 mil comunitários e voluntários, que desempenham um papel fundamental na proteção e conservação de quelônios em suas comunidades. Além disso, estas ações têm um impacto significativo em uma escala ainda maior, alcançando indiretamente mais de 400 mil pessoas. Esse alcance extenso posiciona o programa como um dos maiores e mais abrangentes programas de voluntariado e conservação de quelônios do mundo, destacando nosso compromisso com a promoção da conscientização ambiental e a conservação da biodiversidade (ANDRADE, 2017; ANDRADE et al., 2023).



Figura 2: Registros de atividades do projeto que incluem coleta e transferência de ovos (A), eclosão de filhotes (B), soltura dos filhotes (C) e educação ambiental na comunidade (D).

4.3. Influência de variáveis ambientais nos quelônios amazônicos

A influência de variáveis ambientais nos quelônios é significativa e abrange uma variedade de fatores que afetam seu comportamento, fisiologia, reprodução e distribuição. Esses animais são ectotérmicos, o que significa que sua temperatura corporal é influenciada pelo ambiente externo, tornando-os particularmente sensíveis às condições ambientais (BLANVILLAIN; OWENS; KUCHLING, 2011).

Um dos principais fatores é a temperatura, no qual desempenha um papel crucial na reprodução das tartarugas amazônicas, influenciando diretamente o desenvolvimento dos ovos e a determinação do sexo dos filhotes (LUBIANA; FERREIRA JÚNIOR, 2009). A temperatura ambiente durante o período de incubação dos ovos é um fator determinante na diferenciação sexual dos embriões. Temperaturas mais elevadas tendem a resultar em uma proporção maior de filhotes fêmeas, enquanto temperaturas mais baixas tendem a favorecer a produção de filhotes machos. Esta relação entre temperatura e sexo é conhecida como determinação do sexo dependente da temperatura (TSD, do inglês *Temperature-Dependent Sex Determination*) (BONACH *et al.*, 2011; VALENZUELA; BOTERO; MARTÍNEZ, 1997). Além disso, a temperatura também pode afetar o período de incubação dos ovos, com temperaturas mais altas geralmente acelerando o desenvolvimento embrionário (FERREIRA JÚNIOR, 2009).

Outro fator importante é a pluviosidade influenciando diretamente seus ciclos reprodutivos e os habitats de desova. Em ecossistemas como a Amazônia, onde a sazonalidade das chuvas é marcante, o aumento do nível dos rios durante a estação chuvosa e, posteriormente, durante a seca, a redução do nível dos rios, cria condições ideais para a desova das tartarugas (ALHO E PÁDUA, 1982; PANTOJA *et al.*, 2009). Existe uma sincronia entre a variação do nível das águas e os ciclos anuais de migração e nidificação das tartarugas, tracajás e iacás nos rios da Amazônia (ALHO E PÁDUA, 1982; ANDRADE, 2008; VOGT, 2008). As fêmeas buscam praias arenosas ao longo das margens dos rios para depositar seus ovos, aproveitando-se das condições favoráveis de umidade e temperatura do solo para garantir a incubação adequada dos ovos (LUSTOSA, 2017). Ferreira Jr *et al* (2009) destaca a importância do

ambiente hídrico nesse período, pois a dessecação ou a saturação excessiva podem prejudicar o desenvolvimento embrionário. Além disso, a pluviosidade está intimamente ligada à disponibilidade de recursos alimentares e à saúde dos ecossistemas aquáticos onde essas tartarugas habitam, influenciando indiretamente sua condição física e capacidade reprodutiva (STAINES *et al.*, 2020; VIANA *et al.*, 2014).

Em algumas espécies, a luminosidade ambiente pode influenciar os padrões de migração para desova e o comportamento de postura dos ovos. Até mesmo a luz lunar tem relação com comportamento de nidificação, pois na lua cheia há uma iluminação noturna mais intensa, o que pode facilitar a movimentação das tartarugas na praia e a comunicação visual entre elas (ESCALONA; VALENZUELA; ADAMS, 2019). Além disso, a luz solar auxilia na maturação dos ovos e na eliminação de ectoparasitas (RUEDA-ALMONACID *et al.*, 2007). Levando em conta o momento da oviposição, algumas espécies optam por desovar durante a noite para evitar a exposição ao calor do sol e a predadores diurnos (FERREIRA JÚNIOR, 2009).

4.4. Variações climáticas na Amazônia e a reprodução de quelônios

Os eventos climáticos extremos na Amazônia nas últimas décadas têm levantado preocupações sobre seu impacto nos ecossistemas e nas espécies que neles habitam (CAMPOS-SILVA *et al.*, 2020a). As espécies de quelônios mencionadas, como a tartaruga-da-Amazônia, o tracajá e o iacá, enfrentam desafios significativos em meio a essas mudanças climáticas (ANDRADE, 2012).

A Amazônia é conhecida por suas condições climáticas relativamente estáveis, mas está enfrentando um aumento na frequência e intensidade de eventos extremos, como secas severas e inundações. Essas mudanças podem afetar diretamente os habitats e comportamentos das espécies de quelônios (ANDRADE, 2012; EISEMBERG *et al.*, 2016). As secas prolongadas, por exemplo, podem resultar na redução dos níveis dos rios e na perda de habitats aquáticos essenciais para muitas espécies da região, incluindo peixes, aves aquáticas e mamíferos semiaquáticos, além das tartarugas mencionadas anteriormente (CASTELLO; MACEDO, 2016; ZUANON, 2008). Isso pode

levar a uma diminuição na disponibilidade de alimentos e água, aumentando a competição entre as espécies e exacerbando os efeitos das mudanças climática.

Por outro lado, as inundações severas podem submergir vastas áreas de floresta, impactando a biodiversidade terrestre e aquática. Isso pode afetar a reprodução e a migração de espécies terrestres e aquáticas, bem como a estrutura e função dos ecossistemas ribeirinhos e alagados. Nesse sentido, as alterações climáticas podem influenciar o ciclo reprodutivo e comportamental dessas espécies (RODRIGUES *et al.*, 2012). A redução na pluviosidade durante as fases de postura e eclosão podem afetar, significativamente, não só na quantidade de ninhos, mas também, no sucesso dos nascimentos, pois com menos chuvas na fase de nascimento há uma redução significativa na taxa de eclosão de tartarugas, tracajás e iacás (RODRIGUES *et al.*, 2012).

A degradação do habitat devido ao desmatamento, queimadas e outras atividades humanas também aumenta a vulnerabilidade dessas espécies aos eventos climáticos extremos (HAWKES, 2014). Isso pode resultar em uma redução da diversidade genética e na fragmentação de populações, tornando-as menos capazes de se adaptar às mudanças em seu ambiente (BYER *et al.*, 2021). Esses eventos também podem influir na temperatura da areia onde os ovos são depositados, acarretando mudanças na proporção de machos e fêmeas, como observado em estudos sobre a tartaruga-da-Amazônia (GELLER *et al.*, 2022).

Portanto, é crucial realizar pesquisas e monitoramento contínuos para entender melhor como essas espécies estão sendo afetadas pelos eventos climáticos extremos na Amazônia. Além disso, medidas de conservação e manejo eficazes são necessárias para proteger seus habitats e promover a resiliência dessas populações diante das mudanças climáticas em curso.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Áreas de abrangência dos dados

As áreas de estudo estavam localizadas na região de atuação do Programa Pé-de-pincha da Universidade Federal do Amazonas, situadas na zona fisiográfica do Médio rio Amazonas. Para esta pesquisa, foram utilizados dados provenientes de quatro cidades diferentes dentro da área de estudo, abrangendo um total de dez áreas monitoradas. Essa abordagem multifacetada permitiu uma compreensão mais abrangente das condições ambientais e dos padrões de distribuição das espécies de quelônios na região. As regiões selecionadas foram:

- Parintins: Vila Nova ($2^{\circ}36'40.02''\text{S}$; $57^{\circ}10'44.21''\text{W}$), Parananema ($02^{\circ}40'51.30''\text{S}$; $56^{\circ}46'36.86''\text{W}$) e Murituba ($02^{\circ}31'21''\text{S}$; $56^{\circ}26'57''\text{W}$) e Parintinzinho ($02^{\circ}22'37''\text{S}$; $56^{\circ}24'07''\text{W}$);
- Nhamundá: Coró-coró ($2^{\circ}0'33.03''\text{S}$; $57^{\circ}3'39.02''\text{W}$); Vista Alegre ($2^{\circ}9'20''\text{S}$; $56^{\circ}32'27.95''\text{W}$); Capitão ($2^{\circ}15'0.35''\text{S}$; $56^{\circ}29'31.3''\text{W}$);
- Barreirinha: Piraí ($3^{\circ}.03'25''\text{S}$ e $57^{\circ}.10'28''\text{W}$) e Granja Ceres ($2^{\circ}.54'32''\text{S}$ e $57^{\circ}.04'39''\text{W}$);
- Itacoatiara: Lago do Babaçu ($3^{\circ} 18'03.1''\text{S}$; $58^{\circ} 17'13.3''\text{W}$).

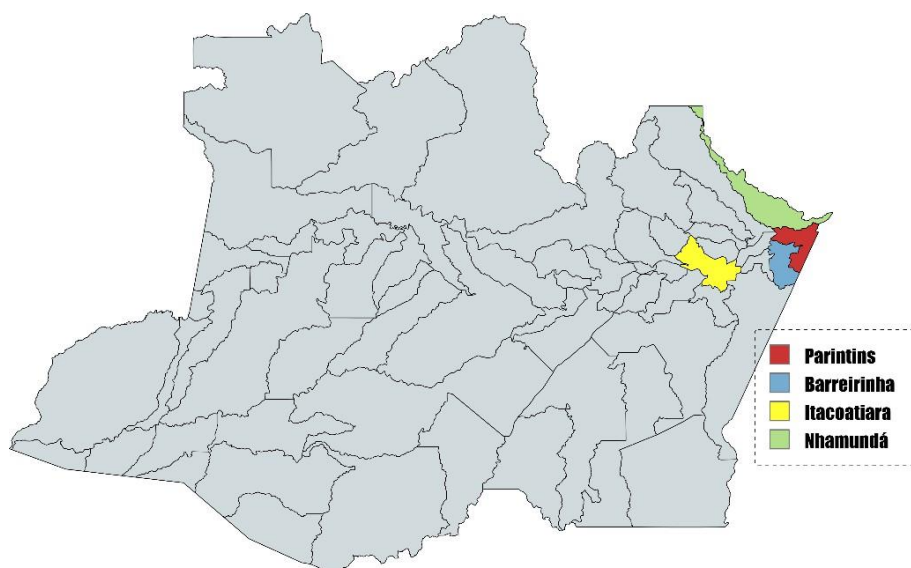


Figura 3: Mapa das regiões de coleta dos dados usados no experimento (Parintins, Barreirinha, Nhamundá e Itacoatiara)

- Ilha de Vila Nova:* Situado no leito do rio Amazonas, o tabuleiro de Vila Nova se destaca como uma ampla área de desova de quelônios, caracterizada pela união de praias de areia textura média a grossa, dispersas em ilhas. Estas praias, somadas, abrangem uma extensão impressionante de mais de 8 km

e alcançam uma largura considerável de aproximadamente 1.500 m. Durante o período de vazante, essas praias são alvo de pescadores e embarcações de passeio, provenientes não apenas de Parintins, mas também de Urucurituba e até mesmo de Itacoatiara.

- *Parananema*: Situada no município de Parintins, também desenvolve o trabalho de manejo de quelônios. A região fica na margem da ilha de Parintins, em um lago de várzea, onde a desova ocorre no barro. Já realizou 24 solturas de quelônios, sendo a última ocorrida em 2024, durante a qual mais de cem filhotes foram reintroduzidos na natureza como parte de um esforço para repovoar o estoque natural da espécie na área.
- *Murituba*: A comunidade do Murituba, situa-se no interior de Parintins, no Assentamento da Vila Amazônia, com lagos de várzea do rio Amazonas. Na região, diversas comunidades estão colaborando ativamente para a preservação dos quelônios na região, com especial foco no tracajá. Esse esforço conjunto tem resultado na reintrodução de milhares de filhotes dessas tartarugas ao seu habitat natural, demonstrando um compromisso significativo com a conservação da biodiversidade local.
- *Parintinzinho*: Região localizada no interior do município de Parintins, fronteira com Juruti, e também envolve um ambiente de lagos de várzea, a comunidade do Parintinzinho atua com participação ativa dos residentes, e tem sido um local onde milhares de filhotes de quelônios foram reintroduzidos à natureza.
- *Corocoró*: Localizada na área de várzea do município de Nhamundá, às margens do Rio Amazonas, encontra-se a comunidade rural de São Sebastião do Corocoró. Até 2020, era composta por cerca de 125 famílias, totalizando aproximadamente 446 residentes, esta comunidade depende do transporte fluvial para acessar a região. O tabuleiro protegido por essa comunidade é uma ilha fluvial no meio do rio Amazonas, com praia de nidificação com aproximadamente 3 km de extensão coberta com areia de granulometria média-grossa. Para realização do manejo de quelônios, atualmente conta com nove agentes ambientais voluntários, auxiliados pela prefeitura e empresas parceiras. Em 2008, o projeto 'Manejo Sustentável de

Quelônios' teve seu início sob a coordenação do IBAMA no município de Juruti/PA, como parte do 'Projeto Quelônios da Amazônia'. Posteriormente, em 2013, a coordenação foi assumida pelo município de Nhamundá, trazendo consigo uma parceria valiosa com o Projeto Pé-de-Pincha da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Em 2024 foram soltos cerca de 45963 filhotes.

- *Vista alegre*: Situava-se dentro de uma propriedade privada, do empresário João Pedro Baranda. A Vista Alegre ficava bem em frente à saída do lago para o igarapé do Nhamundá. No local havia muitas desovas de tracajás, nos barrancos e nas pastagens da fazenda. É uma área de várzea na região do Macuricanã. Com isso, o proprietário solicitou que houvesse treinamento do pessoal da fazenda para o processo de transferência e proteção dos ninhos. Além disso, a Fazenda Vista Alegre ficou sendo um dos locais utilizados para visitação das excursões de campo com as escolas e com os grupos de idosos vindos do município Terra Santa.
- *Capitão*: A comunidade do capitão localiza-se no interior no município de Nhamundá, já atuaram no manejo dos quelônios da região, mas atualmente não realizam mais o trabalho. É uma área de várzea na região do Macuricanã.
- *Granja*: Localizada na margem direita do rio Andirá, no município de Barreirinha, com praias de areia branca onde desovam tartarugas, tracajás e ia  s, a comunidade da Granja   lar de cerca de dez famílias, cuja principal fonte de renda e sustento prov m da atividade agrícola. Neste contexto, o projeto P -de-Pincha desempenha um papel fundamental ao envolver os membros da comunidade, fornecendo-lhes conhecimentos em Educa o Ambiental. Isso resulta em mudanças significativas no comportamento e na rela o dos comunitários com a natureza, promovendo uma conscientiza o essencial para a preserva o ambiental.
- *Piraí*: Situada na cidade de Barreirinha, no estado do Amazonas, a comunidade de Piraí   lar de aproximadamente 350 residentes. As praias de desova são de areia branca, textura fina a média, onde desovam tartarugas, tracajás e ia  s, nas margens do rio Andirá. Nos últimos anos, t e m s e

destacado pelos excelentes resultados alcançados no que diz respeito à coleta de ovos, eclosão e posterior soltura de filhotes de quelônios. É importante ressaltar que a maioria dos moradores participa ativamente das iniciativas voltadas para a conservação e manejo das tartarugas, demonstrando assim um forte compromisso com a proteção da fauna local e a preservação do ecossistema amazônico.

- *Lago do Babaçu*: O lago situa-se na comunidade São João do Araçá, em uma extensa área de várzea às margens do rio Amazonas, próxima a entrada do rio Arari. O trabalho realizado no lago é desenvolvido por moradores locais, principalmente a família da comunitária Socorro Rodrigues, até o ano de 2023 já foram realizadas dezesseis solturas no local. O trabalho iniciou por ação do sr. Robson ao encontrar um panfleto do Projeto Pé-de-Pincha e assim desenvolver o projeto de manejo de tracajá no local.

5.2. Metodologia dos dados

Informações coletadas, no período de 1999-2024, por pesquisadores e voluntários do Programa Projeto Pé-de-Pincha referentes a características de ninhinhos, ovos e filhotes de três espécies de quelônios amazônicos (tartaruga-da-Amazônia, tracajá e iaçá) foram utilizadas nesse estudo (SISBIO no.19232).

Para a obtenção dos dados climáticos, foram analisadas as informações de pluviosidade (mm), temperatura (°C) e nível da água (cm) das áreas de estudo, abrangendo o período de 1999 a 2024. Estes dados foram obtidos a partir do banco de dados climáticos da CPRM (Companhia de Recursos Minerais e Serviços Geológicos do Brasil), atual SGB (Serviço Geológico do Brasil) (<https://www.sgb.gov.br/>), do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (<https://portal.inmet.gov.br/>), da ANA (Agência Nacional de Águas) (<https://www.gov.br/ana/pt-br>) e AGRITEMPO (<https://www.agritempo.gov.br/br/estado/AM>). Foram utilizados os valores médios diários referentes aos doze meses de cada ano, provenientes das estações de coleta de dados climáticos localizadas nas proximidades dos municípios que compõem as áreas de estudo.

Nos fatores bióticos, foram analisados a distribuição temporal da nidificação e amplitude da distribuição da época de nidificação das três espécies de quelônios estudadas

(tartaruga-da-Amazônia, tracajá e iacá) nas praias de reprodução, com a análise do número total de ninhos e ovos durante o período reprodutivo anual e o número total de filhotes das diferentes espécies. A metodologia empregada para a coleta dos dados nesse experimento seguiu o protocolo descrito por Andrade (2012 e 2015) para a coleta de dados pelo Programa Pé-de-pincha. Cada monitor voluntário foi responsável por registrar diariamente as informações referentes aos ninhos de quelônios. Durante a fase de desova, as fichas de registro continham dados como o número diário de ninhos, a localidade da desova, o número de ovos por ninho e as medidas tanto dos ninhos (profundidade e largura) quanto dos ovos (comprimento, largura e peso). Após o período de incubação, foram coletadas informações adicionais, incluindo o número de filhotes nascidos vivos, a quantidade de ovos que não eclodiram (ovos inviáveis), o número de filhotes natimortos, a taxa de eclosão (em percentual, %) e a duração do período de incubação (em dias).

Essa abordagem metodológica detalhada e sistemática garantiu a obtenção de dados precisos e confiáveis em todos os campos de coleta, essenciais para o monitoramento e manejo adequado das populações de quelônios na região.

5.3. Análise estatística

Os arquivos de cada localidade e cada ano foram revisados, conferidos e após a checagem inicial, se identificados dados de interesse, esses foram sendo copiados e tabulados em planilha Excel em formato que facilitasse a análise de correlações com as variáveis climáticas. Análises de normalidade e independência dos dados foram aplicadas, bem como, a análise descritiva dos dados.

Esses dados foram agrupados por calha de rios: Nhamundá, Andirá e Amazonas. Em seguida foi feita uma análise gráfica do comportamento anual das variáveis climáticas e biológicas analisadas, sendo a análise direcionada para o período reprodutivo dos quelônios, que contempla os meses de julho a dezembro. Constatado um padrão similar entre os gráficos dos diferentes anos, foram confeccionados gráficos com as variáveis ao longo dos últimos 26 anos de estudo (série temporal – 1999 a 2024). Caso fossem detectados padrões ou relações gráficas (tendências), então foi feita a análise de correlação de Pearson e de Spearman entre todas as variações observadas (climáticas e biológicas). Quando

detectadas correlações significativas, foi feita a análise de regressão, testando modelos de regressão (linear, quadrática, polinomial), para verificar se existiam relações matemáticas entre as variáveis e qual o melhor modelo estatístico. Também foi feita a análise multivariada (MANOVA) para tentar identificar os fatores de maior influência sobre as variáveis de produção de quelônios (ninhos, ovos e filhotes). Sendo identificadas as variáveis ambientais de maior influência, foram testados modelos lineares de predição (GLM). Foram utilizados os pacotes estatísticos R, PAST e MINITAB para as análises.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos através do banco de dados do acervo do Programa Pé-de-Pincha foram organizados em tabelas segmentadas por: município; espécie; pluviosidade e temperatura; e níveis máximo e mínimo da água. Todos esses dados foram categorizados por ano, conforme disponibilidade das informações localizadas no banco de dados do Programa Pé-de-Pincha ou nos arquivos de dados climáticos da CPRM, INMET, AGRITEMPO e ANA.

6.1. Resultados das análises gráficas

a) Parintins:

Após a organização dos dados em tabelas, foram elaborados gráficos para analisar a influência dos fatores climáticos nos números de ninhos e filhotes nascidos ao longo dos anos. A Tabela 1 exibe o número de ninhos de tracajás, tartarugas e iaçás, além da precipitação anual (pluviosidade) e temperatura em Parintins de 2000 a 2024. Essa tabela foi construída a partir dos dados de coletas anuais de ninhos presentes no banco de dados das séries históricas do Acervo do Programa Pé-de-Pincha. Não foram encontrados dados anteriores a 2003 para tartarugas e iaçás, assim como os dados de ninhos de tartaruga em 2013 e os de tartaruga e iaçá em 2015 também estão ausentes no banco de dados. Isso se deve ao fato de que foi somente a partir desse ano que se começou o trabalho de proteção no tabuleiro de Vila Nova, que era o único sítio de nidificação em Parintins onde havia desova dessas duas espécies. Da mesma forma, os dados de de tartaruga e iaçá vão só até 2015, quando se encerra o monitoramento da Vila Nova pelo Programa Pé-de-pincha.

A quantidade mínima de ninhos de tracajá (*Podocnemis unifilis*) coletados foi de 42 ninhos em 2000 (Figura 4). Nesse ano, a temperatura média anual foi de 27,43°C (Figura 4-B) e a precipitação total foi de 2.750,4 mm (Figura 4-A). Já a quantidade máxima de ninhos de tracajá coletados foi de 785 em 2017, com uma temperatura média anual de 28,5°C e precipitação total de 2.219,70 mm.

Em 2009, foi registrado o menor número de ninhos de tartaruga, com apenas uma cova registrada, apesar da temperatura média anual ter sido de 28,12°C e a precipitação total atingir 2.529,80 mm. Em contraste, o ano de

2006 apresentou o número máximo de ninhos de tartaruga, com 45 covas registradas, mesmo com uma temperatura média anual ligeiramente mais baixa, de 27,91°C, e uma precipitação total um pouco mais elevada, atingindo 2.568,20 mm. Esse pico de desova de tartarugas foi logo após um ano de seca extrema, em 2005. Essa discrepância entre os números mínimos e máximos de ninhos coletados e os dados de precipitação total e temperatura média sugere uma complexidade nos fatores que influenciam a nidificação das tartarugas (Figura 5B). Eiseberg *et al.* (2016) também ressaltam a significância dos efeitos ambientais que podem exercer uma influência negativa sobre o processo de nidificação da espécie, evidenciando a complexidade dos desafios enfrentados pelas tartarugas ao longo de seu ciclo reprodutivo. Além disso, as alterações nos padrões de precipitação podem ter efeitos adversos em vários aspectos da ecologia reprodutiva das tartarugas, incluindo a dinâmica alimentar, o sucesso reprodutivo, os ciclos reprodutivos e as proporções sexuais dos filhotes (TOMILLO *et al.*, 2020).

Tabela 1: Dados de nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura ao longo dos anos (2000 a 2024) em Parintins.

PARINTINS						
ANO	Nº NINHOS TRACAJÁ	Nº NINHOS TARTARUGA	Nº NINHOS IACÁ	PRECIPITAÇÃO PERÍODO REPRODUTIVO (mm)	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (C°)
2000	42	0	0	237,7	2.750,40	27,43
2001	250	11	120	307,7	2.889,70	27,59
2002	267	11	235	219,7	2471,9	28,03
2003	265	5	87	97,4	2.233,30	27,56
2004	252	13	186			
2005	370	25	50	667,6	710,7	28,75
2006	538	45	203	408,5	2.568,20	27,91
2007	678	22	412	450,8	2.640,70	28,14
2008	555	6	58	1260,5	3.432,50	27,7
2009	570	1	4	372,4	2.529,80	28,12
2010	623	33	355	433,6	2.057,50	28,36
2011	606	34	545	519,2	2.766,50	27,96
2012	258		5	420,6	2.549,80	27,94
2013	693	16	33	519,9	3.226,20	27,85
2014	721	2	15	294,2	2.338,60	28,12
2015	767		30	108,7	2.219,70	28,8
2016	477			830	2563,1	28,67
2017	785			174,24	706,04	28,5
2018	466			595,8	1984,38	27,93
2019	516			825,54	3050,02	28,08
2020	184			490,4	2177	28,41
2021	420			638,3	3407,9	28,17

2022	440			752,9	3212,2	28,21
2023	664			178,8	1802,2	28,95
2024	503	2		510,5	2793	29,3
MÉDIA	476,40	15,07	146,13	471,46	2461,72	28,19
MÁXIMO	785	45	545	1260,5	3432,5	29,3
MÍNIMO	42	0	0	97,4	706,04	27,43
DESVIO PADRÃO	198,908	13,915	165,785	270,586	693,083	0,462

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; INMET; CPRM, Agritempo

A figura 6-A revela que o menor número de ninhos de iaçá (*Podocnemis sextuberculata*) coletados durante o período de estudo foi de 4 ninhos em 2009. Nesse ano, a precipitação total foi de 2.529,8 mm e a temperatura média foi de 28,12°C (Figura 6-B). Por outro lado, em 2011 foram coletados 545 ninhos de iaçá, representando o pico máximo do período analisado. Nesse ano, a precipitação total foi de 2.766,5 mm e a temperatura média anual foi de 27,96°C.

A variação no número de ninhos de iaçá ao longo do período de estudo revela uma complexa interação entre fatores ambientais e comportamentais. Nota-se que nenhum dos dois picos de coleta está relacionado com os picos de precipitação total ou temperatura média anual. Essa falta de correlação sugere que outros fatores, além das condições climáticas, podem estar influenciando a nidificação das iaçás. Além das condições climáticas, fatores como qualidade do habitat, distúrbios humanos, predação, competição por espaço e alterações no nível do rio também podem influenciar a nidificação das tartarugas amazônicas (CAMPOS-SILVA *et al.*, 2020a).

Na Tabela 2 estão descritos dados de variação no número de ninhos de tracajás em relação ao nível do rio em Parintins. Em 2000, foram recolhidos 42 ninhos de Tracajá, representando o menor número de ninhos coletados. Naquele ano, a cota máxima do rio atingiu 845 cm, enquanto a cota mínima foi de 144 cm (Figura 4-C). Em contraste, em 2017, foram coletados 785 ninhos, o que representa o maior número de ninhos registrados. No mesmo ano, a cota máxima do rio alcançou 882 cm e a cota mínima foi de 41 cm (o que configura um ano de grande seca).

Analizando os resultados do gráfico, observamos que eventos extremos, como grandes cheias (2009 e 2012), parecem impactar mais a redução do número de ninhos, enquanto grandes secas (2005, 2010 e 2015) aparentemente não

afetaram a produção. No caso dos tracajás, isso pode estar relacionado ao fato de que grandes cheias reduzem a área e o período disponíveis para a postura, mas também permitem que os tracajás depositem seus ovos dentro de lagos, em vez das praias à margem do rio. Isso corrobora com as informações de Campos-Silva *et al.* (2020), no qual relatam que número de ninhos de tartarugas e tracajás estão altamente correlacionados com a cota do rio. Esta relação evidencia a influência crucial da dinâmica hidrológica na ecologia reprodutiva dessas espécies. Compreender e monitorar essas mudanças nos ciclos fluviais é essencial para a conservação das tartarugas amazônicas.

Tabela 2: Registros do n° de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, nível máximo e mínimo do rio em função dos anos em Parintins/AM.

PARINTINS					
ANO	N° NINHOS TRACAJÁ	N° NINHOS TARTARUGA	N° NINHOS IAÇÁ	COTA ANUAL DO RIO (cm)	
				MÁXIMO	MÍNIMO
2000	42	0	0	845	144
2001	250	11	120	820	22
2002	267	11	235	828	271
2003	265	5	87	788	140
2004	252	13	186	739	150
2005	370	25	50	816	-126
2006	538	45	203	882	15
2007	678	22	412	813	60
2008	555	6	58	855	103
2009	570	1	4	936	-24
2010	623	33	355	803	-186
2011	606	34	545	850	10
2012	258		5	927	-52
2013	693	16	33	904	139
2014	721	2	15	934	190
2015	767			472	333
2016	477			703	45
2017	785			882	41
2018	466			821	20
2019	516			902	110
2020	184			846	-30
2021	420			947	174
2022	440			928	-32
2023	664			830	-218
2024	503	2		709	-267
MÉDIA	476,40	15,07	153,87	831,20	41,28
MÁXIMO	785	45	545	947	333
MÍNIMO	42	0	0	472	-267
DESVIO PADRÃO	198,908	13,915	168,584	100,555	143,755

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; CPRM; ANA

A menor cota registrada em Parintins durante o período estudado foi de -267cm em 2024 (a seca mais extrema já registrada na região), quando foram coletados 2 ninhos de tartaruga. Seguida de 2023 (-218 cm) e 2010 (-186) todos anos de secas extremas.

Em contrapartida, a maior cota registrada foi de 947 cm em 2021 (a maior cheia já registrada), seguida de 2009 (936 cm) e 2012 (927 cm) todos anos de supercheias, quando apenas um ninho foi coletado (Figura 5-C). O maior valor de cota máxima do rio coincide com o ano de menor registro de ninhos coletados, mas isso não parece ser uma regra absoluta, como demonstrado pelo ano de 2013, quando a cota máxima foi de 909 cm e 16 ninhos foram coletados. Portanto, esses resultados destacam a importância de considerar uma gama mais ampla de variáveis ambientais e comportamentais ao investigar os padrões de nidificação.

Outros fatores climáticos como o número de eventos de chuva e sua intensidade nos períodos específicos da desova ou da eclosão dos filhotes pode influenciar, significativamente, os picos de postura e também o sucesso de nascimento dos filhotes. Os picos de desova de tartarugas, tracajás e iaçás costumam ocorrer dias após eventos de chuva não intensa no período de nidificação. Da mesma forma, é preciso que haja chuva no período final de incubação dos ovos para aumentar a umidade, favorecendo o desenvolvimento dos embriões e nascimento dos filhotes. Pouca chuva ou muita chuva no período da eclosão pode influenciar negativamente as taxas de eclosão e o número de filhotes produzidos (Andrade, 2012; Andrade et al, 2025).

De acordo com a figura 6-C, em 2021, a cota máxima do rio na cidade de Parintins atingiu 947 cm, enquanto a cota mínima foi de -267 cm (em 2024). Para os iaçás, anos de supercheia como 2009 (cota máxima=936 cm) resultaram na coleta de apenas 4 ninhos, o menor número registrado durante o período estudado. Por outro lado, em 2011, foram coletados 545 ninhos, com a cota máxima do ano atingindo 850 cm e a cota mínima chegando a 10 cm. Notavelmente, o ano com a cota máxima mais alta do rio corresponde ao ano com o menor número de ninhos coletados, indicando uma possível relação entre grandes cheias e uma redução no espaço disponível nas praias para a desova. Em contrapartida, anos mais secos e quentes parecem favorecer

um aumento no número de ninhos. Apesar das praias utilizadas para a nidificação serem amplas, os locais eleitos para a desova pela tartaruga-da-Amazônia são relativamente pequenos, apresentando uma alta concentração de ninhos. A alta densidade de ninhos pode expor os ninhos a riscos de predação e inundações durante eventos climáticos extremos (RODRIGUES *et al.*, 2012).

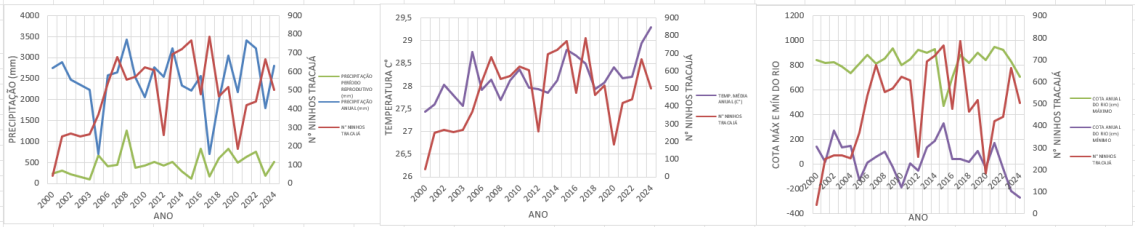


Figura 4: Gráfico de variação do nº de ninhos de tracajá com precipitação(A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Parintins/AM (C).



Figura 5: Gráfico de variação do nº de ninhos de tartaruga-da-Amazônia com precipitação (A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Parintins/AM (C).

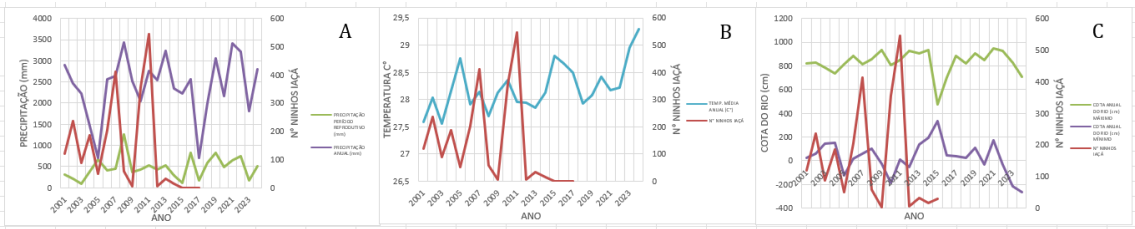


Figura 6: Gráfico de variação do nº de ninhos de iaçá com precipitação (A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Parintins/AM (C).

A tabela 3 apresenta a variação entre o número de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, a precipitação anual (pluviosidade) e a temperatura em Parintins de 2000 a 2024.

Tabela 3: Registro de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura média ao longo dos anos em Parintins/AM

PARINTINS						
ANO	N° FILHOTES TRACAÁ	N° FILHOTES TARTARUGA	N° FILHOTES IACÁ	PRECIPITAÇÃO PERÍODO REPRODUTIVO (mm)	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (C°)
2000	897			237,7	2.750,40	27,43
2001	4315	750	2637	307,7	2.889,70	27,59

2002	4805	1000	3520	219,7	2471,9	28,03
2003	5299	40	62	97,4	2.233,30	27,56
2004	10568	1139	1745			
2005	7725	1772	2017	667,6	710,7	28,75
2006	8883	4789	3680	408,5	2.568,20	27,91
2007	10752	424	3182	450,8	2.640,70	28,14
2008	8646	386	985	1260,5	3.432,50	27,7
2009	7937	59	32	372,4	2.529,80	28,12
2010	11447	1466	3621	433,6	2.057,50	28,36
2011	12372	2094	7143	519,2	2.766,50	27,96
2012	3811		73	420,6	2.549,80	27,94
2013	5318	420	400	519,9	3.226,20	27,85
2014	15622	50	50	294,2	2.338,60	28,12
2015	13751			108,7	2.219,70	28,8
2016	5720			830	2563,1	28,67
2017	10654			174,24	706,04	28,5
2018	8786			595,8	1984,38	27,93
2019	10120			825,54	3050,02	28,08
2020	3785			490,4	2177	28,41
2021	8400			638,3	3407,9	28,17
2022	8619			752,9	3212,2	28,21
2023	15128			178,8	1802,2	28,95
2024	7261	99		510,5	2793	29,3
MÉDIA	8424,84	965,87	1943,13	471,46	2461,72	28,19
MÁXIMO	15622	4789	7143	1260,5	3432,5	29,3
MÍNIMO	897	0	0	97,4	706,04	27,43
DESVIO PADRÃO	3687,77	1253,49	2048,79	270,59	693,08	0,46

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; CPRM; INMET, Agritempo

O ano com o maior número de filhotes de tracajá nascidos foi 2014, com um total de 15.622 filhotes (Figura 7). Nesse mesmo ano, a precipitação total foi de 2.338,60 mm (Figura 7-A) e a temperatura média foi de 28,12°C (Figura 7-B). Em contrapartida, o ano com o menor número de nascimentos foi 2000, registrando apenas 897 filhotes nascidos, com uma precipitação total de 2.750,4 mm e uma temperatura média anual de 27,43°C. Nota-se que em anos muito quentes, como 2005 e 2024, ocorre uma redução no número de filhotes, possivelmente devido a uma diminuição na taxa de eclosão. Os moradores relataram que em anos muito quentes, os ovos podem sofrer superaquecimento, resultando na morte dos embriões. Outros problemas incluem dificuldade para os filhotes saírem dos ninhos devido ao solo mais seco e duro, bem como um aumento nos ataques de formigas (ANDRADE, 2012, Andrade et al., 2025).

Em 2003, nasceram 40 filhotes de tartaruga, conforme indicado na figura 8. Nesse ano, a precipitação total foi de 2.233,3 mm (Figura 8-A) e a temperatura média foi de 27,56°C (Figura 8-B). Já o ano com o maior número de nascimentos de filhotes foi 2006, com 4.789 filhotes nascidos, registrando uma temperatura média anual de 27,91°C e uma precipitação total de 2.568,2 mm.

Observamos que em 2009 nasceram 32 filhotes de iaçá. Nesse ano, a precipitação total foi de 2.529,9 mm (Figura 9-A) e a temperatura média foi de 28,12°C (Figura 9-B). Por outro lado, o maior número de filhotes nasceu em 2011, totalizando 7.143 filhotes nascidos, com uma precipitação equivalente a 2.766,5 mm e uma temperatura média de 27,96°C. Foi observado que nos anos de grandes cheias e mais chuvas, como 2009 e 2012, houve menos nascimentos de filhotes, possivelmente pela redução na taxa de eclosão porque os ninhos ficam úmidos propiciando ovos serem atacados por fungos, mofarem, e também pelo maior ataque de larvas de mosca da Família Sarcophagidae e Ephydriidae (ANDRADE, 2012).. A possibilidade de aumento na frequência de chuvas intensas também é uma variável a ser considerada, podendo resfriar a areia e potencialmente aumentar a produção de filhotes machos, destacando a importância de compreender o impacto das condições climáticas na proporção de sexos dos filhotes (STAINES *et al.*, 2020).

A Tabela 4 apresenta o número de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, além das cotas máximas e mínimas do rio no período de 2000 a 2024 na cidade de Parintins.

Tabela 4: Registros nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá e cota máxima e mínima do rio ao longo dos anos em Parintins/AM.

PARINTINS					
ANO	Nº FILHOTES TRACAJÁ	Nº FILHOTES TARTARUGA	Nº FILHOTES IAÇÁ	COTA ANUAL DO RIO (cm)	
				MÁXIMO	MÍNIMO
2000	897	0	0	845	144
2001	4315	750	2637	820	22
2002	4805	1000	3520	828	58
2003	5299	40	62	788	140
2004	10568	1139	1745	739	150
2005	7725	1772	2017	816	-126
2006	8883	4789	3680	882	15
2007	10752	424	3182	813	60
2008	8646	386	985	855	103

2009	7937	59	32	936	-24
2010	11447	1466	3621	803	-186
2011	12372	2094	7143	850	10
2012	3811		73	927	-52
2013	5318	420	400	904	139
2014	15622	50	50	934	190
2015	13751			472	333
2016	5720			703	45
2017	10654			882	41
2018	8786			821	20
2019	10120			902	110
2020	3785			846	-30
2021	8400			947	174
2022	8619			928	-32
2023	15128			830	-218
2024	7261	99		709	-267
MÉDIA	8424,84	965,87	1943,13	831,20	32,76
MÁXIMO	15622	4789	7143	947	333
MÍNIMO	897	0	0	472	-267,00
DESVIO PADRÃO	3687,772	1253,492	2048,789	100,555	135,657

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; CPRM; ANA

As enchentes podem ser identificadas como a principal causa de perda de ninhos para as tartarugas que escolhem as margens dos rios como área de desova. Esse fenômeno natural, caracterizado pelo aumento significativo do volume de água nos cursos d'água, tende a inundar as áreas onde os ninhos são depositados, resultando na perda dos ovos e comprometendo o sucesso reprodutivo (Ferreira Jr et al., 2009).

Nasceram 15.622 filhotes de tracajá em Parintins no ano de 2014, quando a cota máxima do rio atingiu 934 cm e a mínima foi de 190 cm. Em contrapartida, em 2000, nasceram apenas 897 filhotes, com a cota máxima registrando 845 cm e a mínima 144 cm. Notavelmente, o número máximo de filhotes nasceu no mesmo ano em que uma das maiores cota máxima foi registrada durante o período analisado.

Observa-se um maior número de filhotes em anos sem grandes cheias, como em 2007 e 2010, enquanto grandes cheias, como em 2012, impactaram negativamente o número de filhotes devido à redução no número de ninhos. Essa variação pode ser claramente observada na figura 7-C.

O ano com o maior número de filhotes de tartaruga nascidos foi 2006, com 4.789 filhotes, quando a cota máxima do rio atingiu 882 cm e a mínima foi de 15 cm (Figura 8-C). Por outro lado, 2003 foi o ano com o menor número de nascimentos durante o período estudado, com aproximadamente 40 filhotes nascidos, registrando uma cota máxima de 788 cm e mínima de 140 cm. Isso não coincide com os anos com os menores ou maiores valores de precipitação total ou temperatura média do ano. A intensidade e frequência de chuvas também deve ser observada, chuvas excessivas e intensas podem causar uma redução significativa na taxa de eclosão, especialmente quando ocorrem em forma de temporais concentrados (ANDRADE, 2012).

A cota máxima do rio em 2009 foi de 936 cm e a mínima foi de -24 cm, com apenas 32 filhotes de iacá nascidos (Figura 9-C), representando o menor número de nascimentos de filhotes de iacá na cidade de Parintins. Verifica-se que em grandes cheias (como 2009 e 2012), há uma redução no número de filhotes, provavelmente devido ao menor número de ninhos disponíveis e redução da taxa de eclosão por excesso de umidade nos ninhos e aumento do ataque de larvas de moscas aos ovos de iacás (ANDRADE, 2012).

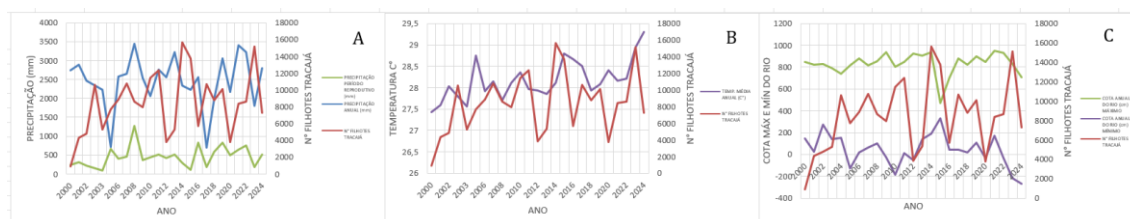


Figura 7: Gráfico de variação entre nº de filhotes de tracajá, precipitação (A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2000 a 2024 em Parintins/AM (C).

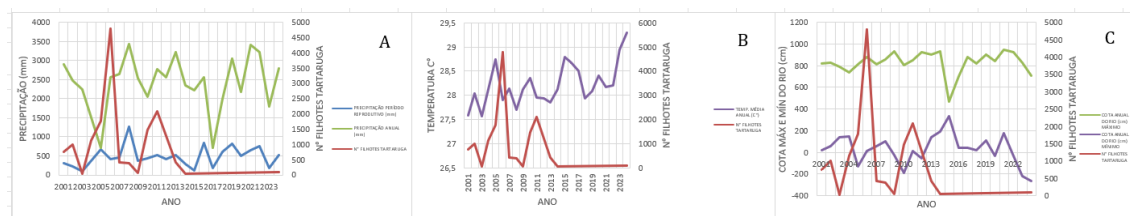


Figura 8: Gráfico de variação entre nº de filhotes de tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), temperatura média (B) e com cota máxima e mínima do rio de 2000 a 2024 em Parintins/AM (C).

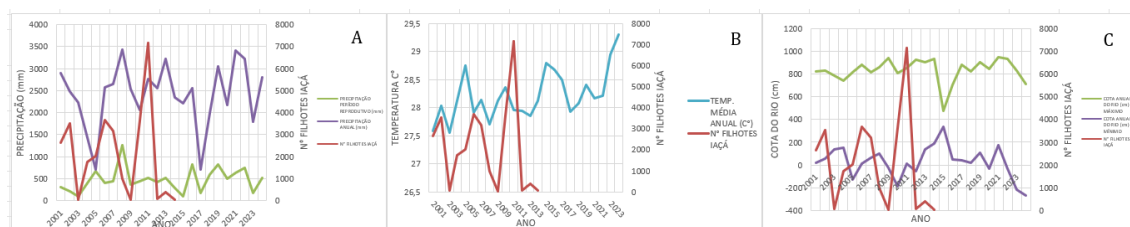


Figura 9: Gráfico de variação entre n° de filhotes de iaçá, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2000 a 2024 em Parintins/AM (C).

b) Itacoatiara:

Passamos agora a analisar os dados de ninhinhos e filhotes de tracajá no município de Itacoatiara. A tabela 5 apresenta os dados de número de ninhinhos de tracajá, assim como os dados de precipitação (pluviosidade) e temperatura durante o período de 2008 a 2024.

Tabela 5: Registros de n° de ninhinhos de tracajá, precipitação e temperatura ao longo dos anos em Itacoatiara/AM.

ITACOATIARA			
ANO	N° NINHOS TRACAJÁ	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (C°)
2008	6	2597,80	26,86
2009	20	2644,62	27,90
2010	33	1942,60	28,03
2011	36	3432,90	27,46
2012	10	2825,30	27,57
2013	20	2714,00	27,57
2014	18	3006,90	27,81
2015	19	2239,90	28,17
2016	15	2988,50	28,23
2017	37	2831,50	27,91
2018	49	2456,50	27,56
2019	64	2603,32	27,82
2020	66	2295,33	27,46
2021	70	3402,70	27,72
2022	71	3334,90	27,92
2023	93	3637,50	29,06
2024	33	2095,70	27,96
MÉDIA	33,07	2.456,23	27,82
MÁXIMO	70	3.423,90	29,06
MÍNIMO	6	1.942,60	26,86
DESVIO PADRÃO	21,557	400,733	0,454

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; CPRM; INMET

Os dados de precipitação anual total e temperatura média anual de Itacoatiara foram obtidos por meio do banco de dados do INMET (Instituto

Nacional de Meteorologia). A inclusão dos dados de coleta de ninhos de tracajá no banco de dados do programa Pé-de-Pincha teve início a partir

do ano de 2008. Não foram encontrados dados referentes ao número de ninhos ou filhotes das outras duas espécies nesta região, que é uma área de lago de várzea das margens do rio Amazonas, apenas são encontrados ninhos de tracajá.

Em 2008 foram coletados 6 ninhos de Tracajá, registrando uma precipitação anual de 2.597,8 mm (Figura 10-A) e uma temperatura média do ano de 26,86°C (Figura 10-B). Por outro lado, o maior número de ninhos foi observado no ano de 2023, com 93 ninhos coletados, enquanto a precipitação anual foi de 3637,50 mm e a temperatura média anual atingiu 29,06°C. Notavelmente, o ano com a maior temperatura anual média coincidiu com o período de maior número de ninhos coletados.

A tabela 6 apresenta a variação entre o número de ninhos de tracajá, a cota máxima e cota mínima anual em Itacoatiara de 2008 a 2024.

Tabela 6: Registros de nº de ninhos de tracajá, cota máxima e mínima do rio ao longo dos anos em Itacoatiara/AM.

ITACOATIARA			
ano	nº ninhos tracajá	cota anual do rio (cm)	
		max	min
2008	6	2155	1331
2009	20	2344	1179
2010	33	2053	1064
2011	36	2100	1260
2012	10	2177	1198
2013	20	2154	1389
2014	18	2184	1440
2015	19	1722	1583
2016	15	1953	1295
2017	37	2132	1291
2018	49	2071	1270
2019	64	2152	1360
2020	66	2096	1220
2021	70	2197	1424
2022	71	2178	1218
2023	93	2080	1032
2024	33	1959	983
MÉDIA	38,82	2100,41	1266,88
MÁXIMO	93,00	2344,00	1583,00

MÍNIMO	6,00	1722,00	983,00
DESVIO PADRÃO	25,63	133,59	153,64

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; CPRM; INMET, ANA

A menor quantidade de ninhos foi coletada no ano de 2008, onde foram coletados 6 ninhos de tracajá, neste ano, a cota máxima do rio foi de 2.155 cm enquanto a cota mínima foi de 1.331 cm (Figura 10-C). O ano de maior coleta de ninhos foi em 2023, onde foram coletados 93 ninhos, a cota máxima do rio foi de 2.080 cm, já a cota mínima foi de 1.032 cm, ano de uma seca extrema.

A tabela 7 descreve o número de filhotes de tracajá, precipitação e temperatura média no período de 2008 a 2024 no município de Itacoatiara. Também acredita-se que as chuvas que ocorrem após a construção dos ninhos contribuam significativamente para a sobrevivência desses ninhos, principalmente devido à sua capacidade de reduzir as pistas de localização usadas pelos predadores dos ninhos (GELLER *et al.*, 2022).

Tabela 7: Registros do nº de filhotes de tracajá, precipitação e temperatura média ao longo dos anos em Itacoatiara/AM.

ITACOATIARA			
ANO	Nº FILHOTES TRACAJÁ	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (C°)
2008	86	2597,80	26,86
2009	316	2644,62	27,90
2010	190	1942,60	28,03
2011	176	3432,90	27,46
2012	182	2825,30	27,57
2013	235	2714,00	27,57
2014	340	3006,90	27,81
2015	600	2239,90	28,17
2016	320	2988,50	28,23
2017	700	2831,50	27,91
2018	420	2456,50	27,56
2019	984	2603,32	27,82
2020	763	2295,33	27,46
2021	1372	3402,70	27,72
2022	1651	3334,90	27,92
2023	1224	3637,50	29,06
2024	623	2095,70	27,96
MÉDIA	324,09	2.456,23	27,73
MÁXIMO	1651	3.423,90	28,23
MÍNIMO	86	1.942,60	26,86
DESVIO PADRÃO	187,535	400,733	0,389

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; INMET; CPRM

A menor quantidade de filhotes nascidos foi registrada no ano de 2008, com o nascimento de 86 filhotes de tracajá (Figura 10). Nesse ano, a precipitação total foi de 2.597,8 mm (Figura 10-D) e a temperatura média anual foi de 26,86°C (Figura 10-E). Apesar de 2023 ter sido o ano com a maior quantidade de ninhos coletados, o maior número de filhotes nascidos foi observado em 2022, totalizando 1.651 filhotes. Em 2022, a precipitação foi de 3.334,90 mm e a temperatura média anual alcançou 27,92°C, muito mais amena que em 2023, onde as temperaturas elevadíssimas acabaram prejudicando o nascimento dos filhotes e reduzindo a taxa de eclosão.

Tabela 8: Registros de nº de filhotes de tracajá, cota máxima e mínima do rio ao longo dos anos em Itacoatiara/AM.

ITACOATIARA			
ano	nº filhotes tracajá	cota anual do rio (cm)	
		max	min
2008	86	2155	1331
2009	316	2344	1179
2010	190	2053	1064
2011	176	2100	1260
2012	182	2177	1198
2013	235	2154	1389
2014	340	2184	1440
2015	600	1722	1583
2016	320	1953	1295
2017	700	2132	1291
2018	420	2071	1270
2019	984	2152	1360
2020	763	2096	1220
2021	1372	2197	1424
2022	1651	2178	1218
2023	1224	2080	1032
2024	623	1959	983
MÉDIA	324,09	2100,41	1266,88
MÁXIMO	1651	2344,00	1583,00
MÍNIMO	86	1722,00	983,00
DESVIO PADRÃO	187,535	133,59	153,64

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; CPRM; INMET, ANA

A maior quantidade registrada de filhotes nascidos foi no ano de 2022, onde nasceram 1.651 filhotes de tracajá, a cota máxima desse ano foi de 2.178 cm e a cota mínima 1.218 cm (Figura 10-F). A cota mínima mais baixa foi registrada no ano de 2024, 983 cm, nesse ano, o número de filhotes nascidos foi

de 623. Esse foi o ano da maior seca extrema registrada na região, sendo que o número de ninhos e filhotes reduziu consideravelmente, em função da dificuldade de acesso dos animais aos locais de desova, já que os cursos d’água secaram e ficaram longe, e também pelo fato da cheia anterior ter sido pequena (já que o ano anterior também foi de seca extrema), o que impediu as fêmeas de tracajás de se alimentarem bem para produzir mais ovos.

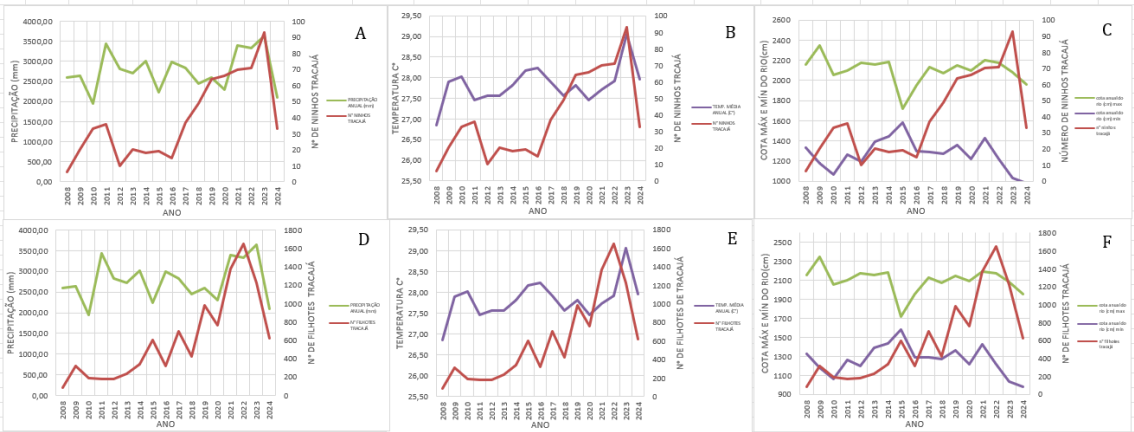


Figura 10: Gráficos de variação entre nº de ninhos de tracajá, precipitação (A) e temperatura média (B), cota máxima e mínima do rio (C) e nº de filhotes precipitação (D), temperatura média (E) e cota máxima e mínima do rio de 2008 a 2024 em Itacoatiara/AM (F).

c) Barreirinha:

Quanto aos registros encontrados para as áreas de Barreirinha, a tabela 9 apresenta os dados de nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura coletadas nos períodos de 2001 a 2024.

Tabela 9: Registro de nº de ninhos tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura ao longo dos anos em Barreirinha/AM.

BARREIRINHA						
ANO	Nº NINHOS TRACAJÁ	Nº NINHOS TARTARUGA	Nº NINHOS IACÁ	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	PRECIPITAÇÃO PERÍODO REPRODUTIVO (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (C°)
2001	193	10	16	2242,8	212,5	28,01
2002	222	8	35	2461	533,2	28,01
2003	562	19	71	2420,9	375,3	28,27
2004	545	17	168	2547,2	384,2	28,83
2005	1.025	15	91	1888,7	496,4	28,87
2006	816	19	120	2288,8	393	28,42
2007	1.169	23	134	2299,6	456,6	28,78
2008	984	23	81	2603,9	523	28,3
2009	1.123	21	109	2881,2	410	28,54
2010	1.030	21	100	2182,2	470,2	28,72
2011	1.026	29	164	2595,2	548,5	28,39
2012	1.177	38	132	2419,2	507,4	28,27

2013	1.092	26	186	2600,7	519,9	28,28
2014	1.248	15	385	1939,5	422	28,56
2015	1.274	63	329	1887,5	201,1	29,16
2016	855	25	120	2155,4	526,7	29,27
2017	829	35	278	2457	400,6	29,04
2018	745	26	284	2128,3	324	28,54
2019	717	15	188	2315,1	581,3	28,77
2020	983	58	257	2531,1	572,5	29,28
2021	927	55	286	3046,1	888,8	28,53
2022	893	34	171	2734,4	428,8	28,2
2023	1.342	134	164	1996,7	333,7	29,44
2024	1.050	142	150	2509,2	524,1	29,5
MÉDIA	909,46	36,29	167,46	2.380,49	459,74	28,67
MÁXIMO	1.342,00	142,00	385,00	3.046,10	888,80	29,50
MÍNIMO	193,00	8,00	16,00	1.887,50	201,10	28,01
DESVIO PADRÃO	298,324	34,453	93,334	299,597	137,179	0,437

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; INMET; CPRM; ANA, Agritempo

A maior quantidade de ninhos de tracajá foi coletada no ano de 2023 (1342 ninhos), que foi um ano de seca extrema com precipitação total de 1996,7 mm e 29,44°C. Em seguida tivemos o ano de 2015 (1274 ninhos), que também foi um ano de seca extrema e elevadas temperaturas, quando a precipitação total atingiu 1.887,5 mm (Figura 11-A) e a temperatura máxima alcançou 29,16°C, conforme indicado na figura 11-B. Mostrando que em anos com seca severa e maiores temperaturas, aumentam os ninhos de tracajás. Por outro lado, em 2001, foi registrada a menor quantidade de ninhos durante o período analisado, totalizando 193 ninhos. Nesse ano, a precipitação total foi de 2242,8 mm e a temperatura média foi de 28,01°C. É interessante notar que o ano com a maior temperatura média anual coincide com o ano com o maior número de ninhos coletados. Do ponto de vista fisiológico a temperatura é importante nos processos reprodutivos das fêmeas, principalmente na maturação dos ovos, onde trocas de calor são realizadas durante o assoalhamento nas praias ou nos troncos (LOPES *et al* ,2022)

O maior número de ninhos de tartaruga foi coletado no ano de 2024 (142 ninhos), foi um ano de seca extrema com precipitação 2.509,2 mm e temperatura média elevada de 29,5°C. Esse foi seguido de 2023, com 134 ninhos, e de 2015, com total de 63 ninhos (Figura 12), precipitação total atingindo 1.887,5 mm (Figura 12-A) e a temperatura média foi de 29,16°C (Figura 12-B). Todos foram anos de secas severas com temperaturas elevadas (acima de 29°C) e maior

quantidade de ninhos de tartarugas. Por outro lado, o menor número de ninhos foi registrado em 2001, com apenas 10 ninhos coletados. Em 2001, a precipitação total do ano foi de 2242,8 mm e a temperatura média foi de 28,01°C. Mais uma vez, observa-se que as temperaturas médias anuais mais altas durante o período analisado está associada à maior quantidade de ninhos coletados, sendo que, em eventos de seca extrema (como 2005, 2015 e 2023), houve uma maior disponibilidade de área de praia para as tartarugas desovarem.

Analisando a figura 13, verifica-se que em 2001 foram coletados 16 ninhos de iaçá, representando o menor número de coletas durante o período analisado. Nesse ano, a precipitação total foi de 2242,8 mm (Figura 13-A) e a temperatura média atingiu 28,01°C (Figura 13-B). Por outro lado, o maior número de coletas de ninhos de iaçá ocorreu em 2014, com 385 ninhos coletados. Em 2014, a precipitação total alcançou 1.939,5 mm e a temperatura média foi de 28,56°C. Curiosamente, os pontos de pico dos dados analisados não apresentam uma correlação evidente. A tabela 10 apresenta o número de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, assim como os números da cota anual do município de Barreirinha.

Tabela 10: Registros de nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, nível máximo e mínimo do rio em função dos anos em Barreirinha/AM.

BARREIRINHA					
ANO	Nº NINHOS TRACAJÁ	Nº NINHOS TARTARUGA	Nº NINHOS IAÇÁ	COTA ANUAL DO RIO (cm)	
				MÁXIMO	MÍNIMO
2001	193	10	16	820	22
2002	222	8	35	828	58
2003	562	19	71	788	140
2004	545	17	168	739	150
2005	1.025	15	91	816	-126
2006	816	19	120	882	15
2007	1.169	23	134	813	60
2008	984	23	81	855	103
2009	1.123	21	109	936	-24
2010	1.030	21	100	803	-186
2011	1.026	29	164	850	10
2012	1.177	38	132	927	-52
2013	1.092	26	186	904	139
2014	1.248	15	385	934	190
2015	1.274	63	329	472	333
2016	855	25	120	703	45
2017	829	35	278	882	41
2018	745	26	284	821	20

2019	717	15	188	902	110
2020	983	58	257	846	-30
2021	927	55	286	947	174
2022	893	34	171	928	-32
2023	1.342	134	164	830	-218
2024	1050	142	150	709	-267
MÉDIA	909,46	36,29	167,46	830,63	28,13
MÁXIMO	1.342,00	142,00	385,00	947,00	333,00
MÍNIMO	193,00	8,00	16,00	472,00	-267,00
DESVIO PADRÃO	298,324	34,453	93,334	102,675	136,538

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; CPRM; ANA

No ano de 2001, que registrou o menor número de ninhos de tracajá coletados (193), a cota máxima do rio na cidade de Barreirinha atingiu 820 cm, enquanto a cota mínima foi de 22 cm. Por outro lado, em 2023, foram coletados 1342 ninhos de tracajás, sendo a maior quantidade coletada, justamente em um ano de seca extrema, com cota máxima em 830 cm e mínima em -218 cm. Em segundo lugar, tivemos 2015, quando foram coletados 1.274 ninhos, nesse ano houve uma seca extrema, com a disponibilização de uma maior área de praia para as tartarugas desovarem, além disso, muitas delas foram obrigadas a vir para a calha do rio principal, pois os lagos e igapós secaram, e com isso, essas fêmeas acabaram desovando nas praias protegidas durante o período analisado. A cota máxima do rio em 2015 foi de 919 cm, enquanto a cota mínima foi de -27 cm, conforme ilustrado na figura 11-C.

Observou-se que nos anos de grandes cheias, como em 2009, 2012, 2014 e 2021, também houve picos de produção de ninhos de tracajá, possivelmente devido à redução de espaço disponível para desova, o que levou as fêmeas a desovarem mais próximas e facilitou a localização dos ninhos. Além disso, as florestas e igapós permaneceram inundados por mais tempo, proporcionando mais alimento para as fêmeas formarem ovos.

Com relação aos ninhos de tartaruga, a figura 12-C evidencia que a cota máxima do rio em 2005, o ano em que foram coletados apenas 15 ninhos, ou seja, a terceira menor quantidade de ninhos registrada, atingiu 882 cm, enquanto a cota mínima foi de -126 cm. Em contraste, no ano de 2015, quando foram coletados 63 ninhos de tartaruga, estabeleceu-se como o ano com a terceira maior quantidade de ninhos coletados durante o período analisado. A cota máxima do rio em 2015 foi de 919 cm e a cota mínima foi de -27 cm.

Foram dois anos com seca extrema, mas com dinâmicas diferentes. Contudo, as maiores quantidades de ninhos de tartaruga, foram nos anos de 2024 e 2023 (142 e 134 ninhos, respectivamente), mostrando que anos com secas severas, tendem a ter maior quantidade de ninhos de tartarugas também.

Observa-se que no ano de 2001, que registrou a menor quantidade de ninhos de iacá coletados (16 ninhos), a cota máxima do rio foi de 820 cm, enquanto a cota mínima foi de 22 cm. Já em 2014, quando foram coletados 385 ninhos, o número máximo de ninhos coletados durante o período analisado, a cota máxima do rio atingiu 934 cm e a cota mínima chegou a 190 cm (Figura 13-C). Nota-se que o menor número de ninhos coletados coincidiu com o ano em que uma das cotas máxima mais baixa registrada durante o período analisado. Em anos de vazantes pequenas, como em 2011, 2014, 2015 e 2021, ocorreram picos de produção de ninhos de iacás, possivelmente devido à maior disponibilidade de alimento para as fêmeas devido à floresta inundada



Figura 11: Gráfico de variação entre nº de ninhos de tracajá, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (C).

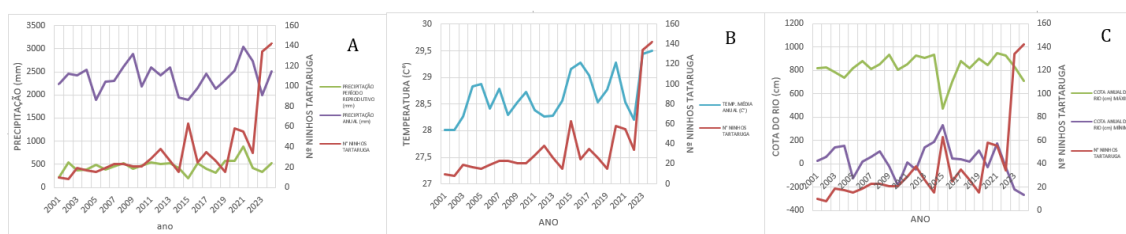


Figura 12: Gráfico de variação entre nº de ninhos de tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (C).

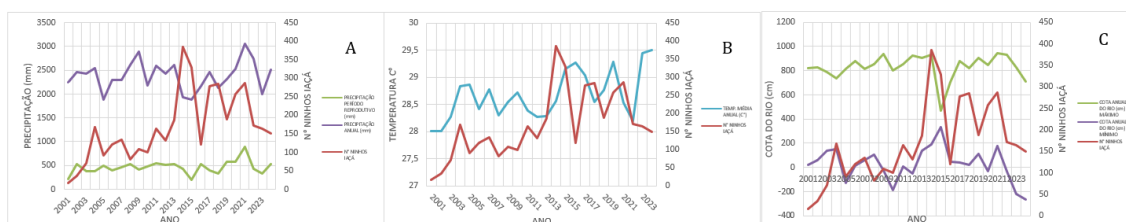


Figura 13: Gráfico de variação entre nº de ninhos de iacá, precipitação (A), temperatura (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (C).

A tabela 11 evidencia o número de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, assim como a precipitação e temperatura média dos anos de 2001 a 2024 no município de Barreirinha.

De acordo com a figura 14, o maior número de filhotes de tracajá nasceu no ano de 2014, totalizando 22.967 filhotes. Nesse ano, a precipitação total foi de 1.939,5 mm (Figura 14-A) e a temperatura média foi de 28,56°C (Figura 14-B). Por outro lado, em 2001, foram registrados 3921 filhotes, estabelecendo-se como o ano com o menor número de nascimentos de filhotes de tracajá durante o período analisado. Em 2001, a precipitação total atingiu 2242,8 mm e a temperatura média do ano foi de 28,01°C. Nota-se que algumas das maiores quantidades de filhotes nascidos (2014, 2015, 2023) durante o período analisado pelo gráfico ocorreram em anos com a menor precipitação total (1939 mm, 1887 mm e 1997 mm, respectivamente), evidenciando que anos com menor pluviosidade, aparentemente melhoram a taxa de eclosão dos ninhos de tracajás, produzindo mais filhotes.

Quanto ao número de filhotes de tartaruga (Figura 15-A), o menor número de filhotes nascidos foi no ano de 2001, onde 306 filhotes nasceram, a precipitação total do ano foi de 2242,8 mm e a temperatura média foi de 28,01 C° (Figura 15-B). o ano com maior número de filhotes foi o de 2024, com 5930 filhotes, onde a precipitação total foi de 2509,2mm e a temperatura média anual chegou a 29,5C°. o ano com maior temperatura, também foi o ano com maior número de filhotes registrado na tabela e no gráfico.

Tabela 11: Registro de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura média ao longo dos anos em Barreirinha/AM.

BARREIRINHA						
ANO	Nº FILHOTES TRACAJÁ	Nº FILHOTES TARTARUGA	Nº FILHOTES IAÇÁ	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	PRECIPITAÇÃO PERÍODO REPRODUTIVO (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (C°)
2001	3921	306	170	2242,8	212,5	28,01
2002	4240	496	551	2461	533,2	28,01
2003	12909	1104	1105	2420,9	375,3	28,27
2004	11191	1557	1326	2547,2	384,2	28,83
2005	17394	1089	1173	1888,7	496,4	28,87

2006	14085	671	1400	2288,8	393	28,42
2007	19812	690	1451	2299,6	456,6	28,78
2008	13622	917	932	2603,9	523	28,3
2009	17549	1023	1239	2881,2	410	28,54
2010	16941	769	742	2182,2	470,2	28,72
2011	18744	1308	2370	2595,2	548,5	28,39
2012	16083	1210	1413	2419,2	507,4	28,27
2013	18037	1066	2100	2600,7	519,9	28,28
2014	22967	1097	3938	1939,5	422	28,56
2015	20858	3387	2360	1887,5	201,1	29,16
2016	11832	731	1167	2155,4	526,7	29,27
2017	14401	2612	2672	2457	400,6	29,04
2018	12967	1016	3367	2128,3	324	28,54
2019	13532	620	1757	2315,1	581,3	28,77
2020	19261	4672	2800	2531,1	572,5	29,28
2021	15333	3632	3180	3046,1	888,8	28,53
2022	13588	1432	1742	2734,4	428,8	28,2
2023	18928	3863	1904	1996,7	333,7	29,44
2024	13173	5930	1628	2509,2	524,1	29,5
MÉDIA	15.057,01	1.716,59	1.770,30	2.380,49	459,74	28,67
MÁXIMO	22.967,00	5.930,00	3.938,00	3.046,10	888,80	29,50
MÍNIMO	3.921	306	170,00	1.887,50	201,10	28,01
DESVIO PADRÃO	4554,628	1485,770	927,402	299,597	137,179	0,437

No ano de 2001, nasceram 170 filhotes de iaçá em Barreirinha, estabelecendo-se como o menor número de filhotes de iaçá nascidos durante o período analisado, conforme ilustrado na figura 16-A. A precipitação do ano foi de 2.242,8 mm e a temperatura média foi de 28,01°C (Figura 16-B). Por outro lado, o maior número de filhotes de iaçá nasceu no ano de 2014, totalizando 3.955 filhotes. Em 2014, a precipitação total alcançou a marca de 1.939,5 mm e a média anual de temperatura chegou a 29,16°C. Notavelmente, o ano com o menor número de filhotes nascidos também foi o ano com a menor temperatura média anual entre os anos analisados. Observa-se que anos mais amenos (médias de 28,5°C) como 2011, 2014 e 2021 tenderam a ter maior quantidade de nascimentos. Além disso, anos mais chuvosos resultaram em menos filhotes, possivelmente devido a um maior número de ovos gorados.

A Tabela 12 apresenta o número de filhotes de quelônios (tracajá, tartaruga e iaçá), juntamente com os valores de cota máxima e mínima durante o período de 2001 a 2024 no município de Barreirinha. Um dos mais notáveis estudos realizados sobre a reprodução e nível do rio é de Alho e Pádua (1982) que observam a sincronia das tartarugas ao ambiente fluvial, utilizando as mudanças

sazonais no nível da água como um indicador confiável para o início do ciclo reprodutivo. Este comportamento está intimamente ligado à disponibilidade de locais de desova adequados e ao ciclo natural dos rios, destacando a importância da compreensão dos fatores ambientais na regulação do comportamento reprodutivo das tartarugas.

Tabela 12: Registro de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, cota máxima e mínima do rio ao longo dos anos em Barreirinha/AM.

BARREIRINHA					
ANO	Nº FILHOTES TRACAJÁ	Nº FILHOTES TARTARUGA	Nº FILHOTES IAÇÁ	COTA ANUAL DO RIO (cm)	
				MÁXIMO	MÍNIMO
2001	3921	306	170	820	22
2002	4240	496	551	828	58
2003	12909	1104	1105	788	140
2004	11191	1557	1326	739	150
2005	17394	1089	1173	816	-126
2006	14085	671	1400	882	15
2007	19812	690	1451	813	60
2008	13622	917	932	855	103
2009	17549	1023	1239	936	-24
2010	16941	769	742	803	-186
2011	18744	1308	2370	850	10
2012	16083	1210	1413	927	-52
2013	18037	1066	2100	904	139
2014	22967	1097	3938	934	190
2015	20858	3387	2360	472	333
2016	11832	731	1167	703	45
2017	14401	2612	2672	882	41
2018	12967	1016	3367	821	20
2019	13532	620	1757	902	110
2020	19261	4672	2800	846	-30
2021	15333	3632	3180	947	174
2022	13588	1432	1742	928	-32
2023	18928	3863	1904	830	-218
2024	13173	5930	1628	709	-267
MÉDIA	15.057,01	1.716,59	1.770,30	830,63	28,13
MÁXIMO	22.967,00	5.930,00	3.938,00	947,00	333,00
MÍNIMO	3.921	306,00	170,00	472,00	-267,00
DESVIO PADRÃO	4554,628	1485,770	927,402	102,675	136,538

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; CPRM; ANA

No ano com o menor número de filhotes de tracajá nascidos, em 2001, totalizando 3921 filhotes de tracajá, a cota máxima do rio atingiu 820 cm, enquanto a cota mínima chegou a 22 cm, conforme figura 14-E. Em contrapartida, em 2014, quando nasceram 22.697 filhotes, estabeleceu-se

como o ano com o maior número durante o período de análise, com a cota máxima do rio alcançando 934 cm e a cota mínima registrada em 190 cm.

A cota máxima registrada em 2024, o ano com o maior número de filhotes de tartaruga nascidos no período (5.930), foi de 709 cm, enquanto a cota mínima foi de -267 cm (foi a menor cota registrada na região, em um evento de seca extrema), conforme evidenciado na figura 15-E. Por outro lado, em 2001, o ano com o menor número de filhotes nascidos, a cota máxima do rio atingiu 820 cm e a cota mínima foi de 22 cm. Aparentemente, o ponto de pico do número de filhotes não se relaciona com os picos dos outros dados analisados. Todavia, um estudo realizado por Eisemberg *et al.* (2016) revelou que até mesmo um pequeno aumento no nível da água (1,5 m) pode reduzir o tempo de incubação dos ovos em metade dos ninhos. Além disso, o fato de que, mesmo em estações secas, esse aumento no nível de água pode reduzir o número de filhotes é preocupante. Isso indica que as mudanças nos padrões de inundação podem ter efeitos negativos tanto durante as cheias quanto nas épocas mais secas do ano.

Em relação à cota máxima nos anos com menor número de filhotes de iacá nascidos, foi em torno de 800 a 830 cm, enquanto a cota mínima variou de 22 a -186 cm. Já em 2014, o ano com o maior número de filhotes nascidos, a cota máxima alcançou a marca de 934 cm, e a cota mínima chegou a 190 cm. Os dados mínimos e máximos das cotas não parecem se relacionar com os dados máximos e mínimos de nascimento de iacá. No entanto, em anos em que a vazante foi pequena, como em 2014 e 2021, observaram-se picos de produção de filhotes, o que está relacionado a um maior número de ninhos nesses anos (Figura 16-E), o que pode estar associado a uma maior entrada de água do Paraná do Ramos (água barrenta) para o rio Andirá, levando com isso mais nutrientes para produção de frutos (alimentos para as fêmeas de iacás), bem como, facilitando também a entrada de iacás da várzea para os igapós do rio Andirá. Segundo o estudo de Pantoja-Lima *et al.* (2009) o sucesso e sobrevivência dos ninhos, consequentemente dos filhotes, também está associada a escolha do local de nidificação. Esse estudo evidencia a importância crítica da escolha cuidadosa do local de desova pelas tartarugas, destacando que a qualidade do habitat de nidificação desempenha um papel fundamental na determinação do sucesso reprodutivo das espécies. Fatores como a exposição a predadores, a temperatura

do solo, a drenagem adequada e a proximidade da água podem influenciar significativamente a eclosão dos ovos e a sobrevivência dos filhotes.

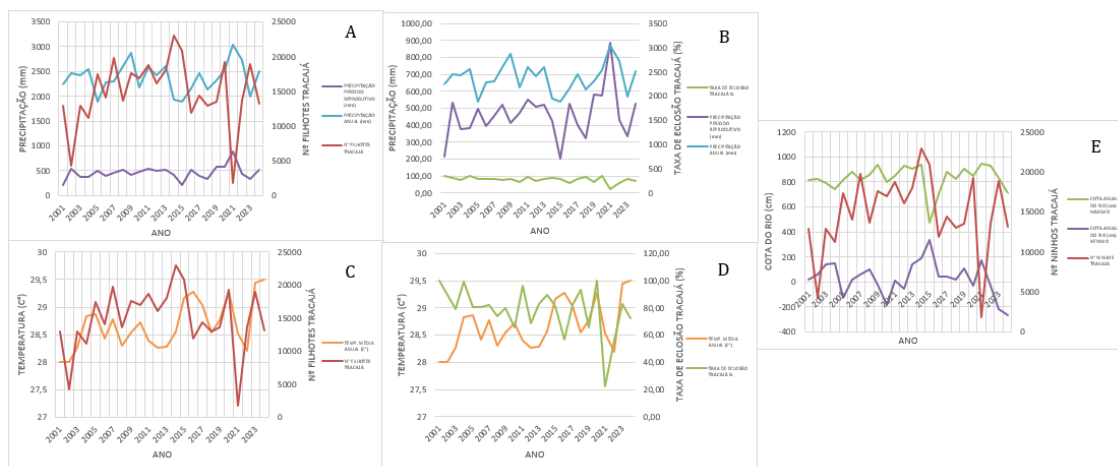


Figura 14: Gráficos de variação entre n° de filhotes de tracajá, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), n° de filhotes de tracajá, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (E).

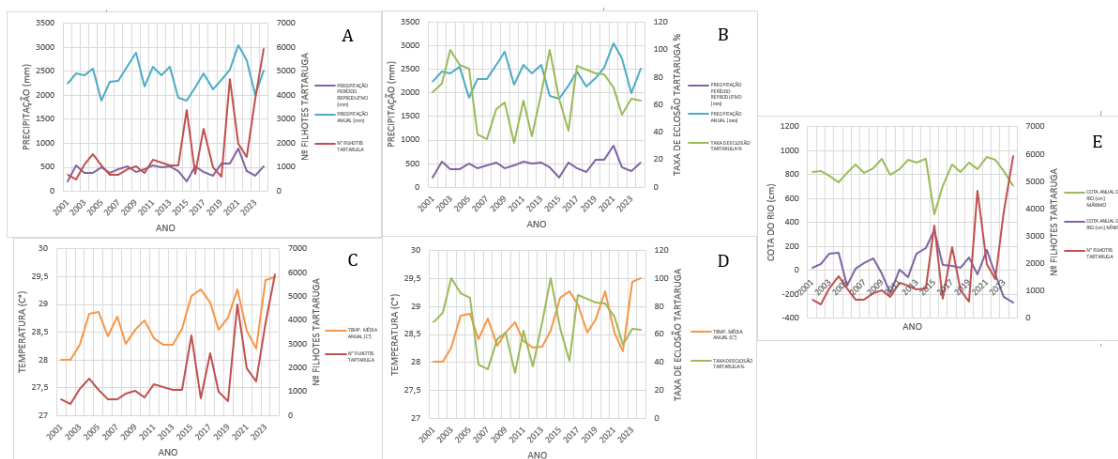


Figura 15: Gráficos de variação entre n° de filhotes de Tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), n° de filhotes de Tartaruga-da-Amazônia, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (E).

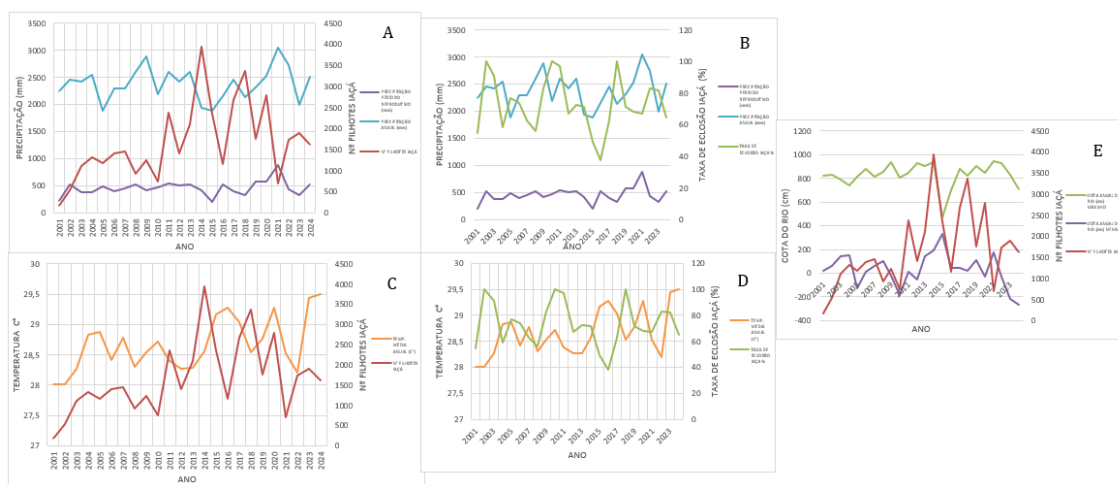


Figura 16: Gráficos de variação entre n° de filhotes de Iacá, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), n° de filhotes de Iacá, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Barreirinha/AM (E).

d) Nhamundá:

Os dados referentes às áreas de coleta em Nhamundá foram dispostos nas tabelas a seguir. A tabela 13 apresenta os dados de n° de ninhinhos de tracajá, tartaruga e iacá, precipitação e temperatura coletadas nos períodos de 2003 a 2024.

Tabela 13: Registro de n° de ninhinhos tracajá, tartaruga e iacá, precipitação e temperatura ao longo dos anos em Nhamundá/AM

NHAMUNDÁ						
ANO	N° NINHOS TRACAJÁ	N° NINHOS TARTARUGA	N° NINHOS IACÁ	PRECIPITAÇÃO PERÍODO REPRODUTIVO (mm)	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (C°)
2003	43	2		268,3	1857,8	27,56
2004	169		4	73,7	2515,3	
2005	90	1	8	699,4	2423	28,75
2006	1	4	80	266	2432,5	27,91
2007	127	2	14	607,5	2650,7	28,14
2008	115			543,8	2443	27,7
2009	13		2	158,9	2670,9	28,12
2010	71	2		475,1	2575,7	28,36
2011	132	2	5	644,5	2772,6	27,96
2012	137	3	13	325,2	2399	27,94
2013	343	84	122	553,1	3275	27,85
2014	357	137	50	207,7	2269,4	28,12
2015	249	155	27	69,9	2096,3	28,8
2016	144	100	30	531,2	2092,8	28,67
2017	236	451	60	340,1	2019,8	28,5
2018	63	300	42	562,9	2237,9	27,93
2019	98	405	40	728,2	2565,2	28,08
2020	133	305	40	365,5	2129,4	28,41
2021	149	424	44	736,6	2726	28,17
2022	17	1.017	30	511,7	2528,9	28,21

2023	207	1.121	20	279	1958,7	28,95
2024	51	0	3	0	1817,2	29,3
MÉDIA	133,86	237,63	33,37	406,74	2384,41	28,26
MÁXIMO	357	1121	122	736,6	3275	29,3
MÍNIMO	1	0	2	0	1817,2	27,56
DESVIO PADRÃO	97,045	334,011	30,314	223,536	345,669	0,438

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; AGRITEMPO; ANA

O menor registro anual de ninhos de tracajá ocorreu em 2006, com a coleta de apenas 6 ninhos. Nesse ano, a precipitação acumulada durante o período reprodutivo foi de 266 mm (Figura 17-A) e a temperatura média registrada foi de 27,91°C (Figura 17-B). E a maior quantidade de ninhos de tracajá foi registrada em 2014 (357 ninhos), sendo a precipitação total 2269,4 mm e a temperatura média 28,12 °C. O maior número de ninhos de tartaruga coletados foi observado em 2023, totalizando 1.121 ninhos, quando a temperatura média anual atingiu 28,95°C (Figura 18-B) e a precipitação anual foi de 1.958,7 mm (Figura 18-A). Esse foi um ano de seca extrema, com temperaturas elevadas. Paradoxalmente, em 2024, outro ano de seca extrema, não tivemos ninho nenhum de tartaruga, pois o nível da água ficou tão baixo, que as tartarugas até chegaram no boiadouro, mas depois se espalharam e não desovaram nas áreas monitoradas. Em relação à espécie iaçá, em 2013 foram coletados 122 ninhos, ano em que a precipitação anual foi de 3.275 mm (Figura 19-A) e a temperatura média foi de 27,85°C. Sendo que, a menor quantidade de ninhos foi em 2009 (2 ninhos), que foi um ano de supercheia, com pluviosidade total de 2670,9 mm e temperatura de 28,12°C.

A tabela 14 apresenta os registros de nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá e a cota máxima e mínima do rio durante o período de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM.

Tabela 14: Registros de nº de ninhos de tracajá, tartaruga e iaçá, nível máximo e mínimo do rio em função dos anos em Nhamundá/AM.

ANO	NHAMUNDÁ				
	Nº NINHOS TRACAJÁ	Nº NINHOS TARTARUGA	Nº NINHOS IAÇÁ	COTA ANUAL DO RIO (cm)	
				MÁXIMO	MÍNIMO
2003	43	2		788	140
2004	169		4	739	150
2005	90	1	8	816	-126
2006	1	4	80	882	15
2007	127	2	14	813	60
2008	115			855	103
2009	13		2	936	-24

2010	71	2		803	-186
2011	132	2	5	850	10
2012	137	3	13	927	-52
2013	343	84	122	904	139
2014	357	137	50	934	190
2015	249	155	27	472	333
2016	144	100	30	703	45
2017	236	451	60	882	41
2018	63	300	42	821	20
2019	98	405	40	902	110
2020	133	305	40	846	-30
2021	149	424	44	947	174
2022	17	1.017	30	928	-32
2023	207	1.121	20	830	-218
2024	51	0	3	709	-267
MÉDIA	133,86	237,63	33,37	831,23	27,05
MÁXIMO	357	1121	122	947	333
MÍNIMO	1	0	2	472	-267
DESVIO PADRÃO	97,045	334,011	30,314	107,425	142,732

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; AGRITEMPO; ANA

No ano de 2021, foi registrada a maior cota do rio durante o período analisado, atingindo 947 cm, com uma cota mínima de 174 cm, ano de supercheia. Nesse contexto hidrológico, observou-se a ocorrência de 149 ninhos de tracajá (Figura 17-C). Entretanto, o maior número de ninhos dessa espécie foi verificado em 2014, quando foram coletados 357 ninhos. Nesse ano, a cota máxima do rio foi de 934 cm e a cota mínima de 190 cm.

Em relação à tartaruga-da-Amazônia, o menor número de ninhos foi observado em 2024, ano marcado por uma seca severa na região. Nesse período, a cota máxima do rio foi de 709 cm e a cota mínima atingiu -267 cm (Figura 18-C). As condições extremas de seca impossibilitaram a desova na principal área de concentração, a praia do Corocoró, devido à ausência de condições adequadas para a chegada das fêmeas aos locais de desova.

No que se refere à espécie iacá, o menor registro de cota mínima do rio também ocorreu em 2024, coincidindo com a coleta de apenas três ninhos, o segundo menor valor da série histórica. O menor número absoluto de ninhos de iacá, entretanto, foi registrado em 2009, ano em que a cota máxima do rio foi de 936 cm e a cota mínima de -24 cm (Figura 19-C). Esses dados evidenciam a forte influência das variações hidrológicas sobre o sucesso reprodutivo das espécies de quelônios estudadas.

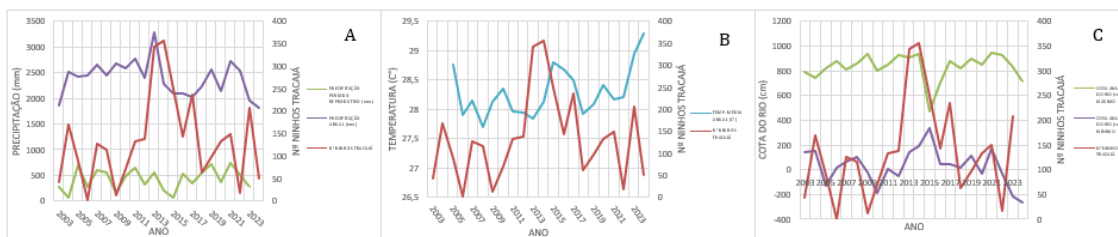


Figura 17: Gráfico de variação entre nº de ninhos de tracajá, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (C).



Figura 18: Gráfico de variação entre nº de ninhos de tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), temperatura média (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (C).

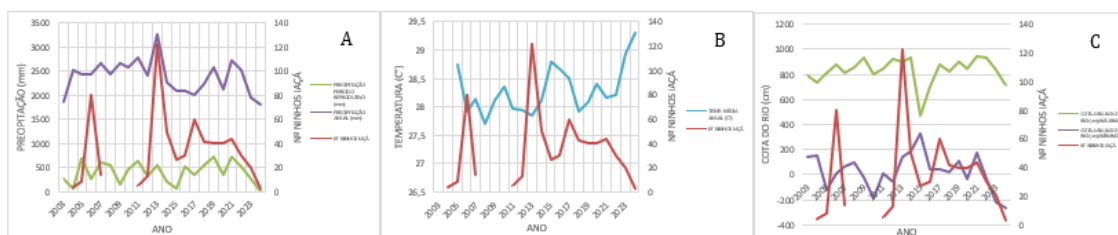


Figura 19: Gráfico de variação entre nº de ninhos de iaçá, precipitação (A), temperatura (B), e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em nhamundá/AM (C).

A Tabela a seguir apresenta a série histórica do número de filhotes nascidos das três principais espécies de quelônios amazônicos — tracajá (*Podocnemis unifilis*), tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) e iaçá (*Podocnemis sextuberculata*) — no município de Nhamundá, Amazonas, ao longo do período de 2003 a 2024. Além dos dados reprodutivos, a tabela inclui informações sobre a precipitação acumulada durante o período reprodutivo, a precipitação anual total e a temperatura média anual registrada em cada ano.

Tabela 15: Registro de nº de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, precipitação e temperatura média ao longo dos anos em Nhamundá/AM.

NHAMUNDÁ						
ANO	Nº FILHOTES TRACAJÁ	Nº FILHOTES TARTARUGA	Nº FILHOTES IACÁ	PRECIPITAÇÃO PERÍODO REPRODUTIVO (mm)	PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (°C)
2003	103	4		268,3	1857,8	27,56
2004	2.672		56	73,7	2515,3	
2005	1.593	75	46	699,4	2423	28,75
2006	1.593	75	16	266	2432,5	27,91
2007	1.550	56	30	607,5	2650,7	28,14

2008	1.807			543,8	2443	27,7
2009	98		1	158,9	2670,9	28,12
2010	715	2		475,1	2575,7	28,36
2011	1.688	92	34	644,5	2772,6	27,96
2012	2.335	20	5	325,2	2399	27,94
2013	3.211	8.454	2.302	553,1	3275	27,85
2014	3.941	6.436	528	207,7	2269,4	28,12
2015	4.633	8.292	314	69,9	2096,3	28,8
2016	3.822	10.000	450	531,2	2092,8	28,67
2017	5.363	30.097	756	340,1	2019,8	28,5
2018	660	24.000	538	562,9	2237,9	27,93
2019	1.871	40.000	512	728,2	2565,2	28,08
2020	2.942	39.342	624	365,5	2129,4	28,41
2021	1.307	14.000	384	736,6	2726	28,17
2022	274	33.587	210	511,7	2528,9	28,21
2023	1.738	53.882	221	279	1958,7	28,95
2024	840		18	0	1817,2	29,3
MÉDIA	2034,36	14911,89	370,79	406,74	2384,41	28,26
MÁXIMO	5363	53882	2302	736,6	3275	29,3
MÍNIMO	98	2	1	0	1817,2	27,56
DESVIO PADRÃO	1454,76	17381,69	528,50	223,54	345,67	0,44

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; AGRITEMPO; SGB; ANA

No contexto da análise temporal da produção de filhotes de quelônios no município de Nhamundá, observa-se que o ano de 2017 se destacou pelo maior número de filhotes de tracajá nascidos, totalizando 5.363 indivíduos. Esse pico reprodutivo coincidiu com uma precipitação acumulada de 340,1 mm (Figura 20-A) durante o período reprodutivo e uma temperatura média anual de 28,5°C (Figura 20-C).

Em relação à tartaruga-da-Amazônia, o maior número de filhotes foi registrado em 2023, com 53.882 nascimentos. Nesse ano, a precipitação durante o período reprodutivo foi de 279 mm e a temperatura média anual atingiu 28,95°C (Figura 21-C). No entanto, em 2024, não houve registros de chuva no período reprodutivo e, consequentemente, não foram observados nascimentos de filhotes dessa espécie, devido ausência de desova na região.

Quanto à espécie iacá, o maior número de filhotes foi observado em 2013, com 2.302 indivíduos, em um contexto de temperatura média anual de 27,85°C (Figura 22-C) e precipitação de 553,1 mm durante o período reprodutivo (Figura 22-A).

A Tabela 16 apresenta o registro anual do número de filhotes nascidos de tracajá (*Podocnemis unifilis*), tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) e iacá (*Podocnemis*

sextuberculata) no município de Nhamundá, Amazonas, entre os anos de 2003 e 2024. Além dos dados reprodutivos, a tabela inclui as cotas máximas e mínimas do rio (em centímetros) para cada ano, permitindo uma análise integrada entre o sucesso reprodutivo dessas espécies e as variações hidrológicas locais.

Tabela 16: Registros de n° de filhotes de tracajá, tartaruga e iaçá, nível máximo e mínimo do rio em função dos anos em Nhamundá/AM.

NHAMUNDÁ					
ANO	N° FILHOTES TRACAJÁ	N° FILHOTES TARTARUGA	N° FILHOTES IAÇÁ	COTA ANUAL DO RIO (cm)	
				MÁXIMO	MÍNIMO
2003	103	4		788	140
2004	2.672		56	739	150
2005	1.593	75	46	816	-126
2006	1.593	75	16	882	15
2007	1.550	56	30	813	60
2008	1.807			855	103
2009	98		1	936	-24
2010	715	2		803	-186
2011	1.688	92	34	850	10
2012	2.335	20	5	927	-52
2013	3.211	8.454	2.302	904	139
2014	3.941	6.436	528	934	190
2015	4.633	8.292	314	472	333
2016	3.822	10.000	450	703	45
2017	5.363	30.097	756	882	41
2018	660	24.000	538	821	20
2019	1.871	40.000	512	902	110
2020	2.942	39.342	624	846	-30
2021	1.307	14.000	384	947	174
2022	274	33.587	210	928	-32
2023	1.738	53.882	221	830	-218
2024	840		18	709	-267
MÉDIA	2034,36	14911,89	370,79	831,23	27,05
MÁXIMO	5363	53882	2302	947	333
MÍNIMO	98	2	1	472	-267,00
DESVIO PADRÃO	1454,762	17381,687	528,503	107,425	142,732

*Fontes: Acervo Programa Pé-de-pincha; AGRITEMPO; SGB; ANA

No ano de 2015, foi registrada a maior cota mínima do rio em Nhamundá, valor que coincidiu com o nascimento de 4.633 filhotes de tracajá, 8.292 filhotes de tartaruga e 314 filhotes de iaçá (Figura 20-E). Curiosamente, esse mesmo ano apresentou também a menor cota máxima do período analisado, esse foi um ano de seca extrema, mas com

temperaturas mais amenas, garantindo uma melhor taxa de eclosão e nascimento dos filhotes.

O maior valor de cota máxima foi observado em 2021 (supercheia), atingindo 947 cm, ano em que foram registrados 1.307 filhotes de tracajá, 14.000 filhotes de tartaruga (Figura 21-E) e 384 filhotes de iaçá, sendo que a cota mínima nesse ano foi de 174 cm. Em contraste, a menor cota mínima foi verificada em 2024, quando nasceram 840 filhotes de tracajá, 18 filhotes de iaçá (Figura 22-E) e não houve registro de nascimento de filhotes de tartaruga.

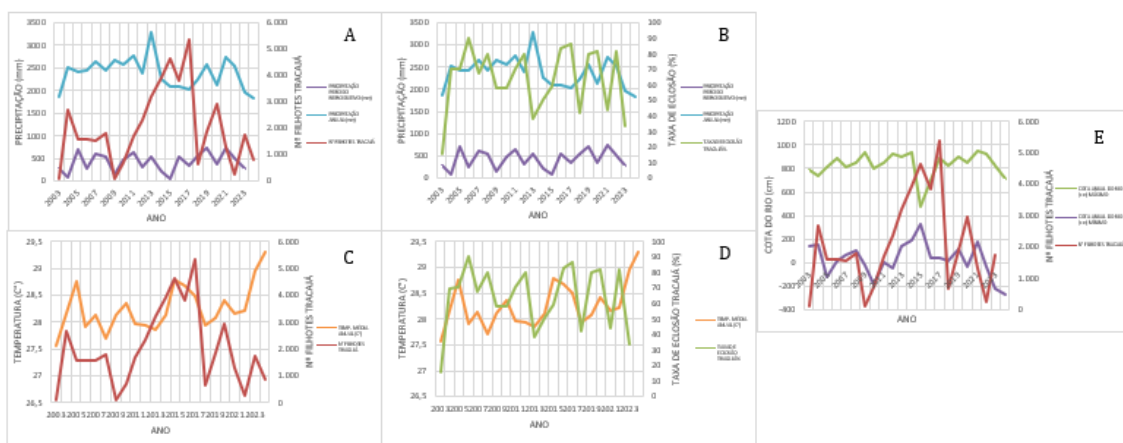


Figura 20: Gráficos de variação entre n° de filhotes de tracajá, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), n° de filhotes de tracajá, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (E).

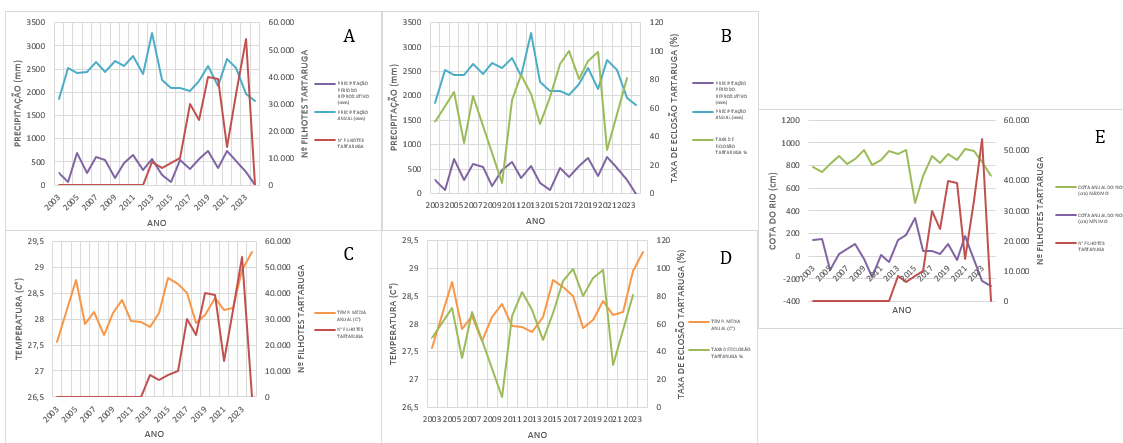


Figura 21: Gráficos de variação entre n° de filhotes de Tartaruga-da-Amazônia, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), n° de filhotes de Tartaruga-da-Amazônia, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (E).

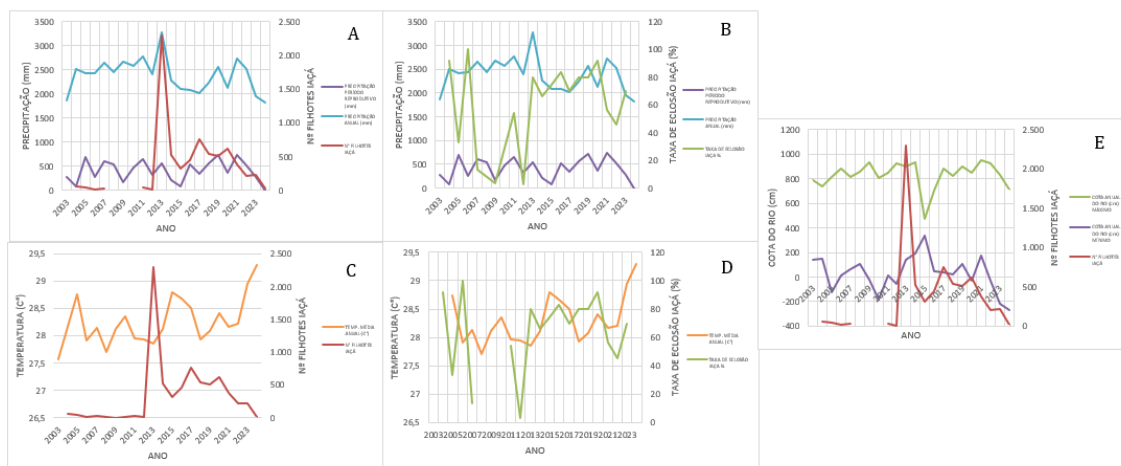


Figura 22: Gráficos de variação entre n° de filhotes de iaçá, precipitação (A), taxa de eclosão, precipitação (B), n° de filhotes de iaçá, temperatura (C) taxa de eclosão, temperatura (D) e cota máxima e mínima do rio de 2003 a 2024 em Nhamundá/AM (E).

6.2. Resultados das análises de correlações, regressões e componentes principais

A seguir apresentamos os principais resultados das análises de correlação linear, correlação de Spearman e de Pearson entre as variáveis biológicas sobre a produção de ninhos e filhotes e as variáveis climáticas (precipitação e temperatura) e do nível do rio analisadas para cada município. Também apresentamos as análises de regressão linear das correlações significativas ($P < 0,05$) e os resultados da análise multivariada dos componentes principais (PCA). As tabelas com todas as correlações testadas e as análises PCA de cada município estão em Anexo.

• *Parintins – Médio Rio Amazonas:*

Ao analisarmos as correlações lineares de Spearman (R_s) e Pearson verificamos que foram significativas ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) as relações mostradas na Tabela 17.

Tabela 17: Coeficientes de correlação linear e de Spearman e regressão linear (R^2) das variáveis de produção de ninhos e filhotes de quelônios e variáveis climáticas em Parintins.

Espécie	Produção	Precipitação Anual (mm)	Temperatura Média (C°)	Nível Máximo (cm)	Nível Mínimo (cm)
Coeficiente de Spearman significativos : $P < 0,05$ (*) e $P < 0,01$ (**)					
<i>P. unifilis</i>	Ninhos	-0,14286	0,014286	0,40357	-0,1
<i>P. expansa</i>		0,067918	0,12332	-0,26273	-0,48972*
<i>P. sextuberculata</i>		0,082143	-0,089286	-0,60357**	-0,078571
<i>P. unifilis</i>	Filhotes	-0,30357	0,042857	0,082143	-0,05
<i>P. expansa</i>		-0,34416	0,56579*	-0,30452	-0,47209*
<i>P. sextuberculata</i>		0,09294	0,057194	-0,44325*	-0,3521
Regressão: Valores de $P < 0,05$ (*) e $P < 0,01$ (**)					
<i>P. unifilis</i>	Ninhos	0,74922	0,54866	0,10984	0,65655

<i>P. expansa</i>		0,49744	0,95169	0,61665	0,045911*
<i>P. sextuberculata</i>		0,86862	0,4177	0,10683	0,40477
<i>P. unififlis</i>	Filhotes	0,52027	0,4469	0,73133	0,75386
<i>P. expansa</i>		0,0026**	0,25282	0,2176	0,022*
<i>P. sextuberculata</i>		0,90527	0,53763	0,21564	0,21332
Regressão	R2 ajustado (significativo ** e tendência*)				
<i>P. unififlis</i>	Ninhos	0,008	0,028	0,18472	0,01568
<i>P. expansa</i>		0,036	0,00029	0,0198	0,27254*
<i>P. sextuberculata</i>		0,0022	0,0511	0,18758	0,0539
<i>P. unififlis</i>	Filhotes	0,0324	0,0451	0,0968	0,0078
<i>P. expansa</i>		0,65398**	0,09921	0,11438	0,34122*
<i>P. sextuberculata</i>		0,0011	0,029	0,1153	0,1164

Com relação as variáveis biológicas (ninhas e filhotes) das diferentes espécies, observou-se que, as áreas com maior quantidade de ninhas de tartaruga, também são as áreas com maior quantidade de ninhas e filhotes de iacás ($P < 0,06$ e $0,0001$, respectivamente), mostrando uma importante interação entre essas duas espécies que vão desovar no mesmo tipo de praia, diferentemente do tracajá (que pode desovar nas praias, barrancos, capinzais e outros ambientes).

Com relação as interações entre a produção de ninhas e filhotes e as variáveis climáticas e o nível do rio (cota máximas e mínimas) foi observado que a quantidade de ninhas de tartaruga foi influenciada pela cota mínima do rio, quanto menor a cota do rio (secas e supersecas) houve uma tendência a uma maior quantidade de ninhas ($P < 0,046$; Pearson=-0,52; Spearman=-0,49; $R^2=0,27$), e conseqüentemente, também influenciou a produção de filhotes de tartaruga, quanto menor a cota do rio, maior a quantidade de filhotes ($P < 0,022$; Pearson=-0,58; Spearman=-0,47; $R^2=0,35$). As figuras abaixo (23 e 24) mostram a regressão linear dessas relações. A precipitação total também influenciou o número de filhotes de tartaruga, quanto maior a precipitação, menor a quantidade de filhotes ($P < 0,0001$; Pearson=-0,81; $R^2=0,65$) e a temperatura média também influenciou em um maior nascimento de filhotes de tartaruga ($P < 0,03$; Spearman=0,57), provavelmente porque o excesso de água das chuvas pode afetar as taxas de eclosão, assim como, temperaturas mais elevadas podem melhorar a eclosão – Figuras 25 e 26.

O número de ninhas de iacás teve uma tendência a ser influenciado pela cota máxima do rio, quanto maior a cheia, menor foram as quantidades de ninha de iacás ($P=0,1$; Pearson=-0,43; Spearman=-0,60; $R^2=0,19$ – ajustado pelo Log=0,33) – Figura 27. E também houve uma tendência de que o número de filhotes de iacás fosse influenciado pela cota máxima ($P=0,09$; Spearman=-0,44) – Figura 28.

Anos com uma maior pluviosidade tiveram uma tendência a apresentarem menores temperaturas médias ($P < 0,099$; Pearson = -0,44) e maior nível dos rios ($P < 0,04$; Pearson = 0,53), o que influenciaria diretamente a reprodução desses animais. Tartarugas, e depois as iaçás, parecem ser mais sensíveis as variações desses fatores climáticos do que os tracajás, que aparentemente tem maior capacidade de adaptação e resiliência ambiental.

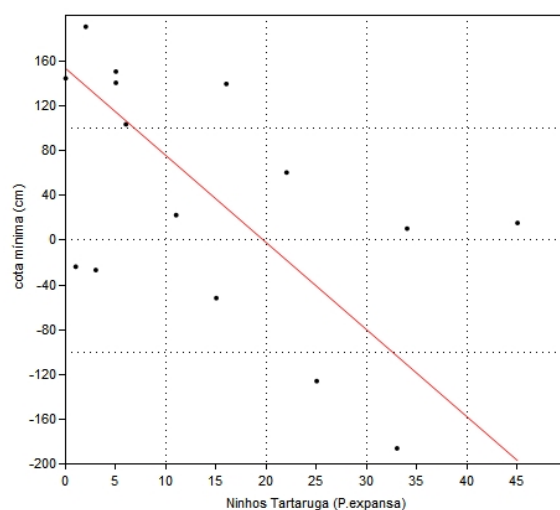


Figura 23: Regressão linear entre Ninhos tartaruga X cota mínima

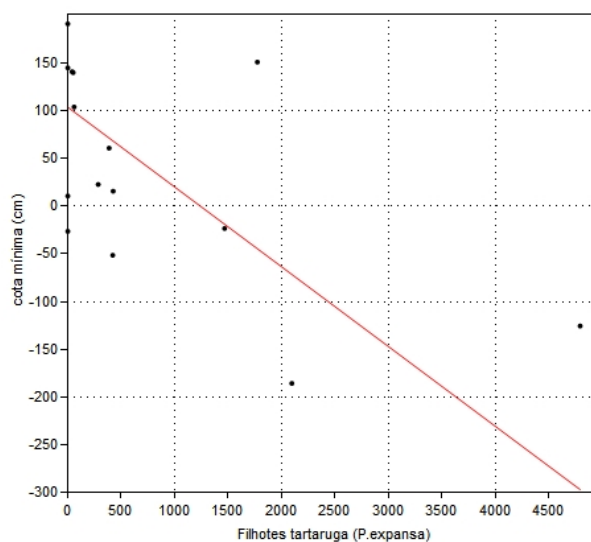


Figura 24: Regressão linear entre Filhotes de tartaruga X Cota mínima do rio

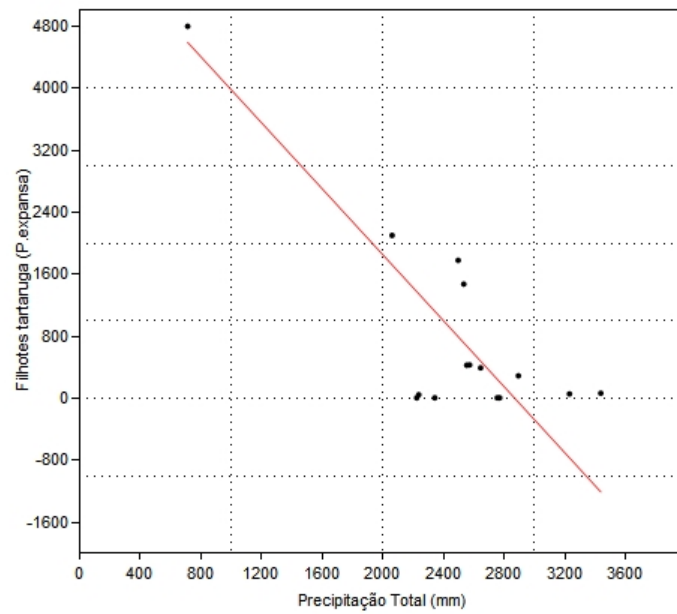


Figura 25: Regressão linear entre filhotes de tartaruga X precipitação total anual (mm)

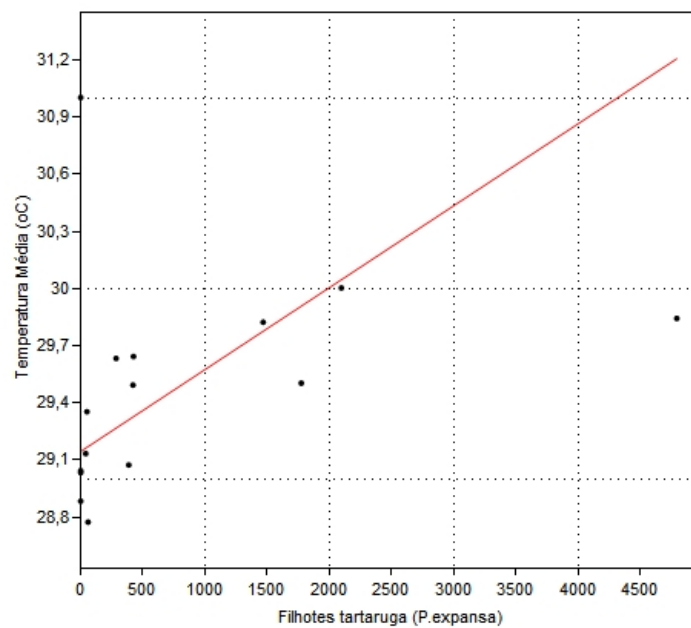


Figura 26: Regressão linear entre Filhotes de tartaruga X Temperatura média anual (C°)

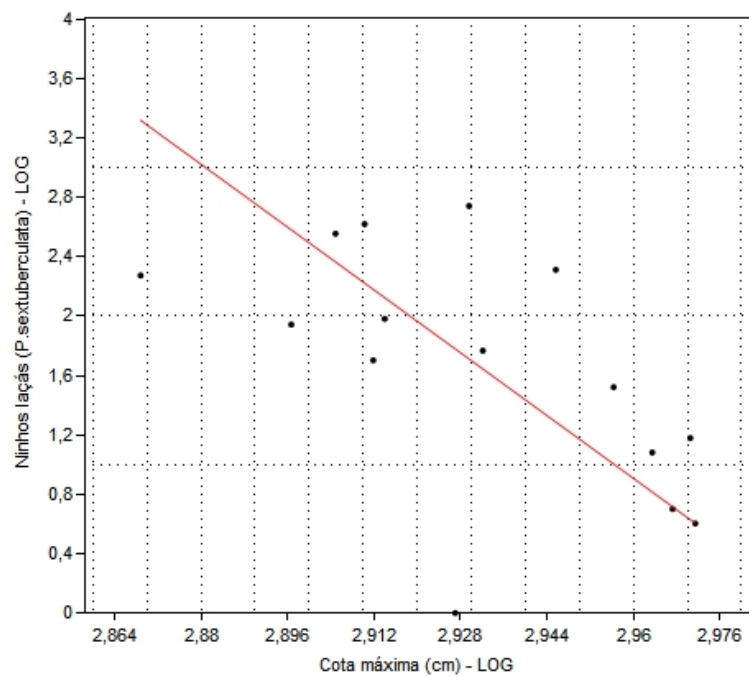


Figura 27: Ninhos de iaçás X Cota Mínima do rio (cm) – logaritimizada.

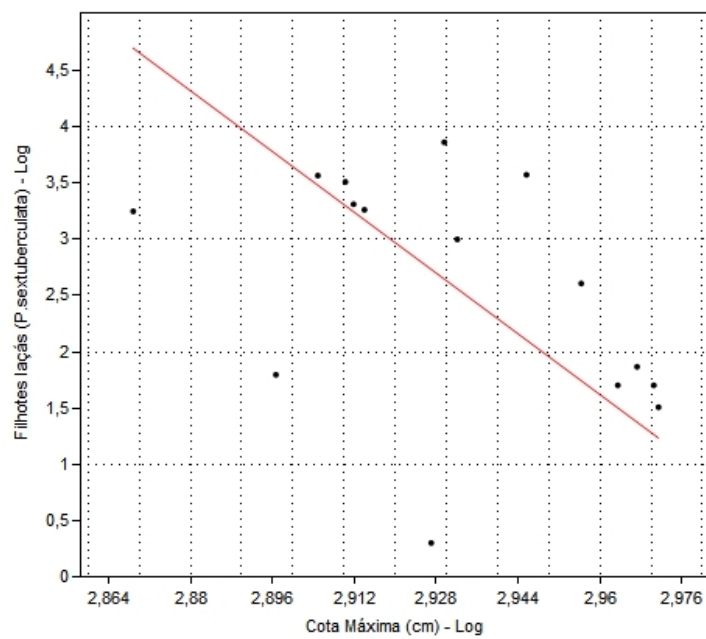


Figura 28: Regressão linear Filhotes Iaçás X Cota Máxima do rio – Logaritimizada.

Quando realizamos a análise multivariada dos componentes principais (PCA) verificou-se que a cota mínima e a precipitação influenciaram a produção de ninhos de tartaruga e iacá, mas também do tracajá, quanto menor a cota anual e a pluviosidade (secas acentuadas) maior a quantidade de ninhos. Maiores temperaturas influenciaram positivamente o nascimento de filhotes de tartaruga, enquanto que, uma maior pluviosidade (principalmente no período final da incubação) influenciou negativamente na quantidade de filhotes dessa espécie. A Figura 29 apresenta os vetores dessa análise de PCA.

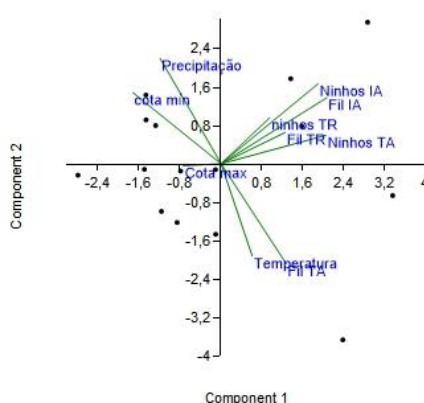


Figura 29: Análise de vetores PCA método Scatter Biplot sobre os principais componentes que influenciam a produção de ninhos e filhotes de quelônios em Parintins.

- **Itacoatiara – Médio Rio Amazonas – Lago do Babaçu:**

Em Itacoatiara, os dados analisados foram apenas dos ninhos e filhotes de uma espécie de quelônio, que é a única que desova na várzea do Lago Babaçu, na margem direita do rio Amazonas, próximo a entrada do rio Arari. Existem relatos anteriores de tabuleiros de desova de tartarugas no rio Amazonas, próximo a Itacoatiara (Smith, 1979), mas não existem mais informações sobre outras áreas de postura que estejam sendo protegidas e monitoradas naquele município. As correlações lineares de Spearman (R_s) e Pearson para Itacoatiara que foram significativas ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) são apresentadas na Tabela 18.

Apesar da grande área de várzea onde se encontra o Lago do Babaçu receber influência direta do rio Amazonas, não foram detectadas influências das cotas do rio

(nível do rio) nem nas cotas máximas (cheias e supercheias) e nem nas cotas mínimas (secas e supersecas). As variáveis climáticas (temperatura e precipitação), entretanto, tiveram tendência em influenciar na produção de ninhos e filhotes de tracajás.

Observou-se uma tendência de influência da temperatura média sobre o número de ninhos ($P < 0,089$; Pearson=0,42; $R^2=0,18$) – Figura 30, indicando que elevações de temperatura estão associadas ao aumento na quantidade de ninhos. Além disso, a temperatura demonstrou impacto sobre o número de filhotes ($P < 0,092$; Pearson=0,42; $R^2=0,18$) – Figura 31, sugerindo que temperaturas mais elevadas possivelmente favorecem uma maior taxa de eclosão. A precipitação anual influenciou a produção de filhotes de tracajás ($P < 0,08$; Pearson=0,43; $R^2=0,15$) – figura 32, provavelmente, porque as chuvas no final do período de incubação, facilitaram a eclosão dos filhotes nos ninhos de argila, nos barrancos de várzea do Lago Babaçu, ou por garantirem melhor eclodibilidade nos ninhos transferidos para as chocadeiras.

Tabela 18: Coeficientes de correlação linear e de Spearman e regressão linear (R^2) das variáveis de produção de ninhos e filhotes de tracajás (*P. unifilis*) e variáveis climáticas em Itacoatiara.

Produção	Precipitação Anual	Temperatura Média	Nível Máximo	Nível Mínimo
Coeficiente de Spearman R_s significativos : $P < 0,05$ (*) e $P < 0,01$ (**)				
Ninhos	0,27975	0,12838	0,015951	-0,25031
Filhotes	0,21569	0,3816	0,019608	0,0098039
valores de $P < 0,05$ (*)				
Ninhos	0,11738	0,089276	0,67537	0,30106
Filhotes	0,08068	0,091966	0,82376	0,88389
R ² ajustado (significativo ** e tendência*)				
Ninhos	0,155	0,18*	0,01	0,07
Filhotes	0,15*	0,18*	0,003	0,001

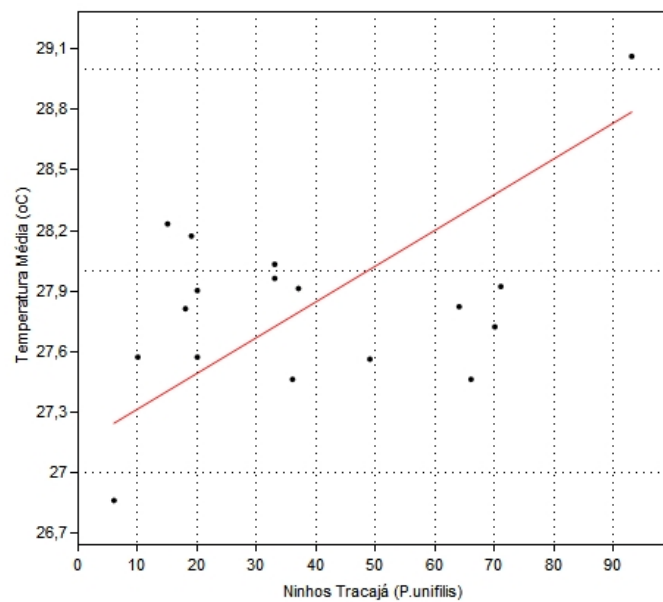


Figura 30: Regressão linear entre Ninhos de tracajás X Temperatura Média em Itacoatiara.

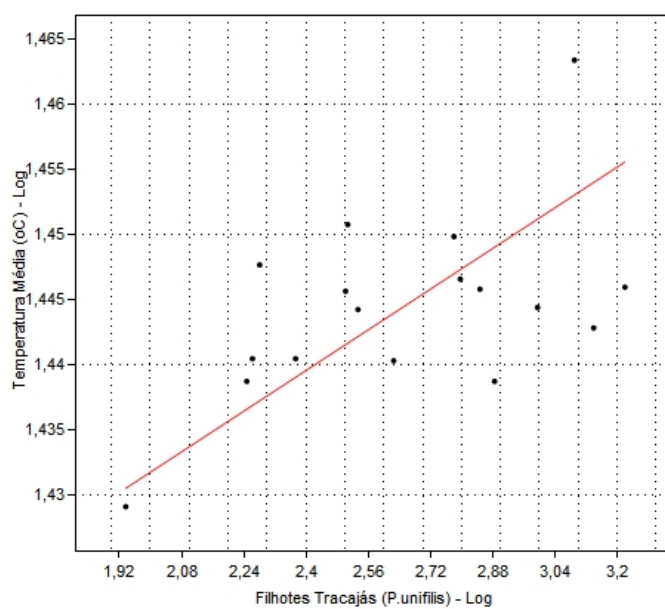


Figura 31: Regressão linear entre Filhotes de tracajás X Temperatura Média (oC) logaritimizada em Itacoatiara.

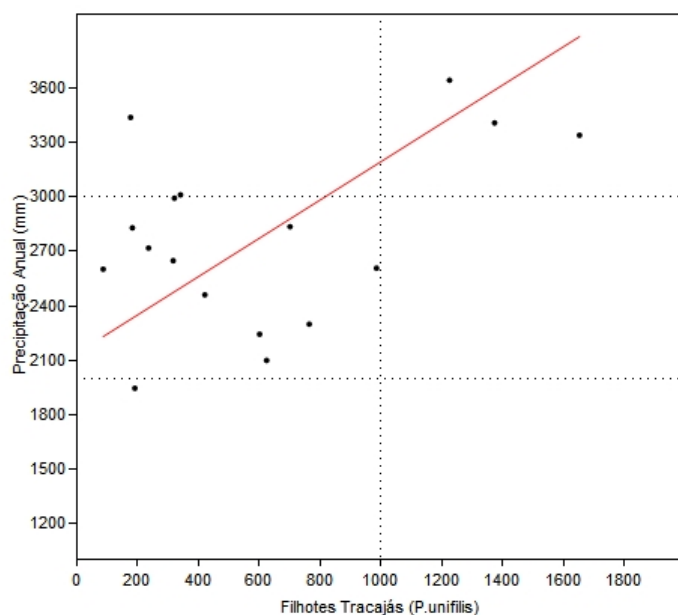


Figura 32: Regressão linear entre Filhotes de tracajás X Precipitação Anual (mm) em Itacoatiara.

Quando realizamos a análise multivariada dos componentes principais (PCA) verificou-se que a temperatura e a precipitação influenciaram mais significativamente a produção de ninhos e filhotes de tracajás, estando em destaque nos quadrantes. A cota Máxima (cheias) também aparece nessa análise como fator influenciador relevante, com vetor no mesmo sentido da precipitação (quanto mais chuvas, maiores as cotas de inundação). A Figura 33 apresenta os vetores dessa análise de PCA.

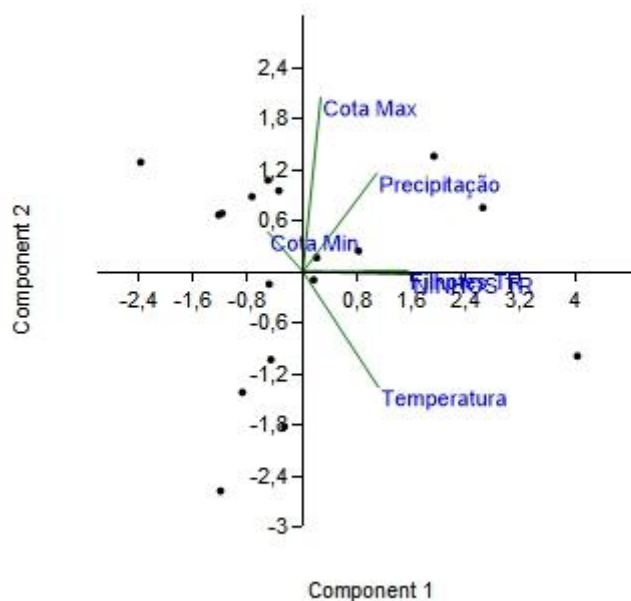


Figura 33: Análise de vetores PCA método Scatter Biplot sobre os principais componentes que influenciam a produção de ninhos e filhotes de tracajás em Itacoatiara.

- **Barreirinha – Rio Andirá:**

Embora o município de Barreirinha ainda faça parte da zona fisiográfica do Médio Amazonas, com influência nas áreas de várzea do Paraná do Ramos, onde fica a sede do município, as áreas de nidificação que analisamos estavam localizadas nas margens do rio Andirá, com águas negras, ambientes de igapós e praias de areia branca, textura média, e ambientes de barrancos e campinas para as desovas das diferentes espécies de Podocnemidídeos que avaliamos nesse estudo.

As correlações lineares de Spearman (R_s) e Pearson para Barreirinha que foram significativas ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) são apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19: Coeficientes de correlação linear e de Spearman e regressão linear (R^2) das variáveis de produção de ninhos e filhotes de quelônios) e variáveis climáticas em Barreirinha.

Espécie	Produção	Precipitação Anual	Temperatura Média	Nível Máximo	Nível Mínimo
Coeficiente de Spearman R_s significativos : $P < 0,05$ (*) e $P < 0,01$ (**)					
<i>P. unifflis</i>	Ninhos	-0,17391	0,35632*	0,13612	-0,19217
<i>P. expansa</i>		0,16812	0,42602**	0,010673	-0,27787

<i>P.sexuberculata</i>		-0,021749	0,38259*	0,28127	0,32579
<i>P.unifflis</i>	Filhotes	-0,28745	0,31593	0,1318	-0,12959
<i>P.expansa</i>		0,16609	0,4677*	-0,028267	-0,15217
<i>P.sexuberculata</i>		-0,17304	0,38938*	0,17395	0,00086957
Regressão valores de P<0,05 (*) e P<0,01 (**)					
<i>P.unifflis</i>	Ninhos	0,46015	0,02105*	0,93762	0,48108
<i>P.expansa</i>		0,8892	0,00033787**	0,19738	0,02072*
<i>P.sexuberculata</i>		0,57914	0,084698	0,8504	0,0527*
<i>P.unifflis</i>	Filhotes	0,01549*	0,16499	0,54611	0,69329
<i>P.expansa</i>		0,95502	0,000066**	0,093818	0,11928
<i>P.sexuberculata</i>		0,17696	0,14883	0,89129	0,42586
Regressão R² ajustado (significativo ** e tendência*)					
<i>P.unifflis</i>	Ninhos	0,02	0,22*	0,0003	0,02
<i>P.expansa</i>		0,0009	0,45*	0,007	0,22*
<i>P.sexuberculata</i>		0,014	0,13	0,002	0,16
<i>P.unifflis</i>	Filhotes	0,24*	0,09	0,02	0,007
<i>P.expansa</i>		0,0001	0,523**	0,12	0,11
<i>P.sexuberculata</i>		0,008	0,09	0,0009	0,03

No rio Andirá, com relação as variáveis biológicas (ninhas e filhotes) das diferentes espécies, observou-se que, as áreas com maior quantidade de ninhas de tracajá, também são as áreas com maior quantidade de ninhas (P<0,02; Pearson=0,46) e filhotes (P<0,08; Pearson=0,37) de tartarugas, e também de ninhas (P<0,02; Pearson=0,47) e filhotes de iacás (P<0,03; Pearson=0,45), mostrando que nesse rio ocorrem importantes interações entre essas três espécies que vão desovar no mesmo tipo de praia, de areia branca e textura média-grossa, em ambiente típico de igapó, diferentemente, do que ocorria nos ambientes de várzea mais influenciados pelo rio Amazonas. Embora, os tracajás do Andirá também possam desovar em barrancos, campinas, capinzais e outros ambientes.

As áreas com maiores quantidades de ninhas e filhotes de tracajás, também são as áreas com maior quantidade de ninhas e filhotes de iacás (P<0,02; Pearson=0,45; e P<0,005, Pearson=0,56, respectivamente), mostrando que essa sinergia entre essas duas espécies ocorre tanto em ambientes de nidificação nas várzeas, quanto nas praias de igapós, em ambientes protegidos pelas comunidades e que favorecem as duas espécies. Áreas de manejo de base comunitária tem maior eficácia na proteção e no aumento da produção de ninhas e filhotes dessas duas espécies menores de *Podocnemis*, do que sobre os ninhas de tartarugas, conforme Andrade et al. (2022).

Houve uma tendência de onde ocorreram mais ninhos de iaçás, também ocorreram mais filhotes de tartarugas ($P < 0,09$; Pearson=0,35; Spearman=0,35), indicando a mesma tendência verificada nas várzeas de Parintins e Nhamundá, também ocorre em praias de rio de águas pretas, corroborando com a idéia de que essas duas espécies, aparentemente não competem por espaço na praia, pois desovam em períodos diferentes (iaçás mais no começo da fase de desova) e nichos ou partes diferentes da praia (iaçás mais próximo as margens).

Com relação as variáveis climáticas, a temperatura esteve significativamente correlacionada a produção de ninhos de tracajás ($P < 0,02$; Pearson=0,47; Spearman=0,36; $R^2=0,22$ – Figura 34), ninhos ($P < 0,08$; Pearson=0,36; Spearman=0,38) e filhotes de iaçás ($P < 0,09$; Spearman=0,39) e de ninhos ($P < 0,0001$; Pearson=0,67; Spearman=0,43; $R^2=0,45$ – Figura 35) e filhotes de tartarugas ($P < 0,0001$; Pearson=0,72; Spearman=0,47; $R^2=0,52$ – Figura 36). A precipitação esteve negativamente correlacionada a produção de filhotes de tracajás ($P < 0,01$; Pearson=-0,49), quanto maior a pluviosidade anual total, menor a quantidade de filhotes de tracajás, o que provavelmente deva estar relacionado a uma redução nas taxas de eclosão pelo excesso de umidade nos ninhos ao final do período de incubação, o que leva ao ataque de fungos aos ovos com a respectiva morte dos embriões (mais ovos gorados) – Figura 37.

O nível do rio (cotas mínimas e máximas) parece estar correlacionado mais diretamente as espécies mais sociais e migratórias como as tartarugas e iaçás, que se deslocam para as várzeas do Paraná do Ramos, Massauari e rio Amazonas durante as cheias para se alimentarem. A quantidade de ninhos de tartaruga tendeu a aumentar quando as cotas mínimas diminuíram em secas extremas ($P < 0,02$; Pearson=-0,47; $R^2=0,22$ – Figura 38), provavelmente, por uma maior área de praias de nidificação ficarem disponíveis para a desova desses animais, e por esses serem forçados a saírem de lagos ou poças que secam muito, tendo de migrar para o rio principal. Já o número de filhotes de tartaruga tendeu a diminuir quando a cheia foi muito grande ($P < 0,09$; Pearson=-0,35), o que pode estar associado a repiquetes ou alagamentos repentinos dos ninhos, nas praias rasas do Andirá. Os ninhos de iaçás também são influenciados por menores cotas mínimas ($P < 0,05$; Pearson=0,40), sendo que a quantidade de ninhos aumenta em secas mais severas, possivelmente também pela maior área de praia disponível para a desova. Algumas das áreas de desova de tartarugas e iaçás estudadas no rio Andirá (Granja Ceres, São Pedro, Tucumanduba, Piraí, Ariaú), ainda sofrem

influência das águas do rio Amazonas, o que torna acinzentadas as águas, normalmente, pretas do Andirá.

Em anos com temperaturas muito elevadas, as cotas máximas foram significativamente menores ($P < 0,02$; Pearson=-0,48; Spearman=-0,41), e em anos muito chuvosos, tivemos maiores cotas máximas como supercheias ($P < 0,02$; Pearson=0,47; Spearman=0,47).

Tartarugas, e depois as iaçás, parecem ser mais sensíveis as variações de fatores climáticos como as temperaturas mais elevadas e maiores secas dos rios (menores cotas mínimas) do que os tracajás, que aparentemente tem maior capacidade de adaptação e resiliência ambiental, embora também tenham sua produção influenciada positivamente pelo aumento da temperatura, ou negativamente pelas chuvas em excesso no final do período de nidificação.

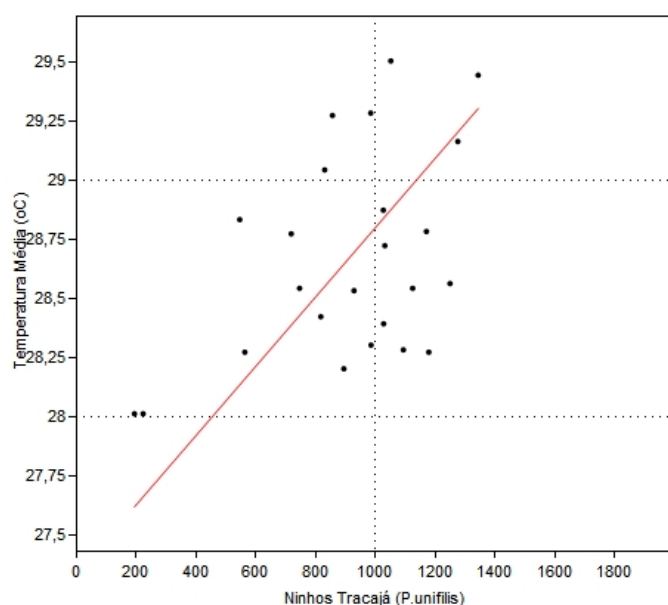


Figura 34: Regressão entre Ninhos de tracajás X Temperatura Média (C°) em Barreirinha.

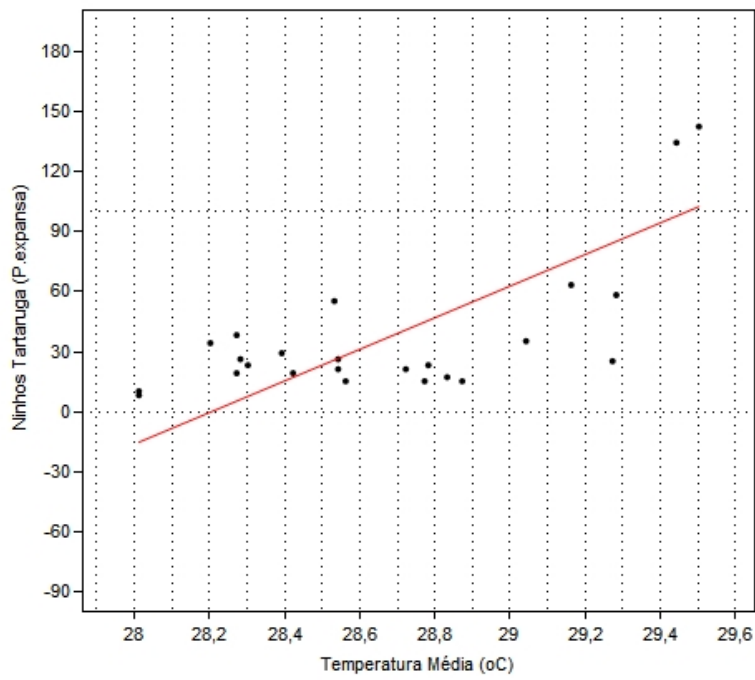


Figura 35: Regressão entre Ninhos de Tartarugas X Temperatura Média (C°) em Barreirinha

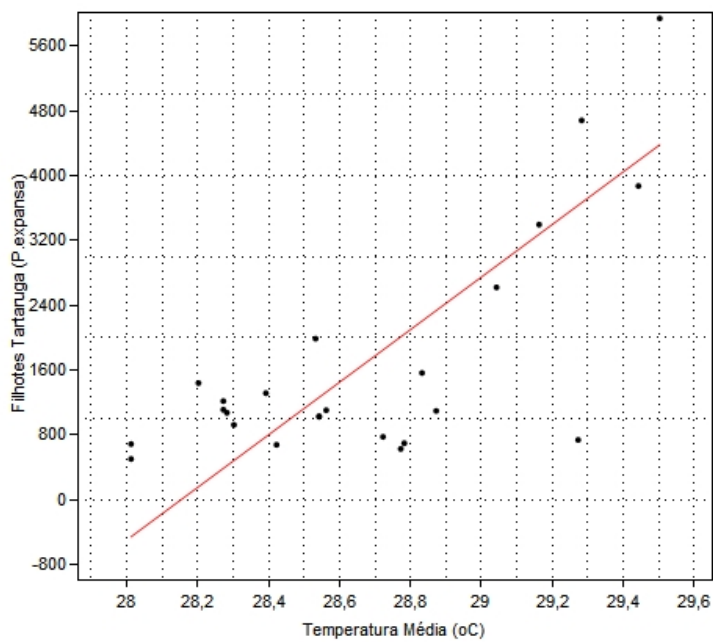


Figura 36: Regressão entre Filhotes de tartaruga X Temperatura Média (C°) em Barreirinha

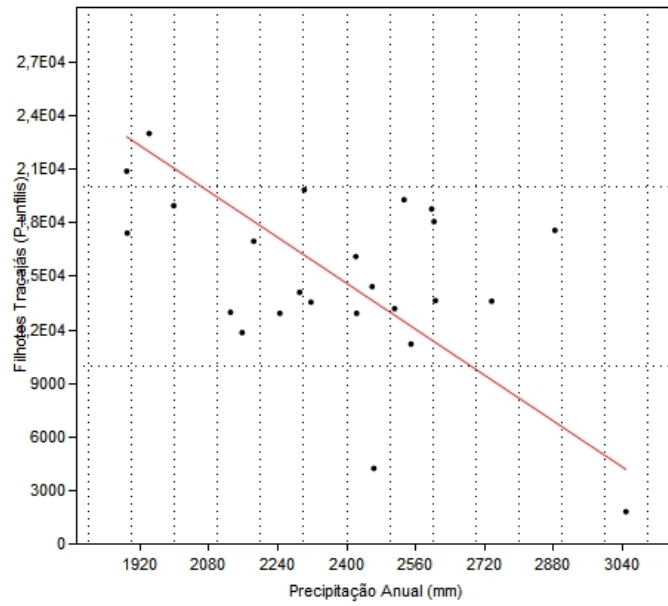


Figura 37: Regressão entre Filhotes de tracajás X Precipitação Anual (mm) em Barreirinha

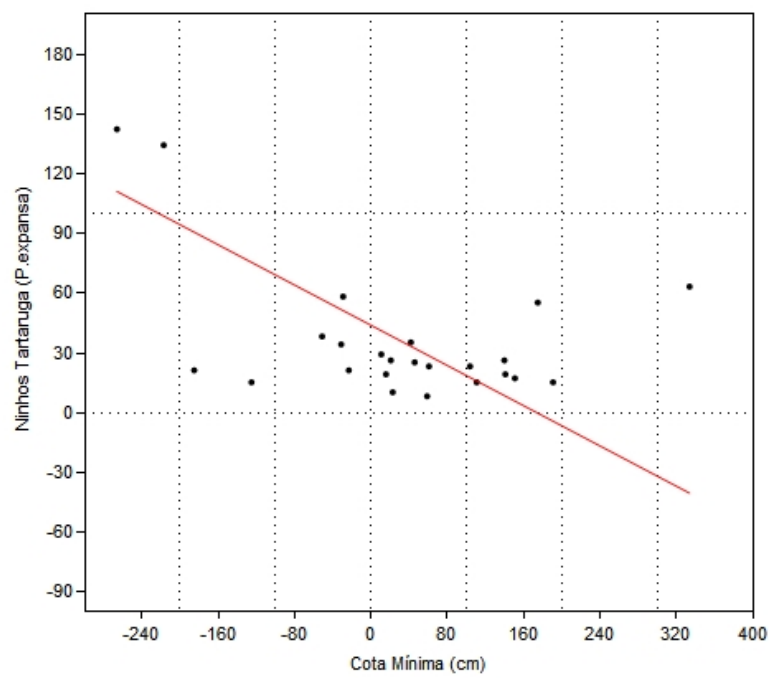


Figura 38: Regressão entre Ninhos de tartarugas X Cota mínima (nível do rio em cm) em Barreirinha

Quando realizamos a análise multivariada dos componentes principais (PCA) verificou-se que a temperatura influencia no mesmo sentido (positivamente) os ninhos de tracajá e os ninhos e filhotes de tartaruga. Já a precipitação influenciou em sentido contrário (negativamente) a quantidade de filhotes de tracajás. Enquanto a cota mínima também influenciou em sentido contrário o número de ninhos de tartaruga (quanto menor a cota, maior a quantidade de ninhos), conforme podemos observar na Figura 39, que apresenta os vetores dessa análise de PCA.

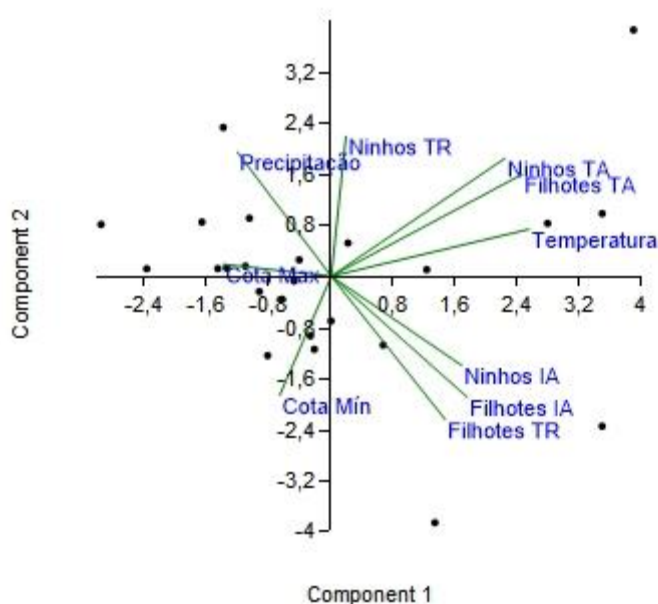


Figura 39: Análise de vetores PCA método Scatter BIplot sobre os principais componentes que influenciam a produção de ninhos e filhotes de quelônios em Barreirinha.

- **Nhamundá – Médio Rio Amazonas e Macuricanã**

Ao analisarmos as correlações lineares de Spearman (R_s) e Pearson para Nhamundá verificamos que foram significativas ($P < 0,05$ e $P < 0,01$) as relações mostradas na Tabela 20.

Tabela 20: Coeficientes de correlação linear e de Spearman e regressão linear (R²) das variáveis de produção de ninhos e filhotes de quelônios e variáveis climáticas em Nhamundá.

Espécie	Produção	Precipitação Anual (mm)	Temperatura Média (C°)	Nível Máximo (cm)	Nível Mínimo (cm)
Coeficiente de Spearman Rs significativos :P<0,05 (*) e P<0,01 (**)					
<i>P.unifflis</i>	Ninhos	-0,08865	0,19938	0,012991	0,46132*
<i>P.expansa</i>		-0,35034	0,43267*	0,20017	-0,075397
<i>P.sextuberculata</i>		-0,0033937	0,00056577	0,41075*	0,29695
<i>P.unifflis</i>	Filhotes	-0,25304	0,1678	-0,072034	0,38577*
<i>P.expansa</i>		-0,1484	0,2779	0,23201	0,031719
<i>P.sextuberculata</i>		-0,12154	0,22335	0,16285	0,30243
valores de P<0,05 (*) e P<0,01 (**)					
Regressão					
<i>P.unifflis</i>	Ninhos	0,71935	0,71171	0,73117	0,037359*
<i>P.expansa</i>		0,26379	0,11058	0,43025	0,27667
<i>P.sextuberculata</i>		0,81749	0,48033	0,21267	0,1544
<i>P.unifflis</i>	Filhotes	0,049209*	0,31326	0,19855	0,037654*
<i>P.expansa</i>		0,16862	0,23492	0,44143	0,5288
<i>P.sextuberculata</i>		0,63983	0,66211	0,46529	0,18463
R² ajustado (significativo ** e tendência*)					
Regressão					
<i>P.unifflis</i>	Ninhos	0,006	0,007	0,007	0,20*
<i>P.expansa</i>		0,006	0,12	0,03	0,06
<i>P.sextuberculata</i>		0,003	0,02	0,08	0,1
<i>P.unifflis</i>	Filhotes	0,18*	0,05	0,08	0,20*
<i>P.expansa</i>		0,09	0,07	0,03	0,02
<i>P.sextuberculata</i>		0,01	0,01	0,03	0,09

Com relação as variáveis biológicas (ninhas e filhotes) das diferentes espécies, observou-se que, as áreas com maior quantidade de ninhas de tracajás, também são as áreas com maior quantidade de ninhas e filhotes de iacás (P<0,03 e 0,002, respectivamente), mostrando uma interação entre essas duas espécies desovando nos ambientes de várzea tanto das praias do Médio Amazonas, quanto nas várzeas do Macuricanã, onde ocorrem pequenas machas de areia onde o iacá também desova, mostrando uma sinergia desses ambientes protegidos pelas comunidades e que favorecem as duas espécies. Contudo, não encontramos a mesma relação para com os ninhas ou filhotes de tartaruga, visto que, essa espécie necessita de praias de areia mais altas, já que seus ninhas são mais profundos. Então embora tracajás e iacás consigam desovar em tabuleiros como a praia do Coró-coró (onde tem muita tartaruga), as tartarugas não conseguem desovar em praias rasas ou nos barrancos da várzea do Macuricanã ou igarapé de Nhamundá. Além disso, considerando apenas os dados do tabuleiro do Coró coró,

podemos verificar que quando aumentou muito a desova de tartaruga naquela praia, houve a redução dos ninhos de tracajás, o que pode ser um indicador de competição pelo espaço na praia. Andrade et al. (2022) relatam essa mesma tendência em tabuleiros no Médio Juruá e no rio Purus.

Houve uma tendência de onde ocorram mais ninhos de tartaruga, também ocorreram mais ninhos de iaçás ($P < 0,002$; Spearman=0,62), indicando a mesma tendência verificada em Parintins, o que reforça a idéia de que essas duas espécies, aparentemente não competem por espaço na praia, pois desovam em períodos diferentes.

Com relação as interações entre a produção de ninhos e filhotes e as variáveis climáticas e o nível do rio (cota máximas e mínimas) foi observado que a quantidade de ninhos de tracajá foi influenciada pela cota mínima do rio, quanto maior a cota mínima do rio (verões e secas mais amenos) houve uma tendência a uma maior quantidade de ninhos ($P < 0,04$; Pearson=0,45; Spearman=0,46; $R^2=0,20$), e consequentemente, também influenciou a produção de filhotes de tracajá, quanto maior a cota média anual do rio (secas mais amenas), maior a quantidade de filhotes ($P < 0,038$; Pearson=0,45; Spearman=0,39; $R^2=0,20$). As figuras abaixo (40 e 41) mostram a regressão linear dessas relações. A precipitação total também influenciou o número de filhotes de tracajás, quanto maior a precipitação total anual, menor a quantidade de filhotes ($P < 0,05$; Pearson=-0,42; $R^2=0,18$) – Figura 42, isso deve estar relacionado a uma maior umidade e/ou encharcamento dos ninhos (principalmente no período final da incubação) e, a consequente, redução na taxa de eclosão.

Houve uma tendência de que a temperatura média tenha influenciado em uma maior quantidade de ninhos de tartaruga ($P < 0,04$; Spearman=0,43). O número de ninhos de iaçás teve uma tendência a ser influenciado pela cota máxima do rio, quanto maior a cheia, maior foram as quantidades de ninhos de iaçás ($P=0,057$; Spearman=0,41), diferentemente do que foi encontrado em Parintins. Provavelmente, isso está relacionado a maior possibilidade das fêmeas de iaçás se alimentarem nas várzeas do Macuaricanã com cheias maiores, terem maior disponibilidade de alimentos como sementes de gramíneas, que segundo Garcez et al., (2020) é o principal item alimentar das iaçás no rio Juruá.

Anos com uma maior pluviosidade tiveram uma tendência a apresentarem menores temperaturas médias ($P < 0,08$; Pearson=-0,38; Spearman=-0,40) e maiores cotas máximas de inundação ($P < 0,03$; Spearman=0,47). Já nos anos muito quentes, com maior

temperatura, tivemos menores cotas máximas do rio ($P < 0,02$; Pearson = -0,48) e menores cotas mínimas ($P < 0,03$; Pearson = -0,47), influenciando também principalmente na desova de tracajás e iaçás, mais do que nas tartarugas, nessa região. Verões mais amenos beneficiariam os tracajás, e cheias maiores beneficiariam os iaçás.

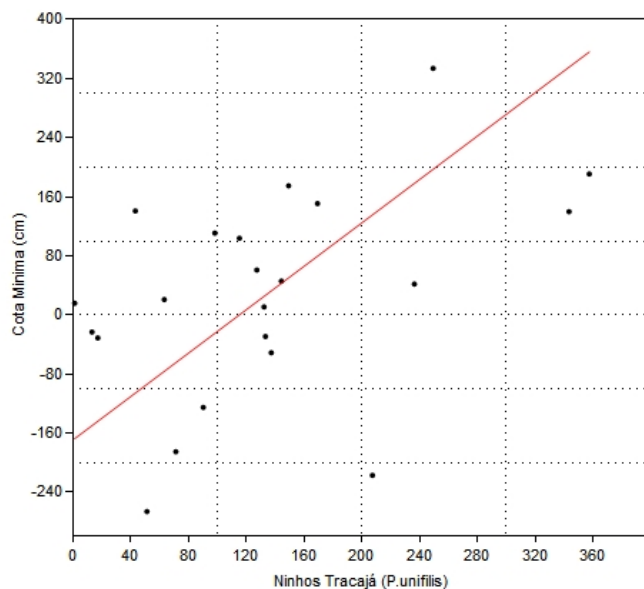


Figura 40: Regressão linear entre ninhos de tracajás X cota mínima do rio (cm) em Nhamundá.

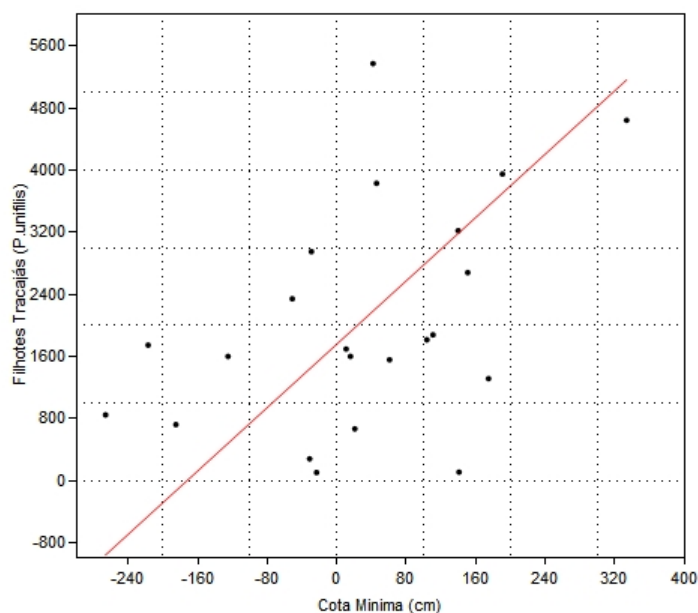


Figura 41: Regressão linear entre filhotes de tracajás X cota mínima do rio (cm) em Nhamundá.

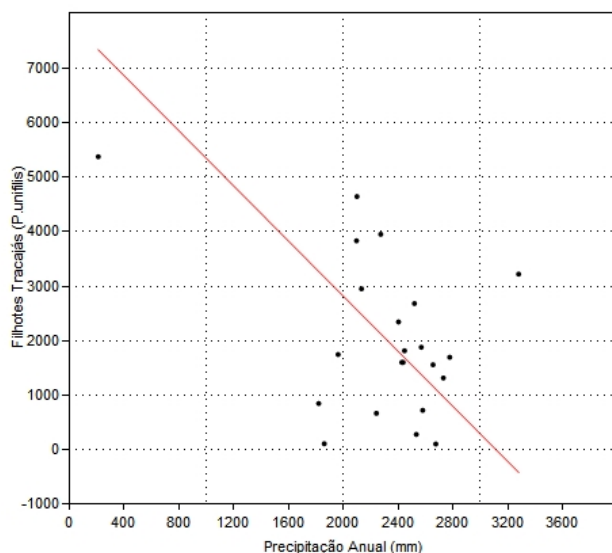


Figura 42: Regressão linear entre filhotes de tracajás X precipitação total anual (mm) em Nhamundá.

Quando realizamos a análise multivariada dos componentes principais (PCA) verificou-se que a cota mínima e a cota máxima influenciaram a produção de ninhos de tracajás e iaçás, respectivamente, estando do mesmo lado no quadrante e com vetores no mesmo sentido. Já a precipitação em excesso influenciou negativamente a produção de filhotes de tracajás, estando em quadrantes diferentes e sentidos opostos. A figura 43 apresenta os vetores dessa análise de PCA.

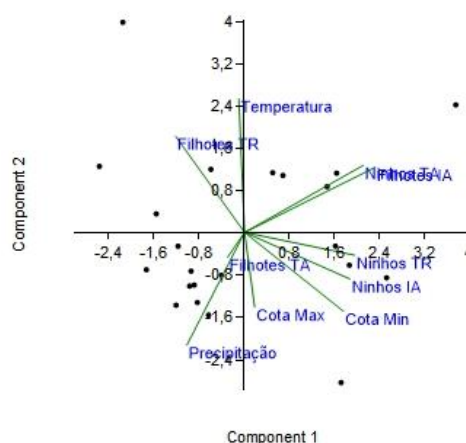


Figura 43: Análise de vetores PCA método Scatter Biplot sobre os principais componentes que influenciam a produção de ninhos e filhotes de quelônios em Nhamundá.

Apesar das análises não terem identificado interações significativas entre as variáveis climáticas e o nível do rio com as desovas de tartaruga, em 2024, com a seca extrema ocorrida na região, a desova das tartarugas no maior tabuleiro da região, o Corócoró, foi extremamente impactada, não houve desovas. Como se trata de apenas um evento (ano) em uma série histórica de 22 anos de dados, os modelos lineares usados não foram capazes de detectar essa mudança.

O fator principal que contribuiu para a migração das matrizes para outros locais de desova foi a seca extrema que assolou a região Norte no período de reprodução dos animais, fazendo com que o local que era utilizado como boiadouro das matrizes, acabasse secando e os animais acabassem ficando mais suscetíveis a captura, e em teoria, se “sentindo” mais ameaçados, segundo os monitores de praia e os técnicos ambientais e do Programa Pé-de-pincha. Além disso, houve o desbarrancamento de parte da praia do tabuleiro, pelo fato do rio Amazonas ter secado muito nesse trecho (vide figura 44), o que colaborou ainda mais para sua migração das tartarugas para outros lugares (Relatório Técnico Nhamundá, 2024 – Programa Pé-de-pincha - Andrade et al., 2025).

Em estudos realizados no rio Juruá, quando houve rompimento do rio e formação dos famosos “sacados” e consequentemente remoção ou translocação da praia, as matrizes que desovavam nesses locais acabaram migrando para praias próximas as de sua origem (Andrade, 2012). No Corócoró houve o mesmo fenômeno, as matrizes acabaram migrando para praias próximas, mais especificamente para a praia conhecida como do “Chaves” (coordenadas geográficas 2°15'29,2”S 56°18'48,3”W) , aonde a média anual de desova que era de 30 ninhos/ano subiu, em 2024, para mais de 200 ninhos. Como esses ninhos foram colocados em barrancos de argila com substrato não adequado, eles tiveram de ser transferidos, para garantir uma melhor taxa de eclosão. Outra praia no meio do Rio Amazonas, em frente ao Comunidade do Anabu (praia que "nasceu" no meio do Rio Amazonas – coordenadas geográficas – 2°15'47,1” S 56°22'32,5” W) – Figura 44. Segundo relatos dos comunitários, houve subidas de tartaruga e consequentemente desova desses animais, os quais foram predados pela população próxima a praia (Relatório Técnico Nhamundá, 2024 – Programa Pé-de-pincha - Andrade et al., 2025).

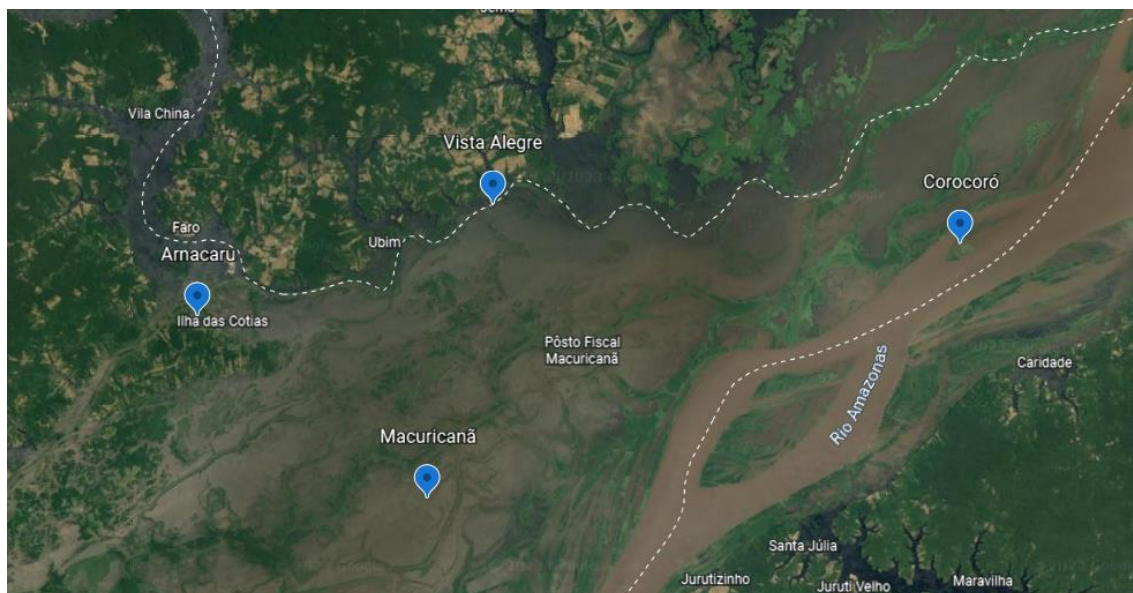


Figura 44: Imagens da área de abrangência do Programa Pé-de-Pincha nas regiões de Nhamundá/AM (Fonte: Google Earth, 2023)

6.3. Modelos lineares para avaliação geral da influência do nível do rio na nidificação:

Para testar o efeito da cota do rio sobre o número de ninhos foram feitas estimativas, utilizando-se modelos lineares generalizados (GLM).

O número de ninhos de tartarugas e tracajás esteve altamente correlacionado ($p=0,92$ e $0,98$) com a cota dos rios nas secas e cheias – Figura 45.

Para as tartarugas, a cota máxima da cheia anterior a desova, e a cota mínima no período de desova foram positivamente relacionadas ao número de ninhos. Super cheias prolongadas, propiciaram maior tempo e área de alagamento da floresta inundada, permitindo que os animais comessem mais e produzissem mais ovos, aumentando em até 32-41% os ninhos no ciclo seguinte. Secas maiores, propiciaram maior área de praias, gerando incrementos de até 15% no número de ninhos de tartarugas.

Para os tracajás, só a cota mínima esteve positivamente correlacionada com os ninhos, com os ninhos aumentando em até 12% em secas amenas. Entretanto, para essa espécie, verões muito chuvosos influenciaram na redução na eclosão ($P<0,01$; $R^2=68\%$). Tartarugas mostraram-se mais sensíveis as mudanças climáticas do que tracajás, que foram mais resilientes.

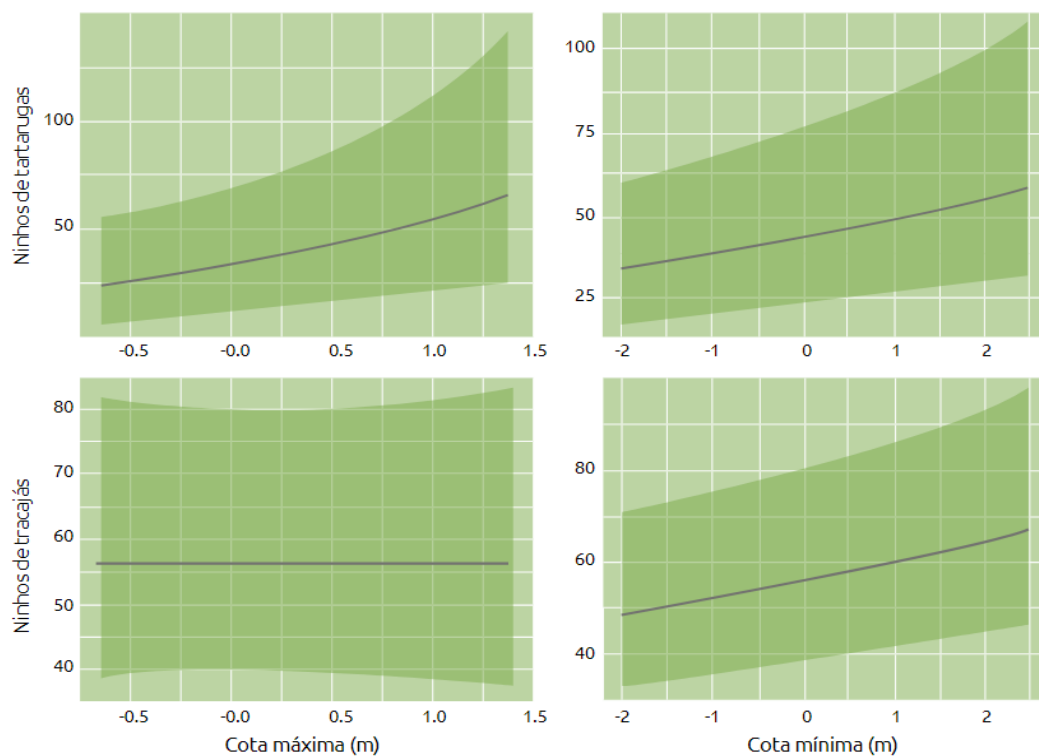


Figura 45: Efeito da cota do rio no número de ninhos de quelônios. a) Relação predita pelo modelo do efeito da cota máxima no número de ninhos de tartarugas. b) Relação predita pelo modelo do efeito da cota mínima no número de ninhos de tartarugas. c) Relação predita pelo modelo do efeito da cota mínima no número de ninhos de tartarugas. c) Relação predita pelo modelo do efeito da cota máxima no número de ninhos de tracajás. d) Relação predita pelo modelo do efeito da cota mínima no número de ninhos de tracajás.

Contudo, em eventos extremos como as super secas de 2023 e 2024, além da redução significativa dos ninhos de tartarugas (22,5-52%), tracajás (14-50%) e iacás (18-67%), outros problemas afetaram a viabilidade dos filhotes. As médias de temperaturas dos ninhos foram extremamente altas (36-46°C), reduzindo a taxa de eclosão dos ninhos de 70-85% para 30-40% (ovos “cozinham” ou filhotes morreram nos ovos), reduzindo significativamente, a quantidade de filhotes produzidos das três espécies.

7. CONCLUSÃO

- a) O nível do rio (cotas mínimas e máximas) parece estar correlacionado mais diretamente as espécies mais sociais e migratórias como as tartarugas e iaçás, que se deslocam para os lagos de várzea e igapós para se alimentarem durante as cheias.
- b) As quantidades de ninhos de tartaruga e iaçá foram influenciadas pela cota mínima do rio, quanto menor a cota do rio (secas severas) maiores foram as quantidades de ninhos e a produção de filhotes de tartaruga e iaçás. Provavelmente, por uma maior área de praias de nidificação ficarem disponíveis para a desova desses animais, e por esses serem forçados a saírem de lagos ou poças que secam muito, tendo de migrar para o rio principal.
- c) O número de filhotes de tartaruga tendeu a diminuir quando a cheia foi muito grande, o que pode estar associado a repiquetes ou alagamentos repentinos dos ninhos, em praias mais baixas.
- d) O número de ninhos e filhotes de iaçás foi influenciado pela cota máxima do rio, quanto maior a cheia, menor foram as quantidades de ninho e filhotes de iaçás na calha do rio Amazonas, mas nas várzeas e igapós de lagos ou rios menores, ocorreu o efeito contrário. Isso está relacionado a maior possibilidade das fêmeas de iaçás terem maior disponibilidade de alimentos como sementes de gramíneas em cheias maiores.
- e) A quantidade de ninhos de tracajá foi influenciada pela cota mínima do rio, quanto maior a cota mínima do rio (verões e secas mais amenos) houve uma tendência a uma maior quantidade de ninhos e filhotes de tracajás.
- f) A precipitação anual total influenciou o número de filhotes de tartaruga e de tracajás, quanto maior a precipitação, menor a quantidade de filhotes, isso deve estar relacionado a uma maior umidade e/ou encharcamento dos ninhos (principalmente no período final da incubação) e, a consequente, redução na taxa de eclosão.
- g) Maiores temperaturas médias anuais influenciaram em uma maior quantidade de ninhos de tartarugas, tracajás e iaçás e, também estiveram positivamente correlacionadas a uma maior produção de filhotes de tartarugas, tracajás e iaçás, ou seja, quanto mais quente, provavelmente melhor foi a taxa de eclosão.
- h) Tartarugas, e depois as iaçás, parecem ser mais sensíveis as variações de fatores climáticos como as temperaturas mais elevadas e maiores secas dos rios (menores cotas mínimas) do que os tracajás, que aparentemente tem maior capacidade de adaptação e resiliência ambiental, embora também tenham sua produção influenciada

positivamente pelo aumento da temperatura, ou negativamente pelas chuvas em excesso no final do período de nidificação.

- i) As mudanças climáticas têm causado impacto sobre o sucesso reprodutivo desses quelônios, sendo recomendável que os programas de conservação da região passem a buscar estratégias para amenizar esses efeitos na proteção dos ninhos e na produção de filhotes.

8. REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. R.; PÁDUA, L. F. M. Sincronia entre o regime de vazante do rio e o comportamento de nidificação da tartaruga da Amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). **Acta Amazonica**, v. 12, n. 2, p. 323–326, 1982.

ANDRADE, P.C.M.; CARVALHO, A.D.B; RODRIGUES, W.S.³; VIANA FILHO, G.B; LOPES, T.S; MELO, R.D et al. Efeitos das mudanças climáticas e eventos extremos nos últimos 25 anos sobre a reprodução de testudines aquáticos na Amazônia. XI Congresso Brasileiro de Hereptologia, **Anais**. Manaus/AM. 2025.

ANDRADE PCM, DE OLIVEIRA PHG, DE LIMA AC, DA MOTA DUARTE JA, DA SILVA AZEVEDO SH, DE OLIVEIRA AB, DE ALMEIDA JÚNIOR CD, DA SILVA EB, GARCEZ JR, DA SILVA PINTO JR, DA SILVA LCN, MONTEIRO MS, DA SILVA RODRIGUES W, ANÍZIO TLF, PONTES ALB, TEIXEIRA RL, DA SILVA JM, DUNCAN WLP, VOGT RC . Community-Based Conservation and Management of Chelonians in the Amazon. *Front. Ecol. Evol.* 10:769328. 2022. doi: 10.3389/fevo.2022.769328

ANDRADE, P. C. M. **Criação e manejo de quelônios no Amazonas**. Manaus: Provárzea/Ibama, 2008. 528 p.

ANDRADE, P. C. M. **Manejo Comunitário de Quelônios – Projeto Pé de Pincha**. Manaus: Graf. Moderna, 2012. 786 p.

ANDRADE, P. C. M. **Técnicas de Conservação e Manejo de Quelônios Manual do Monitor de Praia**. Manaus: UFAM/UNISOL, 2015. 168 p.

ANDRADE, P.C.M., 2015. *Manejo comunitário de quelônios: Projeto Pé-de-Pincha*. Manaus: Editora e Gráfica Moderna, 325 p.

ANDRADE, P. C. M. Manejo participativo de quelônios por comunidades da Amazônia. In: MARCHAND, G.; VELDEN, F. VANDER (Eds.). . **Olhares**

cruzados sobre as relações entre seres humanos e animais silvestres na Amazônia (Brasil, Guiana Francesa). Manaus: EDUA, 2017. p. 163– 192.

ANDRADE, P. C. M. *et al.* **Programa Pé-de-Pincha: 23 anos de conservação de quelônios de base comunitária na Amazônia.** VI Mostra de Extensão da UFAM. **Anais...**Manaus: Even3, 2023

BLANVILLAIN, G. D.; OWENS, D. W. M.; KUCHLING, G. Hormones and Reproductive Cycles in Turtles. In: NORRIS, D. O.; LOPEZ, K. H. (Eds.). **Hormones and Reproduction of Vertebrates - Volume 3.** [s.l.] Academic Press, 2011. v. 3p. 277–303.

BONACH, K. *et al.* Physical Characteristics of Giant Amazon Turtle (*Podocnemis expansa*) Nests. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 6, n. 2, p. 252–255, 2007.

BONACH, K. *et al.* Temperature-sex determination in *Podocnemis expansa* (Testudines, Podocnemididae). **Iheringia - Serie Zoologia**, v. 101, n. 3, p. 151–155, 2011.

BYER, N. W. *et al.* Land use and life history constrain adaptive genetic variation and reduce the capacity for climate change adaptation in turtles. **BMC Genomics**, v. 22, n. 1, p. 1–16, 2021.

CAMPOS-SILVA, J. V. *et al.* Mudanças Climáticas e seus impactos na sociobiodiversidade do Rio Juruá. **SITAWI no âmbito do Programa Território Médio Juruá**, p. 40–46, 2020a.

CAMPOS-SILVA, J. V. *et al.* Community-Based Management of Amazonian Biodiversity Assets. In: C., B. (Ed.). **Participatory Biodiversity Conservation.** [s.l.] Springer, Cham, 2020b. p. 99–111.

CASTELLO, L.; MACEDO, M. N. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. **Global Change Biology**, v. 22, n. 3, p. 990–1007, 2016.

EISEMBERG, C. C. *et al.* Vulnerability of giant South American turtle (*Podocnemis expansa*) nesting habitat to climate-change-induced alterations to fluvial cycles. **Tropical Conservation Science**, v. 9, n. 4, p. 1–12, 2016.

ESCALONA, T.; VALENZUELA, N.; ADAMS, D. C. Do local environmental factors and lunar cycle influence timing and synchrony of oviposition of a turtle with strict nocturnal nesting? **Diversity**, v. 11, n. 5, 2019.

FERRARA, C. R. *et al.* **Quelônios Amazônicos: Guia de identificação e distribuição**. Manaus: [s.n.].

FERREIRA JÚNIOR, P. D. Efeitos de Fatores Ambientais na Reprodução de Tartarugas. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 319–334, 2009.

FORERO-MEDINA, G. *et al.* On the future of the giant South American river turtle *Podocnemis expansa*. **Oryx**, p. 1–8, 2019.

GARCEZ, J. R., ANDRADE, P. C. M., SOARES, M. G. M.. Composição da dieta de três espécies de quelônios no rio Juruá, Amazonas. *Igapó Rev. Educ. Ciên.Tecnol. IFAM* 14, 60–72. 2020.

GELLER, G. A. *et al.* Do Freshwater Turtles Use Rainfall to Increase Nest Success? **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 10, n. May, p. 1–14, 2022.

HAWKES, L. A. *ET AL.* The impacts of climate change on marine turtle reproductive success. In: MASLO, B.; LOCKWOOD, J. L. (Eds.). . **Coastal Conservation**. [s.l.] Cambridge University Press, 2014. p. 287–310. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS - IBAMA. **Manejo conservacionista e monitoramento populacional de quelônios amazônicos**. Brasília: IBAMA, 2016.

LOPES, T. DA S.; DUNCAN, W. L. PAXIUBA; ANDRADE, P. C. M. Ciclos reprodutivos e hormônios sexuais em tartarugas. **Revista on-line** [http:// www.scientia.ufam.edu.br](http://www.scientia.ufam.edu.br), v. v.11, n. 1, p. CB28–CB47, 2022.

LUBIANA, A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. Pivotal temperature and sexual dimorphism of *Podocnemis expansa* hatchlings (Testudines: Podocnemididae) from Bananal Island, Brazil. **Zoologia**, v. 26, n. 3, p. 527–533, 2009.

LUSTOSA, ANA PAULA G. **ASPECTOS REPRODUTIVOS DA *Podocnemis expansa* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL MEANDROS DO RIO ARAGUAIA** ANA. [s.l.] Instituto Federal de Educação e Tecnolgis Goiano, 2017.

MALVASIO, A. *et al.* Temperatura de incubação dos ovos e granulometria dos sedimentos das covas relacionadas à determinação sexual em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Pelomedusidae). **Publicações avulsas do instituto Pau Brasil**, p. 11–25, 2002.

MARN, N. *et al.* Environmental effects on growth, reproduction, and life-history traits of loggerhead turtles. **Ecological Modelling**, v. 360, p. 163–178, 24 set. 2017.

MICHALSKI, F. *et al.* Substrate influences human removal of freshwater turtle nests in the eastern Brazilian Amazon. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 990–1007, 2020.

OLIVEIRA, P. H. G. *et al.* ALIMENTAÇÃO DE FILHOTES E JUVENIS DE TRACAJÁS (*Podocnemis unifilis*) E TARTARUGAS (*Podocnemis expansa*) NA NATUREZA E EM SISTEMAS DE CRIAÇÃO COMUNITÁRIA NO AMAZONAS. **Agrossistemas**, v. 12, n. 1, p. 83–98, 2020.

OLIVEIRA, P. H. G. *et al.* Riverside dwellers' knowledge that comes from the igapó: plants consumed by chelonians (*Podocnemis* spp.), in the Andirá river, Amazonas, Brazil. *Rev. Agroecossistemas*, v. 14, n. 2, p. 105 – 133, 2022, ISSN online 2318-0188 <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v14i2.11184>

PANTOJA, J. L. *et al.* Seleção de locais de desova e sobrevivência de ninhos de quelônios podocnemis no baixo rio purus, amazonas, brasil. **Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia**, v. 1, n. 1, p. 37–59, 2009.

RODRIGUES, W. DA S. *et al.* Influência das mudanças climáticas sobre o processo de nidificação de tracajá (*Podocnemis unifilis*), tartaruga (*P. expansa*) e iacá (*P. sextuberculata*) no médio Amazonas. In: ANDRADE, P.C. M. (Ed.).

. **Manejo Comunitário de quelônios: Projeto Pé-de-pincha**. Manaus: Graf. Moderna, 2012. p. 541–568.

RUEDA-ALMONACID, J. V. *et al.* **Las tortugas y los crocodilia de los países andinos Del Trópico: manual para su identificación**. 6. ed. Bogotá, Colômbia: Conservation International, 2007.

SHIFFMAN, D. **Altered sea turtle sex ratios: Can global warming harm warm-water animals?** Disponível em: <http://www.southernfriedscience.com/?p=8072>. Acesso em: 22 abr. 2023.

SIMÕES, T. N. *et al.* Temperatura de incubação e razão sexual em filhotes recém-eclodidos da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no município do Ipojuca, Pernambuco, Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 54, n. 25, p. 363–374, 2014.

STAINES, M. N. *et al.* Impact of heavy rainfall events and shading on the temperature of sea turtle nests. **Marine Biology**, v. 167, n. 12, p. 1–11, 2020.

STANFORD, C. B. *et al.* Turtles and Tortoises Are in Trouble. **Current Biology**, v. 30, n. 12, p. R721–R735, 2020.

TOMILLO, P. S. *et al.* The impacts of extreme El Niño events on sea turtle nesting populations. **Climatic Change**, v. 159, n. 2, p. 163–176, 2020.

VALENZUELA, N.; BOTERO, R.; MARTÍNEZ, E. Field study of sex determination in *Podocnemis expansa* from Colombian Amazonia. **Herpetologica**, v. 53, n. 3, p. 390–398, 1997.

VIANA, D. C. *et al.* Plasma testosterone and seasonal reproductive changes in the scorpion mud turtle. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 46, n. 6, p. 1641–1650, 2014.

VOGT, R. C. **Tartarugas da Amazônia**. Lima, Peru: [s.n.], 2008.

WRIGHT, L. I. *et al.* Turtle mating patterns buffer against disruptive effects of climate change. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1736, p. 2122–2127, 2012.

YOUNG-VALENCIA, K.; ORTEGA-GUIO, A.; BOTERO-BOTERO, Á. Influencia de las variables de hábitat sobre la presencia de la

tortuga pímpano (*Chelydra acutirostris*, Peters 1862) (Chelydridae) en las quebradas Cajones y los Coclí, Quindío, Colombia. **Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA**, v. 9, n. 1, p. 6, 2017.

ZUANON, J. Peixes, pesca e clima na Amazônia: um ensaio sobre os efeitos das mudanças climáticas globais sobre os recursos pesqueiros na região do Rio Negro, Amazonas, Brasil. In: : **Rio Negro, Manaus e as mudanças no clima**. ISA ed. São Paulo: [s.n.]. p. 30–39.

9. ANEXOS:

CORRELAÇÃO PARA VARIÁVEIS DE PARINTINS: Linear (r), Spearman (Rs) e Pearson

Linear (valores de R e valores de p)

Correlação linear r										
Corr.R\p	ninhos TR	Ninhos TA	Ninhos IA	Fil TR	Fil TA	Fil IA	Temperatura	Precipitação	Cota max	cota mín
ninhos TR	0	0,33168	0,28758	0,001234	0,66647	0,37937	0,54866	0,74922	0,10984	0,65655
Ninhos TA	0,26933	0	0,00647	0,54353	0,38456	0,000324	0,95169	0,49744	0,61665	0,045911
Ninhos IA	0,29396	0,66823	0	0,13834	0,98368	1,05E-06	0,4177	0,86862	0,10683	0,40477
Fil TR	0,75158	0,17049	0,40117	0	0,88563	0,1997	0,4469	0,52027	0,73133	0,75386
Fil TA	-0,1214	0,24215	-	0,04065	0	0,68428	0,25282	0,000262	0,2176	0,02222
Fil IA	0,24472	0,80184	0,92165	0,35091	0,11458	0	0,53763	0,90527	0,21564	0,21332
Temperatura	0,16835	0,017129	-	0,21256	0,31499	-0,17295	0	0,099457	0,51045	0,022465
Precipitação	0,090192	-0,19007	0,04674	-0,18028	0,80869	-0,03364	-0,44149	0	0,48551	0,040985
Cota max	0,42979	-0,14083	-0,4331	0,096846	-0,3382	-0,33956	0,18446	0,19528	0	0,92673
cota mín	-0,12523	-0,52205	-0,2323	-0,08848	0,58414	-0,34117	-0,58328	0,53253	-0,026	0

CORRELAÇÃO SPEARMAN Rs

Correlação de Spearman Rs										
corr\p	ninhos TR	Ninhos TA	Ninhos IA	Fil TR	Fil TA	Fil IA	Precipitação	Temperatura	Cota max	cota mín
ninhos TR	0	0,66612	0,71338	0,001178	0,37151	0,87436	0,61152	0,9597	0,13577	0,7229
Ninhos TA	0,12154	0	0,001745	0,54949	0,15536	5,93E-07	0,80994	0,66148	0,34412	0,063887
Ninhos IA	0,10357	0,73637	0	0,12117	0,42728	5,18E-06	0,77103	0,75167	0,0172	0,78075
Fil TR	0,75357	0,16801	0,41786	0	0,67763	0,28595	0,27136	0,87946	0,77103	0,85954
Fil TA	-0,24866	0,38595	0,22163	-0,11712	0	0,14115	0,20908	0,027921	0,26979	0,075602
Fil IA	0,044683	0,92844	0,89902	0,29491	0,39857	0	0,74182	0,83956	0,097958	0,19807
Precipitação	-0,14286	0,067918	0,082143	-0,30357	-0,34416	0,09294	0	0,014104	0,52428	0,20095
Temperatura	0,014286	0,12332	-0,08929	0,042857	0,56579	0,057194	-0,61786	0	0,93958	0,00974
Cota max	0,40357	-0,26273	-0,60357	0,082143	-0,30452	-0,44325	0,17857	-0,02143	0	0,67571
cota mín	-0,1	-0,48972	-0,07857	-0,05	-0,47209	-0,3521	0,35	-0,64286	-0,11786	0

CORRELAÇÃO PEARSON

Correlations: Ninhos TR; Ninhos TA; Ninhos IA; Filhotes TR; Filhotes TA; Filhote

	Ninhos T	Ninhos T	Ninhos I	Filhotes	Filhotes	Filhotes	Temperat	Precipit
Ninhos T	0,269 0,332							
Ninhos I	0,294 0,288	0,668 0,006						
Filhotes	0,752 0,001	0,170 0,544	0,401 0,138					
Filhotes	-0,121 0,666	0,242 0,385	-0,006 0,984	0,041 0,886				
Filhotes	0,245 0,379	0,802 0,000	0,922 0,000	0,351 0,200	0,115 0,684			
Temperat	0,168 0,549	0,017 0,952	-0,226 0,418	0,213 0,447	0,315 0,253	-0,173 0,538		
Precipit	0,090 0,749	-0,190 0,497	0,047 0,869	-0,180 0,520	-0,809 0,000	-0,034 0,905	-0,441 0,099	
Cota Max	0,430 0,110	-0,141 0,617	-0,433 0,107	0,097 0,731	-0,338 0,218	-0,340 0,216	0,184 0,510	0,195 0,486
Cota Min	-0,125 0,657	-0,522 0,046	-0,232 0,405	-0,088 0,754	-0,584 0,022	-0,341 0,213	-0,583 0,022	0,533 0,041
Cota Max								
Cota Min	-0,026 0,927							

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

Principal Component Analysis: Ninhos TR; Ninhos TA; Ninhos IA; Filhotes TR; Filh

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	3,4126	2,4576	1,9705	0,9437	0,5478	0,2477
Proportion	0,341	0,246	0,197	0,094	0,055	0,025
Cumulative	0,341	0,587	0,784	0,878	0,933	0,958

Eigenvalue	0,2147	0,1133	0,0690	0,0230
Proportion	0,021	0,011	0,007	0,002
Cumulative	0,979	0,991	0,998	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Ninhos T	-0,205	0,208	0,565	0,131	-0,169	0,446
Ninhos T	-0,442	0,128	-0,075	-0,403	-0,222	-0,222
Ninhos I	-0,409	0,360	-0,146	0,049	0,192	0,003
Filhotes	-0,271	0,141	0,429	0,558	0,066	-0,182
Filhotes	-0,275	-0,450	-0,164	0,208	-0,367	0,461
Filhotes	-0,446	0,297	-0,149	-0,105	0,021	-0,162
Temperat	-0,132	-0,415	0,329	-0,115	0,691	-0,132
Precipit	0,257	0,474	0,042	-0,281	0,288	0,546
Cota Max	0,160	-0,008	0,552	-0,430	-0,412	-0,257
Cota Min	0,372	0,320	-0,075	0,419	-0,123	-0,314

Variable	PC7	PC8	PC9	PC10
Ninhos T	0,293	-0,365	-0,229	-0,281
Ninhos T	0,612	0,025	0,327	0,198
Ninhos I	-0,278	-0,318	-0,346	0,586
Filhotes	-0,164	0,304	0,485	0,137
Filhotes	0,057	0,425	-0,217	0,273
Filhotes	-0,184	0,438	-0,322	-0,569
Temperat	0,279	0,164	-0,286	0,082
Precipit	0,053	0,437	0,151	0,176
Cota Max	-0,302	0,198	-0,240	0,249
Cota Min	0,476	0,210	-0,415	0,146

CORRELAÇÕES BARREIRINHA: Linear (r), Spearman (Rs) e Pearson**Linear (valores de R e valores de p)**

Correlação Linear r										
R\p	Ninhos TR	Ninhos TA	Ninhos IA	Filhotes TR	Filhotes TA	Filhotes IA	Precipitação	Temperatura	Cota Max	Cota Mín
Ninhos TR	0	0,026707	0,024028	0,000444	0,089684	0,029902	0,46015	0,02105	0,93762	0,48108
Ninhos TA	0,4517	0	0,32447	0,6445	1,45E-08	0,48798	0,8892	0,000338	0,19738	0,020719
Ninhos IA	0,45909	0,21009	0	0,19754	0,088357	1,17E-06	0,57914	0,084698	0,8504	0,05273
Filhotes TR	0,66045	0,09925	0,27257	0	0,44394	0,004666	0,015492	0,16499	0,54611	0,69329
Filhotes TA	0,35399	0,88007	0,35537	0,16396	0	0,15914	0,95502	6,56E-05	0,093818	0,11928
Filhotes IA	0,44362	0,14871	0,81605	0,55732	0,29672	0	0,17696	0,14883	0,89129	0,42586
Precipitação	-0,15826	-0,03004	-0,11917	-0,48825	0,012162	-0,28506	0	0,11847	0,018884	0,80997
Temperatura	0,46814	0,67036	0,35924	0,2928	0,72305	0,30389	-0,3273	0	0,017996	0,15692
Cota Max	-0,01687	-0,27266	-0,04066	-0,12961	-0,3498	0,029466	0,4754	-0,47857	0	0,42965
Cota Mín	-0,15106	-0,46921	0,40008	-0,08489	-0,32663	0,17045	0,051818	-0,29823	-0,16908	0

SPEARMAN (Rs)

Correlação de Spearman rs										
Corr.\p	Ninhos TR	Ninhos TA	Ninhos IA	Filhotes TR	Filhotes TA	Filhotes IA	Precipitação	Temperatura	Cota Max	Cota Mín
Ninhos TR	0	0,010735	0,17583	4,02E-06	0,057433	0,064341	0,41637	0,087446	0,52595	0,36832
Ninhos TA	0,51089	0	0,016143	0,2185	1,32E-05	0,034388	0,4323	0,037918	0,96052	0,18861
Ninhos IA	0,28578	0,48562	0	0,14133	0,010544	9,90E-06	0,91965	0,065014	0,18304	0,12028
Filhotes TR	0,79191	0,26073	0,30933	0	0,24802	0,001773	0,1732	0,1326	0,53929	0,54615
Filhotes TA	0,39304	0,76525	0,51196	0,24527	0	0,029959	0,43797	0,021189	0,89569	0,4778
Filhotes IA	0,38348	0,43336	0,77207	0,60404	0,44348	0	0,41874	0,060005	0,41627	0,99678
Precipitação	-0,17391	0,16812	-0,02175	-0,28745	0,16609	-0,17304	0	0,08786	0,019664	0,82438
Temperatura	0,35632	0,42602	0,38259	0,31593	0,4677	0,38938	-0,35588	0	0,046147	0,40548
Cota Max	0,13612	0,010673	0,28127	0,1318	-0,02827	0,17395	0,47271	-0,41079	0	0,87656
Cota Mín	-0,19217	-0,27787	0,32579	-0,12959	-0,15217	0,00087	0,047826	-0,17794	0,033486	0

Correlations PEARSON: Ninhos TR; Ninhos TA; Ninhos IA; Filhotes TR; Filhotes TA; Filhote

	Ninhos T	Ninhos T	Ninhos I	Filhotes	Filhotes	Filhotes	Precipit	Temperat
Ninhos T	0,462 0,023							
Ninhos I	0,469 0,021	0,210 0,324						
Filhotes	0,652 0,001	0,099 0,645	0,273 0,198					
Filhotes	0,368 0,077	0,880 0,000	0,355 0,088	0,164 0,444				
Filhotes	0,452 0,027	0,149 0,488	0,816 0,000	0,557 0,005	0,297 0,159			
Precipit	-0,156 0,467	-0,030 0,889	-0,119 0,579	-0,488 0,015	0,012 0,955	-0,285 0,177		
Temperat	0,469 0,021	0,670 0,000	0,359 0,085	0,293 0,165	0,723 0,000	0,304 0,149	-0,327 0,118	
Cota Max	-0,015 0,946	-0,273 0,197	-0,041 0,850	-0,130 0,546	-0,350 0,094	0,029 0,891	0,475 0,019	-0,479 0,018
Cota Min	-0,156 0,466	-0,469 0,021	0,400 0,053	-0,085 0,693	-0,327 0,119	0,170 0,426	0,052 0,810	-0,298 0,157
Cota Max								
Cota Min	-0,169 0,430							

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) BAE

Principal Component Analysis: Ninhos TR; Ninhos TA; Nlnhos IA; Filhotes TR; Filh

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	3,8489	2,0673	1,4533	1,2550	0,5658	0,3352
Proportion	0,385	0,207	0,145	0,125	0,057	0,034
Cumulative	0,385	0,592	0,737	0,862	0,919	0,953

Eigenvalue	0,2541	0,1229	0,0682	0,0295
Proportion	0,025	0,012	0,007	0,003
Cumulative	0,978	0,990	0,997	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Ninhos T	-0,372	-0,118	0,209	-0,299	-0,585	-0,390
Ninhos T	-0,372	0,397	0,152	0,104	-0,028	0,040
NInhos I	-0,310	-0,399	0,255	0,339	0,170	-0,252
Filhotes	-0,305	-0,285	-0,133	-0,491	-0,267	0,494
Filhotes	-0,396	0,309	0,147	0,251	0,059	0,415
Filhotes	-0,325	-0,429	0,186	0,013	0,427	0,277
Precipit	0,204	0,169	0,615	0,239	-0,389	0,269
Temperat	-0,423	0,201	-0,123	0,114	0,067	-0,423
Cota Max	0,200	-0,102	0,626	-0,361	0,272	-0,196
Cota Min	0,109	-0,479	-0,098	0,529	-0,374	0,024

Variable	PC7	PC8	PC9	PC10
Ninhos T	-0,187	0,236	-0,023	0,360
Ninhos T	-0,532	-0,161	0,446	-0,400
NInhos I	-0,085	0,091	-0,507	-0,448
Filhotes	0,203	-0,268	-0,081	-0,363
Filhotes	-0,019	-0,257	-0,423	0,491
Filhotes	0,060	0,353	0,473	0,254
Precipit	0,395	0,260	0,099	-0,193
Temperat	0,683	-0,226	0,226	-0,037
Cota Max	-0,012	-0,552	0,038	0,098
Cota Min	-0,084	-0,474	0,270	0,155

Correlação NHAMUNDÁ: Linear (r), Spearman (Rs) e Pearson**Linear (valores de R e valores de p)**

Correlação linear r										
Corr.R\p	Ninhos TR	Ninhos TA	Ninhos IA	Filhotes TR	Filhotes TA	Filhotes IA	Precipitação	Temperatura	Cota Max	Cota Min
Ninhos TR	0	0,84222	0,028129	2,06E-05	0,56854	0,001555	0,71935	0,71171	0,73117	0,037359
Ninhos TA	0,045046	0	0,52405	0,84157	2,64E-07	0,61975	0,26379	0,11058	0,43025	0,27667
Ninhos IA	0,4678	0,1435	0	0,048355	0,23153	1,40E-06	0,81749	0,48033	0,21267	0,1544
Filhotes TR	0,7776	-0,04523	0,42549	0	0,52778	0,039307	0,049209	0,31326	0,19855	0,037654
Filhotes TA	0,12857	0,86133	0,26598	0,14223	0	0,21364	0,16862	0,23492	0,44143	0,5288
Filhotes IA	0,63335	0,11199	0,83425	0,44226	0,27606	0	0,63983	0,66211	0,46529	0,18463
Precipitação	-0,08122	-0,249	0,052215	-0,42404	-0,30425	0,10565	0	0,080413	0,37203	0,60599
Temperatura	0,083528	0,34976	-0,15878	0,22537	0,26412	-0,0987	-0,38078	0	0,024466	0,026224
Cota Max	-0,07767	0,17717	0,27663	-0,28502	0,17297	0,16419	0,20007	-0,47794	0	0,45154
Cota Min	0,44626	-0,2426	0,31422	0,44564	-0,14188	0,2937	0,11639	-0,47294	-0,16922	0

CORRELAÇÃO DE SPEARMA Rs

Correlação de Spearman Rs										
corr\p	Ninhos TR	Ninhos TA	Ninhos IA	Filhotes TR	Filhotes TA	Filhotes IA	Precipitação	Temperatura	Cota Max	Cota Min
Ninhos TR	0	0,28243	0,072999	2,09E-06	0,14577	0,00332	0,69483	0,3737	0,95424	0,030691
Ninhos TA	0,2398	0	0,001885	0,41163	7,48E-07	0,001199	0,10994	0,044306	0,37177	0,73877
Ninhos IA	0,38971	0,62465	0	0,034672	0,000295	4,98E-06	0,98804	0,99801	0,057576	0,17959
Filhotes TR	0,82689	0,18429	0,45205	0	0,16779	0,005007	0,25588	0,45542	0,75006	0,076203
Filhotes TA	0,32059	0,84504	0,69901	0,30482	0	2,59E-05	0,50983	0,21048	0,29882	0,88856
Filhotes IA	0,59751	0,64472	0,80974	0,57619	0,77176	0	0,59003	0,31772	0,469	0,17131
Precipitação	-0,08865	-0,35034	-0,00339	-0,25304	-0,1484	-0,12154	0	0,066443	0,029056	0,51935
Temperatura	0,19938	0,43267	0,000566	0,1678	0,2779	0,22335	-0,39819	0	0,13161	0,082455
Cota Max	0,012991	0,20017	0,41075	-0,07203	0,23201	0,16285	0,46541	-0,33164	0	0,80092
Cota Min	0,46132	-0,0754	0,29695	0,38577	0,031719	0,30243	0,14512	-0,37842	0,057046	0

Correlação de Pearson**Correlations: Ninhos TR; Ninhos TA; Ninhos IA; Filhotes TR; Filhotes TA; Filhote**

	Ninhos T	Ninhos T	Ninhos I	Filhotes	Filhotes	Filhotes	Precipit	Temperat
Ninhos T	0,045 0,842							
Ninhos I	0,468 0,028	0,144 0,524						
Filhotes	0,778 0,000	-0,045 0,842	0,425 0,048					
Filhotes	0,129 0,569	0,861 0,000	0,266 0,232	0,142 0,528				
Filhotes	0,633 0,002	0,112 0,620	0,834 0,000	0,442 0,039	0,276 0,214			
Precipit	-0,081 0,719	-0,249 0,264	0,052 0,817	-0,424 0,049	-0,304 0,169	0,106 0,640		
Temperat	0,084 0,712	0,350 0,111	-0,159 0,480	0,225 0,313	0,264 0,235	-0,099 0,662	-0,381 0,080	
Cota MAx	-0,078 0,731	0,177 0,430	0,277 0,213	-0,285 0,199	0,173 0,441	0,164 0,465	0,200 0,372	-0,478 0,024
Cota MIn	0,446 0,037	-0,243 0,277	0,314 0,154	0,446 0,038	-0,142 0,529	0,294 0,185	0,116 0,606	-0,473 0,026
Cota MAx								
Cota MIn	-0,169 0,452							

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) NHA:

Principal Component Analysis: Ninhos TR; Ninhos TA; Ninhos IA; Filhotes TR; Filh

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	3,1589	2,4118	1,9228	0,8343	0,7102	0,4644
Proportion	0,316	0,241	0,192	0,083	0,071	0,046
Cumulative	0,316	0,557	0,749	0,833	0,904	0,950

Eigenvalue	0,2044	0,1591	0,0905	0,0437
Proportion	0,020	0,016	0,009	0,004
Cumulative	0,971	0,987	0,996	1,000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Ninhos T	0,474	0,063	0,166	0,108	0,006	0,635
Ninhos T	0,126	-0,499	-0,311	-0,138	0,360	0,108
Ninhos I	0,447	0,097	-0,253	0,192	-0,164	-0,500
Filhotes	0,445	-0,028	0,363	-0,119	-0,188	0,173
Filhotes	0,222	-0,462	-0,296	-0,210	0,283	-0,030
Filhotes	0,471	0,095	-0,191	0,346	-0,049	-0,239
Precipit	-0,103	0,375	-0,276	0,516	0,531	0,267
Temperat	0,012	-0,481	0,312	0,485	0,004	0,051
Cota MAx	0,011	0,085	-0,600	-0,163	-0,480	0,406
Cota MIn	0,281	0,367	0,151	-0,476	0,461	-0,092

Variable	PC7	PC8	PC9	PC10
Ninhos T	-0,222	-0,260	0,217	-0,407
Ninhos T	0,130	-0,438	0,278	0,438
Ninhos I	0,448	-0,090	0,328	-0,309
Filhotes	0,287	0,493	0,132	0,497
Filhotes	-0,174	0,577	-0,135	-0,378
Filhotes	-0,540	-0,078	-0,359	0,355
Precipit	0,225	0,294	0,062	0,109
Temperat	0,381	-0,133	-0,506	-0,118
Cota MAx	0,270	-0,026	-0,368	0,038
Cota MIn	0,245	-0,212	-0,456	-0,059

CORRELAÇÕES ITACOATIARA: Linear (r), Spearman (Rs) e Pearson
Linear (valores de R e valores de p)

Corr.R\p	NINHOS TR	Filhotes TR	Precipitação	Temperatura	Cota Max	Cota Min
NINHOS TR	0	2,22E-05	0,11738	0,089276	0,67537	0,30106
Filhotes TR	0,84222	0	0,08068	0,091966	0,82376	0,88389
Precipitação	0,39424	0,43538	0	0,34039	0,15741	0,75407
Temperatura	0,4247	0,42151	0,24641	0	0,22105	0,24198
Cota Max	0,10961	0,058419	0,35869	-0,31312	0	0,52584
Cota Min	-0,26655	-0,03833	0,082107	-0,30004	-0,16539	0

SPEARMAN (Rs)

Corr\p	NINHOS TR	Filhotes TR	Precipitação	Temperatura	Cota Max	Cota Min
NINHOS TR	0	0,000148	0,27682	0,6234	0,95155	0,33256
Filhotes TR	0,79264	0	0,40574	0,13069	0,94046	0,97021
Precipitação	0,27975	0,21569	0	0,9218	0,076277	0,68035
Temperatura	0,12838	0,3816	0,025767	0	0,090435	0,36786
Cota Max	0,015951	0,019608	0,44118	-0,42331	0	0,56042
Cota Min	-0,25031	0,009804	0,10784	-0,23313	0,15196	0

CORRELAÇÃO PEARSON

Correlations: Ninho TR; Filhotes TR; Precipitação; Temperatura; Cota Max; Cota M

	Ninho TR	Filhotes	Precipit	Temperat	Cota Max
Filhotes	0,842 0,000				
Precipit	0,394 0,117	0,435 0,081			
Temperat	0,425 0,089	0,422 0,092	0,246 0,340		
Cota Max	0,110 0,675	0,058 0,824	0,359 0,157	-0,313 0,221	
Cota Min	-0,267 0,301	-0,038 0,884	0,082 0,754	-0,300 0,242	-0,165 0,526

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) ITA:

Principal Component Analysis: Ninho TR; Filhotes TR; Precipitação; Temperatura;

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	2,4951	1,3714	1,0985	0,6553	0,2567	0,1229
Proportion	0,416	0,229	0,183	0,109	0,043	0,020
Cumulative	0,416	0,644	0,828	0,937	0,980	1,000
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Ninho TR	-0,573	0,012	-0,019	0,422	0,167	-0,683
Filhotes	-0,559	-0,004	0,223	0,401	-0,128	0,679
Precipit	-0,393	-0,419	0,244	-0,619	0,475	0,049
Temperat	-0,403	0,493	-0,033	-0,525	-0,552	-0,112
Cota Max	-0,094	-0,743	-0,359	-0,008	-0,553	-0,064
Cota Min	0,186	-0,169	0,872	0,057	-0,345	-0,233