

**UNIVERSIDADE DO AMAZONAS – UA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA**

**MONITORAMENTO, CRESCIMENTO E CAÇA DE JACARÉ-AÇU**  
**(*MELANOSUCHUS NIGER*) E DE JACARÉ-TINGA (*CAIMAN CROCODILUS***  
***CROCODILUS*)**

Ronis Da Silveira

Tese de Doutorado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/UA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, Área de Concentração Ecologia

Manaus – AM

2001

**UNIVERSIDADE DO AMAZONAS – UA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA**

**MONITORAMENTO, CRESCIMENTO E CAÇA DE JACARÉ-AÇU**  
**(*MELANOSUCHUS NIGER*) E DE JACARÉ-TINGA (*CAIMAN CROCODILUS***  
***CROCODILUS*)**

Ronis Da Silveira

Orientador: William Ernest Magnusson

Tese de Doutorado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/UA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, Área de Concentração Ecologia

Manaus – AM

2001

Da Silveira, Ronis

Monitoramento, Crescimento e Caça de jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e de jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) / Ronis Da Silveira – Manaus: INPA/UA, 2001

150 p.  
Tese de Doutorado

1. Anavilhanas 2. Mamirauá 3. Jacarés 4. *Caiman* 5. *Melanosuchus*

CDD 19.ed. 597.98

**Sinopse:**

Foram estudados o crescimento do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e do jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) no arquipélago da Estação Ecológica de Anavilhanas e na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Mamirauá. Na RDS-Mamirauá também foram estudados o efeito de alguns fatores físicos sobre a probabilidade de se localizar os jacarés durante levantamentos noturnos. Nesta Reserva também foi estudado a caça ilegal de jacarés. Ao final foi discutido as questões políticas, sociais e científicas para a conservação dos jacarés na Amazônia brasileira.

Palavras-chave: Anavilhanas, Mamirauá, Jacarés, *Caiman*, *Melanosuchus*

*A os ex-moradores de Anavilhanas,  
pelo alto preço social que pagaram  
com a criação da Estação  
Ecológica. Aos milhares de  
comunitários que acreditaram na  
proposta sócio-ambiental da  
Reserva de Desenvolvimento  
Sustentável Mamirauá  
À pequena Bruna, que só nos trouxe  
prazer. Na esperança de que algum  
dia ela possa ler e criticar o  
trabalho do pai  
À Babi, pelo amor e coragem de me  
seguir por chavascas infundáveis  
Ao Jesus, a Cida e ao Renato por  
serem pais e irmão  
Ao Bill, pelo grande professor que  
sempre foi  
Humildemente Dedico,*

“Podes tu, com anzol, apanhar o crocodilo, ou lhe travar a língua com uma corda? Podes meter-lhe no nariz uma vara de junco? Ou furar-lhe as bochechas com um gancho? Acaso te fará muitas súplicas? Ou te falará palavras brandas? Fará ele acordo contigo? Ou tomá-lo-ás por servo para sempre? Brincarás com ele, como se fora um passarinho? Ou tê-lo-ás preso à correia para as tuas meninas? Acaso os teus sócios negociam com ele? Ou o repartirão entre os mercadores? Encher-lhe-ás a pele de arpões? Ou a cabeça de farpas? Põe a tua mão sobre ele, lembra-te da peleja, e nunca mais o intentarás. Eis que a gente se engana em sua esperança; acaso não será o homem derribado só em vê-lo? Ninguém há tão ousado que se atreva a despertá-lo ...”

Jó 41:1-10.

## Índice

Agradecimentos.....	7
Resumo.....	16
Summary.....	21
Capítulo I: Introdução Geral.....	26
Capítulo II: Descrição das Áreas de Estudo.....	30
Capítulo III: Fatores que Afetam o Número de Jacarés Vistos em Levantamentos Noturnos na Reserva Mamirauá.....	40
Materiais e Métodos.....	43
Resultados.....	49
Discussão.....	60
Capítulo IV: Padrões de Crescimento do jacaré-açu ( <i>Melanosuchus niger</i> ) e do jacaré-tinga ( <i>Caiman crocodilus crocodilus</i> ) no Arquipélago de Anavilhanas e na Reserva Mamirauá.....	65
Materiais e Métodos.....	68
Resultados.....	75
Discussão.....	92
Capítulo V: Implicações Conservacionistas da Caça de Jacarés na Reserva Mamirauá.....	101
Materiais e Métodos.....	102
Resultados.....	103
Discussão.....	111
Discussão.....	112
Capítulo VI: Discussão Final e Considerações Sobre a Conservação dos Jacarés na Amazônia Brasileira.....	120
Bibliografia Citada.....	127

## **AGRADECIMENTOS**

Os dados e as interpretações contidos nesta tese foram coletados e amadurecidos nos últimos dez anos, o que só foi possível graças à colaboração, apoio e incentivo de muitas instituições, profissionais e amigos.

A pesquisa em Anavilhanas foi financiada entre 1991 e 1992 pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF – Brasil), Fundação Vitória Amazônica (FVA) e First World Congress of Herpetology. Entre 1994 e 1999, toda a pesquisa de campo em Anavilhanas foi subsidiada pela Fundação o Boticário de Proteção à Natureza (FBPN), em associação com a MacArthur Foundation. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCT/CNPq) concedeu uma bolsa de doutorado, e juntamente com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) financiou ou deu apoio logístico durante toda a pesquisa em Anavilhanas. O empréstimo de equipamentos e outras facilidades por parte da FVA ao longo da pesquisa em Anavilhanas foi crítico na sua execução.

A pesquisa em Mamirauá recebeu financiamento da União Européia, Ministério da Ciência e Tecnologia/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (MCT/CNPq), Department for International Development (DFID-UK), Academia Brasileira de Ciências (ABC), Wildlife Conservation Society (WCS), World Wide Fund for Nature (WWF-UK) e Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM).

A Superintendência/Representação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) no Amazonas e o IBAMA-Sede/DF sempre atendeu prontamente as minhas solicitações tanto para Anavilhanas como para Mamirauá, quer seja na emissão de licenças de pesquisas ou outras facilidades do órgão. Nesta casa, faço agradecimentos especiais ao Hamilton Casara, José Leland, Ângelo Francisco de Lima, Neco, Frederico Arruda, Angela Begrow, José Raimundo da Silva (ex-funcionário) e Fernando Dal’Ava.

Olegário e Marli Monteiro, Raimundo e Dora Maracanã, funcionários do IBAMA em Anavilhanas, sempre me auxiliaram e acolheram prontamente.

O Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), nas pessoas de seus Presidentes, Vicente Nogueira e posteriormente Estevão Monteiro de Paula, sempre apoiou a realização da pesquisa em Mamirauá.

O Bill Magnusson foi um orientador presente, rígido, competente, paciente e amigo ao longo de todo o processo, desde a concepção do desenho experimental até a redação da tese.

A colaboração, apoio, amizade e discussões constantes com John Thorbjarnarson (WCS) foram importantes para a viabilidade da pesquisa em Mamirauá.

Márcio Ayres me ofereceu uma oportunidade singular de trabalhar junto ao Projeto/Sociedade Civil Mamirauá (SCM), e deu liberdade e apoio plenos para darmos o encaminhamento às pesquisas em Mamirauá da forma que me parecia mais apropriado.

A competência e a amizade de Ana Rita Alves e Aline Azevedo (SCM) sempre foram os balizadores das minhas atividades em Mamirauá.

Sem o apoio e amizade imensuráveis dos assistentes de pesquisa Marivaldo Pontes, Léo (Anavilhanas), Jorge Tapioca, Edjalma Martins, João Carvalho e Dalvininho; assim como dos sub-assistentes Raimundinho, Helson, Marculino Revólver, Adélmo, Frank, Tito, Ari, Lázaro-do-fundo, Pedro Macio (in memorian), Hosana Dorotéia, Ruth, Ana Martins e Nilde (Mamirauá) esta pesquisa não teria sido possível.

A experiência e o entendimento dos veteranos Afonso (Vila Alencar), Antônio (Jarauá) e Joaquim Martins (Boca do Mamirauá) foram facilitadores para as minhas atividades em Mamirauá.

As habilidades dos tripulantes Amazonino, Mário (in memorian), Nazareno, Negrão, Otávio e Fábio foram essenciais em Mamirauá.

No INPA, os motoristas Lourival Araújo dos Santos, Carlos Alberto e João de Sá foram responsáveis e prestativos nos inúmeros transportes de pessoal e equipamento até o Porto Fluvial de Manaus. A secretária da Ecologia Walmira Barros da Paz sempre se desdobrou para atender as minhas necessidades durante as excursões de campo para Anavilhanas. Beverly Nazaré Franklin, secretária do Bill, sempre foi prestativa e competente nas suas atribuições.

Todo o transporte fluvial até Anavilhanas foi feito no barco de linha Campinho, de propriedade do Leosvaldo, sem o qual o meu acesso até o Arquipélago teria sido muito mais dispendioso e difícil.

As discussões constantes ou eventuais, mas sempre fervorosas, com Albertina Lima (INPA), Alejandro Larriera (CSG/IUCN-SSC), Aline Da Rin (SCM), Álvaro Velasco (PROFAUNA – Venezuela), Ana Albernaz (PG/INPA), Ana Rita Alves (SCM), Angela Begrow (IBAMA/AM), Augusto S. Abe (UNESP/Rio Claro), Augusto Kluczkovski Jr. (CIGS/AM), Bill Magnusson (INPA), Bruce Forsberg (INPA), Bárbara Brandão Da Silveira, Cecília Banhara Marigo, Débora Lima, Divino Azevedo (SCM), Edila Moura (SCM), Eduardo Venticinque (PDBFF/INPA), Eleonora de Paula (FUNAI), Fernando Dal’Ava (IBAMA/DF), Fernando Oliveira (IMAFLOA/AM), George Rebêlo (INPA), Gordon Arsmstrong (SCM), Guilherme Mourão (EMBRAPA/CPAP), Hamilton Casara (IBAMA/DF), Helder Queiroz (SCM), João Paulo Viana (SCM), Jansen Zuanon (INPA), John Thorbjarnarson (WCS), José Leland (IBAMA/DF), José Raimundo S. da Silva (ex-funcionário IBAMA/AM), Klester Cavalcanti (Editora Abril), Lafayette (IBAMA/Tefé), Leandro Castello (SCM), Leandro José Scur (TRE ANYTRY/RS), Luciano Verdade (ESALQ/USP), Luiz Cláudio Marigo, Marcelo Garcia (IPAAM), Marcelo Gordo (Univ. do Amazonas), Márcio Ayres (MPEG/SCM/WCS/CNPq), Marise Reis (SCM), Muriel Saragoussi (FVA), Perran Ross (CSG), Renato Cintra (INPA), Richard Vogt (INPA), Rita Mesquita (INPA), Rodnei Mauro (EMBRAPA/CPAP), Rosana Subirá (IBAMA/AM), Roselis Mazurek, Selvino Neckel (PG-INPA), Severino Mota, Sônia

Wiedmann (IBAMA/DF), Tânia Sanaiotti (INPA), Ulisses Galatti (MPEG), Vera da Silva (INPA) e Zilca Campos (EMBRAPA/CPAP), sobre cidadania e política de conservação e manejo na Amazônia e no Brasil sempre foram momentos de aprendizagem intensa.

Os pescadores, caçadores, turistas e guias turísticos sempre foram um empecilho para a minha pesquisa em Anavilhanas. No entanto, a maioria dos 5000 moradores e usuários da Reserva Mamirauá sempre foram facilitadores.

O Dantas, a Rai, a Alessandra e o Bruno, sogros e cunhados, me deram a tranquilidade de família, a qual tinha deixado milhares de quilômetros atrás.

As orações da tia Ruth Ferreira parecem ter tornado as coisas sempre mais fáceis.

O Jesus, a Cida e o Renato, pais e irmão, me apresentaram a vida selvagem do Sudeste e Centro Oeste quando eu era um hatchling e esta ainda era abundante, e depois muito trabalharam para que eu fizesse o mesmo com Bruna em uma escala Amazônica.

O amor, os cuidados e os esforços de Bárbara Brandão Da Silveira no campo e na cidade foram vitais para a conclusão desta tese.

Os dados da cota do rio Solimões foram fornecidos pela Coordenadoria de pesquisas dos Recursos Minerais (CPRM).

Bruce Forsberg me orientou na construção da Figura 1. Cecília Banhara Marigo fez as Figuras 3 e 4. Marcos Roberto Pinheiro melhorou a apresentação das Figuras 1, 3, 4 e 5.

João Paulo Viana fez críticas e sugestões valiosas no Capítulo III, Cláudia Pereira de Deus no Capítulo IV, e Wilson Spironello no Capítulo V.

Por fim, os milhares de jacarés que capturei, e as centenas de milhares de jacarés que vi nesta última década do Século XX muito colaboraram e quase não me moreram neste longo período de convivência.

## Lista de Figuras

- Figura 1.- Imagem de radar banda L do satélite JERS-I (MITI-NSDA) com os limites aproximados da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e do Arquipélago de Anavilhanas, no Estado do Amazonas. 32
- Figura 2.- Mapa da Estação Ecológica de Anavilhanas, localizada no Estado do Amazonas. 34
- Figura 3.- Localização das áreas Focal e Subsidiária da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, localizada no estado do Amazonas. 36
- Figura 4.- Localização dos setores políticos da área Focal da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. 37
- Figura 5.- (A) Porcentagem de jacarés com a espécie determinada, relativo ao número total de jacarés contados em cada um dos 145 levantamentos noturnos feitos entre 1995 e 1998 em 20 corpos de água da Reserva Mamirauá. (B) Valores da cota do rio Solimões e da (C) porcentagem de iluminação da lua durante os levantamentos. 47
- Figura 6.- Número total de jacarés localizados nos levantamentos noturnos no (A) lago e no (B) cano Mamirauá. Número de *M. niger* (círculos) e de *C. crocodilus* (cruzes) localizados nos levantamentos noturnos no (C) lago e no (D) cano Mamirauá. 50
- Figura 7.- Regressões parciais entre a cota do rio Solimões (loge transformada) e os números estimados de (A) *M. niger* e de (C) *C. crocodilus* nos levantamentos noturnos no lago Mamirauá. Regressões parciais entre a porcentagem de iluminação da lua e o números estimados de (B) *M. niger* e de (D) *C. crocodilus* nos levantamentos noturnos no lago Mamirauá. 52
- Figura 8.- Regressões parciais entre a cota do rio Solimões (loge transformada) e os números estimado de (A) *M. niger* e de (C) *C. crocodilus* nos levantamentos 53

noturnos no cano Mamirauá. Regressões parciais entre a porcentagem de iluminação da lua e os números estimado de (B) *M. niger* e de (D) *C. crocodilus* nos levantamentos noturnos no cano Mamirauá.

Figura 9.- Resultados dos levantamentos noturnos feitos em 10 lagos e 8 canais da Reserva Mamirauá. Número total de jacarés vistos nos (A) lagos e nos (B) canais. Número de *M. niger* vistos nos (C) lagos e nos (D) canais. Número de *C. crocodilus* visto nos (E) lagos e nos (F) canais. 55

Figura 10.- Relações entre a porcentagem estimada de *M. niger* nos (A) lagos e nos (B) canais, segundo as equações 1 e 3, e a porcentagem real encontrada nos levantamentos noturnos. Relações entre a porcentagem estimada de *C. crocodilus* nos (C) lagos e nos (D) canais, segundo as equações 2 e 4, e a porcentagem real encontrada nos levantamentos noturnos. 58

Figura 11.- Relações entre a taxa de crescimento e o comprimento rostro-anal médio entre a captura e a recaptura de (A) machos e de (C) fêmeas de *Caiman crocodilus crocodilus*. Curvas de crescimento segundo os modelos de Richards (linha pontilhada) e o monomolecular (linha contínua) para (B) machos e (D) fêmeas de *C. crocodilus*, baseados nos mesmos dados usados para criar as partes A e C. 84

Figura 12.- Relações entre a taxa de crescimento e o comprimento rostro-anal médio entre a captura e a recaptura de (A) machos e de (C) fêmeas pequenos de *Melanosuchus niger*. Curvas de crescimento segundo o modelo monomolecular (linha contínua) para (B) machos e (D) fêmeas pequenos de *M. niger*; e segundo o modelo de taxa de crescimento constante para indivíduos grandes (linha pontilhada). 87

Figura 13.- Curvas de crescimento para (A) machos e (B) fêmeas de *Caiman crocodilus yacare* no Pantanal brasileiro (Rebelo et al., 1997), e de (C) machos e (D) fêmeas de *C. c. crocodilus* nas Reservas Anavilhanas e Mamirauá. Curvas de crescimento do *C. c. crocodilus* no (E) Suriname (Ouboter & Nanhoe, 1984), no (F) rio Tapajós – Brasil (Magnusson & Sanaiotti, 1995), nos (G) Llanos (Ayarzagüena, 1984) e na (H) Guayana venezuelanos (Gorzula, 1978). 90

Figura 14.- Curvas de crescimento de (A) machos e de (B) fêmeas de *Melanosuchus niger* em (1) Anavilhanas, no (2) Peru (Herron, 1991), em (3) Mamirauá, e no (4) Equador (Vallejo et al., 1996). Curvas de crescimento de (C) machos e de (D) fêmeas de *Alligator mississippiensis* em (5) estuário na Louisiana (Rootes et al., 1991), na (6) Carolina do Sul (Wilkinson & Rhodes, 1997) e em (7) habitat pantanoso na Louisiana (Rootes et al., 1991). 91

Figura 15.- Distribuição das classes de comprimento rostro-anal de (A) 222 *M. niger* e de (B) 126 *C. crocodilus* caçados na Reserva Mamirauá em 1995. 109

Figura 16.- Distribuição das classes de comprimento rostro-anal de (A) 1076 *M. niger* e de (B) 1261 *C. crocodilus* estimados durante levantamentos noturnos em 1995 na Reserva Mamirauá. 111

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1.- Local, setor da Reserva, tipo de habitat, nome do local, número de levantamentos noturnos (NL) e datas dos levantamentos feitos na Reserva Mamirauá. 45

Tabela 2.- Sumário das análises de covariância: Efeitos das covariadas nível (loge transformada), do rio Solimões (cota), da porcentagem de iluminação da lua (Lua) e do local (3 a 20 da Tabela 1) nos números estimados de (A) *M. niger* e de (B) *C. crocodilus* em de 145 levantamentos noturnos feitos em 18 corpos de água da Reserva Mamirauá. 59

Tabela 3.- Dados dos 63 *Caiman crocodilus* recapturados nas Reservas Anavilhanas e Mamirauá. Reserva (Anav. = Anavilhanas, Mami. = Mamirauá), data da captura, data de recaptura, intervalo de tempo entre captura e recaptura (em anos), comprimento rostro-anal (CRA, cm) da captura e da recaptura, taxa de crescimento (Taxa Cresc., cm/ano), sexo (M = macho, F = fêmea) e idade na recaptura (em anos). 76

Tabela 4.- Dados dos 78 *Melanosuchus niger* recapturados nas Reservas 80

Anavilhanas e Mamirauá. Reserva (Anav. = Anavilhanas, Mami. = Mamirauá), data da captura, data de recaptura, intervalo de tempo entre captura e recaptura (em anos), comprimento rostro-anal (CRA, cm) da captura e da recaptura, taxa de crescimento (Taxa Cresc., cm/ano), sexo (M = macho, F = fêmea) e idade na recaptura (em anos).

Tabela 5.- Sumário das análises de covariância: Efeitos da covariada comprimento rostro-anal médio entre captura e recaptura (CRAM) e da Reserva (Anavilhanas e Mamirauá) na taxa de crescimento (cm/ano) para (A) machos ( $19,9 \text{ cm} \leq \text{CRAM} \leq 41,6 \text{ cm}$ ) e (B) fêmeas ( $33,4 \text{ cm} \leq \text{CRAM} \leq 44,6 \text{ cm}$ ) de *Melanosuchus niger*. 88

Tabela 6.- Setor, localidade, data, número de *Caiman crocodilus crocodilus* (N.CC) e de *Melanosuchus niger* (N.MN) abatidos, e as respectivas massas de carne produzidas (P.CC e P.MN, em kg) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. 106

### **Lista de Apêndices**

Apêndice I.- Locais onde foram realizados os 145 levantamentos noturnos entre 1995 e 1998 na Reserva Mamirauá. Os números no mapa correspondem aos locais listados na Tabela 1. 151

## RESUMO

A pesquisa reportada nesta tese foi desenvolvida no Arquipélago da Estação Ecológica de Anavilhanas (12/1990 a 10/1999) e na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (02/1994 a 12/1999), localizadas no Estado do Amazonas. Estas Reservas localizam-se na faixa entre 2 e 3 graus de latitude Sul. O crescimento do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e do jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) foram estudados nas duas áreas. Na Reserva Mamirauá, também estudei os efeitos da quota do rio Solimões, da porcentagem de iluminação da lua e da localidade sobre o número de jacarés vistos em levantamentos noturnos, e a caça ilegal destas espécies.

A cota do rio Solimões (loge transformada) e a porcentagem de iluminação da lua explicou 91% da variância do número de *M. niger* vistos nos levantamentos noturnos no lago Mamirauá ( $R^2 = 0,91$ ,  $F_{2,12} = 59,8$ ,  $P < 0,001$ ). Ambos os fatores apresentaram regressões parciais significativas. A cota teve efeito negativo ( $p < 0,001$ ) e a lua teve efeito positivo ( $p = 0,005$ ). No caso do *C. crocodilus* ( $R^2 = 0,60$ ,  $F_{2,12} = 9,2$ ,  $P = 0,004$ ), a cota teve efeito estatisticamente significativo e negativo ( $p = 0,004$ ), mas a lua não teve efeito significativo ( $p = 0,725$ ) no número de jacarés vistos.

No cano Mamirauá, a cota do rio (loge transformada) e a porcentagem de iluminação da lua explicou 73% da variância do número de *M. niger* vistos nos levantamentos noturnos ( $R^2 = 0,73$ ,  $F_{2,12} = 16,5$ ,  $P < 0,001$ ), e 76% da variância do número de *C. crocodilus* vistos ( $R^2 = 0,76$ ,  $F_{2,12} = 19,1$ ,  $P < 0,001$ ). A cota teve efeito estatisticamente significativo e negativo ( $p < 0,001$ ) sobre o número de *M. niger*, mas a lua não apresentou efeito significativo no número de *M. niger* ( $p = 0,218$ ). No caso do *C. crocodilus*, a cota teve efeito negativo ( $p < 0,001$ ) e a lua efeito positivo ( $p = 0,052$ ) sobre o número de jacarés vistos. Com a exclusão de um dos levantamentos, o efeito da lua não foi mais estatisticamente significativo ( $p = 0,993$ ), mas a probabilidade parcial da cota permaneceu inalterada.

As formulas derivadas do lago e do cano Mamirauá não preveram bem as variações dos números vistos em outros 10 lagos e 8 canais da Reserva Mamirauá. ANCOVA indicou interação entre a cota e o corpo de água nos números estimados de *M. niger* e de *C. crocodilus* vistos nos levantamentos noturnos nestes corpos de água. Logo, o efeito da cota dependeu do corpo de água. Nestas análises, a porcentagem de iluminação da lua não teve efeito significativo sobre nenhuma das espécies, e não ocorreu interação entre a lua e o corpo de água.

Em estudos anteriores reportados na literatura, as análises dos fatores que afetam o número de crocodilianos visto em levantamentos noturnos geralmente foram feitas em poucos corpos de água. No entanto, este estudo mostrou que os modelos de regressão desenvolvidos para o lago e o cano Mamirauá foram inadequados para prever o número de jacarés em outros corpos de água, próximos ou distantes destes. Sendo assim, generalizações devem ser feitas com cautela. Para monitorar as tendências naturais, ou os eventuais impactos (ex. abate controlado), sobre as populações de jacarés da Reserva Mamirauá, serão necessários levantamentos noturnos regulares em vários corpos de água.

Não ocorreu diferenças estaticamente significativas entre as taxas de crescimento dos *C. crocodilus* nas Reservas de Anavilhanas e de Mamirauá, mesmo em habitats (igapó vs. várzea) e densidades de *M. niger* bastantes distintas. A comparação das curvas de crescimento de Anavilhanas e de Mamirauá para os *C. crocodilus* machos e fêmeas com as curvas derivadas das populações de outras áreas e habitats indicou em linhas gerais um padrão similar de crescimento, mas pareceu existir um efeito no crescimento associado com a latitude. Os jacarés de populações em latitudes menores (e.g. Pantanal brasileiro) cresceram bem mais rápido do que as populações de latitudes maiores (e.g. Venezuela).

Os *M. niger* machos e fêmeas cresceram mais rápidos na Reserva Anavilhanas do que em Mamirauá, apesar da aparente maior disponibilidade de alimento em Mamirauá. Na Reserva Mamirauá, a densidade alta de *M. niger* (até 2000 indivíduos / km de margem) pode estar afetando a taxa de crescimento devido a interações sociais negativas como tentativa de

canibalismo, injurias e encontros agonísticos. Os padrões de crescimento para o *M. niger* (machos e fêmeas) foram similares aos reportados para outras áreas e habitats.

Aparentemente, as taxas de crescimento de *M. niger* e de *Alligator mississippiensis* são semelhantes e possuem variabilidade similar. No entanto, a grande variação entre habitats dificulta o uso de dados de uma área para prever a taxa de crescimento em outra área, independente se a comparação é intra ou interespecífica.

Os modelos de Richards e de von Bertalanfy (monomolecular) produziram resultados similares para os *C. crocodilus* dos dois sexos. Para o *M. niger* não foi possível descrever o crescimento com uma única curva, pois não ocorreu redução estatisticamente significativa na taxa de crescimento dos animais grandes (CRAM  $\geq$  42 cm para machos e CRAM  $\geq$  40 cm para fêmeas). Abaixo destes valores, o crescimento foi descrito pelo modelo monomolecular, e acima destes por um modelo empírico desenvolvido neste estudo.

Baseado nos indivíduos de idade conhecida, os modelos de Richards e monomolecular foram satisfatórios para prever as idades baseado nas taxas crescimento. No entanto, no caso dos *M. niger* machos e fêmeas grandes, o modelo empírico subestimou o comprimento que os jacarés dos dois sexos podem atingir na idade entre 2,5 e 4,5 anos em Anavilhanas.

Segundo os modelos utilizados, as fêmeas de *C. crocodilus* atingem o comprimento mínimo reprodutivo (60 cm de comprimento rostro-anl, CRA) em torno dos 5,5 anos de idade nas Reservas de Anavilhanas e de Mamirauá. Este intervalo de tempo foi semelhante ao encontrado para o rio Tapajós (5 a 6 anos), mas maior do que o estimado no Suriname (4,5 anos). Segundo o modelo empírico que construí para o *M. niger*, as fêmeas atingiriam o comprimento mínimo reprodutivo (120 cm CRA) entre os 19 e 20 anos de idade. Este intervalo de tempo é bem maior do que o estimado para as fêmeas de *A. mississippiensis* (8 a 13 anos) e de *Crocodylus porosus* (12 anos). No entanto, é preciso considerar que o modelo utilizado neste estudo foi baseado somente na captura de fêmeas com CRA  $\leq$  93,4 cm, o número de recapturas foi baixo (n = 14), e que o comprimento mínimo reprodutivo estimado pode ter sido superestimado em função da

amostra pequena ( $n = 10$ ). Se o tamanho mínimo reprodutivo das fêmeas é somente 100 cm de CRA (como sugerido na literatura), fêmeas irão alcançar a maturidade sexual entre os 15 e 16 anos de idade. Se o tamanho mínimo reprodutivo é o mesmo para o *A. mississippiensis* (ap. 90 cm de CRA), *M. niger* fêmeas poderão começar a reproduzir entre os 13 e 14 anos de idade. Estudos posteriores precisam ser realizados para estimar a idade da maturidade reprodutiva, a qual é um parâmetro importante para a elaboração de planos para a conservação e manejo da espécie.

Em 1995, a exploração ilegal de jacarés na Reserva Mamirauá foi intensa. Estimei que neste ano foram comercializados 115.000 kg de carne fresca (equivalente a 72.000 kg de carne seca), o que equivale a cerca de 5.230 *M. niger* e 2.865 *C. crocodilus* abatidos. O quilograma da carne salgada foi comercializado por US\$ 0.7 a US\$ 0.9, e foi pago em gêneros alimentícios e combustível super faturados. Não foi encontrado evidências de comércio de peles na região; as quais foram descartadas pelos caçadores.

A distribuição das classes de tamanhos dos jacarés abatidos foi estimada de uma amostra de 222 *M. niger* e 126 *C. crocodilus*. Aproximadamente 44% dos *M. niger* caçados eram de  $105 \text{ cm} \leq \text{CRA} \leq 125 \text{ cm}$ , o que corresponde aos machos subadultos e fêmeas subadultas e adultas. Aproximadamente 50% dos *M. niger* eram de  $\text{CRA} \geq 120 \text{ cm}$ , que corresponde ao tamanho no qual as fêmeas atingem a maturidade sexual. No entanto, a razão sexual dos *M. niger* abatidos foi tendenciosa para machos: 77 machos e 22 fêmeas (3,5:1). Em Mamirauá, 49% dos *M. niger* caçados são de  $75 \text{ cm} \leq \text{CRA} \leq 115 \text{ cm}$ , o que corresponde a idade entre 7,5 e 14 anos. Apesar da provável imprecisão desta curva para prever a idade de *M. niger*  $> 155,5 \text{ cm}$ , esta estimou que indivíduos com  $156 \text{ cm} \leq \text{CRA} \leq 205 \text{ cm}$  teriam entre 20 e 28 anos. Na realidade, o intervalo de tempo para atingir os 205 cm de CRA deve ser próximo ao dobro do que o proposto, em função do decréscimo esperado na taxa de crescimento para os indivíduos nesta classe de comprimento e que não foi considerado pelo modelo.

A maioria (63%) dos *C. crocodilus* abatidos eram da classe de  $\text{CRA} \geq 105 \text{ cm}$ , o que compreende somente machos adultos grandes. Para esta espécie, a razão sexual foi ainda mais

tendenciosa para machos. Do total examinado, 62 eram machos e somente 5 fêmeas (12,4:1). Usando o valor de 70 cm de CRA para adultos de *C. crocodilus* dos dois sexos, conclui-se que 97% dos indivíduos abatidos eram sexualmente maduros. Segundo as curvas de crescimento obtidas no presente estudo, os *C. crocodilus* atualmente abatidos na Reserva Mamirauá são de idade  $\geq 4,5$  anos no caso dos machos, e  $\geq 5,5$  anos no caso das fêmeas. Os *C. crocodilus* abatidos com CRA  $\geq 95$  cm devem ser de idade  $\geq 12,5$  anos.

Apesar da caça de *M. niger* ser muito intensa na Reserva Mamirauá, nesta área ocorrem as maiores densidades conhecidas para esta espécie, e a estrutura dos tamanhos da população de *M. niger* encontrada são similares àquelas reportadas por Herron (1994) para populações que nunca estiveram sujeitas à pressão de caça comercial. A sustentabilidade da caça de jacarés em Mamirauá pode estar associada ao fato de que muitas áreas extensas são inacessíveis aos caçadores, gerando uma situação de “fonte-ralo” (source-sink), onde a parcela removida pelos caçadores é relativamente pequena em relação à população total. No entanto, uma vez que Mamirauá ocupa uma área enorme de habitats de várzeas, este modelo de exploração sustentável pode ser um caso especial e que não necessariamente será aplicável para toda a bacia Amazônica.

O futuro das populações de jacarés amazônicos é incerta devido a fatores políticos, sociais e legais. Os resultados reportados nesta tese poderão ser usados no delineamento das pesquisas futuras, e no desenvolvimento de estratégias políticas mais realistas para a conservação, manejo e monitoramento destas espécies na Amazônia brasileira.

## SUMMARY

The research reported in this thesis was undertaken in the Archipelago of the Anavilhanas Ecological Station (12/1990 to 10/1999) and in the Mamirauá Sustainable Development Reserve (02/1994 to 12/1999), located in the State of Amazonas. Both reserves lie between 2° S and 3° S. The growth of the Black caiman (*Melanosuchus niger*) and of the Spectacled caiman (*Caiman crocodilus crocodilus*) were studied in each area. In the Mamirauá Reserve, I also studied the effects of the river height, of the percentage of illumination of the moon, and of the locality on the number of caimans located in spotlight surveys, and the extent of illegal hunting.

The height of the rio Solimões (loge transformed) and the percentage of illumination of the moon explained 91% of the variance of the *M. niger* found in spotlight surveys in Lago Mamirauá ( $R^2 = 0.91$ ,  $F_{2,12} = 59.8$ ,  $P < 0.001$ ). Both factors presented significant partial regressions. The river height had a negative effect ( $p < 0.001$ ) and the moon a positive effect ( $p = 0.005$ ). In the case of the *C. crocodilus* ( $R^2 = 0.60$ ,  $F_{2,12} = 9.2$ ,  $P = 0.004$ ), river height had a statically significant and negative effect ( $p = 0.004$ ), but the moon did not have a significant effect ( $p = 0.725$ ) on the number of caimans seen.

In the Mamirauá canal, river height (loge transformed) and of the percentage of illumination of the moon explained 73% of the variance in the number of *M. niger* seen in night surveys ( $R^2 = 0.73$ ,  $F_{2,12} = 16.5$ ,  $P < 0.001$ ), and 76% of the variance in the number of *C. crocodilus* seen ( $R^2 = 0.76$ ,  $F_{2,12} = 19.1$ ,  $P < 0.001$ ). River height had a statically significant and negative effect ( $p < 0.001$ ) on the number of *M. niger*, but moon did not significantly affect the number of *M. niger* seen ( $p = 0.218$ ). In the case of the *C. crocodilus*, river height had a negative effect ( $p < 0.001$ ) and moon a positive effect ( $p = 0.052$ ) on the number of caimans seen. With the exclusion of one survey, the effect of the moon was no longer statically significant ( $p = 0.993$ ), but the partial probability of the river height remained unaffected.

The formulas derived for the lake and the Mamirauá canal did not predict well the variations in numbers seen in 10 other lakes and 8 other canals in the Mamirauá Reserve.

ANCOVA indicated an interaction between the river height and the water body on the numbers of *M. niger* and *C. crocodilus* located in the spotlight surveys in these water body, as the effect of the river height depended on the water body. In these analyses, the percentage of illumination of the moon did not have a significant effect on either of the species, and there was no interaction between moon and water body.

In previous studies reported in the literature, analyses of the factors that affect the number of crocodylians seen during spotlight surveys were generally done in a few bodies of water. However, this study showed that regression models developed for the Lago Mimirauá and Mimirauá Canal were inadequate to predict the number of caimans in other bodies of water, close to or distant from these. Therefore, generalizations should be made with caution. To monitor natural tendencies, or impacts (e.g. controlled hunting), on the caiman populations of Mimirauá Reserve, it will be necessary to do regular spotlight surveys in many water bodies.

There were no statically significant differences between growth rates of *C. crocodilus* in the Anavilhanas Reserve and in Mimirauá, even though the habitats (igapó vs. várzea) and densities of *M. niger* were different. Comparison of growth curves in Anavilhanas and in Mimirauá for male and female *C. crocodilus* with curves derived for populations from other areas and habitats indicated generally similar patterns, but there appeared to be effect on growth rate associate with latitude. The caimans from populations in lower latitudes (e.g. Brazilian Pantanal) grew much faster than the populations in higher latitudes (e.g. Venezuela).

Male and female *M. niger* grew faster in the Anavilhanas Reserve than in Mimirauá, in spite of the apparently higher food availability in Mimirauá. In the Mimirauá Reserve, the high density of *M. niger* (up to 2000 individuals / km of shoreline) may be affecting the growth rate due to negative social interactions such as attempts at cannibalism, injuries and agonistic encounters. The growth patterns for the *M. niger* (males and females) were similar to those reported in the literature for other areas and habitats.

Apparently, growth rates of *M. niger* and *Alligator mississippiensis* are similar and they possess similar variability. However, the great variation among habitats makes it difficult to use data from one area to predict growth rates in other areas, independent of whether the comparison is intra or interspecific.

The models of Richards and of von Bertalanfy (monomolecular) produced similar results for *C. crocodilus* of both two sexes. For the *M. niger* it was not possible to describe the growth with a single curve because there was no statically significant reduction in growth rate of large animals (MSVL  $\geq$  42 cm for males, MSVL  $\geq$  40 for females). Below these values growth was described by the monomolecular model, and above these values by an empirical model developed in this study.

Based on individuals of known age, the Richards and monomolecular models were satisfactory to predict the ages based on growth rates. However, in the case of the large male and female *M. niger*, the empirical model underestimated the length that caimans of either sex can reach in the age between 2.5 and 4.5 years in Anavilhanas.

According to the models used, female *C. crocodilus* reach the reproductive minimum length (60 cm of snout-vent length, SVL) at about 5.5 years of age in the Anavilhanas Reserve and in Mamirauá. This interval is similar to that found for the Rio Tapajós (5 to 6 years), but larger than that estimated for Suriname (4.5 years). According to the empirical model that was constructed for *M. niger*, females would reach the reproductive minimum length (120 cm SVL) between the 19 and 20 years of age. This interval of time is much longer than that estimated for the females of *A. mississippiensis* (8 to 13 years) and of *Crocodylus porosus* (12 years). However, it is necessary to consider that the model used in this study was only based on the capture of females with SVL  $\leq$  93.4 cm, the recapture number was low (n = 14) and that the estimated reproductive minimum length could have been an overestimate in function of the small sample (n = 10). If the reproductive minimum size of the females is only 100 cm SVL (as has been suggested in the literature), females will reach reproductive maturity between 15 and 16 years of age. If the reproductive minimum size is the same as for *A. mississippiensis* (ap. 90 cm

of SVL), female *M. niger* could start to reproduce between the 13 and 14 years of age. Further studies need to be undertaken to estimate the age at reproductive maturity, which is a parameter important for the elaboration of plans for the conservation and management of the species.

In 1995, the illegal exploitation of caimans in the Mamirauá Reserve was intense. I estimated that in that year 115.000 kg of fresh meat was marketed (equivalent to 72.000 kg of dry meat), which is equivalent to about 5.230 *M. niger* and 2.865 *C. crocodilus* killed. A kilogram of salted meat was marketed for US\$ 0.7 to US\$ 0.9, and it was paid for with overpriced supermarket goods and fuel. There was no evidence of trade in skins in the area; these were discarded by the hunters.

The distribution of size classes of caimans killed was estimated from a sample of 222 *M. niger* and 126 *C. crocodilus*. Approximately 44% of hunted *M. niger* were in the size range  $105 \text{ cm} \leq \text{SVL} \leq 125 \text{ cm}$ , which corresponds to those of subadult males and subadult and adult females. Approximately 50% of the *M. niger* were of  $\text{CRA} \geq 120 \text{ cm}$ , which corresponds to the size at which the females reach sexual maturity. However, the sex ratio of *M. niger* killed was biased towards males: 77 males and 22 females (3:1). In Mamirauá, 49% of *M. niger* killed were of  $75 \text{ cm} \leq \text{SVL} \leq 115 \text{ cm}$ , which correspond to 7.5 - 14 years old. In spite of the probable imprecision of the curves to predict the age of *M. niger*  $> 155.5 \text{ cm}$ , this predicted that individuals between  $156 \text{ cm} \leq \text{SVL} \leq 205 \text{ cm}$  would have been between 20 and 28 years old. In fact, the time interval to reach 205 cm SVL could be more than double that proposed here, in function of the expected decrease in growth rate for the individuals in this length class that was not considered in the model.

Most (63%) of the *C. crocodilus* killed had  $\text{SVL} \geq 105 \text{ cm}$ , which implies only adult males. For this species, the sex ratio was more biased towards males. Of those examined, 62 were males and only 5 females (12.4:1). Using the value of 70 cm SVL for adults of *C. crocodilus* of both sexes, I conclude that 97% of the individuals killed were sexually mature. According to the growth curves obtained in the present study, *C. crocodilus* killed in the Mamirauá Reserve had

ages  $\geq 4.5$  years in the case of the males, and  $\geq 5.5$  years in the case of the females. The age of *C. crocodilus* killed with SVL  $\geq 95$  cm would be  $\geq 12.5$  years.

In spite of the fact that hunting of *M. niger* was intense in the Mamirauá Reserve, this area holds the densest known populations of this species, and the size structure of the population of *M. niger* was similar to those reported by Herron (1994) for populations that had never been subjected to commercial hunting. The sustainability of caiman hunting in Mamirauá can probably be associated to the fact that many extensive areas are inaccessible to the hunters, generating a source-sink situation, where the portion removed by the hunters is relatively small in relation to the total population. However, as Mamirauá occupies an enormous area of várzea habitats, this model of sustainable exploitation may be a special case that will not necessarily be applicable for the whole of the Amazon basin.

The future of the populations of Amazonian caimans is uncertain due to political, social, and legal factors. The results reported in this thesis can be used to design future research, and in the development of more realistic political strategies for conservation, management and monitoring these species in Brazilian Amazônia.

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO GERAL

Os amazônidas e os jacarés possuem um longo histórico de interações negativas e de exploração comercial intensa. No entanto, os jacarés amazônicos são pouco conhecidos cientificamente e, até as primeiras décadas do século XX, as únicas informações disponíveis sobre estes animais na Amazônia brasileira limitavam-se a descrições anedóticas de naturalistas europeus de séculos anteriores (Best, 1984). Uma das narrações mais conhecidas, feita pelo pesquisador britânico Henry Walter Bates, diz respeito a uma abundância imensa de jacarés nos rios Solimões e Japurá (Bates, 1864), na região onde hoje localiza-se a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (Ayres, 1993). O padre português José Monteiro de Noronha cita que, na segunda metade do século XVIII, os índios às margens do rio Japurá utilizavam peles de jacarés em seus escudos de guerra (Silva, 1997). O óleo proveniente da gordura da carne de jacaré foi utilizado como combustível, sendo misturado com óleo diesel (70% de óleo de jacaré para 30% de óleo diesel) para o funcionamento dos geradores elétricos de Tefé (Pereira, 1944). Extermínio em massa de jacarés ocorreu na foz do rio Amazonas, em função da expansão da criação de bovinos (Santos, 1961). Até 1967, o Estado do Amazonas foi legalmente o maior exportador de peles de jacarés amazônicos do mundo. Nas últimas décadas, o Amazonas tornou-se a região de maior produção ilegal de carne de jacaré do mundo (Da Silveira et al., 1999; Capítulo V).

Acidentes com jacarés são relativamente comuns na Amazônia brasileira. Bates (1864) presenciou um ataque fatal de um jacaré-açu em frente a Tefé, que na época chamava-se Vila de Ega. No últimos dez anos, somente no Estado do Amazonas, ocorreram no mínimo duzentos acidentes com jacarés, sendo que cinco destes foram fatais (Da Silveira et al., 1999). O número aparentemente crescente de acidentes com jacarés pode tornar-se um empecilho social e político para a conservação das populações naturais destas espécies (Capítulo VI).

Na Amazônia brasileira ocorrem quatro espécies de jacarés (Carvalho, 1951), mas somente o jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e o jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*),

objetos desta tese, são tradicionalmente explorados comercialmente . O *C. crocodilus* é a espécie de distribuição mais ampla entre os crocodilianos do Novo Mundo, ocorrendo desde o México até a Argentina. É uma das espécies com maior variabilidade geográfica, com 4 ou 5 subespécies, dependendo do autor (Ross, 1998). O *Caiman crocodilus crocodilus* pode alcançar 2,5 metros de comprimento total, e distribui-se pela bacia do rio Orinoco na Venezuela e bacia Amazônica, incluindo Colômbia, Brasil, Bolívia e Peru (Ross, 1998).

O jacaré-do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) é considerado um espécie distinta (*C. yacare*) por alguns autores (King & Burke, 1989; Ross, 1998). No entanto, Ross (1998) escreveu que “Levantamentos extensivos e coleta de espécimens no Brasil Meridional, Norte da Bolívia e Paraguai sugerem um gradiente muito complexo de características morfológicas entre o *Caiman crocodilus* (*crocodilus*) e o jacaré-do-pantanal. Análises de DNA mitocondrial para solucionar as relações entre estas taxa são incompletas e inconclusivas (Brazaitis et al., 1993)”. Sendo assim, nesta tese considere o jacaré-do-pantanal como uma subespécie de *C. crocodilus*, uma vez que parece ocorrer fluxo gênico entre as populações de *C. crocodilus* do Norte do Brasil com as do Pantanal, através do rio Madeira (Brazaitis et al., 1998b).

O *C. c. crocodilus* consta no Apêndice II do CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção), o que permite a sua comercialização internacional. É considerado um taxon de “baixo risco” de extinção biológica pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais – IUCN (The 2000 IUCN Red List of Threatened Species, [www.iucn.org](http://www.iucn.org)).

O *M. niger* pode alcançar seis metros de comprimento total (Medem, 1983), sendo considerado o maior predador da América Continental (Ross & Magnusson, 1989). Esta espécie distribui-se por basicamente toda a bacia Amazônica, incluindo Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e algumas áreas da Guiana e Guiana Francesa (Ross, 1998). Atualmente consta no Apêndice I do CITES, o que proíbe o seu comércio internacional. Recentemente foi reclassificado como uma espécie de “baixo risco de extinção biológica” (The 2000 IUCN Red List of Threatened Species, [www.iucn.org](http://www.iucn.org)). No entanto, ainda consta na lista de animais

ameaçados de extinção do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (Portaria No 1.522, 19.xii.1989). Provavelmente, o *M. niger* nunca esteve realmente em risco de extinção no Brasil (Da Silveira, no prelo), e recentemente um parecer técnico foi encaminhado ao IBAMA recomendando a remoção desta espécie da lista de animais ameaçados de extinção no Brasil (Da Silveira et al., 2000).

A biologia e a ecologia do *M. niger* e do *C. crocodilus* são pouco conhecidas na Amazônia brasileira. Até o momento foram publicados somente três estudos sobre dieta (Vanzolini & Gomes, 1979; Magnusson et al., 1987; Da Silveira et al., 1999), cinco estudos sobre uso dos habitats, distribuição e abundância (Rebello, 1982; Medem, 1983; Magnusson, 1985; Brazaitis et al., 1996; Da Silveira et al., 1997), dois sobre crescimento (Magnusson & Sanaiotti, 1995; Da Silveira & Da Silveira, 1997) e um sobre reprodução (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000). Foram também publicados dois estudos sobre caça de jacarés (Rebello & Magnusson, 1983; Da Silveira et al., 1998), e três sobre a importância teórica dos jacarés nos ecossistemas amazônicos e as ameaças potenciais a estas espécies (Fittkau, 1970; Peres & Carkeek, 1993; Brazaitis et al., 1996; Brazaitis et al., 1998a). A maioria dos estudos listados anteriormente possuem informações anedóticas de *M. niger*, e as informações até o momento publicadas são insuficientes para a conservação e o manejo efetivos destas espécies na Amazônia brasileira. As informações contidas nesta tese poderão ser úteis para a tomada de decisões futuras visando a manutenção das populações naturais destas espécies na Amazônia brasileira.

Organização da tese.- Esta tese esta organizada em seis Capítulos, sendo que três destes estão no formato de artigo científico. O Capítulo I é uma Introdução Geral, com um breve histórico do “conflito” entre jacarés e pessoas na Amazônia brasileira, um resumo das distribuições, estado de conservação, e das pesquisas realizadas na Amazônia brasileira com o *M. niger* e o *C. crocodilus*.

O Capítulo II é uma descrição das áreas de estudo: o Arquipélago da Estação Ecológica de Anavilhanas no baixo rio Negro, e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá no médio rio Solimões, ambas no Estado do Amazonas.

O Capítulo III apresenta uma avaliação de alguns fatores que afetam a probabilidade de se localizar jacarés em levantamentos noturnos na Reserva Mamirauá, e uma discussão das vantagens e limitações desta técnica para monitorar a distribuição e a abundância de populações destas espécies na Amazônia brasileira. Esta foi a primeira abordagem desta questão em ambientes de várzea da Amazônia brasileira.

O Capítulo IV descreve os padrões de crescimento do *M. niger* e do *C. crocodilus* em Anavilhanas e Mamirauá, e apresenta uma comparação destes dados com os padrões conhecidos para as mesmas espécies em outras regiões e habitats, e com o *Alligator mississippiensis*. Este foi o primeiro estudo desta natureza em habitats de várzea e de igapó de “água preta” na Amazônia brasileira.

O Capítulo V é uma avaliação da caça ilegal de jacarés na Reserva Mamirauá. Apesar deste Capítulo fazer parte do meu plano de tese original, e os dados terem sido coletados concomitantemente com os demais, uma versão deste Capítulo já foi publicada no periódico norte-americano *Biological Conservation* 1999 (88):103-109, tendo como segundo autor John Thorbjarnarson. Optei por publicar este artigo, mesmo antes da conclusão da tese, em função de ter encontrado uma exploração imensa de jacarés no médio rio Solimões, a qual precisava ser urgentemente relatada para as comunidades científicas nacional e internacional. Além de dar ciência para os Governos do Amazonas e Federal, que até então desconheciam oficialmente a existência da caça ilegal de jacarés na região. O texto contido neste Capítulo é uma versão em português do original em inglês, com algumas modificações e acréscimos que tratam de aspectos importantes que se revelaram após a publicação do artigo original.

O Capítulo VI contém as Conclusões Gerais da tese, seguido pela Literatura Citada e Apêndice.

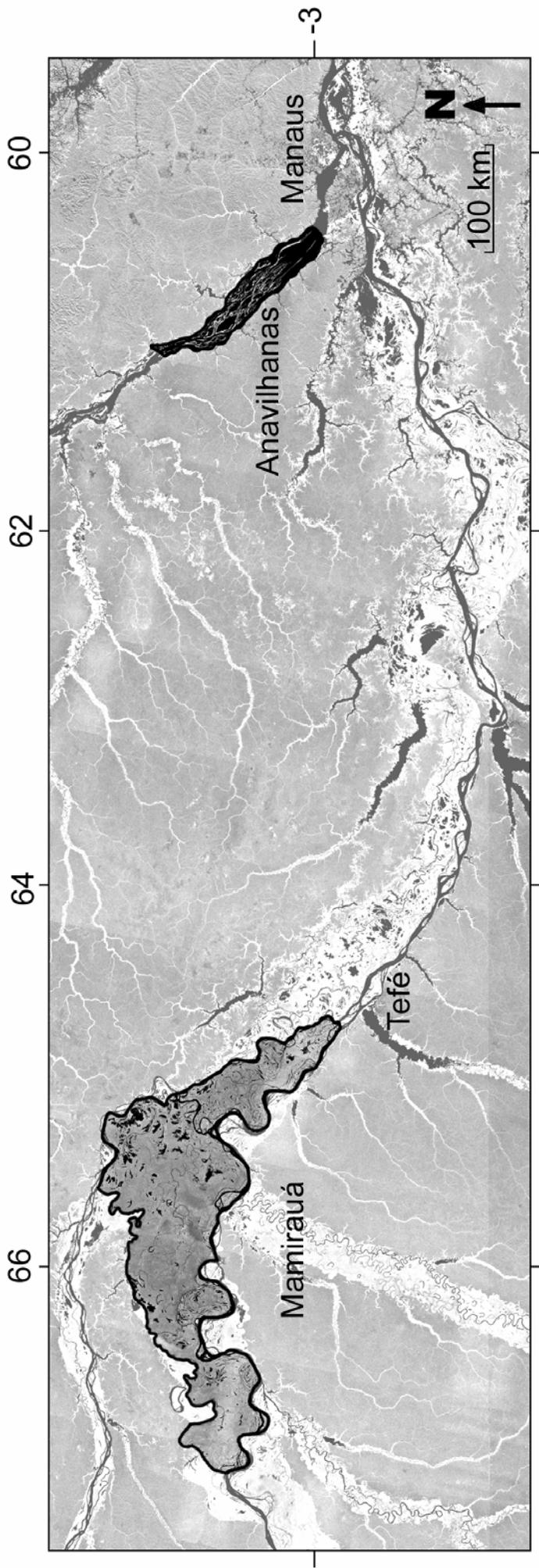
## CAPÍTULO II: DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e a Estação Ecológica de Anavilhanas estão entre as maiores Unidades de Conservação das planícies alagáveis (floodplains) da Amazônia brasileira. Essas Reservas fazem parte do Corredor Central da Amazônia do Projeto Corredores Ecológicos do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil – PP/GT (Ayres et al., 1996). Anavilhanas é uma reserva federal do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e Mamirauá uma reserva estadual sob a jurisdição do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). Localizam-se no Estado do Amazonas, na faixa entre 2 e 3 graus de latitude sul (Figura 1).

As planícies alagáveis amazônicas são habitats que oscilam sazonalmente entre a fase terrestre e a aquática em função dos níveis dos rios (Junk, 1996), e abrigam as maiores populações de *M. niger* e de *C. crocodilus* da Amazônia brasileira (Da Silveira, no prelo). Sioli (1950) classificou as planícies alagáveis em várzeas e igapós. As várzeas são habitats alagados por rios de água rica em nutrientes e em material em suspensão, localmente chamada de “água branca”. Os igapós são áreas alagadas por rios de “água preta” ou “clara” (e.g. rio Tapajós), que são pobres em nutrientes e com pouco material em suspensão (Sioli, 1950). Esta nomenclatura foi largamente empregada em pesquisas hidrológicas, zoológicas e botânicas (Prance, 1979; Sioli, 1984; Junk, 1997, entre muitos outros), e foi adotada nesta tese.

Inicialmente, estimava-se que as planícies alagáveis cobriam uma superfície de 70.000 km<sup>2</sup> na Amazônia brasileira (Pires, 1974). No entanto, esta área é muito maior se for considerado também as áreas alagáveis ao longo dos tributários menores dos principais rios amazônicos. Atualmente, estima-se que as planícies alagáveis cubram uma superfície de 307.300 km<sup>2</sup> na Amazônia brasileira, se for considerado também o espelho d’água dos rios Amazônicos (Junk, 1996). Com estas inclusões, o rio Amazonas possui uma área de 87.600 km<sup>2</sup> de planícies alagáveis, e o rio Negro uma área de 29.000 km<sup>2</sup> (Junk, 1996).

Figura 1.- Imagem de radar banda L do satélite JERS-I (MITI-NSDA) com os limites aproximados da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e do Arquipélago de Anavilhanas, no Estado do Amazonas.



O rio Negro é o maior tributário do rio Amazonas e um representante típico dos rios de água preta da Amazônia (Sioli, 1950). A coloração preta destes rios deve-se aos ácidos fúlvicos em suspensão na água (Furch & Junk, 1997). A Estação Ecológica de Anavilhanas (02º 00' a 03º 02' S e 60º 27' a 61º 07' W) localiza-se no curso inferior do Rio Negro, nos municípios de Manaus e Novo Airão, Amazônia Central (Figura 2). Esta Reserva é formada por 250.000 ha de floresta terra firme (não sujeita a inundação) e por centenas de ilhas (100.000 ha) que formam o segundo maior arquipélago fluvial do mundo (Brasil, 1984). Esta tese foi realizada no arquipélago de Anavilhanas, entre o limite superior do lago do Carão, o maior lago da região, e o extremo inferior do Arquipélago (Figura 2).

O rio Negro sofre flutuação anual de 9 a 12 m (Goulding et al., 1988), inundando sazonalmente todo o arquipélago de Anavilhanas. As ilhas são formadas pela floculação do material caolinítico carreado pelo rio Branco quando deságua no Rio Negro, devido a redução do pH (Leenheer & Santos, 1980). As partes mais baixas das ilhas são cobertas por vegetação arbustiva, e estão sujeitas a maior tempo de inundação. Estas áreas são colonizadas principalmente por *Psidium sp.* e *Eugenia sp.* (Myrtaceae), *Solanum sp.* (Solanaceae), *Croton diasii* (Euphorbiaceae) e *Faramea sessilifolia* (Rubiaceae). Nas áreas mais altas, ocorrem árvores que podem atingir até 35 m de altura e geralmente não ocorre dominância de espécies (Borges, 1986).

O arquipélago das Anavilhanas aumenta o "coeficiente de margem" (Goulding et al., 1988) e facilita a ocorrência de jacarés nesta área do rio Negro, que neste trecho pode atingir até 20 km de largura (Da Silveira et al., 1997). As ilhas são alongadas e delimitam centenas de lagos e canais. A maioria dos lagos permanece o ano todo conectada com outros corpos de água. No entanto, alguns lagos menores podem permanecer isolados do rio entre outubro e janeiro. Os lagos possuem margens levemente inclinadas e nos meses mais secos (outubro a novembro) formam praias de argila ou areia que podem atingir 500 m de largura (Da Silveira, 1993).

O clima da área de Anavilhanas, com base em dados da região de Manaus, é classificado como Af<sub>i</sub> de Köpen, com temperatura mensal média superior a 18 °C e precipitação mensal superior a 60 mm (Ribeiro, 1976).

Figura 2. Mapa da Estação Ecológica de Anavilhanas, localizada no Estado do Amazonas. A linha tracejada representa o limite superior da área de coleta de dados, que estendeu-se até o limite inferior do Arquipélago.

O rio Amazonas forma a maior bacia hidrográfica do mundo. O Amazonas nasce em várias cabeceiras a aproximadamente 5.000 m de altitude nos Andes peruanos, percorre cerca de 5.890 km e desemboca no Oceano Atlântico (Barbosa, 1962; Salati et al., 1983). O rio Amazonas é um típico rio de água branca da Amazônia (Sioli, 1950), e sua coloração deve-se a minerais sólidos em suspensão (Furch & Junk, 1997). O Amazonas muda de nome sete vezes ao longo do Peru, Colômbia e Brasil (Barthem & Goulding, 1997). Na literatura internacional, este rio é chamado de Amazonas ou Solimões/Amazonas no território brasileiro (Furch & Junk, 1997). Nesta tese, usei a terminologia local e adotada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): rio Solimões, no trecho compreendido entre as divisas do Brasil com o Peru e a Colômbia, na altura de Tabatinga, até a confluência com o rio Negro, em Manaus; e rio Amazonas, entre a confluência com o rio Negro e o Oceano Atlântico.

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, até junho de 1996 classificada como Estação Ecológica, localiza-se no médio rio Solimões, próxima a Tefé. A Reserva situa-se no triângulo formado pelos rios Auatí-Paraná, Solimões e Japurá, nos municípios de Alvarães, Uarini, Fonte Boa, Maraã, Japurá e Tonantins (Figura 3). A Reserva Mamirauá compreende 1.124.000 ha de várzea, formando a maior Unidade de Conservação de áreas alagáveis do Brasil. A Reserva Mamirauá é subdividida em áreas Subsidiária e Focal (Figura 3), esta última dividida em setores políticos, onde foi realizada a maior parte desta pesquisa (Figura 4). Na Área Focal existem mais de 620 corpos de água, 60 comunidades ribeirinhas e mais de 5000 pessoas entre moradores e usuários, que moram fora da área mas também utilizam os recursos da Reserva (Mamirauá, 1996). A área Focal é delimitada a Noroeste pelo Paraná do Aranapú, e a área Subsidiária compreende o setor Panauã (Figura 3).

Figura 3.- Localização das áreas Focal e Subsidiária da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mimirauá, localizada no Estado do Amazonas.

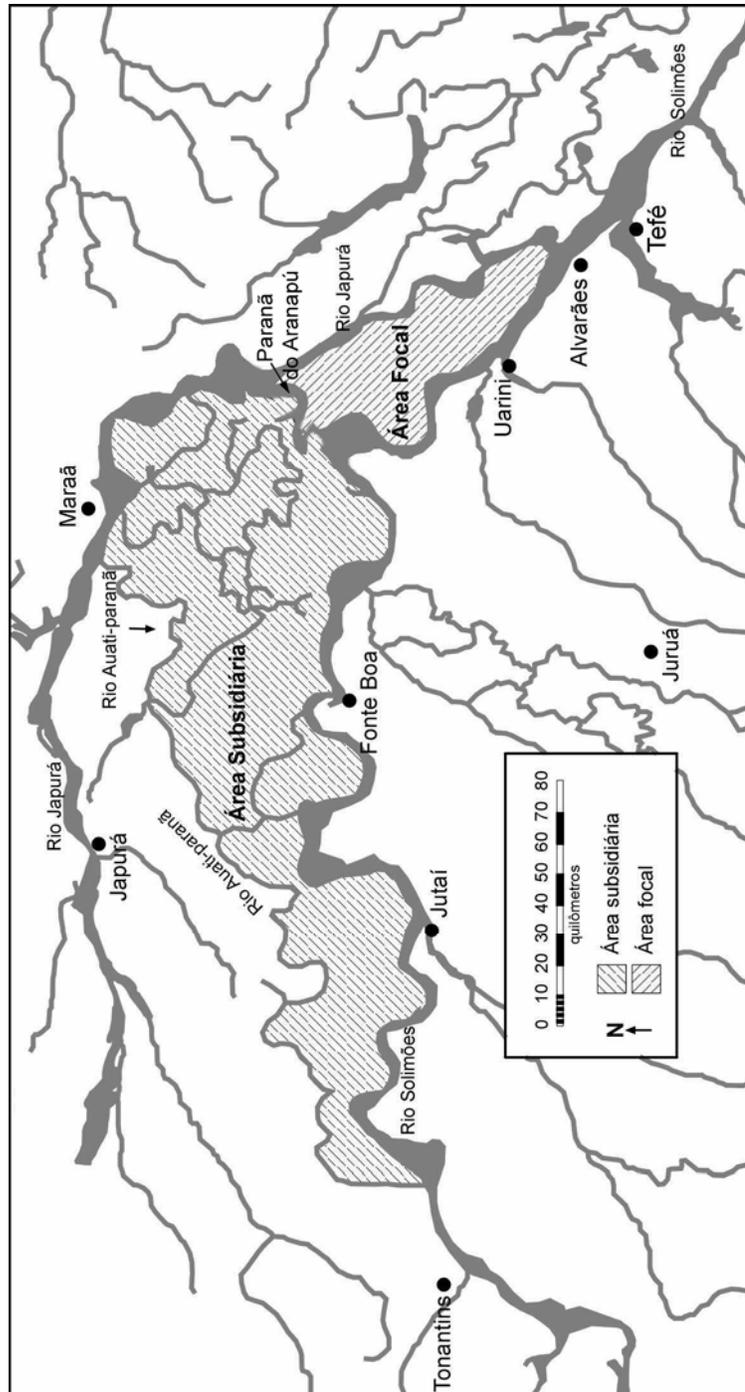
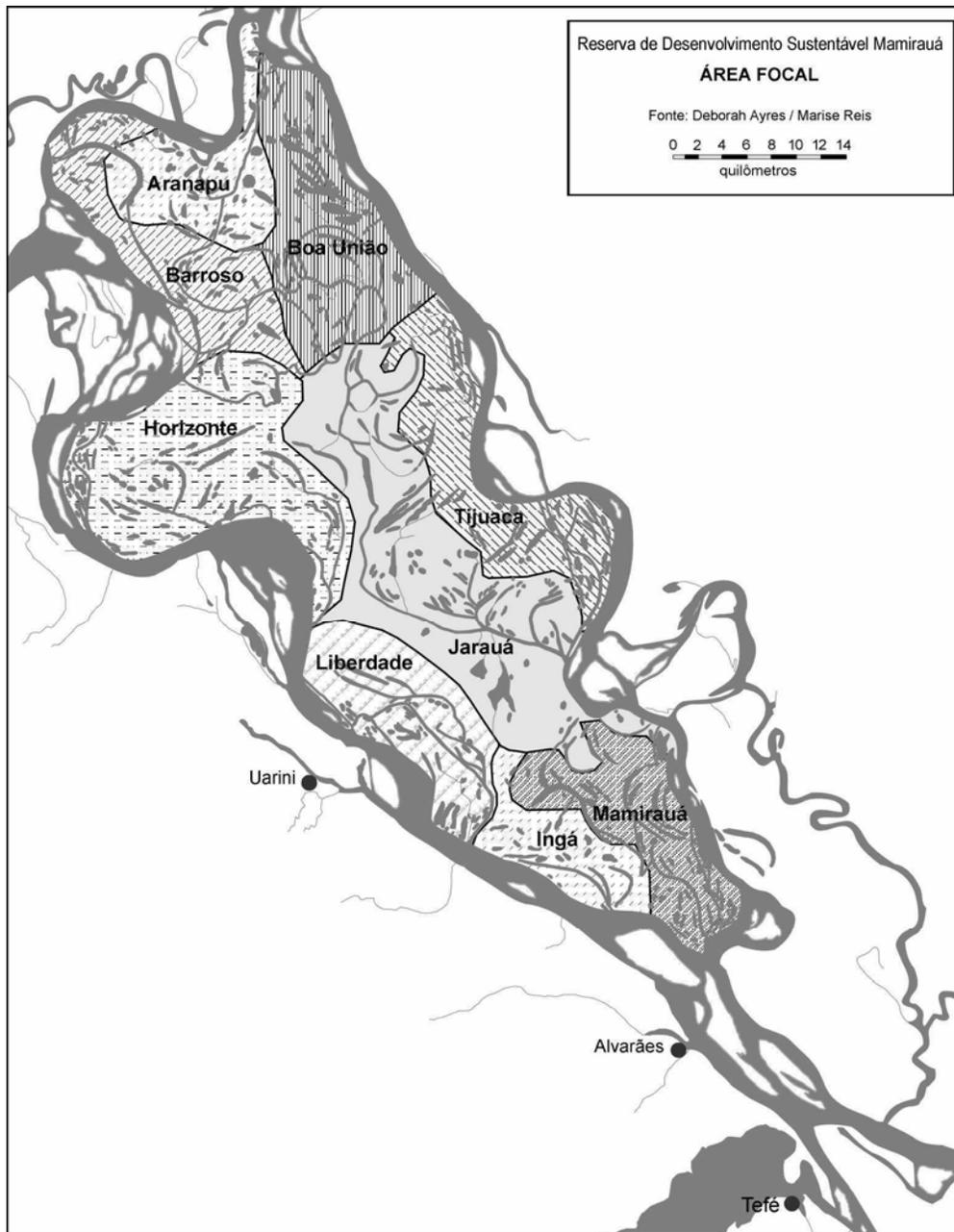


Figura 4.- Localização dos setores políticos da área Focal da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.



A Reserva Mamirauá pertence a Convenção Ramsar, é considerada uma área úmida de importância mundial, sendo cotada para se tornar-se uma Reserva da Biosfera (Mamirauá, 1996). Os terrenos da várzea da Reserva Mamirauá são de origem holocênica, onde o nível das águas

varia anualmente de 10 a 15 metros, inundando sazonalmente toda a extensão da Reserva. A cobertura vegetal é composta de vegetação arbórea (44,3%), localmente chamadas de restingas, que podem ficar alagadas de 4 a 5 meses por ano. Estas áreas são intercaladas por vegetação arbóreo/arbustiva (31,3%), localmente chamadas de chavascais, que podem permanecer alagadas de 8 a 9 meses por ano. Outras coberturas (14,2%) correspondem aos palhais, campos, roças e praias. Os 10,2% restantes da área da Reserva são ocupados por corpos de água (Mamirauá, 1996). Maiores informações sobre a vegetação da Reserva Mamirauá estão disponíveis em Ayres (1993), Queiroz (1995) e Mamirauá (1996).

Salati e Marques (1984) sugeriram que a pluviosidade na área da Reserva Mamirauá varia de 2.200 a 2.400 mm por ano, mas Ayres (1986) registrou 2.850 mm de precipitação para a Reserva em 1984. O período mais chuvoso ocorre entre janeiro e abril, sendo que até o momento não foi registrado meses com precipitação inferior a 60 mm ou superior a 450 mm. As maiores temperaturas médias observadas variaram de 30° a 33° C, e as mínimas oscilaram entre 21° e 23° C. A média da amplitude térmica mensal variou de 8° a 10° C (Mamirauá, 1996).

Neste estudo, as categorias de habitats utilizados, principalmente para a Reserva Mamirauá, foram as seguintes: lagos, canos, ressacas, paranãs e rios. Os lagos são corpos de água perenes, de formato redondo, ovalado ou de meia lua. Geralmente, os lagos possuem somente uma boca bem delimitada. Os canos são corpos de água alongados, formando canais abertos nas duas extremidades, e que geralmente fazem conexão entre um lago e um paranã. Alguns canos fazem conexão entre lagos. A maioria dos canos não são perenes. As ressacas são corpos de água arredondados ou ovalados, e geralmente são adjacentes aos lagos. Se distinguem dos lagos por não serem perenes e estarem a maior parte do ano cobertas por vegetação flutuante. Os paranãs são canais abertos nas duas extremidades e fazem a conexão entre vários canos e os rios. Uma das extremidades dos paranãs podem ficar totalmente secas em alguns meses do ano. Os corpos de água anteriormente descritos são resultados da migração dos leitos dos rios Solimões e Japurá (Puhakka et al., 1992; Henderson, 1999).

Na Reserva Mamirauá, ao contrário do arquipélago de Anavilhanas, existe abundância de macrófitas aquáticas. Extensas áreas podem ficar a maior parte do ano coberta por macrófitas aquáticas, com o predomínio de canarana (*Echinochloa polystachya*, Poaceae), e funcionam como refúgios importantes para os jacarés contra a caça (Capítulo V). Nos lagos da Reserva Mamirauá é comum a formação de matupás, que são acúmulos espessos de macrófitas aquáticas vivas e em decomposição. Sobre os matupás é comum a ocorrência de espécies arbóreas de pequeno porte como embaúbas (*Cecropia latiloba*, Moraceae) e lacre (*Vismia sp*, Clusiaceae). Os matupás são locais de nidificação de *M. niger* e de *C. crocodilus* (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000).

### **CAPÍTULO III: FATORES QUE AFETAM O NÚMERO DE JACARÉS VISTOS EM LEVANTAMENTOS NOTURNOS NA RESERVA MAMIRAUÁ**

Atualmente existe uma polêmica internacional sobre a abundância dos jacarés amazônicos. Alguns autores acreditam na ameaça iminente de extinção das espécies (Brazaitis et al., 1996; Brazaitis et al., 1998a); mas por outro lado, a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) recentemente reclassificou o *Melanosuchus niger*, o maior dos crocodilianos amazônicos, como uma espécie de “baixo risco de extinção biológica” (The 2000 IUCN Red List of Threatened Species, [www.iucn.org](http://www.iucn.org)). Outros autores defendem o aproveitamento econômico dos jacarés em algumas regiões, em bases auto-sustentáveis e com estreito monitoramento das atividades, como a estratégia mais viável para a conservação destas espécies na Amazônia brasileira (Da Silveira et al., 1999; Capítulos V e VI).

A conservação e o manejo das espécies dependem de informações da distribuição e da abundância das populações. Na maioria dos estudos de crocodilianos, as abundâncias das espécies foram estimadas mediante índices de densidade relativa obtidos em levantamentos noturnos (Magnusson, 1982). No entanto, o número de crocodilianos vistos em um levantamento noturno depende diretamente das características dos habitats, principalmente cobertura vegetal, e de muitas outros fatores ambientais (Magnusson, 1982, 1984; Gorzula, 1984; Bayliss, 1987).

O efeito negativo do nível da água sobre o número de crocodilianos observados em levantamentos noturnos já foi demonstrado para *Crocodylus niloticus* (Cott, 1961), *C. porosus* (Montague, 1983; Webb et al., 1983a; Jenkins & Forbes, 1985), *C. novaeguineae* (Montague, 1983), *Alligator mississippiensis* (Chabreck, 1965), *Caiman crocodilus crocodilus* (Gorzula, 1978; Da Silveira et al., 1997), *C. c. yacare* (Coutinho & Campos, 1996), e *C. c. chiapasius* (Allstead & Vaughan, 1992).

Vallejo e Ron (1994) encontraram, além do efeito do nível da água, relações estatisticamente negativas entre as intensidades do vento e da chuva com o número total de jacarés vistos nos levantamentos noturnos. Woodward e Marion (1978) encontraram correlação

positiva entre a fase da lua e a densidade observada de *A. mississippiensis* em levantamentos noturnos. Estes autores, e Murphy e Brisbin (1974), também encontraram correlação positiva entre a temperatura da água e o número de *A. mississippiensis* vistos em levantamentos noturnos. A frequência de captura para marcação também teve efeito na distribuição e comportamento de fuga de jacarés no Equador (Ron et al., 1998).

Na década de 1980 e início dos anos de 1990, vários especialistas fizeram levantamentos noturnos de jacarés na Amazônia brasileira (Magnusson, 1985; Rebelo, 1983; Brazaitis et al., 1996), mas nenhum deles avaliou estatisticamente como a estrutura dos habitats e outras variáveis ambientais afetaram os resultados obtidos. O primeiro estudo enfocando esta questão na Amazônia brasileira foi executado no arquipélago de Anavilhanas, no baixo rio Negro, próximo a Manaus (Da Silveira et al., 1997). Em Anavilhanas, a diferença de temperatura entre a água e o ar, e a profundidade da água (que apresentou correlação alta com a cota do rio Negro) tiveram efeitos positivo e negativo, respectivamente, na densidade observada de *C. crocodilus* nos levantamentos noturnos (Da Silveira et al., 1997). No entanto, a densidade baixa de *M. niger* em Anavilhanas impediu este tipo de análise com esta espécie; e no Equador, onde ocorrem *M. niger* e *C. crocodilus*, Vallejo e Ron (1994) analisaram os dados em termos de número total de jacarés, sem distinção das espécies.

A maioria dos pesquisadores que desenvolveram modelos relacionando os efeitos de variáveis ambientais sobre a probabilidade de se localizar jacarés em levantamentos noturnos realizaram os estudos em poucos corpos de água. Sendo assim, em função da limitação de informações, os modelos resultantes tendem a ser generalizados para outros corpos de água ou regiões. O valor destas extrapolações é incerta, quando o objetivo for monitorar uma espécie que ocupa corpos de água com características bastantes distintas, mesmo em uma mesma região.

As maiores populações de jacarés da Amazônia brasileira ocorrem nas florestas alagáveis (Da Silveira, no prelo), e nestas áreas espera-se uma forte influência da variação do nível do rio sobre a densidade observada dos jacarés, bem como efeitos da estrutura dos corpos de água e de outras variáveis ambientais. A Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá é a maior

Unidade de Conservação do mundo protegendo florestas de várzea, e compreende centenas de corpos de água (Mamirauá, 1996). O nível da água no médio rio Solimões pode variar até 15 m anualmente, alagando totalmente por até três meses toda a Reserva Mamirauá. No pico da estação da cheia (junho a julho), ocorre conexão entre todos os corpos de água da área, inclusive dos rios Solimões e Japurá, que em alguns pontos da Reserva estão distantes até 90 km entre si. Na Reserva Mamirauá ocorrem jacaré-açu (*Melanosuchus niger*), jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) e jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*).

Atualmente discute-se a implantação de um plano de manejo para os jacarés da Reserva Mamirauá (Da Silveira et al., 1999). Sendo assim, a análise dos fatores que afetam o número de jacarés vistos durante levantamentos noturnos é pré-requisito para a implantação de um sistema de monitoramento robusto destas populações. Neste Capítulo, o meu objetivo principal foi avaliar se é necessário padronizar rigorosamente as condições nas quais os levantamentos noturnos são feitos na Reserva Mamirauá, ou se é possível comparar os resultados de levantamentos feitos sobre condições diferentes após a calibração dos dados, em função de medidas das variáveis ambientais.

O lago Mamirauá, um dos maiores na região, é particularmente importante pois a caça ilegal de jacarés foi praticamente eliminada a mais de sete anos nesse lago, e nos últimos anos foram observadas densidades de quase 2000 *M. niger* por quilômetro de margem neste lago no período da seca (Da Silveira, no prelo). Este lago também é destinado ao Programa de Ecoturismo da Reserva Mamirauá. Sendo assim, em função do estado ótimo de conservação das populações de jacarés deste lago, do volume de pesquisas de jacarés ali realizadas (Da Silveira & Da Silveira, 1997; Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000), e da importância estratégica deste lago para o ecoturismo, optei por analisar mais profundamente as variações sazonais da abundância de jacarés neste corpo de água. Também analisei mais detalhadamente o cano Mamirauá, que é o canal que faz a conexão entre o lago Mamirauá e os rios Solimões e Japurá, que margeiam a Reserva. O cano Mamirauá é tão preservado quanto o lago Mamirauá e também é área de ecoturismo.

As minhas questões específicas abordadas neste Capítulo foram as seguintes: 1) Quais os efeitos sazonais do nível do rio Solimões (cota) e da porcentagem de iluminação da lua no número de *M. niger* e de *C. crocodilus* vistos durante levantamentos no lago e no cano Mamirauá?; 2) Os modelos desenvolvidos para estes locais, relacionando a cota e a intensidade luminosa da lua com o número de jacarés vistos nos levantamentos noturnos, aplicam-se a outros corpos de água da Reserva?; e 3) Em caso negativo, qual o efeito da cota e da lua no número de jacarés vistos nos levantamentos noturnos em outros locais (= corpos de água) ao longo da Reserva?

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os levantamentos noturnos (n = 145) foram realizados entre 1995 e 1998 (Tabela 1) em 20 corpos de água (Apêndice I), localizados nos setores Boa União, Jarauá, Mamirauá e Panauã da Reserva Mamirauá (Figura 4). No lago e no cano Mamirauá foram realizados 15 levantamentos. Em outros 10 lagos (incluindo as ressacas), o número de levantamentos noturnos variou de 5 a 14, sendo que em 7 destes locais o número de levantamentos variou entre 5 e 7. Em outros 8 canais (canos, paranãs e rio Japurá), o número de levantamentos variou de 4 a 6 (Tabela 1).

Três dos locais de levantamento foram no rio Japurá (Tabela 1). No entanto, como a distância entre estes locais foi maior que 20 km, para cada local convergem sistemas de lagos e canais distintos, e estes localizam-se em setores políticos diferentes da Reserva Mamirauá, estes locais foram considerados amostras independentes e tratados como corpos de água distintos (Apêndice I).

Nos levantamentos foi utilizado uma canoa de alumínio com motor de popa de 15 H.P. movendo-se entre 10 e 15 km/h, e os jacarés foram localizados pelo reflexo dos olhos quando iluminados (Da Silveira et al., 1997). Em função do número grande, e da ocorrência de três espécies de jacarés na área, não foi possível determinar a espécie de todos os indivíduos presentes em cada levantamento. Sendo assim, em intervalos regulares durante os levantamentos, foram

realizadas 12628 aproximações para determinar a espécie do jacaré a uma distância  $\leq 5$  m. O intervalo de aproximação (3 a 30 indivíduos) foi decidido antes de cada levantamento, em função do número de jacarés que se esperava encontrar. Nos levantamentos feitos durante o pico do período da seca (setembro a outubro) não foi necessário fazer as paradas pré-determinadas, uma vez que os jacarés estavam agregados ao longo das margens.

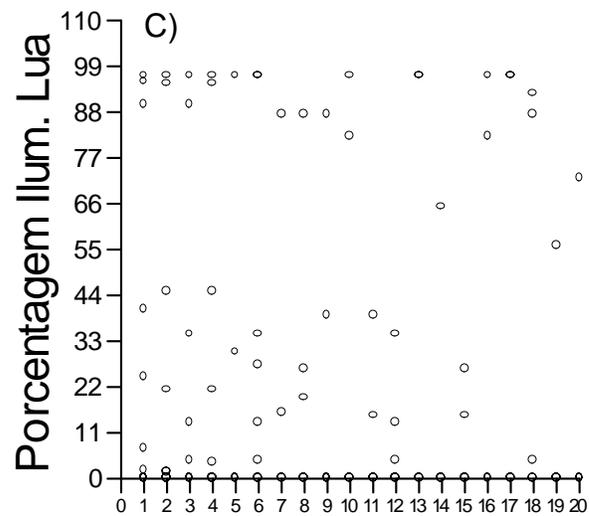
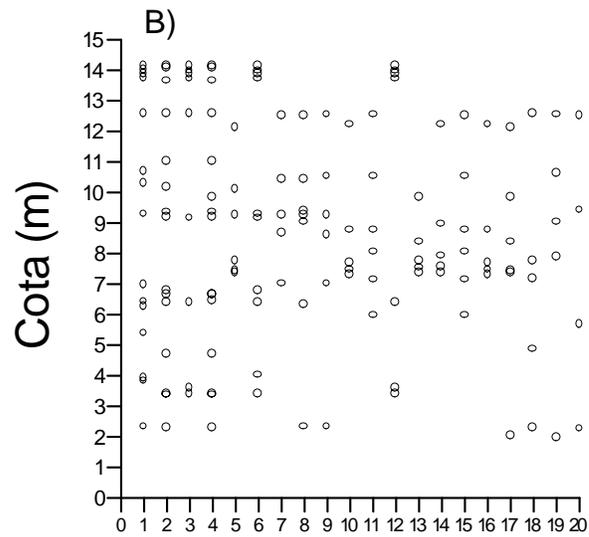
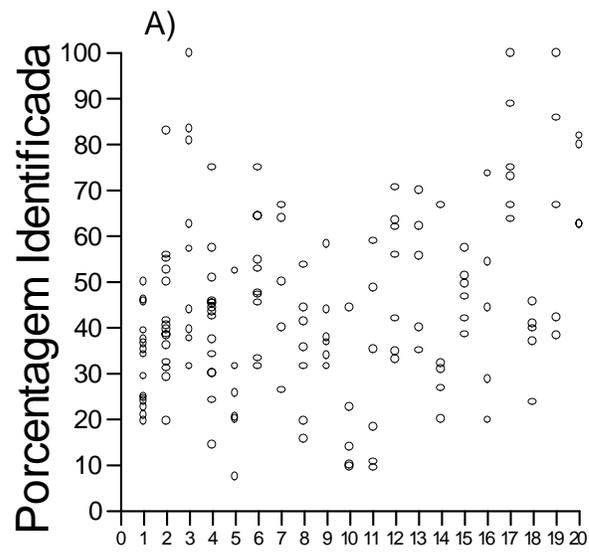
Nos levantamentos foram contados 48751 jacarés, e 26% desses tiveram a espécie identificada. A porcentagem de jacarés com a espécie identificada variou de 7 a 100% (= 45, D.P.= 19) dos indivíduos vistos em cada levantamento (Figura 5A). Não foram contabilizados os filhotes (comprimento rostro-anal  $< 22$  cm), em função da mortalidade alta esperada para esta classe de tamanho.

Tabela 1.- Local, setor da Reserva, tipo de hábitat, nome do local, número de levantamentos noturnos (NL) e datas dos levantamentos feitos na Reserva Mamirauá. L. = lago, C. = cano, Rs. = ressaca, P. = paranã, R. = rio, \* = Um *Paleosuchus palpebrosus* visto.

Local	Setor	Hábitat	Nome	NL	Datas dos Levantamentos
1	Mamirauá	L.	Mamirauá	15	<u>1995</u> :31/03*; 11/06, 20/08, 08/10; <u>1996</u> :22/02, 22/09, 11/11, 12/12; <u>1997</u> :11/02, 07/03, 15/05, 04/06, 07/07, 16-17/09; <u>1998</u> :30/06
2	Mamirauá	C.	Mamirauá	15	<u>1995</u> : 11/01, 29/03, 12/06, 23/08, 07/10; <u>1996</u> : 17/09, 04/11, 14/12; <u>1997</u> : 06/02, 06/03, 03/06, 04/07, 19/09; <u>1998</u> : 02/07, 15/09
3	Mamirauá	Rs.	Saracura	09	<u>1995</u> : 16/01, 11/06; <u>1997</u> : 12/02, 16/05, 05/06, 08/07, 18/09; <u>1998</u> : 01/07, 14/09
4	Mamirauá	Rs.	Iuiri	14	<u>1995</u> : 11/01, 29/03, 12/06, 07/10; <u>1996</u> : 25/02, 17/09, 01/11, 15/12; <u>1997</u> : 07/02, 04/03, 03/06, 19/09; <u>1998</u> : 02/07, 15/09
5	Boa União	L.	Preguiça	06	<u>1995</u> : 26/01, 16/03, 26/05, 05/08*; <u>1996</u> : 16/02, 02/09
6	Mamirauá	Rs.	Anágua	10	<u>1995</u> : 16/01, 31/03; <u>1996</u> : 18/12; <u>1997</u> : 12/02, 16/05, 05/06, 08/07, 17/09; <u>1998</u> : 01/07, 14/09
7	Jarauá	Rs.	Itu	05	<u>1995</u> : 14/01, 23/03, 06/06, 15/08; <u>1996</u> : 19/02
8	Jarauá	Rs.	Tucuxi	07	<u>1995</u> : 14/01, 27/03, 07/06, 04/08, 11/10; <u>1996</u> : 19/02, 09/09
9	Jarauá	Rs.	Panema	06	<u>1995</u> : 14/01, 23/03, 08/06, 15/08, 10/10; <u>1996</u> : 20/02
10	Panauã	L.	Panema	05	<u>1995</u> : 27/01, 17/03, 28/05, 08/08; <u>1996</u> : 04/09
11	Jarauá	L.	Buá-Buá	06	<u>1995</u> : 07/02, 24/03, 08/06; <u>1996</u> : 20/02, 05/09; <u>1998</u> : 18/08
12	Mamirauá	Rs.	Acácio	07	<u>1997</u> : 12/2, 16/05, 05/06, 08/07, 18/09; <u>1998</u> : 01/07,14/09
13	Boa União	C.	Preguiça	05	<u>1995</u> : 26/01, 16/03, 09/08; <u>1996</u> : 13/02, 01/09
14	Panauã	C.	Jerônimo	05	<u>1995</u> : 31/01, 20/03, 28/05, 07/08; <u>1996</u> : 03/09
15	Jarauá	C.	Buá-Buá	05	<u>1995</u> : 07/02, 24/03, 07/06, 18/08; <u>1996</u> : 05/09
16	Panauã	P.	Galinha	05	<u>1995</u> : 26/01, 17/03, 28/05, 08/08; <u>1996</u> : 04/09
17	Boa União	R.	Japurá 1	06	<u>1995</u> : 16/02, 26/05, 09/08, 23/09; <u>1996</u> : 13/02, 02/09
18	Mamirauá	P.	Mamirauá	05	<u>1995</u> : 05/02, 15/03, 15/06, 06/10*; <u>1996</u> : 16/09
19	Jarauá	R.	Japurá 2	05	<u>1995</u> : 27/03, 09/06, 12/08, 22/09; <u>1996</u> : 21/02
20	Mamirauá	R.	Japurá 3	04	<u>1995</u> : 02/04, 26/06, 19/08, 05/10

**Variáveis ambientais.**- Os níveis do rio Solimões, acima do nível do mar (cota), foram medidos em Tefé, a cerca de 30 km da Reserva. Nas análises foram utilizados os valores da cota da tarde anterior ao levantamento noturno. Nos levantamentos noturnos, as cotas variaram entre 2 e 14 m, e cada um dos 20 corpos de água foi amostrado em quase toda a amplitude de cotas disponíveis (Figura 5B). A intensidade luminosa da lua no dia de cada levantamento foi determinada com o programa Almanac (desenvolvido por Ross Alford, James Cook University, Townsville). Em 47% dos 145 levantamentos, a lua ainda não tinha nascido ou já tinha se posto, e nestes casos foi atribuído o valor zero de porcentagem de iluminação (Figura 5C).

Figura 5.- (A) Porcentagem de jacarés com a espécie determinada, relativo ao número total de jacarés contados em cada um dos 145 levantamentos noturnos, feitos entre 1995 e 1998 em 20 corpos de água da Reserva Mamirauá. (B) Valores da cota do rio Solimões e da (C) porcentagem de iluminação da lua durante os levantamentos. Cada ponto equivale a um levantamento noturno em um determinado local. Os nomes dos locais (1 a 20) estão listados na Tabela 1.



### **Análises estatísticas**

Lago e cano Mamirauá.- Regressão múltipla foi utilizada para avaliar os efeitos da cota e da porcentagem de iluminação da lua no número de *M. niger* e de *C. crocodilus* vistos nos levantamentos noturnos no lago e no cano Mamirauá. As variáveis dependentes foram o número estimado (NI) de cada espécie (sp1 ou sp2) em cada levantamento, calculado em função do número de jacarés com a espécie identificada (sp1+sp2):

$$NI = (sp1 \text{ ou } sp2/sp1+sp2)*total \text{ jacarés contados em cada levantamento}$$

O k é a constante da regressão. A cota foi loge transformada para linearizar a relação. Inicialmente foi incluído a profundidade da água no modelo, mas como a cota e a profundidade apresentaram correlação alta no lago Mamirauá ( $r = 0,9$ ) e baixa no cano Mamirauá ( $r = 0,1$ ), optou-se pelo uso da cota. A diferença de temperatura entre a água e o ar, e a velocidade da correnteza durante os levantamentos (Da Silveira, et al., 1997) foram inicialmente integradas ao modelo. No entanto, com estas inclusões os valores de tolerância fornecidos pelas regressões foram muito baixos, indicando uma intercorrelação alta entre estas variáveis e as demais. Sendo assim, estas variáveis foram excluídas.

Nas análises seguintes, as variáveis dependentes foram substituídas pela porcentagem estimada de cada espécie (PI), calculada em relação ao maior valor do número estimado de cada espécie visto nos levantamentos do lago e do cano Mamirauá, da seguinte forma:

$$PI = \text{Núm. estimado para sp1 ou sp2} * 100 / \text{maior valor do núm. estimado encontrado}$$

Estas substituições foram feitas para permitir que os modelos resultantes fossem usados para checar o seu poder de previsão em outros corpos de água da Reserva (Tabela 1). Presumiu-se que usar as porcentagens estimadas era mais adequado para refletir as variações ao longo do ano do que os números estimados absolutos, uma vez que os corpos de água analisados possuíam tamanhos diferentes.

Outros corpos de água.- As equações resultantes dos modelos de regressão do lago e do cano Mamirauá, tendo agora como variáveis dependentes as porcentagens estimadas de *M. niger* e de *C. crocodilus*, foram utilizadas para prever as porcentagens estimadas de *M. niger* e de *C. crocodilus* nos demais corpos de água. Estas previsões foram feitas substituindo nas equações os respectivos valores da cota e da lua de cada levantamento. As equações resultantes para o *M. niger* e para o *C. crocodilus* do lago Mamirauá foram aplicadas nos demais lagos (e ressacas); e as equações resultantes do cano Mamirauá foram aplicadas nos demais canais (canos, paranãs e rio Japurá). A descrição mais completa destes tipos de corpos de água está no Capítulo II.

A seguir, análise de covariância (ANCOVA) foi usada para prever os efeitos da cota e da lua, tendo como variável categórica o local (3 a 20 da Tabela 1) nas porcentagens estimadas de *M. niger* e de *C. crocodilus* nos lagos e canais. Os dados do lago e do cano Mamirauá não foram incluídos nestas análises. As correlações utilizadas foram de Pearson, e todas as análises foram feitas no Systat 8.0 (Wilkinson, 1998).

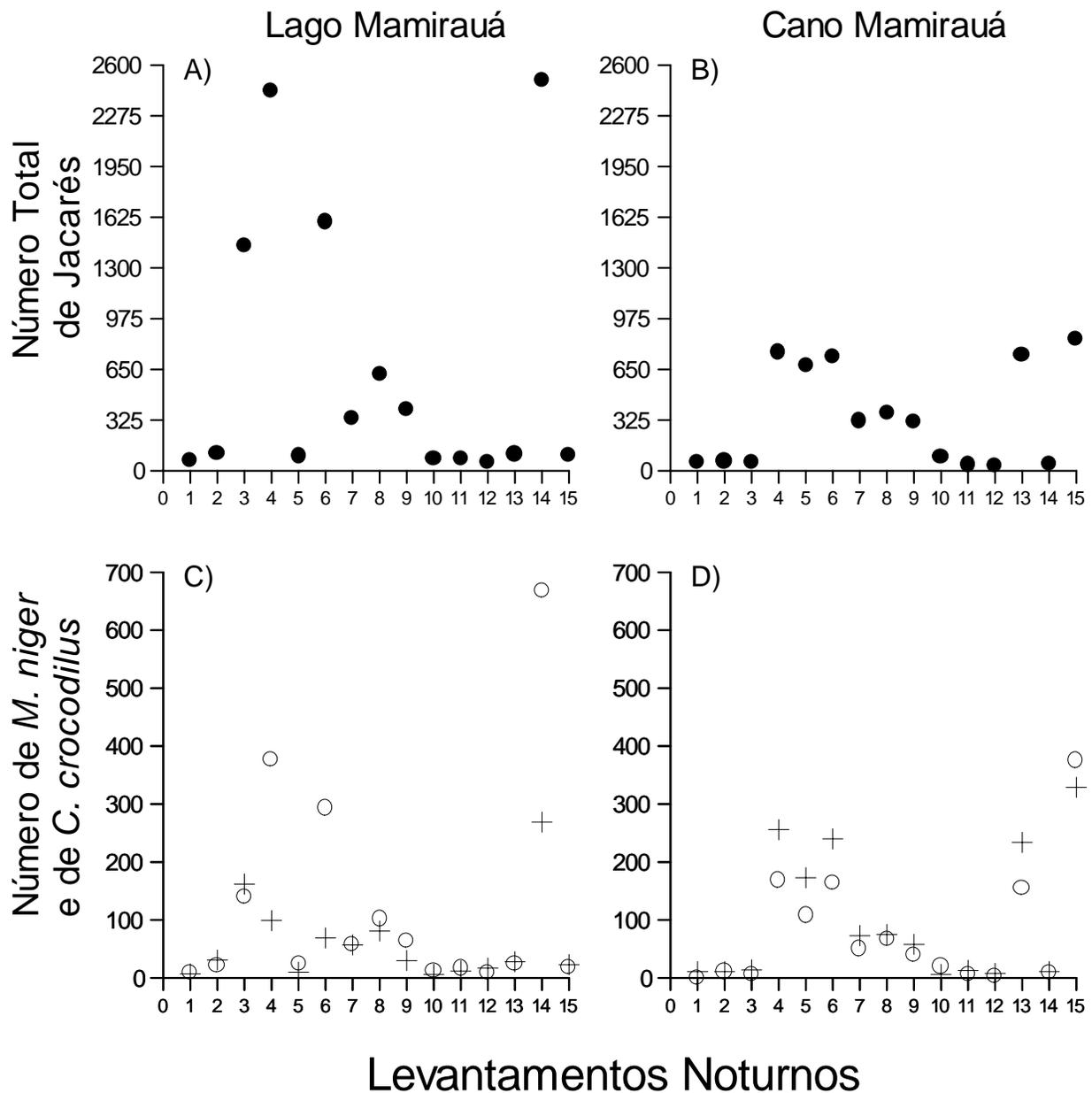
## RESULTADOS

Levantamentos no lago e no cano Mamirauá.- O número total de jacarés que localizei nos 15 levantamentos noturnos (Tabela 1) do lago Mamirauá variou de 59 a 2504 indivíduos (Figura 6A). Identifiquei a espécie de 19 a 50% (= 32,7, D.P. = 9,9) dos jacarés presentes em cada levantamento neste local (Figura 5A). O número de *M. niger* que localizei no lago Mamirauá variou entre 9 e 669 indivíduos (Figura 6C), e o número de *C. crocodilus* vistos variou entre 7 e 269 indivíduos (Figura 6C). Sendo assim, os números estimados de *M. niger* variaram de 22 a 1928, e de *C. crocodilus* de 24 a 777. Somente um dos jacarés que determinei a espécie no lago Mamirauá era *Paleosuchus palpebrosus* (Tabela 1), o qual excluí das análises seguintes.

No Cano Mamirauá, o número total de jacarés que localizei nos 15 levantamentos noturnos (Tabela 1) variou entre 34 e 849 indivíduos (Figura 6B), sendo que determinei a espécie de 20 a 83% (= 42,9, D.P. = 15) dos jacarés presentes nos levantamentos neste corpo de água (Figura 5A). Neste local, o número de *M. niger* que localizei variou entre zero e 375 indivíduos

(Figura 6D), e o número de *C. crocodilus* variou entre 6 e 329 indivíduos (Figura 6D). Sendo assim, os números estimados de *M. niger* variaram de zero a 452, e de *C. crocodilus* de 21 a 458.

Figura 6.- Número total de jacarés localizados nos levantamentos noturnos no (A) lago e (B) no cano Mamirauá. Número de *M. niger* (círculos) e de *C. crocodilus* (cruzes) localizados nos levantamentos noturnos no (C) lago e (D) no cano Mamirauá.



No lago Mamirauá, a análise de regressão múltipla da cota do rio Solimões (loge transformada) e da porcentagem de iluminação da lua explicou 91% da variância do número estimado de *M. niger* nos levantamentos noturnos neste corpo de água ( $R^2 = 0,91$ ,  $F_{2,12} = 59,8$ ,  $P < 0,001$ ). Ambos os fatores analisados apresentaram regressões parciais significativas, sendo que a cota ( $p < 0,001$ ) teve efeito negativo (Figura 7A) e a lua ( $p = 0,005$ ) teve efeito positivo (Figura 7B). No caso do *C. crocodilus* ( $R^2 = 0,60$ ,  $F_{2,12} = 9,2$ ,  $P = 0,004$ ), a cota teve efeito estatisticamente significativo ( $p = 0,004$ ) e negativo (Figura 7C); mas a lua (Figura 7D) não teve efeito significativo ( $p = 0,725$ ) sobre o número estimado de jacarés desta espécie nos levantamentos noturnos do lago Mamirauá.

No cano Mamirauá, a análise de regressão múltipla da cota do rio Solimões (loge transformada) e da porcentagem de iluminação da lua explicou 73% da variância do número estimado de *M. niger* nos levantamentos noturnos ( $R^2 = 0,73$ ,  $F_{2,12} = 16,5$ ,  $P < 0,001$ ), e 76% da variância do número estimado de *C. crocodilus* ( $R^2 = 0,76$ ,  $F_{2,12} = 19,1$ ,  $P < 0,001$ ). A cota teve efeito estatisticamente significativo ( $p < 0,001$ ) e negativo (Figura 8A) sobre o número de estimado de *M. niger*, mas a lua (Figura 8B) não apresentou efeito significativo ( $p = 0,218$ ). No caso do *C. crocodilus*, a cota ( $p < 0,001$ ) e a lua ( $p = 0,052$ ) tiveram efeitos estatisticamente significativos, sendo esses negativo (Figura 8C) e positivo (Figura 8D), respectivamente, sobre o número estimado de jacarés desta espécie no cano Mamirauá. No entanto, na regressão parcial da lua o quinto levantamento (Tabela 1) foi um outlier (Figura 8D), e com a exclusão deste levantamento ( $R^2 = 0,90$ ,  $F_{2,11} = 52,0$ ,  $P < 0,001$ ), o efeito da lua não foi mais estatisticamente significativo ( $p = 0,993$ ), mas a probabilidade parcial da cota permaneceu inalterada.

Figura 7.- Regressões parciais entre a cota do rio Solimões (loge transformada) e os números estimados de (A) *M. niger* e de (C) *C. crocodilus* nos levantamentos noturnos no lago Mamirauá. Regressões parciais entre a porcentagem de iluminação da lua e o números estimados de (B) *M. niger* e de (D) *C. crocodilus* nos levantamentos noturnos no lago Mamirauá.

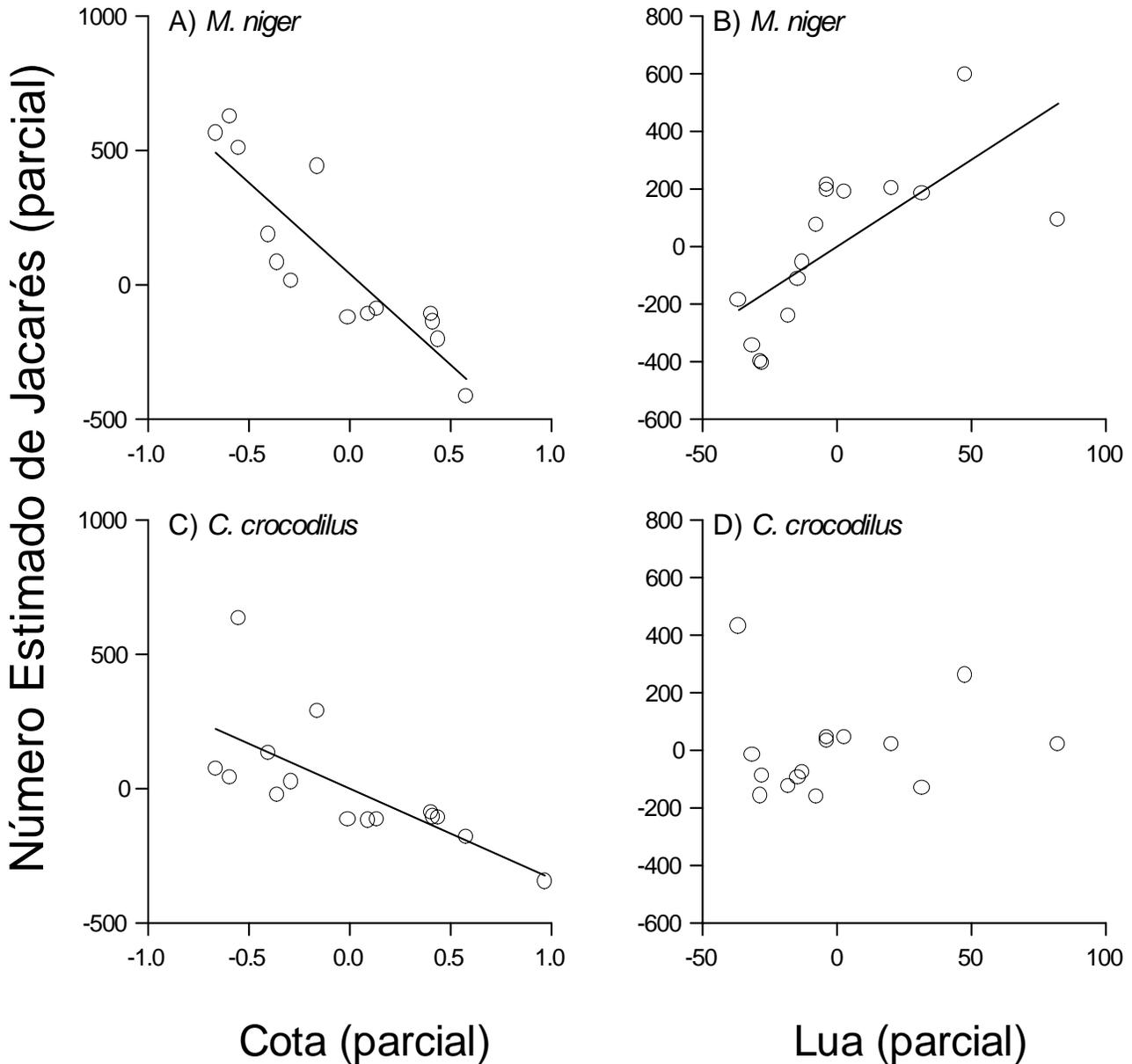
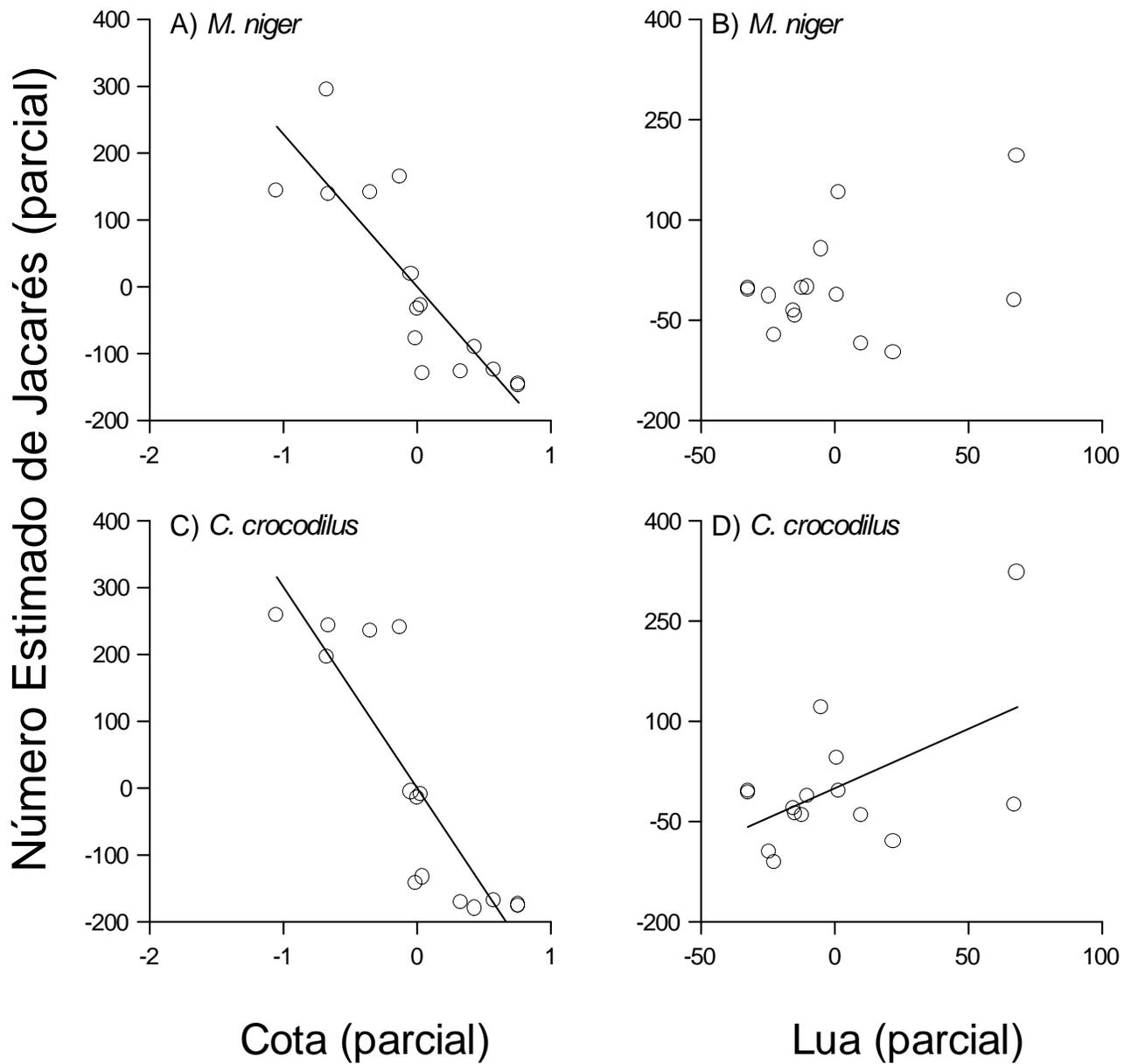


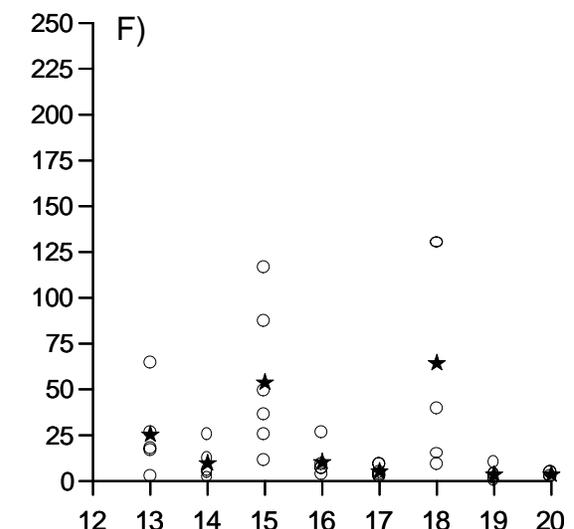
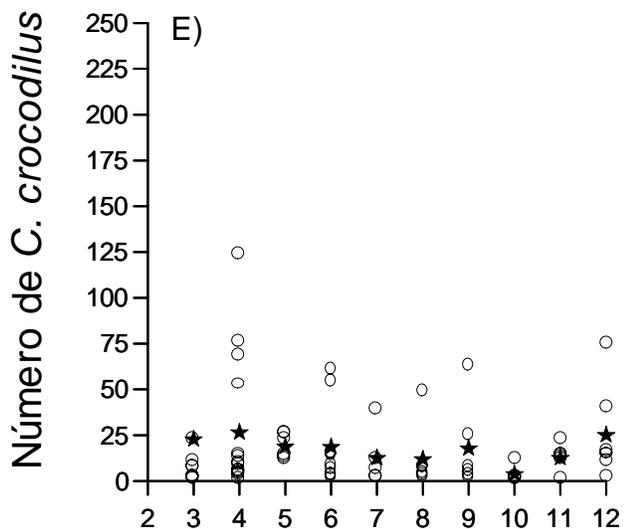
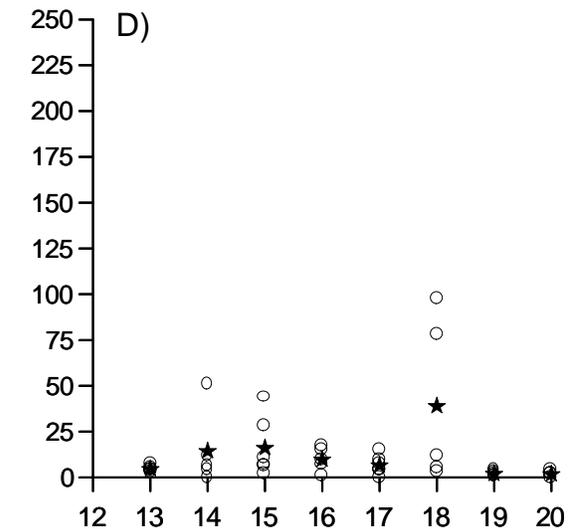
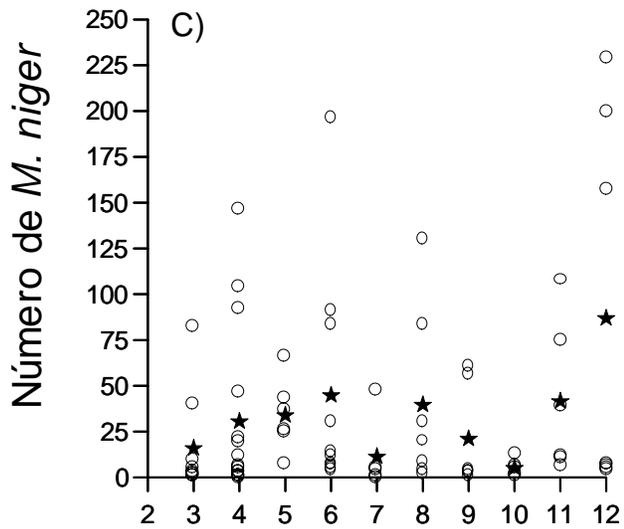
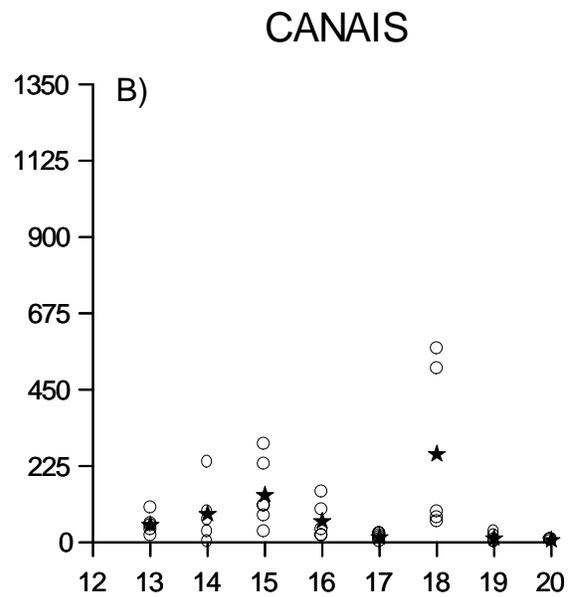
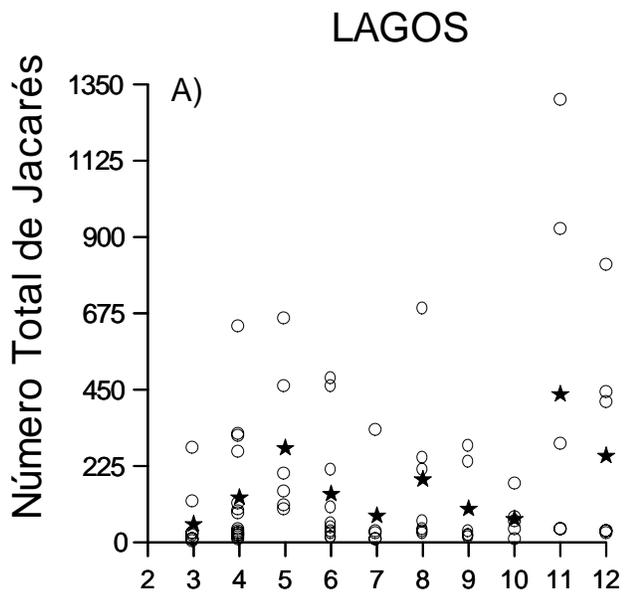
Figura 8.- Regressões parciais entre a cota do rio Solimões (loge transformada) e os números estimado de (A) *M. niger* e de (C) *C. crocodilus* nos levantamentos noturnos no cano Mamirauá. Regressões parciais entre a porcentagem de iluminação da lua e os números estimado de (B) *M. niger* e de (D) *C. crocodilus* nos levantamentos noturnos no cano Mamirauá.



Levantamentos em outros corpos de água.- Nos lagos, a média do número total de jacarés por local variou de 55 a 438 indivíduos (Figura 9A), e a média da porcentagem de jacarés com a espécie identificada por local variou entre 20 e 60% (Figura 5A). Nos canais, a média do número total de jacarés por local variou entre 8 e 261 indivíduos (Figura 9B), e a média da porcentagem de jacarés com a espécie identificada por local variou entre 35 e 78% (Figura 5A).

Nos lagos, o número médio de *M. niger* identificados em cada local variou entre 5 e 87 (Figura 9C), e nos canais variou entre 2 e 39 (Figura 9D). Para o *C. crocodilus*, a média de indivíduos identificados nos lagos variou de 4 a 25 (Figura 9E); e nos canais de 4 a 65 (Figura 9F). Localizei *P. palpebrosus* em somente dois corpos de água, sendo um indivíduo em cada local (Tabela 1). Excluí estas ocorrências das análises seguintes.

Figura 9.- Resultados dos levantamentos noturnos feitos em 10 lagos e 8 canais da Reserva Mamirauá. Número total de jacarés vistos nos (A) lagos e nos (B) canais. Número de *M. niger* vistos nos (C) lagos e nos (D) canais. Número de *C. crocodilus* visto nos (E) lagos e nos (F) canais. As estrelas são os valores médios para cada local. Os nomes dos locais (3 a 20) estão listados na Tabela 1.



LOCALS

As variáveis dependentes (números estimados de *M. niger* e de *C. crocodilus*) do modelo que utilizei anteriormente para o lago e o cano Mamirauá não puderam ser aplicadas para outros corpos de água, uma vez que estes possuíam tamanhos diferentes. Sendo assim, assumi que usar as proporções do número máximo de indivíduos vistos no local seriam mais adequadas do que os números estimados absolutos para investigar as variações em relação aos fatores ambientais. Substituí os números estimados pelas porcentagem do número máximo estimado para cada espécie em cada local para poder aplicar este modelo para prever o número da jacarés nos demais lagos e canais em que fiz levantamentos noturnos (Tabela 1). Após as substituições, as regressões resultantes foram essencialmente as mesmas, em termos de R<sup>2</sup>, F, probabilidades totais e parciais, de quando fiz a análise com os valores estimados absolutos. As equações resultantes das regressões foram as seguintes, para a porcentagem estimada de *M. niger*, relativo ao número máximo estimado de indivíduos desta espécie (PorcEstMaxMN), e porcentagem estimada de *C. crocodilus* relativo ao número máximo estimado de indivíduos desta espécie (PorcEstMaxCC):

Lago Mamirauá:

$$\text{PorcEstMaxMN} = 107,604 - 44,414 * \text{Cota} + 0,313 * \text{Lua} \quad (1)$$

$$\text{PorcEstMaxCC} = 114,488 - 43,012 * \text{Cota} + 0,065 * \text{Lua} \quad (2)$$

Cano Mamirauá:

$$\text{PorcEstMaxMN} = 130,260 - 50,468 * \text{Cota} + 0,197 * \text{Lua} \quad (3)$$

$$\text{PorcEstMaxCC} = 167,706 - 65,607 * \text{Cota} + 0,388 * \text{Lua} \quad (4)$$

A seguir, baseado nas equações acima, estimei as porcentagens de *M. niger* e de *C. crocodilus* que esperava encontrar nos levantamentos noturnos feitos nos demais corpos de água. Estas previsões foram feitas substituindo nas equações os respectivos valores da cota e da porcentagem de iluminação da lua de cada levantamento noturno, sendo que as equações do lago Mamirauá (1 e 2) foram utilizadas para os lagos, e as equações do cano Mamirauá (3 e 4) para os canais.

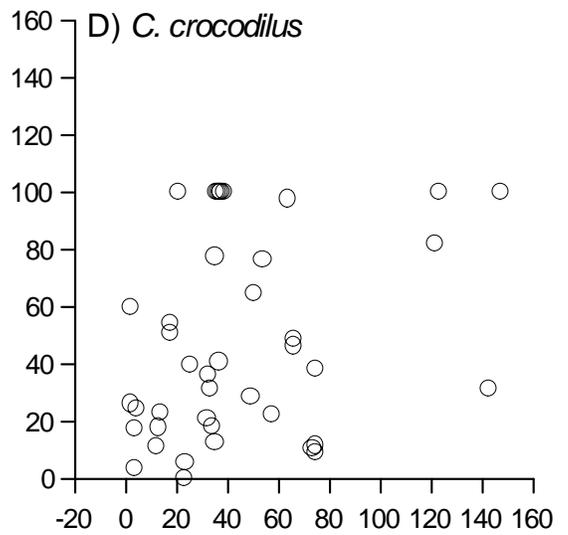
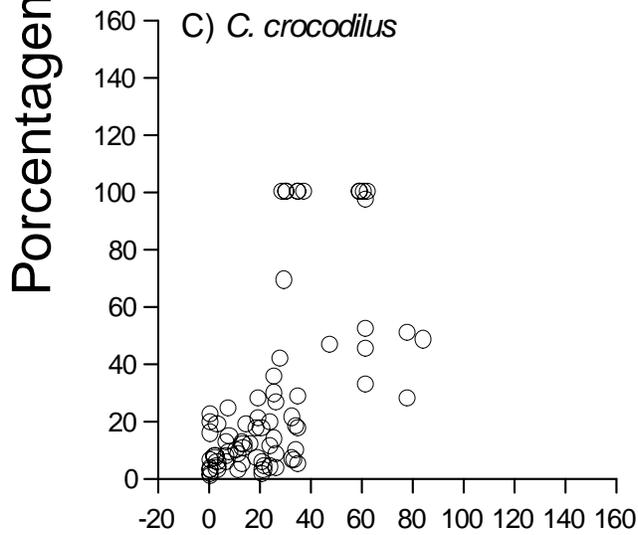
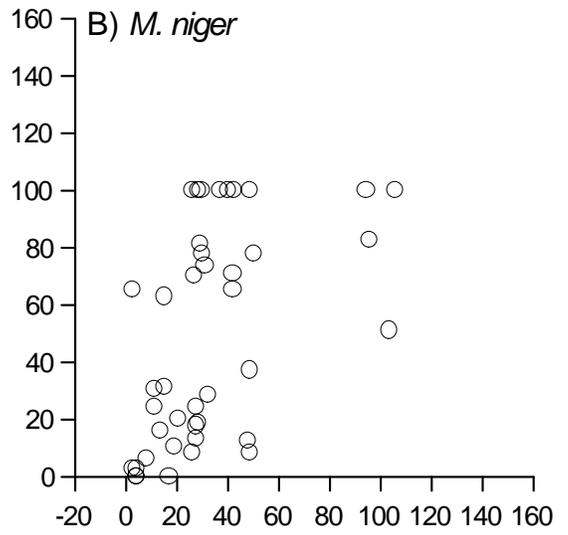
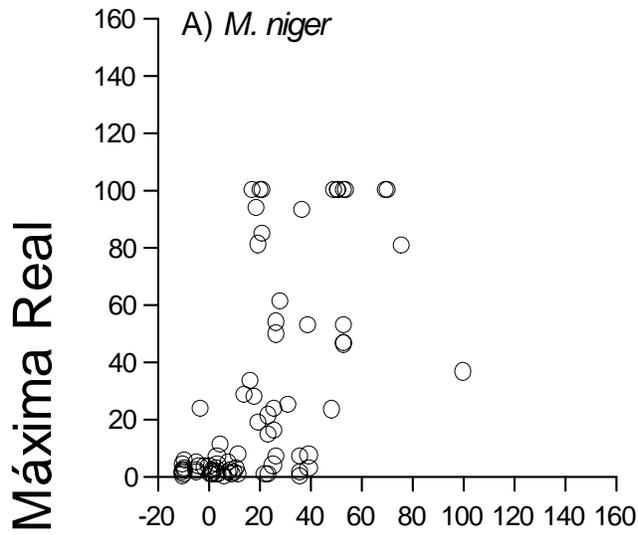
As formulas derivadas do lago e do cano Mamirauá não previram bem as porcentagens estimadas para os demais lagos e canais. Quando as fórmulas previram porcentagens estimadas

de jacarés  $\leq 20\%$  geralmente as porcentagens reais nos diferentes locais também foram  $\leq 20\%$  (Figura 10). No entanto, as fórmulas apresentaram pouca capacidade de prever a porcentagem estimada de jacarés para porcentagens reais  $\geq 20\%$  (Figura 10).

Figura 10.- Relações entre a porcentagem estimada de *M. niger* nos (A) lagos e nos (B) canais, segundo as equações 1 e 3, e a porcentagem real encontrada nos levantamentos noturnos. Relações entre a porcentagem estimada de *C. crocodilus* nos (C) lagos e nos (D) canais, segundo as equações 2 e 4, e a porcentagem real encontrada nos levantamentos noturnos.

LAGOS

CANAIS



Porcentagem Máxima Estimada

ANCOVA indicou interação entre a cota e o local (corpo de água) e os números estimados de *M. niger* (Tabela 2A) e de *C. crocodilus* (Tabela 3B) vistos nos levantamentos noturnos. Sendo assim, o efeito da cota dependeu do local. Nestas análises, a porcentagem de iluminação da lua não teve efeito significativo sobre qualquer das espécies, e não ocorreu interação entre a lua e o local (Tabela 2).

Tabela 2.- Sumário das análises de covariância: Efeitos das covariadas nível (loge transformada), do rio Solimões (cota), da porcentagem de iluminação da lua (Lua) e do local (3 a 20 da Tabela 1) nos números estimados de (A) *M. niger* e de (B) *C. crocodilus* em de 145 levantamentos noturnos feitos em 18 corpos de água da Reserva Mamirauá.

Variáveis	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média dos Quadrados	F	P	$r^2$
A) <i>M. niger</i>						0,776
Cota	257250,924	1	257250,924	22,221	0,000	
Lua	252,809	1	252,809	0,022	0,883	
Local	966954,983	17	56879,705	4,913	0,000	
Local*Cota	681780,594	17	40104,741	3,464	0,000	
Local*Lua	33951,969	17	1997,175	0,173	1,000	
Erro	729355,013	63	11577,064			
B) <i>C. crocodilus</i>						0,799
Cota	54996,051	1	54996,051	30,596	0,000	
Lua	71,594	1	1,594	0,040	0,842	
Local	148073,018	17	8710,178	4,846	0,000	
Local*Cota	102388,615	17	6022,860	3,351	0,000	
Local*Lua	49038,739	17	2884,632	1,605	0,090	
Erro	113241,629	63	1797,486			

## DISCUSSÃO

O jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e o jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) ocorreram em todos os locais amostrados neste estudo, e seguramente distribuem-se pelos milhares de corpos de água da Reserva Mamirauá e da várzea do rio Solimões (Capítulos V; Da Silveira, no prelo). O *M. niger* foi um pouco mais abundante do que o *C. crocodilus* na região, correspondendo a 54% dos 12628 jacarés com a espécie identificada ao longo deste estudo. O *M. niger* foi mais comum nos lagos, enquanto que o *C. crocodilus* foi mais generalista no uso dos corpos de água, sendo geralmente abundante nos lagos e nos canais. O jacaré-paguá (*Paleosuchus palpebrosus*) foi naturalmente raro na Reserva, o que também deve ocorrer ao longo de toda a várzea do rio Solimões.

O efeito acentuado e negativo do nível da água sobre o número de *M. niger* e de *C. crocodilus* vistos durante os levantamentos noturnos na Reserva Mamirauá confirma o observado em estudos com outras espécies de crocodilianos (Cott, 1961; Chabreck, 1965; Gorzula, 1978; Allstead & Vaughan, 1992; Webb et al., 1983a; Montague, 1983; Jenkins & Forbes, 1985); e para estas espécies no Equador (Vallejo & Ron, 1994) e no arquipélago de Anavilhanas (Da Silveira et al., 1997). Na Reserva Mamirauá, ocorreu interação estatisticamente significativa entre o local (corpo de água) e a cota, indicando que a cota tem efeito diferente na proporção de jacarés vistos em levantamentos noturnos em corpos de água distintos.

Na Reserva Mamirauá, no período compreendido entre o meio e o fim da estação da seca, geralmente entre setembro e outubro, os jacarés concentram-se nos corpos de água perenes. Neste período, em alguns locais da Reserva Mamirauá, a densidade atinge quase dois indivíduos por metro linear de margem (Da Silveira, no prelo). Durante a realização desta pesquisa (1995 a 1998), a cota média do rio Solimões em setembro e outubro foi de 3,8 m e 2,7 m (D.P. = 1,6 para ambos os meses), respectivamente. Sendo assim, estas são as melhores cotas/meses para os levantamentos noturnos que visem contar o maior número de jacarés presentes na área. No entanto, a navegação para os levantamentos noturnos nestas cotas é mais difícil devido aos galhos e troncos de árvores mortas que ficam descobertos com a descida da água. Alguns corpos de água

também ficam com o acesso muito difícil, ou mesmo logisticamente quase impossível, nestas cotas. Portanto, é mais adequado fazer os levantamentos noturnos para o monitoramento extensivo das populações de jacarés quanto a cota estiver em torno de 4 m. Nesta cota, um número menor de jacarés é visto nos levantamentos, mas é possível o acesso até a maioria dos jacarés e dos corpos de água da Reserva.

A caça ilegal de jacarés na Reserva Mamirauá é mais intensa na estação da seca, quando os jacarés estão facilmente acessíveis aos ribeirinhos nos corpos de água maiores (Capítulo V). No entanto, com a primeira subida do nível do rio Solimões no final da seca (repique), geralmente no início de novembro, os jacarés migram para as áreas/corpos de água adjacentes aos lagos e canais perenes. Esta movimentação lateral dos jacarés para habitats mais abrigados é muito importante para proteger as populações da área, uma vez que diminui a eficiência dos caçadores. Ao longo dos rios Solimões e Japurá, estes habitats adjacentes e primeiramente inundados são cobertos por vegetação flutuante, com o domínio de canarana (*Echinochloa polystachya*, Poaceae). A dificuldade maior de localizar os jacarés nestes habitats em função das extensas áreas de vegetação flutuante pode ser vital para a manutenção da sustentabilidade do aproveitamento econômico deste recurso natural na região (Capítulo V). A movimentação das populações de crocodilianos para habitats adjacentes recém alagados já foi constatada em *Crocodylus niloticus* (Cott, 1961), *C. porosus* (Webb et al., 1983a; Montague, 1983; Jenkins & Forbes, 1985), *C. novaeguineae* (Montague, 1983), *Alligator mississippiensis* (Chabreck, 1965), *Caiman crocodilus crocodilus* (Gorzula, 1978; Da Silveira et al., 1997), *C. c. yacare* (Coutinho & Campos, 1996), *C. c. chiapasius* (Allstead & Vaughan, 1992), e *C. c. crocodilus* (Da Silveira et al., 1997).

Vallejo e Ron (1994) encontraram, além do efeito do nível da água, relações estatisticamente negativas entre as intensidades do vento e da chuva com o número total de jacarés vistos nos levantamentos noturnos. Não testei os efeitos destes fatores, uma vez que a maioria dos levantamentos noturnos foram feitos em noites sem vento e chuva. Os efeitos destes fatores na Reserva Mamirauá também devem ser importantes, principalmente nos corpos de água

maiores, pois diminui a visibilidade e dificulta a localização dos jacarés nos levantamentos noturnos.

A fase da lua teve efeito positivo sobre o número de *A. mississippiensis* vistos nos levantamentos noturnos (Woodward & Marion, 1978). No entanto, não ocorreu relação entre a porcentagem de iluminação da lua e o número de *C. crocodilus* vistos nos levantamentos noturnos no arquipélago de Anavilhanas, no baixo rio Negro, na Amazônia central (Da Silveira et al., 1997). Na Reserva Mamirauá, a lua afetou positivamente o número de *M. niger* vistos nos levantamentos noturnos do lago Mamirauá, mas não teve efeito sobre esta espécie nos levantamentos dos demais corpos de água da Reserva. A lua teve efeito significativo sobre o número de *C. crocodilus* vistos somente no cano Mamirauá, mas este pode ser um problema de amostragem, pois o efeito deixou de ser estatisticamente significativo após a exclusão de um levantamento feito com alta intensidade luminosa da lua e quando foram vistos muitos jacarés neste corpo de água. Estes resultados indicam que o efeito da lua sobre o número de crocodilianos vistos durante levantamentos noturnos pode ser uma característica muito particular de cada local. No caso do lago Mamirauá, o fato deste ter uma lâmina de água extensa, com mais de 400 m de largura no período da cheia e pouco mais de 200 m no período da seca, uma intensidade luminosa alta da lua pode favorecer o sucesso de forrageamento ou de algumas interações sociais dos *M. niger* em águas mais abertas, estando desta forma mais visíveis durante os levantamentos noturnos. No entanto, em outros lagos tão grandes quanto o Mamirauá (ex. locais 5 e 11, Apêndice I) não ocorreu efeito da lua sobre esta espécie.

No arquipélago de Anavilhanas, a diferença de temperatura entre a água e o ar, e a profundidade da água, tiveram efeitos positivo e negativo, respectivamente, sobre o número de *C. crocodilus* vistos nos levantamentos noturnos. Sendo que a relação entre a profundidade e o número de jacarés não foi linear e difícil de ser interpretada (Da Silveira et al., 1997). Em Mamirauá, estas variáveis apresentaram intercorrelação alta no modelo de regressão com a cota e lua. Sendo assim, provavelmente a cota refletiu também o efeito da temperatura.

O lago e o cano Mamirauá são áreas destinadas ao ecoturismo dentro da Reserva, e os impactos negativos inerentes desta atividade (Issacs, 2000) sobre a fauna amazônica é desconhecido. Ron et al. (1998) encontraram que a distribuição e o comportamento de fuga do *M. niger* e do *C. crocodilus* no Equador foram afetados cumulativamente pela freqüência de captura de jacarés para marcação. No entanto, na Reserva Mamirauá, o ecoturismo deverá ter pouco impacto sobre as populações de jacarés uma vez que, ao contrário da maioria dos programas de ecoturismo praticado na Amazônia brasileira, a captura de jacarés para o manuseio dos turistas é efetivamente proibido na Reserva.

As análises dos fatores que afetam o número de crocodilianos de uma determinada espécie visto durante levantamentos noturnos geralmente são feitas em poucos corpos de água de uma determinada região. No entanto, este estudo mostrou que os modelos de regressão desenvolvidos para o lago e o cano Mamirauá foram inadequados para prever o número de jacarés em outros corpos de água, próximos ou distantes destes. Logo, generalizações neste sentido devem ser feitas com cautela.

Concluí-se, que para monitorar as tendências naturais, ou os eventuais impactos (e.g. abate controlado, Capítulo V), sobre as populações de jacarés da Reserva Mamirauá, terão que ser realizados levantamentos noturnos regulares em vários corpos de água. No planejamento de um monitoramento a longo prazo, os levantamentos noturnos poderão ser feitos a intervalos de 2 a 3 anos. No entanto, no caso dos lagos destinados ao manejo de jacarés, o monitoramento deverá ser anual para determinar o número de jacarés que poderão ser abatidos anualmente (Magnusson & Mourão, 1995), e principalmente para evitar que a população atinja o ponto de extinção comercial nos locais de aproveitamento econômico.

Na Reserva Mamirauá, o uso de levantamentos noturnos é limitado para monitorar uma boa parcela das populações de *M. niger* e de *C. crocodilus*, em função da grande área da Reserva (1.124.000 ha) e dos centenas de corpos de água presentes na área. Para este fim, o levantamento aéreo é o mais recomendado (Mourão et al., 1994). Em um levantamento aéreo preliminar que fizemos na seca de 1995 na Reserva Mamirauá, foi possível localizar com facilidade os jacarés

com mais 1,5 m de comprimento total. No entanto, o levantamento aéreo em questão foi realizado com transectos transversais aos rios Solimões e Japurá, uma vez que objetivávamos contar também outros elementos da fauna e da flora. Para monitorar as populações de jacarés da Reserva com sobrevôos, estes deverão ser concentrados ao longo dos corpos de água. O uso de aeronave tipo ultraleve também poderá ser adequado para monitoramentos em menor escala (Coutinho & Campos, 1996).

O número de jacarés que freqüentam um determinado corpo de água no período da seca será, muito provavelmente, resultado da quantidade e qualidade da vegetação circundante, e da extensão da área de inundação na periferia dos corpos de água perenes. Possivelmente estes fatores serão os mais importantes para explicar a abundância de *M. niger* e de *C. crocodilus* ao longo das florestas alagáveis da bacia Amazônica. Em estudos futuros, imagens de satélite e de radar deveriam ser utilizadas para mensurar o efeito destas áreas periféricas sobre as populações de jacarés, para a tomada de decisões visando a conservação e o manejo destas espécies na Amazônia.

#### **CAPÍTULO IV: PADRÕES DE CRESCIMENTO DO JACARÉ-AÇU (*MELANOSUCHUS NIGER*) E DO JACARÉ-TINGA (*CAIMAN CROCODILUS CROCODILUS*) NO ARQUIPÉLAGO DE ANAVILHANAS E NA RESERVA MAMIRAUÁ**

Os modelos de manejo da vida silvestre invariavelmente incorporam informações da dinâmica populacional das espécies. Sendo assim, conhecer o padrão de crescimento dos indivíduos de uma determinada espécie/população pode ser crítico na tomada de decisões visando a sua conservação e manejo (Rees & Crawley, 1989; Abercrombie, 1992; Wilkinson & Rhodes, 1997). No caso dos crocodilianos, conhecer como os indivíduos estão crescendo é essencial para entender a dinâmica populacional, pois a maturidade sexual e o sucesso reprodutivo nestas espécies estão diretamente relacionados com o tamanho dos indivíduos (Wilkinson, 1983). A massa dos ovos, e o tamanho e massa da postura estão correlacionadas com o tamanho das fêmeas (Thorbjarnarson, 1996). O tamanho do macho pode influir no número e qualidade das fêmeas com que o indivíduo possa vir a acasalar (Webb et al., 1987). Os filhotes de crocodilianos que crescem mais rápidos ultrapassam mais rapidamente os tamanhos expostos a maior predação, estando portanto sujeitos a taxas menores de injúrias, predação e canibalismo (Jacobsen & Kushlan, 1989; Rootes et al., 1991); o que também já foi demonstrado para quelônios (Gibbons et al., 1981).

A busca de padrões de crescimento de uma espécie de crocodiliano é uma análise relativamente complexa, pois podem ocorrer diferenças na taxa de crescimento entre populações da mesma espécie em função do tipo de hábitat, sazonalidade e de outros fatores, como já foi demonstrado para *Crocodylus porosus* (Magnusson & Taylor 1981; Webb et al., 1991), *C. johnstoni* (Webb et al., 1983b), *C. niloticus* (Hutton, 1987a), *Alligator mississippiensis* (McIlhenny, 1934; Hines et al., 1968; Bara, 1972; Nichols et al., 1976; Chabreck & Joanen, 1979; Jacobsen and Kushlan, 1989; Hunt, 1990; Brandt, 1991; Rootes et al. 1991; Elsey et al., 1992; Wilkinson & Rhodes, 1997) e *Caiman crocodilus crocodilus* (Ayarzagüena, 1984; Gorzula, 1978; Ouboter & Nanhoe, 1984; Gorzula & Seijas, 1989).

Neste Capítulo, analisei as taxas de crescimento do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e do jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) em duas Unidades de Conservação da Amazônia

brasileira, e comparei as curvas de crescimento destas populações com os padrões de crescimento destas espécies, e do *Alligator mississippiensis*, em outras regiões. No entanto, a comparação de informações sobre o crescimento de crocodilianos, mesmo para uma mesma espécie, nem sempre é possível. Isto porque pesquisadores diferentes geralmente usam técnicas de análise distintas em função do tamanho da amostra, da qualidade dos dados e das questões abordadas. Sendo assim, diferenças entre populações podem confundir-se em parte com variações temporais e/ou metodológicas. Um outro agravante é que poucos autores apresentaram tabelas ou gráficos com os dados brutos, talvez em função do espaço limitado disponível nas revistas especializadas, dificultando ainda mais eventuais comparações.

A maioria dos estudos de crescimento em crocodilianos utilizaram informações da relação entre a taxa de crescimento e comprimento dos indivíduos, obtidas em programas de captura-marcação/recaptura. Estas informações geralmente são aplicadas a modelos de curvas sigmoidais da família de Richards, que descrevem a relação entre o comprimento e a idade (Brisbin, 1988). No entanto, o uso destes modelos tem sido criticado, pois os indivíduos de uma mesma população em um mesmo hábitat podem apresentar variações extremas de crescimento e aumentar muito os erros das predições que relacionam a idade única e exclusivamente com o comprimento (Webb et al., 1983b; Magnusson et al., 1997a). Além disso, estudos de marcação/recaptura em crocodilianos freqüentemente carecem de dados do crescimento de indivíduos adultos (Abercrombie, 1992). Os crocodilianos adultos são predadores noturnos grandes e tornam-se progressivamente ariscos com a idade. Presume-se que a recaptura de indivíduos marcados na fase de recém-eclodido é relativamente mais fácil, pois os indivíduos maiores aprendem rapidamente e a recaptura de animais marcados depois do primeiro ano de vida é difícil.

Na prática, os vários modelos de crescimento disponíveis só podem ser validados mediante informações de indivíduos com idade conhecida, ou seja, que foram marcados ao nascer ou quando ainda estavam na fase de filhotes. Idealmente, os indivíduos marcados devem ser recapturados quando grandes, de preferencia na fase adulta. Atualmente existem poucos estudos de crescimento em crocodilianos baseados em animais com idade conhecida (McIlhenny, 1934;

Magnusson & Sanaiotti, 1995; Magnusson, et al., 1997b; este estudo), principalmente porque a maioria das espécies requer mais de uma década para atingir a maturidade sexual (Magnusson & Sanaiotti, 1995).

Entender o padrão de crescimento de uma espécie/população de crocodiliano também é importante porque a caça, legal ou ilegal, é seletiva em relação ao tamanho dos animais abatidos (Rebello & Magnusson, 1983; Capítulo V). As interpretações dos efeitos da caça em crocodilianos tem sido fundamentadas em supostas diferenças nos padrões de crescimento das espécies. Por exemplo, acredita-se que o *Caiman crocodilus crocodilus* suporta maior pressão de exploração do que o *M. niger* por atingir o comprimento reprodutivo em um intervalo de tempo bem mais curto, facilitando o recrutamento de indivíduos para a população reprodutiva (Rebello & Magnusson, 1983; Vallejo et al., 1996). No entanto, a carência de informações sobre os padrões de crescimento destas espécies na Amazônia dificulta um melhor entendimento desta questão. Na ausência de informações, Rebello e Magnusson (1983) usaram dados de *A. mississippiensis* para estimar a taxa de crescimento do *M. niger*, por serem crocodilianos de tamanho e habitats semelhantes, apesar da primeira espécie só ocorrer em clima temperado.

O crescimento do *C. crocodilus* já foi bem estudado em habitats de savanas (Gorzula, 1978; Ayarzagüena, 1984; Rebello et al., 1997), mas pouco se conhece sobre o crescimento desta espécie em habitats de pântanos ou florestas (Ouboter & Nanhoe, 1984). As informações referentes ao *M. niger* são ainda mais pontuais, limitando-se a um estudo no Peru (Herron, 1991) e outro no Equador (Vallejo et al., 1996). Na Amazônia brasileira, apesar destas espécies estarem sujeitas a intensa pressão de caça desde a década de 1930 (Smith, 1980; Medem, 1983; Capítulo V), as únicas informações de crescimento disponíveis limitam-se a um estudo de *C. crocodilus* no rio Tapajós (Magnusson & Sanaiotti, 1995). O conhecimento dos padrões de crescimento é fundamental para a conservação e o manejo efetivos destas espécies na Amazônia brasileira.

Neste estudo, comparei o crescimento do jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) e do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) em duas áreas de floresta alagável com características bastantes distintas. Um dos locais de estudo foi o Arquipélago de Anavilhanas, que é banhado

pelo rio Negro, o maior rio de água preta do mundo e que caracteriza-se por conter habitats com produção primária aquática baixa (Goulding et al., 1988). A outra área estudada foi a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, localizada na várzea do rio Solimões, que é um dos maiores rios de “água branca” (barrenta) do mundo e caracteriza-se por produção primária aquática alta (Junk, 1982; Junk & Welcomme, 1990).

As questões específicas abordadas neste estudo foram as seguintes: 1) Quais as taxas de crescimento do *M. niger* e do *C. crocodilus* de diferentes sexos e tamanhos nas duas Reservas?; 2) Qual a acuracidade dos modelos de crescimento mais comumente usados em estudos de crocodilianos quando contrastados com informações de jacarés com a idade conhecida?; 3) Quantos anos é necessário para que os indivíduos atinjam a maturidade sexual?; 4) Qual a idade dos jacarés das classes de tamanho sujeitas a maior pressão de caça ilegal na Amazônia brasileira?; 5) Como as taxas e curvas de crescimento obtidas neste estudo comparam-se com as de outras populações das mesmas espécies?; e 6) O crescimento do *A. mississippiensis* pode ser utilizado para representar o crescimento do *M. niger*?

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Captura e marcação.- Os jacarés foram capturados manualmente, com pegador (Reptile Snare), cambão (Ketch-All Animal Restraining Pole), laço especial de cabo de aço (Locking Cable Snares), ou com uma combinação destes equipamentos. A marcação foi individual, mediante a remoção combinada de no máximo cinco das mais de 40 escamas caudais. A partir de 1996 na Reserva Mamirauá, os jacarés passaram a ser marcados também com plaquetas metálicas numeradas colocadas na membrana interdigital de uma das patas traseiras. Em filhotes recém-eclodidos, foram removidas somente duas escamas, uma indicando o ano de nascimento e a outra a área e/ou corpo de água aonde o indivíduo foi marcado originalmente. Sendo assim, um mesmo código foi usado em mais de um filhote que nasceu em um mesmo local e ano. Os filhotes com comprimento rostro-anal < 22,3 cm foram considerados recém-eclodidos.

No caso dos jacarés recapturados que foram marcados quando ainda eram filhotes, foi lhes atribuído a data de nascimento como sendo o primeiro dia do respectivo ano de captura. Isto foi baseado nas informações disponíveis para a Reserva Mampirauá, onde a eclosão dos ovos de *C. crocodilus* e de *M. niger* ocorrem em dezembro (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000). Sendo assim, deduziu-se que no dia primeiro de janeiro do ano seguinte todos os filhotes já teriam nascido. Em Anavilhanas, a única informação disponível foi a de um ninho de *M. niger* encontrado em dezembro de 1990, no qual, baseado no tamanho dos embriões, deduziu-se que ovos deveriam eclodir nos próximos dias.

Todas as capturas foram noturnas, utilizando canoa de alumínio com motor de popa ou canoa de madeira movida a remo. O comprimento rostro-anal (CRA) e o comprimento total (CT) dos jacarés foram medidos com uma trena metálica flexível com precisão de 0,1 cm. Os jacarés foram soltos nos mesmos locais poucos minutos após a captura. O sexo dos indivíduos foi determinado pela observação direta do clítero-pênis (Webb et al., 1984).

Períodos de capturas e recapturas.- No arquipélago de Anavilhanas, entre dezembro de 1990 e março de 1992, foram marcados 372 *C. crocodilus* de basicamente todos os comprimentos disponíveis na área (Da Silveira, et al., 1997), sendo que 48% destes eram filhotes. Também foram marcados 120 *M. niger* de  $CRA \leq 150$  cm no Arquipélago neste período, sendo que 64% destes eram filhotes.

Entre abril de 1992 e maio de 1998, o esforço de marcação em Anavilhanas concentrou-se somente nos filhotes, quando foram marcados 1166 *C. crocodilus* e 393 *M. niger*. O esforço em marcar animais recém-eclodidos foi para evitar a recaptura precoce dos animais marcados, e para evitar que estes tornassem-se ariscos e evitassem a recaptura quando adultos. Neste período, a maioria das marcações foi feita entre abril e maio de cada ano, mas algumas foram feitas em julho de 1995. Não houve marcação em 1993. As marcações dos jacarés estenderam-se entre o extremo inferior do Arquipélago e a cabeceira superior do lago Carão, que localiza-se pouco acima da cidade de Novo Airão (Figura 1). A área de marcação abrangeu 100 corpos de água e cerca de 1000 km de margens das ilhas que formam o segundo maior arquipélago fluvial do

mundo, sendo parte da Estação Ecológica de Anavilhanas. Maiores informações sobre Anavilhanas estão disponíveis no Capítulo II, em Da Silveira et al. (1997), e em Da Silveira e Magnusson (1999).

Em Mamirauá, os jacarés foram marcados esporadicamente entre fevereiro de 1994 e fevereiro de 1996. Neste período, foram marcados 1476 *C. crocodilus* e 248 *M. niger*. Destes, 86% e 14% eram filhotes de cada espécie, respectivamente. Em agosto de 1996, teve início um esforço intensivo de marcação que estendeu-se até dezembro de 1998. Nesta fase, foram marcados 493 *C. crocodilus* e 665 *M. niger*, sendo que 43% e 31% destes eram filhotes de cada espécie, respectivamente.

Até agosto de 1996, foram marcados jacarés em 55 corpos de água ao longo da Área Focal da Reserva Mamirauá (Figura 3). A partir desta data, as marcações limitaram-se a 30 corpos de água localizados no extremo inferior da Reserva, nos quais os jacarés já estavam sendo marcados desde 1994. Informações detalhadas sobre a localização da Reserva Mamirauá e os tipos de habitats presentes na área estão disponíveis no Capítulo II, em Ayres (1986, 1993), em Mamirauá (1996) e em [www.cnpq.br/mamiraua](http://www.cnpq.br/mamiraua).

Apesar de alguns jacarés terem sido recapturados ao longo do estudo nas duas Reservas, o maior esforço de recaptura foi em 1999: entre setembro e outubro em Anavilhanas, e entre novembro e dezembro em Mamirauá. Em Anavilhanas, neste período, foram inspecionados 1376 jacarés, sendo que este número incluiu também os indivíduos apenas observados ( $n = 1126$ ), e que foi possível certificar que não estavam marcados. As capturas foram feitas em 88 dos 100 corpos de água onde os jacarés foram marcados originalmente. Em Mamirauá, em função da seca acentuada, as capturas limitaram-se a seis corpos de água onde tinham sido marcados o maior número de jacarés anteriormente. Nesta Reserva, devido a maior turbidez da água em relação a água preta de Anavilhanas, só foi possível constatar se os jacarés estavam marcados ou não após a captura ( $n = 404$ ).

Análises estatísticas.- O comprimento rostro-anal (CRA, medido até a parte posterior da cloaca) foi utilizado nas análises. O comprimento total (CT) não foi usado pois muitos indivíduos perderam parte da cauda ao longo do estudo. O CRA nos jacarés com a cauda completa é aproximadamente a metade do CT:

$$C. crocodilus, CT = 1,79 + 1,923 * CRA; r^2 = 0,998, F_{1,358} = 201679,9, P < 0,001 \quad (1)$$

$$M. niger, CT = 2,77 + 2,024 * CRA; r^2 = 0,998, F_{1,466} = 266181,6, P < 0,001 \quad (2)$$

As relações entre a taxa de crescimento e o comprimento dos jacarés foram estudadas com análise de regressão. A taxa de crescimento (cm / ano) foi expressa pelo CRA da recaptura menos o da captura, dividido pelo intervalo de tempo (em anos) entre capturas. O comprimento foi expresso pela média aritmética do CRA entre a captura e a recaptura (CRAM). Nos casos das recapturas cujo código foi originalmente usado em mais de um filhote, considerou-se o comprimento do filhote na primeira captura como sendo a média do CRA dos filhotes marcados com o código em questão.

As recapturas de *M. niger* incluíram indivíduos com o sexo conhecido somente para CRA > 30 cm. Sendo assim, um grupo de cinco indivíduos recapturados com CRA < 30 cm, cujo sexo não foi possível determinar pela técnica utilizada por serem muito jovens, foram incluídos nas equações que relacionam a taxa de crescimento e o CRAM para os machos e para as fêmeas. Este procedimento foi adotado presumindo-se que a taxa de crescimento foi similar entre os sexos nesta classe de comprimento.

As relações entre a taxa de crescimento e o CRAM, excluindo os indivíduos com a idade conhecida, foram utilizados nos modelos de Richards e de von Bertalanffy para prever a relação do comprimento com a idade (Brisbin, 1988). O modelo de Richards, na sua forma completa, é descrito pela seguinte equação:

$$L_t = [ A(1 - m) - (A(1 - m) - (A(1 - m) - L_0(1 - m)) \exp(-2t / T(m + 1))) ] 1 / 1 - m \quad (3)$$

Donde  $L_t$  e  $L_0$  são os comprimentos dos indivíduos na recaptura e no nascimento, respectivamente.  $A$  é o comprimento médio máximo teoricamente atingido pelos indivíduos quando a taxa de crescimento aproxima-se de zero, atingindo a assíntota; e  $T$  é o intervalo de tempo necessário para aproximar-se da assíntota  $A$ . O  $t$  é o intervalo de tempo entre a captura e a recaptura, e  $m$  é o parâmetro da forma da curva de Richards, como descrito por Richards (1959). O modelo de Richards produz curvas sigmoidais que relacionam comprimento e idade, sendo que a forma da curva resultante esta associada ao valor de  $m$ . Quando  $m = 0$ , a curva geralmente é chamada de modelo de von Bertalanffy (Abercrombie, 1992). No entanto, o modelo de von Bertalanffy originalmente foi descrito para a relação entre a taxa de crescimento e o peso, e uma relação linear entre a taxa de crescimento e o comprimento médio indica um modelo monomolecular (L. Brisbin, com. pess.). Estas análises foram feitas no módulo NONLIN do Systat (Wilkinson, 1998).

O comprimento dos filhotes de *C. crocodilus* ao nascer utilizados nestes modelos foi de 11,7 cm (D. P. = 0,3), sendo este o valor médio do CRA no dia do nascimento de nove filhotes, procedentes de uma mesma ninhada. Para o *M. niger*, o comprimento ao nascer utilizado (14,9 cm, D.P. = 0,6) foi a média do CRA de 75 filhotes medidos no dia do nascimento, procedentes de seis ninhadas.

Os jacarés com a idade conhecida não foram incluídos na construção das curvas de crescimento, e foram utilizados para checar a capacidade dos modelos de Richards e de von Bertalanffy (monomolecular) em prever as relações entre o comprimento e a idade nas populações de jacarés estudadas.

No caso do *M. niger*, a regressão não linear stepwise (Wilkinson, 1998) localizou pontos de interseção na relação entre a taxa de crescimento e o CRAM em ambos os sexos. Sendo assim, os *M. niger* pequenos (CRAM < interseção) foram analisados separadamente dos *M. niger* grandes (CRAM  $\geq$  interseção). Para os *M. niger* pequenos, foi utilizado o modelo monomolecular, por ser o mais simples e o mais freqüentemente utilizado em estudos de

crescimento de crocodilianos (Wilkinson & Rhodes, 1997; Abercrombie, 1996), para construir as curvas que relacionam o comprimento com a idade para cada um dos sexos.

No caso dos *M. niger* grandes, as taxas de crescimento foram similares e não apresentaram relação com o comprimento do indivíduo em qualquer um dos sexos, impossibilitando o uso dos modelos anteriormente descritos. Sendo assim, foi proposto um modelo empírico que utilizou a taxa de crescimento médio de cada sexo neste intervalo de comprimento:  $CRA = k + (b - c) * TC$ , onde  $k$  é o valor do ponto de interseção encontrado para cada sexo,  $b$  é a idade do jacaré,  $c$  é o intervalo de tempo estimado pelo modelo monomolecular para que os *M. niger* pequenos de cada sexo atinjam o valor  $k$ , e  $TC$  é a taxa de crescimento média encontrada para os *M. niger* grandes de cada sexo. Esta relação empírica foi apoiada por outros estudos de *M. niger* (ver Discussão). No entanto, o crescimento na velocidade utilizada não é biologicamente realístico para os indivíduos maiores. Sendo assim, esta relação empírica deve ser extrapolada com cautela além da amplitude dos dados contidos neste estudo.

Comparação das curvas de crescimento.- As curvas de crescimento para o *C. crocodilus* e para o *M. niger* obtidas neste estudo foram comparadas com as curvas de crescimento oriundas de estudos de outras populações destas espécies. Para o *C. crocodilus*, as curvas de crescimento para o Suriname (Ouboter & Nanhoe, 1984) e Venezuela (Ayarzagüena, 1984; Gorzula, 1978) foram obtidas a partir de Gorzula & Seijas (1989). Estes autores apresentaram os dados em termos de comprimento total, e os valores foram corrigidos para o comprimento rostro-anal (até a parte posterior da cloaca) mediante a equação 1 proposta no presente estudo. A curva de crescimento para o rio Tapajós – Brasil (Magnusson & Sanaiotti, 1995) foi apresentada em termos de CRA até a parte anterior da cloaca (CRAA) e estes valores foram corrigidos até a parte posterior (CRAP) utilizando a seguinte equação:  $CRAP = - 0,096 + 1,045 * CRAA$ ,  $r^2 = 1,000$   $F_{1,293} = 805270,870$ ,  $P < 0,001$  (Da Silveira, dados não publicados). O mesmo procedimento foi adotado para a curva de crescimento do *C. crocodilus* yacare (Rebelo et al., 1997). As equações propostas por estes autores apresentaram erros de digitação na publicação, as quais devem ser escritas nas seguintes formas para machos:  $7.013 * \log((1145)/(1261 - CRAA))$ ; e fêmeas:

$5.663 \cdot \log((923)/(1039 - \text{CRAA}))$  (G. Rebelo, com. pess.). Todos os autores, exceto Rebelo et al. (1997), apresentaram as curvas de crescimento indistintamente do sexo.

As curvas de crescimento para os machos e fêmeas de *M. niger* de Mamirauá e de Anavilhanas foram comparadas com as curvas construídas baseadas nas taxas de crescimento obtidas no Peru (Herron, 1991) e no Equador (Vallejo et al., 1996) para esta espécie. Estes autores não forneceram informações do sexo dos indivíduos, e sendo assim as curvas de crescimento foram construídas com o modelo de crescimento para machos grandes de *M. niger* apresentado no presente estudo. Originalmente, Herron (1991) apresentou os dados em termos de comprimento rostro-anal até a parte anterior da cloaca (CRAA), e estes valores foram corrigidos até a parte posterior da cloaca (CRAP) utilizando a seguinte equação:  $\text{CRAP} = 0,264 + 1,025 * \text{CRAA}$ ,  $r^2 = 1,000$ ,  $F_{1,47} = 337627,201$ ,  $P < 0,001$  (Da Silveira, dados não publicados). Vallejo et al. (1996) apresentaram os dados em termos de comprimento total, os quais foram corrigidos para o comprimento rostro-anal (até a parte posterior da cloaca) mediante a equação 2 proposta no presente estudo; sendo que os dados brutos não foram publicadas no artigo em questão e os autores gentilmente cederam estas informações posteriormente. Em Anavilhanas, o número de jacarés recapturados foi pequeno, mas como todos eram de idade conhecida, a curva de crescimento foi construída aplicando uma regressão LOWESS aos pontos (Cleveland, 1979).

Em função da pouca informação disponível sobre o crescimento de *M. niger*, e pelo fato do crescimento desta espécie frequentemente ser comparado com o crescimento do *Alligator mississippiensis*, as curvas obtidas neste estudo foram comparadas com as obtidas para o *A. mississippiensis* em habitats de estuário e de pântano na Louisiana (Rootes et al., 1991) e na Carolina do Sul (Wilkinson & Rhodes, 1997). Estes estudos foram escolhidos para comparação porque o habitat tipo pântano encontrado na Louisiana é caracterizado pela ocorrência de muita vegetação flutuante, assim como em Mamirauá. Por sua vez, a escolha da Carolina do Sul para comparação foi porque esta área é o extremo Norte da ocorrência do *A. mississippiensis*, e onde ocorrem as menores taxas de crescimento desta espécie em toda a sua distribuição. As curvas originais para o *A. mississippiensis* foram apresentadas em termos de comprimento total, e os

respectivos valores de comprimento rostro-anal foram considerados como sendo a metade do total.

## RESULTADOS

Recapturas e taxa de crescimento.- Inspecionei 1376 jacarés no arquipélago de Anavilhanas em 1999, sendo que 1290 eram *C. crocodilus* e os 6% restantes eram *M. niger*. Do total inspecionado em Anavilhanas, 17 *C. crocodilus* e 7 *M. niger* estavam marcados, sendo que 13 *C. crocodilus* (Tabela 3) e todos os *M. niger* (Tabela 4) recapturados eram de idade conhecida. Anteriormente, havia recapturado um *M. niger* em 1992 e um *C. crocodilus* em 1998 no Arquipélago, sendo ambos com a idade conhecida.

Em Mamirauá, dos 404 jacarés que consegui capturar em 1999, 336 eram *M. niger* e os 16,8% restantes *C. crocodilus*. Destes totais, 45 *M. niger* (Tabela 4) e 23 *C. crocodilus* (Tabela 3) estavam marcados, sendo que três *C. crocodilus* eram de idade conhecida. Além destes, já havia recapturado 25 *M. niger* e 22 *C. crocodilus* entre 1995-98, sendo que dois *C. crocodilus* e quatro *M. niger* eram de idade conhecida.

Em Anavilhanas, o intervalo de tempo entre a captura e a recaptura dos *C. crocodilus* variou de 0,9 a 8,8 anos, e em Mamirauá variou entre 0,2 e 5,8 anos (Tabela 3). O intervalo de tempo entre capturas de *M. niger* variou de 1,1 a 4,5 anos em Anavilhanas, e entre 0,1 e 4,3 anos em Mamirauá (Tabela 4).

As recapturas de machos e fêmeas de *C. crocodilus* incluíram indivíduos de todas as classes de comprimentos que ocorrem nas duas Reservas. A taxa de crescimento dos machos (n = 46) variou de 3,6 a 18,4 cm/ano (Tabela 3). As taxas de crescimento das fêmeas (n = 17) foram ligeiramente menores, variando de 2,3 a 14,9 cm/ano (Tabela 3).

Tabela 3.- Dados dos 63 *Caiman crocodilus* recapturados nas Reservas Anavilhanas e Mamirauá. Reserva (Anav. = Anavilhanas, Mami. = Mamirauá), data da captura, data de recaptura, intervalo de tempo entre captura e recaptura (em anos), comprimento rostro-anal (CRA, cm) da captura e da recaptura, taxa de crescimento (Taxa Cresc., cm/ano), sexo (M = macho, F = fêmea) e idade na recaptura (em anos).

Reserva	Data Captura	Data Recaptura	Intervalo Tempo	CRA Captura	CRA Recaptura	Taxa Cresc.	Sexo	Idade na recaptura
Mami.	29/06/94	06/06/95	0,94	17,0	27,4	11,06	F	.
Mami.	14/06/94	07/06/95	0,98	17,4	32,0	14,90	F	.
Mami.	29/6/94	11/10/95	1,28	17,0	30,0	10,16	F	.
Mami.	05/02/95	15/10/95	0,69	13,2	25,0	17,10	M	.
Mami.	26/01/95	20/02/96	1,07	13,5	26,7	12,34	M	.
Mami.	28/06/94	25/02/96	1,66	17,8	37,2	11,69	F	2,15
Mami.	13/02/96	01/09/96	0,55	13,4	23,5	18,36	M	.
Mami.	25/02/96	06/11/96	0,70	13,5	22,0	12,14	M	.
Mami.	27/06/95	19/12/96	1,48	21,5	36,1	9,86	M	1,97
Mami.	24/08/95	18/03/97	1,57	39,5	48,2	5,54	M	.
Mami.	13/11/95	17/07/97	1,68	45,0	58,5	8,04	M	.
Mami.	17/07/97	13/10/97	0,24	56,0	58,4	10,00	M	.
Anav.	10/04/97	06/04/98	0,99	15,6	23,7	8,18	M	1,26
Mami.	30/01/98	14/07/98	0,45	11,3	17,0	12,67	M	.
Mami.	06/11/96	24/08/98	1,80	58,5	71,5	7,22	M	.
Mami.	05/11/96	25/08/98	1,80	63,0	80,5	9,72	M	.
Mami.	01/10/97	07/09/98	0,93	52,0	56,0	4,30	F	.
Mami.	08/10/97	07/09/98	0,91	55,5	63,8	9,12	M	.
Mami.	03/11/96	07/09/98	1,84	50,7	63,0	6,68	M	.
Mami.	02/11/96	07/09/98	1,85	61,0	78,0	9,19	M	.
Mami.	04/07/98	17/09/98	0,20	31,0	33,1	10,05	M	.
Mami.	01/10/97	25/09/98	0,98	52,0	60,8	8,98	M	.
Mami.	01/11/96	25/09/98	1,90	41,2	50,2	4,74	M	.
Anav.	11/1/92	18/09/99	7,69	44,5	80,5	4,68	M	.
Anav.	21/4/92	25/09/99	7,43	14,8	84,7	9,41	M	7,74
Anav.	23/12/90	26/09/99	8,76	54,2	74,6	2,33	F	.
Anav.	13/04/97	29/09/99	2,46	16,3	50,1	13,74	M	2,74
Anav.	19/04/96	02/10/99	3,45	15,0	55,3	11,68	F	3,75
Anav.	19/04/96	02/10/99	3,45	15,0	51,9	10,70	F	3,75
Anav.	6/4/91	15/10/99	8,53	13,5	68,3	6,42	F	8,79
Anav.	21/4/98	20/10/99	1,50	14,9	33,7	12,53	M	1,80
Anav.	21/4/98	20/10/99	1,50	14,9	35,5	13,73	M	1,80
Anav.	15/4/96	22/10/99	3,52	15,9	59,5	12,39	M	3,81
Anav.	16/12/91	23/10/99	7,86	67,0	96,5	3,75	M	.
Anav.	23/4/98	23/10/99	1,50	14,6	35,0	13,60	M	1,81

Tabela 3.- Continuação.

Reserva	Data Captura	Data Recaptura	Intervalo Tempo	CRA Captura	CRA Recaptura	Taxa Cres.	Sexo	Idade na recaptura
Anav.	30/04/96	25/10/99	3,49	15,7	54,0	10,97	F	3,82
Anav.	12/4/92	26/10/99	7,54	27,8	87,3	7,89	M	.
Anav.	30/04/96	26/10/99	3,49	15,7	53,3	10,77	M	3,82
Anav.	21/4/92	26/10/99	7,52	14,8	103,5	11,80	M	7,82
Anav.	21/4/92	28/10/99	7,52	14,8	93,2	10,43	M	7,83
Mami.	29/06/94	25/11/99	5,41	18,9	68,5	9,17	M	5,90
Mami.	25/02/96	01/12/99	3,77	13,5	51,5	10,08	F	3,92
Mami.	06/11/96	01/12/99	3,07	46,5	72,4	8,44	M	.
Mami.	15/10/95	01/12/99	4,13	55,0	83,4	6,88	M	.
Mami.	13/10/97	04/12/99	2,14	54,0	63,9	4,63	M	.
Mami.	11/09/98	04/12/99	1,23	93,5	98,4	3,98	M	.
Mami.	08/12/98	06/12/99	0,99	44,0	51,9	7,98	F	.
Mami.	09/11/96	06/12/99	3,07	34,6	63,4	9,38	M	.
Mami.	15/10/95	06/12/99	4,14	41,0	83,8	10,34	M	.
Mami.	07/09/98	08/12/99	1,25	45,2	53,2	6,40	F	.
Mami.	08/07/95	08/12/99	4,42	30,4	62,4	7,24	M	.
Mami.	15/10/95	11/12/99	4,16	49,5	74,5	6,01	F	.
Mami.	15/10/95	11/12/99	4,16	45,5	66,4	5,02	F	.
Mami.	08/10/98	13/12/99	1,18	67,5	71,5	3,39	F	.
Mami.	08/10/98	13/12/99	1,18	86,5	96,5	8,47	M	.
Mami.	07/09/98	22/11/99	1,21	88,5	92,9	3,64	M	.
Mami.	30/10/97	25/11/99	2,07	63,4	76,4	6,28	M	.
Mami.	03/09/98	25/11/99	1,23	75,5	83,1	6,18	M	.
Mami.	06/11/96	26/11/99	3,05	39,0	65,4	8,66	M	.
Mami.	30/10/97	26/11/99	2,07	53,5	76,0	10,87	M	.
Mami.	15/12/97	28/11/99	1,95	56,7	72,9	8,31	M	.
Mami.	08/12/98	01/12/99	0,98	43,7	52,1	8,57	M	.
Mami.	15/02/94	11/12/99	5,82	13,4	79,0	11,27	F	5,95

A relação entre a taxa de crescimento (TC) e o comprimento rostro-anal médio (CRAM) dos machos de *C. crocodilus* sem idade conhecida (Figura 11A) foi descrita pela seguinte equação:  $TC = 14,8 - 0,112*CRAM$ ,  $r^2 = 0,50$ ,  $F_{1,32} = 32,4$ ,  $P < 0,001$ . Para as fêmeas de *C. crocodilus* sem idade conhecida (Figura 11C), a regressão entre a TC e o CRAM foi a seguinte:  $TC = 16,6 - 0,200*CRAM$ ,  $r^2 = 0,83$ ,  $F_{1,8} = 38,4$ ,  $P < 0,001$ . Os modelos lineares ajustaram bem os pontos, indicando que conformaram bem o modelo monomolecular (von Bertalanffy para comprimento).

A taxa de crescimento dos *C. crocodilus* variou significativamente ( $R^2 = 0,41$ ,  $F_{4,73} = 12,8$ ,  $P < 0,001$ ) em função do comprimento ( $p = 0,001$ ) e do sexo ( $p < 0,001$ ), mas não em função da reserva ( $p = 0,987$ ). Como ocorreu interação entre o comprimento e o sexo ( $p < 0,001$ ), analisei os sexos separadamente .

A taxa de crescimento dos machos ( $n = 55$ ) de *M. niger* variou de 2,9 a 16,3 cm/ano, sendo que as recapturas envolveram indivíduos de  $23 \text{ cm} \leq \text{CRA} \leq 115 \text{ cm}$  (Figura 12A). Para as fêmeas ( $39,4 \text{ cm} \leq \text{CRA} \leq 94 \text{ cm}$ ,  $N = 18$ ), as taxas de crescimento geralmente foram menores, variando de 1,9 a 12,5 cm/ano (Figura 12C). Nesta espécie, a taxa de crescimento variou significativamente ( $R^2 = 0,58$ ,  $F_{3,69} = 31,3$ ,  $P < 0,001$ ) em função do sexo ( $p < 0,001$ ) e da reserva ( $p < 0,001$ ), mas não em função do comprimento ( $p = 0,150$ ).

As relações entre a taxa de crescimento e o comprimento (CRAM) para o *M. niger* não foram lineares para machos (Figura 12A) ou fêmeas (Figura 12C), sendo que a análise de regressão breakpoint localizou pontos de interseção nas curvas para ambos os sexos. O ponto de interseção ocorreu em  $CRAM = 41,9 \text{ cm}$  para os machos, e em  $39,7 \text{ cm}$  para as fêmeas. Portanto, os machos e fêmeas pequenos ( $CRAM < 41,9 \text{ cm}$  e  $< 39,7 \text{ cm}$ , respectivamente) foram analisados separadamente dos machos e fêmeas com CRA maiores que os respectivos pontos de interseção.

A relação entre a taxa de crescimento (TC) e o CRAM para os machos pequenos de *M. niger* (Figura 12A) foi descrita pela seguinte equação:  $TC = 23,6 - 0,412*CRAM$ ,  $r^2 = 0,67$ ,  $F_{1,9} = 18,6$ ,  $P = 0,002$ . No caso das fêmeas pequenas (Figura 12B), a equação foi a seguinte:  $TC$

=  $26,7 - 0,562 * \text{CRAM}$ ,  $r^2 = 0,70$ ,  $F_{1,5} = 12$ ,  $P = 0,018$ . Para os machos com  $\text{CRAM} \geq 41,9$  cm não existiu relação significativa ( $n = 41$ ,  $P = 0,812$ ) entre a taxa de crescimento e o comprimento (Figura 12A), e a taxa de crescimento média foi de 6,4 cm/ano. Também não ocorreu relação significativa entre a taxa de crescimento e o comprimento ( $n = 13$ ,  $P = 0,377$ ) para as fêmeas desta espécie com  $\text{CRAM} \geq 39,7$  cm, sendo que a taxa de crescimento média encontrada foi de 4,8 cm/ano (Figura 12C).

Tabela 4.- Dados dos 78 *Melanosuchus niger* recapturados nas Reservas Anavilhanas e Mamirauá. Reserva (Anav. = Anavilhanas, Mami. = Mamirauá), data da captura, data de recaptura, intervalo de tempo entre captura e recaptura (em anos), comprimento rostro-anal (CRA, cm) da captura e da recaptura, taxa de crescimento (Taxa Cresc., cm/ano), sexo (M = macho, F = fêmea) e idade na recaptura (em anos).

Reserva	Data Captura	Data Recaptura	Intervalo Tempo	CRA Captura	CRA Recaptura	Taxa Cresc.	Sexo	Idade na Recaptura
Anav.	16/06/91	18/06/92	1,01	18,2	34,7	16,34	M	1,01
Mami.	17/06/95	15/08/95	0,16	23,0	26,2	20,00	.	.
Mami.	08/07/95	15/10/95	0,27	46,2	48,0	6,67	M	.
Mami.	13/11/95	04/11/96	0,98	60,0	66,0	6,12	M	.
Mami.	09/10/95	26/11/96	1,13	34,0	43,5	8,41	M	.
Mami.	26/01/97	13/06/97	0,38	18,8	23,2	11,58	.	.
Mami.	26/01/97	11/07/97	0,45	17,7	24,0	14,00	.	.
Mami.	16/12/96	11/07/97	0,57	13,6	22,0	14,74	.	.
Mami.	14/12/96	11/07/97	0,57	13,9	23,7	17,19	.	.
Mami.	14/02/97	20/10/97	0,68	50,0	52,0	2,94	M	.
Mami.	16/12/96	04/11/97	0,88	62,0	66,4	5,00	M	.
Mami.	26/02/97	20/11/97	0,73	17,6	25,3	10,55	M	0,88
Mami.	26/02/97	20/11/97	0,73	16,8	23,5	9,18	M	0,88
Mami.	26/02/97	20/11/97	0,73	16,8	23,0	8,49	M	0,88
Mami.	01/10/97	14/07/98	0,78	36,5	39,4	3,72	F	.
Mami.	06/11/97	01/09/98	0,82	33,4	42,1	10,61	M	.
Mami.	01/10/97	24/09/98	0,98	45,4	48,3	2,96	M	.
Mami.	08/10/97	28/09/98	0,97	64,0	71,5	7,73	M	.
Mami.	12/10/95	28/09/98	2,96	43,5	60,5	5,74	M	.
Mami.	28/06/95	01/10/98	3,26	22,3	44,6	6,84	F	3,75
Mami.	01/10/97	01/10/98	1,00	46,0	47,9	1,90	F	.
Mami.	30/09/97	12/10/98	1,03	42,0	46,7	4,56	F	.
Mami.	18/12/97	04/11/98	0,88	65,4	68,8	3,86	F	.
Mami.	02/11/96	04/11/98	2,01	51,0	65,6	7,26	M	.
Mami.	20/10/97	10/11/98	1,06	68,0	76,5	8,02	M	.
Mami.	16/10/98	12/11/98	0,07	115,3	115,5	2,86	M	.
Anav.	15/04/97	06/10/99	2,48	21,5	52,5	12,50	F	2,48
Anav.	28/04/95	11/10/99	4,46	19,2	70,0	11,39	F	4,46
Anav.	29/04/96	11/10/99	3,45	19,5	59,5	11,59	F	3,45
Anav.	15/04/97	20/10/99	2,52	21,5	54,3	13,02	M	2,52
Anav.	15/04/97	23/10/99	2,52	21,5	50,7	11,59	M	2,52
Anav.	05/05/96	27/10/99	3,48	20,2	63,0	12,30	M	3,48
Anav.	15/04/97	31/10/99	2,55	21,5	51,0	11,57	M	2,55
Mami.	12/10/95	08/11/99	4,08	40,0	64,3	5,96	F	.
Mami.	04/07/98	24/11/99	1,39	42,0	49,9	5,68	M	.
Mami.	16/09/98	24/11/99	1,19	42,5	49,6	5,97	M	.
Mami.	08/10/97	24/11/99	2,13	53,4	62,0	4,04	M	.

Tabela 4.- Continuação.

Reserva	Data Captura	Data Recaptura	Intervalo Tempo	CRA Captura	CRA Recaptura	Taxa Cres.	Sexo	Idade na Recaptura
Mami.	07/09/98	24/11/99	1,21	64,5	73,8	7,69	M	.
Mami.	01/10/97	24/11/99	2,15	65,0	81,0	7,44	M	.
Mami.	30/09/97	24/11/99	2,15	64,5	79,5	6,98	M	.
Mami.	07/09/98	24/11/99	1,21	62,2	69,8	6,28	M	.
Mami.	02/11/96	24/11/99	3,06	36,5	52,4	5,20	M	.
Mami.	09/10/95	24/11/99	4,13	37,0	57,2	4,89	F	.
Mami.	24/09/98	24/11/99	1,17	40,4	45,9	4,70	F	.
Mami.	12/10/97	24/11/99	2,12	37,2	46,0	4,15	F	.
Mami.	12/10/97	24/11/99	2,12	65,0	81,8	7,92	M	.
Mami.	08/10/97	24/11/99	2,13	38,0	52,0	6,57	M	.
Mami.	16/09/98	26/11/99	1,19	42,5	47,8	4,45	M	.
Mami.	24/08/95	26/11/99	4,26	59,0	91,8	7,70	M	.
Mami.	24/11/98	26/11/99	1,01	34,1	41,0	6,83	M	.
Mami.	01/10/97	28/11/99	2,16	58,0	70,9	5,97	M	.
Mami.	08/10/97	28/11/99	2,14	51,0	60,4	4,39	M	.
Mami.	06/11/97	28/11/99	2,06	48,0	63,3	7,43	M	.
Mami.	07/09/98	28/11/99	1,22	87,5	92,0	3,69	M	.
Mami.	16/12/97	28/11/99	1,95	65,1	80,7	7,00	F	.
Mami.	16/12/97	28/11/99	1,95	91,0	111,4	10,46	M	.
Mami.	01/10/98	28/11/99	1,16	39,4	45,4	5,17	F	.
Mami.	12/10/95	28/11/99	4,13	60,0	74,4	3,49	M	.
Mami.	09/10/95	30/11/99	4,15	35,0	59,2	5,83	M	.
Mami.	16/09/98	01/12/99	1,21	38,3	49,1	8,93	M	.
Mami.	28/09/98	01/12/99	1,18	80,0	90,1	8,53	M	.
Mami.	10/11/98	04/12/99	1,07	96,5	101,0	4,21	M	.
Mami.	07/09/98	04/12/99	1,24	106,2	114,5	6,69	M	.
Mami.	16/09/98	06/12/99	1,22	39,6	51,0	9,34	M	.
Mami.	24/08/95	06/12/99	4,29	67,0	105,6	9,00	M	.
Mami.	14/02/97	08/12/99	2,81	53,5	71,5	6,41	M	.
Mami.	24/08/95	08/12/99	4,29	48,5	84,9	8,48	M	.
Mami.	08/06/97	08/12/99	2,50	39,0	64,5	10,20	M	.
Mami.	22/07/97	08/12/99	2,38	43,0	57,5	6,09	F	.
Mami.	16/09/98	08/12/99	1,23	31,5	41,0	7,72	M	.
Mami.	16/09/98	10/12/99	1,23	31,5	40,9	7,64	M	.
Mami.	24/09/98	10/12/99	1,21	37,2	42,4	4,30	F	.
Mami.	30/09/97	12/12/99	2,20	48,0	60,5	5,68	M	.
Mami.	01/10/97	12/12/99	2,20	33,5	46,1	5,73	M	.
Mami.	12/10/95	12/12/99	4,17	43,5	74,0	7,31	M	.
Mami.	09/10/95	12/12/99	4,18	46,0	76,0	7,18	M	.
Mami.	08/10/98	12/12/99	1,18	88,0	93,4	4,58	F	.
Mami.	12/10/95	12/12/99	4,17	44,5	61,3	4,03	F	.

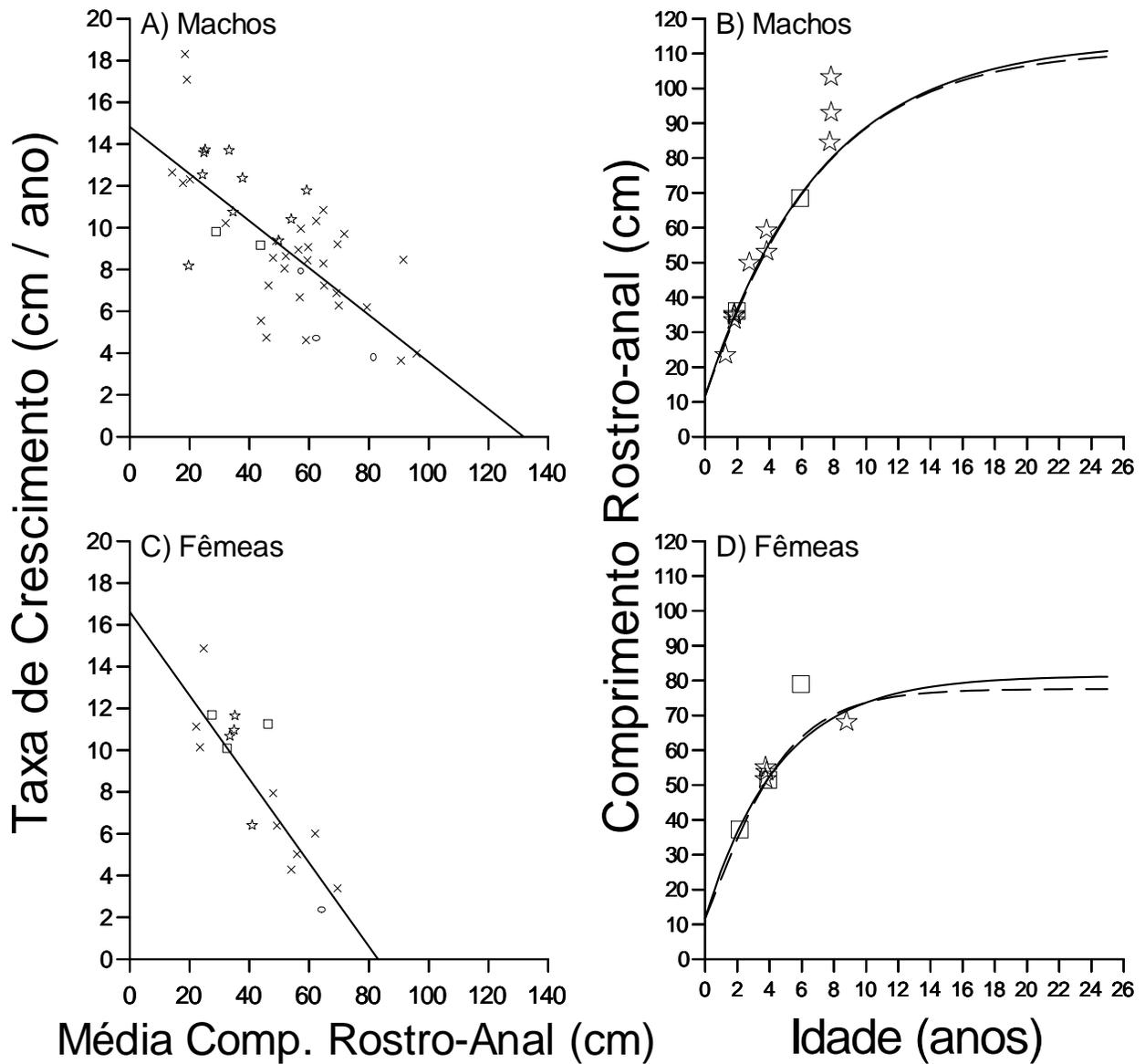
Curvas de crescimento e idade dos jacarés.- O modelo de Richards ( $m = 0,101$ ) para os machos de *C. crocodilus* apresentou resultados similares ao do modelo monomolecular ( $m = 0$ , Figura 11B). As assíntotas (= taxa de crescimento próximo a zero) foram similares nos dois modelos: 111,4 cm de CRA no modelo de Richards e 113,7 cm no monomolecular. O tempo necessário para aproximar estes comprimentos também foram similares: 14,3 anos para a curva de Richards e 14,2 anos para a curva monomolecular. O CRA médio máximo que os *C. crocodilus* machos podem atingir, segundo proposto pelos dois modelos, foi um pouco menor do que o CRA médio (125,7 cm, D.P.=1,9) dos cinco maiores indivíduos machos que capturei nas duas Reservas.

No caso das fêmeas de *C. crocodilus*, o modelo de Richards ( $m = 0,600$ ) também apresentou resultados similares ao modelo monomolecular, principalmente até o CRA = 77,6 cm, quando o modelo de Richards atingiu a assíntota. No modelo monomolecular, a assíntota foi atingida somente nos 81,3 cm de CRA. O tempo necessário para aproximar estes comprimentos foram similares nos dois modelos (9,8 e 9,1 anos para os modelos de Richards e monomolecular, respectivamente). O valor da assíntota do modelo monomolecular foi o mesmo que encontrei para o CRA médio (81,3 cm, D.P. = 1,7) das cinco maiores fêmeas que capturei nas duas Reservas.

A comparação entre os *C. crocodilus* com idade conhecida e as curvas resultantes dos modelos de Richards e monomolecular indicaram que estes modelos foram adequados para prever a relação comprimento/idade de machos (Figura 11B) e fêmea (Figura 11D), baseados nas relações entre a taxa de crescimento e o comprimento dos jacarés. No entanto, dois dos três machos maiores que 80 cm de CRA (todos procedentes da mesma ninhada) cresceram mais rápidos do que os modelos previram (Figura 11B). No caso das fêmeas, somente um indivíduo cresceu muito mais rápido do que foi previsto pelos modelos (Figura 11D).

Figura 11.- Relações entre a taxa de crescimento e o comprimento rostro-anal médio entre a captura e a recaptura de (A) machos e de (C) fêmeas de *Caiman crocodilus crocodilus*. Curvas de crescimento segundo os modelos de Richards (linha pontilhada) e o monomolecular (linha contínua) para (B) machos e (D) fêmeas de *C. crocodilus*, baseados nos mesmos dados usados para criar as partes A e C. As estrelas e os quadrados são jacarés com a idade conhecida que foram recapturados em Anavilhanas e Mamirauá, respectivamente. Nas partes A e C, as bolas e as cruzes são os jacarés sem idade conhecida que foram recapturados em Anavilhanas e Mamirauá, respectivamente, sendo que somente estes pontos foram considerados para construir as linhas de regressão.

## *Caiman crocodilus crocodilus*



No caso dos *M. niger* pequenos, as únicas informações disponíveis de jacarés com idade conhecida eram de machos. Apesar do modelo monomolecular ter sido construído integrando somente informações da taxa de crescimento e do comprimento dos indivíduos recapturados em Mamirauá, este mostrou-se adequado para prever a relação comprimento/idade para as duas reservas neste intervalo de comprimento. No entanto, no caso dos machos (Figura 12B) e fêmeas (Figura 12D) grandes, o modelo empírico que construí, também baseado somente nas informações de recapturas de Mamirauá, subestimou o comprimento que os jacarés dos dois sexos podem atingir na idade entre 2,5 e 4,5 anos em Anavilhanas. O que já era de se esperar, uma vez que as taxas de crescimento entre as duas reservas, dentro dos intervalos de comprimento que foi possível comparar para machos ( $19,9 \text{ cm} \leq \text{CRAM} \leq 41,6 \text{ cm}$ ) e fêmeas ( $33,4 \text{ cm} \leq \text{CRAM} \leq 44,6 \text{ cm}$ ), foram estatisticamente diferentes segundo uma ANCOVA (Tabela 5). Nestes intervalos de comprimento, as taxas de crescimento dos machos foram maiores em Anavilhanas (Figura 12A), onde também as taxas de crescimento das fêmeas foram maiores do que o dobro das encontradas em Mamirauá (Figura 12C).

No caso da única fêmea que recapturei em Mamirauá, o modelo empírico que construí previu exatamente o comprimento dela baseado em sua idade (Figura 12D).

Figura 12.- Relações entre a taxa de crescimento e o comprimento rostro-anal médio entre a captura e a recaptura de (A) machos e de (C) fêmeas pequenos de *Melanosuchus niger*. Curvas de crescimento segundo o modelo monomolecular (linha contínua) para (B) machos e (D) fêmeas pequenos de *M. niger*; e segundo o modelo de taxa de crescimento constante para indivíduos grandes (linha pontilhada). As estrelas e os quadrados são jacarés com a idade conhecida que foram recapturados em Anavilhanas e Mamirauá, respectivamente. Nas partes A e C, as bolas e as cruces são os jacarés sem idade conhecida que foram recapturados em Anavilhanas e Mamirauá, respectivamente.

# Melanosuchus niger

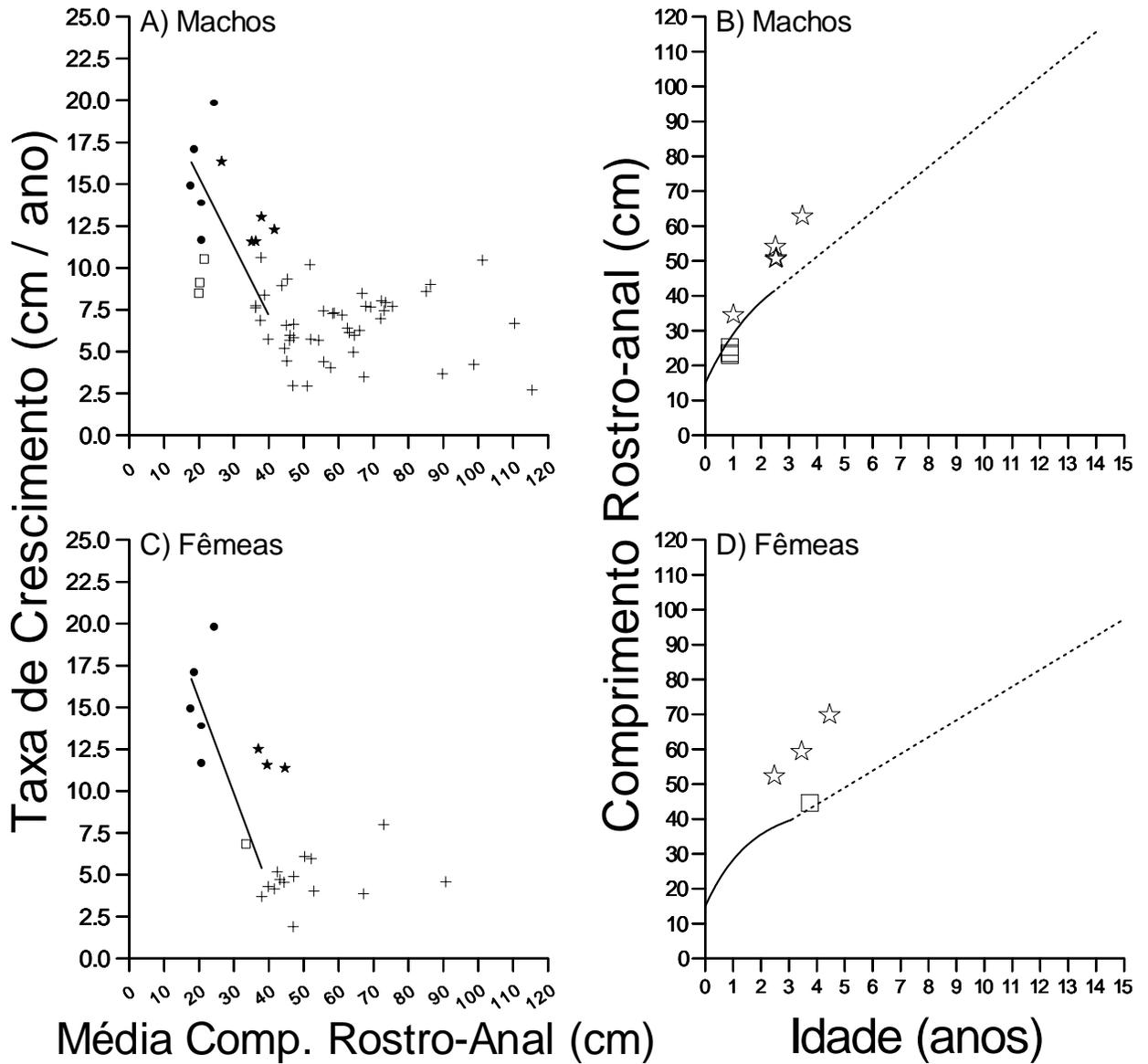


Tabela 5.- Sumário das análises de covariância: Efeitos da covariada comprimento rostro-anal médio entre captura e recaptura (CRAM) e da Reserva (Anavilhanas e Mamirauá) na taxa de crescimento (cm/ano) para (A) machos (19,9 cm ≤ CRAM ≤ 41,6 cm) e (B) fêmeas (33,4 cm ≤ CRAM ≤ 44,6 cm) de *Melanosuchus niger*.

Variáveis	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média dos Quadrados	F	P	$r^2$
A) Machos						0,765
CRAM	11,422	1	11,422	5,068	0,046	
Reserva	78,883	1	78,883	35,002	0,000	
Erro	24,791	11	2,254			
B) Fêmeas						0,959
CRAM	2,401	1	2,401	3,639	0,098	
Reserva	104,599	1	104,599	158,546	0,000	
Erro	4,618	7	0,660			

Comparação com outras populações.- As diferenças nas metodologias utilizadas pelos autores não permitiu uma comparação estatística entre os estudos. No entanto, o número de estudos foi satisfatório para determinar os padrões gerais e a variabilidade entre os locais para as duas espécies estudadas.

Os *C. crocodilus* de Anavilhanas e de Mamirauá cresceram dentro dos padrões de curvas de crescimento conhecidos para a espécie em outras regiões e habitats (Figura 13). No entanto, os machos (Figura 13A) e fêmeas (Figura 13B) do Pantanal cresceram mais rápidos do que os machos (Figura 13C) e fêmeas (Figura 13D) das populações que estudei. As populações do Suriname (Figura 13E) e do rio Tapajós – Brasil (Figura 13F) cresceram com velocidades semelhantes das populações de Anavilhanas e Mamirauá, dentro do intervalo que foi possível comparar. Em contraste, os *C. crocodilus* de Anavilhanas e de Mamirauá cresceram bem mais rápidos do que o encontrado nos Llanos (Figura 13G) e na Guayana (Figura 13H) venezuelanos.

As curvas de crescimento dos machos de *M. niger* de Anavilhanas (Figura 14A1) e de Mamirauá (Figura 14A3) foram semelhantes aos padrões encontrados no Peru (Figura 14A2) e no Equador (Figura 14A4). No entanto, em Anavilhanas ocorreram as maiores taxas de crescimento, pelo menos até os primeiros 3,5 anos de idade (Figura 14A1). Em Mamirauá, o crescimento dos machos desta espécie foi mais lento (Figura 14A3) do que o observado no Peru (Figura 14A2) e semelhante ao observado no Equador (Figura 14A4). Os dados para o Peru e o Equador foram apresentados indistintamente do sexo, e sendo assim os considereirei como sendo dados de machos. As fêmeas de *M. niger* em Anavilhanas (Figura 14B1) também cresceram mais rápidas do que as fêmeas de Mamirauá, pelo menos até os primeiros 4,5 anos de vida (Figura 14B3).

Os *M. niger* dos dois sexos em Anavilhanas e em Mamirauá apresentaram padrões de crescimento semelhantes aos encontrados para o *Alligator mississippiensis* na Louisiana e na Carolina do Sul (Figura 14). No entanto, em Anavilhanas os machos (Figura 14A1) e fêmeas (Figura 14B1) de *M. niger* cresceram pouco mais rápidos do que o *A. mississippiensis* dos dois sexos na Louisiana e Carolina do Sul (Figura 14C e D), pelo menos até os primeiros 3,5 anos para as fêmeas e 4,5 anos para os machos. Em Mamirauá, as taxas de crescimento dos machos (Figura 14A3) de *M. niger* foram menores do que as observadas em um hábitat de estuário na Louisiana (Figura 14C5) e na Carolina do Sul (Figura 14C6), mas foi semelhante ao encontrado em um hábitat pantanoso em Louisiana (Figura 14C7). Para as fêmeas de *M. niger*, as taxas de crescimento em Mamirauá (Figura 14B3) foram em geral inferiores as encontradas para as fêmeas de *A. mississippiensis* nas áreas estudadas (Figura 14D).

Figura 13.- Curvas de crescimento para (A) machos e (B) fêmeas de *Caiman crocodilus yacare* no Pantanal brasileiro (Rebello et al., 1997), e de (C) machos e (D) fêmeas de *C. c. crocodilus* nas Reservas Anavilhanas e Mamirauá. Curvas de crescimento do *C. c. crocodilus* no (E) Suriname (Ouboter & Nanhoe, 1984), no (F) rio Tapajós – Brasil (Magnusson & Sanaiotti, 1995), nos (G) Llanos (Ayarzagüena, 1984) e na (H) Guayana venezuelanos (Gorzula, 1978). Todos os autores, exceto Rebello et al. (1997), apresentaram as curvas de crescimento indistintamente do sexo. Ver Métodos para informações sobre a confecção das curvas.

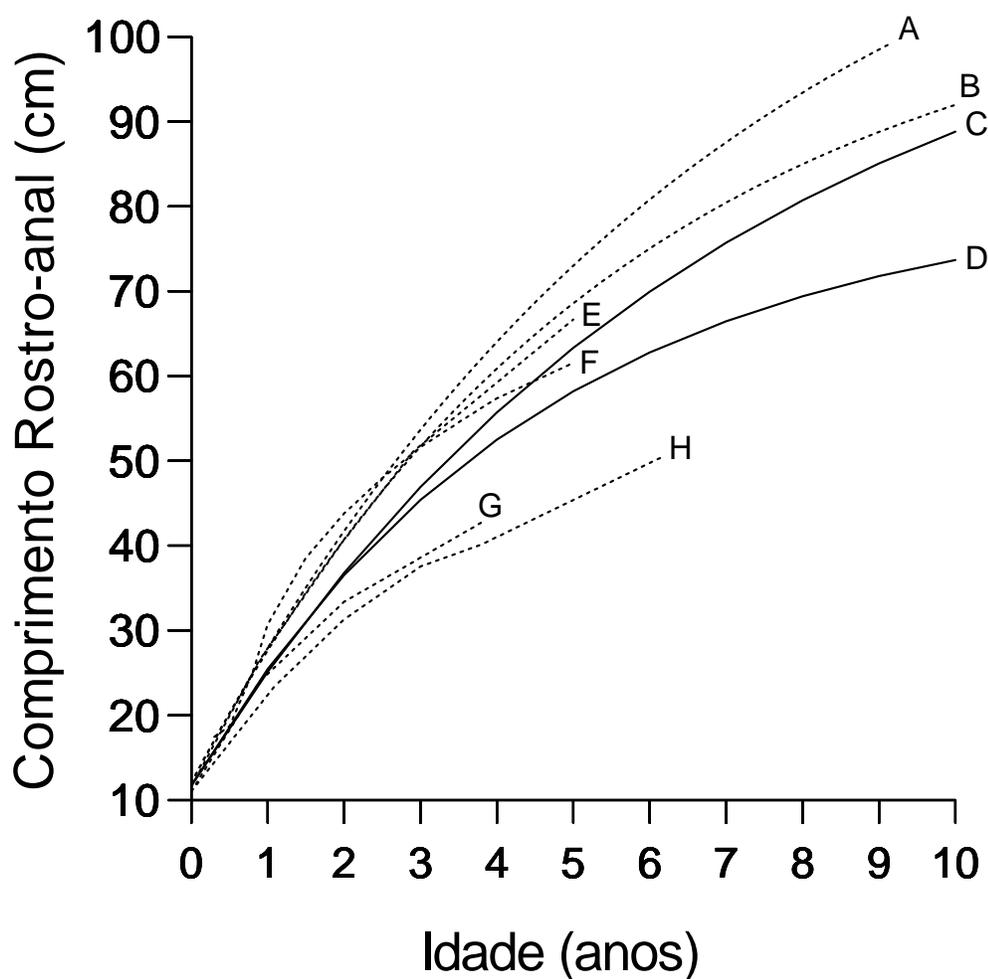
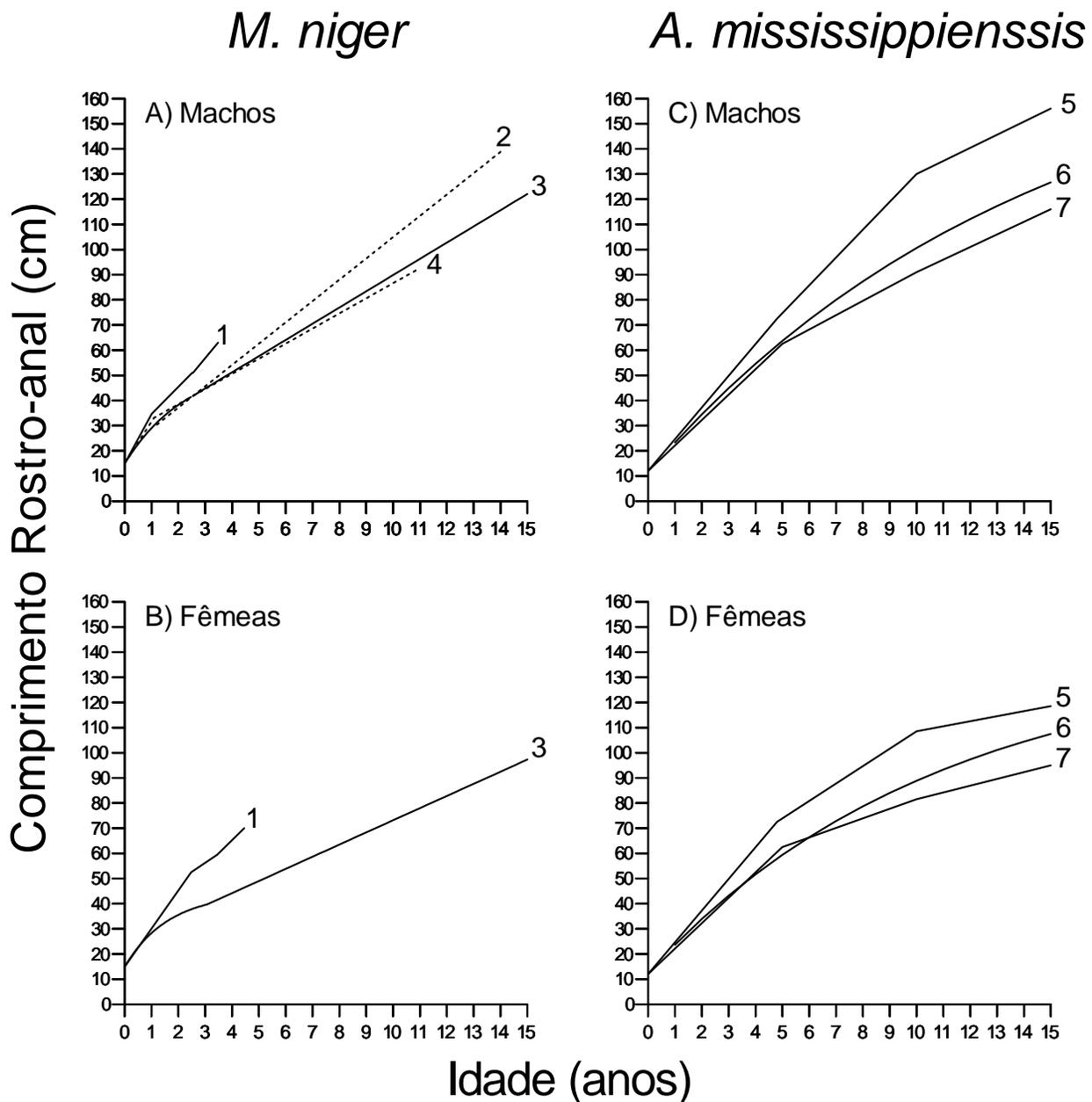


Figura 14.- Curvas de crescimento de (A) machos e de (B) fêmeas de *Melanosuchus niger* em (1) Anavilhanas, no (2) Peru (Herron, 1991), em (3) Mamirauá, e no (4) Equador (Vallejo et al., 1996). Curvas de crescimento de (C) machos e de (D) fêmeas de *Alligator mississippiensis* em (5) estuário na Louisiana (Rootes et al., 1991), na (6) Carolina do Sul (Wilkinson & Rhodes, 1997) e em (7) habitat pantanoso na Louisiana (Rootes et al., 1991). Ver Métodos para informações sobre a confecção das curvas.



## DISCUSSÃO

Os crocodilianos representam um dos grupos faunísticos de maior valor econômico no mundo, e estão sujeitos às mais variadas formas de aproveitamento econômico (Ross, 1998; Capítulo V). O estudo do crescimento em crocodilianos é importante para a conservação e o manejo destas espécies/populações (Rees & Crawley, 1989; Abercrombie, 1992; Wilkinson & Rhodes, 1997). Na Amazônia, em função da diversidade e disponibilidade de habitats e microhabitats para os jacarés, a busca de uma curva padrão para estas espécies não é simples. A dificuldade de se mensurar o efeito de uma espécie/população sobre a outra torna esta abordagem ainda mais complexa.

Neste estudo, a ausência de diferença estatisticamente significativa nas taxas de crescimento entre os *Caiman crocodilus* de Anavilhanas e de Mamirauá não era esperada, uma vez que estas Reservas possuem habitats bastante distintos. Uma das possíveis explicações é o fato destas Reservas estarem na mesma faixa de latitude (2o a 3o Sul), pois a comparação das curvas de crescimento do *C. crocodilus* destas áreas com as de outras regiões sugeriu a existência de relação entre o padrão de crescimento e a latitude. As maiores taxas de crescimento desta espécie ocorreram no Pantanal brasileiro (Rebelo et al., 1997) e as menores na Venezuela (Gorzula, 1978; Ayarzagüena, 1984). Na Amazônia brasileira (Magnusson & Sanaiotti, 1995; este estudo) e no Suriname (Ouboter & Nanhoe, 1984) não ocorreram diferenças grandes nas taxas de crescimento das populações estudadas. A possível relação da latitude com o padrão de crescimento do *C. crocodilus* é curiosa e não foi relacionada de maneira óbvia com a temperatura ou habitat, merecendo maior investigação em estudos futuros.

Ao contrário do ocorrido neste estudo, Vallejo et al. (1996) e Magnusson e Sanaiotti (1995) não encontraram diminuição significativa da taxa de crescimento com o comprimento dos maiores *C. crocodilus* que estudaram, apesar das relações entre o comprimento e a idade apresentadas por estes autores e as que obtive serem grosseiramente semelhantes. Esta diferença encontrada pode ser devido às metodologias utilizadas pelos autores ou estar refletindo diferenças reais entre estas populações. Neste caso, pode ser necessário a utilização de modelos mais

complexos para analisar o crescimento das populações estudadas por Vallejo et al. (1996) e Magnusson e Sanaiotti (1995), uma vez que o modelo monomolecular foi adequado para descrever o crescimento do *C. crocodilus* em Anavilhanas e em Mamirauá.

Neste estudo, os modelos de Richards e o monomolecular (von Bertalanffy para comprimento) produziram resultados similares, o que está de acordo com o encontrado por outros autores em outras espécies de crocodilianos (Abercrombie, 1996, Wilkinson & Rhodes, 1997). No entanto, para as fêmeas de *C. crocodilus*, o modelo de Richards foi um pouco mais conservador e atingiu a assíntota (taxa de crescimento próximo a zero) com o comprimento rostro-anal (CRA) de 77,6 cm, enquanto que no modelo monomolecular esta assíntota só foi alcançada nos 81,3 cm de CRA. A comparação dos valores das assíntotas com os comprimentos dos maiores machos e fêmeas de *C. crocodilus* que capturei nas duas Reservas indicou que as curvas sigmóides, nas quais os modelos da família de Richards se baseiam, foram satisfatórias para descrever o crescimento desta espécie no baixo rio Negro e no médio Solimões.

Na Reserva Mamirauá, a taxa de crescimento dos *M. niger* maiores não variou em função do comprimento. Herron (1991) e Vallejo et al. (1996) também não encontraram diminuição na taxa de crescimento para *M. niger* de comprimentos semelhantes na Amazônia peruana e equatoriana, respectivamente. Isto provavelmente ocorreu porque o tempo de crescimento desta espécie é muito longo e os nossos estudos não incluíram informações de indivíduos adultos, o que é um problema comum em estudos de crescimento em crocodilianos (Abercrombie, 1992).

O crescimento de crocodilianos é frequentemente associado com a disponibilidade de alimento (Webb et al., 1983b; Ouboter & Nanho, 1984; Wilkinson & Rhodes, 1997; Rootes et al., 1991). Sendo assim, esperava-se que as taxas de crescimento dos jacarés em Mamirauá, aonde a abundância de alimento é visivelmente maior ao longo de todo ano, fossem bem maiores do que as taxas encontradas em Anavilhanas. No entanto, isto não ocorreu com o *C. crocodilus*, e os *M. niger* de ambos os sexos atingiram taxas de crescimento estatisticamente maiores em Anavilhanas do que em Mamirauá. O fato dos jacarés em Anavilhanas terem taxas de crescimento iguais (*C. crocodilus*) ou maiores (*M. niger*) do que em Mamirauá é difícil de ser

interpretado, e pode estar associado com mecanismos compensatórios dependentes de densidade (Hines & Abercrombie, 1987). O estudo destes mecanismos é oneroso, complexo, difícil de ser quantificado e os resultados obtidos nem sempre confirmam as hipóteses iniciais (Hines & Abercrombie, 1987). Por exemplo, a remoção de mais de 11.000 ovos e/ou filhotes de *Alligator mississippiensis* de três lagos na Florida durante quatro anos consecutivos não afetou a taxa de crescimento dos indivíduos de até dois anos de idade, apesar da redução na densidade desta classe de comprimento (Hines & Abercrombie, 1987).

O canibalismo inter e intraespecífico é relativamente comum em crocodilianos (Delany & Abercrombie, 1986; Rootes & Chabreck, 1993; Da Silveira et al., 1999) e deve ser dependente da densidade (Nichols et al., 1976; Hines & Abercrombie, 1987). Densidades altas em populações de crocodilianos pode resultar em aumento na frequência de encontros agonísticos, injúrias e exclusão espacial, afetando as taxas de crescimento dos indivíduos. Em Mamirauá, as densidades de jacarés são as mais altas registradas para a Amazônia, variando entre 76,8 e 450 jacarés/km de margem nos diferentes habitats no período da seca, sendo que entre 53 e 83% dos indivíduos localizados nos levantamentos noturnos eram *M. niger* (Da Silveira, no prelo). O canibalismo é relativamente comum na seca em Mamirauá, sendo que já observei *M. niger* subadultos predando filhotes de *C. crocodilus* e da própria espécie, adultos de *C. crocodilus* alimentando-se de *M. niger* juvenis, e *M. niger* adultos comendo *C. crocodilus* adultos (Da Silveira, dados não publicados).

Alguns autores já postularam que o *M. niger* pode levar a uma redução no tamanho populacional do *C. crocodilus*, e que em áreas aonde a população de *M. niger* foi reduzida a de *C. crocodilus* aumentou (Magnusson, 1982; Rebelo & Magnusson, 1983). Sendo assim, em função da interação negativa potencial entre estas espécies, era de se esperar que em Anavilhanas as taxas de crescimento do *C. crocodilus* fossem bem maiores do que em Mamirauá. No entanto, isto não ocorreu, apesar da população de *M. niger* em Anavilhanas ser relativamente pequena (Da Silveira et al., 1997; este estudo) e em Mamirauá ocorrer a maior população de *M. niger* conhecida, que pode atingir em alguns locais quase 2000 indivíduos/km de margem durante a seca (Da Silveira, no prelo). Apesar de Mamirauá possuir densidades altas de jacarés, e maior

abundância de *M. niger*, a taxa de crescimento do *C. crocodilus* não foi afetada, não sendo estatisticamente diferente da observada para esta espécie em Anavilhanas, aonde as densidades de jacarés dificilmente são maiores do que 30 indivíduos/km de margem no período da seca e somente 11% dos jacarés localizados em levantamentos noturnos eram *M. niger* (Da Silveira et al., 1997; dados não publicados). Uma hipótese alternativa é que o crescimento do *C. crocodilus* na Reserva Mamirauá seria potencialmente maior devido a maior disponibilidade de alimento, mas as interações com *M. niger* impedem que isto ocorra. Na Reserva Mamirauá, a abundância de *M. niger* e o número grande de indivíduos maiores pode estar afetando a taxa de crescimento dos indivíduos menores desta espécie. Já foi demonstrado em experimentos de cativeiro que os indivíduos maiores de *A. mississippiensis* podem limitar a disponibilidade de microhabitats de termorregulação para os indivíduos menores (Asa et al., 1998), o que pode resultar em menor taxa de assimilação do alimento ingerido e portanto crescimento menor.

O modelo de Richards, e outras curvas contínuas, não foram adequados para descrever o crescimento do *M. niger* e precisei criar modelos separados para animais pequenos e grandes. Abordagens semelhantes são freqüentes em estudos de crocodilianos, pois a relação comprimento/idade frequentemente não pode ser descrita precisamente por uma única curva exponencial desde o nascimento até o comprimento máximo que a espécie pode atingir (Webb et al., 1978; Webb et al., 1983b; Magnusson & Sanaiotti, 1995).

O longo período de tempo dedicado a este estudo e montante de recursos consumidos foram insuficientes para analisar o crescimento dos *M. niger* grandes, pois o maior indivíduo que consegui recapturar tinha somente 115,5 cm de CRA. Já foi mostrado que a taxa de recaptura em crocodilianos diminui em função do comprimento do indivíduo quando capturado pela primeira vez (Bayliss, 1987). Um outro agravante é que, em função do tamanho avantajado que esta espécie pode atingir, a medição de indivíduos muito grandes apresenta pouca acuracidade. Por exemplo, em agosto de 1996, capturei um *M. niger* de 385 cm de CT e seis meses depois o recapturei. Neste intervalo, ele cresceu sete centímetros. Provavelmente, este incremento de comprimento não foi resultado de crescimento, mas sim de erro de medida, em função do indivíduo estar com o corpo mais ou menos relaxado durante as medições (Da Silveira & Da

Silveira, 1997). Sendo assim, em função da dificuldade de se recapturar e manipular *M. niger* grandes, as informações do crescimento destes indivíduos provavelmente só poderão ser obtidas mediante técnicas de esqueleto-cronologia (ver Hutton, 1987b).

O *M. niger* e o *A. mississippiensis* pertencem à Família Alligatoridae, possuem formas e tamanhos similares, e frequentemente os dados oriundos de pesquisas com *A. mississippiensis* são extrapoladas para *M. niger* (Rebelo & Magnusson, 1983; Woodward, 1996). O extremo norte da distribuição do *A. mississippiensis* é no estado da Carolina do Sul onde, em função da latitude alta, a espécie está sujeita a um período proporcionalmente menor de atividade/alimentação. Sendo assim, a taxa de crescimento nesta região é uma das menores registradas para a espécie ao longo da sua distribuição, pelo menos para os indivíduos com menos de seis anos de idade (Wilkinson & Rhodes, 1997). Por outro lado, a população *A. mississippiensis* de um estuário na Louisiana apresentou uma das maiores taxas de crescimento conhecidas para esta espécie (Rootes et al., 1991). Em Anavilhanas, os machos e fêmeas de *M. niger* cresceram pouco mais rápidos do que os machos e fêmeas de *A. mississippiensis* no estuário da Louisiana, pelo menos até os seis anos de idade. No entanto, em Mamirauá os machos de *M. niger* cresceram em média igual os machos de *A. mississippiensis* no hábitat pantanoso na Louisiana.

As fêmeas de *M. niger* de Mamirauá cresceram mais devagar do que as de *A. mississippiensis* do hábitat pantanoso da Louisiana. Aparentemente, as taxas de crescimento de *M. niger* e de *A. mississippiensis* são semelhantes e possuem variabilidade similar. No entanto, a grande variação entre hábitats dificulta o uso de dados de uma área para prever o crescimento em outra área, independente se a comparação é intra ou interespecífica.

Segundo uma das revisões mais recentes da reprodução de crocodilianos, o comprimento médio das fêmeas reprodutivas de *C. crocodylus* é de 143 cm de comprimento total, o que equivale a aproximadamente 71,5 cm de CRA (Thorbjarnarson, 1996). O comprimento médio da primeira reprodução das fêmeas desta espécie é em torno dos 60 cm de CRA (Gorzula & Seijas, 1989). No presente estudo, a menor fêmea que capturei protegendo filhotes foi em Mamirauá, a qual mediu 53,5 cm de CRA e 114,8 cm de CT. Esta fêmea estava bastante magra

(5,85 kg), com a cloaca ainda dilatada pela postura recente dos ovos, e 18 dias após a captura ainda estava na companhia dos filhotes, o que não deixou dúvidas quanto a esta ser a mãe daquela ninhada. No entanto, para facilitar a comparação com outros estudos desta espécie, assumi que o CRA mínimo reprodutivo das fêmeas de *C. crocodilus* é de 60 cm.

Segundo os modelos que usei, as fêmeas de *C. crocodilus* atingem o comprimento mínimo reprodutivo em torno dos 5,5 anos de idade nas duas Reservas. No Suriname, este comprimento pode ser alcançado pelas fêmeas aos 4,5 anos (Ouboter & Nanhoe, 1984). O fato das fêmeas de *C. crocodilus* demorarem um pouco mais de tempo para atingir a idade reprodutiva em Anavilhanas e Mamirauá está de acordo com os resultados obtidos no rio Tapajós, onde as fêmeas atingem a idade reprodutiva entre os cinco e seis anos de idade (Magnusson & Sanaiotti, 1995).

O comprimento mínimo reprodutivo das fêmeas de *M. niger* ainda é desconhecido, uma vez que a ecologia reprodutiva desta espécie foi muito pouco estudada (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000). Os autores geralmente assumem que este comprimento é em torno dos 100 cm de CRA, e que o CRA médio das fêmeas reprodutivas é de 140 cm (Thorbjarnarson, 1996; Ross, 1998). Em Mamirauá, as quatro fêmeas que capturei protegendo os seus ninhos apresentaram um CRA médio de 132,5 cm (DP = 5,9). No entanto, seis fêmeas com  $96,5 \text{ cm} \leq \text{CRA} \leq 122 \text{ cm}$  que monitorei com rádio-transmissores não nidificaram durante a estação reprodutiva que as acompanhei (Da Silveira, dados não publicados). Baseado nestes dados, considero que as fêmeas desta espécie começam a reproduzir com  $\text{CRA} \geq 120 \text{ cm}$ , o que equivale a aproximadamente 240 cm de comprimento total.

Segundo o modelo empírico que construí para o *M. niger*, as fêmeas atingiriam os 120 cm de CRA entre os 19 e 20 anos de idade. Este intervalo de tempo é bem maior do que o encontrado para as fêmeas de *A. mississippiensis* (8 a 13 anos, Rootes et al., 1991) e de *Crocodylus porosus* (12 anos, Webb et al., 1987). No entanto, é preciso considerar que o modelo que utilizei é baseado somente na captura de fêmeas com  $\text{CRA} \leq 93,4 \text{ cm}$ , o número de recapturas foi baixo ( $n = 14$ ) e que o comprimento mínimo reprodutivo pode ter sido superestimado em função da

amostra pequena ( $n = 10$ ). Sendo assim, se considerarmos o tamanho mínimo reprodutivo das fêmeas como sendo de 100 de CRA (Thorbjarnarson, 1996; Ross, 1998), este será alcançado entre os 15 e 16 anos de idade, conforme o modelo proposto. Se considerarmos o tamanho mínimo reprodutivo como sendo igual ao das fêmeas de *A. mississippiensis* (ap. 90 cm de CRA, Ross, 1998), este tamanho pode ser alcançado pelas fêmeas de *M. niger* entre os 13 e 14 anos de idade. Estudos posteriores precisam ser realizados para tentar solucionar esta questão, que é fundamental para a conservação e manejo da espécie.

Este estudo confirmou que a maturidade sexual do *M. niger* é realmente atingida em um intervalo de tempo longo, corroborando com a idéia de que esta espécie suporta menor pressão de caça do que o *C. crocodilus* (Rebelo & Magnusson, 1983; Vallejo et al. 1996). No entanto, pesquisas recentes tem evidenciado que a estrutura dos habitats, principalmente aqueles com áreas extensas cobertas com macrófitas aquáticas formando regiões pantanosas (Ouboter et al., 2000), podem vir a ser ainda mais importante para a sustentabilidade das populações desta espécie sujeitas a exploração, pois estas áreas funcionam como refúgios inacessíveis aos caçadores (Magnusson, 1999; Capítulo V; Da Silveira, no prelo).

Muitos modelos de caça de crocodilianos são baseados no abate dos indivíduos maiores, por assumir que estes são machos, já reproduziram várias vezes, e portanto o impacto sobre a população será menor (Joanen & MacNease, 1987; Thorbjarnarson & Velasco, 1998). No entanto, esta estratégia de manejo tem sido criticada, uma vez que a taxa de crescimento dos indivíduos maiores é muito pequena e estes levariam muito tempo para serem repostos na população, podendo levar ao colapso o sistema de produção (Magnusson & Mourão, 1995). Na Venezuela, o manejo de *C. crocodilus* é baseado no abate de indivíduos de  $CRA \geq 90$  cm, e esta pode ser uma das explicações para os problemas enfrentados por este programa (Velasco et al., 1995). Por outro lado, a exploração ilegal de *C. c. yacare* no Pantanal brasileiro parece ter sido sustentável, sendo que o comprimento da maioria dos jacarés abatidos era de  $CRA \geq 70$  cm (Mourão et al., 1996).

A pesquisa mais completa sobre a caça de jacarés na Amazônia brasileira foi realizada na Reserva Mamirauá. Nesta área, todos os *C. crocodilus* abatidos são de  $CRA \geq 60$  cm, sendo portanto a priori todos indivíduos adultos. A maioria (78%) dos indivíduos desta espécie caçados são de  $95 \text{ cm} \leq CRA \leq 125 \text{ cm}$ , e a proporção entre machos e fêmeas mortos desta espécie foi de 3,5:1 (Capítulo V). Segundo as curvas de crescimento obtidas no presente estudo, os *C. crocodilus* atualmente abatidos na Reserva Mamirauá são de idade  $\geq 4,5$  anos no caso dos machos, e  $\geq 5,5$  anos no caso das fêmeas. Os *C. crocodilus* abatidos com  $CRA \geq 95$  cm são de idade  $\geq 12,5$  anos.

Os *M. niger* caçados em Mamirauá são de  $55 \text{ cm} \leq CRA \leq 205$  cm, e a razão sexual entre machos e fêmeas abatidos é de 12,4:1 (Capítulo V). A maioria (72%) dos *M. niger* mortos são de  $105 \text{ cm} \leq CRA \leq 155$  cm. No entanto, como o maior indivíduo que incluí na construção da curva de crescimento desta espécie foi de  $CRA = 115,5$  cm, só foi possível uma estimativa efetiva da idade para os *M. niger* mortos de comprimento inferior a este valor. Em Mamirauá, 49% dos *M. niger* caçados são de  $75 \text{ cm} \leq CRA \leq 115$  cm, sendo portando de  $7,5 \text{ anos} \leq \text{idade} \leq 14$  anos. Apesar da provável imprecisão desta curva para prever a idade de *M. niger*  $> 155,5$  cm, esta estimou que indivíduos com  $156 \text{ cm} \leq CRA \leq 205$  cm teriam entre 20 e 28 anos. Na realidade, o intervalo de tempo para atingir os 205 cm de CRA pode ser próximo ao dobro do que o proposto, em função do decréscimo esperado na taxa de crescimento para os indivíduos nesta classe de comprimento e que não foi considerado pelo modelo. Em Anavilhanas, é possível que o tempo necessário para atingir estes comprimentos é menor, uma vez que as taxas de crescimento para esta espécie na área foram maiores do que em Mamirauá.

Neste estudo, os dados indicaram que existe um mecanismo dependente de densidade sobre o crescimento do *M. niger*. Se isto for correto, uma redução na densidade populacional do *M. niger* poderá aumentar a taxa de crescimento dos indivíduos menores desta espécie, diminuindo o tempo necessário para atingir o tamanho reprodutivo. Para o *C. crocodilus*, se existe um mecanismo dependente de densidade na Amazônia, este deve atuar através da taxa de sobrevivência e não do crescimento. No caso específico da Reserva de Desenvolvimento

Sustentável Mamirauá, uma das questões mais importantes relativas ao crescimento dos jacarés a ser investigada será avaliar como as taxas de crescimento dos jacarés irão variar em função da redução nas densidades populacionais das duas espécies. O que deve acontecer em um futuro próximo, com a implantação de um programa de manejo baseado na caça controlada destas espécies. As informações oriundas deste estudo serão críticas para o desenvolvimento e aperfeiçoamento das estratégias de conservação e manejo das populações de *C. crocodilus* e de *M. niger* na bacia Amazônica.

## **CAPÍTULO V: IMPLICAÇÕES CONSERVACIONISTAS DA CAÇA DE JACARÉS NA RESERVA MAMIRAUÁ**

O jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e o jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*) são os dois maiores crocodilianos da bacia amazônica, e possuem um longo histórico de exploração humana. A caça comercial de *M. niger* para a obtenção de peles começou na década de 30 (Smith, 1980; Medem, 1983). As peles eram exportadas para curtumes na Europa e Estados Unidos, sendo utilizadas para a confecção de sapatos, cintos e bolsas. O *M. niger* foi a primeira espécie explorada, por ser maior e por ter a pele de melhor qualidade entre os jacarés amazônicos.

A exploração foi particularmente intensa no início da década de 1950 (Fittkau, 1970), estendendo-se até o final da década de 1970 e início dos anos de 1980 (Magnusson, 1985; Rebelo & Magnusson, 1983). Medem (1971) e Smith (1980) relataram que entre 1950 e 1965 um total de 7,5 milhões de peles provenientes de populações naturais foram exportadas legalmente apenas do Estado do Amazonas. A grande maioria destas peles era provavelmente de *M. niger*. Entre 1960 e 1969, cerca de 1,5 milhão de peles, a maioria de *C. crocodilus*, foram também legalmente exportadas da Amazônia brasileira (Smith, 1980). No final dos anos de 1970 e início da década de 1980, o *M. niger* tornou-se uma espécie rara, sendo que somente 10% das peles confiscadas no Brasil eram dessa espécie (Rebelo & Magnusson, 1983).

A caça foi proibida no Brasil em 1967 (Lei No 5.197). No entanto, a exploração ilegal para a obtenção de peles de jacarés estendeu-se até o início dos anos de 1980 (Smith, 1980; Rebelo & Magnusson, 1983). No final da década de 1970, uma grande mudança ocorreu na exploração comercial de jacarés na Amazônia brasileira Ocidental, mais especificamente no Estado do Amazonas. Os ribeirinhos começaram a vender carne de jacaré salgada, uma vez que a caça de jacarés para a obtenção de peles concentrou-se no Pantanal, provavelmente porque as rotas de contrabando mudaram-se da Colômbia para a Bolívia e Paraguai. No início da década de 1980, Best (1984) já apontava na região de Tefé um comércio bem estabelecido de carne de jacaré do Amazonas com a Colômbia e o Pará, o qual flui até hoje.

Neste Capítulo, retratei a caça ilegal de jacarés na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, localizada na Amazônia ocidental brasileira. Atualmente, a caça comercial de jacarés é comum durante a seca em muitas comunidades da Reserva. O meu objetivo principal neste estudo foi determinar o impacto desta atividade sobre as populações de jacarés, como um primeiro passo para avaliar a potencialidade de uma extração legal e controlada como opção alternativa de manejo. Estimei a extração atual e calculei a importância econômica desta atividade para os residentes e usuários da Reserva, visando avaliar as implicações desta caça comercial para a conservação e o manejo dos jacarés amazônicos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Em 1995, foram visitadas várias comunidades localizadas nas Áreas Focal e Subsidiária da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e os seus arredores (Figura 3). As visitas foram entre janeiro e outubro, com exceção de abril e julho. Na Área Focal e adjacências, foram visitadas 19 comunidades e três casas isoladas dos Setores Mamirauá, Jarauá, Tijuaca, Boa União, Aranapu, Barroso, Horizonte e Liberdade, além da cidade de Uarini (Figura 4). No Panauã (Área Subsidiária), foram visitadas quatro comunidades e seis casas isoladas (Figura 3). Em cada comunidade ou casa isolada visitada, os moradores foram entrevistados informalmente sobre a caça ilegal dos jacarés e a carne encontrada foi pesada.

No caso dos jacarés encontrados ainda inteiros (não descarnados), foi medido o comprimento rostro-anal (CRA, até a parte posterior da cloaca), o comprimento total, determinado o sexo pela presença ou ausência do hemipênis e pesado a carne produzida por cada indivíduo. Em algumas situações não foi possível pesar a carne proveniente dos jacarés inteiros e, nestes casos, a quantidade de carne fresca foi estimada baseada na relação entre o tamanho do jacaré (CRA, cm) e o peso de carne fresca produzida (PCF, gramas). Para *M. niger*, a relação foi a seguinte:  $PCF = 0,0077 * CRA^{3,11}$ ,  $r^2 = 0,89$ ; e para *C. crocodilus* foi  $PCF = 0,0016 * CRA^{3,44}$ ,  $r^2 = 0,93$ . A carne encontrada seca teve o seu peso fresco estimado multiplicando-se o peso seco por 1,6.

Levantamentos noturnos.- Em agosto de 1995, foram realizados levantamentos noturnos utilizando um bote de alumínio com motor de popa de 15 H.P. para avaliar o status das populações de jacarés na Reserva. Neste período, foram realizados 40 levantamentos em 37 corpos de água distintos, totalizando 486 km de margens. Os jacarés foram localizados pelo reflexo dos olhos quando iluminados com faróis manuais, sendo feitas várias aproximações para identificar a espécie (baseado na coloração e formas da cabeça e do corpo), e estimar o CRA a uma distância < 5 m (Da Silveira et al., 1997). Os filhotes recém-nascidos (CRA < 22 cm) não foram incluídos nos levantamentos devido à taxa alta de mortalidade esperada para estes indivíduos. As densidades foram expressas como o número de jacarés observados por quilometro de margem percorrida, excluindo-se os filhotes.

## **RESULTADOS**

Características gerais da caça.- A caça comercial ilegal de jacarés na Reserva Mamirauá foi baseada somente na venda de carne. Não encontrei evidências de comércio de peles, sendo que o único uso para este produto foi para proteger a carne enquanto estava sendo salgada. Os moradores utilizaram pequenas canoas de madeira e os jacarés eram capturados com arpão. Apesar da exploração ocorrer em toda a Reserva Mamirauá, esta foi particularmente intensa na Área Subsidiária (setor Panauã) e menos importante na Área Focal (Tabela 6). No Panauã, comunidades inteiras dedicaram-se a esta atividade durante todo o período da seca. Os moradores locais não têm o hábito de comer carne de jacaré, exceto em algumas festas particulares como tira-gosto de aguardente.

A carne foi vendida salgada e sem ossos para compradores regatões, que me informaram que o produto destinava-se principalmente para o mercado colombiano e secundariamente para o Estado do Pará. Estes compradores negociam principalmente peixe, e a maior parte da carne de jacaré é misturada e vendida na Colômbia como pirarucu (*Arapaima gigas*) ou peixe-liso (e.g. bagres), que são muito apreciados naquele país. Segundo os compradores entrevistados, no Pará a carne foi comercializada como jacaré.

Apesar da caça de jacarés poder estender-se ao longo de todo o ano, esta foi mais intensa no período da seca, a partir de agosto, quando o nível da água já começou a descer. Tradicionalmente, o fim da caça anual acontece na comemoração da Semana Santa, no final de março e início de abril. Nesta semana, o consumo de carne branca aumenta, pois a tradição católica não recomenda o consumo de carne vermelha nesta ocasião. O preço pago na fonte pelo quilograma de jacaré salgado variou de US\$ 0.7 a US\$ 0.9.

Quantidade de carne comercializada.- Nas comunidades visitadas no período de amostragem, encontrei carne de jacaré entre janeiro-março e setembro-outubro de 1995. Entre janeiro e março, pesei 6.671 kg de carne fresca de jacaré. Deste total, 3.443 kg (51,6%) eram provenientes de 221 *M. niger*, 1.805 kg (27,1%) provenientes de 191 *C. crocodilus*, e o restante de jacarés cuja espécie não determinei mas, baseado na cor e no tamanho das mantas de carne, concluí que a maioria era de *M. niger*. Baseado em entrevistas informais com os moradores, outros 2.930 kg de carne seca de jacarés (equivalente a 4.688 kg de carne fresca) foram comercializadas neste mesmo período (Tabela 6).

Entre setembro e outubro, durante 16 dias de amostragem, pesei 3.421 kg, sendo 2.988 kg (87,3%) provenientes de 172 *M. niger* e 433 kg (12,7%) de 24 *C. crocodilus*. Baseado em entrevistas, descobri que mais 4.345 kg de carne seca (equivalente a 6.952 kg de carne fresca) foram vendidos em setembro (Tabela 6).

Em função destes dados, estimei que durante o pico da caça dos jacarés (agosto-dezembro) nas áreas amostradas, um mínimo de 10.000 kg de carne fresca de jacaré foi comercializada mensalmente. Com a subida do nível da água, a pressão de exploração não foi tão intensa, mas estimei que entre janeiro e abril um mínimo de 3.800 kg foi comercializado mensalmente na mesma área. Considerando-se os cinco meses de pico de exploração e os quatro meses de exploração menos intensa, estimei que em 1995 foram comercializadas 65.200 kg de carne fresca de jacaré. No entanto, como as amostragens cobriram cerca de 56% da área total da Reserva, é possível que somente em 1995 foram comercializadas 115.000 kg de carne de jacaré ao longo da Reserva. Considerando-se que em média 74,2% do total de carne comercializada era

de *M. niger*, e o rendimento médio de um *M. niger* é de 16,4 kg, e de 10,4 kg para *C. crocodilus*, conclui-se que para produzir 115 toneladas de carne de jacaré foram necessários em torno de 5.230 *M. niger* e 2.865 *C. crocodilus*.

Tabela 6.- Setor, localidade, data, número de *Caiman crocodilus crocodilus* (N.CC) e de *Melanosuchus niger* (N.MN) abatidos, e as respectivas massas de carne produzidas (P.CC e P.MN, em kg) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. P. = paranã; L. = lago, C. = comunidade; CS = casa; CI = casa isolada; \* = lote de carne pesado sem distinção da espécie.

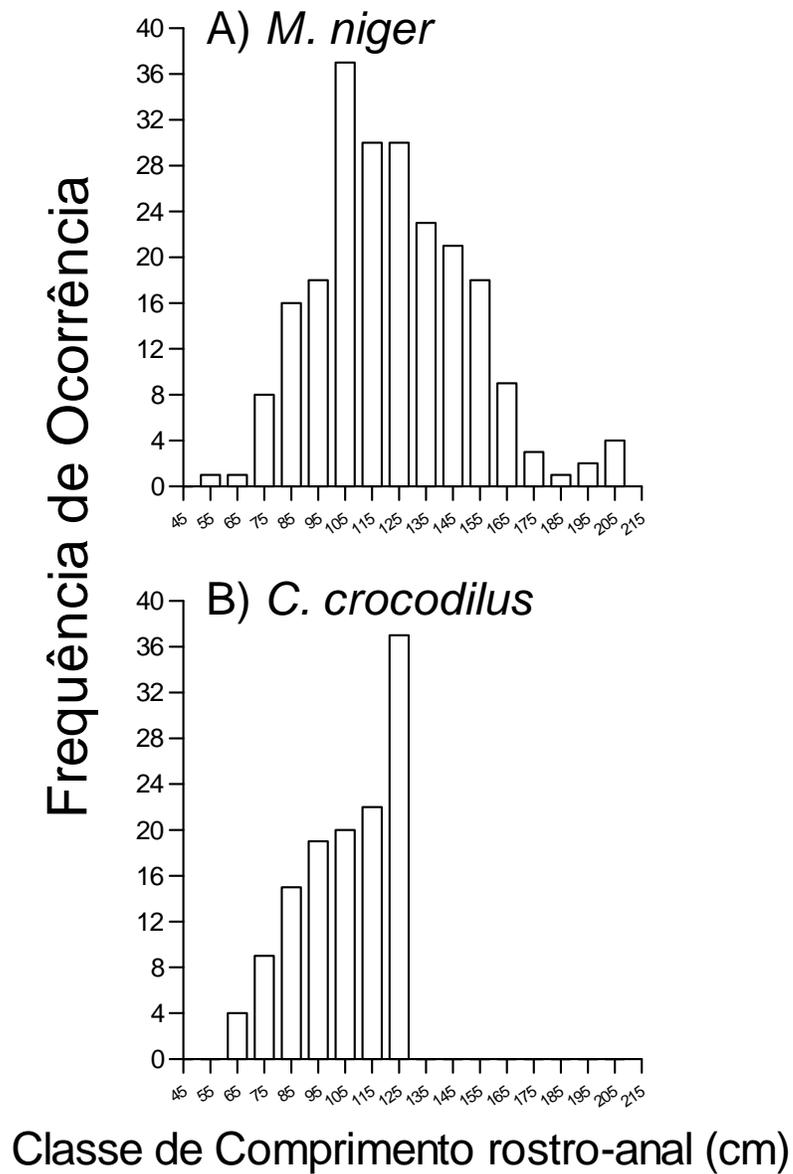
SETOR	LOCALIDADE	DATA	N.CC	P.CC	N.MN	P.MN	OBSERVAÇÕES
Panauã	P. Panauã-CI1	27/01/95	.	.	.	.	640 kg*
Panauã	C. Boca Panauã-CS4	28/01/95	16	111,5	35	507,0	250 kg já vendidos
Panauã	P. Panauã-CI1	28/01/95	01	14,0	06	81,0	500 kg já vendidos
Panauã	C. S. F. Bóia-CS1	28/01/95	10	89,0	29	314,5	550 kg já vendidos
Panauã	C. S. F. Bóia-CS1	30/01/95	12	110,4	02	19,0	.
Panauã	C. S. F. Bóia-CS2	30/01/95	02	7,2	19	197,4	141 kg já vendidos
Barroso	C. Maguari	01/02/95	.	.	.	.	481kg*
Barroso	C. Maguari	03/02/95	01	21,0	01	34,0	.
Jarauá	C. Jarauá-CS1	05/02/95	40	246,8	.	240,0	.
Jarauá	C. Jarauá-CS2	05/02/95	.	.	12	137,6	.
Jarauá	C. Jarauá-CS3	05/02/95	.	.	23	550,0	.
Jarauá	C. Jarauá-CS1	05/02/95	13	147,6	.	.	.
Jarauá	C. Jarauá-CS1	05/02/95	03	28,8	.	.	.
Panauã	C. Boca Panauã-CS1	17/03/95	68	716,0	70	973,0	.
Panauã	C. Boca Panauã-CS5	17/03/95	04	69,6	01	50,4	.
Panauã	C. Boca Panauã-CS6	17/03/95	10	133,4	05	76,5	.
Panauã	C. Viola	18/03/95	01	10,20	03	45,9	.
Panauã	C. Viola	20/03/95	01	9,5	05	116,2	.
Panauã	C. Boca Panauã-CS1	20/03/95	09	90,0	10	100,5	.
Panauã	C. Maguari	20/03/95	.	.	.	.	302 kg*
Panauã	C. Barroso	20/03/95	.	.	.	.	620 kg já vendidos
Jarauá	C. Jarauá	22/03/95	.	.	.	.	768 kg já vendidos
Cauaçu	Cauaçu-do-Meio-CI	26/03/95	.	.	.	.	960 kg já vendidos
Mamirauá	C. Sítio S. José	31/03/95	.	.	.	.	362 kg já vendidos
Mamirauá	C. Boca Mamirauá	31/03/95	.	.	.	.	537 kg já vendidos
Mamirauá	C. Boca Mamirauá	22/09/95	0	0	0	0	.
Mamirauá	C. Sítio S. José	22/09/95	0	0	02	24,0	.
Jarauá	C. Japão	22/09/95	0	0	0	0	.
Jarauá	C. Nova Pirapucu	22/09/95	0	0	0	0	Acesso impossível
Tijuaca	C. Vila Nova Putiri	23/09/95	0	0	0	0	.
Tijuaca	C. Betânia	23/09/95	0	0	0	0	.
Tijuaca	Rio Japurá-CI	23/09/95	0	0	0	0	.
Tijuaca	C. S. Franc. Cururu	23/09/95	0	0	0	0	.
Boa União	C. V. N. Cuiu-Cuiu	23/09/95	0	0	0	0	.
Boa União	C. S. J. Cuiu-Cuiu	23/09/95	0	0	0	0	.
Aranapu	C. Pentecostal	24/09/95	0	0	0	0	432 kg vendidos
Panauã	C. S. F. Bóia	24/09/95	01	3,5	07	239,5	.
Panauã	C. Viola	25/09/95	0	0	18	331,0	1.040 kg vendidos
Panauã	P. Panauã-CI2	25/09/95	0	0	01	18,0	440 kg vendidos
Panauã	L. Jacaré-CI	25/09/95	0	0	0	0	720 kg vendidos
Panauã	L. Jutai-Grande-CI	25/09/95	0	0	0	0	720 kg vendidos

Tabela 6.- Continuação.

SETOR	LOCALIDADE	DATA	N.CC	P.CC	N.MN	P.MN	OBSERVAÇÕES
Panauã	C. Iganhoara	25/09/95	0	0	0	0	320 kg vendidos
Panauã	C. Boca Panauã-CS1	25/09/95	0	0	02	82,6	.
Panauã	Cano Guedes-CI	25-30/09/95	01	20,0	64	1.113,4	224 kg já vendidos
Panauã	C. Boca Panauã-CS2	26/09/95	0	0	04	153,0	800 kg já vendidos
Panauã	C. Boca Samaumeira	26/09/95	0	0	0	0	480 kg já vendidos
Panauã	C. Boca Panauã-CS4	28-30/09/95	10	101,6	48	596,6	.
Panauã	P. Panauã-CI1	26/09/95	0	0	06	74,7	.
Panauã	C. Boca Panauã-CS3	26/09/95	01	2,8	12	231,0	.
Barroso	C. Maguari	26/09/95	0	0	0	0	912 kg já vendidos
Barroso	C. Barroso	26/09/95	0	0	0	0	560 kg já vendidos
Panauã	C. Boca Panauã-CS3	30/09/95	10	301,5	07	119,0	.
Panauã	C. Viola	30/09/95	.	.	.	.	224 kg já vendidos
Horizonte	C. São João	01/10/95	0	0	01	5,2	.
Horizonte	C. Porto Braga	01/10/95	.	.	.	.	Acesso impossível
Horizonte	C. Sta. L. Horizonte	01/10/95	0	0	0	0	.
Horizonte	Aiucá-cima-de-Cima	01/10/95	.	.	.	.	80 kg vendidos
Horizonte	C. Porto Praia	01/10/95	0	0	0	0	.
Uarini	C. Uarini	01/10/95	0	0	0	0	.
Mamirauá	P. Mamirauá-CI	13/10/95	01	3,6	0	0	.
Total			215	2.238	393	6.431	13.063

Tamanhos e sexos dos jacarés abatidos.- A distribuição das classes de tamanho dos jacarés abatidos foi estimada de uma amostra de 222 *M. niger* (Figura 15A) e de 126 *C. crocodilus* (Figura 15B). Aproximadamente 44% dos *M. niger* caçados eram de  $105 \text{ cm} \leq \text{CRA} \leq 125 \text{ cm}$ , o que corresponde aos machos subadultos e fêmeas subadultas e adultas. Aproximadamente 50% dos *M. niger* eram de  $\text{CRA} \geq 120 \text{ cm}$ , que corresponde ao tamanho no qual provavelmente as fêmeas atingem a maturidade sexual (Capítulo IV). Os machos provavelmente atingem a maturidade sexual em tamanhos maiores. A razão sexual dos *M. niger* abatidos foi tendenciosa para machos: 77 machos e 22 fêmeas (3,5:1). A maioria dos *C. crocodilus* abatidos eram da classe de  $\text{CRA} \geq 105 \text{ cm}$ , o que compreende somente machos adultos grandes. Para esta espécie, a razão sexual foi ainda mais tendenciosa para machos, sendo encontrados 62 machos e somente 5 fêmeas (12,4:1). Usando-se o valor de 70 cm de CRA para adultos de *C. crocodilus*, conclui-se 97% dos indivíduos abatidos eram sexualmente maduros.

Figura 15.- Distribuição das classes de comprimento rostro-anal de (A) 222 *M. niger* e de (B) 126 *C. crocodilus* caçados na Reserva Mamirauá em 1995. Cada classe de CRA tem o intervalo de 10 cm, centrado nos valores mostrados.

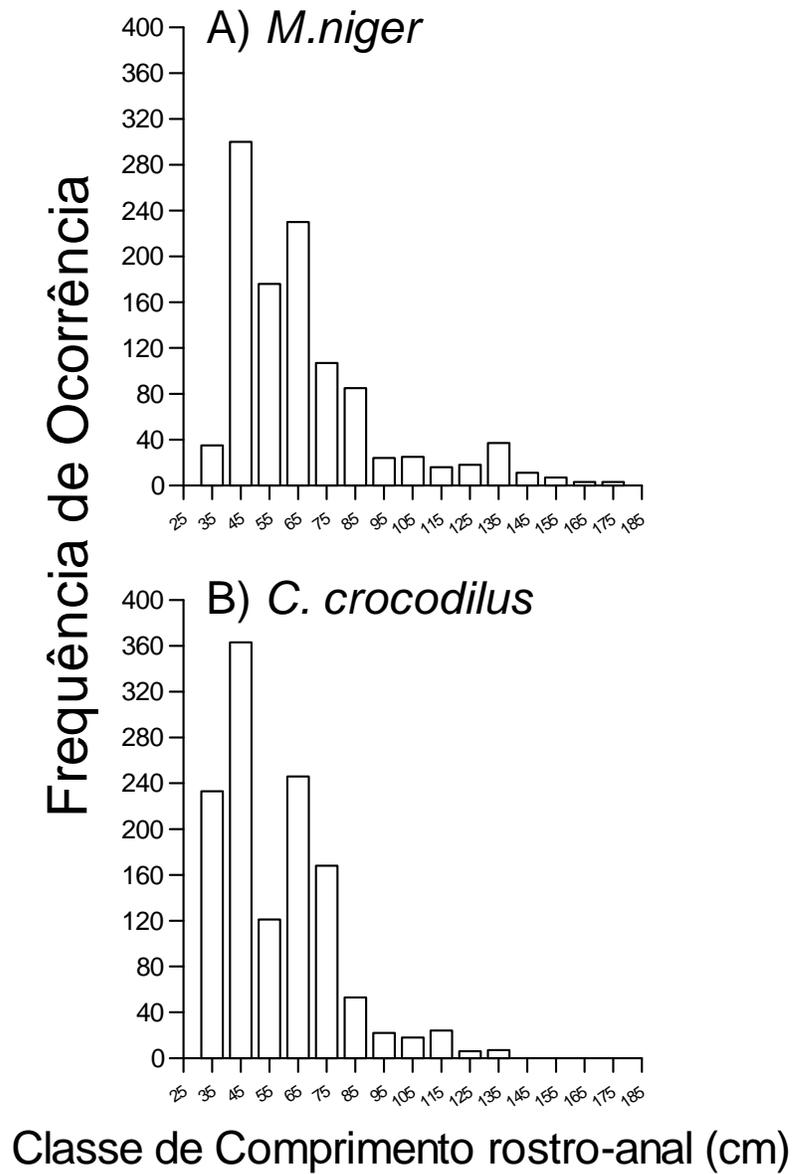


Status das populações de jacarés.- Em agosto de 1995, contei 8.545 jacarés em levantamentos noturnos nos setores Mamirauá, Jarauá, Tijuaca, Boa União, Aranapú, Barroso e Panauã, este último localizado na Área Subsidiária da Reserva Mamirauá (Figuras 3 e 4). Apesar do nível da água geralmente estar bastante baixo somente entre setembro e outubro, 1995 foi um ano com o período seco bastante pronunciado e o nível da água já estava bastante baixo no período dos levantamentos.

Entre os jacarés que consegui determinar a espécie (n = 2.394), 53,7% eram *C. crocodilus*, 46% *M. niger* e 0,3% *Paleosuchus palpebrosus* (jacaré-paguá). As densidades, excluindo-se os filhotes, variaram de 0,9 a 115 jacarés/km de margem percorrida. Não ocorreu diferença significativa nas densidades observadas entre os Setores da Reserva (ANOVA,  $F_{5,33} = 1,50$ ,  $p = 0,22$ ), apesar de que densidades superiores a 30 jacarés/km de margem ocorreram somente nos setores Mamirauá e Jarauá, onde a caça de jacarés foi menos acentuada.

As estruturas das classes de tamanho das populações foram baseadas em estimativas do CRA de uma amostra (n = 2.337) dos jacarés vistos nos levantamentos. Dos 1.261 *C. crocodilus* com os tamanhos estimados, 24% eram de  $CRA > 70$  cm (Figura 16B). No entanto, dos 1.076 *M. niger* com o tamanho estimado, somente 1% era de  $CRA \geq 150$  cm (Figura 16A).

Figura 16.- Distribuição das classes de comprimento rostro-anal de (A) 1.076 *M. niger* e de (B) 1.261 *C. crocodilus* estimados durante levantamentos noturnos em 1995 na Reserva Mamirauá. Cada classe de CRA tem o intervalo de 10 cm, centrado nos valores mostrados.



## DISCUSSÃO

A caça comercial de crocodilianos na natureza para a obtenção de peles teve efeitos muito maléficos sobre várias espécies no mundo (Groombridge, 1982). Na Amazônia, a espécie mais afetada por esta forma de aproveitamento econômico foi o *M. niger* (Plotkin et al., 1983), mas o *C. crocodylus* também foi muito explorado (Smith, 1980). No Brasil, a caça de jacarés na natureza tornou-se ilegal em 1967, quando foi sancionada a Lei No 5.197 pelo General Castelo Branco, proibindo a caça profissional. Após um hiato de mais de 20 anos da caça por peles, as populações de *M. niger* recuperam-se em toda a sua área de distribuição (Ross, 1998), sendo que na Reserva Mamirauá este crescimento foi mais evidente (Da Silveira, et al., no prelo).

Este estudo foi o primeiro a analisar a caça de jacarés para a obtenção de carne na Amazônica brasileira, e a esclarecer como esta difere do sistema de exploração anterior por peles. Estas diferenças incluem uma interação complexa de fatores, tais como: 1) o fato da exploração ser legal ou ilegal; 2) a diferença nos incentivos econômicos para a exploração de peles ou carne; 3) o tamanho dos animais abatidos; 4) a logística do transporte dos produtos (peles x carne); e 5) os habitats explorados pelos caçadores são distintos.

A caça de jacarés em Mamirauá para a obtenção de peles parece ter começado no início dos anos de 1940. Além das peles, que eram exportadas para outros países, a gordura foi usada em Tefé para o funcionamento dos geradores elétricos, misturada com óleo diesel na proporção de 7:1 (Pereira, 1944). Segundo entrevistas com residentes antigos da região, os incentivos para a caça de jacarés naquele período eram grandes e estimulavam a exploração mesmo nas áreas mais remotas da Reserva. As famílias montavam benfeitorias na margem dos lagos no interior da floresta de várzea e viviam basicamente da exploração de peles de jacarés, e em menor proporção da pesca de pirarucu (*Arapaima gigas*). A caça comercial de jacarés apresentou fases cíclicas de altos e baixos, até o final da década de 1960.

Os residentes de Mamirauá relataram que na década de 1960 o *M. niger* tornou-se escasso, sendo que poucos indivíduos eram vistos nos corpos de água maiores. Nesta época, os

bancos extensos e densos de macrófitas aquáticas podem ter sido os únicos e mais importantes refúgios para os jacarés na região. Com a ilegalidade da caça de jacarés, a escassez de *M. niger* e a mudança das rotas de tráfico de peles da Colômbia para a Bolívia e Paraguai, o comércio de peles basicamente acabou no médio rio Solimões. Apesar de uma exploração em menor escala ter ocorrido em outras áreas da Amazônia brasileira até o início dos anos de 1980 (Rebelo & Magnusson, 1983).

Em Mamirauá, a caça ilegal de jacarés para a obtenção de carne começou logo após o fim da exploração por peles. Desde o início, a comercialização de carne de jacaré aparentemente teve dois destinos (Best, 1984; este estudo): rio acima (Colômbia) onde é vendida como pescado, e rio abaixo (Pará), onde é comercializada também como jacaré.

Na Reserva Mamirauá, o período de caça intensiva de jacarés começa em agosto, e apesar do pico da extração ocorrer no período da seca, esta pode estender-se por todo o ano. O preço por quilo tende a aumentar no período de enchente/cheia, quando a oferta é menor. O comércio de carne de jacarés na Reserva Mamirauá segue o sistema tradicional de “aviamento”, usado pelos comerciantes locais. Os maiores compradores estão localizados nos centros urbanos (Tefé e Alvarães), de onde controlam toda a comercialização. Em Alvarães, existem atualmente três grandes compradores de carne de jacaré, cujos barcos navegam nas bacias dos rios Solimões e Japurá, provendo os ribeirinhos do material necessário (combustível, alimentação e sal) para a caça dos jacarés. Aproximadamente um mês depois, os barcos retornam às comunidades para a coleta da carne. O pagamento aos ribeirinhos é feito principalmente com alimentos superfaturados (grãos, café, açúcar, etc.), e o valor dos gêneros anteriormente deixados pelo comprador são descontados na recepção da carne. Segundo os caçadores o lucro líquido deles é pequeno e muitas vezes nulo.

Uma vez que a maioria dos ribeirinhos não possui um meio de transporte próprio para escoar o seu produto, e para contatar outros comerciantes, eles acabam negociando a carne a preços muito baixos. Por sua vez, os comerciantes compram a carne a um valor baixo porque o

mercado é ilegal, e o comprador está sujeito a problemas com o IBAMA até atingir o mercado consumidor da carne.

Paradoxalmente, enquanto a exploração anterior por peles reduziu significativamente as populações de jacarés da Amazônia, isto não tem ocorrido com a exploração por carne na Reserva Mamirauá. Nesta área, apesar da exploração por carne estender-se por mais de 20 anos, as densidades de *M. niger* reportadas para a Reserva Mamirauá (Da Silveira, no prelo) são as maiores conhecidas para a espécie (Vanzolini & Gomes, 1979; Plotkin et al., 1983; Vasquez, 1991; Thorbjarnarson, 1992; Brazaitis et al., 1996; Da Silveira et al., 1997; Ross, 1998). Em algumas partes da Reserva (setores Mamirauá e Jarauá), as densidades e a estrutura dos tamanhos da população de *M. niger* são similares às aquelas reportadas por Herron (1994) para populações que nunca estiveram sujeitas à pressão de caça comercial.

A coexistência da exploração intensa de jacarés para obtenção de carne e uma população grande causa perplexidade. No entanto, constatei que a dinâmica da exploração por carne é muito diferente da exploração por peles. Rebelo e Magnusson (1983) sugeriram que devido à seletividade do mercado de peles de *M. niger* de comprimento rostro-anal  $< 50$  cm, poucos animais eram recrutados para a população de adultos. Em contraste, em Mamirauá os *M. niger* abatidos são principalmente de CRA entre 100 e 150 cm, o que corresponde a um comprimento total de 205 a 306 cm (Capítulo IV). Estas classes de tamanhos compreende principalmente as fêmeas adultas, e machos subadultos ou adultos menores. No entanto, a razão sexual dos jacarés abatidos na Reserva Mamirauá foi tendenciosa para machos em ambas as espécies.

O impacto biológico do aproveitamento econômico sobre populações de jacarés depende principalmente do número de animais removidos, e das características demográficas da população explorada. Devido ao sistema de poligamia esperado para todas as espécies de crocodilianos, uma exploração que vise a extração de machos adultos terá menor impacto na população do que a exploração baseada no abate de fêmeas adultas (Thorbjarnarson, 1991). Nestas condições, uma população com um número relativamente maior de machos pode ser

explorada com relativamente pouco impacto no seu potencial reprodutivo e portanto na renovação dos estoques.

Na Reserva Mamirauá, a tendência acentuada de abater os machos sugeriu que existem alguns fatores que desviam a razão sexual dos indivíduos caçados. Baseado em estudos da ecologia do *M. niger* (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000) e em conversas com ribeirinhos, postulei que isto ocorre devido à preferência das fêmeas adultas de *M. niger* por lagos internos, densamente ocupados por macrófitas aquáticas e de difícil acesso da Reserva. Sendo assim, os ribeirinhos caçam os jacarés mais acessíveis e que ocupam os corpos de água mais abertos, os quais são povoados principalmente por machos subadultos ou adultos menores.

No caso do *C. crocodilus*, as populações reprodutivas habitam preferencialmente os lagos e canais (canos e paranãs) de mais fácil acesso, e que são as áreas sujeitas a maior pressão de caça; mas ainda neste caso a razão sexual dos indivíduos abatidos desta espécie foi altamente tendenciosa para machos. Isto ocorreu principalmente porque o *C. crocodilus* é menor do que o *M. niger*, e sendo assim os ribeirinhos preferem abater somente os indivíduos maiores (CRA > 100 cm), que são principalmente machos. Os ribeirinhos selecionam os *C. crocodilus* maiores porque eles produzem mais carne, sendo a sua exploração mais vantajosa.

No passado, a exploração por peles foi uma atividade muito mais lucrativa do que a exploração atual por carne. Os preços altos pagos pelas peles foram um grande incentivo econômico para a exploração. Os moradores locais relataram que quando a exploração visava peles, eles entravam até os corpos de água de acesso mais difícil para caçar jacarés. Em contraste, em função do preço atualmente pago pela carne de jacaré ser relativamente baixo, e a carne ser mais difícil de ser transportada, eles caçam somente os jacarés dos corpos de água mais acessíveis, não compensando aos ribeirinhos fazer uma caminhada difícil no interior da floresta até os lagos interiores aonde as fêmeas de *M. niger* nidificam (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000).

O grau no qual os incentivos econômicos dirigem a dinâmica do sistema de exploração pode ser claramente visto ao comparar a exploração de jacarés com a de pirarucu. O pirarucu (*A. gigas*) é o maior peixe de escama da Amazônia e pode ser encontrado na Reserva Mamirauá na maioria dos lagos onde o *M. niger* ocorre. Devido a sobrepesca, o pirarucu é atualmente uma espécie rara na maior parte da bacia Amazônica. No entanto, em Mamirauá, o pirarucu é comum na maioria dos lagos interiores que também são as áreas principais de nidificação de *M. niger*. Tanto os jacarés como os pirarucus são capturados com arpões, utilizando-se pequenas canoas de madeira, e a carne de ambos é vendida salgada. No entanto, o preço pago pela carne salgada de pirarucu é 2,5 a 3,0 vezes mais alto do que o valor pago pela carne de jacaré. Durante o estudo da ecologia reprodutiva de *M. niger* (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000), entramos em muitos lagos interiores e encontramos muitas evidências de pesca de pirarucu, mas não de jacaré. Devido à abundância relativa do pirarucu ser menor, e ao alto valor comercial de sua carne, os pescadores entram até os lagos internos para pescar pirarucu, mas não jacarés.

Minha estimativa de que 115 toneladas de carne de jacaré foram comercializadas em 1995, foi baseada na pesagem de 13 toneladas encontradas nas comunidades da Reserva, e nos relatos de outros membros do Projeto Mamirauá, que informaram que entre abril e maio de 1995 os comerciantes em Alvarães tinham estocado mais 11,8 toneladas de carne de jacaré. Seguramente, a maioria dessa carne foi proveniente da Reserva Mamirauá. Baseado no preço médio de US\$ 0,8/kg de carne seca, a venda de 115.000 kg de carne fresca (equivalente a 72.000 kg de carne seca) pode ter gerado US\$ 57,600 para as comunidades locais.

O estudo das atividades sócio-econômicas dos residentes da Reserva Mamirauá (Lima-Ayres, 1992) estimou que em média cada morador comercializa anualmente 19 kg de carne fresca e 5 kg de carne salgada de jacaré (totalizando 27 kg de carne fresca por morador). Esse comércio geraria US\$ 22 por ano para cada morador. Na época, estimou-se que 791 moradores extraíam recursos da Reserva, o que implicou em um total de 21.000 kg de carne de jacaré produzida anualmente na área. No entanto, Lima-Ayres (1992) conduziu os seus estudos na parte meridional da Reserva, onde ocorre relativamente pouca caça de jacarés. Os resultados do presente estudo indicaram que a exploração de jacarés foi uma atividade muito mais importante na Área

Subsidiária (setor Panauã). Nesta área, durante vários meses do ano, a caça de jacarés é basicamente a única atividade econômica desenvolvida pela maioria dos comunitários.

Pelo fato de ser ilegal, os moradores vendem a carne de jacaré a um preço muito baixo e a maioria do lucro fica com os comerciantes atravessadores. Com um programa de manejo apropriado, os moradores de Mamirauá poderiam ter um retorno econômico maior com o mesmo volume de carne atualmente comercializado, o que permitiria a manutenção de uma parcela maior das populações de jacarés na área. Com a legalização e o pagamento de licenças para abater os jacarés em uma proposta de plano de manejo, o IBAMA, o Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas (IPAAM) e o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) também seriam beneficiados, e os fundos arrecadados revertidos para o monitoramento e pesquisa das populações naturais, assim como para o controle e a fiscalização (Da Silveira et al., 1999).

Um dos maiores problemas dos programas de manejo de peles é o fato de que a demanda é controlada pelo comércio internacional de luxúrias, e portanto o preço pago pela pele pode flutuar muito (King, 1999). O sistema atual de exploração por carne possui uma série de aspectos biológicos que protegem as populações de sobrecaça, e pode ser usado como uma base de manejo auto-sustentável. O preço pago pela carne também poderia ser mais facilmente controlável pelo país manejador de jacarés, gerando um mercado e preços mais estáveis.

Segundo as normas da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES), o comércio internacional é possível para *C. crocodilus*, mas não para *M. niger*, por estar classificado no restritivo Apêndice I do CITES. No entanto, a transferência do *M. niger* do Apêndice I para o II, permitindo desta forma o seu comércio internacional, poderá ocorrer em um futuro próximo (Da Silveira, et al., 1999; Da Silveira, no prelo). A implementação de esforços adequados e de infra-estrutura de monitoramento para garantir a normatização do manejo serão mais difíceis nas áreas mais remotas, e vai requerer um planejamento extensivo, e a cooperação entre IBAMA, IPAAM (no

caso do Amazonas), Polícia Federal, Forças Armadas e principalmente das comunidades ribeirinhas.

A possível sustentabilidade da caça de jacarés em Mamirauá pode estar associada ao fato de que muitas áreas extensas são inacessíveis aos caçadores, gerando uma situação de “fonte-ralo” (source-sink), onde a parcela removida é relativamente pequena em relação à população total (Magnusson, 1999; Robinson & Bennett, 2000). No entanto, uma vez que Mamirauá ocupa na sua totalidade habitats de várzeas extensas, este modelo de exploração sustentável pode ser um caso especial e que não necessariamente será aplicável para toda a bacia Amazônica (Da Silveira, no prelo).

A caça de jacarés é uma atividade familiar, muitas vezes envolvendo avós, filhos e netos na sua execução. Sendo assim, esta atividade é uma importante fonte de renda familiar, fator este que precisa ser considerado com muito critério.

Atualmente, o IBAMA, o IPAAM, o IDSM, a Wildlife Conservation Society (WCS), o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), a Universidade do Amazonas, a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA) e o Grupo de Especialistas em Crocodilianos (CSG-IUCN/SSC) avaliam a possibilidade de aproveitamento econômico dos jacarés do Estado do Amazonas, como uma estratégia de conservação e manejo das populações naturais e da melhoria da qualidade de vida dos ribeirinhos (Da Silveira, et al., 1999). Mamirauá, assim como outras Reservas de Desenvolvimento Sustentável que começam a surgir, são Unidades de Conservação apropriadas para a implementação do manejo extensivo dos jacarés (Da Silveira, et al., 1999), pois estas reservas são projetadas não somente para a proteção da Biota Amazônica, mas também para o desenvolvimento de métodos de aproveitamento auto-sustentável dos recursos naturais visando a melhoria da qualidade de vida da população local (Mamirauá, 1996; SNUC, 2000).

Recentemente, a Sociedade Civil Mamirauá (SCM) criou o Projeto de Comercialização de Pescado (PCP), que é coordenado pela SCM e pelos moradores do setor Jarauá . Em um

horizonte de tempo de médio a longo prazo, os jacarés poderão ser incluídos como um subproduto do PCP. Deste modo, poderia ser feito um rodízio anual na captura de peixes e jacarés (ver Magnusson, 1999). Sendo assim, em um ou dois anos o esforço seria concentrado nos jacarés, deixando “descansar” os estoques pesqueiros, e em um período seguinte ocorreria o inverso.

No Brasil, a barreira maior para o manejo auto-sustentável dos jacarés, assim como de toda a fauna, é a Lei No 5.197 que proíbe a “caça profissional” como ferramenta de conservação das populações naturais. Idealmente, esta proibição precisa ser detalhada para um formato mais “eficaz”, no sentido de permitir o uso auto-sustentável dos jacarés em áreas específicas onde existam planos de manejo e de monitoramento. Esta mudança da Lei é uma solicitação antiga dos especialistas em crocodilianos no Brasil (Magnusson & Mariano, 1986; Magnusson & Mourão, 1997; Coutinho et al., 1997; Da Silveira, et al., 1999; Mourão, 2000; Da Silveira, no prelo), e seguramente é a forma mais realista de combater o comércio ilegal e assegurar a manutenção das populações naturais de jacarés, um fascinante e abundante elemento da fauna amazônica.

## **CAPÍTULO VI: DISCUSSÃO FINAL E CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSERVAÇÃO DOS JACARÉS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Neste Capítulo, fiz uma avaliação geral de como as questões abordadas nos Capítulos anteriores contribuíram para aumentar o conhecimento da ecologia e dos mecanismos da caça e da comercialização ilegal do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e do jacaré-tinga (*Caiman crocodilus crocodilus*), e como os resultados e a experiência adquiridos durante a realização desta tese poderão colaborar no delineamento das pesquisas futuras, e no desenvolvimento de estratégias políticas para a conservação, o manejo e o monitoramento destas espécies na Amazônia brasileira.

No Capítulo III, investiguei os efeitos de algumas variáveis ambientais sobre o número de *M. niger* e de *C. crocodilus* vistos durante levantamentos noturnos na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Este foi o primeiro estudo a abordar esta questão em habitats de várzea da Amazônia brasileira, e a conclusão mais importante foi que os modelos matemáticos desenvolvidos para dois corpos de água da Reserva Mamirauá não foram adequados para prever o número esperado de jacarés em levantamentos noturnos feitos em 18 outros corpos de água similares da Reserva, baseado somente nas variáveis ambientais estudadas. Sendo assim, para monitorar as tendências (crescimento, decréscimo ou estabilidade) da distribuição e da abundância das populações de jacarés na Reserva Mamirauá, serão necessários levantamentos noturnos regulares em um número grande de corpos de água na área. Esta conclusão deve ser válida para todas as florestas inundáveis da Amazônia brasileira.

Nas florestas alagáveis da Amazônia ocorrem três (este estudo) ou quatro (Da Silveira et al., 1997) espécies de jacarés, e portanto a interpretação dos efeitos das variáveis ambientais sobre o número de indivíduos vistos em levantamentos noturnos é relativamente complexa. Alguns fatores, como a intensidade luminosa da lua, podem ter um efeito sobre uma espécie (e.g. *M. niger*), mas não sobre outra (e.g. *C. crocodilus*). Um outro agravante é que estes fatores podem ter um efeito geograficamente localizado. Por exemplo, a intensidade luminosa da lua teve

efeito positivo sobre o número de *M. niger* vistos no lago Mamirauá, mas não teve efeito sobre esta espécie nos levantamentos feitos em outros 19 corpos de água da Reserva Mamirauá.

Outras variáveis ambientais, como o nível da água, podem afetar as populações de *M. niger* e de *C. crocodilus* em todas as florestas alagáveis da Amazônia, mas a magnitude destes efeitos podem variar localmente. Isto porque, existe interação entre o nível da água e o tipo de hábitat ou localidade, indicando que os jacarés respondem diferentemente às variações do nível da água em função das características do corpo de água que ocupam.

As relações entre o número de jacarés vistos nos levantamentos noturnos e as variáveis ambientais foram complexas, indicando que informações pontuais não devem ser extrapoladas para toda a população, e muito menos para outras populações amazônicas. Sendo assim, para estimar a distribuição e abundância do *M. niger* e do *C. crocodilus* na Amazônia, e localizar as áreas com maior potencial de aproveitamento econômico, é imprescindível a realização de levantamentos noturnos padronizados nas diferentes regiões. Atualmente, os Estados do Norte do Brasil com maior urgência destas informações são os seguintes, em ordem de prioridade: Pará, Rondônia, Amapá, Roraima e Acre, o que implica em um projeto de no mínimo 3 a 5 anos de trabalho de campo. A realização de cursos para o treinamento de pessoal para este fim seria oportuna.

No Capítulo IV, apresentei os resultados do estudo dos padrões de crescimento do *M. niger* e do *C. crocodilus* no arquipélago da Estação Ecológica de Anavilhanas e na Reserva Mamirauá. Esta foi a primeira análise do crescimento destas espécies em sistemas de várzea e de igapó de água “preta” na Amazônia brasileira. O fato do *C. crocodilus* ter crescido de forma estatisticamente similar nestas duas Reservas, apesar destas possuírem habitats, disponibilidades de alimento e abundâncias de *M. niger* bastantes distintos, não era esperado e evidenciou a grande capacidade adaptativa desta espécie. Mais interessante ainda foi ter constatado uma possível relação do padrão de crescimento desta espécie com a latitude que as populações ocorrem. Este efeito precisa ser analisado mais profundamente em estudos futuros.

O fato do *M. niger* crescer mais lentamente em Mamirauá do que em Anavilhanas também foi uma surpresa. Possivelmente, densidades altas de *M. niger*, e o maior potencial de interações sociais negativas associado, afetam o crescimento dos indivíduos e interferem na dinâmica populacional desta espécie. Para o *C. crocodilus*, o efeito da densidade pareceu não ser tão relevante, ou foi compensado pela quantidade maior de alimento na Reserva Mamirauá. Nestas circunstâncias, uma redução no número de *M. niger* grandes mediante um programa de abate controlado na Reserva Mamirauá poderá acelerar o crescimento dos indivíduos menores. Na Venezuela, nas regiões em que os jacarés estão sujeitos ao abate controlado em um programa oficial do Governo, as populações de jacarés estão em melhor estado de conservação, em termos de estrutura de tamanhos, do que nas áreas não sujeitas ao aproveitamento econômico (Velasco et al., 1997a, 1997b). Na Reserva Mamirauá, o aumento esperado na taxa de crescimento dos *M. niger* em função da diminuição da densidade poderá contribuir para a sustentabilidade do aproveitamento econômico deste recurso.

O Capítulo V contém a primeira avaliação científica das técnicas utilizadas pelos ribeirinhos, e da intensidade e conseqüências da caça ilegal de jacarés para a obtenção de carne na Amazônia brasileira. Atividade esta que até então era basicamente desconhecida pelos governos do Amazonas e Federal, e pelas comunidades científicas nacional e internacional.

Os fortes indícios de sustentabilidade da caça de *M. niger* e de *C. crocodilus* na Reserva Mamirauá levantados por esta pesquisa abriu novos horizontes para a conservação e o manejo destas espécies na Amazônia brasileira. No entanto, o sistema de “fonte-ralo” encontrado em Mamirauá, fenômeno este que parece ser relevante para a sustentabilidade da exploração da fauna amazônica (Novaro et al., 2000; Robinson & Bennett, 2000), pode ser um caso especial da várzea do médio rio Solimões. Sendo assim, extrapolações para outras áreas devem ser feitas com cautela, e cada bacia hidrográfica ou região necessita ser avaliada neste aspecto.

O futuro da conservação do *M. niger* e do *C. crocodilus* na Amazônia brasileira é incerto, pelos seguintes motivos:

1) A estratégia governamental de preservação total dos jacarés, e de toda a fauna (Lei 5.197), proíbe o seu uso direto em estado selvagem. Esta proibição, além de não ser socialmente aceita pelos moradores locais, não considera o manejo extensivo como ferramenta de conservação e desta forma impede a participação dos moradores locais no processo de conservação das espécies (Mourão, 2000; Magnusson et al., em revisão). Além de que não existem meios e recursos para que o IBAMA e os órgãos estaduais de meio ambiente fiscalizem efetivamente o cumprimento desta lei na Amazônia brasileira;

2) Existe abundância de jacarés em estado selvagem e um mercado consumidor de carne aparentemente crescente ao nível nacional e em outros países amazônicos vizinhos. Atualmente, sabe-se que o *M. niger* e o *C. crocodilus* estão sujeitos a alta pressão de caça no médio rio Solimões (Capítulo V), no baixo rio Solimões e no rio Purus (Da Silveira et al., dados não publicados), no médio rio Amazonas (Prefeitura Municipal de Nhamundá, in lit.) e talvez no rio Juruá (Peres & Carkeek, 1993). Muito provavelmente a caça de jacarés irá expandir-se nos próximos anos nas bacias dos rios Solimões e Amazonas;

3) A exploração ilegal dos jacarés amazônicos não é encarada por grande parte da sociedade amazônica e dos governantes como perda de divisas, principalmente aos níveis estadual e municipal. Alguns políticos defendem a “temporada de caça” com o argumento de que o jacaré é uma “praga”, mas aparentemente não entendem todos os benefícios da cadeia produtiva das indústrias e empresas de beneficiamento, distribuição e venda dos produtos de um manejo legal dos jacarés na região amazônica.

4) O número aparentemente crescente de casos de acidentes com jacarés é um problema sério. Somente no Estado do Amazonas nos últimos 10 anos ocorreram 200 acidentes, sendo que 6 destes foram fatais (Da Silveira et al., 1999). Este quadro é agravado ainda mais pelo alarme de “superpopulação de jacarés” pela imprensa. Acidentes com jacarés e a difusão em massa de informações inconsistentes são ruins para a política de conservação das espécies junto a opinião pública.

Na prática, só existem dois caminhos a seguir: manutenção da caça ilegal controlada pelo mercado, ou manejo legal controlado pela sociedade. A primeira opção implica em deixarmos tudo como está, o que é mais cômodo para os governantes e a sociedade, e temo que isto tenha grande chance de ocorrer. Neste caso, certamente centenas de milhares de *M. niger* e de *C. crocodilus* serão mortos ilegalmente nos próximos anos na Amazônia brasileira, e o sistema de “aviamento” imposto aos moradores locais será mantido, sendo uma ameaça real para a biodiversidade local. No entanto, enquanto existirem as florestas inundáveis da Amazônia, principalmente as áreas de várzea, dificilmente estas espécies serão extintas.

O segundo caminho possível é começar a manejar seriamente este recurso, com a participação dos governantes, legisladores, cientistas, empresários, economistas, imprensa, entidades afins (CSG-IUCN/SSC, CITES, ONGs) e principalmente do homem amazônico. Neste caso, a “unidade básica de conservação e de manejo” dos jacarés amazônicos deve ser a bacia hidrográfica e não a espécie (Magnusson, 1995). O Estado do Amazonas possui o maior potencial para ser o embrião do manejo do *M. niger* e do *C. crocodilus*, em função das pesquisas aqui realizadas e por comportar populações muito grandes destas espécies. O aproveitamento econômico dos jacarés poderá diminuir a pressão sobre outros recursos sob intensa utilização (e.g. recursos pesqueiros), com maior tempo de regeneração (e.g. recursos madeiros), ou altamente nocivos (e.g. garimpo, plantação de soja na várzea). A exploração comercial dos jacarés poderá também contribuir para o rodízio (temporal e espacial), em sistema de consórcio, com os outros recursos já explorados.

A primeira decisão polêmica, e portanto difícil, é se o manejo vai ser entre “quatro paredes”, conforme rege a legislação, ou de forma extensiva, seguindo a aptidão amazônica. O manejo do *M. niger* em sistema de ranching (coleta de ovos e/ou filhotes na natureza e posterior manutenção dos filhotes em cativeiro até o abate) é uma possibilidade. No entanto, vale salientar os altos custos operacionais desta forma de manejo e o pequeno ou nenhum retorno em termos de preservação para as populações naturais que funcionam como fontes de ovos ou filhotes (Magnusson, 1997). Um outro agravante é que o *M. niger* nidifica em locais remotos e de difícil acesso (Thorbjarnarson & Da Silveira, 2000), aumentando muito os custos da coleta dos ovos.

O ranching de jacarés na Amazônia brasileira provavelmente não irá diminuir a pressão da caça ilegal na natureza, uma vez que este sistema de manejo produz principalmente peles e a caça ilegal atualmente visa a produção de carne. Mesmo assim, os empresários interessados nesta forma de produção devem ser autorizados a investir no *M. niger* em sistema de ranching, a exemplo do que está ocorrendo no Equador (Ross, 1998). Independente das desvantagens deste sistema de manejo (Magnusson, 1997), os resultados obtidos sobre a biologia e ecologia desta espécie poderão ser relevantes para a conservação das populações naturais.

Provavelmente o mercado internacional irá aceitar bem as peles de *M. niger* provenientes de ranching. Por outro lado, o ranching do *C. crocodilus* provavelmente não será economicamente viável. No Amazonas, o único empreendimento de ranching de *C. crocodilus* iniciou em 1995 e faliu em 1999. Neste período, foram coletados na natureza mais de 100.000 ovos de jacaré e foram investidos em torno de US\$ 500,000, mas somente algumas centenas de peles foram comercializadas (Da Silveira et al., 1999).

A criação em ciclo fechado, farming, não é recomendável para nenhuma espécie de jacaré na Amazônia brasileira, devido aos altos custos de implantação e manutenção, e principalmente devido a insegurança no preço de venda dos produtos.

Indubitavelmente, é impossível preservar 100% dos jacarés amazônicos como reza a legislação e almeja grande parte da sociedade urbana brasileira. A única forma efetiva me parece ser permitir o aproveitamento econômico de uma parte das populações de jacarés pelos moradores locais, desde que estes colaborem com a preservação total da maior parcela dos indivíduos restantes, a exemplo do que acontece com alguns recursos naturais na Reserva Mamirauá (Mamirauá, 1996). Neste contexto, a caça criteriosa do *M. niger* e do *C. crocodilus*, embasada em conhecimentos científicos e com estreito monitoramento das atividades, é a forma mais realista de conservar estas espécies. Além de gerar fundos localmente, objetivando a geração de empregos e a consequente melhoria da qualidade de vida da população local, a realização de monitoramentos regulares, de pesquisas e de fiscalização.

A possibilidade de se manejar concomitantemente populações grandes de duas espécies de jacarés nas florestas inundáveis da Amazônia é uma oportunidade singular no mundo. Do ponto de vista econômico, é interessante o fato do mercado atual basear-se na exploração da carne de jacaré, a qual é toda consumida na América do Sul, não estando sujeita aos mercados dos países desenvolvidos como aconteceu com as peles no passado. Em termos de fiscalização, a possibilidade do Estado perder o controle do aproveitamento econômico é um temor real, mas na prática o controle atual é apenas virtual. A única forma real de assumir o controle é tornar o manejo legal mais interessante do que o ilegal, o que só será possível quando a população local puder usufruir dos recursos naturais e serem oficialmente reconhecidos como um dos agentes mais importantes na conservação da Amazônia (Mamirauá, 1996; FVA, 1998).

O horizonte para a pesquisa de jacarés na Amazônia brasileira é imenso. No entanto, pesquisas futuras de cunho puramente acadêmico poderão ser irrelevantes para a população humana local e com poucos resultados práticos para a conservação das populações naturais de jacarés amazônicos. Por outro lado, experimentos científicos que visem o aproveitamento econômico diretamente na natureza serão de grande valor para entendermos um pouco mais da dinâmica populacional destas espécies. Além de contribuir com a manutenção efetiva dos maiores, e um dos mais abundantes e temidos predadores das florestas inundáveis da bacia amazônica.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

Abercrombie, C. L. 1992. Fitting curves to crocodilian age-size data: some hesitant recommendations. In: Proc. of the 11th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Zimbabwe. IUCN Publ. Gland, Switzerland. p.5-21.

Abercrombie, C. L. 1996. Summarizing croc growth using von Bertalanffy curve. In: Proc. of the 13th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Santa Fe, Argentina. IUCN Publ. Gland, Switzerland. p.237-248.

Allsteadt, J.; Vaughan, C. 1992. Dry season habitat selection of *Caiman crocodilus* (Crocodylia: Alligatoridae) in canõ Negro, Costa Rica. *Brenesia*, 38:65-69.

Asa, C. S.; London, G. D.; Goellner, R. R.; Haskell, N.; Roberts, G.; Wilson, C. 1998. Thermoregulatory behavior of captive American alligators (*Alligator mississippiensis*), *Journal of Herpetology*, 32(2):191-197.

Ayarzagüena, J. 1984. Biología y ecología de la baba (*Caiman crocodilus* L.) en los Llanos de Venezuela. *Doñana Act. Vert.*, Ser. Monog. 136p.

Ayres, J. M. 1986. Uacaris and the Amazon flooded forest. Ph. D. Thesis. Subdepartament of Veterinary Anatomy. Cambridge University. Unpublished. 360p.

Ayres, J. M. 1993. As matas de várzea do Mamirauá. CNPq – Sociedade Civil Mamirauá. Brasília, DF. 124p.

Ayres, J. M.; Fonseca, G. B.; Rylands, A. B.; Pinto, L. P.; Queiroz, H. L.; Masterson, D.; Cavalcante, R. B. 1996. Abordagens inovadoras para a conservação da biodiversidade das florestas tropicais do Brasil. Programa Parques e Reservas (PP/G7). Manuscrito entregue ao Banco Mundial, Ministério do Meio Ambiente e IBAMA. 530p. 3 volumes.

Bara, M. O. 1972. Alligator research project. S. C. Wildl. and Mar. Resour. Dep. Columbia. 27p.

Barbosa, R. P. 1962. Rios brasileiros com mais de 500 km de extensão. Revista Brasileira de geografia, 1(126):134.

Barthem, R.; Goulding, M. 1997. Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos. Sociedade Civil Mamirauá, Tefé - AM, CNPq - Brasília. 129p.

Bates, H. W. 1864. The naturalist on the river Amazon. J. Murray, London. 407p.

Bayliss, P. 1987. Survey methods and monitoring within crocodile management programmes. In: Webb, G. J. W.; Manolis, S. C.; Whitehead P. J. (Eds.). Wildlife and Management: Crocodiles and Alligators. Surrey Beatty & Sons Pty Limited. p.157-175.

Best, R. C. 1984. The aquatic mammals and reptiles of the Amazon. In: Sioli, H. (Ed.). The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin. Dr. Junk Publishers, Netherlands. p.371-412.

Borges, A. B. 1986. Ecologia de três espécies do gênero Brycon Muller & Troschel, 1844 (Pisces-Characidae), no rio Negro/Amazonas, com ênfase na caracterização taxônica e alimentação. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 150p.

Brandt, L. A. 1991. Growth of juvenile alligators in Par Pond, Savannah River Site, South Caroline, Copeia, 4:1123-1129.

Brasil. 1984. Estação Ecológica de Anavilhanas. Ministério do Interior/Secretaria Especial do Meio Ambiente. Brasília, 34p.

Brazaitis, P.; Amato, G.; Rebelo, G. H.; Yamashita, C.; Gatesy, J. 1993. Report to CITES on the biochemical systematics study of Yacare caiman, *Caiman yacare*, of South Central America. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland.

Brazaitis, P., Rebelo, G. H.; Yamashita, C.; Odierna, E. A.; Watanabe, M. E.. 1996. Threats to Brazilian crocodylian populations. *Oryx*, 30(4):275-284.

Brazaitis, P.; Watanabe, M. E.; Amato, G. 1998a. The caiman trade. *Scientific American*, March: 52-58.

Brazaitis, P.; Rebelo, G. H.; Yamashita, C. 1998b. The distribution of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Caiman yacare* populations in Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 19:193-201.

Brisbin, I. L. 1988. Growth curve analyses and their application to the conservation and captive management of crocodylians. In: Proc. of the 9th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Gainesville, Florida. IUCN Publ. Gland, Switzerland. p.116-145.

Carvalho, A. L. 1951. Os jacarés do Brasil. *Arqu. Mus. Nac.*, 42:127-152.

Chabreck, R. H. 1965. The movement of alligators in Louisiana. *Proc. Southeast. Assoc. Game and Fish Comm.*, 19:102-110.

Chabreck, R. H.; Joanen, T. 1979. Growth rates of American alligator in Louisiana. *Herpetologica*, 35:51-57.

Cleveland, W. S. 1979. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *J. A. Statistical Ass.*, 74(368):829-836.

Cott, H. B. 1961. Scientific results of an inquiry into the ecology and economic status of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus* in Uganda and Northern Rhodesia. Trans. Zool. Soc. Lond., 29(4):211-337.

Coutinho, M.; Campos, Z. 1996. Effect of habitat and seasonality on the densities of caimans in southern Pantanal, Brazil. Journal of Tropical Ecology, 12:741-747.

Coutinho, M.; Campos, Z.; Pott, A. 1997. Manejo de fauna e de flora silvestre como alternativa de produção agropecuária e mecanismo de conservação do Pantanal. In: Catto, J. B.; Sereno, J. R. B.; Filho, J. A. C. (Organizadores). Tecnologias e Informações para a Pecuária de Corte no Pantanal. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária, CPAP, Corumbá. p.149-161.

Da Silveira, R. 1993. Distribuição, abundância, áreas de nidificação e hábitos alimentares do *Caiman crocodilus crocodilus* e do *Melanosuchus niger* (Crocodylidae / Alligatorinae) no arquipélago das Anavilhanas, Amazônia Central, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 90p.

Da Silveira, R.; Da Silveira B. B. 1997. Capture and recapture of an adult black caiman in Mamirauá. Newsletter Crocodile Specialist Group – IUCN/SSC, 16(2):18-20.

Da Silveira, R.; Magnusson, W. E.; Campos, Z. 1997. Monitoring the distribution, abundance and breeding areas of *Caiman crocodilus crocodilus* and *Melanosuchus niger* in the Anavilhanas archipelago, Central Amazonia, Brazil. Journal of Herpetology, 31(4):514-520.

Da Silveira, R.; Gordo, M.; Marcon, J.; Silva, J. R. 1998. Skins from wild Spectacled caiman confiscated in the Amazônia. Newsletter Crocodile Specialist Group/IUCN-SSC, 17(3):7-8.

Da Silveira, R.; Magnusson, W. E. 1999. Diets of Spectacled and Black caiman in the anavilhanas Archipelago, Central Amazonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 33(2): 181-192.

Da Silveira, R.; Casara, H.; Silva, J. R. S.; Begrow, A.; Gordo, M.; Laurier, J. N.; Lopes, N. M. 1999. Projeto Piloto de Monitoramento e Manejo dos Jacarés do Estado do Amazonas. Projeto elaborado para a Superintendência/Representação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis no Amazonas (IBAMA –AM). Não publicado. 64p.

Da Silveira, R.; Magnusson, W. M.; Verdade, L. M.; Mourão, G.; Campos, Z. M.; Silva, J. R. 2000. Parecer Técnico ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) sobre o status de conservação do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) no Brasil. Documento não publicado. 6p.

Da Silveira, R. no prelo. Conservação e manejo do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) na Amazônia Brasileira. In: Larriera, A.; Verdade, L. M. (Eds.). *La Conservación y el Manejo de Caimanes e Cocodrilos de América Latina*. Volume II.

Delany, M. F.; Abercrombie, C. L. 1986. American alligator food habits in Northcentral Florida. *J. Wild. Manage*, 50(2):348-353.

Elsley, R. M.; Joanen, T.; McNease, L.; Kinler, N. 1992. Growth rates and body conditions factors of *Alligator mississippiensis* in coastal wetlands: a comparison of wild and farm-released juveniles. *Comp. Biochem. Physiol*, 103A:667-672.

Fittkau, E. J. 1970. Role of caimans in the nutrient regime of mouth-lakes of Amazon affluents. *Biotropica*, 2(2):138-142.

Furch, K.; Junk, W. J. Physicochemical conditions in the floodplains. In: Junk, W. J. (Ed.). The Central Amazon Floodplain. Ecological Studies, Vol. 126. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p.69-108.

FVA. 1998. A Gênese de um Plano de Manejo: O Caso do Parque Nacional do Jaú. Fundação Vitória Amazônica/The Ford Foundation. Manaus, Brasil. 113p.

Gibbons, J. W.; Semlitsch, R. D.; Greene, J. L.; Schubauer, J. P. 1981. Variation in age and size at maturity of the slider turtle (*Pseudemys scripta*). American Naturalist, 117:841-845.

Gorzula, S. J. 1978. An ecological study of *Caiman crocodilus crocodilus* inhabiting savanna lagoons in Venezuelan Guayana. Oecologia, 35:21-34.

Gorzula, S. J. 1984. Request for interchange of ideas on standardization of terminology used to express densities of crocodilians. Crocodile Specialist Group Newsletter, IUCN/SSC, 3(1):23.

Gorzula, S.; Seijas, A. E. 1989. The common caiman. In: Crocodiles: Their Ecology, Management, and Conservation. A special publication of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. IUCN – The world Conservation Union. IUCN Publ. Gland, Switzerland. p.44-61.

Goulding, A.; Carvalho, M. L.; Ferreira, E. G. 1988. Rio Negro: Rich life in poor water. SPB Academic Publishing. 200p.

Groombridge, B. (Ed). 1982. The IUCN-Amphibia-Reptilia Red Data Book. Part 1. Testudines, Crocodylia, Rhynchocephalia. IUCN, Gland, Switzerland. 426p.

Henderson, P. A. O ambiente aquático da Reserva Mamirauá. 1999. In: Queiroz, H. L.; Crampton, W. G. R. (Eds). Estratégias para Manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá. Brasília, Sociedade Civil Mamirauá, CNPq. p.1-9.

Herron, J. C. 1991. Growth rates of black caiman *Melanosuchus niger* and spectacled caiman *Caiman crocodilus*, and the recruitment of breeders in hunted caiman population. *Biological Conservation*, 55:103-113.

Herron, J. C. 1994. Body size, spatial distribution, and microhabitat use in the caimans, *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus*, in a Peruvian lake. *Journal of Herpetology*, 28(4): 508-513.

Hines, T. C.; Abercrombie, C. L.. 1987. The management of alligators in Florida, USA. In: Webb, G. J. W.; Manolis, S. C.; Whitehead P. J. (Eds.). *Wildlife and Management: Crocodiles and Alligators*. Surrey Beatty & Sons Pty Limited. p.43-47.

Hines, T. C.; Forgy, M. J.; Chappel, L. C. 1968. Alligator research in Florida. *Proc. Southeast. Assoc. Game and Fish Comm.*, 22:166-180.

Hunt, R. H. 1990. Aggressive behavior of adult alligators (*Alligator mississippiensis*) toward subadults in Okefenokee swamp. In: *Proc. of the 20th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Zimbabwe*. IUCN Publ. Gland, Switzerland. p.360-372.

Hutton, J. M. 1987a. Growth and feeding ecology of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus* at Ngezi, Zimbabwe. *J. of Animal Ecology*, 56:25-38.

Hutton, J. M. 1987b. Techniques for ageing wild crocodilians. In: Webb, G. J. W.; Manolis, S. C.; Whitehead P. J. (Eds.). *Wildlife and Management: Crocodiles and Alligators*. Surrey Beatty & Sons Pty Limited. p.211-216.

Isaacs, J. C. 2000. The limited potential of ecotourism to contribute to wildlife conservation. *Wildlife Society Bulletin*, 28(1):61-69.

Jacobsen, T.; Kushlan, J. A. 1989. Growth dynamics in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Zoology*, 219:309-328.

Jenkins, R. W. G.; Forbes, M. A. (Eds.). 1985. Seasonal variation in abundance and distribution of *Crocodylus porosus* in the tidal east Alligator river, Northern Australia. In: Grigg, G.; Shine, R.; Ehmann, H. (Eds.). *Biology of Australasian Frogs and Reptiles*. Royal Zoological Society of New South Wales. p.63-69.

Joanen, T.; McNease, L. 1987. The management of alligators in Louisiana, USA. In: Webb, G. J. W.; Manolis, S. C.; Whitehead P. J. (Eds.). *Wildlife and Management: Crocodiles and Alligators*. Surrey Beatty & Sons Pty Limited. p.33-42.

Junk, W. J. 1982. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 15(4):285-301.

Junk, W. J. 1997. General aspects of floodplain ecology with special reference to Amazonian floodplains. In: Junk, W. J. (Ed.). *The Central Amazon Floodplain*. *Ecological Studies*, Vol. 126. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. p.3-20.

Junk, W. J.; Welcomme, R. L. 1990. Floodplains. In: Patten, B. C.; Jorgensen, S. E.; Dumont, H. (Eds.). *Wetlands and Shallow Continental Water Bodies*. Vol. 1, SPB Academic Publishing, The Hague. p.491-524.

King, F. W. 1999. Es posible el uso sustentable de la fauna silvestre si este depende de un mercado externo? In: Fang, T. G.; Montenegro, O. L.; Bodmer, R. E. (Eds.). *Manejo y Conservación de Fauna Silvestre em América Latina*. La Paz, Bolivia. p.37-39.

King, F. W. Burke, R. L. 1989. *Crocodylian, Tuatara and Turtle Species of the World*. A Taxonomic and Geographic Reference. Assoc. Systematics Collections, Washington, D. C. 216p.

Leenher, J. A.; Santos, H. 1980. Considerações sobre os processos de sedimentação na água preta ácida do Rio Negro (Amazônia Central). *Acta Amazonica*, 10(2):343-355.

Lima-Ayres, D. 1992. The social category caboclo: history, social organization, identity and social classification of the rural populations of an Amazonian region (the middle Solimões). Unpubl. Ph.D. thesis, Cambridge University, England. 342p.

Magnusson, W. E. 1982. Biological aspects of the conservation of Amazonian crocodilians in Brazil. In: *Crocodiles, Proc. of the 5th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group*, Zimbabwe. IUCN Publ. Gland, Switzerland. p.108-116.

Magnusson, W. E. 1984. Response to request for exchange of ideas on standardization of terminology on crocodilian densities. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, IUCN/SSC, 3:14-15.

Magnusson, W. E. 1985. Habitat selection, parasites and injuries in Amazonian crocodilians. *Amazoniana*, 9(2):193-204.

Magnusson, W. E. 1995. A conservação de crocodilianos na América Latina. In: Larriera, A.; Verdade, L. M. (Eds.). *La Conservacion y el Manejo de Caimanes Y Cocodrilos de America Latina*. Vol. I., Fundación Banco Bica. Santo Tomé, Santa Fé, Argentina. p.5-17.

Magnusson, W. E. 1997. Where are the ranches? *Crocodile Specialist Group Newsletter*, IUCN/SSC, 16(1):3-4.

Magnusson, W. E. 1999. Hábitat de suporte e estratégias de exploração de crocodilianos. In: Fang, T. G.; Montenegro, O. L.; Bodmer, R. E. (Eds.). *Manejo y Conservación de Fauna Silvestre em América Latina*. La Paz, Bolivia. p.273-274.

Magnusson, W. E.; Taylor, J. A. 1981. Growth of juvenile *Crocodylus porosus* as effected by season of hatching. *Journal of Herpetology*, 15(2): 242-245.

Magnusson, W. E.; Mariano, J. S. 1986. O papel da fauna nativa no desenvolvimento da agropecuária na Amazônia. In: *Anais do 1o Simpósio do Trópico Úmido*. Vol. 5. EMBRAPA/CPATU, Belém, Brasil. p.37-43.

Magnusson, W. E.; Mourão, G. 1995. Safe options for the management of crocodiles. *Crocodile Specialist Group Newsletter, IUCN/SSC*, 14(4):3-5.

Magnusson, W. E.; Sanaiotti, T. M. 1995. Growth of *Caiman crocodilus* in Central Amazônia, Brazil. *Copeia*, 2:498-501.

Magnusson, W. E.; Mourão, G. 1997. Manejo extensivo de jacarés no Brasil. In: Valladares-Padua, C.; Bodmer, R. E.; Cullen Jr., L. (Eds.). *Manejo e Conservação de Vida Silvestre no Brasil*. Brasília, DF: CNPq / Belém, PA: Sociedade Civil Mamirauá. p.214-221.

Magnusson, W. E.; Silva, E. V.; Lima, A. P. 1987. Diets of Amazonian crocodilians, *Journal of Herpetology*, 21(2):85-95.

Magnusson, W. E.; Lima, A. C.; Costa, V. L.; Lima, O. P. 1997a. Growth, of the turtle, *Phrynops rufipes*, in Central Amazônia, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(4): 576-581.

Magnusson, W. E.; Lima, A. P.; Costa, V. L.; Lima, A. C.; Araújo, M. C. 1997b. Growth during middle age in Schneider's Dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus*. *Herpetological Review*, 28(4):183.

Magnusson, W. E.; Da Silveira, R.; Kerr, W. E. Em revisão. O manejo da fauna brasileira e a necessidade de adequação da legislação para uma conservação efetiva da vida silvestre na

Amazônia. Revista Parcerias Estratégicas do Centro de Estudos Estratégicos do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Mamirauá, 1996. Mamirauá: Plano de Manejo. Brasília: SCM; CNPq/MCT; Manaus: IPAAM. 96p.

McIlhenny, E. A. 1934. Notes on growth of alligators. *Copeia*, 2:80-89.

Medem, F. 1971. Biological isolation of sympatric species of South American Crocodilia. *Crocodiles. Newsletter Crocodile Specialist Group – IUCN/SSC. Supplementary Paper No. 32:152-158.*

Medem, F. 1983. *Los Crocodylia de Sur America. Vol. 2. Ed. Carrera, Bogota, 270p.*

Montague, J. J. 1983. Influence of water level, hunting pressure and habitat type on crocodile abundance in the Fly river drainage, Papua New Guinea. *Biological Conservation*, 26:309-339.

Mourão, G. 2000. Fauna silvestre: proteção demais atrapalha. *Ciência Hoje*, 27(158): 36-40.

Mourão, G.; Bayliss, P.; Abercrombie, C. L.; Arruda, A. 1994. Test of an aerial survey for caiman and other wildlife in the Pantanal, Brazil. *Wildl. Soc. Bull.*, 22:50-56.

Mourão, G.; Campos, Z; Coutinho, M.; Abercrombie, C. 1996. Size structure of illegally harvested and surviving caiman in Pantanal, Brazil. *Biological Conservation*, 75:261-265.

Murphy, T. M.; Brisbin, I. L. 1974. Distribution of alligators in response to thermal gradients in a reactor cooling reservoir. In: Gibbons, J. W.; Sharitz, R. R. (Eds.). *Thermal Ecology*. U. S. Atomic Energy Commission, Oak Ridge. p.313-321.

Nichols, J. D.; Viehman, L.; Chabreck, R. H.; Fenderson, B. 1976. Simulation of commercially harvested alligator population in Louisiana. La. Agric. Exp. Stn. Bull. 691, Baton Rouge. 59p.

Novaro, A. J.; Redford, K. H.; Bodmer, R. E. 1999. Effect of hunting in source-sink systems in the Neotropics. *Conservation Biology*, 14(3):713-721.

Ouboter, P. E.; Nanhoe, L. M. R. 1984. An ecological study of *Caiman crocodilus crocodilus* in northern Suriname. Unpubl. MS thesis, report no. 233, Zoöl. Lab. Afd. Dieroecologie, Kath. Univ. Nijmegen. 65p.

Ouboter, P. E.; Vie, J. ; PrevotEAU, J. 2000. Black caiman population in Kaw Swamps. Newsletter Crocodile Specialist Group – IUCN/SSC, 19(2): 13-15.

Pereira, 1944. A utilização da carne de jacaré na Amazônia. *Bol. Geog.*, 2:150-152.

Peres, C. A.; Carkeek, A. M. 1993. How caimans protect fish stocks in western Brazilian Amazonia: A case for maintaining the ban on caiman hunting. *Oryx*, 27(4):225-230.

Pires, J. M. 1974. Tipos de vegetação da Amazônia. *Bras. Flor.*, 5(17):48-58.

Plotkin, M. J.; Medem, F.; Mittermeier, R. A.; Constable, I. A.. 1983. Distribution and conservation of the black caiman (*Melanosuchus niger*). In: Rhodin, A.; Mitaya, K. (Eds.) *Advances in Herpetology and Evolutionary Biology*. Museum of Comparative Zoology, Cambridge. p.695-705.

Prance, G. T. 1979. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia*, 31:26-38.

Puhakka, M.; Kalliola, R.; Rajasilta, M.; Salo, J. 1992. River types, site evolution and successional vegetation patterns in Peruvian Amazonia. *Journal of Biogeography*, 19:651-665.

Rebelo, G. H. 1983. Avaliação de populações de crocodilianos do médio rio Trombetas, Pará. *Revta. Bras. Zool.*, 1(1):91-94.

Rebelo, G. H.; Magnusson, W. E. 1983. An analysis of the effect of hunting on *Caiman crocodilus* and *Melanosuchus niger* base on the sizes of confiscated skins. *Biological Conservation*, 26:95-104.

Rebelo, G. H.; Borges, G. A. N.; Yamashita, C.; Filho, A. G. 1997. Growth, sex ratio, population structure, and hunting mortality of *Caiman yacare* in the Pantanal, Brazil. *Vida Silvestre Neotropical*, 6(1-2):29-36.

Rees, M.; Crawley, M. J. 1989. Growth, reproduction and population dynamics. *Functional Ecology*, 3:645-653.

Ribeiro, M. N. G. 1976. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazonica*, 6(2): 229-233.

Richards, C. H. 1959. A flexible growth function for empirical use. *Jour. Exp. Bot.*, 10:290-230.

Robinson, J. G., Bennett (Eds.). 2000. *Hunting for Sustainability in Tropical Forest*. Columbia University Press, New York, USA. 582p.

Ron, S. R.; Vallejo, A.; Asanza, E. 1998. Human influence on the wariness of *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* in Cuyabeno, Ecuador. *Journal of Herpetology*, 32(3):320-324.

Rootes, W. L.; Wright, V. L.; Brown, B. W.; Hess, T. J. 1991. Growth rates of American alligator in estuarine and palustrine wetlands in Louisiana. *Estuaries*, 14(4): 489-494.

Rootes, W. L.; Chabreck, R. H. 1993. Cannibalism in the American alligator. *Herpetologica*, 49(1):99-107.

Ross, C. A., Magnusson, W. E. 1989. Living crocodilians. In: Ross, C. A.; Garnett, S. (Eds.). *Crocodiles and Alligators*. Merehurst Press. London. 240p.

Ross, J. P. 1998. *Crocodiles: Status Survey and Conservation Action Plan*. 2nd Edition. Crocodile Specialist Group. IUCN/SSC, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 96p.

Salati, E.; Marques, J. 1984. Climatology of the Amazon region. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. *Monographiae Biologicae*. Junk, Dordrecht. p.85-126.

Salati, E.; Junk, W. J.; Schubart, H. O.; Oliveira, A. E. 1983. *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. São Paulo, Brasiliense, CNPq. 328p.

Santos, E. 1961. *Animais silvestres que nos são úteis*. Min. Agric. (Rio de Janeiro). Serie Clubes Agric. 27p.

Silva, J. P. da. 1997. *Roteiro da viagem do Pe. Dr. José Monteiro de Noronha pelos rios Amazonas e Negro*. Rio de Janeiro. 84p.

Sioli, H. 1984. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: Sioli, H. (Ed.). *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. *Monographiae Biologicae*. Junk, Dordrecht. p.127-165.

Smith, N. J. H. 1980. Caimans, capybaras, otters, manatees, and man in Amazônia. *Biological Conservation*, 19: 177-187.

SNUC. 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Lei No. 9.985 de 18 de julho de 2000. Brasília. 29p.

Thorbjarnarson, J. B. 1991. An analysis of the spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) harvest program in the Venezuela. In: Robinson, J.; Redford, K. (Eds.). *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. University of Chicago Press, Chicago IL. p.217-235.

Thorbjarnarson, J. B. 1992. Crocodiles: An Action Plan for their Conservation. In: Messel, H.; King, F. W.; Ross, J. P. (Eds.), IUCN, Gland, Switzerland. 136p.

Thorbjarnarson, J. B. 1996. Reproductive characteristics of the Order Crocodylia. *Herpetologica*, 52(1):8-24.

Thorbjarnarson, J.; Velasco, A. 1998. Venezuela's Caiman Harvest Program. *Wildlife Conservation Society, Working Paper no. 11*, New York, USA. 66p.

Thorbjarnarson, J.; Da Silveira, R. 2000. Secrets of the flooded forest. *Natural History*, 3:70-79.

Vallejo, A.; Ron, S. 1994. Efecto de factores ambientales em conteos nocturnos de caimanes: implicaciones em el monitoreo de poblaciones. *Memorias de las XVIII Jornadas Nacionales de Biología*. p.73-77.

Vallejo, A.; Ron, S.; Asanza, E. 1996. Growth in *Melanosuchus niger* and *Caiman crocodilus* at Zancudococha and Cuyabeno, Ecuadorian Amazon. In: Proc. of the 13th Working Meeting of the IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, Santa Fe, Argentina. IUCN Publ. Gland, Switzerland. p.91-93.

Vanzolini, P. E.; Gomes, N. 1979. Notes on the ecology and growth of amazonian caimans (Crocodylia, Alligatoridae). Pap. Avul. Zool., 32:205-216.

Vasquez, P. G. 1991. *Melanosuchus niger* Gray - Black Caiman. Catalog of America Amphibians and Reptiles, 530.1-530.4.

Velasco, A.; De Sola, A. R.; Quero, M. 1995. Programa de manejo de la baba (*Caiman crocodilus*) in Venezuela. In: Larriera, A.; Verdade, L. M. (Eds.). La Conservación y el Manejo de Caimanes e Cocodrilos de América Latina. p.213-220.

Velasco, A.; De Sola, R.; Colomine, G.; Villarroel, G.; Cordero, G.; León, N.; Miranda, R.; Oropeza, E.; Ochoa, A.; Pino, T.; Quero, M.; Silva, M.; Vázquez, W.; Corazzelli, J. 1997a. Monitoreo de las poblaciones de baba (*Caiman crocodilus*) por Regiones Ecológicas: I. Situación actual de la densidade y estructura de tamanõs. In: Memorias de la 4ta Reunión Regional de Especialistas em Cocodrilos de América Latina y del Caribe. Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S. C. Villahermosa, Tabasco. p.221-227.

Velasco, A.; De Sola, R.; Colomine, G.; Villarroel, G.; Cordero, G.; León, N.; Miranda, R.; Oropeza, E.; Ochoa, A.; Pino, T.; Quero, M.; Silva, M.; Vázquez, W.; Corazzelli, J. 1997b. Monitoreo de las poblaciones de baba (*Caiman crocodilus*) por Regiones Ecológicas: II. Efecto de cosechas sostenidas. In: Memorias de la 4ta Reunión Regional de Especialistas em Cocodrilos de América Latina y del Caribe. Centro Regional de Innovación Agroindustrial, S. C. Villahermosa, Tabasco. p.228-234.

Webb, G. J. W.; Messel, H.; Crawford, J.; Yerbury, M. J. 1978. Growth rates of *Crocodylus porosus* (Reptilia: Crocodylia) from Arnhem Land, Northern Australia. Aust. Wildl. Res., 5:385-399.

Webb, G. J. W.; Manolis, S. C.; Sack, G. C. 1983a. *Crocodylus johnstoni* and *C. porosus* coexisting in a tidal river. Aust. Wildl. Res., 10(639-650).

Webb, G. J. W.; Buckworth, R.; Manolis, S. C. 1983b. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay river area, N. T. III. Growth, movement and population age structure. Aust. Wildl. Res., 10:383-401.

Webb, G. J. W.; Manolis, S. C.; Sack, G. C. 1984. Cloacal sexing of hatchling crocodiles. Aust. Wildl. Res., 11:201-202.

Webb, G. J. W.; Whitehead, P. J.; Manolis, S. C. 1987. Crocodile management in the Northern Territory of Australia. In: Webb, G. J. W.; Manolis, S. C.; Whitehead P. J. (Eds.). Wildlife and Management: Crocodiles and Alligators. Surrey Beatty & Sons Pty Limited. p.107-124.

Webb, G. J. W.; Hollis, G. J.; Manolis, S. C. 1991. Feeding, growth and food conversion rates of wild juvenile saltwater crocodiles (*Crocodylus porosus*). Journal of Herpetology, 25(4):462-473.

Wilkinson, L. 1998. Systat 8.0. SPSS Inc. Chicago, USA. 1086p. 4 volumes.

Wilkinson, P. M. 1983. Nesting ecology of the American alligator in coastal South Carolina. S. C. Wildl. and Mar. Resour. Dep., Columbia. 113p.

Wilkinson, P. M.; Rhodes, W. E. 1997. Growth rates of American alligators in coastal South Carolina. J. Wildl. Manage., 61(2):397-402.

Woodward, A. 1996. Black caiman reports questioned. Newsletter Crocodile Specialist Group – IUCN/SSC, 15(1): 3-4.

Woodward, A. R.; Marion, W. R. 1978. An evaluation of factors affecting night-light counts of alligators. In: Proc. Ann. Conf. Southeastern Assoc. Fish and Wild. Agencies, 32:291-302.

Apêndice I.- Locais onde foram realizados os 145 levantamentos noturnos entre 1995 e 1998 na Reserva Mamirauá. Os números no mapa correspondem aos locais listados na Tabela 1.

