

CONTRIBUIÇÃO DE *CAIMAN CROCODILUS YACARE*
AO BALANÇO DE NUTRIENTES EM UM
ECOSSISTEMA AQUÁTICO DO PANTANAL
MATO-GROSSENSE, BRASIL

*Adelson Joel da Silva**

*Flávia Maria de Barros Nogueira***

*Joseana Luisa de Freitas****

RESUMO

Este trabalho visa avaliar a contribuição de Caiman crocodilus yacare para a ciclagem de nutrientes em um ecossistema aquático na parte norte do Pantanal Mato de Grosso (baía das Pedras), Município de Nossa Senhora do Livramento. Foram feitas coletas de fezes dos jacarés da lagoa Baías das Pedras; realizou-se um experimento de alimentação com jacarés no Zoológico da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); a análise química do material coletado foi feito no Laboratório de Limnologia do Projeto Ecologia Pantanal. Os jacarés têm preferência por certos locais na borda da lagoa baía das Pedras para defecarem. Esses animais liberam maior teor de fósforo que nitrogênio para a lagoa baía das Pedras que são importantes para estimular e sustentar a produtividade da lagoa, provocando eutrofização temporária do sistema durante o período da seca.

PALAVRAS-CHAVES

Pantanal de Mato Grosso, baía das Pedras, ciclagem de nutrientes, jacaré-do-Pantanal

-
- * Biólogo, especialista em Didática do Ensino Superior. Professor da Universidade de Cuiabá (UNIC).
- ** Bióloga, doutora em Ecologia e Recursos Naturais. Professora adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso, atualmente cedida ao Governo de Mato Grosso onde exerce o cargo de Diretora da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT).
- *** Acadêmica da Faculdade de Biologia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

ABSTRACT

This work has as main objective to evaluate the contribution of the Caiman crocodilus yacare to the nutrient cycling in an aquatic system in the north of the Mato Grosso Pantanal “Baía das Pedras”, municipality of Nossa Senhora do Livramento. It were done collects of the caimans feces of the “Baías das Pedras” lake; it was realized an food experiment with caimans into the Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) zoo; the chemistry analysis of the collected material was done in the Limnology laboratory of the Pantanal Ecology Project. The caimans has preference for certain places in the edge of the lake “Baía das Pedras” to defecate. Those animals liberate bigger teor of phosphorous than nitrogen to the environment, which are important to stimulate and sustain the productivity of the lake, causing the temporary entrophication of the system during the dry season.

KEYWORDS

*“Pantanal de Mato Grosso”, “Baía das Pedras”,
nutrients cycling, caiman.*

Introdução

O Pantanal está situado no Centro-Oeste do Brasil, entre os paralelos 16 a 22° e 55 a 58°. É uma região relativamente plana de acumulação aluvial, com uma altitude média de 120 m acima do nível do mar (BRASIL, 1974 *apud* SANTOS *et. al.*, 1996). A inundação é comum e pode ser pluvial ou fluvial em sua origem. A drenagem ocorre através de rios, córregos e canais temporários e há um grande número de pequenas lagoas. A extensão das áreas inundadas varia sazonalmente (CARVALHO, 1986; VILA DA SILVA & KUX, 1992 *apud* SANTOS *et. al.*, 1996).

Os ecossistemas aquáticos do Pantanal são caracterizados por possuírem baixos teores de nutrientes em relação a outras áreas alagáveis. O ciclo de inundação leva a uma seqüência de concentração e diluição dos nutrientes durante a vazante e en-

chente, respectivamente (NOGUEIRA *et. al.*, 2000). Esta situação força os organismos a desenvolverem estratégias de adaptação à escassez de nutrientes e à assimilação rápida dos mesmos enquanto estes estiverem disponíveis. Neste contexto, o papel dos organismos que podem translocar ou concentrar nutrientes é muito importante para o balanço de nutrientes do sistema.

As regiões do Pantanal contam com uma alta diversidade de *habitats* aquáticos e espécies, e parece provável que *Caiman crocodilus yacare* seja um componente importante de tais sistemas (DELANY; ABERCROMBIE, 1986 *apud* SANTOS *et. al.*, 1996), embora poucas informações estejam publicadas sobre seu papel nas cadeias alimentares pantaneiras.

Os jacarés de pequeno porte (150-350g) consomem insetos e, posteriormente, com maior tamanho, alimentam-se também de peixes, embora o consumo de insetos seja comum durante toda a vida do animal (UETANEBARO, 1989).

Os peixes, por sua vez, podem ser considerados como acumuladores de nutrientes, principalmente de nitrogênio e fósforo. Durante a digestão, partes indigeríveis dos peixes são regurgitadas pelos jacarés, enquanto as partes digeríveis são incorporadas ou são posteriormente defecadas em forma de peletes. Estes peletes são depositados na água e no solo, em locais onde os animais repousam para tomar sol. Este comportamento leva a uma acumulação de peletes à borda das lagoas, principalmente durante a vazante e a seca. No início da enchente, este estoque de fezes é diluído na água, aumentando a concentração de nutrientes (NOGUEIRA *et. al.*, 2000).

Fittkau (1970) desenvolveu a hipótese de que os jacarés são responsáveis pela produtividade de algumas das lagoas oligotróficas da Amazônia. Nas observações do autor, o estoque pesqueiro de uma região baixou depois da eliminação dos jacarés, e em estudos posteriores, em laboratório, Fittkau (1973) demonstrou que os jacarés excretam nutrientes em quantidade suficiente para aumentar a produtividade de uma lagoa.

Estudos com este enfoque nunca foram realizados no Pantanal. Portanto, este trabalho objetiva avaliar a contribuição do

Caiman crocodilus yacare para a ciclagem de nutrientes em um ecossistema aquático na parte norte do Pantanal mato-grossense (Baía das Pedras), Município de Nossa Senhora do Livramento, MT.

Este estudo foi desenvolvido no âmbito do Projeto Ecologia do Pantanal (PEP-2ª fase, convênio IB-UFMT/Max Planck Institut für Limnologie, Plön), financiado pelo Programa SHIFT, da Cooperação Bilateral Brasil (CNPq/IBAMA) e Alemanha (DLR).

Área de Estudo

O Pantanal mato-grossense está localizado no Brasil Central, entre os paralelos 16° a 22° S e 55° a 58° W. Ocupa uma área ao redor de 140.000 km², que representa 35% da superfície total da bacia do rio Paraguai. Durante o período de estiagem (maio a setembro) a precipitação é baixa (menor que 100 mm por mês) e o nível da água decresce. O contrário ocorre durante o período chuvoso (outubro a abril), quando as chuvas são muito frequentes e a precipitação fica ao redor de 300 mm por mês (CARVALHO, 1986 *apud* NOGUEIRA *et. al.*, 2000). Altas temperaturas podem ser observadas todo o ano (25,1°C, média anual), variando entre 27,4°C em dezembro e 21,4°C em julho (média mensal) (TARIFA, 1986 *apud* NOGUEIRA *et. al.*, 2000). Elevados valores de temperatura, observado de agosto a novembro, podem exceder 40°C.

O ecossistema aquático baía das Pedras (Figura 1) é um dos sistemas lacustres da chamada Localidade de Pirizal, uma área que fica na parte norte do Pantanal mato-grossense, município de Nossa Senhora do Livramento (MT). Esta lagoa se une com o rio Piraim, um afluente do rio Cuiabá, durante o período da cheia.

Durante o período chuvoso a lagoa recebe água do rio, indiretamente, por todos os lados da planície de inundação. Durante o período de estiagem, a lagoa serve como *habitat* para muitas espécies de animais como jacarés, capivaras, ariranhas, e diferentes espécies de pássaros e peixes (NOGUEIRA *et. al.*, 2000).

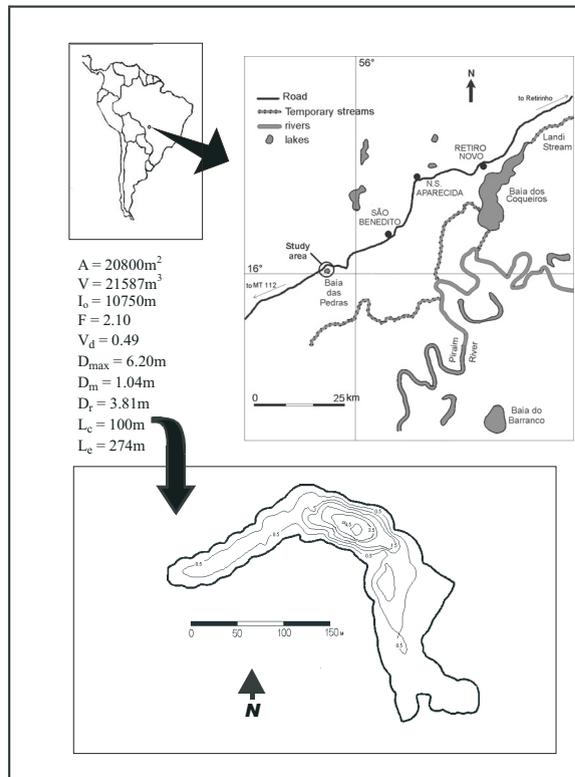


Figura 1 – Baía das Pedras, Pantanal de Mato Grosso, Brasil. A =área de superfície (m^2); V =volume (m^3); I_o =perímetro (m); V_d =índice de desenvolvimento de volume; F = índice de desenvolvimento de margem; D_{max} =profundidade máxima (m); D_m =profundidade mínima (m); D_r =profundidade relativa (m); L_c =largura máxima efetiva (m); L_e =comprimento máximo efetivo (m). (Fonte: NOGUEIRA *et. al.*, 2000).

Material e Métodos

O trabalho foi dividido em três etapas principais:

1. Observações na lagoa baía das Pedras

No mês de julho de 1999, delimitou-se a parte seca ao redor da lagoa com estacas de 1,50 m de comprimento. As estacas formavam retângulos de 100 m², num total de 36 retângulos.

Nesta mesma oportunidade coletou-se todas as fezes dos jacarés que estavam ao redor da lagoa na área delimitada pelas estacas. O objetivo era tirar de toda a borda da lagoa as fezes de jacarés para que, posteriormente, fosse possível monitorar as mudanças mensais ocorridas em cada área.

Cerca de 30 dias depois, uma nova coleta foi realizada em todas as áreas demarcadas, para que fossem identificados (pela comparação com outras coletas) os pontos de maior concentração de fezes e, a partir daí, realizar coletas apenas nesses pontos. As fezes foram acomodadas em sacolas plásticas transparentes marcadas com o número correspondente à área coletada e transportadas ao laboratório.

A eliminação das fezes pelos jacarés fora da área determinada pelas estacas, devido à vazante, fez com que fosse necessário tomar a medida da distância que secou de cada retângulo, tendo como referência as estacas internas e, em seguida, descontar tal medida tendo como referência, desta vez, as estacas externas, formando assim o mesmo retângulo de 100 m², todavia mais próximo da margem da lagoa. Semelhante procedimento foi seguido no decorrer dos meses.

No mês seguinte (setembro de 1999), foram coletadas as fezes apenas nas 7 áreas onde se detectou maior concentração (mais de 100 g), isto é:

- a) **1:** caracteriza-se praticamente por não possuir vegetação herbácea nem árvores, tendo apenas uma declividade acentuada.
- b) **2:** contém pouca vegetação herbácea, árvores e uma declividade acentuada;
- c) **3:** alta declividade, pouca vegetação herbácea, algumas plantas na orla da lagoa e muitas árvores;
- d) **6:** declividade acentuada, nenhuma árvore e pouca vegetação herbácea;

- e) **31**: pouca vegetação herbácea, declividade acentuada e ausência de árvores;
- f) **33**: 50% de declividade acentuada e 50% de barranco. Ausência de vegetação herbácea e algumas árvores;
- g) **35**: declividade moderada, algumas árvores e pouquíssima vegetação herbácea.

Ressalta-se que o retângulo 34, inicialmente não considerado dada a baixa quantidade de fezes no primeiro mês, passou a ter as fezes coletadas a partir de outubro de 1999. Trata-se de um local com baixa declividade do solo, plantas na orla da lagoa, não tem praticamente nada de vegetação herbácea e possui muitas árvores.

A contagem direta dos jacarés também foi efetuada em setembro de 1999. A Baía das Pedras, que tem uma conformação em “U”, foi dividida em parcelas de 20 m de largura com estacas de 1,50 m de comprimento, totalizando 20 parcelas. Empregaram-se fitas plásticas fosforescentes, que foram amarradas nas estacas permitindo, assim, que as parcelas fossem visualizadas à noite com o uso de lanternas comuns.

Foram formados 5 grupos de pessoas contendo 2 pessoas em cada grupo (denominou-se 1, 2, 3, 4 e 5, os grupos estabelecidos), permanecendo cada grupo em uma parcela.

A contagem dos jacarés deu-se da margem da lagoa e ocorreu dentro de um intervalo de tempo (5 minutos) suficiente para que cada componente de um grupo contasse duas vezes, daí que, cada grupo contou 4 vezes dentro de uma mesma parcela. Após cada contagem os grupos tomavam suas novas posições rapidamente para a contagem das parcelas seguintes. O tempo foi controlado pelo grupo 1.

Os dados batimétricos de interesse para este estudo foram obtidos no trabalho realizado por Nogueira *et. al.*, (2000).

As coletas de fezes no campo, com frequência mensal, findaram em janeiro 2000, pois em fevereiro as margens já estavam inundadas. No total, as margens da baía das Pedras permaneceram inundadas durante apenas dois meses (fevereiro e março de 2000) e secas nos meses restantes do período de estudo.

2. Observações e experimentos de alimentação com jacaré no Zoológico da UFMT

No Zoológico da UFMT foi construída uma quarentena de 8 m de comprimento por 6 m de largura. A quarentena foi feita apenas com uma caída para água, tendo altura máxima de 2,70 m e mínima de 1,90 m, o que permitia a entrada do sol, necessário ao jacaré.

No centro da quarentena foi construído um tanque de concreto (cimento, pedrisco e vedacit) de 4 m de comprimento por 2 m de largura e com 30 cm de profundidade.

O tanque possuía uma inclinação interna de 50 cm dos quatro lados para facilitar a entrada e saída do animal, bem como a sua movimentação.

Em torno do tanque foi construída uma borda de 40 cm de concreto. Além disto, plantou-se 40 cm de grama em torno do concreto com a finalidade de evitar que o animal arrastasse solo para dentro da água, o que poderia provocar equívocos nos resultados. Todo o tanque foi pintado com uma tinta especial, epoxi, que além de ser impermeabilizante, é neutra, o que evita uma possível reação entre os componentes do cimento e os das fezes.

A água empregada na experimentação foi a mesma utilizada em residências. Após colocar a água dentro do tanque (12.02.2000), as seguintes determinações foram feitas diariamente: temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e pH da água, por volta das 12:00 h. Estas variáveis foram determinadas com eletrodos específicos marca Mettler Toledo.

O animal foi colocado no dia 21.03.2000, após a estabilização das variáveis limnológicas do tanque (capacidade máxima de 1680 L), permanecendo em experimentação até o dia 14.04.2000.

O jacaré, de 2,15 m de comprimento total e pesando 51,5 kg, foi alimentado todos os dias por volta das 12:00 h com peixe fresco (*Pseudorasbora parvius*, *Pimelodus maculatus*, *Prochilodus lineatus* e *Hypostomus* sp), incluindo as vísceras. O alimento foi fornecido ao animal na parte seca da quarentena para que a água ficasse isenta de contaminações.

Coletaram-se 6 amostras de água, sendo três antes e três depois do dia 21.03.2000 para análise química das séries nitrogenadas e fosforadas.

3. Análise química das amostras no laboratório do Projeto Ecologia do Pantanal

No Laboratório de Limnologia as fezes coletadas no campo passaram pelo seguinte processo: secagem (na estufa a 65°C), limpeza (retirando areia, pequenos fragmentos de súbber, folhas e gravetos nelas aderidas) e pesagem (empregando uma balança de marca Sartorius). Depois de homogêneas, todas as fezes foram analisadas quimicamente (matéria orgânica, fósforo e nitrogênio totais), segundo Finck *et. al.*, (1996).

Foram feitos também análises químicas de nitrogênio e fósforo totais, amônio, nitrato, nitrito e ortofosfato das amostras de água coletadas no tanque experimental, com uso de métodos descritos em Finck *et. al.*, (*op. cit.*).

Resultados

1. Das atividades no campo

A Figura 2 mostra a alta concentração de fezes de *Caiman crocodilus yacare* em alguns retângulos à orla da lagoa Baía das Pedras, resultados obtidos por ocasião da demarcação das áreas.

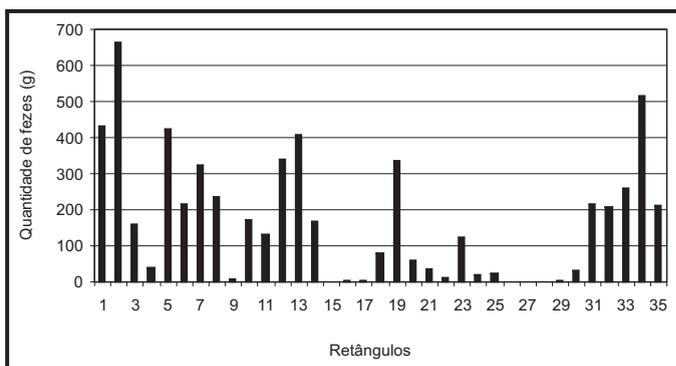


Figura 2 – Fezes (g) de *Caiman crocodilus yacare* coletadas por ocasião da demarcação das áreas em torno da lagoa em julho de 1999.

A Figura 3 traz os resultados obtidos pela pesagem das fezes coletadas ao longo dos meses nos sete retângulos selecionados em torno da “baía”.

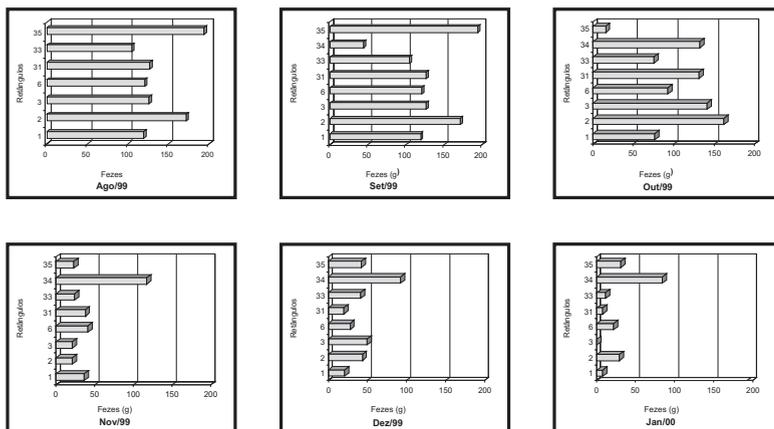


Figura 3 – Variação da quantidade de fezes (g) nos retângulos selecionados, no período de agosto de 1999 a janeiro de 2000.

A Figura 4 indica a diminuição dos valores médios mensais de fezes depositadas nas margens da “baía”.

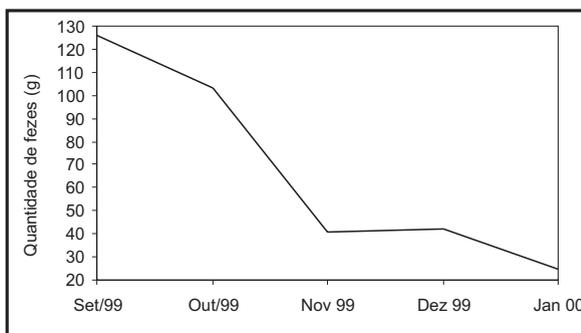


Figura 4 – Variação da quantidade média mensal de fezes (g).

Deve-se considerar que o declínio mostrado pela Figura 4 é a diminuição das fezes encontradas nas margens da “baía”, mas não reflete a produção real de fezes pelos jacarés que, teoricamente, permanece constante ao longo dos meses. Considerando-se que setembro é um mês sem chuvas, típico de estiagem, no qual a contagem direta de jacarés foi realizada (estimativa de 1000 indivíduos), a quantidade total de fezes depositadas nas margens (cerca de 1 kg) foi extrapolada para os outros nove meses em que as margens da lagoa ficaram livres de inundação (outubro de 1999 a janeiro de 2000 e abril a agosto de 2000). Assim, a produção total de fezes, em dez meses não inundados, foi estimada em 10 kg.

2. Do experimento controlado

O animal alimentou-se diariamente de 296 g de peixe, que continha 36,62 % de *Prochilodus lineatus*, 39,44 % de *Hypostomus* sp, 21,82 % de *Ptedoradoras granulatus* e 2,82 % de *Pimelodus maculatus*. O jacaré não defecou na parte seca do cativeiro.

A partir da presença do jacaré houve uma contribuição diária de $29,70 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na condutividade elétrica da água e deixando por cinco dias 0 (zero) de oxigênio dissolvido. A temperatura sofreu uma diferença média de 1°C (Fig. 5) e o pH ficou em torno de 7.

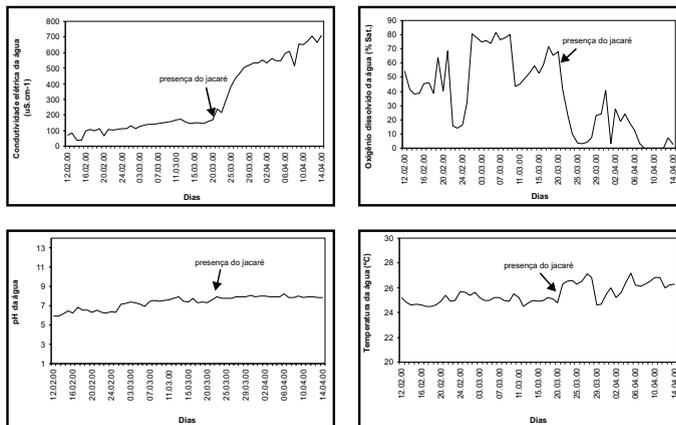


Figura 5 – Alterações das variáveis limnológicas no tanque experimental.

3. Das atividades de laboratório

a) Análise de fezes

As Figuras 6 e 7 mostram as concentrações de nitrogênio e fósforo totais (mg.g^{-1}) e as porcentagens de matéria orgânica nas fezes coletadas. A concentração média de nitrogênio obtida foi $18 \pm 2 \text{ mg.g}^{-1}$ ($n=40$) e a do fósforo $81 \pm 10 \text{ mg.g}^{-1}$ ($n=40$). Em todos os meses estudados a concentração de fósforo total superou a do nitrogênio e a porcentagem de matéria orgânica diminuiu ao longo do tempo.

Considerando-se que 1(um) grama de fezes dos jacarés da lagoa Baía das Pedras contém 18 mg de nitrogênio e 81 mg de fósforo, e que as fezes encontradas à borda dessa lagoa totalizaram 10 kg, estima-se então que a contribuição de *Caiman crocodilus yacare* (1000 indivíduos) para essa “baía” em nitrogênio e fósforo totais, durante o período em que as margens não estiveram inundadas, foi 0,18 kg de nitrogênio e 0,81 kg de fósforo.

b) Análise da água

A Figura 8 mostra as alterações nas concentrações de nitrogênio e fósforo totais, ortofosfato, amônio, nitrato e nitrito, quando da presença do jacaré no tanque experimental.

Figura 6 – Concentração de nitrogênio e fósforo totais (mg.g^{-1}) em fezes de *Caiman crocodilus yacare*.

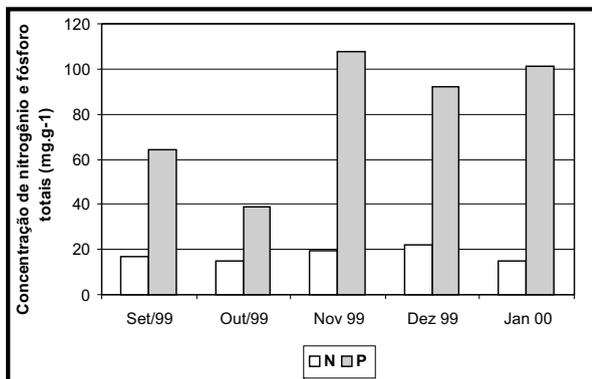


Figura 7 – Porcentagem de matéria orgânica nas fezes de *Caiman crocodilus yacare*.

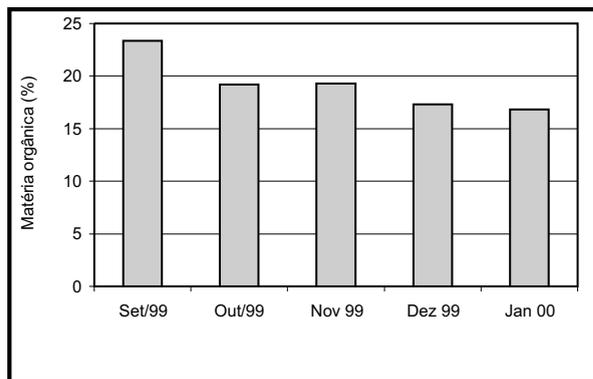
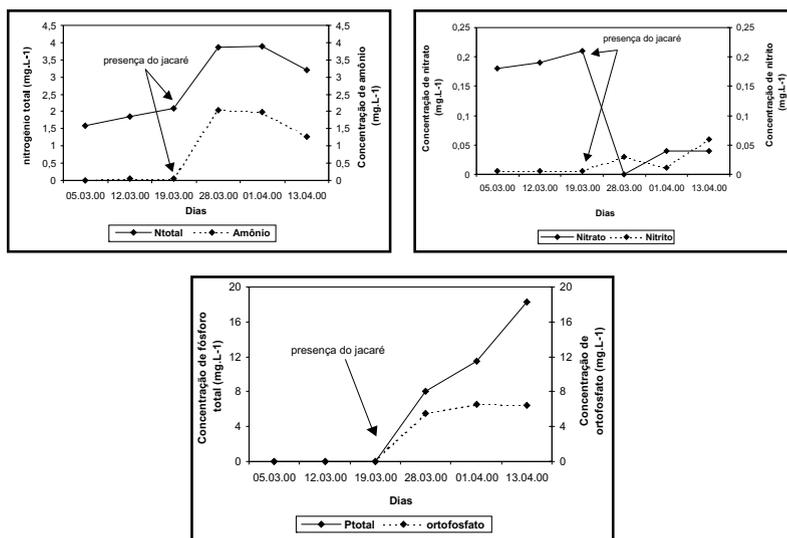


Figura 8 – Variação da concentração de nitrogênio e fósforo totais, ortofosfato, amônio, nitrato e nitrito em mg.L⁻¹.



4. Da elaboração de modelos de dinâmica de nutrientes

Calculou-se a diferença diária das concentrações de nitrogênio e fósforo total eliminados pelo jacaré (quando em experimentação) entre os intervalos dos dias mostrados pela Figura 8,

incluindo o dia 19.03.2000. Dos dados obtidos fez-se uma média aritmética simples, o que representa a contribuição de *Caiman crocodilus yacare* em nitrogênio e fósforo para o tanque experimental (Tabela I).

Tabela I – Contribuição média diária (g.dia⁻¹) de *Caiman crocodilus yacare* para o tanque experimental.

Componentes	g.dia ⁻¹
Nitrogênio	0,113
Fósforo	1,231
Total	1,344

Considerando-se os resultados da Tabela I, a estimativa da contribuição média de *Caiman crocodilus yacare* (1000 indivíduos) em nitrogênio e fósforo totais para a lagoa baía das Pedras, durante o período em que as margens não estiveram inundadas (10 meses), pode ser vista na Tabela II.

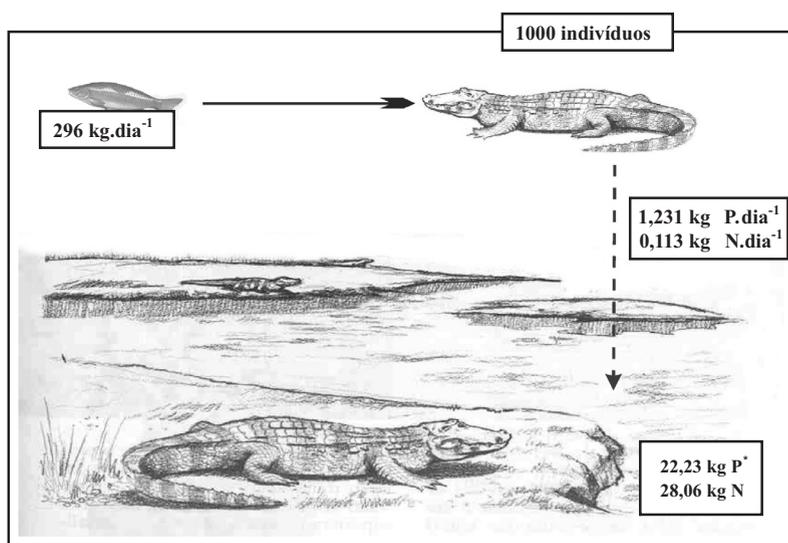
Tabela II – A estimativa da contribuição diária de *Caiman crocodilus yacare* para a baía das Pedras é dada em porcentagem de acordo com o estoque médio de nitrogênio e fósforo totais (kg) na água da mesma “baía”, durante o período em que as margens não estiveram inundadas*.

Componentes	Estoque total na água (kg)	Contribuição de <i>Caiman crocodilus yacare</i> (%)
Nitrogênio	28,06	0,40
Fósforo	22,23	5,54
Total	50,29	5,94

*dados de água de acordo com Souza (1999).

A Figura 9 mostra o balanço de nutrientes (fósforo e nitrogênio) para a lagoa baía das Pedras, utilizando-se dos dados do experimento controlado. *Caiman crocodilus yacare* libera maior teor de fósforo que nitrogênio para a água.

Figura 9 – Balanço de nutrientes no período da seca, assumindo que 0,5 % da biomassa fresca do peixe é fósforo (FINDLAY *et. al.*, 1994 COOPER, *et. al.*, 1998). *O estoque médio de nitrogênio e fósforo totais da baía das Pedras foi calculado com dados de Souza (1999).



Discussão

A preferência por certos locais para a eliminação de fezes pelos jacarés, como mostra as Figuras 2 e 3, provavelmente está relacionada com a temperatura. Altas temperaturas contribuem para aumentar a taxa metabólica dos animais ectotérmicos como os crocodilianos (SCHMIDT-NIELSEN, 1999). Isto acelera o processo digestivo dos jacarés, daí os retângulos 1, 6, 31 e 35, que estão a céu aberto, possuem grandes quantidades de fezes.

No entanto, quando se compara os retângulos que estão a céu aberto com os que estão sob árvores (2, 3, 33 e 34), percebe-se que estes também possuem grandes quantidades de fezes ao longo dos meses estudados. Coulson (1983) *apud* Pinheiro *et. al.*, (1992), observaram que a temperatura ótima para *Alligator mississippiensis* varia provavelmente entre 29 e 31°C, pois temperaturas de 34°C provocam uma acentuada variação no ritmo cardíaco e a 40°C ocorrem danos cardíacos irreversíveis. Segundo Tarifa (1986), no Pantanal mato-grossense os valores de temperatura, observado de agosto a novembro, podem exceder a 40°C. Os crocodilianos são animais ectotérmicos, o que explica a procura por sombras para regularem sua temperatura corporal (POUGH *et. al.*, 1999), e lá, casuisticamente, defecarem.

O retângulo 34, que tem espaço e muitas árvores, manteve altas concentrações de fezes em relação aos demais retângulos selecionados, desde o mês de outubro de 1999 até janeiro de 2000 (Fig. 3). Isto não quer dizer que os jacarés freqüentaram mais o retângulo 34 que os retângulos 2 ou 3, que tem espaço e árvores suficiente para proporcionarem sombra também. A característica do retângulo 34 precisa ser levada em consideração. A baixa declividade do solo, a presença de plantas na margem da lagoa e vegetação herbáceas distribuídas neste retângulo retiveram as fezes evitando que fossem carreadas totalmente pela ação das chuvas para dentro da lagoa.

Dos 36 retângulos estabelecidos ao redor da lagoa, os jacarés preferiram apenas os 8 retângulos citados acima, sendo que os 28 restantes tinham características semelhantes aos 8 selecionados. Daí que a preferência de *Caiman crocodilus yacare* por certos locais para a eliminação de fezes é basicamente comportamental.

As fezes dos jacarés foram carreadas para dentro da “baía” pela ação das chuvas, diminuindo em quantidade à medida que se aproximou de janeiro de 2000. A declividade do terreno acelerou o carregamento das fezes para dentro da lagoa, mesmo as chuvas sendo poucas e fracas (ainda neste mês o Pantanal estava praticamente seco), permanecendo poucas fezes nas margens da lagoa. Isto mostra, sem sombra de dúvida, que o ecossistema aquático recebe su-

primimento de fezes de jacarés com muita facilidade (Fig. 4).

Considerando-se que os jacarés (1000 indivíduos) da lagoa baía das Pedras depositaram 10 kg de fezes à borda dessa lagoa durante o período da seca, e que houve uma contribuição de 6.10^{-7} kg de nitrogênio e 27.10^{-7} kg de fósforo por jacaré por dia, o experimento controlado realizado no Zoológico da UFMT é de fundamental importância para se fazer comparações entre os dados de campo e os do experimento.

A alta produtividade do tanque experimental pode ser evidenciada, quando da presença do animal, pela cor verde-escura (provocada pela alta densidade de algas) que a água adquiriu, pelo aumento de nutrientes (fósforo e nitrogênio) (Fig. 8) e pelas alterações das variáveis limnológicas (Fig. 5). Conforme Esteves (1998) isto é característico de eutrofização.

Percebeu-se que, nos últimos dias da experimentação, o fundo do tanque acumulava um sedimento de cor preta que, segundo Naumann (1930) *apud* Esteves (1998), indica uma alta concentração de matéria orgânica. Esta matéria orgânica é constituída, provavelmente, de algas (principalmente) e outros microorganismos que morreram.

Relacionando alguns dados de campo com os do experimento controlado, nota-se claramente que a estimativa da contribuição de *Caiman crocodilus yacare*, em nitrogênio e fósforo, é suficiente para produzir um estímulo e considerável aumento na produção primária das águas da lagoa baía das Pedras. A alta concentração de *Caiman crocodilus yacare* e a elevada produtividade (cor verde provocada pela presença de altas densidades de algas) dessa lagoa, observada somente no período da seca, corrobora esse resultado. Fittkau (1973) chega mesmo a afirmar categoricamente, que *Caiman crocodilus* é o mais importante fator na acumulação de matéria orgânica alóctone (alimentos), principalmente peixes, e sua mais rápida transformação em nutrientes disponíveis para os microorganismos (principalmente algas).

Experimentos realizados por Fittkau (1973) demonstraram que uma população de jacaré tendo peso fresco de 20.10^4 kg, em uma lagoa hipotética (mas realista) com 5 km^2 de área superficial

e 5.10¹⁰ L (profundidade média: 5 m), liberam durante 10 dias (em mg.L⁻¹) em um período de alimentação à vontade: N, 34; P, 9,6; Ca, 1,5; Mg, 0,1; Na, 0,1; K, 5,0. E no período de fome: N, 17; P, 1,5; Ca, 0,9; Mg, 0,7; Na, 0,5; K, 1,5. Segundo o autor, estas quantidades podem parecer pequenas, mas são suficientes para produzirem um estímulo decisivo na produção primária das águas pobres em nutrientes da Amazônia Central.

Segundo Fittkau (op. cit), a presença de jacarés em um ecossistema aquático é de fundamental importância para a manutenção de uma considerável biomassa de peixes. O autor informa que, segundo pescadores, os jacarés das águas da Amazônia Central foram quase que totalmente eliminados, especialmente entre 1940 e 1950, o que provocou um declínio considerável na safra pesqueira.

O teor de fósforo liberado diariamente pelo jacaré-do-Pantanal é superior a do nitrogênio (ver Tabelas I e II). Comparando este resultado obtido em experimento com os das análises químicas das fezes coletadas no campo, percebe-se que fósforo (Fig. 6) continua superando nitrogênio, o que contrasta com os dados de Fittkau (1973), onde nitrogênio supera fósforo.

Segundo Santos *et. al.*, (1994), há diferença na deposição dos nutrientes nos diferentes compartimentos corporais de *Caiman crocodilus yacare*. O aumento no teor de fósforo durante o crescimento é decorrente da formação de placas ósseas. Em 20 indivíduos de *Caiman crocodilus yacare* com comprimentos do focinho até o final da cloaca (CFC), variando de 21,0 a 91,0 cm, possuem uma média de 2,85 % de fósforo corporal. Fazendo o cálculo de regressão com as variáveis peso corporal vazio (PCV) em função do CFC ($r^2=0,890958$), 2,85 % do PCV (16070 kg) dos jacarés (1000 indivíduos) em estudo corresponderia a 460 kg de fósforo corporal. Dos 1,48 kg de fósforo ingerido diariamente pelos 1000 indivíduos apenas 0,249 kg são armazenados no seu PCV, mostrando que a maior concentração de fósforo é liberado (Fig. 9).

Em seus estudos sobre hábito alimentar de *Caiman crocodilus yacare*, Uetanabaro (1989) afirma categoricamente que não há relação entre o tamanho do jacaré e o do item ingerido, tanto

na “salina 82” quanto nas duas “baías” estudadas. Os itens mais freqüentes foram invertebrados, principalmente os da classe Insecta. Os resultados demonstraram que *Caiman crocodilus yacare* apresenta versatilidade quanto aos itens alimentares, maximizando o forrageio com a ingestão de presas pequenas, mas abundantes. Desta forma podem ocupar coleções de água com diferentes características, tanto na estação da cheia como na seca.

Segundo Santos *et. al.*,(1993), com base nos dados de Uetanabaro (1989), foram escolhidos e testados quatro itens alimentares: insetos aquáticos, crustáceos, moluscos e peixes. Todas as monodietas testadas em seu experimento tiveram boa aceitabilidade pelos filhotes de jacaré-do-Pantanal, porém animais alimentados com peixes tiveram peso e crescimento superiores. No entanto, nenhuma das dietas fornecidas isoladamente pareceu adequada para o bom desenvolvimento dos jacarés. Segundo a autora os itens alimentares consumidos por *Caiman crocodilus yacare* na natureza diferem quanto ao valor nutritivo.

Das observações realizadas no campo, percebeu-se que os jacarés alimentavam-se freqüentemente de peixes, em maior quantidade no período noturno. Segundo Uetanabaro (1989), a análise dos itens alimentares não revelou preferência alimentar pelos jacarés e parece estar mais relacionada com a disponibilidade e capturabilidade da presa.

A quantidade de alimento ingerido diariamente pelo animal foi de 0,6 % em relação ao peso corporal. Segundo Fittkau (1973), os experimentos por ele realizado indicam que espécimes de *Caiman crocodilus* (100 a 115 cm de comprimento e pesando 3 a 6 kg) podem ingerir alimento em uma razão diária de 0,6 a 0,8 % do peso do corpo. Cott (1963) *apud* Fittkau (1973), por exemplo, informa que dois crocodilos africanos, cerca de 2,3 m de comprimento e pesando 45 kg, comeram 10,120 e 13,120 kg de comida na forma de peixes, ratos e carne, durante um período de 36 dias em cativeiro. Estes valores correspondem a 280 e 360 g por dia, ou 0,62 e 0,8 % dos pesos corporais, respectivamente. Os resultado de Cott (1963) e Fittkau (1973) mostram que a capacidade aproximada de alimentação de crocodilianos é

0,6 a 0,8 % do peso do corpo, no que concorda notadamente com o resultado obtido neste estudo.

Em síntese, se compararmos os dados de campo com os do experimento controlado, poder-se-á observar que são bastante diferentes. A contribuição, avaliada pelos dados de campo, é significativamente menor. Desta forma, os resultados obtidos no campo poderiam estar subestimando o papel dos jacarés para a ciclagem de nutrientes da lagoa.

No entanto, deve-se considerar três importantes fatores. Primeiro: os jacarés também defecam na água, e não se sabe a quantidade de fezes eliminadas na “baía”; segundo: o peso das fezes coletadas se limitou aos 8 retângulos onde houve maior quantidade de fezes; e terceiro: as fezes diluídas pelas águas das chuvas não foram quantificadas. Portanto, as fezes encontradas ao redor da lagoa não representam a produção total pelos jacarés, o que indica um limite do método utilizado.

Para uma avaliação mais acurada, considerou-se também os resultados obtidos em condições experimentais controladas. Neste caso, muitas foram também as limitações metodológicas. Em primeiro lugar, apenas um jacaré pôde ser utilizado em função da disponibilidade de espaço e condições no Zoológico da UFMT; segundo, o jacaré em questão, nas condições de cativeiro, permaneceu agressivo durante dias, dificultando a possibilidade de repetir o mesmo experimento; e terceiro, durante todo o período de experimentação em cativeiro, o jacaré não defecou na área seca, e portanto, o cálculo de sua contribuição para a dinâmica de fósforo e nitrogênio foi avaliado apenas indiretamente.

Conclusão

1. Por uma questão basicamente comportamental, *Caiman crocodilus yacare* tem preferência por certos locais à borda da lagoa baía das Pedras para defecarem.

2. O jacaré-do-Pantanal libera maior teor de fósforo que nitrogênio para a lagoa baía das Pedras.

3. A contribuição de *Caiman crocodilus yacare*, em fósforo e nitrogênio, é de suma importância para estimular e sustentar a produtividade da lagoa baía das Pedras, provocando eutrofização temporária do sistema durante o período de seca.

Referências bibliográficas

COOPER, S. D. *et. al.*, (1998). **Effects of fish and phosphorus on small, turbid ponds in East Africa**. Verh. Internat. Verein. Limnol., 26: 1543-1550.

FINCK, M.; ABDO, M. S. A.; SILVA, R. L. (1998). **Técnicas de análises de nutrientes em água, plantas, solos e sedimentos**. Cuiabá-MT. Laboratório de Limnologia, PEP.56p. (Manual).

FITTKAU, E. J. (1973). **Crocodiles and the nutrient metabolism of Amazonian waters**. Amazoniana 4(1): 103-133.

FITTKAU, E. J. (1970). **Role of caiman in the nutrient regime of mouth-lakes of Amazon affluents**. Biotropical 2(2):138-142.

NOGUEIRA, F. M. B. *et. al.*, (2000). **Seasonal and daily limnological differences in a tropical floodplain lake (Pantanal of Mato Grosso, Brazil)**. Cuiabá-MT, PEP.

PINHEIRO, M. S.; SANTOS, S. A.; SILVA, R. A. (1992). **Efeito da temperatura da água sobre o crescimento inicial de *Caiman crocodilus yacare***. Revista Brasileira de Biologia, 52(1): 161-168.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; McFARLAND, W. N. (1999). **A vida dos vertebrados**. São Paulo: Ateneu Editora. 2ª ed. 141-146p.

SOUZA, M. D. (1999). **Influência do pulso de inundação sobre as características limnológicas da Baía das Pedras, Pantanal**

Mato-grossense, Brasil. Cuiabá-MT, PEP.

SANTOS, S. A. *et. al.*, (1996). **Diets of *Caiman crocodilus yacare* from different habitats in the Brazilian Pantanal.** Herpetological Journal, 6. 111-117.

SANTOS, S. A. *et. al.*, (1994). Composição química corporal de *Caiman crocodilus yacare*. **Revista Brasileira de Biologia**, 54(4): 611-616.

SANTOS, S. A.; PINHEIRO, M. S.; SILVA, R. A. (1993). Efeito de diferentes dietas naturais no desenvolvimento inicial de *Caiman crocodilus yacare* (Crocodylia Alligatoridae). **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, 22(3): 403-411.

SCHMIDT-NIELSEN, K. (1999). **Fisiologia animal. Adaptação e meio ambiente.** Ed. Santos Livraria Editora, São Paulo (USP). 5ª ed. 217-291p.

TARIFA, J. R. (1986). **O sistema climático do Pantanal. Da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisas climatológicas.** Anais do I Simpósio sobre Recursos Naturais. Departamento de Difusão de Tecnologia Brasília-DF. 9-27p.

UETANABARO, M. (1989). **Hábito alimentar de *Caiman crocodilus yacare* (Crocodylia, Alligatoridae) no Pantanal Sul Mato-grossense.** Rio Claro-SP. (Dissertação).