

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
MESTRADO EM ECOLOGIA APLICADA AO MANEJO E
CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

Sue-helen Fátima Mondaini

MODELAGEM DE NICHOS CLIMÁTICO DA ESPÉCIE EXÓTICA INVASIVA
ACHATINA FULICA BOWDICH, 1822 (GASTROPODA, ACHATINIDAE) NO
BRASIL

Juiz de fora

2019

Sue-helen Fátima Mondaini

***MODELAGEM DE NICHOS CLIMÁTICO DA ESPÉCIE EXÓTICA INVASIVA
ACHATINA FULICA BOWDICH, 1822 (GASTROPODA, ACHATINIDAE) NO
BRASIL***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Stéfane D'ávila

Juiz de fora

2019



*Dedico este trabalho à minha filha
Camila, tudo isso é pra você e por você.
Te amo muito!!!!*

AGRADECIMENTOS

E assim se foram 2 anos de muita luta e aprendizado. Passei por muitas coisas, diversas pedras surgiram em meu caminho e por tantas vezes quis desistir. Por isso venho aqui para agradecer a todos que fizeram parte desse aprendizado e fizeram a diferença para que eu estivesse aqui e subisse mais um degrau rumo à vitória.

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não estaria aqui.

À CAPES pelo financiamento da bolsa. Ao PGECOL e UFJF, pela infraestrutura e auxílio financeiro.

A minha orientadora Sthefane D'ávila pelo carinho, atenção e toda paciência em me ensinar e na elaboração desse trabalho tão importante para mim. Obrigada por tudo, jamais te esquecerei, você fará parte da minha vida para sempre!!!

A minha família, em especial a minha querida mãe. Pelo apoio, pela disponibilidade e pela confiança em sempre acreditar que sou capaz de realizar os meus sonhos.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório Camila Aparecida de Oliveira, Flávio Macanha, Tayrine Carvalho, Isabel Macedo, Luana Carvalho e Raphael Machado e em especial a Alexssandra Silva pela disponibilidade e carinho ao me ensinar tudo que aprendeu e assim poder realizar este trabalho. Ao Museu Dr. Maury Pinto de Oliveira, pela infraestrutura e apoio.

Ao professor Luiz Menini por ter me ajudado com tanto carinho e paciência.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e pelo carinho pelo qual me receberam.

E por fim e não menos importante ao meu amigo e colega de faculdade Antônio Carlos, que por seu incentivo fez com que eu me dedicasse à vaga de mestrado e hoje estou aqui, no fim desta jornada. Obrigada por tudo!

Obrigada a todos, vocês estarão para sempre na minha memória e em meu coração!

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante.” – Albert Schweitzer

(Nobel da Paz-1952)

RESUMO

Os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade despertam um interesse particular, em função dos possíveis efeitos sobre a distribuição e a perda de espécies. Atualmente, observamos um grande avanço no desenvolvimento de ferramentas de análise e modelos teóricos que permitem a realização de estudos cada vez mais refinados de modelagem ecológica, integrando dados provenientes de estudos independentes ou informações contidas em bancos de dados de biodiversidade. Nesse contexto, a modelagem de nicho climático, pode representar ferramentas úteis para a previsão da distribuição de espécies exóticas e os possíveis impactos sobre a diversidade nativa. *Achatina fulica* Bowdich, 1822, espécie popularmente conhecida como caracol gigante africano, é incluída no ranking das 100 piores espécies exóticas invasivas no mundo, uma vez introduzida em diferentes locais fora da sua área nativa, apresenta uma extraordinária adaptação e dispersão. Essa espécie ainda pode atuar como hospedeiro intermediário de parasitos com importância médica e veterinária, tais como os *nematoides* *Angiostrongylus varsorum*, *A. cantonensis* e *A. costaricensis*. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a distribuição potencial de *Achatina fulica* em sua área nativa (Etiópia, Tanzânia e Quênia) e invadida (Brasil) em condições atuais utilizando a modelagem de entropia máxima (MaxEnt) para prever o seu potencial de invasão no Brasil e desenvolver um mapa de risco de áreas passíveis de serem invadidas no futuro, identificando fatores bioclimáticos que contribuem para a invasão desta espécie e assim utilizar de ferramentas para priorização e gestão eficaz da espécie para o Brasil. A área de estudo incluiu todos os estados do Brasil e áreas nativas do leste oriental do Continente Africano. Todos os registros de presença foram compilados por município dos estados do Brasil e África em um banco de dados excel da Microsoft. No banco de dados mundial WorldClim foram utilizados dados climáticos históricos “variáveis do presente” (1970-2000) e “variáveis do futuro” (até 2050). Para a modelagem de nicho climático, foi utilizado o algoritmo MaxEnt. Foram obtidos 476 registros de ocorrência da espécie em área não nativa, no Brasil e 27 registros na área nativa da espécie na África. No presente estudo, observamos que *A. fulica* já se encontra em todos os 26 estados do Brasil e Distrito Federal, assim o monitoramento e a previsão dos potenciais efeitos das mudanças climáticas globais sobre sua distribuição são essenciais para potenciais intervenções visando o manejo dessa espécie.

Palavras-chave: Biodiversidade; modelagem ecológica; base de dados; Brasil.

ABSTRACT

The impacts of climate change on biodiversity are of particular interest because of the possible effects on species distribution and loss. We are currently seeing a major breakthrough in the development of analytical tools and theoretical models that allow for more refined ecological modeling studies, integrating data from independent studies or information contained in biodiversity databases. In this context, climate niche modeling may represent useful tools for predicting the distribution of exotic species and the possible impacts on native diversity. *Achatina fulica* Bowdich, 1822, a species popularly known as the African giant snail, is included in the ranking of the 100 worst invasive alien species in the world, once introduced in different places outside its native area, presents an extraordinary adaptation and dispersion. This species can still act as an intermediate host of parasites of medical and veterinary importance, such as the nematodes *Angiostrongylus varsorum*, *A. cantonensis* and *A. costaricensis*. The objective of the present work was to evaluate the potential distribution of *Achatina fulica* in its native area (Ethiopia, Tanzania and Kenya) and invaded (Brazil) under current conditions using the maximum entropy modeling (MaxEnt) to predict its invasion potential in Brazil and to develop a risk map of areas likely to be invaded in the future, identifying bioclimatic factors that contribute to the invasion of this species and thus use tools for prioritization and effective management of the species for Brazil. The study area included all Brazilian states and native areas of eastern Africa. All presence records were compiled by county of the states of Brazil and Africa in a Microsoft Excel database. In the world-wide WorldClim database, historical climate data were used "variables of the present" (1970-2000) and "variables of the future" (until 2050). For the model of climatic niche, the MaxEnt algorithm was used. There were 476 records of the occurrence of the species in a non - native area in Brazil and 27 records in the native area of the species in Africa. In the present study, we observed that *A. fulica* is already found in all 26 states of Brazil and the Federal District, so monitoring and predicting the potential effects of global climate change on its distribution is essential for potential interventions aimed at the management of this species.

Key words: Biodiversity; ecological modeling; database; Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Teste Jackknife de AUC para <i>Achatina fulica</i> no Brasil e África no nicho fundamental (presente).....	24
Figura 2 - Pontos de ocorrência de <i>Achatina fulica</i> no Brasil e na área nativa da espécie na África, obtidos a partir da análise da literatura científica, bancos de dados de biodiversidade e literatura cinza.....	26
Figura 3- Contribuição das diferentes fontes de dados de ocorrência de <i>Achatina fulica</i> no Brasil (literatura científica, bancos de dados de biodiversidade e literatura cinza), por estado. Legenda: AC (Acre); AL (Alagoas); AM (Amazonas); AP (Amapá); BA (Bahia); CE (Ceará); DF (Distrito Federal); ES (Espírito Santo); GO (Goiás); MA (Maranhão); MG (Minas Gerais); MS (Mato Grosso do Sul); MT (Mato Grosso); PA (Pará); PB (Paraíba); PE (Pernambuco); PI (Piauí); PR (Paraná); RJ (Rio de Janeiro); RN (Rio Grande do Norte); RO (Rondônia); RR (Roraima); RS (Rio Grande do Sul); SC (Santa Catarina) SE (Sergipe); SP (São Paulo); TO (Tocantins).....	27
Figura 4. Análise temporal da distribuição de <i>Achatina fulica</i> no Brasil.....	30
Figura 5. Sobreposição entre pontos de ocorrência de <i>Achatina fulica</i> , no Brasil, e áreas urbanizadas.....	31
Figura 6. Sobreposição entre pontos de ocorrência de <i>Achatina fulica</i> , no Brasil, e áreas que abrigam Unidades de Conservação federais e estaduais.....	32
Figura 7. Distribuição de <i>Achatina fulica</i> , no Brasil, contrastada às escalas de altitude e média de temperatura anual.....	33
Figura 8. Curva de validação do modelo de nicho climático fundamental de <i>Achatina fulica</i> . Valores de AUC (“area under the curve”) acima de 0.70 suportam a validação. Resultados obtidos através do algoritmo Maxent.....	35
Figura 9. Mapa das áreas de adequabilidade climática de <i>Achatina fulica</i> , no Brasil, gerado a partir do modelo de máxima entropia obtido com o uso do algoritmo Maxent. A graduação de cores de verde a vermelho indica áreas que apresentam de baixa a alta adequabilidade climática para a espécie.....	36
Figura 10- Áreas de adequabilidade para <i>Achatina fulica</i> no território brasileiro (Nicho projetado para o futuro otimista).....	37
Figura 11- Áreas de adequabilidade para <i>Achatina fulica</i> no território brasileiro (nicho projetado para o futuro pessimista).....	38
Figura 12. Curva de validação do modelo de nicho climático fundamental de <i>Achatina fulica</i> , em sua área nativa. Valores de AUC (“area under the curve”) acima de 0.70 suportam a validação. Resultados obtidos através do algoritmo Maxent.....	40
Figura 13. Mapa das áreas de adequabilidade climática de <i>Achatina fulica</i> , em sua área nativa, no leste da África, gerado a partir do modelo de máxima entropia obtido com o uso do algoritmo Maxent. A graduação de cores de verde a vermelho indica áreas que apresentam de baixa a alta adequabilidade climática para a espécie.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Base de dados de biodiversidade disponíveis via internet	21
--	----

SUMÁRIO

1. REVISÃO DE LITERATURA	
1.1 Invasões biológicas em um contexto de mudanças climáticas globais.....	11
1.2. Mudanças climáticas globais e o seu impacto na distribuição de espécies invasivas.....	14
1.3. <i>Achatina fulica</i> em sua área nativa na África.....	15
1.4. A espécie exótica invasiva <i>Achatina fulica</i> e sua distribuição no Brasil.....	16
1.5. <i>Achatina fulica</i> em unidades de conservação no Brasil.....	16
2. INTRODUÇÃO.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Área de estudo e registro da espécie.....	21
3.2. Critérios de inclusão e exclusão.....	21
3.3. Preparação de dados para modelagem.....	22
3.4. Variáveis climáticas.....	22
3.5. Modelagem.....	24
3.6. Validação e calibração do modelo.....	25
4. RESULTADOS	
4.1. Fontes de dados de ocorrência e distribuição de <i>Achatina fulica</i> no Brasil.....	25
4.2. Análise temporal da distribuição de <i>Achatina fulica</i> no Brasil.....	29
4.3. Áreas de maior concentração urbana e Unidades de conservação.....	31
4.4. Modelagem de Nicho Climático.....	33
4.4.1. Áreas de adequabilidade climática para <i>Achatina fulica</i> , no Brasil.....	34
4.5. Áreas de adequabilidade climática para <i>Achatina fulica</i> , em sua área nativa.....	39
5. DISCUSSÃO	
5.1. Modelagem de nicho climático.....	42
5.2. Distribuição de <i>A. fulica</i> no Brasil.....	44
5.3. Fontes de dados de ocorrência de <i>A. fulica</i> no Brasil.....	46
6. CONCLUSÃO.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
8. APÊNDICE.....	64
9. ANEXO.....	83

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Invasões biológicas em um contexto de mudanças climáticas globais

De acordo com as definições adotadas pela Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (CDB, 1992) na 6ª Conferência das Partes (CDB COP-6, Decisão VI/23, 2002), uma espécie é considerada exótica (ou introduzida) quando situada em um local diferente de sua distribuição natural devido à introdução mediada por ações humanas, de forma voluntária ou não. Se essa espécie introduzida consegue se reproduzir e gerar descendentes férteis, com alta probabilidade de sobrevivência em um novo habitat, ameaçando a biodiversidade nativa, ela passa a ser considerada uma espécie exótica invasora (LEÃO et al., 2011).

A crescente globalização combinada com a expansão do turismo internacional, aliado aos elevados níveis de perturbações antrópicas nos ecossistemas e às mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global, tende a ampliar significativamente os processos de introdução e de expansão de espécies exóticas invasivas nos diversos ecossistemas da terra (ZILLER & ZALBA, 2007; OLIVEIRA & PEREIRA, 2010). Esse mesmo processo de invasão é dinâmico, crescente e não um fato estável.

Por meio de estudos realizados nos Estados Unidos da América, Reino Unido, Austrália, Índia, África do Sul e Brasil, concluiu-se que os custos decorrentes da presença de espécies exóticas invasivas nas culturas agrícolas, em pastagens e nas áreas de florestas atingem cifras anuais da ordem de US\$ 250 bilhões. Adicionalmente, os custos ambientais nesses mesmos países chegam a US\$ 100 bilhões anuais. Uma projeção mundial dessas cifras indica que as perdas anuais globais decorrentes do impacto dessas espécies ultrapassam a casa de US\$ 1,4 trilhões aproximadamente 5% do PIB mundial. Considerando esses valores estima-se que no Brasil, esse custo pode ultrapassar os US\$ 100 bilhões anuais (MMA, 2018).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*International Panel on Climate Change - IPCC*), temperaturas médias globais vêm aumentando desde a década de 70, e esse aquecimento deve continuar até o final do século. Mudanças climáticas podem afetar o padrão de distribuição geográfica dos sistemas ecológicos das espécies, beneficiar espécies exóticas e mudar as condições que permitem a continuidade de sua existência (GARCIA et al., 2014). Os sistemas ecológicos estão influenciados constantemente pela variação climática, proveniente da maior concentração de gás carbônico na atmosfera. Se

benéficas para algumas espécies, às mudanças climáticas podem alterar a composição de ecossistemas através da proliferação de organismos invasores, enfermidades ou alterações na cadeia alimentar (RICHIERI, 2006).

O quarto Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (R4 IPCC, 2007) descreve os avanços na avaliação do impacto da influência dos fatores humanos e naturais nas mudanças climáticas. Os relatórios destacam que a concentração de gás carbônico aumentou de 280 ppm para 379 ppm (ppm = partes por milhão) desde a Revolução Industrial. As razões apontadas para o crescimento dessa concentração são a queima de combustíveis fósseis e as mudanças no uso do solo, como o avanço da agricultura e do desmatamento. Segundo o quinto relatório do IPCC, a previsão futura é do aumento da temperatura em média global será entre 1,8°C e 4°C até 2100, o derretimento das geleiras e das calotas polares, a elevação do nível dos oceanos será acompanhada de tempestades tropicais e de furacões (IPCC, 2013).

Para o Brasil, as previsões apontam que, na pior das hipóteses, o aumento de temperatura deve ser de até 4°C no interior do país e de até 3°C (para 2020) na costa. Para o extremo norte do planeta, as previsões são de que a temperatura deve aumentar 7,5°C (para 2080), no cenário mais dramático (IPCC, 2013). Quanto às chuvas, os relatórios indicam que o hemisfério norte deve ter um aumento de 10% a 20% no volume, ao passo que no hemisfério sul deve ocorrer a diminuição do seu volume, na mesma proporção (BLANK, 2015).

Os maiores impactos referentes a mudanças climáticas é a alteração na adequabilidade nas áreas onde as espécies estão localizadas ou em potenciais locais, onde possivelmente virão ocupar no futuro. Habitats onde as condições locais serão favoráveis espécies exóticas sua sobrevivência e reprodução são locais propícios ao seu estabelecimento. Contudo fatores climáticos e físicos podem afetar as distribuições das espécies, expressas pela ecologia e história evolutiva de cada uma delas (PEARSON & DAWSON, 2003), por um longo período de tempo (SOBERÓN & PETERSON, 2005).

As mudanças climáticas ainda podem aumentar o potencial competitivo das espécies invasivas (comumente com tolerâncias ambientais mais amplas) sobre espécies nativas menos adaptadas às novas condições climáticas (HELLMAN et al., 2008). Neste sentido, espera-se que uma das consequências dessas mudanças será o agravamento dos impactos das espécies *invasivas* sobre os ecossistemas atingidos, aumentando as chances de danos irreparáveis à biodiversidade e às funções ecológicas (BARBOSA, 2017). Esses fatores climáticos podem ainda afetar as distribuições das espécies, expressas pela ecologia e história evolutiva de cada

uma delas, em diferentes intensidades de escalas por um longo período de tempo (GATTI, 2013).

A modelagem preditiva de distribuição geográfica de espécies ou modelagem de nicho climático constitui uma importante técnica em biologia analítica, com aplicações em conservação e planejamento de reservas, ecologia, evolução, epidemiologia e tem sido cada vez mais utilizada para prever o risco de invasão por espécies de animais e plantas (PHILLIPS et al. 2006). Nestes estudos, o espaço ecológico de ocorrência da espécie é definido por um conjunto de condições ambientais que limitam a sua distribuição no espaço geográfico (PEARSON, 2007).

A fundamentação teórica da modelagem de nicho climático é de que o conhecimento do nicho ecológico corresponde ao conjunto de condições e recursos nos quais os indivíduos de uma espécie são capazes de sobreviver, crescer e reproduzir e serve como base para estimar os locais de ocorrência dessas espécies (NEGRÃO, 2015). Assim, a modelagem de nicho ecológico é baseada principalmente na teoria do nicho Grinnelliano (1917), onde ele definia nicho como não exatamente um atributo da espécie, mas sim do espaço e das condições ou situações ambientais nas quais a espécie seria capaz de sobreviver e se reproduzir (GIANNINI, 2012). Mais tarde, Hutchinson (1957) definiu que o nicho de uma espécie é como um hiperespaço n-dimensional definido entre dois eixos, o primeiro composto por variáveis em larga escala e o segundo composto de variáveis em pequena escala que afetam e são afetadas pela distribuição das espécies (CORTES, 2011).

As duas teorias foram fundamentais para então proverem ferramentas conceituais essenciais para o entendimento dos limites da distribuição de uma espécie. Esses avanços vieram assim distinguir o nicho fundamental e realizado de uma espécie. O nicho fundamental descreve a gama de condições abióticas que uma espécie é capaz de manter em uma taxa de crescimento populacional positiva, enquanto o nicho realizado descreve as condições que uma espécie persiste submetida a interações bióticas (BARBOSA, 2017).

Diante disso, as condições abióticas que são apropriadas, podem ser comparadas ao nicho ecológico fundamental da espécie, onde as condições abióticas e bióticas se satisfatórias podem ser comparadas ao nicho realizado da espécie. A projeção geográfica dessas condições representa uma distribuição potencial, ou seja, áreas onde as espécies poderiam sobreviver se introduzidas. Dentre esses fatores bióticos as espécies exóticas invasivas têm sido amplamente estudadas, uma vez que as mudanças climáticas podem favorecer o seu estabelecimento e dispersão (PEARMAN et al., 2008; VOGLER et al., 2013; PAPERS et al., 2016).

Baseado na teoria de nicho conservado, de que a tendência das espécies de manter seus nichos e características ecológicas está relacionada ao longo do tempo. Esse modelo assume então que as espécies só poderão colonizar os habitats semelhantes às suas áreas nativas (WIENS et al. 2005). Estudos apontam que espécies exóticas têm uma ampla capacidade de ocupar áreas climáticas diferentes da escala nativa, desde que respeitados seus limites fisiológicos (BARBOSA, 2017). O nicho conservado então pode ocorrer em diferentes escalas e é parte do que torna relevante para diferentes tópicos de padrões intraespecíficos e da biologia da conservação ao longo do tempo, (por exemplo, são respostas de espécies a alterações climáticas e propagação de espécies invasivas) (WIENS et al. 2010).

Assim existem duas razões para se investigar o conservantismo de nicho durante o processo de invasão. Em primeiro lugar o conservantismo de nicho é um pressuposto necessário para prever riscos de invasão, sendo também relevante para determinar os eixos de nicho abiótico (por exemplo, tolerância ao frio e á seca) e eficiente tanto para detectar áreas de risco quanto para inferir sobre regiões do seu local de origem. Em segundo lugar, detectar desvios do conservantismo de nicho pode evidenciar alterações ecológicas ou evolutivas durante a invasão, sugerindo assim a capacidade da espécie terá de invadir novas regiões, já que as espécies tem a tendência de reter aspectos do seu nicho fundamental ao longo do tempo (GUISAN et al., 2014).

Modelos de distribuição de espécies ou também chamados modelagem de nicho climático é um processamento computacional que combina a relação entre nicho conservador, variáveis ambientais, distribuição geográfica e dados de presença para prever (por exemplo), se espécies *invasivas* irão se proliferar principalmente em regiões que são climaticamente semelhantes ao seu local de origem (WIENS et al., 2010).

1.2. Mudanças climáticas globais e o seu impacto na distribuição de espécies invasivas

O impacto das mudanças climáticas futuras na distribuição de espécies invasivas e sua magnitude potencial sobre a biodiversidade permanecem desconhecidos (GONZALES et al. 2013). Nem todos os organismos respondem da mesma forma em diferentes condições em escalas espaciais e temporais. Assim, informações específicas sobre a resposta de uma espécie são necessárias para uma conservação eficaz e uma boa gestão da biodiversidade. As espécies podem responder às mudanças climáticas adaptando-se a mudanças em condições ambientais, mudando seu nicho, expandindo para áreas mais novas ou em situações extremas, tornar-se extinto se não for possível adaptar-se às mudanças ambientais (HOLT, 1992; SARMA et al.

2015). Segundo os resultados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*International Panel on Climate Change*) (IPCC 2007) seu quarto relatório de avaliação das mudanças climáticas (AR4), alerta para um aumento médio na temperatura global entre 1,8 °C e 4,0 °C, essas projeções foram ainda mais além com o último e quinto relatório (IPCC, 2013) de avaliação (AR5) indicam que esse aumento ainda pode ser maior chegando a 6,4 °C até o final do século (PBMC, 2016).

A América do Sul é uma região altamente diversificada em termos climáticos, devido a sua grande amplitude latitudinal, que se estende da região tropical do hemisfério norte até altas latitudes no hemisfério sul. Além disso, a região é afetada fortemente por características topográficas extremas, como a presença dos Andes (GRIMM & NATORI, 2006). O relatório do IPCC sobre a região da América do Sul mostra uma série de evidências do aumento de eventos climáticos extremos e de mudanças no clima. Essas previsões sinalizam para a diminuição da diversidade de espécies de plantas e animais, com mudanças nas composições dos ecossistemas e na distribuição dos biomas, o aumento da desertificação e aridez em outras regiões (CANHOS et al., 2008). Essas mudanças resultarão ainda em efeitos drásticos sobre pessoas, populações, recursos naturais e atividades econômicas, com o aumento de pragas agrícolas, espécies *invasivas* e emergência de doenças infecciosas.

Modelos de nicho podem ser úteis na previsão da distribuição das espécies em relação às mudanças climáticas. O clima e espécies invasivas juntas podem ter um efeito drástico não apenas sobre a biodiversidade (MAINKA & HOWARD, 2010), mas também na saúde do homem (PEJCHAR & MOONEY, 2009; SMITH et al., 2012). A modelagem de nicho climático tem sido cada vez mais utilizada para prever futuras áreas ecologicamente adequadas para o estabelecimento de espécies exóticas invasivas em um cenário de mudanças climáticas.

1.3. *Achatina fulica* em sua área nativa na África

Achatina fulica é originária da costa leste africana, região leste Oriental (Apêndice 3), onde se encontra bem distribuída nos países: Quênia, Tanzânia e Etiópia (RAUT & BARKER 2002; COELHO, 2005). Seu habitat natural é principalmente nas margens de florestas em que o clima de seus biomas é de florestas chuvosas tropicais com temperaturas quentes durante todo ano e alta umidade. Devido sua excelente adaptação *A. fulica* conseguiu se propagar em climas temperados (FISCHER & COSTA, 2010). Esta espécie tem por preferência áreas de baixa à média elevação, temperatura entre mínima de 9°C e temperatura ótima de 26°C

chegando à máxima de 45°C e 30°C por estivação. *A. fulica* necessita de temperaturas acima do congelamento e, de preferência por alta umidade em torno dos 50% (AQUINO, 2013). Em sua área nativa suas populações atingem um ápice de crescimento em bordas de florestas tropicais modificadas, o que pode explicar sua excelente adaptação aos biomas brasileiros (RAUT & BARKER, 2002; FISCHER et al. 2010). A maior parte da Etiópia e as montanhas do Quênia têm um clima de montanha, o que leva a uma maior precipitação e temperaturas mais baixas. Na Tanzânia é caracterizada principalmente por um clima muito húmido com temperaturas elevadas e uma estação seca muito curta. De uma maneira geral o clima predominante na região leste da África oriental é o tropical, com temperaturas quentes durante todo o ano e alta umidade (UNESCO, 2010).

1.4. A espécie exótica invasiva *Achatina fulica* e sua distribuição no Brasil

A espécie *Achatina fulica*, conhecida como caramujo gigante africano é um gastrópode pulmonado terrestre, originário da costa leste oriental da África dos países Quênia, Tanzânia e Etiópia. No Brasil sua introdução se deu por volta da década de 1988, no município de Curitiba, Paraná (COLLEY & FISCHER, 2011). *A. fulica* é encontrada em diversos ambientes, incluindo os ambientes antrópicos distribuída em diferentes municípios brasileiros, o que nos leva a considerar a possibilidade que seu estabelecimento esteja associado a ambientes alterados (FISCHER et al., 2006). Nas áreas onde foi introduzido, *A. fulica* se tornou um sério problema ambiental e econômico, devido à competição por alimento e espaço com a fauna nativa, à destruição de cultivos agrícolas, sua alta resistência a mudanças climáticas (COLLEY & FISCHER, 2009) além de estar relacionada com perigos quanto à saúde humana, sendo um potencial hospedeiro de helmintos e até possível contribuição na expansão do mosquito *Aedes aegypti* na fase larval que desenvolve em suas conchas vazias (OLIVEIRA et al., 2013).

Segundo levantamento realizado por Thiengo *et al.* (2013), *A. fulica* está presente em 25 dos 26 estados brasileiros, incluindo o Distrito Federal, assim uma vez estabelecida suas populações podem chegar a números incalculáveis (FISCHER & COLLEY, 2004).

1.5. *Achatina fulica* em unidades de conservação no Brasil

As unidades de conservação são essenciais para a conservação da biodiversidade. A invasão por espécies exóticas invasivas em ambiente antrópico oferece alto risco de invasão nessas áreas de proteção, já que estas unidades de conservação estão próximas das áreas antropizadas, fato que se torna preocupante uma vez que espécies exóticas oferecem riscos à fauna nativa e pode dificultar ainda mais ações de manejo (FALEIRO et al., 2013; SILVA, 2018). Esta preocupação é ainda mais acentuada por espécies exóticas e nativas, por competirem pelo mesmo espaço e alimento. Esse mesmo impacto pode estar relacionado ao consumo de vegetação nativa e durante ações de controle pode ser confundido com o molusco nativo *Megalobulimus oblongus* Muller, 1774 e ser sacrificado erroneamente. Segundo o trabalho de ESTON et al. (2006), foi revelado que indivíduos desta espécie mantidos no mesmo terrário de *A. fulica*, em laboratório, entraram em letargia, interrompendo qualquer atividade e morreram em 15 dias. O que se confirmar no ambiente natural a invasão pela espécie exótica *A. fulica* se torna ainda mais preocupante, exigindo monitoramento, quer no sentido de preservação da saúde pública, quer pelos possíveis prejuízos que o molusco possa causar à agricultura e a fauna nativa (ESTON et al., 2006).

2. INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade representa um dos maiores desafios da atualidade, em função dos elevados níveis de perturbações antrópicas nos ecossistemas. Esse desafio é particularmente importante para os países em desenvolvimento, que ainda não apresentam uma política de proteção à biodiversidade em resposta às mudanças climáticas, detêm a maior parte da biodiversidade global e podem ainda tomar decisões que favoreçam o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e conservação da natureza (MMA, 2006; CHIVIAN & BERNSTEIN, 2008). As mudanças climáticas globais e as invasões por espécies exóticas representam uma grande ameaça nesses países (PARMESAN & YOHE, 2003; MARENCO, 2006; MMA, 2006).

Há mais de uma década, pesquisas em todo o mundo têm fomentado a discussão sobre as mudanças na biodiversidade do planeta causadas pelo impacto da ação humana (CHAPIN et al., 2000). Os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade despertam um interesse particular, em função dos possíveis efeitos sobre a distribuição e a perda de espécies. Diversos autores têm buscado revelar ou prever a resposta das espécies a essas mudanças e classificá-las quanto a sua vulnerabilidade. Esse conhecimento é essencial para o planejamento de medidas de manejo ecológico (HULME, 2005). Grande parte das abordagens que visam acessar tal resposta é focada em previsões de mudanças na distribuição das espécies (BAUR & BAUR, 2013; BELTRAMIRO et al., 2015), a partir da modelagem de distribuição geográfica e modelagem de nicho climático (PHILLIPS et al., 2004; PHILLIPS et al., 2006; ELITH et al., 2011; BELLARD et al., 2012; CORDELLIER et al., 2012; LEROY et al., 2014; GALLIEN et al., 2016; LUIZZA et al., 2016).

Partindo-se da premissa que os gastrópodes terrestres são animais sedentários, que possuem íntima dependência das condições bióticas e abióticas do ecossistema onde estão inseridos, e a alta resistência de espécies exóticas a distintas condições ambientais estes moluscos se constituem um bom modelo para análise de dados biogeográficos e ecológicos. (COLLEY, 2013).

Atualmente, observamos um grande avanço no desenvolvimento de ferramentas de análise e modelos teóricos que permitem a realização de estudos cada vez mais refinados de modelagem ecológica, integrando dados provenientes de estudos independentes ou informações contidas em bancos de dados de biodiversidade (HIRZEL & LE LAY, 2008; KUPERSHMIDT et al., 2010; PIERRAT et al., 2012; PATRÃO et al., 2015; SOR et al., 2017). Em linhas gerais, a modelagem preditiva de distribuição de espécies consiste em um

processamento computacional que combina dados de ocorrência de uma ou mais espécies e variáveis ambientais, contribuindo para uma representação das condições favoráveis requeridas pela espécie em estudo (GIANNINI et al. 2012).

Além das previsões relacionadas aos fatores abióticos com influência sobre a distribuição futura das espécies e perda de biodiversidade, existe a preocupação em determinar os fatores bióticos que possam desempenhar importantes papéis durante esse processo. Dentre esses fatores bióticos, as espécies exóticas invasivas têm sido amplamente estudadas, uma vez que as mudanças climáticas podem favorecer o seu estabelecimento e dispersão. Esse fato é particularmente alarmante se considerado o papel das espécies exóticas em extinções recentes de diversos grupos de organismos (BELLARD et al., 2012), bem como a possibilidade de rápida expansão de nicho climático por essas espécies (GALLIEN et al., 2016).

Nesse contexto, a modelagem de nicho climático, bem como a modelagem de distribuição de espécies podem representar ferramentas úteis para a previsão da distribuição de espécies exóticas e os possíveis impactos sobre a diversidade nativa (BYERS et al., 2013; CARDADOR et al., 2016; DELLINGER et al., 2016; FEBBRARO et al., 2016; FLETCHER et al., 2016; LUIZZA et al., 2016; TAYLOR & KUMAR, 2014). Variáveis climáticas relacionadas à temperatura e precipitação serão as mais afetadas e são apontadas como os mais importantes fatores com influência na distribuição futura de espécies invasivas (BELLARD et al., 2012).

A introdução de espécies exóticas de gastrópodes terrestres representa um problema mundial (HAUSDORF, 2002; MOLNAR et al., 2008; COWIE et al., 2009; BLATTMANN et al., 2013; GERBER, 2014; PAPUREANU et al., 2014; PFENNINGER et al., 2014) com grande impacto econômico (GREN et al., 2007) e ambiental (KOZTOWSKI, 2012; HONEK & MARTINKOVÁ, 2014). No Brasil, espécies tais como *Achatina fulica* Bowdich, 1822; *Limax flavus* (Linnaeus, 1758); *Limax maximus* (Linnaeus, 1758); *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821); *Helix aspersa* Müller, 1774 e *Deroceras laeve* (Müller, 1774) podem ser encontradas em vários estados e além de atuar como pragas agrícolas, são potenciais hospedeiros nos ciclos de parasitos que causam importantes doenças tais como a angiostrongilíase abdominal e a meningoencefalite eosinofílica (THIENGO et al., 2005).

Achatina fulica Bowdich, 1822, espécie popularmente conhecida como caracol gigante africano, é incluída no ranking das 100 piores espécies exóticas invasivas do mundo. Uma vez introduzida em diferentes locais fora da sua área nativa, apresenta uma extraordinária adaptação e dispersão (TELES et al., 1997). É originária da costa leste oriental

da África (Etiópia, Quênia e Tanzânia) e é caracterizada por um bioma de florestas chuvosas tropicais. Em sua área de origem está confinada a baixas altitudes, não ultrapassando 1.300 metros. A Segunda Guerra Mundial permitiu que se estabelecesse em aproximadamente 40 regiões distribuídas em zonas de clima tropical, subtropical e equatorial incluindo Índias Ocidentais, Brasil e Ilhas Venezuela, estando presente então em todos os continentes, exceto Antártida (FISCHER & COLLEY, 2010; AQUINO, 2013; JULHO & MACHADO, 2017).

Achatina fulica foi introduzida intencionalmente no Brasil em 1988, no Paraná, com o objetivo de substituição do escargot-verdadeiro (*Helix aspersa* Muller, 1774). Devido a não aceitação pelo público brasileiro, que não possuía o hábito de consumir tal iguaria, os moluscos foram descartados, de forma inadequada, no ambiente (FISCHER & COSTA, 2010; ALMEIDA, 2016). Atualmente, apresenta ampla distribuição geográfica no território brasileiro. O sucesso de colonização e dispersão de *A. fulica* é frequentemente atribuído a sua capacidade de resistência a condições adversas de temperatura e umidade, seu hábito alimentar generalista e estratégia reprodutiva que envolve a postura de centenas de ovos. Essa espécie atua como hospedeiro intermediário de parasitos com importância médica e veterinária, tais como os nematoides *Angiostrongylus varisorum*, *A. cantonensis* e *A. costaricensis*.

Considerando os potenciais impactos de *A. fulica* sobre a fauna nativa de gastrópodes, bem como seu papel como hospedeiro intermediário de doenças que acometem o homem e animais domésticos, o monitoramento e a previsão dos potenciais efeitos das mudanças climáticas globais sobre sua distribuição são essenciais para potenciais intervenções visando o manejo dessa espécie.

Nesse contexto, a presente dissertação tem como objetivo verificar as áreas de adequabilidade climática para *Achatina fulica* na sua distribuição nativa (leste da África) e na sua área de distribuição não nativa no Brasil, com vistas à previsão dos possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a distribuição dessa espécie. Através da modelagem de nicho climático, baseado no princípio da máxima entropia, através do algoritmo MaxEnt, fornecer um modelo de distribuição atual da espécie no Brasil, bem como modelos preditivos de distribuição futura da espécie em um intervalo de 30 anos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo e registro da espécie

A área de estudo incluiu todos os estados do Brasil e áreas nativas: Etiópia, Tanzânia e Quênia, regiões leste oriental do Continente Africano.

Dados de presença do Brasil (N=476) e África (N=27) para *Achatina fulica*. foram obtidos da literatura científica, bancos de dados de biodiversidade, base de dados online, fontes bibliográficas, coleções (“in situ”) e literatura cinza (Tabela 1). A busca foi realizada no período de março de 2017 a junho de 2018, utilizando os termos “*Achatina fulica*”; “Ocorrência”; “caramujo africano”; “Brasil”; “Registro”; “África”. Todos os registros de presença foram compilados por município dos estados do Brasil e África em um banco de dados excel da Microsoft.

Tabela 1. Base de dados de biodiversidade disponíveis via internet

Base de dados	Site
Global Biodiversity Information Facility (GBIF)	http://www.gbif.org
Instituto Horus	http://www.institutohorus.org.br
South African National Biodiversity Institute (SANBI)	http://www.sanbi.org
SpeciesLink	http://smlink.cria.org.br
Global Invasive Species Database (GISD)	http://www.issg.org/database/welco

3.2. Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos dados de ocorrência obtidos a partir de banco de dados de biodiversidade, bem como da literatura científica (artigos científicos originais, notas científicas e revisões); e da literatura cinza (cartilhas, dissertações e teses (reportagens, sites de prefeituras, secretarias de saúde e resumos de anais de eventos). As reportagens e informações obtidas a partir de sites de prefeitura e secretarias de saúde só foram incluídos quando apresentavam imagens da espécie, para que pudéssemos reconhecer a espécie *A. fulica*. Foi excluído da análise qualquer tipo de fonte que não determine o município

específico onde foi feito o registro de *A. fulica* e devidamente registrado por revistas específicos e órgãos competentes.

3.3. Preparação de dados para modelagem

Todas as fontes de dados obtidas foram analisadas para a obtenção das localidades de ocorrência de *A. fulica*. Os dados (somente registros de presença) foram georreferenciados em termos de coordenadas de latitude e longitude expressas em graus e em minutos, com o auxílio do software Google Earth Pro.Ink. Mapas de ocorrências com dados pontuais foram gerados a partir desses dados georreferenciados, considerando todas as regiões brasileiras e da África. Esses mapas foram então transformados em uma grade de presença-ausência na resolução de 10 min, com o auxílio do software Quantum gis 2.18.9. Registros de presença de *A. fulica* obtidos da literatura científica podem ser tendenciosos dados os padrões de pesquisa que favorecem locais mais próximos de centros de pesquisa. Para mitigar possíveis disparidades de intensidade de amostragem entre diferentes regiões do Brasil e África, corrigimos o viés causado pela maior densidade de registros de ocorrência em determinadas áreas, criando uma grade de viés, que consistia em “background“ (presença / ausência), baseado na probabilidade de ocorrência da espécie independentemente dos registros de ocorrência, diminuindo a importância das áreas com maior intensidade de amostragem. O “background“ também foi importante durante a etapa de validação do modelo, quando as células de ocorrência na grade foram escolhidas aleatoriamente, evitando-se o viés para áreas com grande concentração de registros de ocorrência. Essa correção foi feita no algoritmo MaxEnt.

3.4. Variáveis climáticas

No banco de dados mundial WorldClim (<http://www.worldclim.org>) foram obtidas as variáveis bioclimáticas existentes para todas as regiões do globo. Foram utilizados dados climáticos históricos chamados nas bases de dados como “variáveis do presente” (1970-2000) e “variáveis do futuro” (até 2050), sendo que esta última apresenta previsões em diferentes perspectivas num cenário de mudanças climáticas. Em função disso, foram utilizados os cenários otimista (futuro 26 50) e pessimista (futuro 85 70), para poder melhor representar as previsões de mudanças futuras nas variáveis ambientais. Como as variáveis bioclimáticas obtidas no Worldclim são para o globo, e as regiões de estudo são o território brasileiro e a

área nativa de *A. fulica* na África, correspondendo à Tanzânia, Etiópia e Quênia, foi necessário recortar as variáveis apenas para essas áreas. Este processo foi utilizando-se o software Quantum gis 2.0, com a função de extração de máscaras, onde foram criadas camadas do tipo raster específicas para cada uma das variáveis bioclimáticas utilizando-se o shape do Brasil. Muitas variáveis são correlacionadas, o que poderia causar um enviesamento na análise, para corrigir o problema da multicolinearidade, foi realizado um teste de correlação entre as variáveis bioclimáticas para verificar quais possuem alto grau de correlação e selecionar apenas as que melhor responderiam a distribuição de *A. fulica*. Fora, consideradas correlacionadas as variáveis que apresentam valores de p acima de 0.90 ($p > 0.90$). Foram selecionadas 11 variáveis bioclimáticas para a área nativa de *A. fulica* na África: Altitude (aut.); BIO1 (Temperatura média anual); BIO2 [intervalo médio diurno (Média mensal (temp temp - min temp))]; BIO3 [isotermalidade (BIO2 / BIO7)] (* 100); BIO4 [sazonalidade da temperatura (desvio padrão * 100)]; BIO7 [faixa anual de temperatura (BIO5-BIO6)]; BIO12 (precipitação anual); BIO14 (precipitação do mês mais seco); BIO15 [sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação)], BIO18 (precipitação do trimestre mais quente); BIO19 (precipitação do trimestre mais frio) (Figura 1B). Para o Brasil foram selecionadas 13 variáveis bioclimáticas: Altitude (aut.); BIO1 (Temperatura média anual); BIO 2 [intervalo médio diurno (média mensal (temp temp min temp)], BIO3 [isotermalidade (BIO2/BIO7)(*(100)], BIO5 (Temperatura máxima do mês mais quente); BIO7 [faixa anual de temperatura (BIO5-BIO6)]; BIO8 (temperatura média do trimestre mais úmido); BIO14 (precipitação do mês mais seco); BIO15 [sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação)]; BIO18 (precipitação do trimestre mais quente); BIO19 (precipitação do trimestre mais [frio]. Os resultados do teste do jackknife aparecem como três gráficos de barras, um para os dados de treinamento, outro para os dados do teste e outro para o AUC (Figura 1 A).

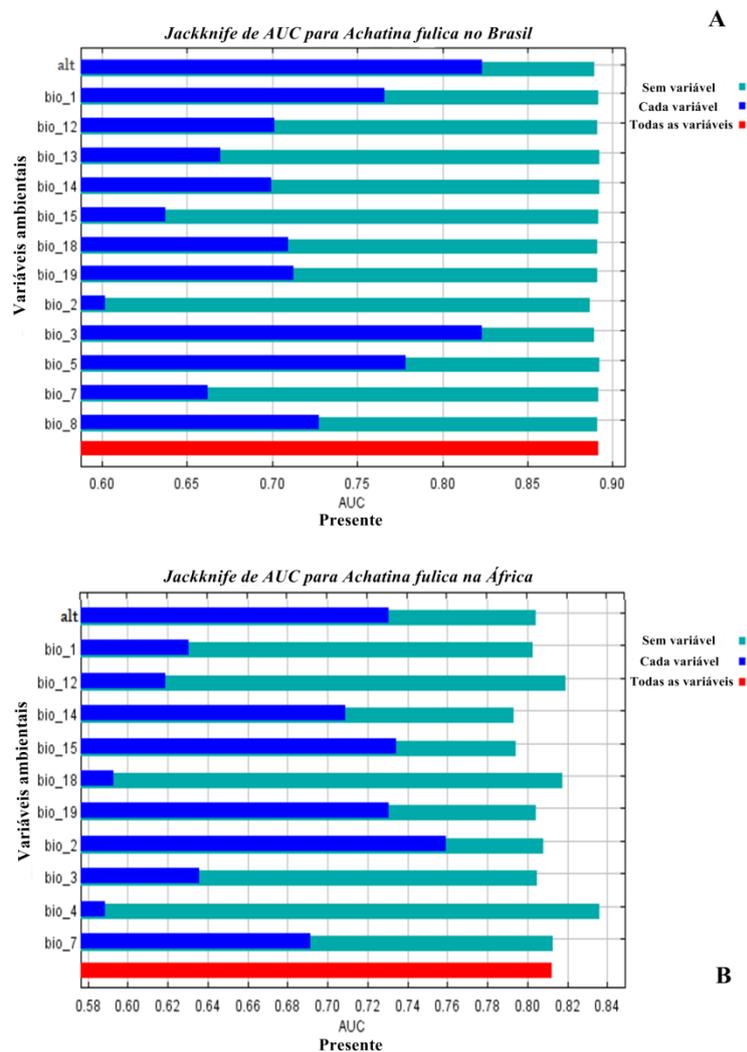


Figura 1. Teste Jackknife de AUC para *Achatina fulica* no Brasil e África no nicho fundamental (presente).

3.5. Modelagem

Para a modelagem de nicho climático, escolhemos o algoritmo MaxEnt. O MaxEnt leva em consideração os dados de presença e ausência, computando uma provável distribuição dentro da área de estudo que preenche as limitações derivadas das condições ambientais nos locais de presença atuais e selecionando uma área com entropia máxima dentro da área de distribuição especificada (PHILLIPS et al., 2006; ELITH et al., 2011). Entre vários algoritmos de modelagem, os modelos gerados pelo MaxEnt têm apresentado um desempenho consistente quando usados para prever áreas de adequabilidade para as espécies, bem como

prever alterações na distribuição potencial das espécies associadas a mudanças climáticas (ELITH et al., 2006; ELITH et al., 2011).

3.6. Validação e calibração do modelo

A validação do modelo foi implementada dentro do próprio MaxEnt. Foram criadas dez réplicas para cada uma das variáveis selecionadas e para a criação do modelo foi feita a média destas 10 réplicas para evitar ruídos que o programa possa ter gerado durante alguma etapa do processo. Também foi selecionado, no próprio ambiente MaxEnt, a opção de geração de curvas de resposta para cada uma das variáveis em conjunto. A acurácia do modelo foi validada através do coeficiente de correlação e do método AUC (escore maior que 0,7, $p > 0,05$). O modelo foi calibrado em um subconjunto aleatório de 70% dos dados disponíveis e avaliado nos 30% restantes. O modelo foi considerado aceitável quando apresentou valores de AUC superiores a 0,70.

4. RESULTADOS

4.1. Fontes de dados de ocorrência e distribuição de *Achatina fulina* no Brasil

Foram obtidos 476 registros de ocorrência de *Achatina fulica* em área não nativa, no Brasil e 27 registros na área nativa da espécie na África (Figura 2); (Apêndice 1 e 2).

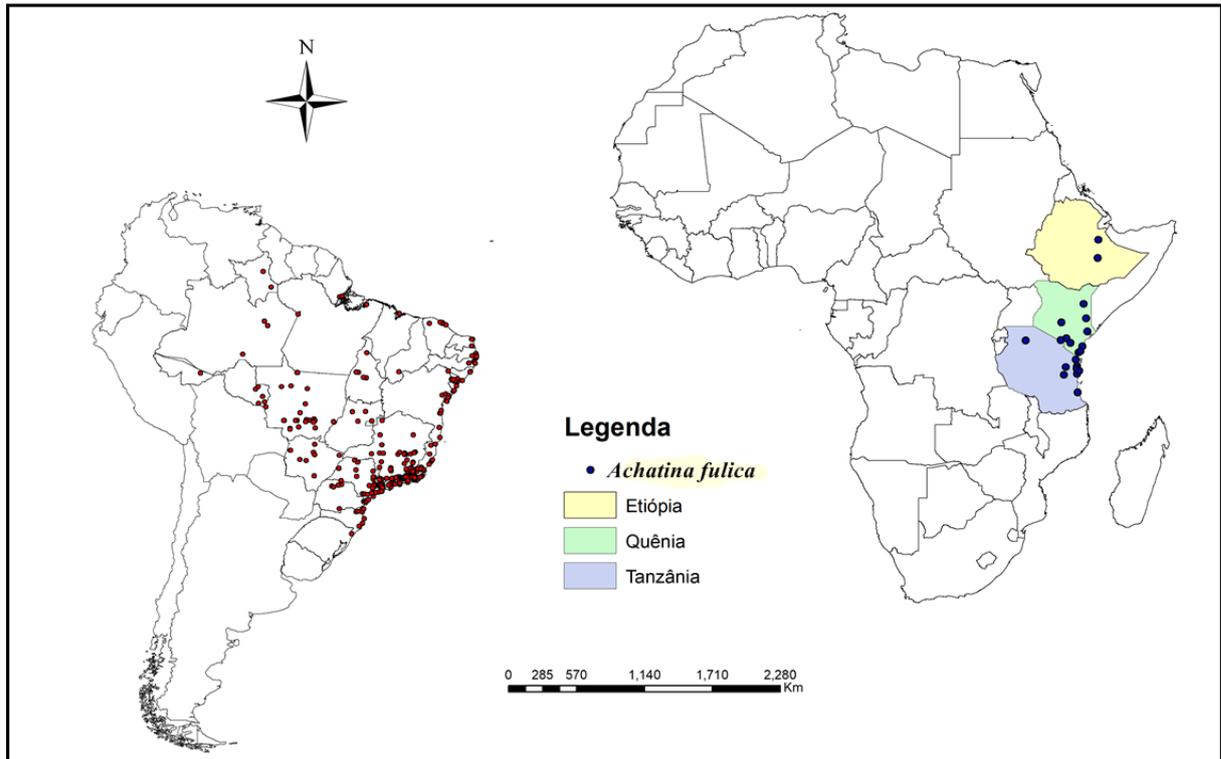


Figura 2 - Pontos de ocorrência de *Achatina fulica* no Brasil e na área nativa da espécie na África, obtidos a partir da análise da literatura científica, bancos de dados de biodiversidade e literatura cinza.

A análise dos dados de ocorrência de *A. fulica*, obtidos a partir da literatura científica e literatura cinza, bem como de bases de dados de biodiversidade, revelou a presença da espécie em todos os estados brasileiros (Figuras 3A e 3B), com maior concentração de pontos de ocorrência na costa sul, sudeste e nordeste.

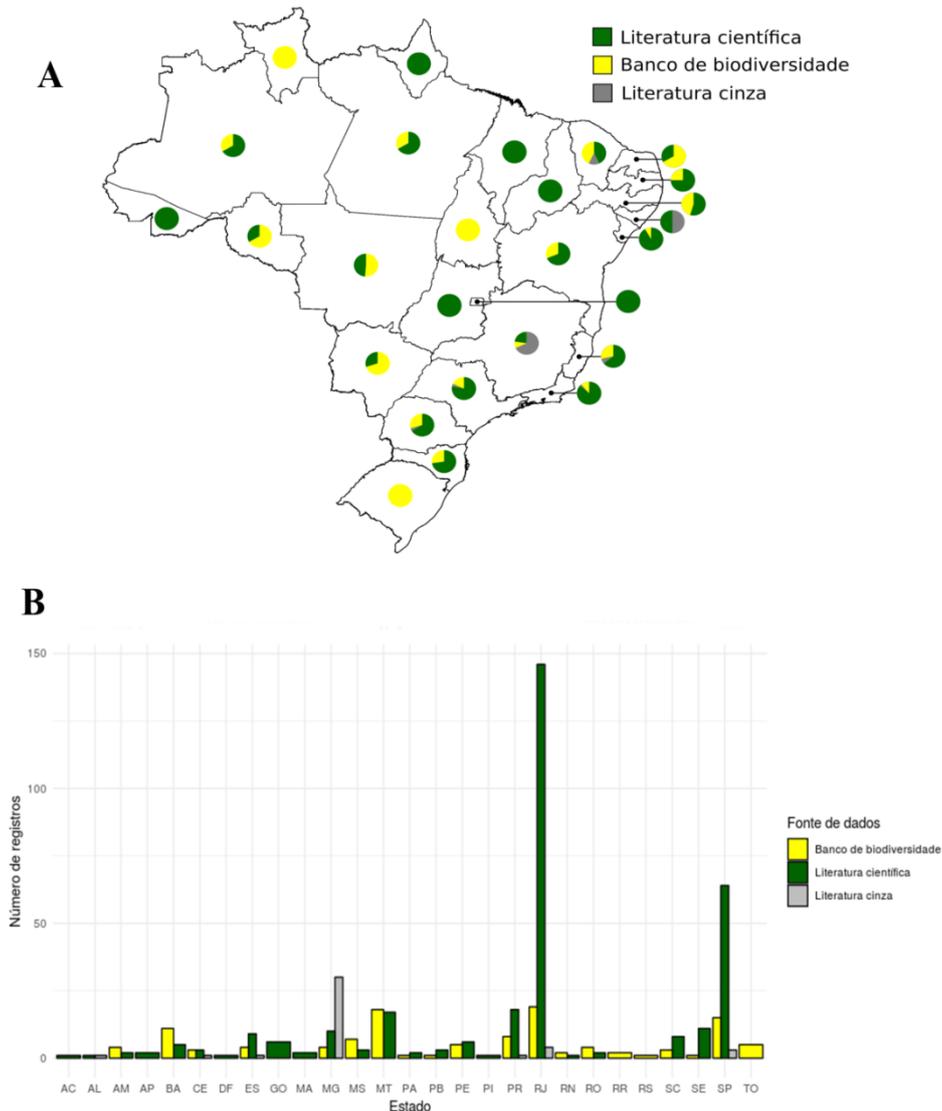


Figura 3- Contribuição das diferentes fontes de dados de ocorrência de *Achatina fulica* no Brasil (literatura científica, bancos de dados de biodiversidade e literatura cinza), por estado. Legenda: AC (Acre); AL (Alagoas); AM (Amazonas); AP (Amapá); BA (Bahia); CE (Ceará); DF (Distrito Federal); ES (Espírito Santo); GO (Goiás); MA (Maranhão); MG (Minas Gerais); MS (Mato Grosso do Sul); MT (Mato Grosso); PA (Pará); PB (Paraíba); PE (Pernambuco); PI (Piauí); PR (Paraná); RJ (Rio de Janeiro); RN (Rio Grande do Norte); RO (Rondônia); RR (Roraima); RS (Rio Grande do Sul); SC (Santa Catarina) SE (Sergipe); SP (São Paulo); TO (Tocantins).

Foi possível observar a maior porcentagem de dados de ocorrência obtidos a partir da literatura científica nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, na região sudeste. A literatura científica contribuiu como fonte de dados de ocorrência para a maior parte dos estados brasileiros, com exceção de Roraima, Tocantins e Rio Grande do Sul, para os quais dados de ocorrência foram obtidos exclusivamente a partir de bases de dados de biodiversidade.

O uso de registros de ocorrência obtidos de bancos de dados de biodiversidade foi particularmente importante para a definição da distribuição de *A. fulica* na região Norte, correspondendo a maior parte dos registros obtidos para os estados de Rondônia e à totalidade dos registros obtidos para os estados de Roraima e Tocantins. Essa fonte de dados também contribuiu para a observação de novos pontos de ocorrência nos estados do Amazonas e Pará. Nos estados do Acre e Amapá, a totalidade dos dados de ocorrência obtidos proveio da literatura científica. Não foram obtidos dados da literatura cinza para esta região.

Na região Centro-Oeste, as bases de dados de biodiversidade contribuíram para a obtenção da maior parte dos registros de ocorrência nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. No estado de Goiás e Distrito Federal, a literatura científica contribuiu para a obtenção da totalidade dos registros. Para esta região, não foram obtidos dados da literatura cinza.

Na região Nordeste, a literatura científica contribuiu como fonte de dados de ocorrência para todos os estados, correspondendo à totalidade dos registros para os estados do Maranhão e Piauí. Bancos de dados de biodiversidade contribuíram com a maior parte dos dados de ocorrência nos estados do Ceará, e Rio Grande do Norte, além dos estados da Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Bahia. A literatura cinza contribuiu para a obtenção de novos registros de ocorrência apenas nos estados do Ceará e Alagoas.

Na região Sudeste, a literatura científica contribuiu com a maior parte dos dados de ocorrência obtidos para os estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. A literatura cinza e bases de dados de biodiversidade contribuíram com registros de ocorrência de *A. fulica* em todos os estados, tendo sido particularmente importante para a definição dos pontos de ocorrência da espécie no estado de Minas Gerais.

Na região Sul, a literatura científica, seguida por bases de dados de biodiversidade contribuíram com a maior parte dos dados de ocorrência obtidos para os estados do Paraná e Santa Catarina. Para esses estados, obtivemos maior número de registros de ocorrência, em comparação ao Rio Grande do Sul, para o qual obtivemos apenas um registro, oriundo de uma base de dados de biodiversidade.

4.2. Análise temporal da distribuição de *Achatina fulica* no Brasil

Achatina fulica foi introduzida no Brasil em 1988, em Curitiba, no estado do Paraná. O segundo registro de ocorrência da espécie ocorreu em 1994, no estado de São Paulo. A análise dos dados de ocorrência da espécie em intervalos de quatro anos (Figura 4), a partir de 1994, revelou que a expansão da distribuição de *A. fulica* no Brasil ocorreu em direção à região sudeste nos primeiros anos pós-introdução, com grande concentração de pontos de ocorrência no estado do Rio de Janeiro. Entre os anos 2004 e 2008, observa-se a maior concentração de pontos de ocorrência na costa Sul e Sudeste, o aumento de pontos de ocorrência na região Norte e os primeiros registros da espécie para as regiões Nordeste e Centro-oeste. Entre 2009 e 2012, *A. fulica* já estava presente em todas as regiões do Brasil e, em 2018, há registros para todos os estados brasileiros, com maior concentração no leste do Brasil, particularmente nas regiões próximas à costa.

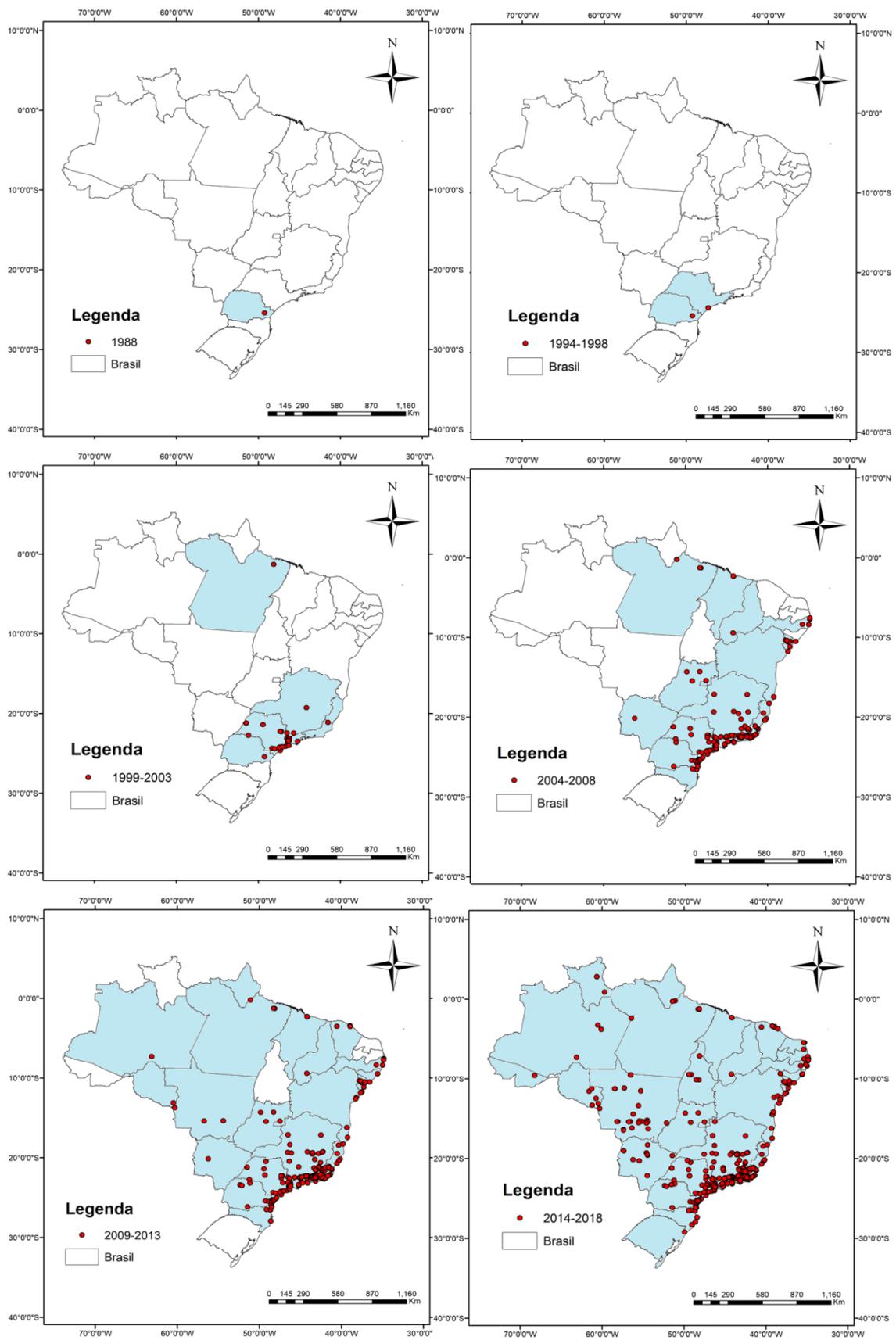


Figura 4. Análise temporal da distribuição de *Achatina fulica* no Brasil.

4.3. Áreas de maior concentração urbana e Unidades de conservação

Apesar de a maior ocorrência de *A. fulica* ter sido observada em áreas de grande concentração urbana, é possível observar que há sobreposição entre pontos de ocorrência da espécie e áreas que abrigam unidades de conservação, em todas as regiões e biomas do Brasil, particularmente na costa sul, sudeste e nordeste, que correspondem ao bioma de Floresta Atlântica (Figuras 5, 6 e 7). Do mesmo modo, na região Centro-Oeste, há sobreposição entre a área de ocorrência da espécie e áreas que incluem unidades de conservação no cerrado e pantanal. Apesar da expansão mais recente da espécie na região Norte, e do menor número de registros de ocorrência nesta região, a distribuição de *A. fulica* se sobrepõe a algumas áreas que abrigam unidades de conservação, nos estados do Amapá, Pará e Amazonas, no bioma de Floresta Amazônica. No Rio Grande do Sul, o único registro da espécie corresponde a uma unidade de conservação no Pampa. Na região Nordeste, os pontos de ocorrência da espécie no bioma de caatinga correspondem predominantemente à área de transição caatinga e o bioma de Floresta Atlântica.

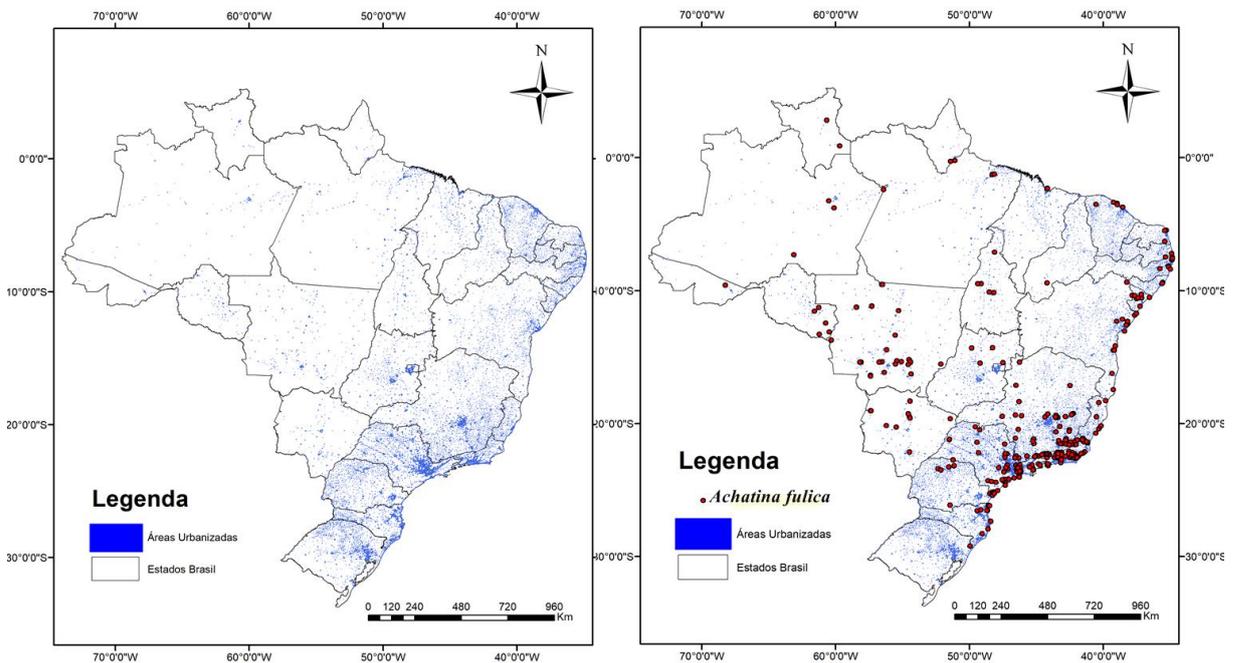


Figura 5. Sobreposição entre pontos de ocorrência de *Achatina fulica*, no Brasil, e áreas urbanizadas.

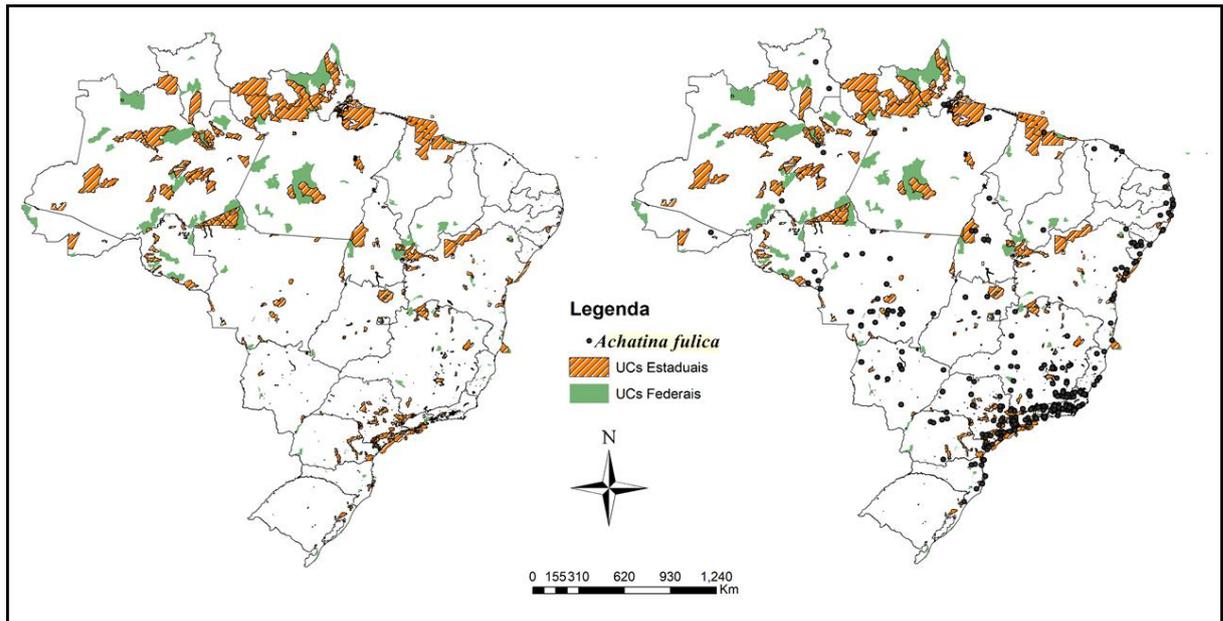


Figura 6. Sobreposição entre pontos de ocorrência de *Achatina fulica*, no Brasil, e áreas que abrigam Unidades de Conservação federais e estaduais.

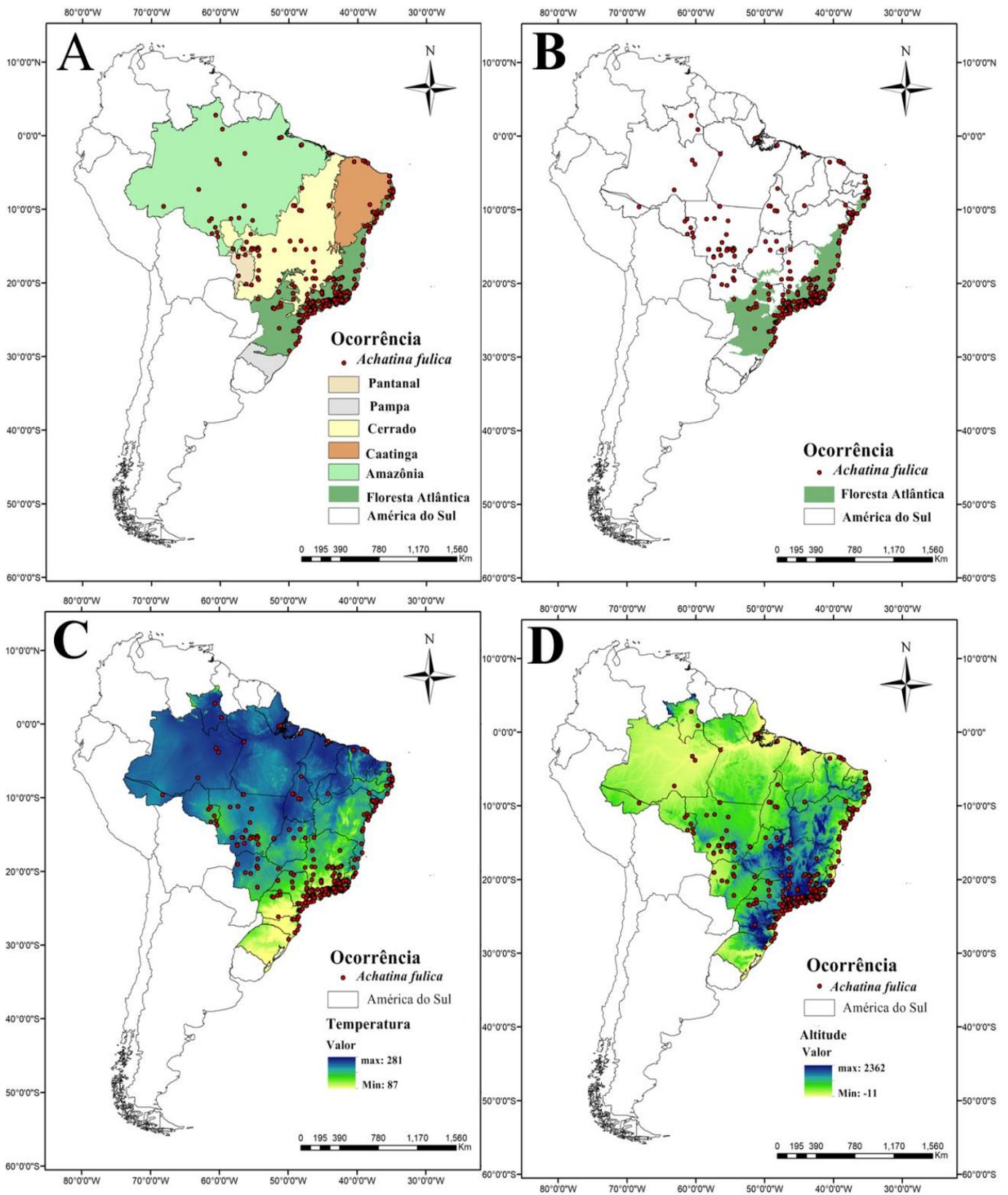


Figura 7. Distribuição de *Achatina fulica*, no Brasil, contrastada às escalas de altitude e média de temperatura anual.

4.4. Modelagem de Nicho Climático

4.4.1. Áreas de adequabilidade climática para *Achatina fulica*, no Brasil

Modelo de distribuição atual

A figura 8A apresenta o desempenho do modelo de máxima entropia gerado para o cenário atual, representado pela curva ROC (“Receiver Operating Characteristic”). O valor de AUC para as réplicas foi $0.892 \pm 0,011$ ($p < 0.05\%$).

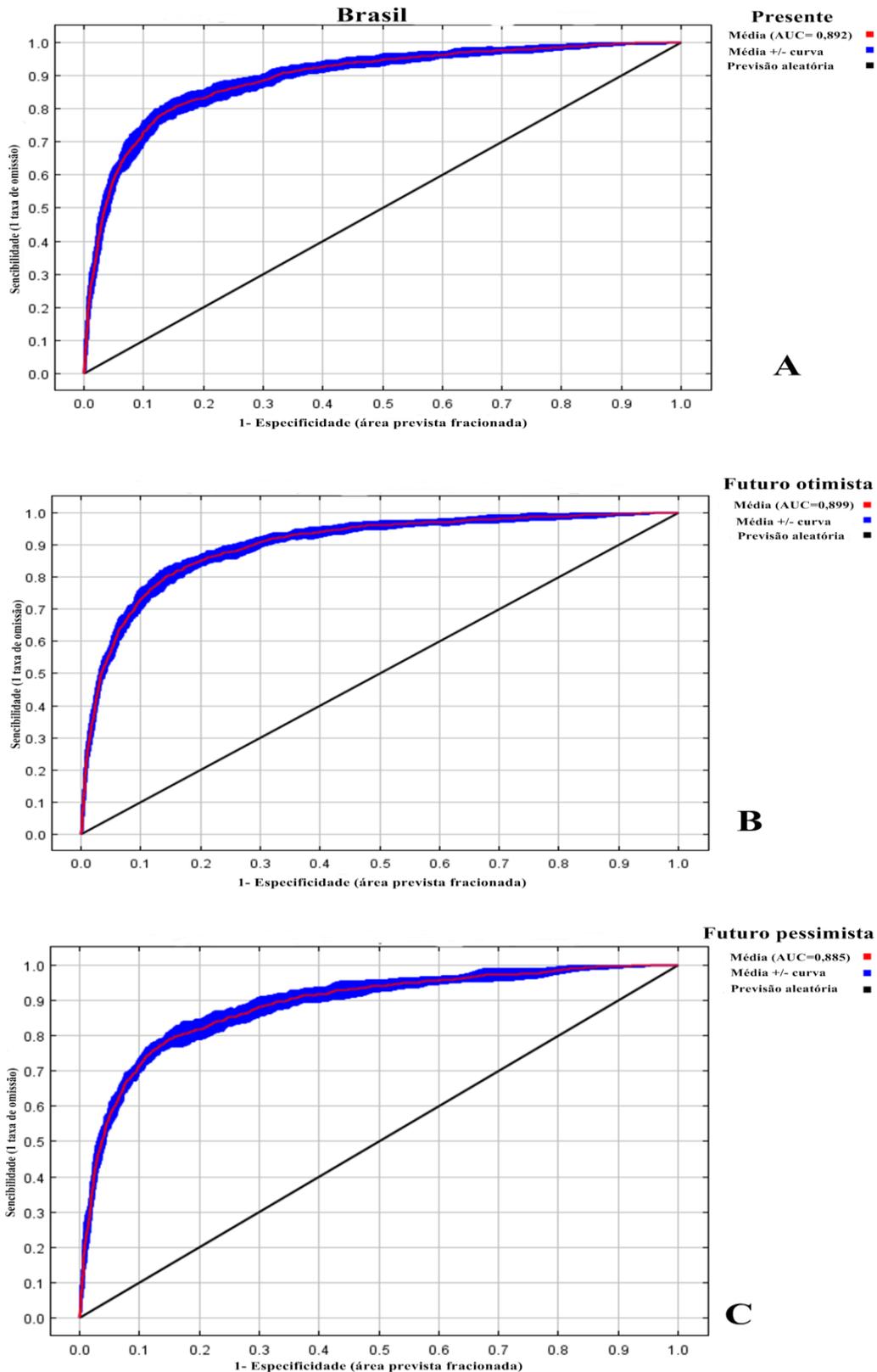


Figura 8. Curva de validação do modelo de nicho climático fundamental de *Achatina fulica*. Valores de AUC (“area under the curve”) acima de 0.70 suportam a validação. Resultados obtidos através do algoritmo Maxent.

O modelo gerado a partir das camadas climáticas para o presente revelou a presença de uma área de alta adequabilidade para *Achatina fulica*, em uma extensão quase contínua que inclui a costa Nordeste, Sudeste e Sul (com exceção do estado do Rio Grande do Sul). Áreas de alta adequabilidade, em pontos isolados, também foram observadas na região Centro-Oeste, nos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás; bem como na costa norte, nos estados do Maranhão e Ceará, na região Nordeste; além de uma pequena área no sul do estado do Acre, na região Norte (Figura 9).

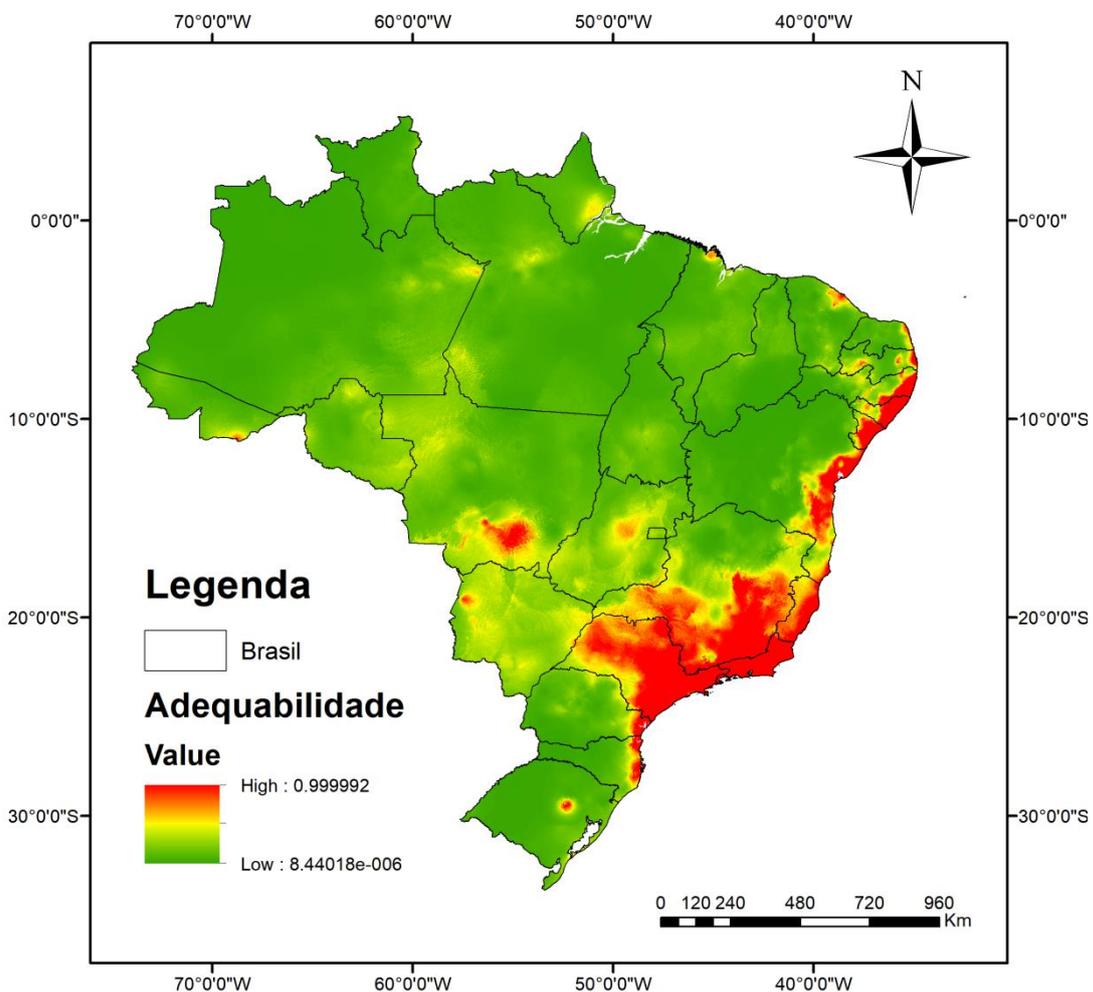


Figura 9. Mapa das áreas de adequabilidade climática de *Achatina fulica*, no Brasil, gerado a partir do modelo de máxima entropia obtido com o uso do algoritmo Maxent. A gradação de cores de verde a vermelho indica áreas que apresentam de baixa a alta adequabilidade climática para a espécie.

Modelos de distribuição futura

Ambos os modelos, otimista e pessimista, preveem a retração da maior área de adequabilidade para *A. fulica*, ao longo da extensão da costa Nordeste, Sudeste e Sul, bem como o surgimento de novos *hotspots* para invasão por *A. fulica*, no Brasil

A figura 8B apresenta o desempenho do modelo de máxima entropia gerado para o cenário futuro otimista, representado pela curva ROC (“Receiver Operating Characteristic”). O valor de AUC para as replicas foi $0.899 \pm 0,009$ ($p < 0.05\%$). O modelo gerado a partir das camadas climáticas para o cenário otimista de mudanças climáticas prevê a retração das áreas de alta adequabilidade em São Paulo e Minas Gerais, na região Sudeste; no Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, na região Centro-Oeste; bem como a expansão das áreas de alta adequabilidade em pontos isolados no Pará, Amapá, na região Norte e Ceará, na região Nordeste (Figura 10).

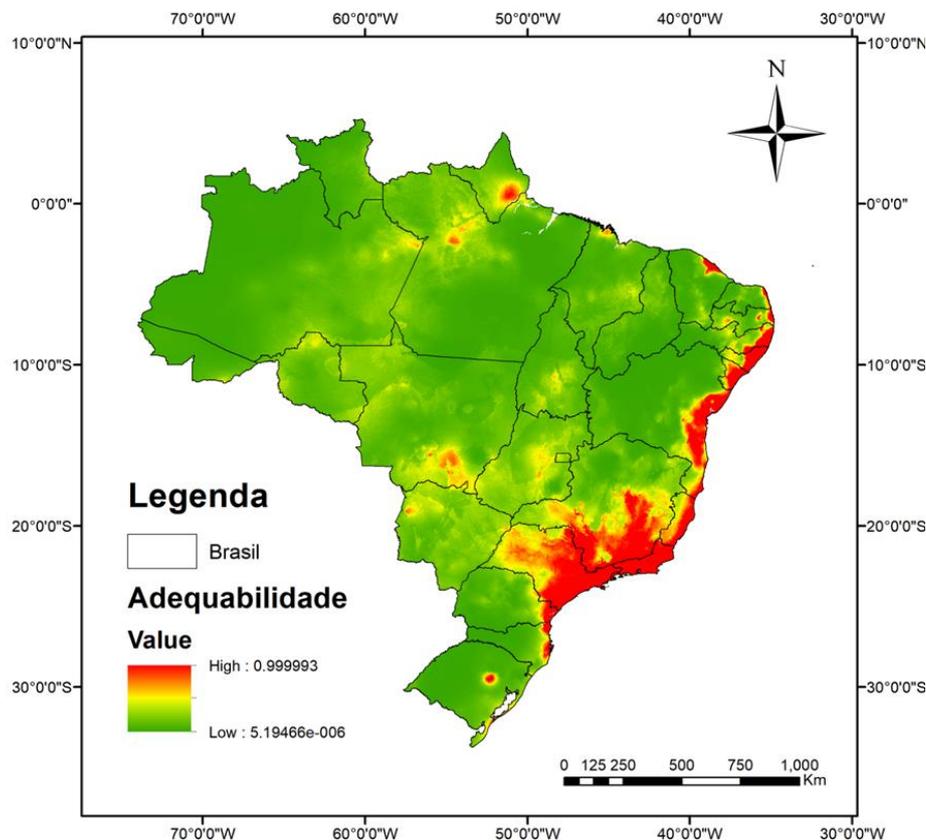


Figura 10- Áreas de adequabilidade para *Achatina fulica* no território brasileiro (Nicho projetado para o futuro otimista).

A figura 8C apresenta o desempenho do modelo de máxima entropia gerado para o cenário futuro pessimista, representado pela curva ROC (“Receiver Operating Characteristic”). O valor de AUC para as replicas foi $0.885 \pm 0,014$ ($p < 0.05\%$). O modelo gerado para o cenário pessimista de mudanças climáticas prevê uma significativa expansão da área de adequabilidade para *A. fulica* nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, na região Centro-Oeste, e uma expansão menos pronunciada da área de adequabilidade no Amapá, na região Norte e Ceará, na região Nordeste (Figura 11).

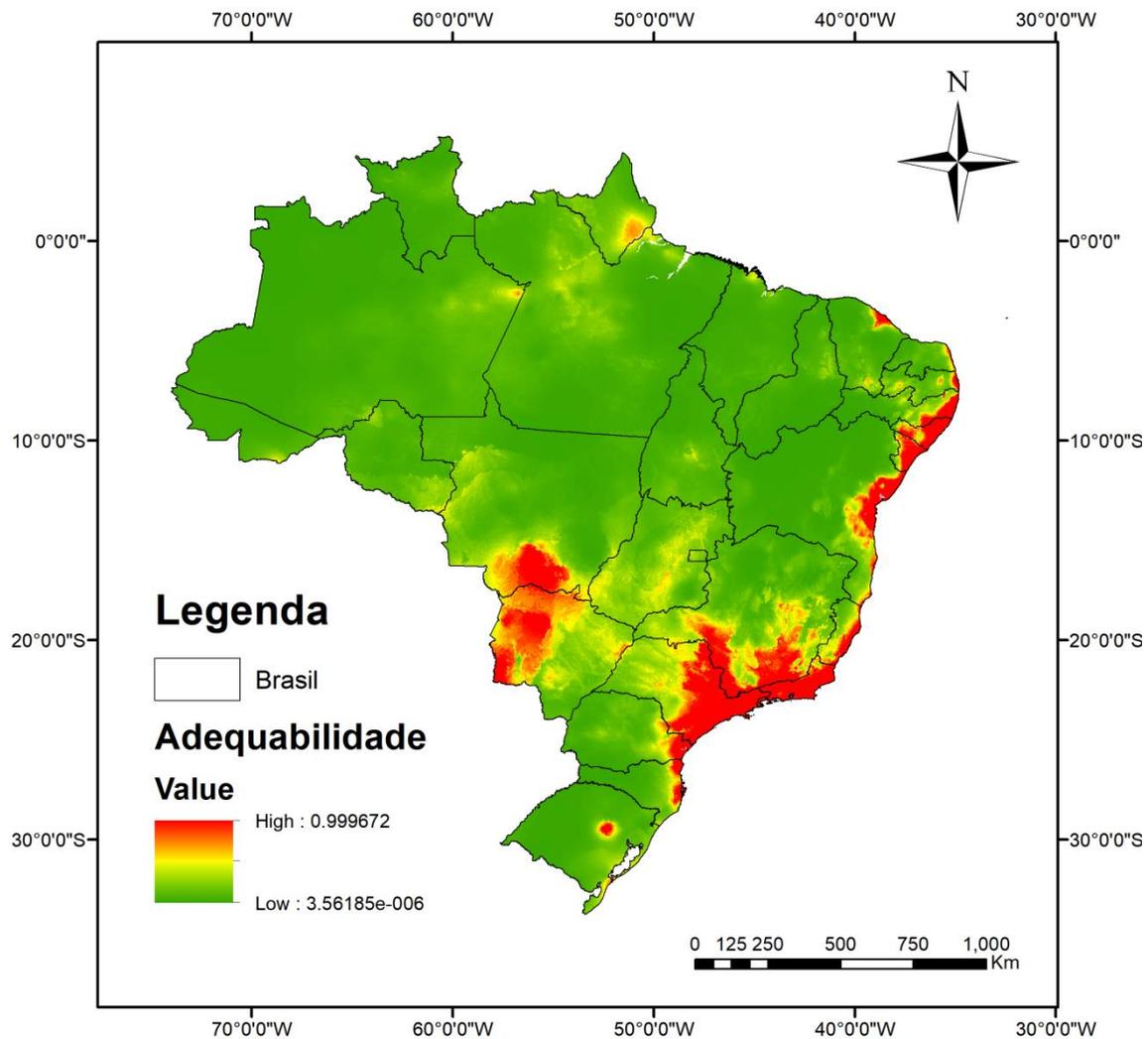


Figura 11- Áreas de adequabilidade para *Achatina fulica* no território brasileiro (nicho projetado para o futuro pessimista)

4.5. Áreas de adequabilidade climática para *Achatina fulica*, em sua área nativa

A figura 12A apresenta o desempenho do modelo de máxima entropia gerado para o cenário atual, representado pela curva ROC (“Receiver Operating Characteristic”). O valor de AUC para as replicas foi $0.954 \pm 0,017$ ($p < 0.05\%$). O modelo de máxima entropia gerado a partir das camadas climáticas para o presente revelou a presença de uma área de alta adequabilidade para *Achatina fulica*, em sua área nativa, no leste da África, em uma extensão quase contínua que inclui a costa sudeste do Quênia e Tanzânia, bem como áreas isoladas de alta adequabilidade no Norte, Sudeste e Sul da Etiópia (Figura 13 B).

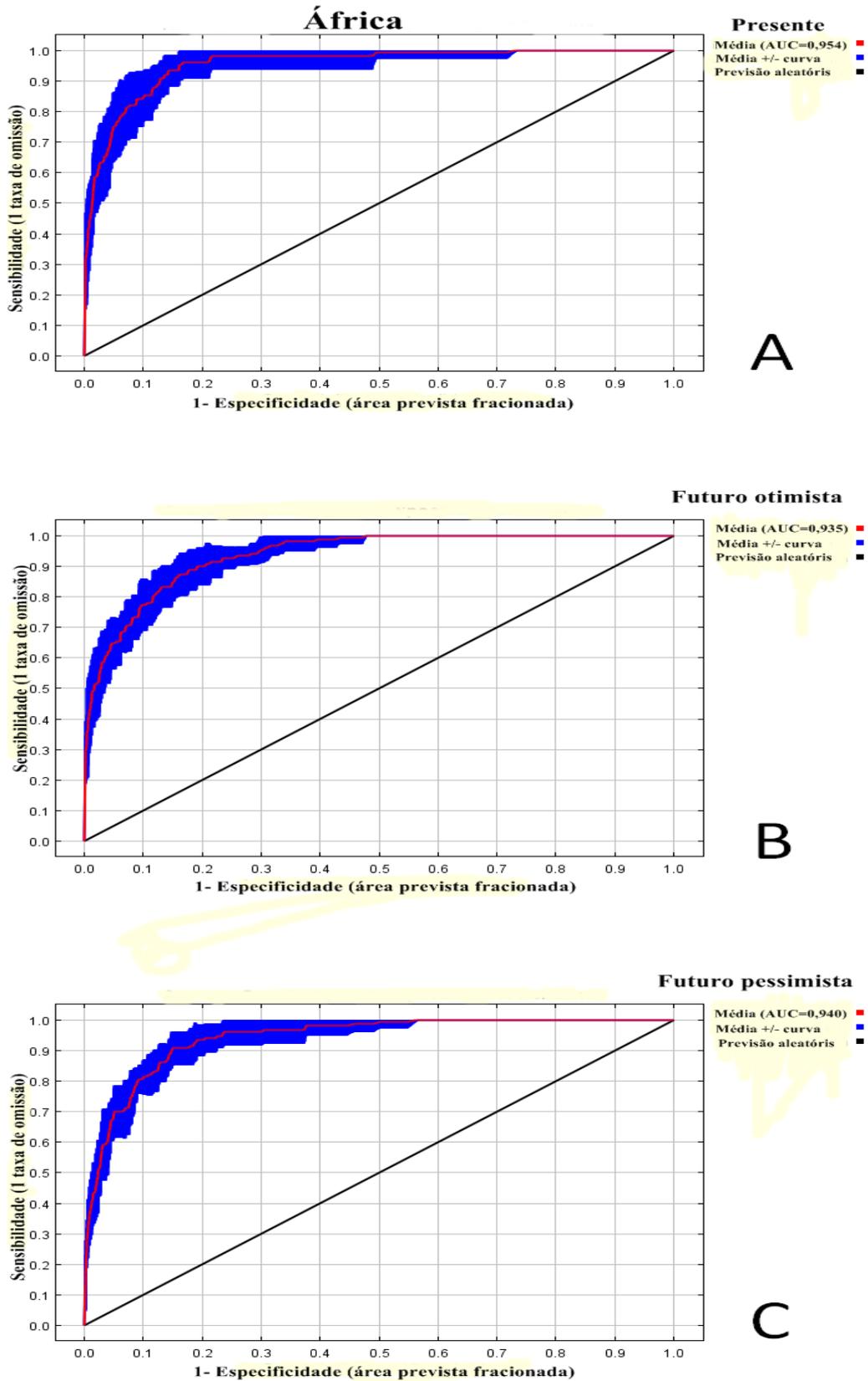


Figura 12. Curva de validação do modelo de nicho climático fundamental de *Achatina fulica*, em sua área nativa. Valores de AUC (“area under the curve”) acima de 0.70 suportam a validação. Resultados obtidos através do algoritmo Maxent.

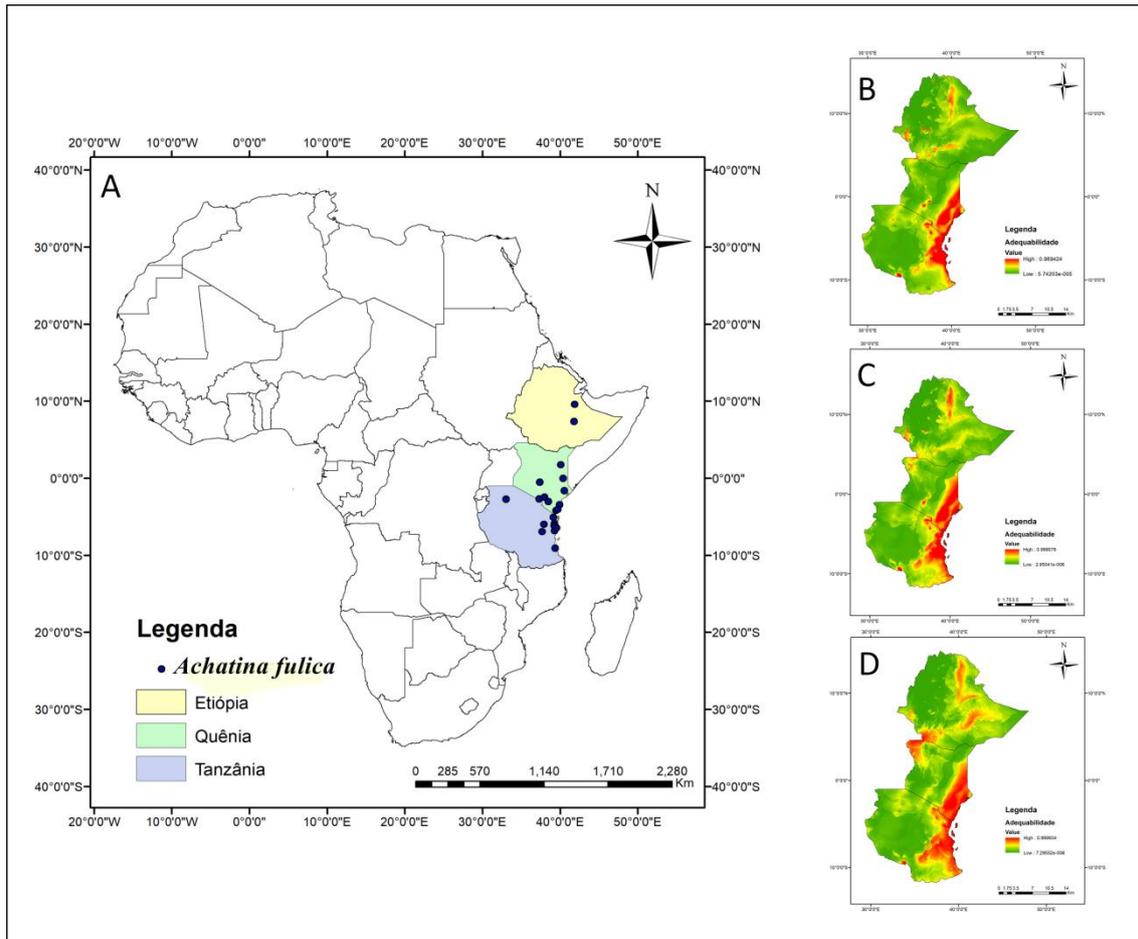


Figura 13. Mapa das áreas de adequabilidade climática de *Achatina fulica*, em sua área nativa, no leste da África, gerado a partir do modelo de máxima entropia obtido com o uso do algoritmo Maxent. A gradação de cores de verde a vermelho indica áreas que apresentam de baixa a alta adequabilidade climática para a espécie.

A figura 12B apresenta o desempenho do modelo de máxima entropia gerado para o cenário atual, representado pela curva ROC (“Receiver Operating Characteristic”). O valor de AUC para as replicas foi $0.935 \pm 0,011$ ($p < 0.05\%$). O modelo de máxima entropia gerado a partir das camadas climáticas para o cenário otimista de mudanças climáticas previu a expansão de áreas de adequabilidade intermediária e retração de áreas isoladas de alta adequabilidade ao sul da Etiópia. O modelo também previu a expansão de áreas de adequabilidade intermediária no noroeste do Quênia e sul da Tanzânia (Figura 13 C).

A figura 12C apresenta o desempenho do modelo de máxima entropia gerado para o cenário atual, representado pela curva ROC (“Receiver Operating Characteristic”). O valor de AUC para as replicas foi $0.940 \pm 0,013$ ($p < 0.05\%$). O modelo de máxima entropia gerado a partir das camadas climáticas para o cenário pessimista de mudanças climáticas previu a expansão das áreas de alta adequabilidade no sudoeste da Etiópia (Figura 13B) e noroeste do Quênia

(Figura 13C), bem como a discreta expansão das áreas de adequabilidade intermediária ao norte da Tanzânia (Figura 13 D).

5. DISCUSSÃO

5.1. Modelagem de nicho climático

A modelagem ecológica tem sido utilizada como uma ferramenta para estimar distribuições potenciais futuras de espécies invasivas, identificando áreas suscetíveis à invasão e fornecendo subsídios para o planejamento de estratégias de manejo e a priorização das áreas mais vulneráveis (JESCHKE & STRAYER, 2008; BARBOSA et al., 2012; HOWLETT, 2012). A modelagem de nicho climático, em particular, tem sido amplamente utilizada para prever as respostas de espécies invasivas de moluscos, bem como espécies que atuam como pragas e hospedeiros intermediários, às mudanças climáticas globais, e os potenciais impactos para a saúde, agricultura e conservação da biodiversidade (CAPINHA et al., 2014a; MCDOWELL et al., 2014; SRIDHAR et al., 2014; SARMA et al., 2015; PAPES et al., 2016; SEN et al., 2016; ZEMANOVA et al., 2018).

No presente estudo, o modelo de nicho gerado a partir das camadas bioclimáticas para o presente, revelou a presença de uma área de alta adequabilidade para *Achatina fulica*, em uma extensão quase contínua, que inclui a costa Nordeste, Sudeste e Sul, avançando para o interior do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais, além de pequenas áreas isoladas de alta adequabilidade na região Norte, Nordeste, Centro-Oeste, e no extremo Sul. Resultados semelhantes aos do presente estudo foram obtidos por Vogler et al. (2013). Assim como observado no presente estudo, o modelo de nicho climático, baseado em máxima entropia, apresentado por esses autores evidencia uma grande área de alta adequabilidade para *A. fulica* na costa Atlântica, correspondendo ao bioma de Floresta Atlântica e clima tropical litorâneo úmido. Nos estados de São Paulo e Minas Gerais, a área de alta adequabilidade para a espécie inclui, ainda, o clima tropical de altitude. Algumas características climáticas dessa área se assemelham, em alguns aspectos, àquelas da área de alta adequabilidade climática na área nativa de *A. fulica*, na costa sudeste do Quênia e nordeste da Tanzânia. Ambas as áreas apresentam clima tropical, com influência oceânica, ausência de estação invernal e um regime pluviométrico que permite distinguir períodos de chuvas mais intensas (KLEIN, 2016). O clima tropical litorâneo úmido, no entanto, apresenta um regime de chuvas melhor distribuído durante o ano, enquanto o clima tropical, na área nativa da espécie, se caracteriza

por uma longa estação seca e duas estações úmidas (“*long rains*” e “*short rains*”). Dessa forma, o regime pluviométrico na área de alta adequabilidade na costa do Brasil pode favorecer a invasão e o crescimento das populações estabelecidas de *A. fulica*, uma vez que a restrição hídrica é um fator limitante para a sobrevivência, crescimento e reprodução, limitando o crescimento populacional de gastrópodes terrestres (RAUT & BARKER, 2002; RUPPERT & BARNES, 2005). De maneira similar, Sridhar et al. (2014) e Sarma et al. (2015), ao realizarem estudos de modelagem de nicho climática de *A. fulica* em área não nativa na Índia, observaram que regiões mais quentes e secas são menos vulneráveis à invasão pela espécie e que o maior risco de invasão é observado em regiões quentes e com alta pluviosidade.

Diferentemente dos resultados do presente estudo, o modelo apresentado por Vogler et al. (2013) incluiu uma grande cobertura de áreas de alta adequabilidade, nos estados do Paraná e sul do Mato Grosso do Sul. Esse fato deve-se provavelmente à área de recorte das camadas bioclimáticas utilizada por esses autores, que corresponde a toda a América do Sul, incluindo dados de ocorrência da espécie em países que, assim como as áreas mencionadas, apresentam clima subtropical. Embora, *A. fulica* ocupe áreas com diferentes biomas e climas no Brasil, o modelo de nicho climático obtido no presente estudo evidenciou, com altos valores de AUC, uma área de alta adequabilidade claramente definida e restrita a condições tropicais, com clima quente e úmido. Esse fato também foi observado para a sua área nativa. Assim, a ampla distribuição da espécie em área não nativa, possivelmente deve-se a sua capacidade de adaptação a condições subótimas e não a um nicho climático mais amplo, incluindo características tropicais e subtropicais, como sugere o trabalho de Vogler et al. (2013).

Essa capacidade de adaptação de *A. fulica* relaciona-se às estratégias fisiológicas e comportamentais da espécie em resposta à dessecação e outros fatores abióticos (FISCHER, 2009; SALWAY et al., 2010; FISCHER et al., 2012), hábito generalista (BARRAT et al., 1994; SARMA et al. 2015) bem como sua capacidade de explorar microclimas (LANNON & BOVBJERG, 1985; FISCHER & COLLEY, 2005). Tais estratégias provavelmente constituem pré-adaptações, relacionadas às características climáticas da área nativa da espécie, em particular a presença de uma longa estação seca, bem como certa imprevisibilidade em relação à segunda estação úmida (“*short rains*”) (KLEIN, 2016).

No presente estudo, ambos os modelos, otimista e pessimista, preveem uma discreta retração da área contínua de alta adequabilidade para *A. fulica*, ao longo da extensão da costa Nordeste, Sudeste e Sul, bem como o surgimento de alguns poucos *hotspots* de invasão por *A.*

fulica, em pontos isolados. Resultados similares foram observados por Sarma et al. (2015), os quais não observaram grandes mudanças nas áreas de adequabilidade para a espécie, na Índia, em cenários de mudanças climáticas.

As mudanças climáticas globais têm trazido grandes e diversos desafios para a conservação da biodiversidade do planeta, incluindo a própria noção de “área protegida”, uma vez que mudanças nas áreas de adequabilidade podem levar à dispersão de espécies nativas para além dos limites estáticos das unidades de conservação, bem como a entrada de espécies exóticas em tais áreas (MONZÓN et al., 2011). Apesar de a distribuição de *A. fulica* no Brasil estar grandemente associada a áreas antrópicas (SIMIÃO & FISCHER, 2004), a espécie também é observada em fragmentos de florestas nativas (FISCHER et al., 2006) e áreas de preservação ambiental (FISCHER & COLLEY, 2004).

O modelo gerado para o cenário pessimista de mudanças climáticas prevê expansão da área de adequabilidade para *A. fulica*, na região Centro-Oeste, correspondendo a toda a extensão do bioma Pantanal, incluindo unidades de conservação federais e estaduais de proteção integral (WALTER et al., 2016). Esses resultados evidenciam que o Pantanal é altamente vulnerável à invasão por *A. fulica*, em um cenário de mudanças climáticas. Os modelos gerados para os cenários otimista e pessimista também preveem a expansão das áreas de adequabilidade para a espécie, no sudeste do estado do Amapá e norte do estado do Ceará. Essas áreas não se sobrepõem a unidades de conservação nesses estados. Entretanto, não devemos descartar a possibilidade da presença futura da espécie nas unidades de conservação próximas às áreas de alta adequabilidade, tendo em vista o fenômeno de rápida dispersão da espécie no Brasil (THIENGO et al., 2013) e em outras áreas não nativas do globo (SARMA et al., 2015), bem como a sua grande resistência aos stress (SALWAY et al., 2010) e plasticidade ecológica evidenciada pela presença da espécie em regiões apontadas pelo modelo como áreas de baixa adequabilidade climática.

5.2. Distribuição de *A. fulica* no Brasil

No presente estudo, observamos ampla sobreposição entre os pontos de ocorrência de *Achatina fulica* e as áreas de maior urbanização no Brasil. Diversas espécies invasivas de gastrópodes, incluindo *A. fulica* são consideradas sinantrópicas (BARKER, 1991; WIKTOR, 2001) e a alteração de habitats naturais pode favorecer a dispersão passiva dessas espécies através das atividades humanas (COLLEY & FISCHER, 2009). Gastrópodes terrestres, por seu tamanho reduzido, pelo menos em algumas fases do ciclo de vida, e habilidade em

manterem-se crípticos, são particularmente suscetíveis à introdução em áreas que ultrapassam a sua distribuição natural, através do transporte de produtos de origem vegetal, tais como frutas (Banana, maçã, carambola, figo); plantas ornamentais (Aloe vera, Sálvia-azul, cactos, orquídea), dentre outras atividades humanas, bem, como através de outros vetores bióticos (VENETTE & LARSON, 2004; FISCHER & COSTA, 2010; LEEUWEN & VELDE, 2012; PEARCE et al., 2012) e abióticos (LANNON & BOVBJERG, 1985).

Analisando a evolução temporal da distribuição de *A. fulica* no Brasil, observamos, nos primeiros anos após sua introdução, a presença de alguns pontos de ocorrência isolados, na região Norte e na região Nordeste, em áreas distantes do ponto zero de introdução da espécie. Considerando a lacuna geográfica entre os pontos mais próximos à localidade de introdução e esses pontos de ocorrência mais ao norte, a presença da espécie nessas localidades é mais bem explicada pela dispersão passiva, através de atividades humanas (COLLEY & FISCHER, 2009), como já foi observado para outras espécies invasivas de gastrópodes (COWIE et al., 2009; HERBERT, 2010; WIKTOR, 2001; FISCHER & COSTA, 2010).

A análise temporal da distribuição de *A. fulica* no Brasil também sugere que a espécie possivelmente alcançou as áreas mais ao noroeste, a partir da região Centro-Oeste. Ainda, nessa região, há diversos pontos de ocorrência próximos à fronteira com a Bolívia, o que pode representar um risco para a dispersão da espécie em direção a esse país.

No presente estudo, observamos a presença de *A. fulica* em biomas mais secos, como o Cerrado e a Caatinga, identificados pelos modelos, como áreas de baixa a média adequabilidade para a espécie. Na Caatinga, os pontos de ocorrência da espécie corresponderam a áreas com condições climáticas mais amenas, na transição entre este bioma e o bioma de Floresta Atlântica. A presença da espécie em áreas mais centrais na Caatinga foi raramente observada. A distribuição mais ampla de *A. fulica* no Cerrado, um bioma mais seco, embora não apresente condições climáticas tão severas quanto à caatinga, pode ter sido favorecida pela maior possibilidade de refúgios microclimáticos para a espécie nesse bioma.

O bioma de Caatinga, caracterizado por condições climáticas mais severas, parece ter funcionado como uma barreira para a dispersão de *A. fulica* em direção ao norte, através do interior dos estados de Minas Gerais, Bahia e outros estados da região Nordeste. Essa hipótese é corroborada por alguns fatores como o pequeno número de pontos de ocorrência da espécie nesse bioma, sendo que os poucos pontos observados situam-se em áreas de transição entre a caatinga e a Floresta Atlântica; a lacuna geográfica de pontos de ocorrência, observada entre Minas Gerais, na região Sudeste e Bahia, na região Nordeste e a maior concentração de

pontos de ocorrência em toda a costa sudeste e nordeste. Esses resultados sugerem que a expansão da espécie em direção à região Nordeste provavelmente ocorreu através das áreas mais úmidas, na faixa litorânea que se estende ao leste do Brasil.

Nós observamos que a área com maior concentração de pontos de ocorrência de *A. fulica* corresponde ao bioma de Floresta Atlântica e clima tropical litorâneo úmido, que se caracteriza por ser um clima quente, com um regime de chuvas bem distribuído durante o ano. Esse resultado corrobora a observação de que regiões mais quentes e mais úmidas são as mais comumente colonizadas por espécies invasivas de gastrópodes terrestres, em suas áreas não nativas (VOGLER et al., 2013; CAPINHA et al., 2014a). No entanto, gastrópodes terrestres podem apresentar tolerância a condições climáticas subótimas através de estratégias fisiológicas e comportamentais (ARAD et al., 1989; ARAD, 1990; ARAD, 1992; ARAD et al., 1992; ARAD et al., 1993). A umidade é um fator preponderante na sobrevivência desses moluscos (BARKER, 1991) e, como forma de proteção contra a dessecação, espécies de gastrópodes terrestres evitam áreas secas durante a dispersão ativa (BAUR, 1993) e selecionam refúgios microclimáticos (CAPINHA et al., 2014b). Além disso, muitas espécies são capazes de estivar durante períodos mais secos (FISCHER & COLLEY, 2005), formando estruturas de fechamento temporário da concha e epifragmas, que evitam a perda de umidade corporal (STRUTHERS et al., 2002; LI & GRAHAM, 2007) e apresentando capacidade aumentada de resistência ao stress (SALWAY et al., 2010).

No presente estudo, observamos que *A. fulica* já se encontra em todos os 26 estados do Brasil e Distrito Federal. É possível notar no mapa de distribuição da espécie no Brasil, as áreas de menor número de registros na região Norte. O estado do Acre, por exemplo, apresenta um único ponto de ocorrência, no município de Rio Branco. Considerando a introdução recente do caramujo nesse estado, as ações de controle podem ser mais eficazes no combate a essa espécie invasiva. É importante que o problema da invasão seja abordado o mais cedo possível, enquanto a espécie ainda não se encontra amplamente distribuída no estado (ESTON et al., 2006).

5.3. Fontes de dados de ocorrência de *A. fulica* no Brasil

No presente estudo, ampliamos o número de registros de ocorrência de *A. fulica* no Brasil, particularmente devido ao uso de bancos de dados de biodiversidade. As coleções

biológicas incluem informações, temporais e espaciais, sobre as espécies e uma grande quantidade de informações relevantes sobre a biodiversidade que, de maneira geral, permanecem inexploradas. Nos últimos anos, a necessidade urgente de conhecimento sobre a biodiversidade impulsionou um esforço global para a criação, manutenção e ampliação de bases de dados de coleções biológicas, que têm sido amplamente utilizadas em estudos de georreferenciamento e modelagem ecológica (COSCARRELLI et al., 2018). Esses repositórios são fontes de dados particularmente interessantes para estudos sobre espécies invasivas, favorecendo o monitoramento da distribuição e dispersão dessas espécies de maneira mais eficiente, considerando o maior tempo necessário para a disponibilização desses dados na literatura científica.

No presente estudo, a literatura cinza representou uma fonte de dados importante para a ampliação do conhecimento sobre a distribuição de *A. fulica*, em diversos estados brasileiros, particularmente no estado de Minas Gerais. A maior parte dos registros utilizados correspondeu a reportagens e informações disponíveis em websites das prefeituras dos municípios. Esse fato demonstra a necessidade de ampliação das fontes de dados para além da literatura científica, em estudos sobre a distribuição de espécies invasivas de moluscos. O uso apenas da literatura científica como fonte de dados, nesse tipo de estudo, pode não ser suficiente, uma vez que a frequência de realização de estudos de levantamento de espécies invasivas e a cobertura geográfica desses estudos podem ser enviesadas para áreas com maior concentração de especialistas e centros de pesquisa de referência em malacologia. A contribuição relativa da literatura cinza como fonte de dados de ocorrência de *A. fulica*, no Brasil, pode igualmente revelar o maior ou menor esforço das instâncias governamentais (secretarias de saúde, vigilância epidemiológica, dentre outras) em divulgar informações que podem favorecer o controle da espécie.

6. CONCLUSÃO

Apesar de *Achatina fulica* ser um gastrópode de ocorrência em diversos países do mundo. Ainda são realizados poucos trabalhos no que diz respeito a sua ecologia e os principais efeitos do clima em relação a sua dispersão.

No presente estudo, foi realizado um levantamento de sua ocorrência a partir de dados da literatura cinza, científica e bancos de biodiversidade. A literatura cinza representou uma importante fonte para a ampliação do conhecimento sobre a presença do molusco no país. Em especial o estado de Minas Gerais, foi o que mais se destacou como fonte de dados adquiridos a partir da literatura cinza, apesar de possuir grandes centros de pesquisa no estado, fato que demonstra a necessidade ainda maior de ampliação das fontes de dados para além da literatura científica.

Com o levantamento realizado no Brasil, podemos perceber a partir das camadas bioclimáticas para o presente, uma ampla distribuição de *A. fulica* que inclui a costa Nordeste, Sudeste e parte do extremo Sul, o que pode-se concluir que algumas características climáticas dessas áreas são semelhantes ao de sua área nativa que vai desde a costa sudeste do Quênia e nordeste da Tanzânia, aliado a sua excelente resistência e plasticidade ecológica. Assim, sua ampla distribuição possivelmente deve-se a sua adaptação a condições subótimas e não a um nicho climático mais amplo.

Nos modelos gerados a partir dos cenários do futuro otimista e pessimista prevê a expansão ou a retratação em alguns pontos do mapa, em um cenário pessimista com o caso do bioma Pantanal, por exemplo, houve a expansão da área de adequabilidade futura para *A. fulica*, incluindo Unidades de Conservação federais e estaduais de proteção integral, o que leva a esse bioma representar uma alta vulnerabilidade á invasão por esse molusco, em um cenário de mudanças climáticas.

Podemos observar ainda, diante do presente estudo que *A. fulica* já se encontra em todos os 26 estados brasileiros e Distrito Federal. Pode-se observar ainda no estado do Acre, por exemplo, onde apresentou um único registro o que nos leva a enfatizar que quanto antes for realizado a erradicação da espécie no início de sua invasão maior será o sucesso adquirido naquela determinada região com existe a presença do caracol. É necessário ainda esforços dos órgãos competentes levar o conhecimento a população que muitos desconhecem os graves problemas que essa espécie pode trazer tanto na questão da saúde, quanto a fauna nativa que se tornam “reféns” desse caracol exótico invasor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAD, Z; GOLDENBERG, S & HELLER J. Resistance to desiccation and distribution patterns in the land snail *Sphincterochila*. **Journal of Zoology** 218: 353–364. 1989.

ARAD, Z. Resistance to desiccation and distribution patterns in bush-dwelling land snails. **Journal of Zoology** 221: 113–124. 1990.

ARAD, Z. Water relations and resistance to desiccation in three Israeli desert snails, *Eremina desertorum*, *Euchondrus desertorum* and *Euchondrus albulus*. **Journal of Arid Environments** 24: 387–395. 1992.

ARAD, Z; GOLDENBERG, S & HELLER J. Intraspecific variation in resistance to desiccation and climatic gradients in the distribution of the land snail *Xeropicta vestalis*. **Journal of Zoology** 226: 643–656. 1992.

ARAD, Z; GOLDENBERG, S & HELLER J. Intraspecific variation in resistance to desiccation and climatic gradients in the distributions of the bush-dwelling land snail *Trochoidea simulata*. **Journal of Zoology** 229: 249–265. 1993

ALMEIDA, M. N. Caramujo africano: apenas uma espécie introduzida ou um problema de saúde pública? **Acta Biomedica Brasiliensia** v 7 n° 2. 2016.

AQUINO, M. C. **Caracterização química do caracol africano (*Achatina (Lissachatina) fulica* (Bowdich, 1822) e avaliação dos efeitos do muco cutâneo em úlceras de córnea em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*).** Dissertação de Mestrado em Ciências da Saúde do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), 2013.

BARBOSA, C. **Invasão por *Furcraea foetida* (Asparagaceae) em ambientes costeiros no Brasil:** uma abordagem sobre nicho ecológico, mudanças climáticas e genética de populações. Tese de doutorado em ecologia pela universidade federal de Santa Catarina, 2017.

BARBOSA, F. G; SCHNECK, F & MELO, A. Use of ecological niche models to predict the distribution of invasive species: a scientometric analysis. **Brazilian Journal of Biology** 72 (4): 821-829. 2012.

BARKER, G. M. Biology of slugs (Agriolimacidae and Arionidae: Mollusca) in New Zealand Hill county pastures. **Oecologia** 85:581-595. 1991.

BARRAT, B. I. P; BYERS, R. A & BIERLEIN, D. L. Conservation tillage crop yields in relation to grey garden slug [*Deroceras reticulatum* (Müller)] (Mollusca: Agriolimacidae) density during establishment. *Crop Protection* 13 (1): 49-52. 1994.

BAUR, B. Population structure, density, dispersal and neighbourhood size in *Arianta arbustorum* (Linnaeus, 1758) (Pulmonata: Helicidae). **Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien** 94/95: 307-321. 1993.

BLATTMANN, T; BOCH, S; TÜRKE, M & KNOP, E. Gastropod seed dispersal: an invasive slug destroys far more seeds in its gut than native gastropods. **PLoS ONE** 8 (9): e75243. 2013.

BLANCK, D. M. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. **Mercator** (Fortaleza) 14 (2): 157-172. 2015.

BELLARD, C; BERTELSMEIER, C; LEADLEY, P; THUILLER, W & COURCHAMP, F. Impacts of climate change on the future of biodiversity. **Ecology Letters** 15 (4): 365-377. 2012.

BELTRAMIRO, A. A.; VOGLER, R. E.; GRRGORIC, D. E. G.; RUMI, A. Impact of climate change on the distribution of a giant land snail from South America: predicting future trends for setting conservation priorities on native malacofauna. **Climatic Change** 131:621–633. 2015.

BYERS, J. E; REICHARD, S; RANDALL, J. M; PARKER, I. M; SMITH, C. S; LONDALE, W. M; ATKINSON, I. A; SEASTEDT, T. R; WILLIAMSON, M; CHORNESKY, E &

HAYES, D. Directing research to reduce the impacts of nonindigenous species. **Conservation Biology** 16: 630-640. 2002.

BYERS, J; MCDOWELL, W; DODD, S; HAYNIE, R; PINTOR, L & WILDE, S. Climate and pH Predict the Potential Range of the Invasive Apple Snail (*Pomacea insularum*) in the Southeastern United States. **Plos One** 8 (2): e56812. 2013.

CARDADOR, L; CARRETE, M; GALLARDO, B & TELLA, J. Combining trade data and niche modelling improves predictions of the origin and distribution of non-native European populations of a globally invasive species. **Journal of Biogeography** 43 (5): p.967-978. 2016.

CANHOS, V; SIQUEIRA, M; MARINO, A & CANHOS, D. Análise da Vulnerabilidade da biodiversidade brasileira frente às mudanças climáticas globais **Parcerias Estratégicas** 13 (27). 2008.

CAPINHA, C; RÖDDER, D; PEREIRA, H. M & KAPPES, H. Response of non-native European terrestrial gastropods to novel climates correlates with biogeographical and biological traits. **Global Ecology and Biogeography** 23: 857-866. 2014a.

CAPINHA, C; VERMEULEN, J. J; LAKIM, M. B; SCHILTHUIZEN, M & KAPPES, H. Susceptibility of tropical mountains forests to biological invasions from the temperate and subtropical zone, exemplified by *Zonitoides* (Gastropoda: Gastrodontidae). **Raffles Bulletin of Zoology** 62: 600-609. 2014b.

CHAPIN, F. S; ZAVALETA, E. S; EVINER, V. T; NAYLOR, R. L; VITOUSEK, P. M; REYNOLDS, H. L; HOOPER, D. U; LAVOREL, S; SALA, O. E; HOBBIIE, S. E; MACK, M. C & DÍAZ, S. Consequences of changing biodiversity. **Nature** 405: 234–242. 2000.

COELHO, Leila Morais. **Informe técnico para o controle do caramujo africano (*Achatina fulica*), Bowdich 1822 em Goiás**. Goiânia: Agência Rural, 2005. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/links/arq_253_informecaramujo.pdf>. Acesso em: mar. 2017.

CORDELLIER, M; PFENNINGER, A; STREIT, B & PFENNINGER, M. Assessing the effects of climate change on the distribution of pulmonate freshwater snail biodiversity. **Marine Biology** 159: 2519-2531. 2012.

CORTES, J. P. **Estimativas dos impactos das mudanças climáticas na distribuição das espécies montanas do gênero *Brachycephalus* (Amphibia: anura) através da modelagem de nicho ecológico.** Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia pela Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2011.

COLLEY, E & FISCHER, M. Avaliação dos problemas enfrentados no manejo do caramujo gigante africano *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) no Brasil. **Zoologia** 26 (4): 674–683. 2009.

COLLEY, E & FISCHER, M. L. O caramujo gigante africano *Achatina fulica* no Brasil. Resenha. **Estudos de Biologia** 32/33 (76-81): 123-26. 2011.

COLLEY, E. Taxonomia, Macroecologia e Ecologia de Gastropoda terrestre (Mollusca, Orthogastropoda) do Estado do Paraná, Brasil. **Tese (Doutorado em Zoologia)** – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. 2013.

COWIE R.H; DILLON R.T; ROBINSON D.G & SMITH J.W. Alien non-marine snails and slugs of priority quarantine importance in the united states: A preliminary risk assessment. **American Malacological Bulletin** 27: 113-132. 2009.

COSCARELLI, D; MONTRESOR, L. C; RUSSO, P & VIDIGAL, T. H. D. A. Predicting the distribution of *Omalonyx* (Mollusca: Pulmonata: Succineidae) species from literature review, museum databases and new sampling efforts in Brazil. **Biota Neotropica** 18 (1): e20170409. 2018.

CDB. **Convenção da diversidade biológica.** 1992.

CDB. Panorama da Biodiversidade Global 3. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, **Secretaria de Biodiversidade e Florestas** (MMA). 2002.

CHIVIAN, E & BERNSTEIS, A. How human health depends on biodiversity. New York: Oxford University Press 527 p. 2008.

DELLINGER, A. S; ESSL, F; HOJSGAARD, D; KIRCHHEIMER, B; KLATT, S; DAWSON, W; PERGL, J; PYŠEK, P; VAN KLEUNEN, M; WEBER, E; WINTER, M; HÖRANDL, E & DULLINGER, S. Niche dynamics of alien species do not differ among sexual and apomictic flowering plants. **New Phytologist** 209 (3): 1313-1323. 2016.

ELITH, J; GRAHAM, C. H; ANDERSON, R. P; DUDIK, M; FERRIER, S; GUISAN, A; HIJMANS, R. J; HUETTMANN, F; LEATHWICK, J; LEHMANN, A; LI, J; LOHMANN, L. G; LOISELLE, B; MANION, G; MORITZ, C; NAKAMURA, M; NAKAZAWA, Y; OVERTON, J; PETERSON, A. T; PHILLIPS, S; RICHARDSON, K; SCACHETTI-PEREIRA, R; SCHAPIRE, R; SOBERON, J; WILLIAMS, W. M; ZIMMERMAN, N. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography** 29:129-151. 2006.

ELITH, J; PHILLIPS, S. J; HASTIE, T; DUDIK, M; CHEE, Y. E & YATES, C. J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. **Diversity and Distributions** 17:43-57. 2011.

ESTON, M. R; MENEZES, G. V; ANTUNEZ, A. Z; SANTOS, A. S & SANTOS, A. M. Espécies invasoras de Conservação: *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) no Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras, SP (Nota Científica). **Revista do Instituto Florestal de São Paulo** 18: 173-179. 2006.

FALEIRO, F; MACHADO, R & LOYOLAA, R. Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change. **Biological Conservation** 158: 248-257. 2013.

FEBBRARO, M; MARTINOLI, A; RUSSO, D; PREATONI, D & BERTOLINO, S. Modelling the effects of climate change on the risk of invasion by alien squirrels. **Hystrix, The Italian Journal of Mammalogy** 27 (1). 2016.

FLETCHER, D. H; GILLINGHAM, P. K; BRITTON, J. R; BLANCHET, S & GOZLAN, R. E. Predicting global invasion risks: a management tool to prevent future introductions. **Scientific Reports (Springer Nature)** 6 (1): 1-8. 2016.

FISCHER, M. L. Relações da espécie invasora *Achatina fulica* (Mollusca: Achatinidae) a fatores abióticos: perspectivas para o manejo. **Zoologia** 26 (3): 379-385. 2009.

FISCHER, M. L. & COSTA, L. C. **O Caramujo Gigante Africano *Achatina fulica* no Brasil.** Champagnat. Coleção Meio ambiente 1: 14-269. 2010.

FISCHER, M.L.; COLLEY, E.; NERING, I.S.;SIMIÃO, M. S. **Ecologia de *Achatina fulica*.** Champagnat. Coleção Meio ambiente 1: 101-136. 2010.

FISCHER, M. L & COLLEY, E. Diagnóstico da ocorrência do Caramujo Gigante Africano *Achatina fulica* Bowdich, 1822 na APA de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Revista Estudos de Biologia** 26 (54): 43-50. 2004.

FISCHER, M & COLLEY, E. Espécie invasora em reservas naturais: caracterização da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca – Achatinidae) na Ilha Rasa, Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica** 5 (1): 1-18. 2005.

FISCHER, M. L; SIMIÃO, M; COLLEY, E; ZENNI, R. D; SILVA, D. A. T & LATOSKI, N. O caramujo exótico invasor na vegetação nativa de Morretes, PR: Diagnóstico da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 em um fragmento de Floresta Densa Aluvial. **Biota Neotropica** 6 (2): 1-6. 2006.

FISCHER, M. L; COLLEY, E; CANEPARO, M. F; AGUIAR, A. C & MARQUES, F. A. Ecological mediators for the gregarious behavior of *Achatina fulica* (Mollusca: Achatinidae). **Journal of Conchology** 41 (3): 377-388. 2012.

GALLIEN, L; THUILLER, W; FORT, N; BOLEDA, M; ALBERTO, F. J; RIOUX, D; LAINÉ, J & LAVERGNE, S. Is There Any Evidence for Rapid, Genetically-Based, Climatic Niche Expansion in the Invasive Common Ragweed ?. **Plos One** 11 (4): e0152867. 2016.

GARCIA, R; CABEZA, M; RAHBK, C & ARAUJO, M. Multiple dimensions of climate change and their implications for biodiversity. **Science** 344: 1247579. 2014.

GATTI, A. **Modelos de nicho, mudanças climáticas e a vulnerabilidade do clado Perissodactyla ao longo do tempo.** Tese de doutorado em Ciências Biológicas (Biologia animal) pela Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.

GERBER, J. First American Record of the exotic slug *Tandonia kusceri* (Gastropoda: Milacidae). **The Nautilus** 128 (2): 59-63. 2014.

GREN, I-M; ISACS, L & CARLSSON, M. Calculation of costs of alien invasive species in Sweden – technical report. **Working Paper Series** 7: 83 p. 2007.

GRIMM, A. M & NATORI, A. A. Impacts of climate change in South America: mean fields and variability. In: ICSHMO, 8., Foz do Iguaçu. Proceedings. p. 269-274. 2006.

GIANNINI, T; SIQUEIRA, M; ACOSTA, A; BARRETO, F; SARAIVA, A & ALVES-DOS-SANTOS, I. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguesia** 63 (3): 733-749. 2012.

GONZÁLES G, WILLIG, M.R.; WAIDE, R. B. Análises Ecológicas de Gradientes em uma **Paisagem Tropical**: Boletins Ecológicos 54. 2013.

GUISAN, A; PETITPIERRE, B; BROENNIMANN, O; DAEHLER, C & KUEFFER, C. Unifying niche shift studies: insights from biological invasions. **Trends in Ecology & Evolution** 29(5), 260–269. 2014.

HAUSDORF, B. Introduced land snails and slugs in Colombia. **Journal of Molluscan Studies** 68: 127-131. 2002.

HELLMANN, J. J; BYERS, J. E; BIERWAGEN, B. G & DUKES, J. S. Five potential consequences of climate change for invasive species. **Conservation biology** 22 (3): 534-543. 2008.

HERBERT, D. G. **The introduced terrestrial Mollusca of South Africa** SANBI. Biodiversity series 15: 116 p. 2010.

HIRZEL, A & LAY, G. Habitat suitability modeling and niche theory. **Journal of Applied Ecology** 45: 1372-1381. 2008.

HOLT, R. D & GAINES, M. S. Analysis of adaptation in heterogeneous landscapes: implications for the evolution of fundamental niches. **Evolutionary Ecology** 6: 433-447. 1992.

HONEK, A & MARTINKOVÁ, Z. Floral herbivory of an invasive slug on native weed. **Plant Protection Science** 50 (3): 151-156. 2014.

HOWLETT, S. A. Terrestrial slugs problems: classical control and beyond. **CAB Reviews** 7 (051): 1-10. 2012.

HULME, P. E. Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat? **Journal of Applied Ecology** 42 (5): 784-794. 2005.

IPCC: **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp. 2007 (tem dois ipcc 2007).

IPCC: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. 2013.

IUCN - International union for conservation of nature. **Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por espécies exóticas invasoras**. 2000. Disponível em: <<http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/invasivesEng.htm>>. Acesso em: fev/2018.

JESCHKE, J. M & STRAYER, D. L. Usefulness of bioclimatic models for studying climate change and invasive species. **Annals of the New York Academy of Sciences** 1134:1-24. 2008.

JULIO, D. S & MACHADO, G. E. *Achatina fulica* (Bowdich, 1882) (Gastropoda-Stylommatophora- Achatinidae) – medidas adotadas no controle da espécie em países da américa do sul. **Revista Semioses** 11 (2). 2017.

KLEIN, F. **East African hydroclimate variability and its interactions with the Indian Ocean over the last millennium**. PhD Thesis, 175 p. 2016.

KOZTOWSKI, J. The significance of alien and invasive slug species for plant communities in agroecosystems. **Journal of plant protection research** 52 (1): 67-76. 2012.

KUPERSHMIDT, I; SU, Q. J; GREWAL, A; SUNDARESH, S; HALPERIN, I; FLYNN, J; SHEKAR, M; WANG, H; PARK, J; CUI, W; WALL, G. D; WISOTZKEY, R; ALAG, S; AKHTARI, S & RONAGHI, M. Ontology-based meta-analysis of Global Collections of high-throughput public data. **Plos One** 5 (9): e13066. 2010.

LANNOO, M. J & BOVBJERG, R. V. Distribution, dispersion and behavioral ecology of the land snail *Oxyloma retusa* (Succineidae). **Proceedings of the Iowa Academy of Science** 92 (2): 67-69. 1985.

LEÃO, T. C; ALMEIDA, W. R; DECHOUM, M & ZILLER, S. R. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas**. Recife: Cegan, 2011.

LEEUWEN, C. H. A & VELDE, G. Prerequisites for flying snails: external transport potential of aquatic snails by waterbirds. **Freshwater Science** 31 (3): 963-972. 2012.

LEROY, B; BELLARD, C; DUBOS, N; COLLIOT, A; VASSEUR, M; COURTIAL, C; BAKKENES, M; CANARD, A & YSNEL, F. Forecasted climate and land use changes, and protected areas: the contrasting case of spiders. **Diversity and Distributions** 20: 686–69. 2014.

LI, D & GRAHAM, L. D. Epiphragmin, the major protein of epiphragm mucus from the vineyard snail, *Ceratomyxa virgata*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology** 148 (2): 192-200. 2007.

LUIZZA, M; EVANGELISTA, P; JARNEVICH, C; WEST, A & STEWART, H. Integrating subsistence practice and species distribution modeling: assessing invasive elodea's potential impact on Native Alaskan subsistence of Chinook salmon and whitefish. **Environmental Management** 58 (1): 144-163. 2016.

MAINKA, S. A & HOWARD, G. W. Climate change and invasive species: double jeopardy. **Integrative Zoology** 5 (2): 102–111. 2010.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA. 2006.

MOLNAR J.L; GAMBOA R.L; REVENGA C & SPALDING M.D. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. **Frontiers in Ecology and Evolution** 6 (9): 485-492. 2008.

MONZÓN, J; MOYER-HORNER, L & PALAMAR, M. B. Climate change and species range dynamics in protected areas. **Bioscience** 61: 752-761. 2011.

MCDOWELL, W. G; BENSON, A. J & BYERS, J. E Climate controls the distribution of a widespread invasive species: implications for future range expansion. **Freshwater Biology** 59: 847-857. 2014.

MMA. Estratégia nacional sobre espécies exóticas invasoras, comissão nacional de biodiversidade – **Conabio**. Disponível em:
http://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/arquivos/anexo_resoluconabio05_estrategia_nacional_espcies_invasoras_anexo_resoluconabio05_15_2018. 2018.

MMA. Espécies exóticas invasoras: situação brasileira. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, 2006.

NEGRÃO, D. S. G. **Seleção de variáveis ambientais na modelagem de distribuição geográfica de espécies**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu/PR. 80f. 2015.

OLIVEIRA, A. E. & PEREIRA, D. G. Erradicação de espécies exóticas invasoras: múltiplas visões da realidade brasileira, **Desenvolvimento e Meio Ambiente** 21: 173-181. 2010.

OLIVEIRA, J. C; CORRÊA, J. G & VASCONCELOS, H. C. Ocorrência de *Achatina fulica* (Mollusca: Pulmonata: Achatinidae) em três bairros da cidade de Santana, Amapá. **Biota Amazônica** 3 (1): 9-12. 2013.

PARMESAN, C & YORE, G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. **Nature** 421: 37-42. 2003.

PATRÃO, C; ASSIS, J; RUFINO, M; SILVA, G; JORDAENS, K; BACKELJAU, T & CASTILHO, R. 2015. Habitat suitability modelling of four terrestrial slug species in the

Iberian Peninsula (Arionidae: *Geomalacus* species). **Journal of Molluscan Studies** 81: 427-434.

PAPES, M; HARVEL, J & ZANDEN, J. Using maximum entropy to predict the potential distribution of an invasive freshwater snail. **Freshwater Biology** 61:457-471. 2016.

PAPUREANU, A-M; REISE, H & VARGA, A. First records of the invasive slug *Arion lusitanicus* auct. non Mabilie (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) in Romania. **Malacologica Bohemoslovaca** 13: 6-11. 2014.

PEARSON, R. G & DAWSON, T. P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful. **Global Ecology & Biogeography** 12: 361–371. 2003.

PEARSON, R. G. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. **Lessons in Conservation** 3: 54-89. 2007.

PEJCHAR, L & MOONEY, H. A. Invasive species, ecosystem services and human well-being. **Trends in Ecology & Evolution** 24 (9): 497–504. 2009.

PEARMAN, P; GUISAN, A; BROENNIMANN, O & RANDIN, C. F. Niche dynamics in space and time. **Trends in ecology & evolution** 23 (3): 149-158. 2008.

PEARCE, T. A, MULVIHILL, R. S & PORTER, K. A. Land slugs (Gastropoda: Pulmonata) on birds demonstrate dispersal potential. **The Nautilus** 126 (1): 38-40. 2012.

PFENNINGER, M; WEIGAND, A; BÁLINT, M & KLUSSMANN-KOLB, A. Misperceived invasion: the Lusitanian slug (*Arion lusitanicus* auct. non-Mabilie or *Arion vulgaris* Moquin-Tandon 1855) is native to Central Europe. **Evolutionary Applications** 7 (6): 702-713. 2014.

PHILLIPS, S; ANDERSON, R & SCHAPIRED, R. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling** 190 (3-4): 231–259. 2006.

PHILLIPS, S, J.; DUD'S IK M.;SCHAPIRE R. E. **A Maximum Entropy Appach to Species Distribution Modeling**. Proceeding of the Twenty-first International Conference on Machine Learning: p.655-662. 2004.

PIERRAT, B; SAUCÈDE, T; LAFFONT, R; DE RIDDER, C; FESTEAU, A & DAVID B. Large scale distribution analysis of Antarctic echinoids using ecological niche modelling. **Marine Ecology Progress Series** 463: 215-230. 2012.

PBMC. **Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. 2016.

RAUT, K & BARKER, G. *Achatina fulica* Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture in Mollusks as crop pest (Barker & Hamilton eds). New Zealand: **CAB Publishing** 2002.

RICHIERI, S. M. M. **Avaliação do impacto das mudanças climáticas globais nos mangues tropicais**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2006.

RUPPERT, E.E.; FOX, R.S. & BARNES, R.D. Zoologia dos Invertebrados. 7ª ed. **Editora Roca**, p.1145. 2005.

SARMA, R; MUNSI, M & ANANTHRAM, A. Effect of Climate Change on Invasion Risk of Giant African Snail (*Achatina fulica* Férussac, 1821: Achatinidae) in India. **PLoS ONE** 10 (11): e0143724. 2015.

SALWAY, K. D; TATTERSALL, G. J & STUART, J. A. Rapid upregulation of heart antioxidant enzymes during arousal from estivation in the giant African snail (*Achatina fulica*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, part a 157:229-236. 2010.

SEN, S; SHIVAPRAKASH, K. N; ARAVIND, N. A; RAVIKANTH, G & DAYANANDAN, S. Ecological niche modeling for conservation planning of an endemic snail in the verge of becoming a pest in cardamom plantations in the western Ghats biodiversity hotspot. **Ecology and Evolution** 6 (18): 6510-6523. 2016.

SILVA, P. **Biodiversidade e mudanças climáticas no Brasil: levantamento e sistematização de referências**. WWF Brasil (Relatório). Brasília, 2018.

SIMIÃO, M. S & FISCHER, M. L. Estimativa e inferências do método de controle do molusco exótico *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Stylommatophora, Achatinidae) em Pontal do Paraná, litoral do estado do Paraná. **Cadernos de Biodiversidade** 4(2): 74-82. 2004.

SOBERÓN, J. & PETERSON, A. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. **Biodiversity Informatics** 2: 1-10. 2005.

SOR, R; BOETS, P; LEK, S & GOETHALS, P. Spatio-temporal co-occurrence of alien and native molluscs: a modelling approach using physical-chemical predictors. **Aquatic Invasions** 12 (2): 147-158. 2017.

SMITH, A. L; HEWITT, N; KLENK, N; BAZELY, D. R; YAN, N; WOOD, S; HENRIQUES, I; MACLELLAN, J & LIPSIG-MUMMÉAH, C. Effects of climate change on the distribution of invasive alien species in Canada: a knowledge synthesis of range change projections in a warming world. **Environmental Reviews** 20 (1): 1–16. 2012.

SRIDHAR, V; VINESH, L. S & JAYASHANKAR, M. Mapping the potential distribution of *Achatina fulica* (Bowdich) (Stylommatophora: Achatinidae) in India using CLIMEX, a bioclimatic software. **Pest Management in Horticultural Ecosystems** 20 (1): 14-21. 2014.

STRUTHERS, M; ROSAIR, G; BUCKMAN, J & VINEY, C. The physical and chemical microstructure of the *Achatina fulica* epiphragm. **Journal of Molluscan Studies** 68: 165-171. 2002.

TAYLOR, S & KUMAR, L. Climate Change and Weed Impacts on Small Island Ecosystems: *Lantana camara* L. (Magnoliopsida: Verbenaceae) Distribution in Fiji. *Pacific Science* 68: (1) 117-133. 2014.

TELES, H. M; VAZ, J. F; FONTES, L.R & DOMINGOS, M.F. Registro de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Gastropoda) no Brasil: caramujo hospedeiro intermediário de angiostrongilíase. **Revista de Saúde Pública**, 31: 310–312. 1997.

THIENGO, S. C; BARBOSA, A. F; COELHO, P. M & FERNANDEZ, M. A. **Moluscos exóticos com importância médica no Brasil**. Brasília, I Simpósio Brasileiro Sobre Espécies Exóticas Invasoras. Disponível: http://www.mma.gov.br/estruturas/174/arquivos/174_05122008104832.pdf (Acessado: 03/08/2018). 2005.

THIENGO, S. C; FARACO, F. A; SALGADO, N. C; COWIE, R. H & FERNANDEZ, M. A. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brasil. **Biological Invasions** 9: 693-702. 2007.

THIENGO, S; SIMÕES, R; FERNANDEZ, M & JÚNIOR, A. *Angiostrongylus cantonensis* and Rat Lungworm Disease in Brazil. **Hawai'i journal of medicine & public health** 72 (6 Suppl 2): 18–22. 2013.

UNESCO. História geral da África, I: Metodologia e pré-história da África, 2.ed. rev. – Brasília, P. 927, 2010.

VENETTE, R. C.; LARSON, M. Mini Risk Assessment Giant African Snail, *Achatina fulica* Bowdich (Gastropoda: Achatinidae). **CAPS PRA**, 2004.

VOGLER, R; BELTRAMINO, A; SEDE, M; GREGORIC, D; NÚÑES, V & RUMI, A. The giant African giant snail, *Achatina fulica* (Gastropoda: Achatinidae): using bioclimatic models to identify South American areas susceptible to invasion. **American Malacological Bulletin** 31 (1) 39-50. 2013.

WALTER, B. M. T; VIEIRA, R. F & NORONHA, S. E. A Região Centro-Oeste. In: Vieira R, Camillo J, Coradin L (Eds). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro: Região Centro-Oeste / Ministério do Meio Ambiente**. Secretaria de Biodiversidade. Brasília, DF, MMA. 2016.

WIENS, J. J & GRAHAM, C. H. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 36, 519–539. 2005.

WIENS, J. J; ACKERLY, D. D; ALLEN, A. P; ANACKER, B. L; BUCKLEY, L. B; CORNELL, H. V & STEPHENS, P. R. Niche conservatism as an emerging principle in ecology and conservation biology. **Ecology Letters** 13 (10): 1310–1324. 2010.

WIKTOR, A. *Deroceras (Deroceras) panormitanum* (Lesson et Polonera, 1882) – A new introduced slug species in Poland (Gastropoda: Pulmonata: Agriolimacidae). **Folia Malacologica** 9 (3): 155-157. 2001.

ZILLER, S. R. & ZALBA, S. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras, **Natureza & Conservação** 5 (2): 8-15. 2007.

ZEMANOVA, M. A; BROENNIMANN, O; GUISAN, A; KNOP, E & HECKEL, G. Slimy invasion: climate niche and current and future biogeography of Arion slug invaders. **Diversity and Distributions** 24: 1627-1640. 2018.

8. APÊNDICE

Apêndice 1: Tabela de registros de ocorrência da espécie *Achatina fulica* nos municípios do Brasil

ESPÉCIE	MUNICÍPIO	ESTADO	PAÍS	AUTOR
<i>Achatina fulica</i>	RIO BRANCO	AC	BRASIL	MARCOS SILVA DE LIMA & EDSON

				GUILHERME,2018.
<i>Achatina fulica</i>	MARECHAL DEODORO	AL	BRASIL	REPORTAGEM G1.COM,2017 (ACESSO EM 05/11/2018)
<i>Achatina fulica</i>	MACEIÓ	AL	BRASIL	PORTO, S.M.A. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	MANAUS	AM	BRASIL	QUEIROZ, ET AL., 2013.
<i>Achatina fulica</i>	MANAUS	AM	BRASIL	INST. HORUS, 2017
<i>Achatina fulica</i>	MANAUS	AM	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PARINTINS	AM	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	HUMAITÁ	AM	BRASIL	GBIF, 2018
<i>Achatina fulica</i>	PONTA NEGRA, MANAUS	AM	BRASIL	CARVALHO,S. S. S.,2014.
<i>Achatina fulica</i>	MACAPÁ	AP	BRASIL	RESUMO SEMESP, 2014
<i>Achatina fulica</i>	SANTANA	AP	BRASIL	SILVA, E. C. 2008
<i>Achatina fulica</i>	SALVADOR	BA	BRASIL	ALBURQUERQUE,F. S.2009.
<i>Achatina fulica</i>	LAURO DE FREITAS	BA	BRASIL	SILVA, E.C., 2008.
<i>Achatina fulica</i>	SALVADOR	BA	BRASIL	ALMEIDA,2014.
<i>Achatina fulica</i>	FEIRA DE SANTANA	BA	BRASIL	SANTOS, J. R. M.2011
<i>Achatina fulica</i>	ILHEUS	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	ITABUNA	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	SALVADOR	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CONCEIÇÃO DA FEIRA	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CARAVELAS	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	EUNALÓPOLIS	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	ITACARÉ	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PAULO AFONSO	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	LAURO DE FREITAS	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CAMAÇARI	BA	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	MATA DE SÃO JOÃO	BA	BRASIL	SPECIES LINK,2018
<i>Achatina fulica</i>	ILHA DE ITAPARICA	BA	BRASIL	CARVALHO,O. S., 2012.
<i>Achatina fulica</i>	FORTALEZA	CE	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	MUCURIBE	CE	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	SÃO GONÇALO DO AMARANTE (ANACETABA)	CE	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	PECÉM (S. G. DO AMARANTE)	CE	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	FORTALEZA	CE	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	UBAJARA	CE	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	MARANGUAPE	CE	BRASIL	RESUMO,2012
<i>Achatina fulica</i>	PLANALTINA	DF	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007

<i>Achatina fulica</i>	GUARAPARI	ES	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ITAGUAÇU	ES	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	VITORIA	ES	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	ITAGUAÇÚ	ES	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	SERRA	ES	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	VITÓRIA	ES	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	VITORIA	ES	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	TUBARAO	ES	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	GUARAPARI	ES	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	VILA VELHA	ES	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	VITÓRIA	ES	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CONCEIÇÃO DA BARRA	ES	BRASIL	ARTIGO CIENTIFICO,2016
<i>Achatina fulica</i>	SÃO MATHEUS	ES	BRASIL	JORNAL,2018
<i>Achatina fulica</i>	VITORIA	ES	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	JARAGUA	GO	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	URUAÇU	GO	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	NIQUELANDIA	GO	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	JARAGUÁ	GO	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	URUAÇÚ	GO	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	NIQUELANDIA	GO	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	PARACATU	MG	BRASIL	ARTIGO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	PARACATU	MG	BRASIL	BARÇANTE ET AL,
<i>Achatina fulica</i>	PARACATU	MG	BRASIL	BARÇANTE ET AL, 2005.
<i>Achatina fulica</i>	JUIZ DE FORA	MG	BRASIL	BARÇANTE ET AL, 2005.
<i>Achatina fulica</i>	CAETÊ	MG	BRASIL	BARÇANTE ET AL, 2005.
<i>Achatina fulica</i>	LAGOA SANTA	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2017
<i>Achatina fulica</i>	MARIANA	MG	BRASIL	INSTITUTO HORUS,2018
<i>Achatina fulica</i>	BELO HORIZONTE	MG	BRASIL	JORNAL,2016
<i>Achatina fulica</i>	VENDA NOVA	MG	BRASIL	JORNAL,2015
<i>Achatina fulica</i>	PARA DE MINAS	MG	BRASIL	PREFEITURA,2017
<i>Achatina fulica</i>	CAMPOS ALTOS	MG	BRASIL	JORNAL,2017
<i>Achatina fulica</i>	PASSAGEM DE MARIANA	MG	BRASIL	ARTIGO CIENTÍFICO,2011
<i>Achatina fulica</i>	IPATINGA	MG	BRASIL	MUSEU MALACOLOGIA MAURY PINTO OLIVEIRA,2010
<i>Achatina fulica</i>	CORONEL FABRICIANO	MG	BRASIL	MUSEU MALACOLOGIA MAURY PINTO OLIVEIRA,2010
<i>Achatina fulica</i>	TURMALINA	MG	BRASIL	MUSEU MALACOLOGIA MAURY PINTO OLIVEIRA,2010
<i>Achatina fulica</i>	PARACATU	MG	BRASIL	MUSEU MALACOLOGIA MAURY PINTO

				OLIVEIRA,2010
<i>Achatina fulica</i>	LAVRAS	MG	BRASIL	PREFEITURA,2017
<i>Achatina fulica</i>	JUIZ DE FORA	MG	BRASIL	PREFEITURA,2017
<i>Achatina fulica</i>	MATIAS BARBOSA	MG	BRASIL	2007
<i>Achatina fulica</i>	MAR DE ESPANHA	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2016
<i>Achatina fulica</i>	SANTOS DUMONT	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2013
<i>Achatina fulica</i>	PASSOS	MG	BRASIL	JORNAL,2013
<i>Achatina fulica</i>	VARGINHA	MG	BRASIL	JORNAL,2013
<i>Achatina fulica</i>	BURITIS	MG	BRASIL	JORNAL,2013
<i>Achatina fulica</i>	SABARA	MG	BRASIL	REVISTA ELETRONICA/JORNAL,2013
<i>Achatina fulica</i>	UBERABA	MG	BRASIL	BOLETIM ELETRONICO,2016
<i>Achatina fulica</i>	PATOS DE MINAS	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2016
<i>Achatina fulica</i>	CARATINGA	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2016
<i>Achatina fulica</i>	VIÇOSA	MG	BRASIL	JORNAL,2015
<i>Achatina fulica</i>	CAETE	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2015
<i>Achatina fulica</i>	LAGOA SANTA	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2016
<i>Achatina fulica</i>	TIMOTIO	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2017
<i>Achatina fulica</i>	IPABA	MG	BRASIL	REPORTAGEM,2013
<i>Achatina fulica</i>	BICAS	MG	BRASIL	ARTIGO CIENTÍFICO,2005
<i>Achatina fulica</i>	IPATINGA	MG	BRASIL	ARTIGO CIENTÍFICO,2006
<i>Achatina fulica</i>	PARACATU	MG	BRASIL	MUSEU MALACOLOGIA MAURY PINTO OLIVEIRA,2010
<i>Achatina fulica</i>	SETE LAGOAS	MG	BRASIL	MUSEU MALACOLOGIA MAURY PINTO OLIVEIRA,2010
<i>Achatina fulica</i>	BELO HORIZONTE	MG	BRASIL	MUSEU MALACOLOGIA MAURY PINTO OLIVEIRA,2010
<i>Achatina fulica</i>	NOVA LIMA	MG	BRASIL	MUSEU MALACOLOGIA MAURY PINTO OLIVEIRA,2010
<i>Achatina fulica</i>	PARACATÚ	MG	BRASIL	1999
<i>Achatina fulica</i>	ALEM PARAIBA	MG	BRASIL	ARTIGO CIENTIFICO,2005
<i>Achatina fulica</i>	ARAXÁ	MG	BRASIL	ARTIGO CIENTIFICO,2006
<i>Achatina fulica</i>	CAMBUQUIRA	MG	BRASIL	VIDEO YOU TOBE,2018
<i>Achatina fulica</i>	MONTE SANTO DE MINAS	MG	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	DOURADOS	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	CASSILANDIA	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	LADARIO	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	CORUMBA	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	RIO NEGRO	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	CORGUINHO	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	ROCHEDO	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	MIRANDA	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	AQUIDAUANA	MS	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	COXIM	MS	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008

<i>Achatina fulica</i>	S. J. QUATRO MARCOS- JUINA	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	ALTA FLORESTA	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	BARRA DOS GARÇAS	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	CÁCERES	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	CAMPO VERDE	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	CHAPADA DOS GUIMARÃES	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	DOM AQUINO	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	JACIARA	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	JUARA	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	JUINA	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	LUCAS DO RIO VERDE	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	POCONÉ	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	RONDONÓPOLIS	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOSÉ DOS QUATRO MARCOS	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	SINOP	MT	BRASIL	SCALLOP,2016 (INFORMATIVO)
<i>Achatina fulica</i>	VARZEA GRANDE	MT	BRASIL	JUNIOR & NUNES, 2009
<i>Achatina fulica</i>	VÁRZEA GRANDE	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CHAPADA DOS GUIMARÃES	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	POCONÉ	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	LUCAS DO RIO VERDE	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CUIABA	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	VARZEA GRANDE	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOSE DOS QUATRO MARCOS	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	DOM AQUINO	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CAMPO VERDE	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	JACIARA	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	RONDONÓPOLIS	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	BARRA DOS GARÇAS	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	JUINA	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	JUARA	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	SINOP	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	ALTA FLORESTA	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CACERES	MT	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CAMPO VERDE	MT	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	NOBRES	MT	BRASIL	MOREIRA V. L. C. ET AL. 2013.
<i>Achatina fulica</i>	BÉLEM	PA	BRASIL	INST. HORUS
<i>Achatina fulica</i>	BELÉM	PA	BRASIL	INST. HORUS

<i>Achatina fulica</i>	BENEVIDES	PA	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	CABEDELLO	PB	BRASIL	CARVALHO, R. A., 2004.
<i>Achatina fulica</i>	JOAO PESSOA	PB	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	JOAO PESSOA	PB	BRASIL	GIBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	JOÃO PESSOA	PB	BRASIL	THIENGO, ET AL, 2010
<i>Achatina fulica</i>	OLINDA	PE	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	RECIFE	PE	BRASIL	SILVA, E. D. ET AL, 2007.
<i>Achatina fulica</i>	IGARAÇÚ	PE	BRASIL	THIENGO, ET AL., 2010.
<i>Achatina fulica</i>	ESCADA	PE	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	SIRINHAEM	PE	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	RECIFE	PE	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	BOM JARDIM	PE	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	ABREU E LIMA	PE	BRASIL	LAURA GUERINO,2011
<i>Achatina fulica</i>	OLINDA	PE	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	PAULISTA	PE	BRASIL	FISCHER & COLLEY, 2005
<i>Achatina fulica</i>	ILHA RASA	PR	BRASIL	FISCHER ET AL, 2006
<i>Achatina fulica</i>	MORRETES	PR	BRASIL	FISCHER & COLLEY, 2004
<i>Achatina fulica</i>	GUARAQUEÇABA	PR	BRASIL	FISCHER & COLLEY, 2004
<i>Achatina fulica</i>	ILHA DAS PEÇAS	PR	BRASIL	FISCHER & COLLEY, 2004
<i>Achatina fulica</i>	SUPERAGUI	PR	BRASIL	FISCHER & COLLEY, 2004
<i>Achatina fulica</i>	PONTAL DO PARANA	PR	BRASIL	FISCHER & COLLEY, 2004
<i>Achatina fulica</i>	ANTONIA	PR	BRASIL	SIMIÃO & FISCHER, 2004.
<i>Achatina fulica</i>	PONTAL DO PARANÁ	PR	BRASIL	FISCHER, 2009.
<i>Achatina fulica</i>	GUARAQUEÇABA	PR	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012.
<i>Achatina fulica</i>	PARANAGUÁ	PR	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PONTAL DO PARANÁ	PR	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	GUARAQUEÇABA	PR	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	ENGENHEIRO BELTRÃO	PR	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	MORRETES	PR	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	ANTONIA	PR	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CIANORTE	PR	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CAMBÉ	PR	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PAULISTA	PR	BRASIL	2017
<i>Achatina fulica</i>	MARINGÁ	PR	BRASIL	SOUZA, R. M. ET AL ,2007.
<i>Achatina fulica</i>	CABO DE SANTO AGOSTINHO	RE	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007

<i>Achatina fulica</i>	SÃO SEBASTIÃO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ANGRA DOS REIS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	PARATI	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ITAGUAI	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	NITEROI	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	CASIMIRO DE ABREU	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	CONCEIÇÃO DE MACABU	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SÃO FRANCISCO DE ITAPOANA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	MIRACEMA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	RESENDE	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	NOVA IGUACU	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	DUQUE DE CAXIAS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	MAGE	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	GUAPIMIRIM	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	MACAÉ	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	NILOPOLIS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	RIO DE JANEIRO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	PORTO REAL	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ITATIAIA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	QUATIS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	BARRA MANSA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	BARRA DO PIRAI	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007

<i>Achatina fulica</i>	SEROPEDICA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	PARACAMBI	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	TRES RIOS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	NOVA FRIBURGO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ITALVA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ITAPERUNA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	RIO DAS OSTRAS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SILVA JARDIM	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ARAUAMA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SAQUAREMA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	RIO BONITO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	MARICA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ITABORAI	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SÃO GONÇALO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOAO DE MERITI	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	MESQUITA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	BELFORD ROXO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	MANGARATIBA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	RIO CLARO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	PIRAI	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	MIGUEL PEREIRA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	PETROPOLIS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007

<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOSE DO VALE DO RIO PRETO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SANTA MARIA MADALENA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SANTO ANTONIO DE PADUA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	NATIVIDADE	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	PORCIUNCULA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOAO DA BARRA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	CAMPOS DOS GOYTACASES	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	QUISSAMÁ	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ARMAÇÃO DOS BUZIOS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	CABO FRIO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	ARRAIAL DO CABO	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	IGUABA GRANDE	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	CACHOEIRA DE MACACU	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	TANGUÁ	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SERRA	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	SÃO J. QUATRO MARCOS	RJ	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	LAGARTO, (ITALVA)-	RJ	BRASIL	VASCONCELOS E PILE, 2001
<i>Achatina fulica</i>	RESENDE	RJ	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	RIO DE JANEIRO	RJ	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	NITEROI	RJ	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	GUARATIBA	RJ	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	CAMPOS DOS GOYTACASES	RJ	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	MARICÁ	RJ	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	DUQUE DE CAXIAS	RJ	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	SÃO GONÇALO	RJ	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	MANGARATIBA	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010

<i>Achatina fulica</i>	VOLTA REDONDA	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	PINHEIRAL	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	QUEIMADOS	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	JAPERI	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	MENDES	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	VASSOURAS	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	PATY DO ALFERES	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	VALENÇA	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	PARAIBA DO SUL	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	COMENDADOR GASPARIAN	LEVY RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	TERESÓPOLIS	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	CARMO	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	CANTA GALO	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	TRAJANO DE MORAES	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	SÃO SEBASTIÃO DO ALTO	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	ITAOCARA	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	APERIBÉ	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	SÃO FIDÉLIS	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	CARDOSO MOREIRA	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOSÉ DE UBÁ	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	LAJE DO MURIAÉ	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	BOM JESUS DO ITABAPOANA- GESYLANDIA	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010

<i>Achatina fulica</i>	CARAPEBUS	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	SÃO PEDRO DA ALDEIA	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	CORDEIRO	RJ	BRASIL	ZANOL, J. ET AL. 2010
<i>Achatina fulica</i>	SAPUCAIA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	RIO CLARO	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	PIRAI	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	MIGUEL PEREIRA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOSÉ DO VALE DO RIO PRETO	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	PETROPOLIS	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	SANTA MARIA MADALENA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	SANTO ANTONIO DE PADUA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	NATIVIDADE	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	PORCIUNCULA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOÃO DA BARRA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	CAMPOS DOS GOYTACASES	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	QUISSAMÁ	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	ARMAÇÃO DE BUZIOS	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	CABO FRIO	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	ARRAIAL DO CABO	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	IGUABA GRANDE	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	CACHOEIRAS DE MACACU	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	TANGUÁ	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010

<i>Achatina fulica</i>	SÃO GONÇALO	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	BELFORD ROXO	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	MESQUITA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	SÃO JOÃO DO MERITI	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	ITABORAI	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	RIO BONITO	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	SAQUAREMA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	ARARUAMA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	SILVA JARDIM	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	RIO DAS OSTRAS	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	ITAPERUNA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	ITALVA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	NOVA FRIBURGO	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	PARACAMBI	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	TRÊS RIOS	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	SEROPEDICA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	BARRA DO PIRAI	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	BARRA MANSA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	QUATIS	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	ITATIAIA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	PORTO REAL	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	MANGUARALIBA	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010

<i>Achatina fulica</i>	MAGE	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	MACAÉ	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	GUAPIMIRIM	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	RESENDE	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	CASIMIRO DE ABREU	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	ANGRA DOS REIS	RJ	BRASIL	PEREIRA, Z. M., 2010
<i>Achatina fulica</i>	CONCEIÇÃO DE MACAMBU	RJ	BRASIL	CINTHIA L. SCHIFFLER ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	CAMPOS DOS GOYTACASES	RJ	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	ANGRA DOS REIS	RJ	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	BRAS FELS (VEROLME-ANGRA DOS REIS)	RJ	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	MACAÉ	RJ	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	IMBETIBA	RJ	BRASIL	D.O. FRANCO-ACUÑA, ET AL.,2009.
<i>Achatina fulica</i>	MESQUITA	RJ	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	SILVA JARDIM	RJ	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CASIMIRO DE ABREU	RJ	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	RIO BONITO	RJ	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	SILVA JARDIM	RJ	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	RIO DE JANEIRO	RJ	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	RESENDE	RJ	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	NOVA IGUACU	RJ	BRASIL	RESUMO SEMESP, 2014
<i>Achatina fulica</i>	BARRA MANSA	RJ	BRASIL	RESUMO SEMESP, 2014
<i>Achatina fulica</i>	BARRA DO PIRAI	RJ	BRASIL	RESUMO SEMESP, 2014
<i>Achatina fulica</i>	VALENÇA	RJ	BRASIL	RESUMO SEMESP, 2014
<i>Achatina fulica</i>	VOLTA REDONDA	RJ	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	GUADALUPE	RJ	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	ILHA GRANDE	RJ	BRASIL	J. L. Oliveiraa and S. B. Santos, 2017.
<i>Achatina fulica</i>	ITAIPU, NITEROI	RJ	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	DOIS RIOS, ANGRA DOS REIS	RJ	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	PARATI	RJ	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	SÃO CONRADO	RJ	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	ITAPERUNA	RJ	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	PARATI	RJ	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	NOVA FRIBURGO	RJ	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	NATAL	RN	BRASIL	INST. HORUS,2017

<i>Achatina fulica</i>	SENADOR ELÓI DE SOUZA	RN	BRASIL	
<i>Achatina fulica</i>	SÃO GONÇALO DO AMARANTE	RN	BRASIL	VALIN. D. S. & BIM, S., 2017
<i>Achatina fulica</i>	ALTA FLORESTA DO OESTE	RO	BRASIL	ALVES, R. C. ET AL, 2017
<i>Achatina fulica</i>	COLORADO DO OESTE	RO	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CEREJEIRAS	RO	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	VILHENA	RO	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PIMENTEIROS DO OESTE	RO	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	TORRES	RS	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012.
<i>Achatina fulica</i>	ITAJAÍ	SC	BRASIL	CARVALO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	NAVEGANTES	SC	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PORTO UNIÃO	SC	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	FLORIANÓPOLIS	SC	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	BLUMENAU	SC	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	BOMBINHAS	SC	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	NAVEGANTES	SC	BRASIL	SPECIES LINK,2018
<i>Achatina fulica</i>	GARUVA	SC	BRASIL	LAURA GUERINO,2011
<i>Achatina fulica</i>	JOINVILE	SC	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	SANTA CATARINA, JOINVILE	SC	BRASIL	
<i>Achatina fulica</i>	TIMBÓ	SC	BRASIL	OLIVEIRA D. S. ET AL, 2007
<i>Achatina fulica</i>	ITAPORANGA D'AJUDA	SE	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	LAGARTO	SE	BRASIL	OLIVEIRA, D. S., 2007
<i>Achatina fulica</i>	ITAPORANGA D'AJUDA	SE	BRASIL	OLIVEIRA, D. S., 2007
<i>Achatina fulica</i>	ESTANCIA	SE	BRASIL	OLIVEIRA, D. S., 2007
<i>Achatina fulica</i>	BOQUIM	SE	BRASIL	OLIVEIRA, D. S., 2007
<i>Achatina fulica</i>	AREIA BRANCA	SE	BRASIL	OLIVEIRA, D. S., 2007
<i>Achatina fulica</i>	CAPELA	SE	BRASIL	OLIVEIRA, D. S., 2007
<i>Achatina fulica</i>	SIRIRI	SE	BRASIL	OLIVEIRA, D. S., 2007
<i>Achatina fulica</i>	ARACAJU	SE	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	BARRA DOS COQUEIROS	SE	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012
<i>Achatina fulica</i>	TERMINAL MARITIMO IGNACIO BARBOSA BARRA DOS COQUEIROS	SE	BRASIL	INST. HORUS
<i>Achatina fulica</i>	SIRIRI	SE	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	SÃO PAULO	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	DIADEMA	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	S.B. DO CAMPO	SP	BRASIL	ROCCO, 2007

<i>Achatina fulica</i>	EMBU-GRAÇÚ	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	MOGI MIRIM	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	IBIÚMA	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	SALTO	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	SÃO ROQUE	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	SÃO VICENTE	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	GUARÚLIOS	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	LINS	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	JACUPIRANGA	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	VALINHOS	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	APARECIDA DO NORTE	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	PERUÍBE	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	MONGAGUÁ	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	IGUAPÉ	SP	BRASIL	ROCCO, 2007
<i>Achatina fulica</i>	ILHA COMPRIDA	SP	BRASIL	THIENGO, ET AL. ,2007
<i>Achatina fulica</i>	JUNDIAI	SP	BRASIL	THIENGO,ET AL, 2008
<i>Achatina fulica</i>	JUNDIAÍ	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016
<i>Achatina fulica</i>	BERTIOGA	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016
<i>Achatina fulica</i>	CUBATÃO	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016
<i>Achatina fulica</i>	GUARUJÁ	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016
<i>Achatina fulica</i>	ITANHAÉM	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016
<i>Achatina fulica</i>	MONGAGUÁ	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016
<i>Achatina fulica</i>	PERUÍBE	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016

<i>Achatina fulica</i>	PRAIA GRANDE	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016
<i>Achatina fulica</i>	SANTOS	SP	BRASIL	GUERINO, L. R., ET AL. 2016
<i>Achatina fulica</i>	SÃO VICENTE	SP	BRASIL	TELES ET. AL. , 1997
<i>Achatina fulica</i>	ITARIRI	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	PERUÍBE	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	ITANHAÉM	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	MONGAGUÁ	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	SÃO SEBASTÃO	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	PRAIA GRANDE	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	SÃO VICENTE	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	SANTOS	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	GUARUJÁ	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	ILHA BELA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	CARAGUATATUBA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	UBATUBA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	JACUPIRANGA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	IPORANGA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	SÃO PAULO	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	APARECIDA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	GUARATINGUETÁ	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	CRUZEIROS	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	TAUBATÉ	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	CACHOEIRA PAULISTA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	PARAIBA DO SUL (AMERICANOPOLIS)	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	TIETÊ	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	SOROCABA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	BRAGANÇA PAULISTA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	PIRACAIA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	NAZARÉ PAULISTA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	JARINU	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	MAIRIPORÃ	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	JUNDIAÍ	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	ATIBAIA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	VOTUPORANGA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	PAULICÉIA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	PANORAMA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	PRESIDENTE PRUDENTE	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	BOM JESUS DOS PERDÕES	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	CAMPINAS	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003

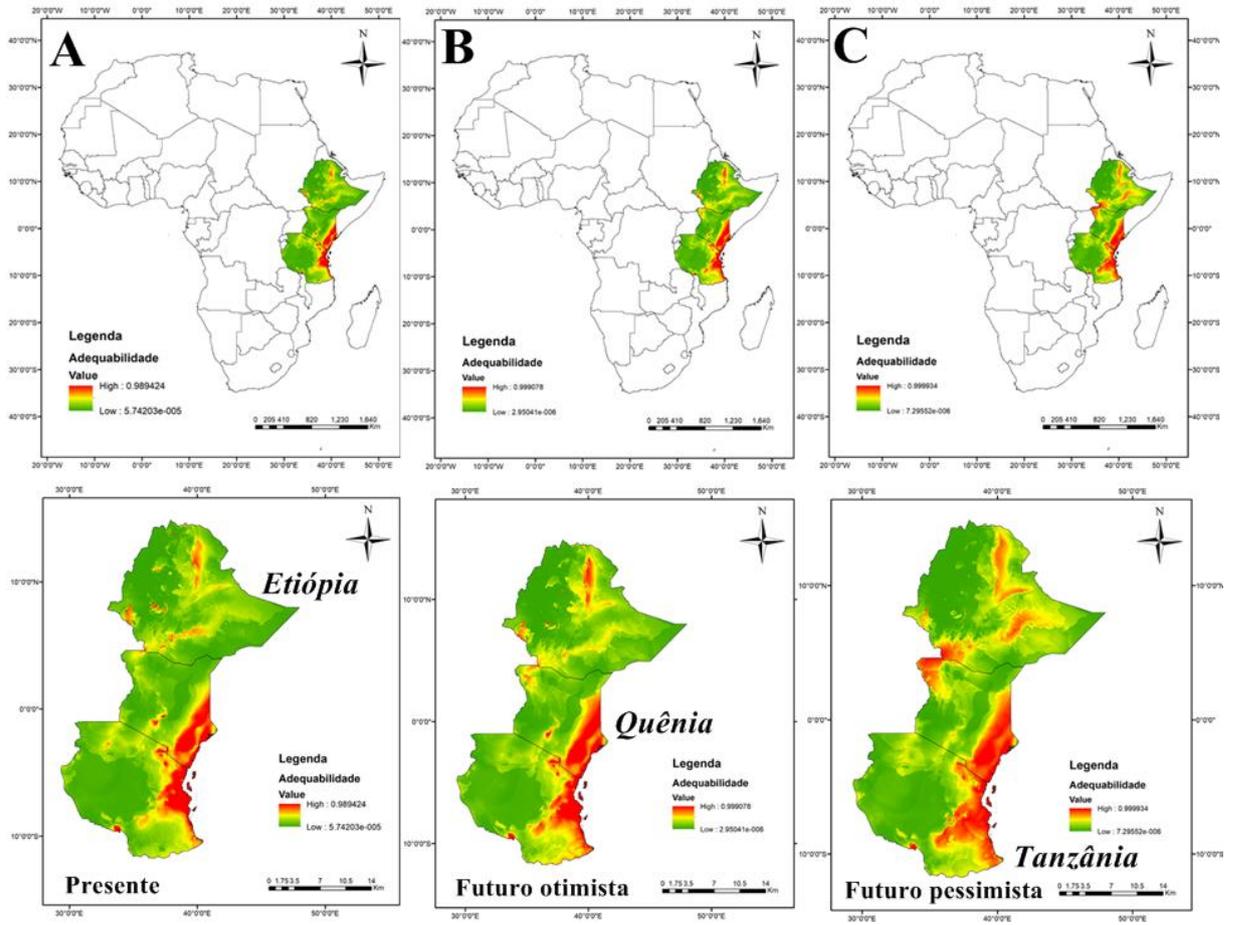
<i>Achatina fulica</i>	RIO CLARO	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	PEDREIRA	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2003
<i>Achatina fulica</i>	SANTO ANDRÉ	SP	BRASIL	MARILDA RAPP DE NESTON, 2006
<i>Achatina fulica</i>	SETE BARRAS	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012.
<i>Achatina fulica</i>	SÃO SEBASTIAO	SP	BRASIL	CARVALHO, O. S. ET AL, 2012.
<i>Achatina fulica</i>	SANTOS	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	SETE BARRAS	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	REGISTRO	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	IGUAPÉ	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	JUQUIÁ	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	CANANÉIA	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	BAURU	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	ELDORADO	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	IPORANGA	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PERUIBE	SP	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	DESCALVADO	SP	BRASIL	GBIF,2018
<i>Achatina fulica</i>	LORENA	SP	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PALMAS	TO	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	PARAISO DO TOCANTINS	TO	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	DIVINÓPOLIS DO TOCANTINS	TO	BRASIL	INST. HORUS,2017
<i>Achatina fulica</i>	MARIANÓPOLIS DO TOCANTINS	TO	BRASIL	2015
<i>Achatina fulica</i>	ARAGUAÍNA	TO	BRASIL	

Apêndice 2 – Tabela de registros de ocorrência de *Achatina fulica* por municípios em sua área nativa na África

n_ind	Município	Pais	longitude	latitude	Continente
1	OGADEM	ETIOPIA	41.7733668	7.3833641	África
2	DIRE DAWA	ETIOPIA	41.8552	9.5926	África
3	KIBWEZI	QUENIA	37.9677	-2.4149	África
4	KIRINYAGA	QUENIA	37.3429	-0.5078	África
5	KWALE	QUENIA	39.4528	-4.1754	África
6	SAKOKO FOREST	QUENIA	39.9076618	-3.4047763	África
7	MOMBAÇA	QUENIA	39.6655	-4.0328	África

8	IJARA	QUENIA	40.5169	-1.6003	África
9	HAGADERA	QUENIA	40.37016	0.00312	África
10	MOMBAÇA	QUENIA	39.6668	-4.0287	África
11	KIZIMBANI	TANZANIA	39.3171	-9.0618	África
12	KEBWEZI	QUENIA	-37.58425	-2.243788	África
13	AMBOSEU UND TSAVO-NATIONAL PARK, ZW	QUENIA	37.260767	-2.6520157	África
14	wajir	QUENIA	40.0570	1.7514	África
15	tsavo	QUENIA	38.4610	-2.9925	África
16	ZANZIBAR	TANZANIA	39.2075	-6.1699	África
17	USAGARA	TANZANIA	32.9935	-2.6811	África
18	ILHA DE ZANZIBAR	TANZANIA	-39.214363	-6.8863	África
19	MKOKOTONI	TANZANIA	39.2555	-5.8747	África
20	ZANZIBAR	TANZANIA	39.2075	-6.1699	África
21	DONGE	TANZANIA	39.27400	-6.81800	África
22	KIZIMBANI	TANZANIA	39.3171	-9.0617	África
23	TANGANYKA	TANZANIA	39.10218	-5.07270	África
24	ULUGURU MOUNTAINS	TANZANIA	37.65702	-6.94538	África
25	PAGALE	TANZANIA	37.892	-5.988	África
26	ARQUIPELAGO DE ZANZIBAR	TANZANIA	39.52615500	-6.4350863	África
27	TANGA	TANZANIA	39.0976	-5.0732	África

Apêndice 3 – Modelagem de nicho climático de *Achatina fulica* em sua área nativa na África



Áreas de adequabilidade de *Achatina fulica* em sua área nativa para o presente, futuro otimista (26_50) e futuro pessimista (85_70).

9. ANEXO

Unidades de Conservação no Brasil

Tabela consolidada das Unidades de Conservação

Fonte: CNUC/MMA - www.mma.gov.br/cadastro_uc
Atualizada em: 31/01/2012



Tipo / Categoria	Esfera						TOTAL	
	Federal		Estadual		Municipal		Nº	Área (Km²)
Proteção Integral	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)
Estação Ecológica	31	69.237	56	47.655	0	0	87	116.892
Monumento Natural	3	443	16	796	4	7	23	1.246
Parque Nacional	67	252.532	175	94.459	46	137	288	347.128
Refúgio de Vida Silvestre	7	2.019	9	1.644	1	22	17	3.685
Reserva Biológica	29	38.703	20	13.466	1	7	50	52.176
Total Proteção Integral	137	362.934	276	158.020	52	173	465	521.127
Uso Sustentável	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)
Floresta Nacional	65	163.430	35	135.997	0	0	100	299.428
Reserva Extrativista	59	122.875	28	20.211	0	0	87	143.086
Reserva de Desenvolvimento Sustentável	1	644	26	109.200	0	0	27	109.844
Reserva de Fauna	0	0	0	0	0	0	0	0
Área de Proteção Ambiental	32	100.144	181	329.634	34	5.354	247	435.132
Área de Relevante Interesse Ecológico	16	448	24	445	5	27	45	920
RPPN	574	4.728	61	77	0	0	635	4.805
Total Uso Sustentável	747	392.269	355	595.564	39	5.381	1.141	993.215
Total Geral	884	755.204	631	753.584	91	5.554	1.606	1.514.342

Obs1: A UC que não tem informação georreferenciada disponível e utilizada a área do sítio legal para o cálculo de área.
Obs2: Os dados do CNUC estão em constante atualização. Ao utilizá-los sempre citar a data.

Ministério do
Meio Ambiente

