

**Ecologia de Populações de Porco Monteiro no
Pantanal do Brasil**
**Population Ecology of Feral Pigs in the Brazilian
Pantanal**



Documentos 106

Ecologia de Populações de Porco Monteiro no Pantanal do Brasil Population ecology of feral pigs in the Brazilian Pantanal

Arnaud Leonard Jean Desbiez
Alexine Keuroghlian
Ubiratan Piovezan
Richard Ernest Bodmer

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS
Caixa Postal 109
Fone: (67) 3234-5800
Fax: (67) 3234-5815
Home page: www.cpap.embrapa.br
Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações:

Presidente: *Thierry Ribeiro Tomich*
Secretário-Executivo: *Suzana Maria de Salis*
Membros: *Débora Fernandes Calheiros*
Marçal Henrique Amici Jorge
Jorge Antonio Ferreira de Lara
Secretária: *Regina Célia Rachel*
Supervisor editorial: *Suzana Maria de Salis*
Normalização bibliográfica: *Viviane de Oliveira Solano*
Editoração eletrônica: *Regina Célia Rachel e Eliane Mary Pinto de Arruda*
Disponibilização na home page: *Luiz Edevaldo Macena de Britto*

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP
Embrapa Pantanal

Ecologia de populações de porco monteiro no Pantanal do Brasil = *Population ecology of feral pigs in the Brazilian Pantanal* [recurso eletrônico] / Arnaud Leonard Jean Desbiez...[et al.]. – Dados eletrônicos. – Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009.

44p. (Documentos / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7223; 106).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC106.pdf>>

Título da página da Web (acesso em 27 dez. 2009)

1. Dinâmica populacional. 2. Porco selvagem. 3. Sus scrofa. 4. Pantanal. I. Desbiez, Arnaud Leonard Jean. II. Keroughlian, Alexine. III. Piovezan, Ubiratan. IV. Bodmer, Richard Ernest. V. Título: Population ecology of feral pigs in the Brazilian Pantanal VI. Embrapa Pantanal. VII. Série.

CDD 591.50981(21. ed.)

© Embrapa 2009

Autores

Arnaud Leonard Jean Desbiez

Biólogo, Doutor em Manejo de Biodiversidade
Coordenador Regional de Conservação e Pesquisa para America Latina da
Real Sociedade Zoológica da Escócia (Royal Zoological Society of Scotland)
Rua Taiobá, 672, Bairro Cidade Jardim, 79040-640, Campo Grande, MS
Telefone (67) 3341 4897
E-mail: adesbiez@rzss.org.uk

Alexine Keuroghlian

Ecóloga e Bióloga de Conservação
Coordenadora Pantanal/Cerrado, WCS do Brasil
Wildlife Conservation Society do Brasil;
R. Spipe Calarge, 2355; Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3388 6917
E-mail: alexinek@hotmail.com

Ubiratan Piovezan

Zootecnista, Doutor em Ecologia
Pesquisador da Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880, Caixa Postal 109,
CEP 79320-900, Corumbá, MS
Telefone (67) 3234 5919
E-mail: piovezan@cpap.embrapa.br

Richard Ernest Bodmer

Biólogo, Professor da Universidade de Kent, UK
Durrell Institute of Conservation and Ecology, University of Kent, Canterbury,
Kent, CT2 7NS, UK
E-mail: r.bodmer@ukc.ac.uk

Apresentação

O porco monteiro chegou ao Pantanal há cerca de dois séculos e, desde então, tem sido considerado como a principal espécie cinegética (de interesse para a caça) na região. Suas populações vivem livres na planície e independentes da atividade humana, exceto pelo manejo tradicional que age como fator de controle populacional dos rebanhos.

Considerando que a espécie apresenta potencial para utilização econômica e que pode vir a compor a pauta de produtos com certificação de origem no Pantanal, informações sobre a ecologia das populações presentes na planície são estratégicas.

Este artigo apresenta um apanhado sobre as informações disponíveis a respeito da espécie e discute aspectos da dinâmica de suas populações, com base em projeções obtidas utilizando-se o software VORTEX 9.6.

Para que atinja um maior número de leitores, o texto é apresentado em português e também em uma versão livre na língua inglesa.

Esperamos que este trabalho possa ser útil a um público amplo, desde produtores e trabalhadores rurais até profissionais que atuam no campo, bem como aos membros da comunidade científica.

José Anibal Comastri Filho
Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

Ecologia de Populações de Porco Monteiro no Pantanal do Brasil

Population ecology of feral pigs in the Brazilian Pantanal

Introdução / Introducion	7
Método / Methods	11
Modelo base / Baseline model	11
Análise de sensibilidade: parâmetros reprodutivos e de mortalidade / Sensitivity analysis: mortality and reproductive parameters	21
Resultados / Results	24
Modelo base / Baseline model	24
Resultados das análises de sensibilidade / Sensitivity analysis results	24
Discussão / Discussion	28
Considerações sobre o modelo base / Model baseline considerations	28
Parâmetros que afetam a taxa de crescimento populacional / Parameters affecting population growth rate	29
Processos naturais controladores de população de porcos monteiros / Natural process controlling feral pig populations	30
Controle de populações de porcos monteiros por fatores antropogênicos / Anthropogenic factors controlling feral pig populations	33
Ecologia de populações de porcos monteiros no Pantanal: futuras pesquisas e implicações de manejo / Population ecology of feral pigs in the Pantanal: future research and management implications	35
Conclusões / Conclusions	37
Agradecimentos / Acknowledgements	38
Referências / References	38

Ecologia de Populações de Porco Monteiro no Pantanal do Brasil

Population ecology of feral pigs in the Brazilian Pantanal

Arnaud Desbiez
Alexine Keuroghlian
Ubiratan Piovezan
Richard Bodmer

Introdução

O porco em estado feral (*Sus scrofa*) é uma das espécies de mamíferos invasores mais bem sucedidas do mundo (LOWE et al., 2000). Muitos estudos relatam as consequências negativas, tanto ecológicas quanto socioeconômicas, das invasões de suínos. Porcos são responsáveis por causar a diminuição na biodiversidade, extinções locais de outras espécies e normalmente competem com os animais silvestres (CHALLIES, 1975; ALEXIOU, 1983; CAMPBELL; RUDGE, 1984; TISDELL, 1984; LACK; LANCIA, 1986; DE NEVERS; GOATCHER, 1990; KOTATEN, 1995; MAYER et al., 2000; DRAKE, 2001; ROLLINS; CARROLL, 2001; SIERRA, 2001; HONE, 2002; ROEMER et al., 2002; CUSHMAN et al., 2004; ENGEMAN et al., 2004; ICKES et al., 2005; WILSON et al., 2006).

Os porcos selvagens são geralmente pragas para a agricultura, causando prejuízos à lavoura, danos à estrutura, degradação da terra e até predação de bezerros recém nascidos (HONE, 1980; 2002; O'BRIEN, 1987; CHOQUENOT et al., 1997; MAYER et al., 2000; ZIVIN et al., 2000; ENGEMAN et al., 2004; GEISSER; REYER, 2004). Além disso, esses animais são reservatórios de vários agentes etiológicos de doenças infecciosas (PECH; HONE, 1988; PECH; MCILROY 1990; HAHN et al., 1997; DORAN; LAFFAN, 2005; HERRERA et al., 2005; CORNER, 2006; HAMPTON et al., 2006; RUIZ-FONS et al., 2007). Por essas razões, a literatura sobre porcos asselvajados em ambiente silvestre discute e sugere métodos de controle e até a sua erradicação (HONE, 1983; COBLENTZ; BABER, 1987; O'BRIEN, 1987; SAUNDERS; BRYANT, 1988; HONE; STONE, 1989; MCILROY; SAILLARD, 1989; ANDERSON; STONE, 1993; FINLAYSON et al., 1997; EASON et al., 1999; ZIVIN et al., 2000; CRUZ et al., 2005; HONE, 2006).

Introduction

Feral pigs (*Sus scrofa*) are one of the most successful invasive mammalian species in the world (LOWE et al., 2000). Understanding their population ecology for management and control purposes is necessary since the species has rapidly become a pest wherever it is introduced. Many studies document the negative ecological and socio-economic consequences of feral pig invasions. They are reported to cause a decrease in biodiversity, local extinctions of other species, and they often compete with native wildlife (CHALLIES 1975; ALEXIOU, 1983; CAMPBELL; RUDGE 1984; TISDELL, 1984; LACK; LANCIA, 1986; DE NEVERS; GOATCHER, 1990; KOTATEN, 1995; MAYER et al., 2000; DRAKE, 2001; ROLLINS; CARROLL, 2001; SIERRA, 2001; HONE, 2002; ROEMER et al., 2002; CUSHMAN et al., 2004; ENGEMAN et al., 2004; ICKES et al., 2005; WILSON et al., 2006).

Feral pigs are often agricultural pests causing loss of income through destruction of crops, damage to infrastructure, degradation of land and even predation on newborn livestock (HONE, 1980; 2002; O'BRIEN, 1987; CHOQUENOT et al., 1997; MAYER et al., 2000; ZIVIN et al., 2000; ENGEMAN et al., 2004; GEISSER; REYER, 2004). Finally, feral pigs are also considered to be reservoirs of infectious diseases and other aetiological agents (PECH; HONE, 1988; PECH; MCILROY 1990; HAHN et al., 1997; DORAN; LAFFAN, 2005; HERRERA et al., 2005; CORNER, 2006; HAMPTON et al., 2006; RUIZ-FONS et al., 2007). For these reasons, most of the literature on feral pigs discusses and suggests methods of control and eradication (HONE, 1983; COBLENTZ; BABER, 1987; O'BRIEN, 1987; SAUNDERS; BRYANT, 1988; HONE; STONE, 1989; MCILROY; SAILLARD, 1989; ANDERSON; STONE, 1993; FINLAYSON et al., 1997; EASON et al., 1999; ZIVIN et al., 2000; CRUZ et al., 2005; HONE, 2006).

Conhecido no Pantanal brasileiro como porco monteiro, onde ocorre há mais de 200 anos, a espécie já se estabeleceu na região e entender sua ecologia é importante por razões conservacionistas e econômicas. As consequências ecológicas da sua invasão são ainda pouco compreendidas. A primeira vista, eles se beneficiam e contribuem para o estado de conservação da vida silvestre na região e são de grande importância para a cultura pantaneira, pois há uma franca preferência pela caça de porcos monteiros. A fauna silvestre raramente é caçada por trabalhadores rurais e, dessa forma, a espécie age como substituidora dos animais autóctones (DESBIEZ, 2007).

As populações de porcos monteiros são tradicionalmente manejadas pelos homens do campo que capturam, castram e soltam machos para obter indivíduos mais gordos quando os recapturarem 6 a 12 meses mais tarde (LOURIVAL, 1993; DESBIEZ, 2007). Esta espécie é uma excelente fonte de carne fresca e gordura. O abate e a castração dos porcos monteiros é uma atividade social valiosa e já faz parte do tradicional estilo de vida pantaneiro (DESBIEZ, 2007).

Porcos são considerados dispersores potenciais de sementes no Pantanal (DESBIEZ, 2007; DONATTI et al., 2007; DESBIEZ; KEUROGHLIAN, 2009b). Em áreas de floresta, desenterram plântulas e sementes, podendo afetar a germinação de certas espécies (DESBIEZ e KEUROGHLIAN, 2009c; DESBIEZ et al., 2009). Predam ovos de aves que nidificam no chão (DESBIEZ et al., 2009), e também ovos de répteis tais como *Caiman crocodylus yacare* (CAMPOS, 1993). Assim, por diversas razões, as populações de porcos monteiros devem ser suficientemente abundantes para garantir a continuidade da caça e, devido ao seu alto potencial de crescimento (HONE, 1983; CALEY, 1993; CHOQUENOT, 1998), devem também se manter sob controle a fim de se evitar impactos negativos.

O controle deve ser baseado em características da ecologia e biologia de porcos monteiros, para que seus efeitos sejam previsíveis sobre a dinâmica da população.

Feral pigs have been present in the Brazilian Pantanal for over 200 years and understanding their population ecology is important for conservation and economic purposes. The ecological consequences of the invasion of feral pigs in the Pantanal are still poorly understood. On the one hand, it appears they may have benefited both native wildlife and local people. In the Pantanal native wildlife are rarely hunted by ranch workers who instead prefer to hunt feral pigs. Feral pigs act as replacement species for native wildlife hunting (DESBIEZ, 2007).

Feral pig populations are traditionally managed by ranch workers who capture, castrate and release male feral pigs to obtain fatter individuals upon re-capture a 6 to 12 months later (DESBIEZ, 2007). This introduced species provides a highly appreciated source of fresh meat and their fat is used as cooking oil. Hunting and castration of feral pigs is usually done by several hunters and is a valued social activity and part of the traditional life style in the Pantanal (DESBIEZ, 2007). A strong cultural tie is associated with this exotic species.

Feral pigs may also act as potential seed dispersers (DESBIEZ, 2007; DONATTI et al., 2007; DESBIEZ; KEUROGHLIAN, 2009b). On the other hand, when present at high densities, herds of feral pigs are reported by local people to cause extensive damage to pasture and large males have been reported to predate newborn calves or lambs (DESBIEZ et al., 2009b). In forested areas feral pigs uproot saplings and seedlings and may affect the recruitment of certain species (DESBIEZ; KEUROGHLIAN, 2009c; DESBIEZ et al., 2009). Feral pigs predate eggs of ground nesting birds (DESBIEZ et al., 2009b), and some reptiles such as the *Caiman yacare* (CAMPOS, 1993). Most importantly, in the Pantanal feral pigs have been found to be potential reservoirs of diseases (FREITAS et al., 2004; HERRERA et al., 2005; 2008; PAES et al., 2008). For all these reasons feral pig populations must be abundant enough to continue to be easily hunted. At the same time this species, which has the potential for a dramatic increase (HONE, 1983; CALEY, 1993; CHOQUENOT, 1998), should be controlled or managed to avoid having the negative economic and ecological impacts abundantly reported in the literature.

A análise da taxa de crescimento dos porcos monteiros e seus determinantes são a chave para entender o comportamento da população, pois ela é a uma variável chave na relação entre os fatores que regem a ecologia de uma população (SIBLY; HONE, 2002).

Entender o impacto das mudanças em taxas vitais como sobrevivência ou a reprodução, o crescimento ou a diminuição populacional, é o primeiro passo. Através de modelos matemáticos, o impacto de variações nas taxas vitais sobre a dinâmica da população pode ser simulado e avaliado. O software VORTEX é um programa de Análise da Viabilidade Populacional (PVA) (LACY, 1993; 2000) que modela o impacto de forças determinantes e eventos estocásticos em dinâmicas de populações selvagens nas quais vários cenários podem ser testados (MILLER; LACY, 2005). O VORTEX foi amplamente usado como modelo para população de vida selvagem (MILLER; LACY, 2005) e, quando aplicado em grandes quantidades de dados coletados, produz previsões acuradas (BROOK, et al., 2000). Esse software geralmente é usado no contexto das PVAs (LACY, 1993, 2000; MILLER; LACY, 2005) para avaliar a probabilidade de persistência das populações de espécies ameaçadas sob várias condições e identificar manejos efetivos para estratégias de conservação ou necessidade de pesquisa (MORRIS et al., 1999; BROOK et al., 2000; MCCARTHY et al., 2001; REED et al., 2002).

Embora porcos monteiros sejam exatamente o oposto de uma espécie em extinção, o VORTEX pode ser usado como ferramenta para modelar a ecologia de suas populações e propiciar a percepção dos fatores que determinam sua ecologia. Deste modo poderemos implementar medidas de controle populacional e/ou estratégias de manejo, se necessário.

A análise que busca parâmetros biológicos e ambientais que influenciem o tamanho populacional é conhecida como análise de sensibilidade ou sensível, pois avalia o grau de mudança na população monitorada, devido à variação parâmetros específicos nos quais o modelo é baseado. As análises sensíveis identificam parâmetros que são fortes determinantes da dinâmica populacional. A identificação desses parâmetros viabiliza a projeção de cenários e nos permite identificar fatores capazes de regular o crescimento da população.

Potential control or management strategies should be based on characteristics of the ecology and biology of feral pigs to have the most impact on their population dynamics. Analysis of the population growth rate and its determinants is key to understanding population dynamics, since population growth rate is the main unifying variable linking the various aspects of a species population ecology (SIBLY; HONE, 2002).

Understanding the impact of changes in vital rates, such as survival or reproductive rates, on population growth or decline is a first step towards evaluating the factors, both natural and anthropogenic, which regulate populations of feral pigs. Through population models the impact of changes in vital rates on growth rate can be evaluated. VORTEX is a long-standing Population Viability Analysis (PVA) software package (LACY, 1993; 2000) that models the impact of deterministic forces and stochastic events on wildlife population dynamics in which various scenarios can be tested (MILLER; LACY, 2005). VORTEX was selected as it has been widely used to model wildlife populations (MILLER; LACY, 2005) and, when tested on long term field study data sets, has produced accurate predictions (BROOK et al., 2000). VORTEX is generally used in the context of PVAs (LACY, 1993, 2000; MILLER; LACY, 2005) to evaluate the probability of persistence of populations of endangered species under various conditions and to identify effective management or conservation strategies or research needs (MORRIS et al., 1999; BROOK et al., 2000; MCCARTHY et al., 2001; REED et al., 2002).

Although feral pigs are the exact opposite of an endangered species, VORTEX can be used as a tool to analyse the population ecology of feral pigs. The objective here is not to examine the long-term viability of feral pig populations, but rather to appreciate which biological and environmental parameters are likely to contribute to changes in population growth rates. The overall aim is to acquire a better understanding of the population ecology of feral pigs and for implementing potential population control or management strategies.

Conducting a sensitivity analysis can help evaluate biological and environmental parameters that contribute to changes in population growth. Sensitivity analysis assesses the degree of change in the modelled population due to the variation of certain parameters upon which the model is based.

Análises sensíveis podem esclarecer quais as partes da história de vida dos porcos que poderão ser o foco do esforço de manejo (BENTON; GRANT, 1999), ou de novas pesquisas.

Acredita-se que o manejo tradicional de abate de porco monteiro no Pantanal regula sua população. A caça é uma ferramenta importante de regulação para javalis selvagens na Europa (DARDAILLON, 1987; GERARD et al., 1991; BOITANI et al., 1994; MARKOV, 1997; MASSEI et al., 1997). A taxa de abate na Europa é regulada de forma a manejar a população de javalis selvagens e prevenir estragos econômicos nas colheitas enquanto se garante a caça contínua (FOCARDI et al., 1996; FERNANDEZ-LLARIO; MATEOS-QUESADA, 2003; GEISSER; REYER, 2004). No Pantanal a caça não é regulada e a taxa de abate depende individualmente dos caçadores. A taxa de abate mostrou-se sustentável em duas áreas de estudos no Pantanal (LOURIVAL, 1993; DESBIEZ, 2007). Entretanto, o controle da população de porcos monteiros provavelmente não depende só da caça. Muitos fatores são citados como causa de variações evidentes nas populações de porcos e javalis selvagens. Essas causas incluem disponibilidade de água (ILSE; HELLGREN, 1995b; FERNANDEZ-LLARIO; CARRANZA, 2000), mudanças nos recursos chaves (BIEBER; RUF, 2005), condições do habitat (CHOQUENOT; RUSCOE, 2003), condições ambientais (DEXTER, 1998) e climáticas (MARKOV, 1997). O objetivo desse trabalho é identificar e avaliar os processos naturais e os impactos antropogênicos que potencialmente regulam e afetam a população de porcos monteiros no Pantanal Brasileiro. Usando o programa VORTEX (v.9.6) identificamos os determinantes de crescimento populacional e discutimos os resultados.

Probabilities of occurrence and impacts of different natural or anthropogenic factors can be varied to evaluate the robustness of the model, as well as to uncover particularly sensitive parameters that could significantly alter the population growth of feral pigs. Sensitivity analysis identifies parameters which are strong determinants of population dynamics. Knowledge of these parameters will not only give an insight in the population ecology of the species, but will help identify factors which may be regulating feral pig populations. Sensitivity analysis can help pinpoint those parts of the feral pig's life history that could be the focus of management effort (BENTON; GRANT, 1999).

Hunting of feral pigs in the Pantanal is thought to regulate their populations. Hunting is an important management tool for wild boar in Europe (DARDAILLON, 1987; GERARD et al., 1991; BOITANI et al., 1994; MARKOV, 1997; MASSEI et al., 1997). Harvest rates in Europe are regulated in order to manage wild boar populations and to prevent economic damage to crops while ensuring continuous harvests (FOCARDI et al., 1996; FERNANDEZ-LLARIO; MATEOS-QUESADA, 2003; GEISSER; REYER, 2004). In the Pantanal, hunting is not regulated and harvest rates depend on the individual hunters. Harvest rates were found to be sustainable in two study areas in the Pantanal (LOURIVAL, 1993; DESBIEZ, 2007). Control of feral pig populations probably does not only depend only on hunting. Many factors have been cited as causes of the variations seen in feral pig and wild boar population. Causes include availability of water (ILSE; HELLGREN, 1995b; FERNANDEZ-LLARIO; CARRANZA, 2000), changes in key resources (BIEBER; RUF, 2005), habitat conditions (CHOQUENOT; RUSCOE, 2003), environmental conditions (DEXTER, 1998), and climate (MARKOV, 1997). The aim of this paper is to identify and evaluate the potential natural processes and anthropogenic impacts that regulate and control feral pig populations in the Brazilian Pantanal. Using the VORTEX software (v.9.6) determinants of population growth rates are examined and related to the ecology and management of feral pig populations.

Métodos

Modelo base

Um modelo base foi desenvolvido para ajudar a investigar a dinâmica populacional do porco monteiro. Todos os dados utilizados para construir o modelo foram baseados nos trabalhos de campo realizados na região central do Pantanal entre junho de 2002 e dezembro de 2005. O trabalho de campo incluiu transectos lineares (totalizando 2.174 km de caminhada), análise da composição do grupo, observações diretas feitas durante o trabalho de campo, coletas de crânios de porco monteiro (N = 222) e 97 entrevistas em 71 fazendas. Observações de porcos monteiros re-domesticados e mantidos nas fazendas também foram utilizadas. A literatura sobre porcos selvagens foi consultada e comparada com os dados coletados no campo.

Uma população inicial de 2.500 indivíduos foi considerada. As dispersões e acréscimos não foram considerados, uma vez que no Pantanal as populações são conectadas e os acréscimos são pouco frequentes devido ao custo do transporte de animais. No modelo uma população significa todos os indivíduos, seja este um leitão ou um adulto. A capacidade suporte da área foi considerada como sendo a mesma da população inicial. A deriva genética não foi considerada no modelo já que as populações são bem conectadas (MOURÃO et al., 2002) e a espécie apresenta variabilidade genética (SOLLERO et al., 2009), o que não traz maiores efeitos para a reprodução e a sobrevivência da espécie. Variações ambientais afetam diretamente a sobrevivência e a reprodução dos porcos monteiros através da diminuição dos recursos disponíveis, como água e frutos, bem como mudanças no habitat e nas condições ambientais da região (ILSE; HELLGREN, 1995b; MARKOV, 1997; DEXTER, 1998; FERNANDEZ-LLARIO; CARRANZA, 2000; CHOQUENOT; RUSCOE, 2003; BIEBER; RUF, 2005). As sobrevivência e reprodução estão ligadas com a variação ambiental de acordo com o modelo. Isto significa que bons anos para reprodução são também bons anos para sobrevivência.

Methods

Baseline model

A baseline population model was designed to help investigate the population dynamics of feral pigs. All data used to build the baseline model were based on field work conducted in the central region of the Pantanal between June 2002 and December 2005. Field work included line transect counts (2,174 km walked), group composition analysis, direct observations made during field work, collection of feral pig skulls (N = 222) and 97 interviews in 71 ranches. Observations of feral pigs that have been re-domesticated and kept in ranches were also used. The extensive literature on feral pigs was used and compared with the field data collected.

Feral pigs are found throughout the Pantanal floodplain (MOURÃO et al., 2002). However in this study an artificially closed population of feral pigs was modeled. Neither dispersal nor supplementations were considered, since these can conceal population fluctuations. In reality, populations throughout the Pantanal are well connected and continue even to be supplemented by domestic stock. An initial population of 2500 individuals was considered. VORTEX defines a population as all individuals within the population, an individual can be a 1-day old piglet or a fully grown adult. The carrying capacity was considered to be the same as the initial population size. Inbreeding depression was not included in the model as feral pig populations are very well connected throughout the Pantanal (MOURÃO et al., 2002), and genetic considerations (SOLLERO et al., 2009) are not thought to have major effects on the species reproduction and survival. Environmental variation affects the survival and reproduction of feral pigs directly through a decrease in resource availability, such as water and fruits, as well as by changing habitat and environmental conditions in the landscape (ILSE; HELLGREN, 1995b; MARKOV, 1997; DEXTER, 1998; FERNANDEZ-LLARIO; CARRANZA, 2000; CHOQUENOT; RUSCOE, 2003; BIEBER; RUF, 2005). Environmental variation for survival and reproduction were linked in the model. This means that good years for reproduction are also good years for survival. The population was modelled for 100 years (approximately 30 generations) so that population trends could be observed without being so far into the future that results become too uncertain.

Suposições do modelo

Sistema de acasalamento: Poligamia

Acredita-se que a organização social de porcos monteiros é tipificada por grupos matriarcais, compostos de várias gerações de fêmeas aparentadas, da prole e de varões adultos solitários (BARRETT, 1978; MARTYS, 1991; BOITANI et al., 1994; GABOR et al., 1999). No Pantanal foram observados grupos de fêmeas e sua prole com um ou vários machos confirmando o sistema poligâmico de acasalamento. Demograficamente, não há diferença se o casal é de longo prazo ou os rearranjos ocorrem cada ano. Não foram incluídas considerações genéticas no modelo, portanto a escolha da opção de curto prazo ou de longo prazo no sistema de acasalamento polígamo foi considerada irrelevante.

Idade da primeira cria para fêmeas: 1 ano

VORTEX define procriação como a época do primeiro nascimento e não a idade de amadurecimento sexual ou da concepção. No Pantanal, sabe-se que fêmeas domesticadas de porco monteiro tiveram seus filhotes antes de completar um ano de idade. Estas proles são tipicamente menores. Há relatos na literatura de fêmeas tendo sua primeira prole antes de um ano de idade ou com um ano de idade (BABER; COBLENTZ, 1986; TAYLOR et al., 1998; MCILROY, 2001).

Idade da primeira cria para machos: 2 anos

Fisiologicamente os machos têm capacidade para reproduzir já no primeiro ano de vida. Na Califórnia, machos começam a reproduzir entre 12-18 meses (BARRETT, 1978). Porcos monteiros continuam a crescer depois do primeiro ano e provavelmente atingem seu tamanho adulto entre 24-36 meses de idade (SAUNDERS, 1993). Como os machos enfrentam uma competição forte com outros mais velhos e mais fortes, a idade real para o primeiro acasalamento fica adiada até depois de dois anos de idade.

Data, assumptions and inputs

Mating system : Polygamous

The social organisation of feral pigs is believed to be typified by female matrilineal groups consisting of several generations of related females, their offspring and solitary adult boars (BARRETT, 1978; MARTYS, 1991; BOITANI et al., 1994; GABOR et al., 1999). In the Pantanal, we observed groups of females and their offspring with one or several males confirming the polygamous mating system. According to preliminary radio telemetry data, males are not necessarily faithful to the same group throughout the years (KEUROGHLIAN, unpubl data). Demographically, it will not matter whether long-term pairing or re-arrangements of pairs occurs each year. We did not included genetic considerations in the model so the choice of the short-term or long-term option in the polygamous mating system is irrelevant.

Age of first offspring for females: 1 year

VORTEX defines breeding as the time when the first offspring are born and not the age of onset of sexual maturity or age of first conception. In the Pantanal, we have been told of domesticated female feral pigs that had their first offspring before they reach one year of age. These litters are typically smaller. There are reports in the literature of females having their first litter before or at one year of age (BABER; COBLENTZ, 1986; TAYLOR et al., 1998; MCILROY, 2001).

Age of first offspring for males: 2 years

Males are physiologically able to breed within their first year. In California, males started breeding between 12-18 months (BARRETT, 1978). Feral pigs continue to grow after the first year and probably reach their full adult size around 24-36 months of age (SAUNDERS, 1993). Since males will have to deal with strong competition for mates among older and stronger males, the first actual age of breeding is most likely delayed until after 2 years of age.

Número máximo de crias por ano: 24

A maior prole observada tinha 12 filhotes. No caso, uma fêmea de porco monteiro que havia sido redomesticada. Acredita-se que as fêmeas de porco monteiro no Pantanal podem ter até duas proles por ano. As fêmeas são observadas com leitões durante o ano todo. Os caçadores afirmam que eles podem reproduzir-se duas vezes por ano e isto também é observado em porcos monteiros redomesticados nas fazendas. Isto é confirmado por achados em outras áreas onde porcos asselvajados têm acesso a recursos alimentares ricos em proteína como em Nova Zelândia (MCILROY, 1989; 2001; DZIECIOLOWAKI; CLARKE, 1989) ou na Califórnia (BARRETT, 1978). No Pantanal, os porcos monteiros têm acesso a fontes alimentares ricas em proteína e são frequentemente observados procurando por minhocas ao redor das baías ou se alimentando de carcaças de gado (DESBIEZ et al., 2009). O número máximo de crias produzidas por uma fêmea de porco monteiro anualmente é de potencialmente 24.

Média e distribuição de tamanho de ninhada por fêmea ao ano (SD): 13 ± 5

Cerca de 135 observações de porcos monteiros foram feitas a partir de transectos. Toda vez que um grupo de porcos monteiros era visto no campo, registrava-se o número de indivíduos e a composição do grupo. Pequenos leitões com poucas semanas de vida, leitões com até 2 meses e jovens com menos de 5 meses eram contados. A classificação dos leitões nessas categorias foi baseada no tamanho e comparada com observações de animais domésticos.

Embora ninhos antigos sejam frequentemente observados, ninhos com leitões recém nascidos são extremamente difíceis de encontrar e foram observadas apenas uma vez. Por isso o tamanho médio das proles foi calculado incluindo observações de leitões com poucas semanas de vida bem como proles de porcos monteiros redomesticados observados nas fazendas (Figura 1).

Maximum number of progeny per year: 24

The greatest litter size we observed was 12. This was a female feral pig that had been re-domesticated. It is thought that female feral pigs in the Pantanal can have up to two litters per year. Females are observed with piglets throughout the year. Hunters claim they can breed twice a year and this is also observed in re-domesticated feral pigs in the ranches. This is supported by findings in other areas where feral pigs have access to food resources rich in protein such as New Zealand (MCILROY, 1989; 2001; DZIECIOLOWAKI; CLARKE, 1989) or California (BARRETT, 1978). In the Pantanal feral pigs have access to food resources rich in protein. They are frequently observed rooting for earthworms around ponds and feeding off carcasses of dead livestock (DESBIEZ et al., 2009b). The maximum number of progeny produced by a female feral pig in a year is potentially 24.

Mean distribution of offspring per female per year (SD): 13 (5)

Since feral pigs are thought to produce two litters per year, the mean distribution of offspring per female per year is double the mean litter size. Over 135 observations of feral pigs were made from the line transects, and many more were made while collecting other types of data in the field. Each time feral pigs were observed in the field, the number of individuals and group composition was registered. Tiny piglets that were a few weeks old, piglets that were less than 2 months old, and juveniles that were less than 5 months old were counted. Classification of the piglets into these categories was based on their size and was calibrated by observation of domesticated animals. To avoid biases, we only used counts when we were sure that all the piglets belonged to the same litter. Litters of feral pigs mix together and will suckle from any lactating female available. On many occasions piglets of different sizes have been observed together in a group following a single female. One female feral pig was observed with over 30 piglets of different sizes and ages.

A estimativa deve conter erros já que não inclui os natimortos, nem leitões de poucas semanas que foram predados. No entanto, a média de tamanho da prole de porco monteiro foi de 6,4 leitões, um resultado elevado, comparado aos da literatura (Tabela 1).

Although old nests have often been observed, nests with recently born piglets are extremely difficult to find and were observed only once. For this reason the mean litter size was calculated including observations from piglets that are a few weeks old as well as litter sizes from re-domesticated feral pigs observed in ranches (Figure 1). This estimate may be biased since it does not include post-natal mortality, also piglets in the first few weeks may have already been predated. However, the mean litter size of feral pigs of 6.4 was actually at the high end of results reported in the literature which are generally *in utero* (Table 1).

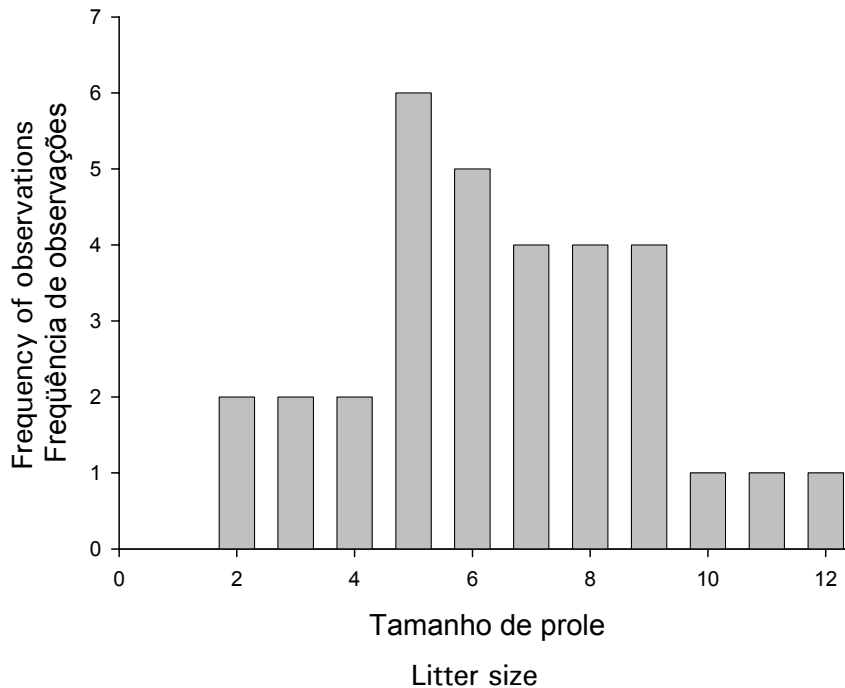


Figura 1. Frequência de observação de diferentes tamanhos de prole de porcos monteiro entre 0-3 semanas de vida no Pantanal (incluindo dados de animais domésticos e selvagens) N = 32.

Figure 1. Frequency of observations of different litter sizes of feral pigs between 0-3 weeks old in the Pantanal (including data from both wild and domestic animals) N = 32

Tabela 1. Tamanho de prole de porco monteiro relatado na literatura.

Table 1. Litter size for feal pigs reported in the literature.

Local <i>Location</i>	Tamanho de prole <i>Litter size</i>	Fonte <i>Source</i>
Pantanal, Brasil / <i>Pantanal, Brazil</i>	6.4	Esta pesquisa / <i>This study</i>
Califórnia, EUA / <i>California, USA</i>	5	Baber; Coblenz (1986)
New south Wales, Austrália	6.6	Saunders (1993)
Nova Zelândia / <i>New Zealand</i>	4.1	Mcllroy (1989)
Havaí / <i>Hawaii</i>	5.9	Diong (1982)
Califórnia, EUA / <i>California, USA</i>	5.6	Barrett (1978)
Sul da Califórnia, EUA / <i>South California, USA</i>	7.4	Sweeney et al. (1979)
Sul do Texas, EUA / <i>Southern Texas, USA</i>	6.3	Taylor et al. (1998)
Pradarias da Costa do Golfo, EUA / <i>Gulf Coast prairie, USA</i>	5.6	Taylor et al. (1998)
Galapagos, Equador / <i>Galapagos, Ecuador</i>	4.7	Coblenz; Baber (1987)

Proporção sexual total

Todos os estudos de parâmetros reprodutivos de porco monteiro reportam a proporção sexual de 1:1.

Porcentagem de fêmeas adultas procriando:
 $((A \leq 2) * 50) + ((A > 2) * 75)$, onde A = idade.

Apesar de considerar que fêmeas de porco monteiro podem se reproduzir com um ano de idade observa-se em porcos monteiros domesticados que o tamanho médio da prole em porcas é menor durante a primeira gestação. Na literatura, normalmente se fala que o tamanho médio da prole em porcas aumenta a partir da puberdade e atingem seu pico aos 2-3 anos de idade (BABER; COBLENTZ, 1986; TAYLOR et al., 1998). O tamanho de prole em fêmeas de dois anos ou menos é menor do que em fêmeas mais velhas. Um cálculo foi introduzido no modelo para considerar essa variação.

Overall offspring sex ratio

All studies on feral pig reproductive parameters report a 1:1 sex ratio.

Percent adult females breeding: $((A \leq 2) * 50) + ((A > 2) * 75)$, ware A = age.

Although we considered that female feral pigs can produce offspring at one year of age, it has been observed in domesticated feral pigs that mean litter size in sows is lower during their first gestation. In the literature, it was generally reported that mean litter size in sows increased from puberty and peaked at 2-3 years of age (BABER; COBLENTZ, 1986; TAYLOR et al., 1998). Litter sizes of females two years and younger may be smaller than those of older females. A function was introduced in the model to take into account this variation.

A distribuição média de nascimento por fêmea por ano é o dobro do tamanho médio de prole, se consideradas duas ninhadas por ano. Algumas fêmeas não produzem duas proles por ano, especialmente as mais jovens. Uma abordagem conservacionista foi adotada, levando em consideração as ninhadas pequenas das fêmeas jovens e o fato de que outras não produzem duas proles por ano. A porcentagem de fêmeas adultas procriando é de 50% para as mais jovens e de 75% para as mais velhas. Isto significa que fêmeas com 2 anos de idade ou menos produzem em média uma ninhada por ano, enquanto as mais velhas produzem média de 1,5 proles por ano. Esses valores foram testados durante análises sucestíveis.

Porcentagem de machos adultos no processo de procriação: 50%

Machos jovens podem ser sexualmente maduros, mas por estarem ainda se dispersando ou por não terem acesso às fêmeas guardadas por machos mais velhos e mais fortes, eles não fazem parte do processo reprodutivo quando jovens. Uma proporção dos machos da população é capturada, castrada e depois solta e, portanto efetivamente retirada do processo reprodutivo (DESBIEZ, 2007). Por essas razões, a porcentagem de machos adultos no processo reprodutivo foi considerada de 50%.

Taxa de mortalidade:

Taxa de mortalidade entre 0 e 1 ano de vida

A taxa de mortalidade entre 0 e 1 ano de vida foi estimada através de observações do campo e da literatura. Leitões pequeninos com poucas semanas de vida, com menos de dois meses e jovens com menos de 5 meses de idade foram contados ao se percorrer os transectos ou a qualquer hora no campo. Essas categorias, facilmente distinguíveis, foram selecionadas por diversas razões. A primeira permite estimar o tamanho médio das proles de porcos monteiros, enquanto que a última inclui leitões que ainda dispersaram. Dzieciolowaki et al. (1992) relatam que porcas da Nova Zelândia desmamam seus leitões quando eles atingem de 6 a 10 semanas, enquanto na Austrália a desmama dos leitões ocorre com 8 a 16 semanas.

The mean distribution of offspring per female per year is double the mean litter size, since it is considered that female feral pigs have two litters per year. Some females may not produce two litters a year, particularly the younger ones. A conservative approach was adopted for the baseline model. To take into account the lower litter size of younger females and the fact that some females will not produce two litters per year, the percent adult females breeding was considered to be 50% for younger females and 75% for older females. This means that females that are 2-years old or younger produce on average one litter per year, while older females produce on average 1.5 litters per year. These values were tested during the sensitivity analysis.

Percentage of adult males in the breeding pool: 50%

Young males might be sexually mature, but because they are still dispersing or do not have access to females that are guarded by older stronger males they cannot be an effective part of the breeding pool at an early age. A proportion of males in the population are captured, castrated and then released and thus effectively removed from the breeding pool (DESBIEZ, 2007). For these reasons, the percentage of adult males in the breeding pool was considered to be 50%.

Mortality rates:

Mortality rates from age 0 to 1

Mortality rates from age 0 to 1 were estimated through observations from the field and the literature. Tiny piglets that were a few weeks old, piglets that were less than 2 months old, and juveniles that were less than 5 months old were counted while walking transects or at any time in the field. These age categories, which are easily distinguishable, were selected for several reasons. The first category enabled me to estimate the mean litter size in feral pigs, while the last category included piglets that had not yet dispersed from the sow. Dzieciolowaki et al. (1992) report that sows wean their litters when they reach 6 to 10 weeks, while in Australia piglets are reported weaned at 8 to 16 weeks.

Na Califórnia, na Ilha de Santa Catalina, há relato de leitões sendo desmamado com 12 a 16 semanas (BABER; COBLENTZ, 1986). Os leitões desmamados podem ou não permanecer com o grupo. Conta-se apenas os leitões que com certeza pertençam a mesma prole investigada. Informações sobre essa categoria de idade (Tabela 2) foram usados para calcular a taxa de mortalidade relativa ao tamanho da prole (Tabela 3).

In California on the Santa Catalina Island piglets are reported weaned at 12 to 16 weeks (BABER; COBLENTZ, 1986). Weaned piglets may or may not remain within the group. Only counts that we were sure all the piglets belonged to the same litter were used. Results from these age categories (Table 2) were used to calculate mortality rates relative to litter size (Table 3).

Tabela 2. Resumo estatístico do tamanho de prole de porco monteiro com diferentes idades no Pantanal, Brasil.

Table 2. Summary statistics of litter size of feral pigs of different estimated ages in the Pantanal, Brazil.

Parâmetro <i>Parameter</i>	0-3 semanas <i>0-3 weeks</i>	3-8 semanas <i>3-8 weeks</i>	8-16 semanas <i>8-16 weeks</i>
Tamanho da amostra / <i>Sample size</i>	32	20	17
Média / <i>Mean</i>	6.47	3.65	2.35
Desvio padrão / <i>Standar Deviation</i>	2.48	1.57	1.37
Erro padrão / <i>Standard Error</i>	0.44	0.35	0.33
Média / <i>Median</i>	6	4	2
Moda / <i>Mode</i>	5	2	1
Mínimo / <i>Minimum</i>	2	1	1
Máximo / <i>Maximum</i>	12	7	6

Tabela 3. Taxa de mortalidade cumulativa de porcos monteiros de diferentes categorias de idade.

Table 3. Cumulative mortality rates of feral pig of different age catagories.

Idade <i>Age</i>	Esta pesquisa <i>This study</i>	(BARRETT, 1978)	(BABER; COBLENTZ, 1986)	(DIONG, 1982)	(COBLENTZ; BABER, 1987)
8 semanas / <i>8 weeks</i>	43.6%	.	38.2%	.	.
4 meses / <i>4 months</i>	63.7%	.	58.2%	48%	52%
6 meses / <i>6 months</i>	.	70-90%	.	.	.
1 ano / <i>1 year</i>

A taxa de mortalidade estimada pela composição do grupo não é um método muito preciso. Esta estimativa pode ser tendenciosa devido a vários fatores dado que os mesmos grupos não são monitorados. Porém, estes resultados não são tão diferentes da literatura e confirma que as taxas de mortalidade dos leitões são altas (Tabela 1). Na maioria dos estudos, a taxa de mortalidade até os 4 meses é de 50%. Esse e demais parâmetros utilizados no modelo são apresentados na Tabela 4.

Esta estimativa de taxa de mortalidade só pode ser aplicada quando os leitões da mesma ninhada permanecem juntos. Não há estimativa de taxa de mortalidade para leitões com até 1 ano de vida em vida livre. Depois dos quatro meses de vida, o número baixo de leitões seguindo a porca pode ser tanto por causa de dispersão quanto por causa de morte. Sugere-se que entre as idades de 4 meses e 1 ano haverá 50% de mortalidade. Com 1 ano de idade haveria uma média de 1,18 indivíduos por ninhada, o que significa 81,1% de mortalidade para porcos de 0 a 1 ano. A taxa de mortalidade de 0 a 1 ano de idade para o modelo base do VORTEX foi considerada 80% com desvio padrão igual a 5%. Saunders (1983) estima a mortalidade de jovens em 85% e Barrett (1978) relata taxas similares.

Mortalidade de porcos monteiros adultos

A análise da sequência de dentes emergentes e dentes desgastados foi utilizada para estimar a taxa de mortalidade de porcos monteiros adultos. Informações completas sobre os procedimentos realizados para esta estimativa podem ser encontrados em Desbiez; Keuroghlian (2009a).

Taxa de mortalidade para fêmeas adultas:

$$[(A < 2) * 15] + [(A = 2) * 13] + [(A = 3) * 22] + [(A = 4) * 51] + [(A = 5) * 48] + [(A = 6) * 58] + [(A > 6) * 100]$$

Taxa de mortalidade para machos adultos:

$$[(A < 2) * 4] + [(A = 2) * 15] + [(A = 3) * 22] + [(A = 4) * 60] + [(A = 5) * 69] + [(A = 6) * 56] + [(A > 6) * 100]$$

Estimating mortality rates based on group composition is not a very precise method. These estimates can be biased due to many factors given that the same groups are not monitored. However, these results were not very different from the literature and confirm that mortality rates of piglets are high (Table 1). In most studies, the mortality rate up to 4 months was at least 50%. This and other values used in the model are presented in the Table 4.

This estimation of mortality rates can only be applied when piglets from the same litter of the same litter remain together. We do not have estimates for mortality rates of piglets up to 1 year old. After four months old, lower numbers of piglets following a sow could be the result of either dispersal or death. We suggest that between the ages of four months and 1 year, there will be an estimated 50% mortality. At 1 year of age there would be an average 1.18 individuals per litter which means 81.1% mortality for pigs from 0 to 1 year. For the VORTEX baseline model mortality rates from age 0 to 1 were estimated at 80% with a 5% standard deviation. Saunders (1993) estimated juvenile mortality to be 85% and Barrett (1978) report similar rates.

Adult mortality for feral pigs

Analysis of the sequence of tooth emergence and tooth wear was used to estimate mortality rates of adult feral pigs. Details of this estimation are provided in Desbiez and Keuroghlian (2009a).

Mortality rates for adult females:

$$[(A < 2) * 15] + [(A = 2) * 13] + [(A = 3) * 22] + [(A = 4) * 51] + [(A = 5) * 48] + [(A = 6) * 58] + [(A > 6) * 100]$$

Mortality rates for adult males:

$$[(A < 2) * 4] + [(A = 2) * 15] + [(A = 3) * 22] + [(A = 4) * 60] + [(A = 5) * 69] + [(A = 6) * 56] + [(A > 6) * 100]$$

Idade máxima de reprodução: 7 anos

VORTEX presume que animais podem reproduzir em toda sua vida adulta e não há exemplo de senescência reprodutiva. Os indivíduos são removidos do modelo depois que atingem a idade máxima de reprodução (MILLER; LACY, 2005). Nos porcos monteiros, a idade máxima de reprodução corresponde com a idade máxima de sobrevivência. De acordo com os estudos feitos em dentes nascendo e dentes desgastados, a idade máxima de sobrevivência é de 7 anos (DESBIEZ; KEUROGHLIAN, 2009c).

Número de catástrofes: Nenhuma catástrofe foi incluída no modelo base.

Neste modelo, a maioria dos eventos ambientais considerados catástrofes têm sido as variações ambientais que afetam a reprodução e a sobrevivência. Isto porque eventos como o fogo, o alagamento ou as secas severas ocorrem com alta frequência para serem considerados eventos isolados. O impacto de catástrofes na dinâmica populacional será incluído no teste de suscetibilidade e não está incluído no modelo base.

Abate: Nenhum

O abate de animais ocorre na área de estudo, mas não foi incluído no modelo base porque a caça foi incluída na taxa de mortalidade dos porcos monteiros. A taxa de mortalidade de adultos foi baseada na análise de crânios. Crânios coletados na área de estudo são de animais que morreram tanto pelo abate quanto de morte natural. Além disso, taxa de mortalidade de adultos está incluída na tradicional pressão de caça.

Maximum age of reproduction: 7 years

VORTEX assumes that animals can reproduce throughout their adult life and does not model reproductive senescence. Individuals are removed from the model after they pass the maximum age of reproduction (MILLER; LACY, 2005). In feral pigs, maximum age of reproduction corresponds to maximum age of survival. According to the tooth eruption and tooth wear study, maximum age of survival is approximately 7 years of age {DESBIEZ; KEUROGHLIAN, 2009c}.

Number of catastrophes: None

In this model, most of the environmental events that can be considered as a catastrophe have been considered in the environmental variation affecting reproduction, survival. This is because events such as fire, severe floods or severe droughts occur at too high a frequency to be considered as singular events. The impact of catastrophes on population dynamics will be included in the sensitivity testing and is not included in the baseline model.

Harvest: None

Harvest occurs in the study area, but no harvest was included in the baseline model because hunting was included in the mortality rates of feral pigs from the area. Adult mortality rates were based on the skull analysis. Skulls collected in the study area came from animals that died as a result of both hunting or natural events. Therefore adult mortality rates are include traditional hunting pressures.

Tabela 4. Parâmetros do modelo base para o VORTEX.

Table 4. Vortex baseline model parameters.

	Modelo base / <i>Baseline model</i>
Número de populações / <i>Number of populations</i>	1
Tamanho inicial da população / <i>Initial population size</i>	2500
Capacidade de suporte K / <i>Carrying capacity K</i>	2500
Dispersão entre a população / <i>Dispersal among populations</i>	Nenhuma / <i>None</i>
Depressão reprodutiva / <i>Inbreeding depression</i>	Não / <i>No</i>
Sistema reprodutivo / <i>Breeding system</i>	Poligâmico / <i>Polygynous</i>
Idade da primeira reprodução (♀ / ♂) / <i>Age of first reproduction</i> (♀ / ♂)	1♀ / 2♂
Idade máxima de reprodução / <i>Maximum age of reproduction</i>	7
Porcentagem anual de fêmeas reproduzindo (SD) / <i>Anual % adult females reproducing (SD)</i>	$((A < 2) * 50) + ((A > 2) * 75)$ (10)
Porcentagem anual de machos adultos reproduzindo / <i>Anual % adult males reproducing</i>	50
Tamanho máximo de prole por ano / <i>Maximum litter size per year</i>	24
Número máximo de nascimento por fêmea por ano / <i>Mean number of offspring per female per year</i>	13 (5)
Razão sexual total por nascimento / <i>Overall offspring sex ratio</i>	50
Porcentagem de mortalidade entre as idades 0-1 ano. ♀ / ♂ (SD) / <i>% mortality from age 0-1 year (SD)</i>	80 (5)
Porcentagem de mortalidade depois dos 2 anos ♀ (SD) / <i>% mortality after 2 years ♀ (SD)</i>	$[(A < 2) * 15] + [(A = 2) * 13] + [(A = 3) * 22] + [(A = 4) * 51] + [(A = 5) * 48] + [(A = 6) * 58] + [(A > 6) * 100]$ (5)
Porcentagem de mortalidade depois dos 2 anos ♂ (SD) / <i>% mortality after 2 years ♂ (SD)</i>	$[(A < 2) * 4] + [(A = 2) * 15] + [(A = 3) * 22] + [(A = 4) * 60] + [(A = 5) * 69] + [(A = 6) * 56] + [(A > 6) * 100]$ (5)
Catástrofe / <i>Catastrophe</i>	Nenhuma / <i>None</i>
Abate / <i>Harvest</i>	Nenhum / <i>None</i>
Suplementação / <i>Supplementation</i>	Nenhuma / <i>None</i>

Análise de sensibilidade: parâmetros reprodutivos e de mortalidade

A análise de suscetibilidade foi utilizada para avaliar o efeito dos parâmetros de reprodução e de mortalidade na taxa de crescimento estocástico ($r_{\text{-stoc}}$) das populações de porcos monteiros. Em cada análise, apenas um dos parâmetros é variado por vez, usando os valores de estimativa mais alta e de estimativa mais baixa quando era apropriado (Tabela 5).

Os resultados são lançados em um gráfico comparativo com o valor $r_{\text{-stoc}}$ observado no modelo base.

Os resultados obtidos para cada cenário modelado pelo software VORTEX incluem:

r_{stoch} (SD) – A taxa média de crescimento ou declínio populacional estocásticas e o desvio padrão, demonstrada pela população simulada, medida através dos anos e interações, para todas as populações simuladas.

$P(E)_{100}$ – Probabilidade de extinção da espécie. Extinção é definida no modelo como ausência de animais de um ou dos dois sexos. $P(E)_{100}$ é determinado pela proporção de 500 interações que irá se extinguir em 100 anos.

MTE - É o tempo médio para a extinção da população, em anos, acima de um período de 100 anos.

Impacto de diferentes níveis de caça

O impacto de um aumento nos níveis de caça foi testado para ilustrar as consequências de um aumento além dos níveis tradicionais. Por isso, valores de abate foram colocados no modelo. O número de abate máximo mensal registrada em uma fazenda durante uma entrevista foi de 10 porcos (DESBIEZ, 2007). Embora os machos castrados sejam os principais alvos dos caçadores, na verdade eles abatem aproximadamente o mesmo número de machos e fêmeas (DESBIEZ, 2007). Foi testado o impacto de se abaterem 120 porcos monteiros por ano durante 100 anos (60 machos e 60 fêmeas).

Sensitivity analysis: mortality and reproductive parameters

Understanding what parameters are strong determinants of population dynamics can highlight parameters that need to be estimated more accurately and factors that might be effective targets for management (MILLER; LACY, 2005). Sensitivity analysis was performed to evaluate the effect of mortality and reproductive parameters on the stochastic growth rate ($r_{\text{-stoc}}$) of feral pig populations. In each analysis, only one parameter was varied at a time, using highest estimated and lowest estimated values when appropriate (Table 5). Results were then plotted against the $r_{\text{-stoc}}$ value observed for the baseline model.

Results reported for each VORTEX modelling scenario include:

r_{stoch} (SD) – The mean rate of stochastic population growth or decline and standard deviation, demonstrated by the simulated populations, averaged across years and iterations, for all simulated populations. This population growth rate is calculated each year of the simulation, prior to any truncation of the population size due to the population exceeding the carrying capacity.

$P(E)_{100}$ – Probability that the population will go extinct. Extinction is defined in the model as no animals of one or both sexes remaining. $P(E)_{100}$ is determined by the proportion of 500 iterations that go extinct within 100 years.

MTE – Is the mean time to population extinction, in years, over a 100-year period.

Impact of different harvest rates

Mortality rates in the baseline model included hunting and natural deaths. The impact of an increase in harvest rates was tested to illustrate the consequences of increasing harvest rates beyond traditional levels. Thus, harvest values are added to the model. The maximum monthly harvest rate from a ranch registered during the interviews was 10 pigs (DESBIEZ, 2007). Although castrated males are the principal target of hunters, in reality they harvest approximately equal numbers of males and females (DESBIEZ, 2007).

Posteriormente foi testado o impacto de se abater 5% dos machos adultos e 5% das fêmeas adultas por ano durante 100 anos. Este valor foi adicionado de 5% e testado até que os níveis de caça atingissem taxa de 50% da população de machos adultos e 50% da população de fêmeas adultas, por ano durante 100 anos. A taxa estocástica média variação do tamanho da população, bem como a probabilidade de extinção em 100 anos, e o tempo médio para a extinção foram utilizados para avaliar o impacto de um aumento da taxa de caça além dos níveis tradicionais.

We tested the impact of harvesting 120 feral pigs from the population every year for 100 years (60 males and 60 females). We then tested the impact of harvesting 5% of the adult male population and 5% of the adult female population each year for 100 years. This value was increased by 5% and tested until harvest levels reached harvest rates 50% of the adult male population and 50% of the adult female population each year, for 100 years. The mean rate of stochastic population growth or decline, the probability that the population will go extinct within a 100 years, and the mean time to population extinction were used to evaluate the impact of an increase of harvest rates beyond traditional levels.

Impacto de Catástrofes

Também foi testado qual impacto teria uma seca ou um alagamento severo no crescimento da população de porcos monteiros. Durante uma catástrofe, taxas de sobrevivência e reprodução teriam metade do valor de um ano menor. Além disso, foi testado o impacto de um aumento na probabilidade de ocorrência de catástrofes.

Impact of Catastrophe Frequency

We tested the impact of a more severe drought or flood would have on feral pig population growth. During a catastrophe, survival and reproductive rates would be only half the value of a normal year. We further tested the impact an increase in the probability of occurrence of catastrophes.

Tabela 5. Valores de parâmetros mais altos e mais baixos utilizados para a análise da sensibilidade

Table 5. Highest and lowest parameter values use for sensitivity analysis

Parâmetro Parameter	Baixo Low	Modelo base Baseline model	Alto High
Mortalidade de machos (idade 0-1 ano) / <i>Male mortality (age 0-1 year)</i>	70%	80%	90%
Mortalidade de machos adultos / <i>Male mortality (adult)</i>	-10% em função da idade <i>-10% age function</i>	Em função da idade <i>Age function</i>	+ 10% em função da idade <i>+ 10% age function</i>
Mortalidade de fêmeas (idade 0-1 ano) / <i>Female mortality (age 0-1 year)</i>	70%	80%	90%
Mortalidade de fêmeas adultas / <i>Female mortality (adult)</i>	-10% em função da idade <i>-10% age function</i>	Em função da idade <i>Age function</i>	+ 10% em função da idade <i>+ 10% age function</i>
Idade à primeira reprodução (macho) / <i>Age of first reproduction (males)</i>	1	2	3
Idade da primeira cria (fêmea) / <i>Age of first reproduction (females)</i>	Igual à base: 1 <i>Same as baseline: 1</i>	1	2
% de fêmeas adultas reproduzindo / <i>% of adult females breeding</i>	$((A <= 2) * 25) + ((A > 2) * 50)$	$((A <= 2) * 50) + ((A > 2) * 75)$	$((A <= 2) * 75) + ((A > 2) * 1)$
% de machos adultos reproduzindo / <i>% of adult males breeding</i>	40	50	80
Idade máxima de reprodução / <i>Maximum age of reproduction</i>	5	7	10
Distribuição média do número de filhotes / <i>Mean distribution of number of offspring</i>	6 (2.5)	13 (5)	19 (7.5)

Resultados

Modelo base

Caráter determinante

As taxas demográficas, de reprodução e mortalidade, incluídas no modelo base, foram usadas para calcular as características determinísticas da população. Estes valores refletem a biologia da população na ausência de flutuações estocásticas. Funções usadas no modelo base foram substituídas por valores médios já que o VORTEX não calcula caráter determinante quando as funções são usadas para taxas demográficas.

O modelo base resultou em uma taxa de crescimento determinístico (r_{det}) de 0,495 ($\lambda = 1.641$). Isto representa uma taxa potencial de crescimento anual perto de 50%. O tempo de geração foi de 2,66 anos para fêmeas e 3,44 anos para machos.

Resultados basais estocásticos

A taxa estocástica de crescimento (r_{stoch}) é de 0,423 com um desvio padrão de 0,222. A probabilidade de extinção (PE) em 100 anos é zero, e o tamanho médio da população é praticamente idêntico ao da população inicial.

Resultados das análises de sensibilidade

Parâmetros reprodutivos e de mortalidade

Resultados das análises de sensibilidade ilustram quais parâmetros são fortes determinantes da dinâmica populacional. Os resultados na Figura 2 foram organizados para mostrar os parâmetros mais sensíveis na esquerda, enquanto os parâmetros menos sensíveis aparecem à direita. Entre os parâmetros mais sensíveis está a distribuição média de nascimento, a mortalidade de fêmeas jovens entre 0 e 1 ano, a porcentagem de fêmeas adultas procriando, e a idade da primeira reprodução das fêmeas. O menor parâmetro de sensibilidade inclui idade máxima de reprodução, mortalidade de machos jovens, entre 0 e 1 ano, mortalidade de machos adultos, idade da primeira reprodução dos machos e porcentagem de machos adultos se reproduzindo.

Results

Baseline model

Deterministic Output

The demographic rates, reproduction and mortality, included in the baseline model were used to calculate the deterministic characteristics of the population. These values reflect the biology of the population in the absence of stochastic fluctuations. Functions used in the baseline model were replaced by average values since VORTEX cannot calculate deterministic outputs when functions are used for demographic rates.

The baseline model results in a deterministic growth rate (r_{det}) of 0.495 ($\lambda = 1.641$). This represents an annual potential growth rate close to 50%. Generation time is 2.66 years for females and 3.44 years for males.

Stochastic baseline results

The stochastic growth rate (r_{stoch}) is 0.423 with a standard deviation of 0.222. There is zero probability of extinction (PE) in 100 years, and the mean population size at 100 years is practically identical to the initial population since carrying capacity was set as equal to initial population.

Sensitivity analysis results

Mortality and reproductive parameters

Results from the sensitivity analysis illustrate which parameters are strong determinants of population dynamics. Results in Figure 2 have been organized to show the most sensitive parameters on the left, while the less sensitive parameters appear in succession to the right. The most sensitive parameters include mean distribution of number of offspring, female juvenile mortality, between the ages 0-1, percent of adult female breeding, and age of first reproduction for females. The least sensitive parameters include the maximum age of reproduction, male juvenile mortality, between the ages 0-1, adult male mortality, age of first reproduction for males, and percent of adult males breeding. The less sensitive parameters do not have such a strong influence on population growth. The most sensitive parameters need to be precisely estimated.

Impacto de diferentes níveis de caça

Quando o maior nível de caça tradicional é considerado no modelo, o crescimento populacional de porcos monteiros se mantém alto. O nível de caça tradicional aparentemente não é um determinante de crescimento populacional em porcos monteiros. Quanto mais alto o nível de caça anual, mais baixo o crescimento populacional estocástico. Quando o nível de caça, tanto de machos quanto de fêmeas, for maior que 35% ao ano o crescimento populacional começa a cair (Tabela 6). A extinção dos porcos monteiros só é possível na simulação porque a população foi considerada fechada onde não há recolonização por imigrantes de populações vizinhas.

Impacto de catástrofes

A taxa média do crescimento populacional estocástico declina conforme aumenta a frequência de catástrofe. Os valores de crescimento populacional estocástico com 0-5 catástrofes são maiores do que o crescimento populacional estocástico com 15-20 catástrofes ($t = 15.3$; $df = 8$; $p < 0.001$). O desvio padrão do crescimento populacional estocástico aumenta conforme aumenta a frequência de catástrofes. Os valores do desvio padrão do crescimento populacional estocástico com 0-5 catástrofes é mais baixo do que o desvio padrão do crescimento populacional estocástico com 15-20 catástrofes ($T = 15.0$, $n = 5$; $p = 0.008$). Se a frequência de catástrofe alcança quase 10 ou mais, alguns cenários modelados mostram taxas de crescimento negativo (Figura 3).

Impact of different harvest rates

Even when maximum traditional harvest rates are added to the model, population growth of feral pigs remains high. Traditional harvest rates do not appear to be determinants of population growth in feral pigs. The higher the annual harvest rate, the lower the stochastic population growth. Yearly harvest rates of more than 35% of both males and females from the population a year cause the population growth to start declining (Table 6). Extinction of feral pigs is only possible because we are modelling an artificially closed population where no re-colonisation from neighbouring populations is possible.

Impact of catastrophe frequency

The mean rate of stochastic population growth (r_{stoch}) declines slightly as the frequency of catastrophes increased. The values of stochastic population growth with 0-5 catastrophes is higher than stochastic population growth with 15-20 catastrophes ($t = 15.3$; $df = 8$; $p < 0.001$). The standard deviation of stochastic population growth increased as the frequency of catastrophes increased. The values of the standard deviation of stochastic population growth with 0-5 catastrophes is lower than the standard deviation of stochastic population growth with 15-20 catastrophes ($T = 15.0$, $n = 5$; $p = 0.008$). If the frequency of catastrophes reaches almost 10 or more then some modelled scenarios showed negative growth rates (Figure 3).

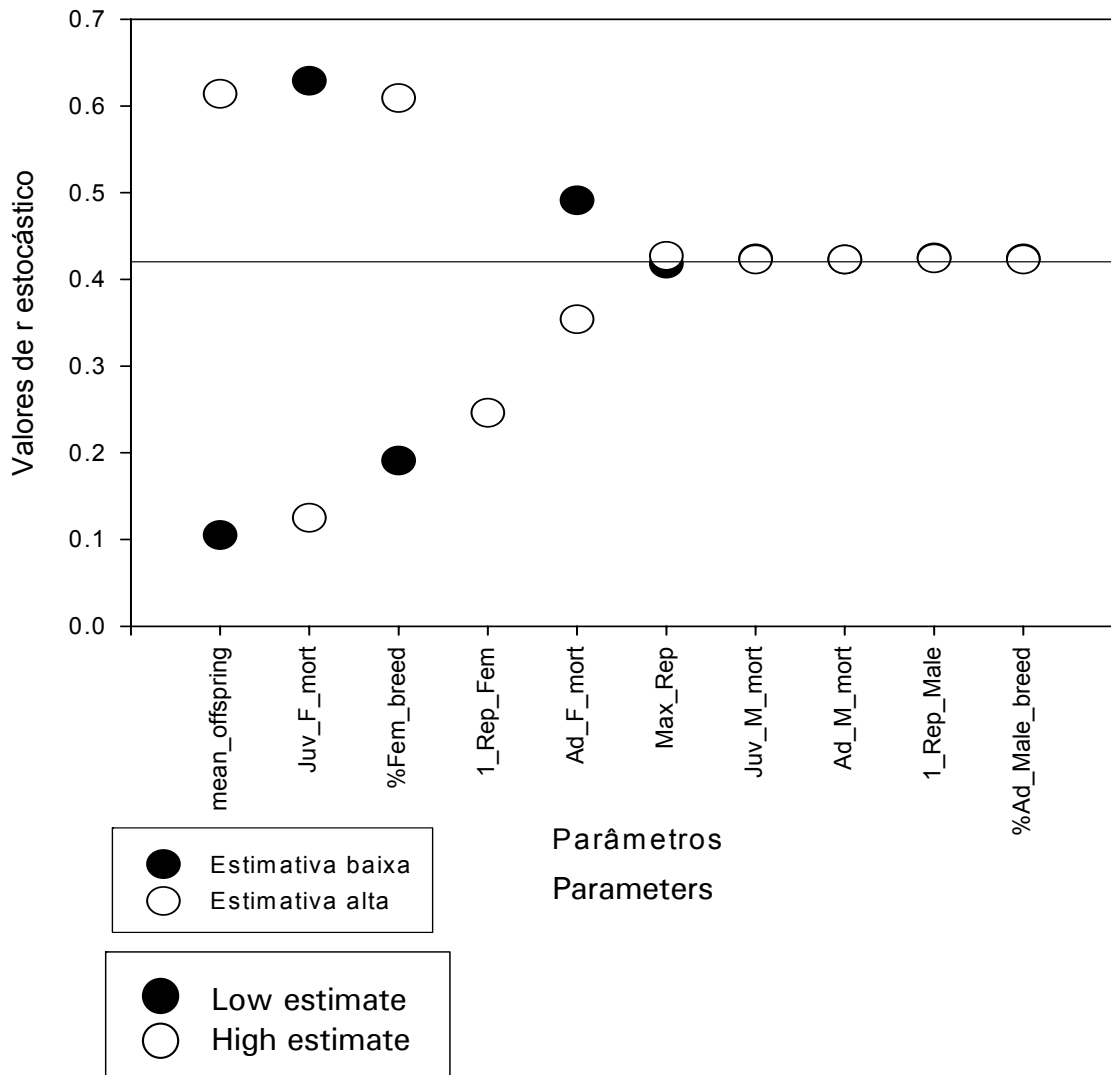


Figura 2. Análise de sensibilidade para parâmetros demográficos. A linha contínua representa a base $r\text{-stoc}$. Pontos pretos representam os valores médios de $r\text{-stoc}$ para estimativas baixas dos parâmetros. Pontos brancos representam os valores médios de $r\text{-stoc}$ para estimativas altas dos parâmetros. Os parâmetros utilizados são os seguintes:

Figure 2. Sensitivity analysis for demographic parameters. The continuous line represents the baseline $r\text{-stoc}$. Black dots represent the mean value of $r\text{-stoc}$ for low estimates of the parameters and white dots represent the mean value of $r\text{-stoc}$ for high estimates of the parameters. The parameters used are the following:

- mean_offspring:** Distribuição média do número de filhotes / *Mean distribution of number of offspring*
- Juv_F_mort:** Mortalidade de fêmeas entre 0 e 1 ano / *Female mortality age 0-1 year*
- %Fem_breed:** Porcentagem de fêmeas adultas se reproduzindo / *Percent of adult female breeding*
- 1_Rep_Fem:** Idade da primeira reprodução de fêmeas / *Age of first reproduction for females*
- Ad_F_mort:** Mortalidade de fêmeas adultas / *Adult female mortality*
- Max_Rep:** Idade máxima de reprodução / *Maximum age of reproduction*
- Juv_M_mort:** Mortalidade de machos entre 0 e 1 ano / *Male mortality age 0-1 year*
- Ad_M_mort:** Mortalidade de machos adultos / *Adult male mortality*
- 1_Rep_Male:** Idade da primeira reprodução de machos / *Age of first reproduction for males*
- %Ad_Male_breed:** Porcentagem de machos adultos se reproduzindo / *Percent of adult males breeding*

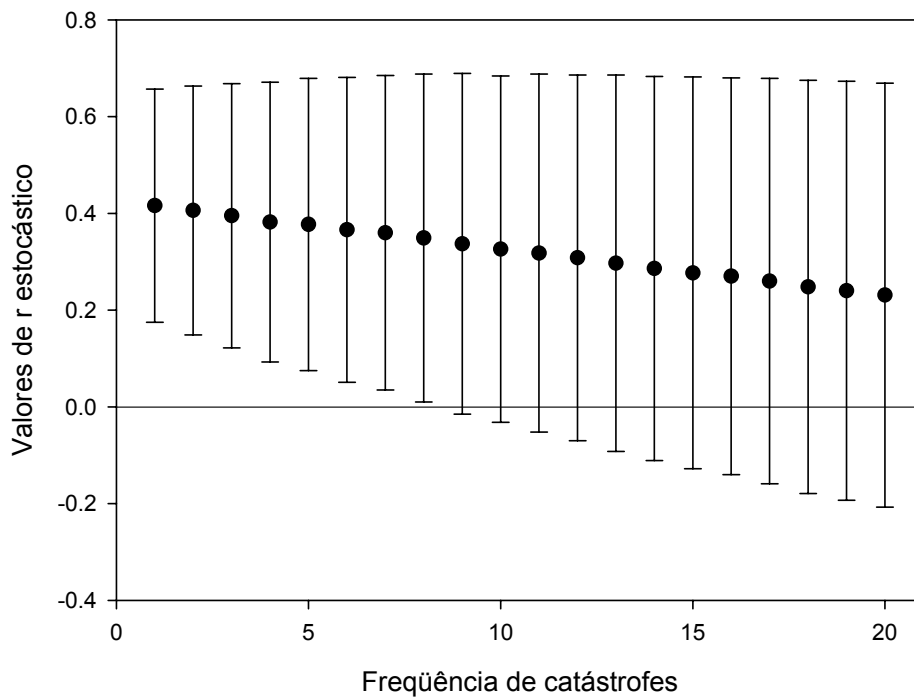


Figura 3. Impacto do aumento de frequência de catástrofes no crescimento estocástico de porcos monteiros.

Figure 3. Impact of an increase in frequency of catastrophes on the stochastic growth of feral pigs.

Tabela 6. Impacto do aumento anual do nível de abate no crescimento ou declínio estocástico da população (r_{stoc}), a probabilidade que a população se extinguirá em 100 anos (PE) e tempo médio para a extinção da população (MTE).

Table 6. Impact of increase of annual harvest rate on stochastic population growth or decline (r_{stoc}), the probability that the population will go extinct within a 100 years (PE) and mean time to population extinction (MTE).

Nível de abate / Harvest rat	r_{stoc}	PE	MTE
Sem abate / No rest harvest	0.423	0	0
Abate de 120 animals / Harvest 120 animals	0.391	0	0
Abate de 5% / Harvest 5%	0.374	0	0
Abate de 10% / Harvest 10%	0.318	0	0
Abate de 15% / Harvest 15%	0.262	0	0
Abate de 20% / Harvest 20%	0.202	0	0
Abate de 25% / Harvest 25%	0.135	0	0
Abate de 30% / Harvest 30%	0.068	0	0
Abate de 35% / Harvest 35%	-0.004	0.05	82.7
Abate de 40% / Harvest 40%	-0.086	0.85	67.9
Abate de 45% / Harvest 45%	-0.161	1	42.3
Abate de 50% / Harvest 50%	-0.273	1	24

Discussão

Modelos são sempre simplificações do mundo real e não incluem interações entre alguns processos. O modelo apresentado e os resultados devem ser tratados como hipóteses mais do que como verdades (REED et al., 2002). A utilização do software VORTEX para modelar a ecologia de população de porcos monteiros oferece uma visão útil de determinantes do crescimento populacional.

Considerações sobre o modelo base

Os porcos normalmente apresentam altas taxas de crescimento populacional. Eles têm sucesso em colonizar e invadir novas áreas, e são notórios por resistir à tentativas de erradicação (LOWE et al., 2000; CRUZ et al., 2005). Relatos na literatura sobre taxa de crescimento populacional de porcos selvagens são baseados em diferentes métodos, suposições e populações de diferentes ambientes, mas são sempre altos. A taxa de crescimento populacional de porcos selvagens em habitats de áreas alagadas e de montanhas era acima de $0,5 \pm 0,57$ (HONE, 1983), 0,67 (CHOQUENOT, 1998), e 0,78 (CALEY, 1993). Na Nova Zelândia, um estudo baseado em taxas reprodutivas e estrutura de idade dos indivíduos abatidos ainda assim estimam um crescimento de 0,90 (DZIECILOWAKI et al., 1992). A taxa média do crescimento populacional estocástico do modelo base (0,423) está na faixa de 0,25 a 0,78 das estimativas relatadas para porcos selvagens na Austrália (MCILROY, 2001). O desvio padrão alto da taxa de crescimento populacional (0,222) mostra a importância dos componentes estocásticos na dinâmica populacional de porcos selvagens (FOCARDI et al., 1996; BIEBER; RUF, 2005). No modelo base, foram usados valores conservadores como melhores palpites para estimar alguns parâmetros e a caça tradicional foi incorporado dentro da taxa de mortalidade de adultos. Ainda assim as populações de porcos selvagens possuem potencial de crescimento determinístico de 0,495 ao ano.

Parâmetros que afetam a taxa de crescimento populacional

Entender o impacto de mudanças em taxas vitais e a relação entre taxa de crescimento populacional, idade específica de fecundidade e sobrevivência vem explicar alguns dos

Discussion

Models are always simplifications of the real world and do not include interactions between some processes that may be unsuspected. The model input and results should be treated as hypotheses to tested rather than truths (REED et al., 2002). Using VORTEX to model feral pig population ecology offers a useful insight into the determinants of population growth of feral pigs and can pinpoint areas for future research.

Baseline model considerations

Feral pig populations typically exhibit high population growth rates. They are successful at colonising and invading new areas, and notorious for resisting eradication efforts (LOWE et al., 2000; CRUZ et al., 2005). Reports from the literature of population growth rates for feral pigs are based on different methods, assumptions and populations from different environments, but they are always high. The growth rate of feral pig populations for floodplain habitats and rangelands in Australia were above 0.5: 0.57 (HONE, 1983), 0.67 (CHOQUENOT, 1998), and 0.78 (CALEY, 1993). In New Zealand, a study based on reproductive rates and the age structure of harvested individuals even estimated a growth rate of 0.90 (DZIECILOWAKI et al., 1992). The mean rate of stochastic population growth from the baseline model (0.423) was within the 0.25 to 0.78 range of estimates reported for feral pigs in Australia (MCILROY, 2001). The high standard deviation of the population growth rate (0.222) illustrates the importance of stochastic components in the population dynamics of feral pigs. This is also mentioned and discussed in the literature (FOCARDI et al., 1996; BIEBER; RUF, 2005). In the baseline model, we used conservative values as best guesses to estimate some parameters and traditional hunting was incorporated into adult mortality rates, yet feral pig populations were still found to potentially double each year, with a deterministic growth rate of 0.495.

Parameters affecting population growth rate

Understanding the impact of a change in vital rates and the relationship between population growth rate, age-specific fecundity and survival may explain some of the determining factors of

fatores determinísticos para a população. Em alguns estudos, os efeitos relativos de mudanças proporcionais em taxas de fecundidade e sobrevivência na taxa de crescimento populacional em espécies com diferentes históricos foram examinados. Estes estudos mostram que em espécies de vida curta, a fecundidade tem uma grande contribuição proporcional para a taxa de crescimento quando comparada com sobrevivência, e o contrário acontece nas espécies de vida longa (CASWELL, 2000; DE KROON et al., 2000; EASTERLING et al., 2000; GRANT; BENTON, 2000; HEPPELL et al., 2000; SAETHER; BAKKE, 2000; VAN TIERDEREN, 2000; WISDOM et al., 2000). Os valores absolutos de taxas vitais de porcos monteiros foram manipulados nas análises de sensibilidade, demonstrando que os porcos apresentam características de espécies de vida curta. Os parâmetros mais sensíveis incluem principalmente os reprodutivos de fêmeas e sobrevivência de fêmeas jovens. Os parâmetros menos sensíveis são os de sobrevivência e reprodução de machos adultos. Em porcos monteiros, a fecundidade de fêmea pode ser uma variável determinante.

Oli e Dobson (2003) demonstraram que parâmetros reprodutivos têm maior influência naquelas populações caracterizadas por maturidade prematura e altas taxas de fertilidade, enquanto que os parâmetros de sobrevivência têm a maior influência sobre populações com puberdade tardia e baixa fecundidade. Porcos monteiros são caracterizados por maturidade prematura e altas taxas de fecundidade, se comparados com outros ungulados (SWEENEY et al., 1979; SAUNDERS, 1993; TAYLOR et al., 1998). A produção de filhotes ocorre relativamente cedo e depende mais das condições da massa corporal do que da idade dos animais (SAUNDERS, 1993; TAYLOR et al., 1998; FERNANDEZ-LLARIO et al., 1999). Mamíferos podem ser caracterizados quanto a velocidade de reprodução (READ; HARVEY, 1989).

Espécies rápidas reproduzem-se cedo, tem grande ninhadas e apresentam gerações de tempo curto em contraste com as espécies lentas que se reproduzem tarde, e tem um ou poucos filhotes por ano e gerações de tempo longo. O impacto relativo das trocas de idades específicas de fecundidade e sobrevivência de porcos monteiros segue os padrão rápido como o corre com roedores e pequenos carnívoros.

population growth rate. In a series of studies, the relative effects of proportional changes in fecundity and survival rates on population growth rate in species with differing life histories were examined. These studies found that in short-lived species, fecundity can make a greater proportional contribution to a population's growth rate when compared with survival, and the reverse was found in long-lived species (CASWELL, 2000; DE KROON et al., 2000; EASTERLING et al., 2000; GRANT; BENTON, 2000; HEPPELL et al., 2000; SAETHER; BAKKE, 2000; VAN TIERDEREN, 2000; WISDOM et al., 2000). The absolute values of vital rates of feral pigs were varied in the sensitivity analysis and feral pigs showed characteristics of short-lived species. The most sensitive parameters include mostly female reproductive parameters and survival of female juveniles. The less sensitive parameters were adult survival and male reproductive parameters. In feral pigs, female fecundity can make a greater proportional contribution to a population's growth rate.

Oli and Dobson (2003) demonstrated that reproductive parameters have the largest relative influence on growth rate in populations characterized by early maturity and high fertility rates, while survival parameters have the largest relative influence in populations characterized by delayed maturity and low reproductive rates. Feral pigs are characterised by early maturity and high fertility rates. Fertility rates of feral pigs are high compared to other ungulates (SWEENEY et al., 1979; SAUNDERS, 1993; TAYLOR et al., 1998). Production of offspring is relatively early and depends more on the condition and weight of the pig than age (SAUNDERS, 1993; TAYLOR et al., 1998; FERNANDEZ-LLARIO et al., 1999). Mammals have been categorised on a "fast-slow" continuum (READ; HARVEY, 1989).

"Fast" species reproduce early, have large litters and exhibit short generation times in contrast with "slow" species that reproduce late, and have one or fewer offspring per year and longer generation time. The relative impact of changes in age-specific fecundity and survival of feral pigs follow the demographic patterns of "fast" mammals such as rodents and small carnivores.

Processos naturais controladores de população de porcos monteiros

O Pantanal está sujeito a variações pluri-aneais na intensidade de alagamento (HAMILTON *et al.*, 1996; MOURÃO *et al.*, 2000). A alternância entre anos de cheias grandes e de anos mais secos influencia a disponibilidade de recursos e o crescimento populacional de porcos monteiros. Koons *et al.* (2005) calcularam a taxa de crescimento populacional em curto prazo e sua sensibilidade às mudanças nos parâmetros de ciclo de vida para espécies. Esses autores descobriram que a dinâmica de população em espécies de geração rápida era mais flexível a perda de estabilidade do que espécies de vida longa e reprodução lenta. Como dito por Koons *et al.* (2005), porcos monteiros são resistentes a catástrofes. A taxa média do crescimento populacional estocástico declina lentamente conforme aumenta a frequência de catástrofes. Apenas quando a frequência de catástrofes atinge uma frequência pouco provável, de 10 ou mais, algumas cenas modeladas apresentam crescimento negativo. O desvio padrão da taxa média do crescimento populacional estocástico aumenta quando a frequência de catástrofes aumenta. De acordo com o modelo criado, populações de porcos monteiros passarão por flutuações visíveis de tamanho e estrutura durante os anos de distúrbios naturais, mas resistirão às mudanças drásticas do ambiente, como é esperado para espécies rápidas.

No Pantanal, a temperatura do ar pode baixar até 0°C (CALHEIROS; DA FONSECA, 1996) e ultrapassar os 40°C (BOLETIM..., 1984). Taxas de mortalidade de porcos têm sido relacionadas diretamente com baixas temperaturas (BIEBER; RUF, 2005). Mudanças nas respostas comportamentais devido à alta temperatura são comumente relatadas já que eles carecem de glândulas sudoríparas e dependem de regulação térmica comportamental para manter um equilíbrio favorável em ambientes quentes (BARRETT, 1978; BABER; COBLENTZ, 1986; ILSE; HELLGREN, 1995A; DEXTER, 1998; CHOQUENOT; RUSCOE, 2003).

A sobrevivência de leitões é provavelmente muito impactada por mudanças na temperatura. Em suínos domésticos, as produções extensivas submetidas a alta flutuação de temperatura têm sido associadas com baixo desempenho produtivo (AKOS;

Natural process controlling feral pig populations

The Pantanal is subject to a multi-year variation of flooding intensity (HAMILTON *et al.*, 1996; MOURÃO *et al.*, 2000). The alternation of high-flood years and significantly drier ones will have a significant impact on resource availability and population growth of feral pigs. Koons *et al.* (2005) calculated the short-term population growth rate and its sensitivity to changes in the life-cycle parameters for species with varying life histories. He found that population dynamics in "fast" species were more resilient to departures from the stable state than long-lived, "slow" reproducing species. As predicted by Koons *et al.* (2005), feral pigs were resilient to catastrophes. The mean rate of stochastic population growth declined only slowly, as the frequency of catastrophes increased. Only when the frequency of catastrophes reaches unrealistic levels of 10 or more, did some modelled scenarios show negative growth rates. The standard deviation of the mean rate of stochastic population growth increased when the frequency of catastrophes increased. According to the model created, feral pig populations will experience visible fluctuations in size and structure during years of natural disturbances, but feral pigs are resilient to drastic environmental changes as expected for a "fast" species.

In the Pantanal air temperatures can fall down to 0°C (CALHEIROS; DA FONSECA, 1996) and exceed 40°C (BOLETIM..., 1984). Mortality rates in feral pigs have been directly linked to low temperatures (BIEBER; RUF, 2005). Changes in behavioural responses due to high temperatures are commonly reported in feral pigs since they lack sweat glands and rely on behavioural thermo-regulation to maintain favourable heat balance in hot environments (BARRETT, 1978; BABER; COBLENTZ, 1986; ILSE; HELLGREN, 1995A; DEXTER, 1998; CHOQUENOT; RUSCOE, 2003)).

Survival of piglets is probably highly impacted by these changes in temperature. In domestic swine, outdoor production systems with high temperature fluctuations have been associated with lower reproduction performance (AKOS; BILKEI, 2004). Temperature control is an important variable in intensive domestic pig breeding (RINALDO; LEDIVIDICH, 1991; DASKALOV, 1997). At both temperature extremes, mortalities of feral piglets may increase.

BILKEI, 2004). A temperatura é uma variável importante na criação intensiva de porcos domésticos (RINALDO; LEDIVIDICH, 1991; DASKALOV, 1997). Em ambos extremos de temperatura, a mortalidade de leitões tende a aumentar.

A disponibilidade de água no Pantanal varia entre estações e entre anos (HAMILTON et al., 1996). Porcos monteiros têm necessidade fisiológica de ingerir água diariamente e não são eficientes em poupar água por aumento de concentração da urina (ZERVANOS; NAVEH, 1988; GABOR et al., 1997). Nos estudos sobre ecologia de porcos monteiros, eles eram associados à habitats em planície alagada aberta, onde a água está disponível em grandes lagoas (DESBIEZ; KEUROGHLIAN, 2009c; KEUROGHLIAN et al., 2009). Porcos monteiros adultos podem viajar longas distâncias para satisfazer sua necessidade de água. Eles podem se beneficiar de pontos artificiais de água cavados para o gado (MURI et al., 2005). Indivíduos mais fracos talvez não consigam viajar tais distâncias. O declínio na disponibilidade de água durante a estação da seca provavelmente afeta a sobrevivência dos leitões (DELIGEORGIS et al., 2006). Variação na precipitação também causa mudanças na disponibilidade de recursos que são importantes na dieta dos porcos monteiros como frutas e pasto (DESBIEZ et al., 2009).

A disponibilidade de recursos tem um impacto forte na idade específica de fecundidade e de taxa de sobrevivência de jovens. Uma vez que o início da reprodução na espécie depende mais da massa corporal do que da idade (SAUNDERS, 1993; TAYLOR et al., 1998; FERNANDEZ-LLARIO et al., 1999), a sobrevivência dos jovens aumenta com a disponibilidade de recursos (ICKES, 2001; BIEBER; RUF, 2005; HANCOCK et al., 2005). Por isso, os modelos previamente testados para suínos basearam parâmetros vitais nas flutuações de recursos disponíveis (BIEBER; RUF, 2005; HANCOCK et al., 2005, 2006). Um forte indício dos efeitos desta constatação são as comparações de índices de densidade populacional de porcos em habitat de floresta próximo e distante de plantações de grãos. É esperado que a presença de plantações de grãos próximas aumente a densidade populacional de porcos monteiros em quase quatro vezes (CALEY, 1993).

Criação de gado garante um efeito tampão para as flutuações ambientais nos porcos monteiros adultos (DESBIEZ et al., 2009). Porcos monteiros adultos podem caminhar

Water availability in the Pantanal will vary between seasons and years (HAMILTON et al., 1996). Feral pigs have a physiological need to drink water daily and they are not efficient at conserving water by concentrating urine (ZERVANOS; NAVEH, 1988; GABOR et al., 1997). In studies on the ecology of feral pigs, feral pigs were associated to open floodplain habitats where water is available from large ponds (DESBIEZ; KEUROGHLIAN, 2009c; KEUROGHLIAN et al., 2009). Adult feral pigs can travel long distances to fulfil their need for water. They can take advantage of artificial water points dug for cattle (MURI et al., 2005). Weaker individuals may not have the strength to travel such distances. The decrease in water availability during the dry season will probably affect the survival of piglets (DELIGEORGIS et al., 2006). Variation in precipitation also causes changes in the availability of resources that are important in the diet of feral pigs such as fruit and pasture (DESBIEZ et al., 2009b).

Feral pigs are sensitive to extrinsic changes in the environment. In an experiment carried out by Choquenot (1998), it was found that population dynamics of feral pigs are more influenced by extrinsic than intrinsic sources of variation in resource availability. Resource availability has a strong impact on age-specific fecundity and juvenile survival rate. The onset of reproduction in feral pigs depends more on weight than age (SAUNDERS, 1993; TAYLOR et al., 1998; FERNANDEZ-LLARIO et al., 1999). Survival of young will increase with availability of resources (ICKES, 2001; BIEBER; RUF, 2005; HANCOCK et al., 2005). For these reasons population models previously tested for suids have based vital parameters on fluctuations of pulsed resources ((BIEBER; RUF, 2005; HANCOCK et al., 2005, 2006). Comparison of indices of population density of feral pigs in woodland habitat with cereal crops and similar woodland habitat without cereal crops demonstrated that the presence of intensive cereal cropping increased population density of feral pigs almost 4-fold (CALEY, 1993).

Cattle ranching may provide a buffer for environmental fluctuations to adult feral pigs (DESBIEZ et al., 2009). Adult feral pigs can travel to artificial water points or feed on cattle carcasses, but variations in resources will have a strong impact on female reproduction and juvenile survival. Female reproduction and juvenile survival were the parameters found to be the most important determinants of

para os pontos de água artificiais ou se alimentar de carcaças de gado, mas variações nos recursos provocarão um impacto forte na reprodução de fêmeas e sobrevivência de jovens. A reprodução das fêmeas e a sobrevivência dos jovens são os parâmetros considerados mais importantes para o crescimento populacional de porcos monteiros. As variações naturais do clima no Pantanal são fortes determinantes da dinâmica populacional da espécie e impactam a sobrevivência de jovens e a reprodução de fêmeas.

Controle de populações de porcos monteiros por fatores antropogênicos

Os fatores antropogênicos podem afetar a taxa de crescimento populacional de porcos. O abate pela caça diminui a taxa de sobrevivência dos adultos e é uma ferramenta importante para javalis selvagens na Europa (DARDAILLON, 1987; GERARD et al., 1991; BOITANI et al., 1994; FOCARDI et al., 1996; MARKOV, 1997; MASSEI et al., 1997; FERNANDEZ-LLARIO; MATEOS-QUESADA, 2003; GEISSER; REYER, 2004). Os porcos selvagens são caçados em muitas regiões (WOODALL, 1983; SAUNDERS, 1993; MCILROY, 2001) e a caça esportiva de porcos selvagens tem sido vislumbrada como um possível método de controle populacional e como uma fonte alternativa de renda (O'BRIEN, 1987; ZIVIN et al., 2000). No Pantanal Brasileiro, acredita-se que a caça controle a população de porcos monteiros. No modelo base a taxa média do crescimento estocástico da população, incluindo a caça tradicional, foi alta. O crescimento estocástico da população continua a ser alto mesmo quando a taxa máxima de caçada registrada durante as entrevista foi considerada. De acordo com o modelo VORTEX desenvolvido, aparentemente a caça tradicional tem apenas um pequeno impacto no crescimento populacional de porcos monteiros. Os níveis atuais de caça não parecem estar regulando o tamanho das populações de porcos monteiros no Pantanal.

Como ação de controle, o abate seletivo de porcos selvagens através da caça pode ajudar a reduzir a população, mas é um método ineficiente se isolado. Por exemplo, um surto de doenças, a combinação de caça utilizando avião, e até envenenamento pode ser preferível, de acordo com alguns relatos sobre métodos de controle da espécie (PECH; HONE, 1988; SAUNDERS; BRYANT, 1988;

population growth in feral pigs. The natural climate variations in the Pantanal are strong determinants of feral pig population dynamics and impact the parameters that were found to be the most sensitive for population growth rates: juvenile survival and female reproduction.

Anthropogenic factors controlling feral pig populations

Anthropogenic factors can also affect the population growth rate of feral pigs. Hunting decreases adult survival rates and is an important management tool for wild boar in Europe (DARDAILLON, 1987; GERARD et al., 1991; BOITANI et al., 1994; FOCARDI et al., 1996; MARKOV, 1997; MASSEI et al., 1997; FERNANDEZ-LLARIO; MATEOS-QUESADA, 2003; GEISSER; REYER, 2004). Feral pigs are hunted in many of the areas where they occur (WOODALL, 1983; SAUNDERS, 1993; MCILROY 2001) and recreational hunting of feral pigs has been discussed in some countries as a possible method for controlling population and creating a source of financial income (O'BRIEN, 1987; ZIVIN et al., 2000). In the Brazilian Pantanal, hunting is widely believed to control populations of feral pigs. In the baseline model the mean rate of stochastic population growth, which included traditional hunting, was high. Stochastic population growth continued to be high even when the maximum harvest rate registered during the interviews was added to the model. According to the VORTEX model developed, it seems that traditional hunting harvest rates have only a small impact on the population growth of feral pigs. The current traditional harvest levels do not appear to be regulating the size of feral pig populations in the Pantanal according to the model.

Culling of feral pigs through hunting may help to reduce populations, but is generally considered as an inefficient method for the control or decrease of populations. In the case of a disease outbreak, the combination of aerial shooting, and poisoning are preferred (PECH; HONE, 1988; SAUNDERS; BRYANT, 1988; MCILROY; SAILLARD, 1989; MCILROY, 2001). Hunting is generally not as effective in reducing pig numbers as poisoning (MCILROY; SAILLARD, 1989). Several methods are usually

MCILROY; SAILLARD, 1989; MCILROY, 2001). Vários métodos são geralmente associados para um manejo de redução da população (HONE; STONE, 1989; HONE, 2002). Em ilhas, a caça intensa tem de ser associada com outros métodos (armadilhas e envenenamento) para erradicar porcos selvagens (CRUZ et al., 2005). Relatórios demonstram que caçadas comerciais e desportivas de porcos selvagens podem alcançar até 20% da população adulta (PECH; HONE, 1988) e ainda assim continuar a ser sustentável. No modelo VORTEX desenvolvido o abate de 20% da população por caça (fêmeas e machos adultos) diminuiu a taxa de crescimento populacional, porém apenas quando a taxa de caça atingiu níveis maiores do que 35% ela se tornou negativa. De acordo com o modelo, para a caça impactar a taxa de crescimento populacional e ser usada como uma eficiente ferramenta de manejo, ela tem de ser muito alta e contínua.

As práticas tradicionais de manejo dos porcos monteiros aparentemente não têm impacto sobre o crescimento populacional. De acordo com o modelo, os parâmetros menos sensíveis para crescimento populacional em porcos monteiros foi manter a mortalidade de machos jovens, a mortalidade de machos adultos e a porcentagem de machos adultos reproduzindo. Eles também são os que têm o mínimo impacto no crescimento populacional. Entretanto, as práticas tradicionais de manejo podem também minimizar o impacto nos níveis populacionais, pela prática de não caçar fêmeas prenhas (DESBIEZ, 2007). De acordo com o modelo nem a caça tradicional e nem as práticas de manejo usuais aparentam ter qualquer impacto na dinâmica populacional de porcos monteiros, ainda que a caça seja considerada como controladora da população de porcos monteiros no Pantanal. Impactos adicionais de caça talvez precisem ser acrescentados ao modelo.

É sugerido pelo modelo que o método pelos quais porcos são caçados tenha um impacto significativo na dinâmica de sua população. A caça normalmente é feita a cavalo com vários cães perseguindo os porcos até que o caçador possa laçar ou atirar (DESBIEZ, 2007). Cães bem treinados geralmente não matam leitões, mas durante a perseguição o grupo de porcos monteiros é disperso e os leitões se separam do resto do grupo o que compromete a sobrevivência desta categoria de idade.

associated for the efficient management of populations (HONE; STONE, 1989; HONE, 2002). On islands, intense hunting had to be associated with other methods (snaring and poisoning) in order to eradicate feral pigs (CRUZ et al., 2005). Reports of recreational or commercial harvesting of feral pigs can reach up to 20% of the adult population (PECH; HONE, 1988) and still continue to be sustainable. In the VORTEX model developed harvesting 20% of the adult male and female population of feral pigs decreased the population growth rate, but it was only when harvest rates reached levels higher than 35% that growth rates became negative and population size declined. According to the model, for harvest rates to impact population growth rate and to be used as an efficient management tool, harvest rates must be very high and continuous.

Traditional management practices of feral pigs, which include capture of juvenile and adult males for castration, have no real impact on population growth. According to the model, the least sensitive parameters of population growth in feral pigs included juvenile male mortality, adult male mortality and percent of adult males breeding. The values of these parameters are the ones increased due to traditional management practices of castration. They are also the ones that have minimum impact on population growth. Traditional management practices therefore have minimize impact on population levels. This is further illustrated by the practice of refraining from hunting pregnant females (DESBIEZ, 2007). According to the model neither the traditional harvest nor the customary management practices appear to have any impact on population dynamics of feral pigs, yet hunting is perceived to control feral pig populations in the Pantanal. Additional impacts of harvest may need to be added to the model. We suggest that the method by which feral pigs are harvested may have a significant impact on the population dynamics of feral pigs.

Traditional hunting practices may control feral pig populations by decreasing juvenile survival. Hunting is generally done by horse with several dogs chasing the pigs until the hunter can lasso an animal or shoot it (DESBIEZ, 2007). Well trained dogs will usually not kill piglets, but during the chase the feral pig group is dispersed and piglets get separated from the rest of the group.

A influência das condições ambientais (THODBERG et al., 2002; HELD et al., 2006), prolificidade (GUSTAFSSON et al., 1999; SPINKA et al., 2000; GRANDINSON, 2005) ou mesmo a experiência da porca (JENSEN, 1986; BEATTIE et al., 1996; THODBERG et al., 2002) é muito importante na sobrevivência de jovens (THODBERG et al., 2002; HELD et al., 2006). Isto tem sido muito estudado com o objetivo de aumentar as taxas de produção em porcos domésticos. O comportamento maternal de porcos selvagens não foi estudado diretamente, mas as observações no campo mostram que o comportamento maternal das porcas deixa muito a desejar. Em porcos domésticos, a resposta da porca ao chamado de agonia do leitão é usado para medir o cuidado maternal (SPINKA et al., 2000). Na fase de campo do presente trabalho, nunca foi observado uma porca responder ao chamado de agonia do leitão. Quando incomodadas as porcas fogem deixando os leitões para se defenderem sozinhos. Isto é contrastante quando comparado com os peçarídeos nativos onde se observa resposta aos chamados dos mais jovens. É comum encontrar leitões de porcos monteiros desorientados e sozinhos no campo. Porcas são frequentemente observadas amamentando leitões de várias idades que obviamente não são os seus próprios. Aparentemente não há fortes laços entre leitões e porcas.

Leitões sozinhos emitem gritos de agonia, conforme procuram pelo bando que se dispersou e correu para longe. Enquanto procuram pelo grupo ficam muito vulneráveis a predação, bem como sofrem de desidratação e fome. Pode-se sugerir que a sobrevivência dos leitões diminui por esses eventos de perseguição durante as caçadas. De acordo com o modelo VORTEX a sobrevivência de jovens é um importante determinante na taxa de crescimento populacional. A diminuição na sobrevivência dos jovens reduz a taxa de crescimento populacional e explica porque a caça é considerada como reguladora das populações de porcos monteiros no Pantanal. Pode-se sugerir que a caça tradicional deve regular a população de porcos monteiros, não pelo efeito direto da retirada, mas porque ela reduz a sobrevivência de leitões e conseqüentemente a taxa de crescimento populacional.

The influence of environmental conditions (THODBERG et al., 2002; HELD et al., 2006), breed (GUSTAFSSON et al., 1999; SPINKA et al., 2000; GRANDINSON, 2005) or even experience of the sow (JENSEN, 1986; BEATTIE et al., 1996; THODBERG et al., 2002) on juvenile survival is very important. Maternal behaviour has an important influence on juvenile survival (THODBERG et al., 2002; HELD et al., 2006). This has been widely studied in order to improve production rates of domestic pigs. Maternal behaviour of feral pigs was not studied directly, but field observations did show that maternal behaviour of sows was extremely poor. In domestic pigs, sow response to piglet distress calls is used as measure of maternal care (SPINKA et al., 2000). In the field, we never observed sows to respond to piglet distress calls. When disturbed, sows ran off leaving piglets to fend for themselves. This contrasts with the native peccaries that we observed to respond to their young's distress calls. Feral piglets were frequently found disoriented, alone in the field. Sows were often observed suckling piglets of various ages that were obviously not their own. There does not appear to be a strong bond between piglets and the feral pig sow.

While hunting and chasing a group of feral pigs by horse with dogs, piglets get separated and their chances of survival decreases. Separated piglets emit distress calls, as they search for their group that has dispersed and run far away. When searching for their group, piglets are far more vulnerable to predation, and likely to suffer from dehydration or starve. We suggest that piglet survival is decreased by these chasing events during hunts. According to the VORTEX model juvenile survival is an important determinant of population growth rate. The decrease in juvenile survival will reduce the population growth rate and may explain why hunting is perceived to regulate feral pig populations in the Pantanal. We suggest that traditional hunting may regulate feral pig populations, not through harvest rates but rather through the act of hunting with horses and dogs, which reduces piglet survival and consequently the population growth rate.

Ecologia de populações de porcos monteiros no pantanal: futuras pesquisas e implicações de manejo

Pesquisas futuras com porcos monteiros no Pantanal devem ser focadas em adquirir estimativas acuradas dos parâmetros mais sensíveis do crescimento populacional. Os determinantes mais fortes da taxa de crescimento populacional de porcos monteiro são a taxa de fertilidade da fêmea e a sobrevivência de fêmeas jovens. A distribuição média do número de filhotes por ano, mortalidade de fêmeas jovens (entre 0 e 1 ano), o percentual de fêmeas adultas reproduzindo e a idade da primeira reprodução das fêmeas devem ser avaliados. A natureza marcada por diferentes estações no ambiente pantaneiro age como um fator de regulação na população de porcos monteiro. Esses distúrbios atingem os parâmetros mais sensíveis que são a sobrevivência de jovens e a reprodução de fêmeas. Estudos precisam continuar por várias estações para avaliar e medir o impacto de distúrbios naturais nesses parâmetros chaves. O conhecimento de taxas vitais de porcos monteiros em condições ambientais ruins, médias e boas, que representam combinações de diferenças na disponibilidade de alimentos, nas condições de seca e alagamento é necessário para desenvolver modelos populacionais mais precisos.

Menegheti e Bertonatti (2000) sugerem que a caça desportiva de porcos monteiros, sob determinadas condições em fazendas autorizadas no Pantanal, poderia criar uma nova fonte de renda para os proprietários. Caça desportiva de porcos selvagens é muito disseminada e se tornou uma importante fonte de receitas em outros países onde a espécie ocorre (O'BRIEN, 1987; SPENCER; HAMPTON, 2005). Na África, sob certas circunstâncias, torneios de caça têm sido visto como uma estratégia de conservação que pode criar incentivo para conservação da vida selvagem e desenvolvimento da comunidade (BAKER, 1997; KREUTER; WORKMAN, 1997; LINDSEY et al., 2006; 2007). A caça de porcos monteiros é uma atividade tradicional e excitante que faz parte do estilo de vida pantaneiro (DESBIEZ, 2007) e pode se tornar uma atração para determinados turistas.

Como mostrado por esse estudo a caça de porcos monteiros tem impactos que vão além do abate de adultos. As práticas tradicionais

pantanal: future research and management implications

Future research on feral pigs in the Pantanal should focus on acquiring accurate estimates for the most sensitive parameters of population growth. The strongest determinants of population growth rate of feral pigs were female fertility rates and survival of female juveniles. The mean distribution of the number of offspring per year, female juvenile mortality (between the age 0-1), the percent of adult female breeding and the age of first reproduction for females need to be carefully evaluated. The highly seasonal nature of the Pantanal environment was found to act as a regulating factor of feral pig populations as natural disturbances target the most sensitive parameters (juvenile survival and female reproduction). Studies need to be carried out over several seasons to evaluate and measure the impact of natural disturbances on these key parameters. Knowledge of vital rates of feral pigs under poor, intermediate and good environmental conditions, which represent combinations of differences in food availability and flooding/drought conditions is necessary to develop accurate population models.

Menegheti and Bertonatti (2000) suggest that recreational hunting of feral pigs under certain conditions within accredited ranches in the Pantanal could create a new source of income for ranch owners. Recreational hunting of feral pigs is widespread and has become an important source of revenue in some areas where the species occurs (O'BRIEN, 1987; SPENCER; HAMPTON, 2005). In Africa, under certain circumstances, trophy hunting is becoming viewed as a potential conservation strategy which can create incentives for wildlife conservation and community development (BAKER, 1997; KREUTER; WORKMAN, 1997; LINDSEY et al., 2006; 2007). Hunting of feral pigs is an exciting traditional activity that is part of the lifestyle in the Pantanal (DESBIEZ, 2007) and could be an attraction for certain tourists.

As shown by this study, recreational hunting of feral pigs may have unsuspected impacts that go beyond adult harvests. We suggest that traditional hunting practices may control feral pig populations by decreasing juvenile survival. In that case when modeled, the impact of hunting should also include a decrease in juvenile survival in addition to harvested adults. The decrease in juvenile survival depends on the average number of feral pig groups chased per harvest and the impact on juvenile survival from

de caça podem controlar as populações pela diminuição da sobrevivência dos jovens. Nesse caso, quando modelado, o impacto de caça deve também incluir uma diminuição na sobrevivência de jovens em adição ao abate de adultos. A diminuição da sobrevivência de jovens depende do número médio de grupos de porcos monteiros perseguidos e do impacto dessa atividade na sobrevivência dos jovens em cada perseguição. Tais parâmetros precisam ser conhecidos.

É claro que a caça desportiva também pode ter seu lado negativo, uma vez que apesar das espécies nativas não serem especificamente o alvo durante as atividades de caça aos porcos monteiros, a sua sobrevivência, especialmente dos mais novos, pode ser afetada pela atividade e pelos distúrbios e injúrias causadas pelos cães utilizados para a caça de porcos. A possibilidade de doenças infecciosas serem transmitidas para a vida silvestre pelos cães também é um caso a se pensar (DEEM; EMMONS, 2005; FIORELLO et al., 2006). A avaliação do potencial da caça desportiva de porcos monteiros no Pantanal deve incluir todos os impactos possíveis da caça e não apenas a taxa de abate realizado. A alternativa sugerida exigirá portanto um monitoramento constante de populações de porcos monteiros e também da comunidade de vida silvestre nativa. Cabe reconhecer que a caça tradicional praticada atualmente só é considerada legal perante a legislação vigente, por possuir caráter de subsistência.

Conclusões

O presente estudo sobre a ecologia da população de porcos monteiros demonstrou que a espécie apresenta um alto crescimento populacional e não parece que entrará em extinção. Porcos monteiros devem ser reconhecidos como um componente estabelecido da fauna pantaneira. Sua população é controlada principalmente pelas complexas mudanças de estações do ambiente pantaneiro, sendo que a caça tradicional também contribui. Recomenda-se que a prática tradicional de caça seja mantida na região. O impacto ecológico dessa espécie ainda é pouco compreendido, de modo que recomenda-se fortemente que as populações sejam monitoradas e que seus impactos sejam estudados.

each chasing event. These parameters need to be evaluated. If hunting feral pigs does decrease juvenile survival then the result, a decrease in juvenile survival, was shown by the model to be an important determinant of population growth in feral pigs.

Before promoting recreational or trophy hunting of feral pigs strong precautions must be taken. Although native species of wildlife may not be specifically targeted during these feral pig hunting activities, their fitness and survival, especially of their young, may be affected by pursuits, disturbances and injuries from hunters and dogs. Recent evidence of infectious diseases being transmitted to wildlife by dogs are also a cause for concern (DEEM; EMMONS, 2005; FIORELLO et al., 2006). Evaluations of the potential for recreational hunting of feral pigs in the Pantanal should include all the possible impacts of hunting and not only harvest rates. This will require close monitoring of both feral pig populations and most importantly the community of native wildlife.

Conclusions

This population ecology study has shown that feral pigs have high population growth rates and are unlikely to become extinct. Feral pigs should be recognised as an established component of the Pantanal fauna. Their populations are mostly controlled by the complex seasonal changes of the Pantanal environment, but traditional hunting practices may be a contributing factor. Traditional hunting practices should be maintained throughout the region. The ecological impact of this species is still poorly understood and we strongly recommend that feral pig populations be closely monitored and their impacts further investigated.

Agradecimentos

Este trabalho foi uma colaboração entre o Durrell Institute of Conservation Ecology (DICE) da Universidade de Kent na Inglaterra e a EMBRAPA-Pantanal em Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil, projeto #02.02.5.25.00.03. Esta pesquisa foi parte da tese de doutorado de A.L.J.Desbiez realizada com recursos financeiros do Projeto INCO PECARI da União Européia. As atividades do último ano de trabalho de campo foram financiadas pelo Royal Zoological Society of Scotland (RZSS) na Escócia. Agradecemos a todos os funcionários das fazendas nas quais trabalhamos no Pantanal, sobretudo pela sua paciência durante as entrevistas. Estamos particularmente gratos pela dedicação dos moradores da Fazenda Nhumirim da EMBRAPA-Pantanal, pois sem os mesmos este trabalho não teria sido possível. Estamos também muito gratos aos proprietários das Fazendas Porto Alegre, Dom Valdir, Campo Dora, Ipanema e Alegria por nos permitir realizar esta pesquisa em suas propriedades.

Acknowledgements

This work was a collaboration between the Durrell Institute of Conservation and Ecology (DICE) and Embrapa Pantanal, project #02.02.5.25.00.03. This study was part of a Ph.D thesis for A.L.J.Desbiez which received funding from the European Union INCO PECARI project. The last year of field work was funded by the Royal Zoological Society of Scotland (RZSS). We are very grateful to all the ranch workers throughout the Pantanal for their patience during the interviews. We are particularly grateful to the people living on the Embrapa Pantanal Nhumirim ranch for their dedication, and with out whom this work would not have been possible. We are very grateful to the owners of Porto Alegre, Dom Valdir, Campo Dora, Ipanema and Alegria ranches for allowing research on their properties.

Referências/ References

- AKOS, K.; BILKEI, G. Comparison of the reproductive performance of sows kept outdoors in Croatia with that of sows kept indoors. **Livestock Production Science**, v.85, p. 293-298, 2004.
- ALEXIOU, P. N. Effect of feral pigs (*Sus scrofa*) on sub-alpine vegetation at Smokers. **Proceedings of the Ecological Society of Australia**, v. 12, p. 135-142, 1983.
- ANDERSON, S. J.; STONE, C. P. Snaring to control feral pigs (*Sus scrofa*) in a remote Hawaiian rainforest. **Biological Conservation**, v. 63, p. 195-201, 1993.
- BABER, D. W.; COBLENTZ, B. E. Density, home range, habitat use, and reproduction in feral pigs on Santa Catalina Island. **Journal of Mammalogy**, v. 67, p. 512-525, 1986.
- BAKER, J. E. Development of a model system for touristic hunting revenue collection and allocation. **Tourism management**, v. 18, p. 273-286, 1997.
- BARRETT, R. H. The feral hog at Dye Creek Ranch, California. **Hilgardia**, v. 46, p. 283-355, 1978.
- BEATTIE, V. E.; WALKER, N.; SNEDDON, I. A. Influence of maternal experience on pig behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 46, p. 159-166, 1996.
- BENTON, T. G.; GRANT, A. Elasticity analysis as an important tool in evolutionary and population ecology. **Tree**, v. 14, p. 467-471, 1999.
- BIEBER, C.; RUF, T. Population dynamics in wild boar (*Sus scrofa*): ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed consumers. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, p. 1203-1213, 2005.
- BOITANI, L.; MATTEI, L.; NONIS, D.; CORSI, F. Spatial and activity patterns of wild boars in Tuscany, Italy. **Journal of Mammalogy**, v. 75, p. 600-612, 1994.
- BOLETIM agrometeorológico: cinco anos de observações meteorológicas - 1977/81. Corumbá: EMBRAPA-UEPAE, 1984. 52 p. (EMBRAPA-UEPAE. Boletim Agrometeorológico, 01). Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/BA01.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2009.
- BROOK, B. W.; O'GRADY, J. J.; CHAPMAN, A. P.; BURGMAN, M. A.; AKCAKAYA, H. R.; FRANKHAM R. Predictive accuracy of population viability analysis in conservation biology. **Nature**, v. 404, p. 385-387, 2000.
- CALEY, P. Population dynamics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a tropical riverine habitat complex. **Wildlife Research**, v. 20, p. 625-636, 1993.
- CALHEIROS, D. F.; FONSECA JUNIOR, W. C. da. **Perspectivas de estudos ecológicos sobre o Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1996. 41p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 18).
- CAMPBELL, D. J.; RUDGE M. R. Vegetation changes induced over ten years by goats and pigs at Port Ross, Auckland islands (Subantarctic). **New Zealand Journal of Ecology**, v. 7, p. 103-118, 1984.
- CAMPOS, Z. M. S. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of caiman (*Crocodylus yacare*) in the Pantanal, Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 27, p. 127-132, 1993.
- CASWELL, H. Prospective and retrospective perturbation analysis: their roles in conservation biology. **Ecology**, v. 81, p. 619-627, 2000.
- CHALLIES, C. N. Feral pigs (*Sus scrofa*) on Auckland Island New Zealand status and effects on vegetation and nesting seabirds. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 2, p. 479-490, 1975.
- CHOQUENOT, D. Testing the relative influence of intrinsic and extrinsic variation in food availability on feral pig populations in Australia's rangelands. **The Journal of Animal Ecology**, v. 67, p. 887-907, 1998.
- CHOQUENOT, D.; LUKINS, B.; CURRAN, G. Assessing lamb predation by feral pigs in Australia's semi-arid rangelands. **Journal of Applied Ecology**, v. 34, p. 1445-1454, 1997.

- CHOQUENOT, D.; RUSCOE, W.A. Landscape complementation and food limitation of large herbivores: habitat-related constraints on the foraging efficiency of wild pigs. **Journal of Animal Ecology**, v. 72, p. 14-26, 2003.
- COBLENTZ, B. E.; BABER, D. W. Biology and control of feral pigs on Isla Santiago, Galapagos, Ecuador. **The Journal of Applied Ecology**, v. 24, p. 403-418, 1987.
- CORNER, L. A. L. The role of wild animal populations in the epidemiology of tuberculosis in domestic animals: how to assess the risk. **Veterinary Microbiology**, v. 112, p. 303-312, 2006.
- CRUZ, F.; DONLAN, C. J.; CAMPBELL, K.; CARRION, V. Conservation action in the Galapagos: feral pig (*Sus scrofa*) eradication from Santiago Island. **Biological Conservation**, v. 121, p. 473-478, 2005.
- CUSHMAN, J. H.; TIERNEY, T. A.; HINDS, J. M. Variable effects of feral pig disturbances on native and exotic plants in a California grassland. **Ecological Applications**, v. 14, p. 1746-1756, 2004.
- DARDAILLON, M. Seasonal feeding habits of the wild boar in a Mediterranean wetland, the Camargue (Southern France). **Acta theriologica**, v. 32, p. 389-401, 1987.
- DASKALOV, P. I. Prediction of temperature and humidity in a naturally ventilated pig building. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 68, p. 329-339, 1997.
- DE KROON, H.; VAN GROENENDAEL, J.; EHRLÉN, J. Elasticities: a review of methods and model limitations. **Ecology**, v. 81, p. 607-618, 2000.
- DE NEVERS, G.; GOATCHER, B. Feral pigs kill knobcone pines. **Fremontia**, v. 18, p. 22-23, 1990.
- DEEM, S. L.; EMMONS, L. H. Exposure of free-ranging maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*) to infectious and parasitic disease agents in the Noel Kempff Mercado national park, Bolivia. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 36, p. 198-197, 2005.
- DELIGEORGIS, S. G.; KARALIS, K.; KANZOUROS, G. The influence of drinker location and colour on drinking behaviour and water intake of newborn pigs under hot environments. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 96, p. 233-244, 2006.
- DESBIEZ, A. L. J. **Wildlife conservation in the Pantanal: habitat alteration, invasive species and bushmeat hunting**. 2007. 288 f. Thesis (Doctor of Philosophy in Biodiversity Management) - Durrell Institute of Conservation and Ecology (DICE), University of Kent, Canterbury.
- DESBIEZ, A. L. J.; KEUROGHLIAN, A. Ageing feral pigs (*Sus scrofa*) through tooth eruption and wear. **Suiform Soundings**, v. 9, p. 48-55, 2009a.
- DESBIEZ, A. L. J.; KEUROGHLIAN, A. Can bite force be used as a basis for niche separation between native peccaries and introduced feral pigs in the Brazilian Pantanal? **Mammalia**, v. 73, n.4, p. 369-372, dec. 2009b. DOI: 10.1515/MAMM.2009.049.
- DESBIEZ, A. L. J.; KEUROGHLIAN, A. Predation of young palms (*Attalea phaterata*) by feral pigs in the Brazilian Pantanal. **Suiform Soundings**, v. 9, p. 35-40, 2009c.
- DESBIEZ, A. L. J.; SANTOS, S.A.; KEUROGHLIAN, A.; BODMER, R.E. Niche partitioning among white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*), collared peccaries (*Pecari tajacu*), and feral pigs (*Sus scrofa*). **Journal of Mammalogy**, v. 90, p. 119-128, 2009.
- DEXTER, N. The influence of pasture distribution and temperature on habitat selection by feral pigs in a semi-arid environment. **Wildlife Research**, v. 25, p. 547-559, 1998.
- DIONG, C. H. **Population biology and management of the feral pig (*Sus scrofa* L.) in Kipahulu valey, Maui**. 1982. 408p. Thesis (Doctor Philosophy in Zoology). University of Hawaii, Honolulu. Disponível em: <<http://www.hear.org/articles/diong1982/pdfs/diong1982.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2009.
- DONATTI, C. I.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; GUIMARÃES JUNIOR, P. R.; JORDANO, P. Living in the land of ghosts: fruit traits and the importance of large mammals as seed dispersers in the Pantanal, Brazil. In: DENNIS, A. J., SHUPP, E. W. GREEN, R. J., WESTCOTT, D. A. (Ed.). **Seed dispersal: theory and its application in a changing world**. Oxfordshire: CAB International, 2007.

665 p. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=iITrraJILsMC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Seed+Dispersal:+Theory+and+its+Application+in+a+Changing+World.+&ots=iNaFVThBsz&sig=rSPXJEKliXJ3ZH-zSVIHJOI2B88#v=onepage&q=&f=false>>. Acesso em: 16 dez. 2009.

DORAN, R. J.; LAFFAN, S.W. Simulating the spatial dynamics of foot and mouth disease outbreaks in feral pigs and livestock in Queensland, Australia, using a susceptible-infected-recovered cellular automata model. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 70, p. 133-152, 2005.

DRAKE, D. R. Seedling mortality in Hawaiian rain forest: the role of small-scale physical disturbance. **Biotropica**, v. 33, p. 319-323, 2001.

DZIECIOLOWAKI, R.M.; CLARKE, C.M.H. Age structure and sex ratio in a population of harvested feral pigs in New Zealand. **Acta Theriologica**, v. 34, p. 525-536, 1989.

DZIECIOLOWAKI, R.M.; CLARKE, C.M.H.; FRAMPTON, C.M. Reproductive characteristics of feral pigs in New Zealand. **Acta Theriologica**, v. 37, p. 259-270, 1992.

EASON, C.T.; MILNE, L. M. P.; MORRIS, G.; WRIGHT, G. R. G.; SUTHERLAND, O.R.W. Secondary and tertiary poisoning risks associated with brodifacoum. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 23, p. 219-224, 1999.

EASTERLING, M.R.; ELLNER, S.P.; DIXON, P.M. Size-specific sensitivity: applying a new structured population model. **Ecology**, v. 81, p. 694-708, 2000.

ENGEMAN, R.M.; SMITH, H.T.; SEVERSON, R.; SEVERSON, M.A.; SHWIFF, S.A.; CONSTANTIN, B.; GRIFFIN, D. The amount and economic cost of feral swine damage to the last remnant of a basin marsh system in Florida. **Journal for Nature Conservation**, v. 12, p. 143-147, 2004.

FERNANDEZ-LLARIO, P.; CARRANZA, J. Reproductive performance of the wild boar in a Mediterranean ecosystem under drought conditions. **Ethology Ecology and Evolution**, v. 12, p. 335-343, 2000.

FERNANDEZ-LLARIO, P.; CARRANZA, J.; MATEOS-QUESADA, P. Sex allocation in a polygynous mammal with large litters: the wild boar. **Animal Behavior**, v. 58, p. 1079-1084, 1999.

FERNANDEZ-LLARIO, P.; MATEOS-QUESADA, P. Population structure of the wild boar (*Sus scrofa*) in two Mediterranean habitats in the western Iberian Peninsula. **Folia Zoologica**, v. 52, p. 143-148, 2003.

FINLAYSON, C. M.; STORRS, M. J.; LINDNER, G. Degradation and rehabilitation of wetlands in the Alligator Rivers region of Northern Australia. **Wetlands Ecology and Management**, v. 5, p. 19-36, 1997.

FIORELLO, C. V.; NOSS, A.; DEEM, S. L. Demography, hunting ecology, and pathogen exposure of domestic dogs in the Isoo of Bolivia. **Conservation Biology**, v. 20, p. 762-771, 2006.

FOCARDI, S.; TOSO, S.; PECCHIOLI, E. The population modeling of fallow deer and wild boar in a Mediterranean ecosystem. **Forest Ecology and Management**, v. 88, p. 7-14, 1996.

FREITAS, T.P.T., PAES, R.C.S.; KEUROGHLIAN, A.; NOREK, A.; JANSEN, A.M.; HERRERA, H.M.; OLIVEIRA, J.M. Ocorrência de microorganismos patogênicos em queixadas, catetos, e porcos de vida livre no Pantanal Matogrossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004, Corumbá, MS. **Sustentabilidade regional: [anais]**. Corumbá: Embrapa Pantanal; Campo Grande: UCDB: UFMS: SEBRAE-MS, 2004. SIMPAN 2004. CD-ROM.

GABOR, M. T.; HELLGREN, E. C.; SILVY, N. J. Renal morphology of sympatric suiforms: implications for competition. **Journal of Mammalogy**, v. 78, p. 1089-1095, 1997.

GABOR, T. M.; HELLGREN, E. C.; VAN DEN BUSSCHE, R. A.; NOVA, J. S. Demography, sociospatial behaviour and genetics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a semi-arid environment. **Journal of Zoology**, v. 247, p. 311-322, 1999.

GEISSER, H.; REYER, H. U. Efficacy of hunting, feeding and fencing to reduce crop damage by wild boars. **Journal of Wildlife Management**, v. 68, p. 939-946, 2004.

GERARD, J. F.; CARGNELUTTI, B.; SPITZ, F.; VALET, G.; SARDIN T. Habitat use of wild boar in a French agroecosystem from late winter to early summer. **Acta Theriologica**, v. 36, p. 119-129, 1991.

GRANDINSON, K. Genetic background of maternal behaviour and its relation to offspring survival. **Livestock Production Science**, v. 93, p. 43-50, 2005.

GRANT, A.; BENTON, T.G. Elasticity analysis for density-dependent populations in stochastic environments. **Ecology**, v. 81, p. 680-693, 2000.

GUSTAFSSON, M.; JENSEN, P.; DE JONGE, F.H.; ILLMANN, G.; SPINKA, M. Maternal behaviour of domestic sows and crosses between domestic sows and wild boar. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 65, p. 29-42, 1999.

HAHN, E. C.; PAGE, G. R.; HAHN, P. S.; GILLIS, K. D.; ROMERO, C.; ANNELLI, J. A.; GIBBS, E. P. J. Mechanisms of transmission of Aujeszky's disease virus originating from feral swine in the USA. **Veterinary Microbiology**, v. 55, p. 123-130, 1997.

HAMILTON, S. K.; SIPPELS, S. J.; MELACK, J. M. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 137, p. 1-23, 1996.

HAMPTON, J.; SPENCER, P. B. S.; ELLIOT, A. D.; THOMPSON, R. C. A. Prevalence of zoonotic pathogens from feral pigs in major public drinking water catchments in Western Australia. **EcoHealth**, v. 3, p. 103-108, 2006.

HANCOCK, P. A.; MILNER-GULLAND, E. J.; KEELING, M. J. An individual based model of bearded pig abundance. **Ecological Modelling**, v. 181, p. 123-137, 2005.

HANCOCK, P. A.; MILNER-GULLAND, E. J.; KEELING, M. J. Modelling the many-wrongs principle: the navigational advantages of aggregation in nomadic foragers. **Journal of Theoretical Biology**, v. 240, p. 302-310, 2006.

HELD, S.; MASON, G.; MENDEL, M. Maternal responsiveness of outdoor sows from first to fourth parities. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 98, p. 216-233, 2006.

HEPPELL, S.S.; CASWELL, H.; CROWDER, L.B. Life histories and elasticity patterns: perturbation analysis for species with minimal data. **Ecology**, v. 81, p. 654-665, 2000.

HERRERA, H. M.; ABREU, U. G. P.; KEUROGHLIAN, A.; FREITAS, T. P.; JANSEN, A. The role played by sympatric collared peccary (*Tayassu tajacu*), white-lipped peccary (*Tayassu pecari*), and feral pig (*Sus scrofa*) as maintenance hosts for *Trypanosoma evansi* and *Trypanosoma cruzi* in a sylvatic area of Brazil. **Parasitological Research**, v. 103, p. 619-624, 2008.

HERRERA, H. M.; NOREK, A.; FREITAS, T. P.T.; RADEMAKER, V.; FERNANDEZ, O.; JANSEN, A. M. Domestic and wild mammals infection by *Trypanosoma evansi* in a pristine area of the Brazilian Pantanal region. **Parasitological Research**, v. 96, p. 121-126, 2005.

HONE, J. Effects of feral pig rooting on introduced and native pasture in north-eastern New South Wales. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v. 46, p. 130-132, 1980.

HONE, J. A short term evaluation of feral pig eradication at Willandra in western New South Wales. **Australian wildlife Research**, v. 10, p. 269-276, 1983.

HONE, J. Feral pigs in Namadji National Park, Australia: dynamics, impacts and management. **Biological Conservation**, v. 105, p. 231-242, 2002.

HONE, J.; STONE, C. A comparison and evaluation of feral pig management in two national parks. **Wildlife Society Bulletin**, v. 17, p. 419-425, 1989.

ICKES, K. Hyper-abundance of native wild pigs (*Sus scrofa*) in a lowland dipterocarp rain forest of peninsular Malaysia. **Biotropica**, v. 33, p. 682-690, 2001.

ICKES, K.; PACIOREK, J. C.; THOMAS, S. C. Impacts of nest construction by native pigs (*Sus scrofa*) on Lowland Malaysian rain forest saplings. **Ecology**, v. 86, p. 1540-1547, 2005.

ILSE, L.M.; HELLGREN, E.C. Spatial use and group dynamics of sympatric collared peccaries and feral hogs in Southern Texas. **Journal of Mammalogy**, v. 76, p. 993-1002, 1995a.

ILSE, M.L.; HELLGREN, E.C. Resource partitioning in sympatric populations of collared peccaries and feral hogs in Southern Texas. **Journal of Mammalogy**, v. 76, p. 784-799, 1995b.

JENSEN, P. Observations on the maternal behaviour of free ranging domestic pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 16, p. 131-142, 1986.

KEUROGHLIAN, A.; EATON, P. D.; DESBIEZ, A. L. Habitat use by peccaries and feral pigs of the Southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Suiform Soundings**. v. 8, n. 2, p. 9-17, 2009. Disponível em: <[http://data.iucn.org/themes/ssc/sgs/pphsg/Suiform%20soundings/Newsletter%208\(2\).pdf](http://data.iucn.org/themes/ssc/sgs/pphsg/Suiform%20soundings/Newsletter%208(2).pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2009.

KOONS, D.N.; GRAND, J. B.; ZINNER, B.; ROCKWELL, R. F. Transient population dynamics: relations to life history and initial population state. **Ecological Modelling**, v. 185, p. 283-297, 2005.

KOTATEN, P.M. Responses of vegetation to a changing regime of disturbance: effects of feral pigs in a California coastal prairie. **Ecography**, v. 18, p. 190-199, 1995.

KREUTER, U. P.; WORKMAN, J. P. Comparative profitability of cattle and wildlife ranches in semi-arid Zimbabwe. **Journal of Arid Environments**, v. 35, p. 171-187, 1997.

LACKI, M. J.; LANCIA, R. A. Effects of wild pigs on beech growth in great smoky montains national park. **Journal Wildlife Management**, v. 50, p. 655-659, 1986.

LACY, R.C. Vortex: a computer simulation model for population viability analysis. **Wildlife Research**, v. 20, p. 45-65, 1993.

LACY, R.C. Structure of the Vortex simulation model for population viability analysis. **Ecological Bulletins**, v. 48, p. 191-203, 2000.

LINDSEY, P.A.; ALEXANDER, R.M.; FRANK, L.G.; MATHIESON, A.; ROMANACH, S.S. Potential of trophy hunting to create incentives for wildlife conservation in Africa where alternative wildlife-based land uses may not be viable. **Animal Conservation**, v. 9, p. 283-291, 2006.

LINDSEY, P. A.; ROULET, P. A.; ROMANACH, S. S. Economic and conservation significance of the trophy hunting industry in sub-Saharan Africa. **Biological Conservation**, v. 134, p. 455-469, 2007.

LOURIVAL, R. F. F. **A caça no Pantanal da Nhecolândia**. 1993. 102f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S. **100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database**. New Zealand: The Invasive Species Specialist Group (ISSG), [2000?]. 12 p. Disponível em: <<http://www.gisp.org/publications/reports/100worst.pdf>> Acesso em: 16 dez. 2009.

MARKOV, N. Population dynamics of wild boar, *Sus scrofa* in Sverdlovsk oblast and it's relation to climatic factors. **Russian Journal of Ecology**, v. 28, p. 269-274, 1997.

MARTYS, M. F. Social organisation and behaviour in the Suidae and Tayassuidae. In: BARRETT, R. H.; SPITZ, F. (Ed.). **Biology of Suidae**. Imprimerie des Escartons, Briançon, France, 1991. p. 65-77.

MASSEI, G.; GENOV, P.; STAINES, B. W.; GORMAN, M. Mortality of wild boar, *Sus scrofa*, in a Mediterranean area in relation to sex and age. **Journal of Zoology**, v. 242, p. 394-400, 1997.

MAYER, J. J.; NELSON, E. A.; WIKE, L. D. Selective depredation of planted hardwood seedlings by wild pigs in a wetland restoration area. **Ecological Engineering**, v. 15, p. S79-S85, 2000.

MCCARTHY, M. A.; POSSINGHAM, H.; DAY, J. R.; TYRE, A. J. Testing the accuracy of population viability analysis. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1030-1038, 2001.

MCILROY, J.C. Advances in New Zealand mammalogy 1990-2000: Feral pig. **Journal of The Royal Society of New Zealand**, v. 31, p. 225-231, 2001.

- MCILROY, J. C.; SAILLARD, R. J. The effect of hunting with dogs on the numbers and movements of feral pigs, *Sus scrofa*, and the subsequent success of poisoning exercises in Namadgi National Park. **Australian Wildlife Research**, v. 16, p. 353-363, 1989.o
- MILLER, P. S.; LACY, R. C. **Vortex**: a stochastic simulation of the extinction process. Version 9,5. User's Manual. Apple Valley: SSC/IUCN Conservation Breeding Specialist Group, 2005. 159p. Disponível: <<http://www.vortex9.org/v950manual.pdf>>. Acesso em 14 dez. 2009.
- MORRIS, W.; DOAK, D.; GROOM, M.; KAREVIA, P.; FIEBERG, J.; GERBER, L.; MURPHY, P.; THOMSON, D. **A practical handbook for population viability analysis**. [Washington]: The Nature Conservancy, 1999. 79p. Disponível em: <http://training.fws.gov/EC/Resources/Advanced_Sec_7/Scientific_References/TNC_Morris_etal_1999.pdf> Acesso em: 16 dez. 2009.
- MOURÃO, G.; COUTINHO, M.E.; MAURO, R.; CAMPOS, Z.M.S.; TOMÁS, W.M.; MAGNUSSON, W. Aerial survey of caiman, marsh deer and pampas deer in the Pantanal wetland of Brazil. **Biological Conservation**, v. 92, p. 175-183, 2000.
- MURI, A. F.; PIOVEZAN, U.; LIMA, T. do N.; RIBEIRO, D. B.; MARTINS, F. I.; ORTIZ-MARTINÉZ, T. **Piletas: água para o gado e para a fauna no Pantanal da Nhecolândia**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2007. 5 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 59). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPAP/55922/1/COT59.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2009.
- O'BRIEN, P.H. Socio-economic and biological impact of the feral pig in New South Wales: an overview and alternative management plan. **Australian Rangeland Journal**, v. 9, p. 96-101, 1987.
- OLI, M. K.; DOBSON, F. S. The relative importance of life-history variables to population growth rate in mammals. **The American Naturalist**, v. 161, p. 422-440, 2003.
- PAES, R. C. S.; RIBEIRO, O. C.; MONTEIRO, L. A. R. C.; FIGUEIREDO, A. O.; NETO, A. A. C.; OLIVEIRA, J. M.; DA ROSA, G.O.; KEUROGHLIAN, A., PIOVEZAN, U.; HERRERA, H.M. Enfermidades de ocorrência no porco monteiro (*Sus scrofa*) no Pantanal Sul-Matogrossense, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIA, 35., Gramado. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária: Sociedade de veterinária do Rio Grande do Sul, 2008. CONBRAVET. CD ROOM.
- PECH, R. P.; HONE, J. A model of the dynamics and control of an outbreak of foot and mouth disease in feral pigs in Australia. **Journal of Applied Ecology**, v. 25, p. 63-77, 1988.
- PECH, R. P.; MCILROY, J.C. A model of the velocity of advance of foot and mouth disease in feral pigs. **Journal of Applied Ecology**, v. 27, p. 63-77, 1990.
- READ, A. F.; HARVEY, P. H. Life history differences among the eutherian radiations. **Journal of Zoology**, v. 219, p. 259-283, 1989.
- REED, J. M.; MILLS, L. S.; DUGGING JR, J. B.; MENGES, E. S., MCKELVEY, K. S.; FRYE, R.; BEISSINGER, S. R.; ANSTETT, M.; MILLER, P. S. Emerging issues in population viability analysis. **Conservation Biology**, v. 16, p. 7-19, 2002.
- RINALDO, D.; LEDIVIDICH, J. Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 29, p. 61-75, 1991.
- ROEMER, G. W.; DONLAN, C. J.; COURCHAMP, F. Golden eagles, feral pigs, and insular carnivores: how exotic species turn native predators into prey. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, p. 791-796, 2002.
- ROLLINS, D.; CARROLL, J. Impacts of predation on northern bobwhite and scaled quail. **Wildlife Society Bulletin**, v. 29, p. 39-51, 2001.
- RUIZ-FONS, F.; VIDAL, D.; HOFLE, U.; VICENTE, J.; GORTAZAR, C. Aujeszky's disease virus infection patterns in European wild boar. **Veterinary Microbiology**, v. 120, p. 241-250, 2007.
- SAETHER, B. E.; BAKKE, O. Avian life history variation and contribution of demographic traits to the population growth rate. **Ecology**, v. 81, p. 642-653, 2000.
- SAUNDERS, G. The demography of feral pigs (*Sus scrofa*) in Kosciusko National Park, New South Wales. **Wildlife Research**, v. 20, p. 559-569, 1993.

- SAUNDERS, G.; BRYANT, H. The evaluation of a feral pig eradication program during a simulated exotic disease outbreak. **Australian Wildlife Research**, v. 15, p. 73-81, 1988.
- SIBLY, R. M.; HONE, J. Population growth rate and its determinants: an overview. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological sciences**, v. 357, p. 1153-1170, 2002.
- SIERRA, C. The feral pig (*Sus scrofa*, Suidae) in Cocos Island, Costa Rica: rootings soil alterations and erosion. **Revista de Biologia Tropical**, v. 49, p. 1159-1170, 2001.
- SOLLERO, B. P.; PAIVA, S. R.; FARIA, D. A.; GUIMARÃES, S. E. F.; CASTRO, S. T. R.; EGITO, A. A.; ALBUQUERQUE, M. S.M.; PIOVEZAN, U.; BERTANI, G. R.; MARIANTE, A. da S. Genetic diversity of Brazilian pig breeds evidenced by microsatellite markers. **Livestock Science**, v. 123, p. 8-15, 2009.
- SPENCER, P. B. S.; HAMPTON, J. O. Illegal translocation and genetic structure of feral pigs in western Australia. **Journal of Wildlife Management**, v. 69, p. 377-384, 2005.
- SPINKA, M.; ILLMANN, G.; DE JONGE, F.H.; ANDERSSON, M.; SCHUURMAN, T.; JENSEN, P. Dimensions of maternal behaviour characteristics in domestic and wild domestic crossbred sows. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 70, p. 99-114, 2000.
- SWEENEY, J. M.; SWEENEY, J. R.; PROVOST, E. E. Reproductive biology of a feral hog population. **Journal of Wildlife Management**, v. 43, p. 555-559, 1979.
- TAYLOR, R. B.; HELLGREN, E. C.; GABOR, T. M.; ILSE, L. M. Reproduction of feral pigs in Southern Texas. **Journal of Mammalogy**, v. 79, p. 1325-1331, 1998.
- THODBERG, K.; JENSEN, K. H.; HERSKIN, M. S. Nursing behaviour, postpartum activity and reactivity in sows: effects of farrowing environment, previous experience and temperament. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 77, p. 53-76, 2002.
- TISDELL, C. A. Feral pigs threaten native wildlife in Australia. **Tiger Paper**, v. 11, p. 13-18, 1984.
- VAN TIERDEREN, P. H. Elasticities and the link between demographic and evolutionary dynamics. **Ecology**, v. 81, p. 666-679, 2000.
- WILSON, D. J.; RUSCOE, W.; BURROWS, L. E.; MCELREA, L. M.; CHOQUENOT, D. An experimental study of the impacts of understorey forest vegetation and herbivory by red deer and rodents on seedling establishment and species composition in Waitutu Forest, New Zealand. **New Zealand Journal of Ecology**, v. 30, p. 191-207, 2006.
- WISDOM, M.J.; MILLS, L.S.; DOAK, D.F. Life stages simulations analysis: estimating vital-rate effects on population growth for conservation. **Ecology**, v. 81, p. 628-641, 2000.
- WOODALL, P. F. Distribution and population dynamics of dingoes (*Canis familiaris*) and feral pigs (*Sus scrofa*) in Queensland, 1945-1975. **Journal of Applied Ecology**, v. 20, p. 85-95, 1983.
- ZERVANOS, S.M.; NAVEH, S. Renal structural flexibility in response to environmental water stress in feral hogs. **The Journal of Experimental Zoology**, v. 247, p. 285-288, 1988.
- ZIVIN, J.; HUETH, B. M.; ZILBERMAN, D. Managing a multiple-use resource: the case of feral pig management in California rangeland. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 39, p. 189-204, 2000.